



**T.C. SAğLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ**

**GAZİOSMANPAŞA UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ**

**BEYİN VE SİNİR CERRAHİSİ KLİNİğİ**

**LOMBER DİSK CERRAHİSİNDE KOTER KULLANILARAK YAPILAN  
DİSEKSİYONUN VE SUBPERİOSTAL ADALE DİSEKSİYONUN  
POSTOPERATİF PARASPİNAL ADALE HACMİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN  
BİYOKİMYASAL VE RADYOLOJİK OLARAK DEğERLENDİRİLMESİ**

**Dr. Mourat CHASAN**

**TIPTA UZMANLIK TEZİ**

**İSTANBUL/2025**





**T.C. SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ**  
**GAZİOSMANPAŞA UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ**  
**BEYİN VE SİNİR CERRAHİSİ KLİNİĞİ**

**LOMBER DİSK CERRAHİSİNDE KOTER KULLANILARAK YAPILAN**  
**DİSEKSİYONUN VE SUBPERİOSTAL ADALE DİSEKSİYONUN**  
**POSTOPERATİF PARASPİNAL ADALE HACMİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN**  
**BİYOKİMYASAL VE RADYOLOJİK OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Dr. Mourat CHASAN**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Erdiñ CİVELEK**

**(TIPTA UZMANLIK TEZİ)**

**İSTANBUL/2025**

## TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, ekip çalışmasının önemini bana aşıl原因 değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Serdar Kabataş ve Sayın Prof. Dr. Erdiñ Civelek'e,

Cerrahi gelişimimde özverili katkılarıyla önemli bir rol üstlenen, rehberlik eden başta Sayın Başasistan Op. Dr. Osman Boyalı olmak üzere, değerli uzmanlarımız Sayın Doç. Dr. Furkan Diren, Sayın Op. Dr. Fatih Cesur, Sayın Op. Dr. Nilifer Taş, Sayın Op. Dr. Saygın Uçar, Sayın Op. Dr. Ercan Çetin ve Sayın Doç. Dr. Ömer Özdemir'e,

Kıdemli meslektaşlarım Sayın Op. Dr. Eyüp Can Savrunlu, Sayın Op. Dr. Murat Kahraman, Sayın Op. Dr. Benan Baysoy Avinçsal ve Sayın Op. Dr. Gülseli Berivan Sezen'e, birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum değerli arkadaşlarım Sayın Dr. Bahattin Mert Boyu, Sayın Dr. Leyla Bulğa, Sayın Dr. Ozan Özmen, Sayın Dr. Yasin Çolpa ve Sayın Dr. Oğuzhan Yıldız'a,

Eğitimim süresince birlikte görev aldığım SBÜ Gaziosmanpaşa Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nin tüm ameliyathane ve servis hemşireleri ile destek personeline,

Bu süreçte her zaman yanımda olan kıymetli annem ve babama, desteğini her zaman hissettiren sevgili ablam Sayın Dr. Ayşe Murat'a ve en büyük destekçim, meslektaşım, hayat arkadaşım Sayın Uzm. Dr. Chanife Moustafa'ya; varlığıyla hayatıma anlam katan sevgili kızım Betül'e sonsuz teşekkür ederim.

Dr. Mourat Chasan

İstanbul – 2025

# İÇİNDEKİLER

<b>TEŞEKKÜR</b> .....	iii
<b>ÖZET</b> .....	vi
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>ŞEKİLLER</b> .....	viii
<b>TABLolar</b> .....	ix
<b>KISALTMALAR</b> .....	x
<b>1 GİRİŞ VE AMAÇ</b> .....	1
<b>1.1 Amaç</b> .....	2
<b>2 GENEL BİLGİLER</b> .....	3
<b>2.1 Anatomi</b> .....	3
2.1.1 Lomber vertebra.....	3
2.1.2 İntervertebral disk .....	4
2.1.3 Lomber bölge eklem ve ligamanları .....	6
2.1.4 Lomber bölge kasları .....	8
2.1.5 Lomber bölgenin innervasyonu .....	10
2.1.6 Lomber bölgenin vaskülarizasyonu .....	12
<b>2.2 Lomber Disk Hernisi</b> .....	13
2.2.1 Patogenez .....	13
2.2.2 Klinik .....	16
2.2.3 Tanı yöntemleri.....	19
2.2.4 Lomber disk hernisinde cerrahi yaklaşımlar .....	22
<b>2.3 Serum Kreatin Kinaz (CK)</b> .....	23
<b>3 GEREÇ VE YÖNTEM</b> .....	26
<b>3.1 Cerrahi Metod</b> .....	27
<b>3.2 Değerlendirilen Değişkenler</b> .....	29
<b>3.3 İstatistiksel Analiz</b> .....	29

<b>4 BULGULAR</b> .....	31
<b>5 TARTIŞMA</b> .....	40
<b>6 SONUÇ</b> .....	46
<b>7 KAYNAKLAR</b> .....	48
<b>8 EKLER</b> .....	57
<b>9 ÖZGEÇMİŞ</b> .....	58



## ÖZET

**Amaç:** Bu tez çalışmasında, lomber disk cerrahisinde bistüri yardımıyla yapılan subperiostal diseksiyon ile elektrokoter kullanılarak gerçekleştirilen diseksiyonun multifidus kas hacmi ve serum kreatin kinaz (CK) düzeylerine olan etkilerinin biyokimyasal ve radyolojik yöntemlerle değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

**Gereç ve Yöntem:** Ocak 2022 – Ocak 2024 tarihleri arasında SBÜ İstanbul Gaziosmanpaşa Eğitim ve Araştırma Hastanesi Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniğinde Uzm. Dr. O.B. tarafından opere edilen ve tek seviye lomber mikrodisektomi uygulanan 30 hasta retrospektif olarak değerlendirilmiştir. Hastalar, cerrahi sırasında kullanılan diseksiyon tekniğine göre bistüri veya elektrokoter grubu olarak ikiye ayrılmıştır. Tüm hastaların preoperatif ve postoperatif 4. saat 1. gün serum CK düzeyleri taranmış, preoperatif ve postoperatif 1. ay multifidus kas hacimleri (aksiyel T2 ağırlıklı lomber Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) görüntüleri üzerinden) ölçülerek karşılaştırılmıştır. Veriler SPSS 26.0 (2018- USA) programı ile analiz edilmiş ve  $p<0,05$  değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

**Bulgular:** Her iki grupta da postoperatif 1. ay multifidus kas hacminde anlamlı azalma saptanmıştır ( $p<0,001$ ). Ancak gruplar arası hacim farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). CK düzeyleri her iki grupta da postoperatif 4. ve 24. Saat'te anlamlı olarak artmış; ancak elektrokoter grubunda CK düzeyleri bistüri grubuna göre belirgin şekilde yüksek bulunmuştur ( $p<0,01$ ). Ayrıca CK artış oranı elektrokoter grubunda anlamlı düzeyde daha yüksek olarak saptanmıştır ( $p=0,037$ ).

**Sonuç:** Her iki diseksiyon tekniği de paraspinal kas yapısında belirgin değişikliğe neden olmakla birlikte, elektrokoter kullanımı biyokimyasal olarak daha fazla kas hasarına yol açmaktadır. Spinal stabilitenin korunmasında kritik rol oynayan multifidus kasının mümkün olduğunca korunabilmesi adına, termal travmayı azaltan bistüri tabanlı diseksiyon tekniklerinin klinik avantajlar sağlayabileceği düşünmekteyiz.

**Anahtar Kelimeler:** Elektrokoter, kas hasarı, lomber disektomi, kreatin kinaz, multifidus kası, subperiostal diseksiyon.

## ABSTRACT

**Objective:** In this thesis, the aim was to evaluate the effects of subperiosteal dissection performed using a scalpel and that performed with an electrocautery unit during lumbar disc surgery on multifidus muscle volume and serum creatine kinase (CK) levels, through biochemical and radiological assessments.

**Materials and Methods:** Between January 2022 and January 2024, 30 patients who underwent single-level lumbar microdiscectomy performed by Specialist Dr. O.B. at the SBÜ Istanbul Gaziosmanpaşa Training and Research Hospital, Department of Neurosurgery, were retrospectively evaluated. The patients were divided into two groups based on the dissection technique used during surgery: scalpel or electrocautery. Serum creatine kinase (CK) levels were recorded preoperatively, at the 4th hour, and at the 24th hour postoperatively. Multifidus muscle volumes were measured preoperatively and at 1 month postoperatively using axial T2-weighted lumbar magnetic resonance imaging (MRI) scans. The data were analyzed using SPSS version 26.0 (2018, USA), and a p-value of  $<0.05$  was considered statistically significant.

**Results:** A significant decrease in multifidus muscle volume was observed in both groups at 1 month postoperatively ( $p<0.001$ ). However, the difference in muscle volume between the groups was not statistically significant ( $p>0.05$ ). Serum creatine kinase (CK) levels increased significantly in both groups at the 4th and 24th postoperative hours; however, CK levels were markedly higher in the electrocautery group compared to the scalpel group ( $p<0.01$ ). Furthermore, the rate of CK elevation was significantly higher in the electrocautery group ( $p=0.037$ ).

**Conclusion:** Although both dissection techniques result in notable alterations to the paraspinal musculature, the use of electrocautery appears to induce greater biochemical muscle injury. Considering the critical role of the multifidus muscle in maintaining spinal stability, scalpel-based dissection techniques that minimize thermal trauma may offer clinical advantages by better preserving muscle integrity.

**Keywords:** Electrocautery, muscle damage, lumbar discectomy, creatine kinase, multifidus muscle, subperiosteal dissection.

## ŞEKİLLER

<b>Şekil 1:</b> Lomber vertebranın anatomik yapıları .....	4
<b>Şekil 2:</b> İntervertebral disk anatomisi .....	5
<b>Şekil 3:</b> Omurganın ligamentöz yapıları .....	8
<b>Şekil 4:</b> Lomber spinal kaslar .....	10
<b>Şekil 5:</b> Spinal sinirin anterior ve posterior dalları .....	11
<b>Şekil 6:</b> İntervertebral disk hernisinin evreleri .....	15
<b>Şekil 7:</b> Lomber mikrodiskektomide cerrahi sahaya erişimin aksiyel kesitte görünümü.. .....	28
<b>Şekil 8:</b> Multifidus kasının T2 ağırlıklı aksiyel MRG kesiti üzerinde kesitsel alan ölçümü.....	29
<b>Şekil 9:</b> Bistüri ve elektrokoter gruplarında preoperatif, postoperatif 4. saat ve 24. saat serum CK düzeylerinin zaman içindeki ortalama değişimi .....	36
<b>Şekil 10:</b> Multifidus kasının preoperatif ve postoperatif görüntüleri .....	37
<b>Şekil 11:</b> Preoperatif ve postoperatif multifidus kas hacmi ortalamalarının cerrahi tekniklere göre karşılaştırılması .....	39

## TABLÖLAR

Tablo 1: Lomber disk hernilerinde disk seviyelerine göre klinik ve nörolojik bulguların dağılımı .....	17
Tablo 2. Hastalara ait tanımlayıcı istatistiksel veriler.....	31
Tablo 3. Operasyon seviyesi ve frekans dağılımı. ....	32
Tablo 4. Preoperatif verilerin gruplara göre karşılaştırılması. ....	33
Tablo 5. Bistüri ve elektrokoter gruplarında postoperatif serum CK düzeylerinin zaman içindeki değişimi ve gruplar arası karşılaştırılması. ....	34
Tablo 6. Bistüri ve elektrokoter gruplarında preoperatif ve postoperatif multifidus kas hacimlerinin karşılaştırılması. ....	38

## KISALTMALAR

- ADP:** Adenozin Difosfat  
**AF:** Anulus Fibrozus  
**ALL:** Anterior Longitudinal Ligaman  
**ATP:** Adenozin Trifosfat  
**BT:** Bilgisayarlı Tomografi  
**CK:** Kreatin Kinaz  
**EMG:** Elektromiyografi  
**IL-6:** İnterlökin-6  
**İVD:** İntervertebral Disk  
**İVDD:** İntervertebral Disk Dejenerasyonu  
**kg/m<sup>2</sup>:** Kilogram / Metrekare  
**kDa:** Kilodalton  
**L:** Lomber  
**LDH:** Lomber Disk Hernisi  
**Lig.:** Ligamentum  
**mm<sup>3</sup>:** Milimetreküp  
**MD:** Mikroskopik Lomber Diskektomi  
**MMPs:** Matriks Metalloproteinazlar  
**m., M.:** Musculus  
**MRG:** Manyetik Rezonans Görüntüleme  
**N., n.:** Nervus  
**NO:** Nitrik Oksit  
**NP:** Nucleus Pulposus  
**NSAİİ:** Nonsteroid Anti-İnflamatuvar İlaç  
**ODI:** Oswestry Disability Index  
**PELD:** Perkütan Endoskopik Lomber Diskektomi  
**PLL:** Posterior Longitudinal Ligaman  
**Proc.:** Processus  
**PGE2:** Prostaglandin E2  
**U/L:** Ünite / Litre  
**VAS:** Visual Analogue Scale  
**VKİ:** Vücut Kitle İndeksi

# 1 GİRİŞ VE AMAÇ

Lomber disk herniasyonu (LDH), lomber omurganın dejeneratif hastalıkları arasında en sık görülenidir ve genel popülasyonun yaklaşık %2–3'ünü etkiler. 35 yaş üstü erkeklerde %4,8, kadınlarda ise %2,5 oranında görülmektedir. Aynı zamanda erişkin yaş grubunda spinal cerrahilerin en yaygın nedenidir. Klinik tablo genellikle başlangıçta lumbalji, sonrasında siyatalji ve ilerleyen dönemlerde nörolojik bulgularla karakterizedir (1).

Konservatif tedavi yöntemlerinin yetersiz kaldığı veya uygulanamadığı durumlarda cerrahi müdahale önemini korumaktadır. Bu bağlamda en sık tercih edilen yöntem mikrocerrahi teknikle uygulanan lomber diskektomidir (2). Mikrocerrahinin temel amacı, patolojiyi ortadan kaldırırken çevre dokulara, özellikle de paraspinal kas yapısına, minimum travma uygulanmasıdır.

Paraspinal kaslar, omurganın stabilitesi ve mobilitesi açısından hayati öneme sahiptir. Bu kaslardaki dejeneratif değişikliklerin, lomber omurgadaki biyomekaniği olumsuz etkileyerek dejenerasyon sürecini hızlandırabileceği gösterilmiştir (3,4). Bu bağlamda, özellikle multifidus kası, son yıllarda anatomik, histopatolojik ve klinik etkileri bakımından yoğun şekilde araştırılan anatomik bir yapı haline gelmiştir (5,6).

Kreatin Kinaz (CK), kas, kalp ve beyin dokusunda yer alan, özellikle iskelet kası hasarının değerlendirilmesinde kullanılan duyarlı bir biyobelirteçtir (7,8). Cerrahi girişimler sonrası gelişen kas travmasının biyokimyasal takibinde CK düzeylerinin ölçülmesi, doku hasarının erken ve objektif değerlendirilmesine olanak sağlar (9,10). Posterior lomber cerrahilerde CK artışı, operasyonun invazivliği ve uygulanan teknikle doğrudan ilişkilidir (11). Ayrıca enfeksiyonlar, rabdomiyoliz ve travmatik durumlar gibi cerrahi dışı bazı klinik tablolar da CK düzeylerinde artışa neden olabilir (12,13). Bu nedenle CK düzeylerinin klinik bağlamda dikkatle yorumlanması, hasta prognozu ve postoperatif takip açısından büyük önem taşır

Paraspinal kaslardaki yapısal değişiklikler; manyetik rezonans görüntüleme (MRG) başta olmak üzere, bilgisayarlı tomografi (BT) ve biyokimyasal belirteçlerle değerlendirilebilmektedir. Özellikle multifidus kasının kesitsel alanı ve yağlı infiltrasyon derecesi, MRG ile kas fonksiyonu ve dejeneratif sürecin düzeyi hakkında

bilgi sağlayan önemli radyolojik parametrelerdir (14,16,17). BT tabanlı analizler de kronik bel ağrısı olan hastalarda kas atrofisi değerlendirmesinde kullanılmaktadır (15). Öte yandan bazı çalışmalarda, serum biyobelirteeleri üzerinden dolaylı kas hasarı da rapor edilmiştir (18).

Lomber mikrocerrahilerde elektrokoter kullanımı standart bir prosedür olmamakla birlikte, intraoperatif hemostazı da sağlayarak daha hızlı diseksiyona olanak tanınması nedeniyle sıklıkla tercih edilmektedir. Ancak son literatürlerde, elektrokoterin oluşturduğu termal etkinin multifidus kasında atrofiye neden olabileceği bildirilmiştir. Buna karşılık, subperiostal diseksiyon yönteminin daha az doku travmasına neden olduğu ve paraspinal kasları koruyucu etkisi olduğu öne sürülmektedir (19).

## **1.1 Amaç**

Bu çalışmanın amacı, lomber mikrocerrahi sırasında tercih edilen paraspinal adale diseksiyon yöntemlerinin (elektrokoter ile yapılan diseksiyon ve bistüri ile yapılan subperiostal diseksiyon) postoperatif paraspinal kas hasarı üzerindeki etkilerini karşılaştırmalı olarak değerlendirmektir. Bu kapsamda; kas hasarı hem biyokimyasal olarak (serum CK düzeyleri) hem de radyolojik olarak (MRG ile multifidus kas kesit alanı ölçümü) incelenecektir.

## 2 GENEL BİLGİLER

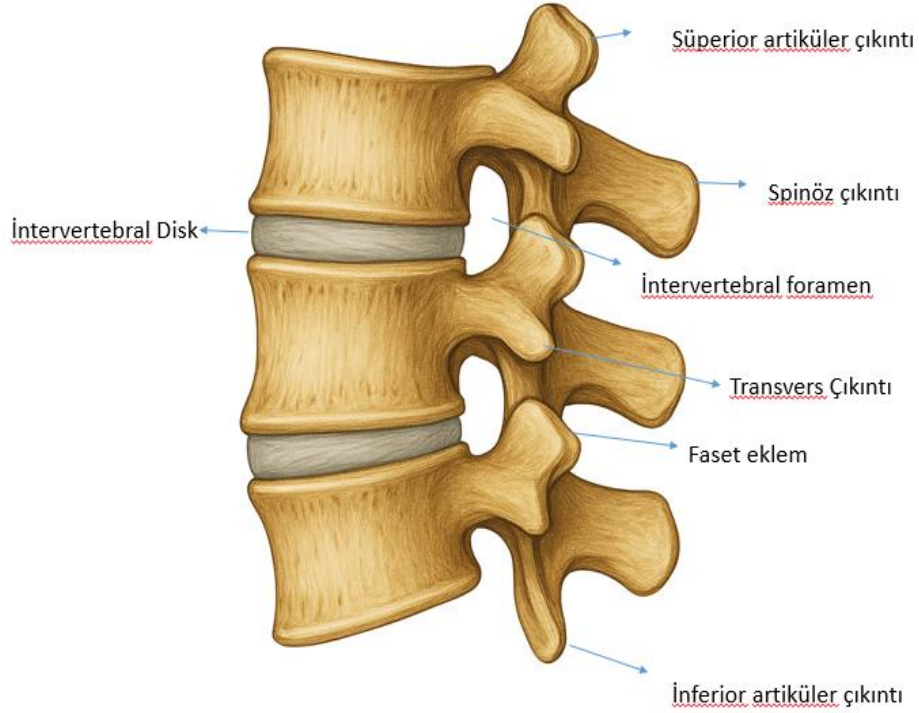
### 2.1 Anatomi

#### 2.1.1 Lomber vertebra

Lomber omurga beş adet lomber omurdan (L1-L5) müteşekkildir, omurganın yaklaşık dörtte birini oluşturur ve mekanik olarak diğer omurga bölgelerine kıyasla daha fazla yük taşıma işlevine sahiptir (20). Lomber omurga, torakal omurgadan iletilen yükleri pelvis ve alt ekstremitelere aktarır; ayrıca torakal omurga ile pelvis arasında geniş bir hareket açıklığı sağlar (21).

L1 ile L4 arasındaki vertebra gövdeleri genellikle düz ya da konkav arka yüzlere sahipken, L5'in arka yüzü ve sakral bölge daha konveks bir yapı sergiler. Bu omurlar, yoğun spongioz kemik yapısıyla birlikte ince bir kortikal tabaka ile çevrelenmiştir; bu özellik, travma ve osteoporoz kaynaklı çökme riskini artırmaktadır (22).

Lordotik lomber omurga, aksiyel yüklerin emilmesine olanak sağlayan önemli bir anatomik yapıdır (23). Vertebra korpusları, intervertebral diskler ve ligaman birleşerek fonksiyonel bir birim oluşturur. Spinal kanal, vertebral foramenlerin üst üste dizilmesiyle oluşur ve L1'den L5'e doğru ilerledikçe üçgen şekle dönüşür (Şekil 1) (24). Pedikül ile laminanın birleşim noktası olan pars interartikularis, makaslama kuvvetlerine maruz kaldığından, stres kırıkları ve spondilolizis gibi sorunlara yatkın bir bölgedir (25).

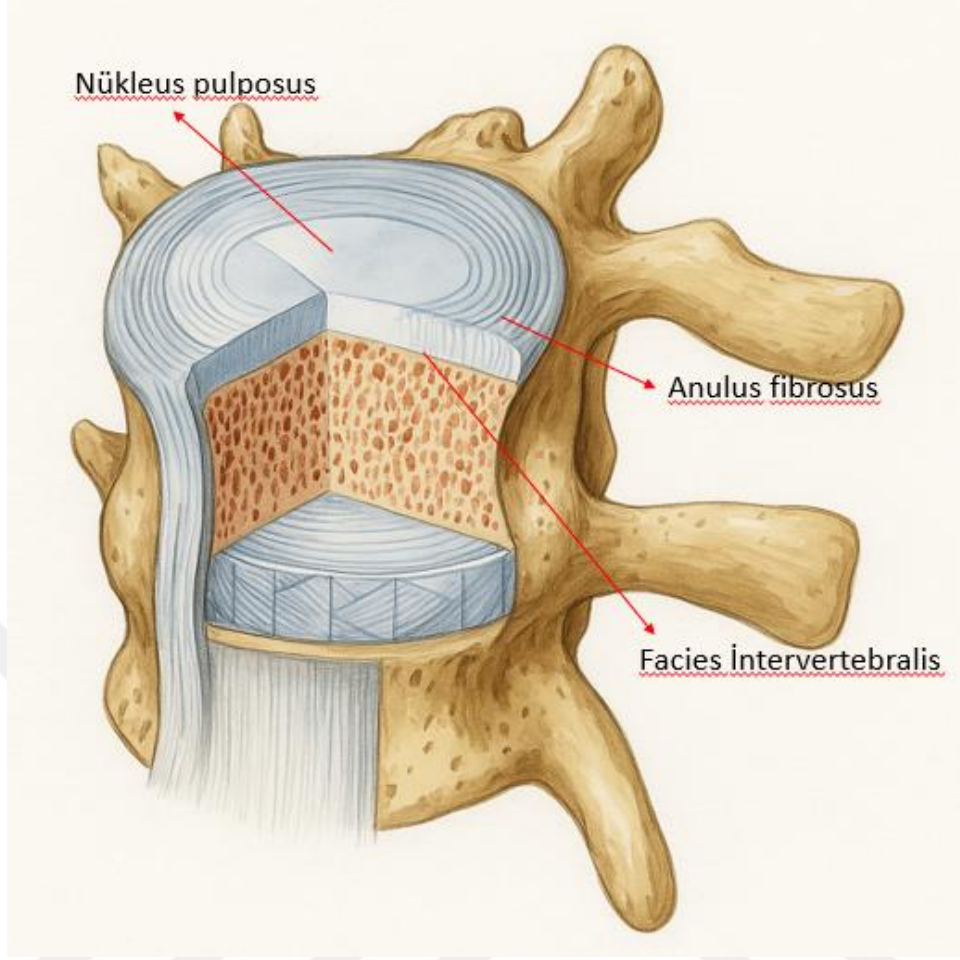


**Şekil 1:** Lomber vertebranın anatomik yapıları; spinöz çıkıntı, superior ve inferior artiküler çıkıntılar görülmektedir.

Faset eklemler, superior ve inferior artiküler çıkıntılarının şekli ve yapısı sayesinde fleksiyon ve ekstansiyona izin verirken rotasyon hareketini büyük ölçüde sınırlar (26). Transvers çıkıntılarının arkasında bulunan aksesuar yapılar, kas ve ligamanların tutunma alanı olarak işlev görür. Bu özelliklerin birleşimiyle lomber bölge, yük taşıma kapasitesini, hareket esnekliğini ve nöral yapıları koruma görevini etkili bir şekilde yerine getirir (27).

### 2.1.2 İntervertebral disk

İntervertebral diskler (İVD), omurlar arasında yerleşmiş ve omurganın hareketliliği ile yük taşıma kapasitesini sağlayan yapılardır. Omurganın yüksekliğinin %20–33’ünü oluşturan bu diskler, amortisör işlevi yaparak aksiyel yükü dağıtır ve şok emilimini gerçekleştirir (28). Disk; santralinde jelatinöz nükleus pulposus (NP), çevresinde fibröz anulus fibrosus (AF) ve üst ile alt yüzeyinde kartilajöz vertebral son plaklardan meydana gelir (Şekil 2) (24, 29).



**Şekil 2:** İntervertebral disk anatomisi ; Nucleus pulposus, anulus fibrosus, kollajen lameller, vertebra son plağı (facies intervertebralis) ve ön/arka longitudinal ligamentler görülmektedir. (Kaynak: Sezen GB, 2025, revize edilmiştir (30)).

NP, glikozaminoglikanlar ve proteoglikanlar açısından zengin, su içeriği yüksek bir yapıdır. Çocukluk döneminde su içeriği %80 civarında olup yaş ilerledikçe bu oran azalır. Difüzyon yoluyla beslenen avasküler bir yapıya sahiptir (31). Omurga üzerindeki basınca uyum sağlayarak kompresyon durumunda yassılaştır ve dışa doğru hareket eder. Bu süreçte anulus fibrosus, nükleusu destekler ancak aşırı basınç durumunda yırtılabilir ve disk hernisi meydana gelebilir (32, 33).

AF, kollajen liflerin konsantrik lameller hâlinde dizildiği fibröz bir yapıdır. Bu lifler, diskin periferinde sert bir yapı oluşturarak yük taşıma ve hareket sırasında ortaya çıkan makaslama kuvvetlerine karşı dayanıklılık sağlar (34). Posterior kısmı anteriora göre daha ince ve zayıf olduğundan, posterior veya posterolateral disk hernileri daha sık görülür. AF'un aynı zamanda aksiyel yükü vertebral son plaklara iletir ve omurganın stabilitesine katkı sağlar (24).

Vertebral son plaklar, disk ile vertebra korpusunu birbirine bağlayan ve diskin beslenmesini sağlayan hiyalin kıkırdaktan oluşmuş ince bir tabakadır (35). Yaş ilerledikçe fibrokartilaj yapıya dönüşen bu plaklar, NP'un vertebra içine fitiklaşmasını önler ve fiziksel bir bariyer işlevi görür. Ayrıca, AF'un lifleri son plakalara sıkıca bağlanmıştır (29, 36).

İVD'in kalınlığı lomber bölgede 9–10 mm arasında değişir. Disk kalınlığının vertebral korpus yüksekliğine oranı mobilitayı belirler; bu oran en yüksek servikal bölgede, ardından lomber bölgede ve en düşük torakal bölgededir. Bu düzenleme, servikal bölgenin en hareketli, torakal bölgenin ise en sınırlı hareket kapasitesine sahip olmasını sağlar (37,38).

Disk, hareket sırasında yük taşıma ve hareket yönüne uyum sağlama işlevi görür. Örneğin, fleksiyon sırasında önde sıkışarak suyunu kaybederken, arkada açılarak sıvı emer. Bu uyumlu yapı, omurganın self-stabilizasyonunu ve hareket kabiliyetini destekler. Diskin sağlığı, su içeriği ve yapısal bütünlüğü ile doğrudan ilişkilidir (33, 39).

### **2.1.3 Lomber bölge eklem ve ligamanları**

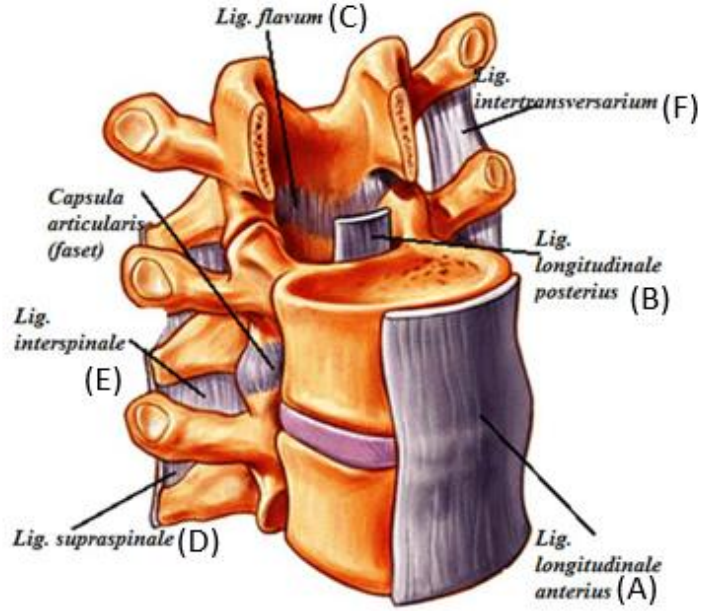
Lamina ve pedikül bileşkesinde prosesus artikularisler bulunur ve prosesus artikularis superior ile prosesus artikularis inferiorun birleşmesi ile faset eklemler meydana gelir. Bu eklemler, hafif fleksiyon ve ekstansiyona izin verir (33).

Omurga ligamanları, viskoelastik yapıları sayesinde vertebral kolonun stabilitesini artırır ve dayanıklılığına katkıda bulunur (40). Çoğunlukla kollajen liflerden oluşan bu bağlar, omurganın hareketlerini sınırlandırmada ve yük taşıma kapasitesini artırmada önemli bir rol oynar. Ligamentum flavum, yüksek elastik lif oranıyla diğer bağlardan ayrılır ve sürekli gergin yapısı sayesinde omurga stabilitesine katkı sağlar (41).

**A. Anterior longitudinal ligaman (ALL):** Vertebra cisimlerinin ve intervertebral disklerin ön yüzünü örten, oksiputtan sakruma kadar uzanan

güçlü bir bağıdır. Omurganın hiperekstansiyonunu sınırlar ve alt torakal ile lomber bölgede gerilme gücü en yüksektir. Vertebral stabiliteye katkısı büyüktür (42, 43).

- B. Posterior longitudinal ligaman (PLL):** Vertebral kanalın içinde, vertebra gövdelerinin arka yüzeyine yapışan PLL, oksiputtan sakruma kadar uzanır. Dar yapısı nedeniyle posterolateral bölgede zayıflık gösterir ve disk hernilerinin bu bölgede daha sık görülmesine neden olur. Ayrıca omurganın hiperfleksiyonunu engeller (25, 44).
- C. Ligamentum flavum:** Ardışık vertebra laminalarını birbirine bağlayan ve elastik liflerden oluşan bu bağ, omurganın elastikliyini artırır. Fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerinde spinal segmentleri korur. Yaşlanmayla birlikte kalınlaşarak spinal kanalın daralmasına neden olabilir (24, 44).
- D. Supraspinöz ligaman:** C7'den sakruma kadar uzanarak spinöz çıkıntıları birbirine bağlar. Hiperfleksiyonu sınırlar ve sırt kaslarından farklılaşan tendinöz liflerden oluşur (45).
- E. İnterspinöz ligaman:** İki ardışık spinöz çıkıntıyı bağlayan, fleksiyonu sınırlama kapasitesi zayıf olan membranöz bir yapıdır. Lomber bölgede spinal stabiliteye katkı sağlar (24).
- F. İntertransvers ligaman:** Ardışık transvers çıkıntılar arasında yer alarak lateral fleksiyon hareketini sınırlandırır. Bu bağ, özellikle lomber bölgede omurganın hareketlerine destek sağlar (24,45).
- G. İliolumbar ligaman:** Dördüncü ve beşinci lomber vertebra'nın transvers çıkıntılarında iliak kemiğe uzanır. Lumbosakral omurgayı stabilize eder ve ikinci dekattan itibaren ligamentöz bir yapıya dönüşür (Şekil 3) (46).



**Şekil 3:** Omurganın ligamentöz yapıları; ligamentum flavum, interspinöz, supraspinöz, anterior ve posterior longitudinal ligamentler ile faset kapsüller ligamentin anatomik ilişkileri gösterilmektedir. (Kaynak: Takahashi et al., 1990 (47); görsel ResearchGate üzerinden erişilmiştir).

#### 2.1.4 Lomber bölge kasları

Paravertebral kaslar olarak da bilinen bu grup, omurgayı özellikle torakolomber segmenti çevreleyen kaslardan oluşur. Anatomik olarak iki gruba (abdominal kaslar ve intrinsik sırt kasları), fonksiyonel olarak ise dört gruba (ekstansörler, fleksörler, lateral fleksörler ve rotatorlar) ayrılır (48,49).

##### 2.1.4.1 Abdominal kaslar

**A. Psoas majör:** Arka abdominal duvarın bir parçası olup retroperitoneal boşluğun posteriorunda, iliopsoas kompartmanında yer alır. T12–L5 vertebra cisimleri, intervertebral diskler ve transvers çıkıntılarının medial kısımlarından köken alır. Alt uçta iliacus kası ile birleşerek inguinal ligamanın altından geçer ve trokanter minöre yapışır. Gövdenin lateral fleksiyonu, kalça fleksiyonu ve stabilizasyonunu

sağlar. Lomber pleksusun birçok dalı (genitofemoral, iliohipogastrik, ilioinguinal, lateral femoral kutanöz, femoral, obturator ve lumbosakral trunk) bu kas içinde yer alır (49).

**B. Quadratus lumborum:** Arka abdominal duvarın bir parçasını oluşturur. L5 transvers çıkıntısı, iliolumbal ligaman ve krista iliakadan başlar, 12. kosta ve L1–L4 transvers çıkıntılara tutunur. Lateral fleksiyon ve diyafram stabilitesinde görev alır (Şekil 4) (50).

#### 2.1.4.2 İntrensik sırt kasları

##### A. Erector spinae

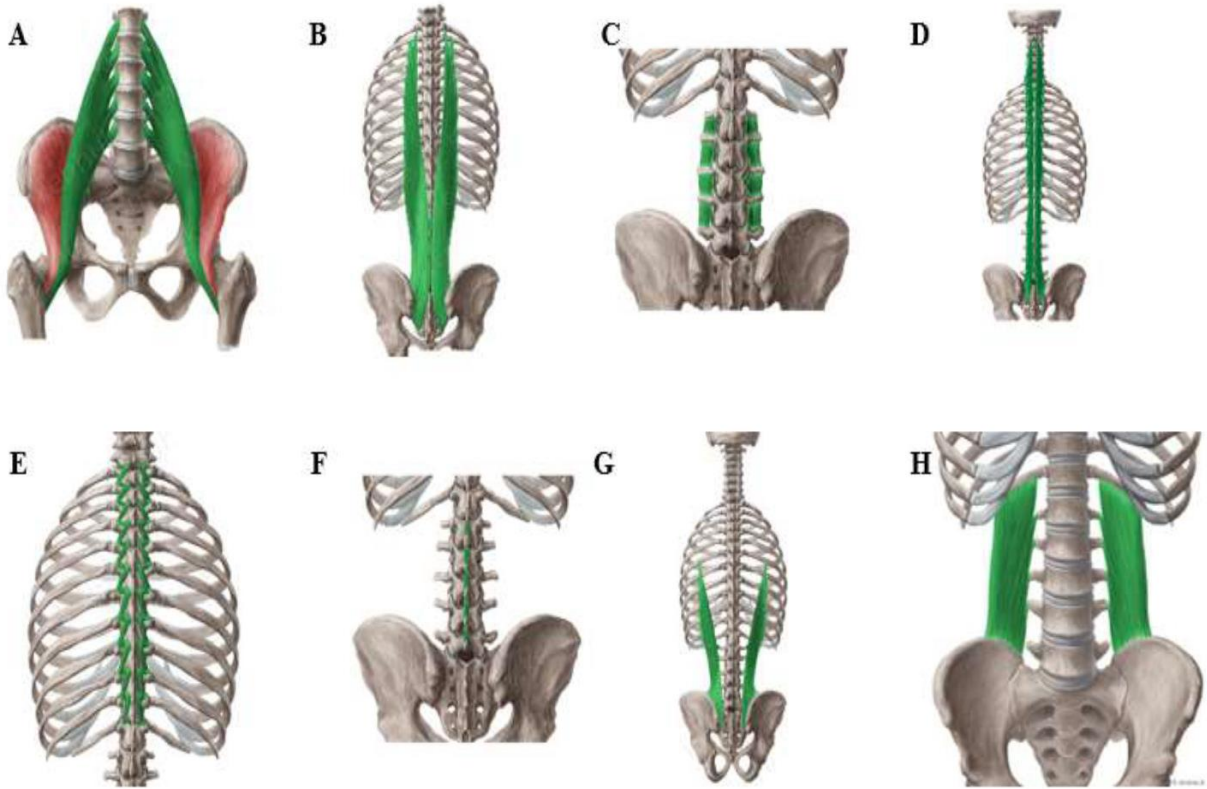
**a. M. longissimus:** L1–L5 transvers çıkıntılarının medial yarısından köken alır. Tek bir yassı tendonda birleşir ve bu yapı “lomber intramüsküler aponöroz” olarak adlandırılır. Bu aponöroz, iliumun medial yüzeyine ve sakrumun arka kısmına yapışır.

**b. M. iliocostalis:** L1–L4 transvers çıkıntıları ve torakolomber fasyadan köken alır. Lifler krista iliakanın medial ve dorsal kısmında yelpaze biçiminde sonlanır. L1’den çıkan lifler daha dorsomedialde, L4’ten çıkan lifler daha ventrolateralde yer alır. Bu düzenleme, kasın fonksiyonel uyumunu gösterir (51).

##### B. M. transversospinalis

**a. M. multifidus:** Servikalden sakruma kadar uzanan, spinöz çıkıntıların lateralinde yer alan derin bir kاستır. Lomber ve sakral seviyelerde genişleyerek omurganın her iki yanında stabilizasyon sağlar. Fasikülleri 2–5 segmenti kapsayacak şekilde organize olmuştur. Köken aldığı yapılar arasında posterior sakrum, posterior superior iliak çıkıntı, sakroiliak ligaman, mamiller çıkıntılar ve torakolomber fasyalar yer alır. Lifler yukarı ve mediale doğru ilerleyerek üzerindeki omurların spinöz çıkıntılara yapışır. Ortalama hacmi  $193 \text{ cm}^3 \pm 39$  olarak ölçülmüştür (52, 53)

Görüntüleme çalışmaları, bel ağrısının multifidus kasındaki yapısal değişikliklerle ilişkili olabileceğini göstermektedir. Bu değişiklikler; kesit alanında azalma ve yağ içeriğinde artış şeklindedir. Multifidus kasının enine kesit alanı, bireysel bel dayanıklılığı ve spinal stabilite açısından önemli kabul edilir (55). Kasın çok demetli yapısı ve fasiküler organizasyonu, segmental denge ve proprioseptif geri bildirim açısından kritiktir (Şekil 4) (17).



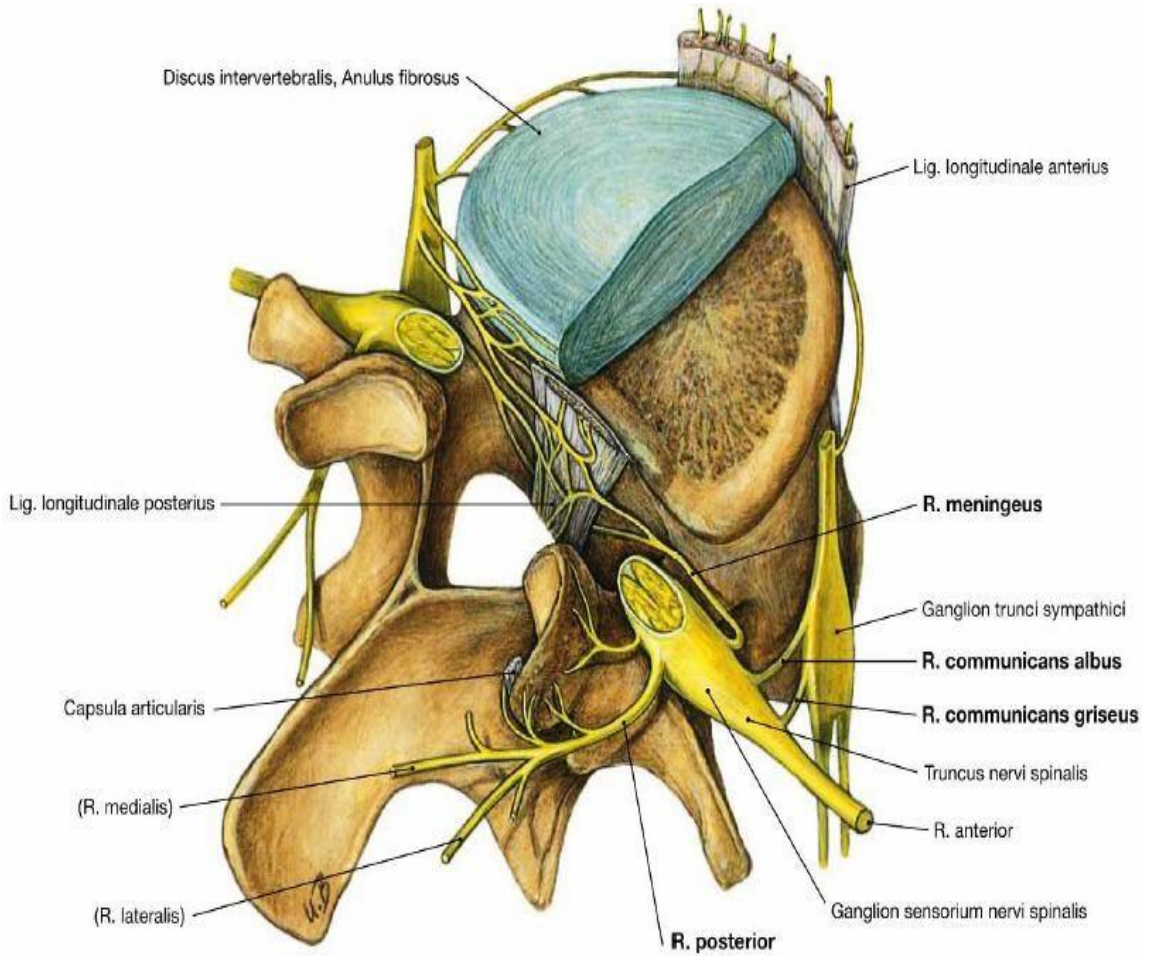
**Şekil 4:** Lomber spinal kaslar; A) M. Psoas Major B) M. Longissimus Thoracis C) M. Lumborum D) M. Multifidus E) MM. Rotatores Breves et Longi F) MM. Interspinales Lumborum G) M. İliocostalis Lumborum H) M. Quadratus Lumborum (Kaynak: Aygün K. 2024 (54)).

**b. Rotatorlar:** Özellikle torakal ve servikal omurga düzeyinde belirgin olan bu kas grubu, lomber bölgede ise yüzeysel kaslarla sınırlıdır, derin tabakada multifidus kası yer alır (51).

### 2.1.5 Lomber bölgenin innervasyonu

Lomber bölgedeki sinir sistemi, hem motor hem de duyu innervasyonu sağlayarak hareket ve duyu işlevlerinin bütüncül kontrolünü üstlenir. Conus

medullaris, L1–L2 seviyesinde sonlanır ve bu seviyenin distalinde, cauda equina olarak bilinen sinir demeti yer alır. Bu sinirler, anterior ve posterior köklerden oluşur ve intervertebral foramenden çıkarak dallanır. Spinal sinirler, anterior ve posterior dallara ayrılır. Ön dallar (ventral rami), lomber ve lumbosakral pleksusları oluşturur. Lomber pleksus, L1–L4 ventral rami kaynaklıdır. Lumbosakral pleksus ise L4 ve L5'in birleşimiyle başlar ve sakral sinirlerle birleşerek pelvik ve alt ekstremitte innervasyonunu sağlar (Şekil 5) (43, 56).



**Şekil 5:** Spinal sinirin anterior ve posterior dalları ; (ramus anterior, posterior), meningeal dallar, sempatik trunk ve rami communicans (albus ve griseus) ile ilişkili olduğu vertebral yapılara ait anatomik görünüm. (Kaynak: Boyalı O, 2022 (59)).

#### a. Sinuvertebral sinir (Rekürren sinir):

Her spinal sinirden ayrılan bu küçük dal, posterior longitudinal ligaman, anulus fibrosus, dural kılıf ve faset eklemleri innerve eder. Aynı zamanda sempatik

ganglionlardan lif alarak sinir kökleri çevresinde dolaşır. Bu sinir, intervertebral disk kaynaklı ağrının iletiminde önemli rol oynar (43, 57).

#### **b. Posterior rami:**

Posterior ramiler, medial ve lateral dallara ayrılır. Medial dallar; multifidus, interspinalis ve intertransversarius kaslarını innerve ederken; lateral dallar genellikle iliocostalis kasına dallar verir. Ayrıca, posterior rami paravertebral kasları ve bölgesel cildi de innerve eder (56, 58).

#### **c. Annulus fibrosus ve disk İnnervasyonu:**

AF 'un posterolateral kısmı sinuvertebral sinir ile; anterolateral kısmı ise rami communicans ve posterior dallarla innervasyon alır. NP normalde anöral ve avaskülerdir; ancak dejeneratif süreçlerde anjiyogenik ve nörojenik invazyon gelişerek, sekonder ağrıya neden olabilecek yeni sinir ve damar yapıları gelişebilir (24).

#### **d. Diğer yapılarla ilişkili innervasyon:**

Spinal sinirler, intervertebral foramenden çıkmadan önce dura mater, ligamentum flavum, PLL ve çevre yumuşak dokularla ilişkilidir. Bu yapılarda oluşabilecek inflamasyon, gerilme veya daralma durumları radiküler ağrıya neden olabilir. Ayrıca Hoffmann ligamanı ve foraminal ligamanlar, sinir kökleriyle doğrudan bağlantılıdır ve sinir kökü irritasyonunun patofizyolojisinde rol oynayabilir (60,61).

### **2.1.6 Lomber bölgenin vaskülarizasyonu**

Lomber omurganın arteriyel ve venöz damar yapıları, hem omurga yapılarının beslenmesinde hem de omurilik ve sinir köklerinin sağlıklı işleyişinde hayati rol oynar.

#### **A. Arteriyel kanlanma:**

Lomber omurga, aortadan çıkan dört çift arteria lumbalis ve bir adet arteria sacralis media dallarıyla beslenir. İlk dört lomber vertebra, doğrudan aorttan çıkan arterlerle; beşinci lomber vertebra ise arteria sacralis media tarafından beslenir. Aort,

vertebral kolona göre sol paramedian yerleşimli olduğu için sağ taraftaki lomber arterler, sol taraftakilere kıyasla daha uzun seyir izler.

Bu arterler, vertebra korpusunun çevresinde dolanarak İki transvers çıkıntı arasındaki aralığa ulaşır. Buradan çıkan dallar spinal kanala girerek radikülomedüller arterler ve spinal dallar aracılığıyla omurilik, dura mater, sinir kökleri, vertebralar ve ligamanları besler (62, 63).

## **B. Venöz drenaj:**

Lomber omurganın venöz boşaltımı, Batson venöz pleksusu (internal vertebral venöz pleksus) ve epidural venöz sinüsler aracılığıyla sağlanır. Bu sistem, foramen magnum'dan koksikse kadar uzanır ve valfsiz yapısı sayesinde pelvis, abdomen ve vertebral kolon arasında çift yönlü kan akışına izin verir. Omurga hareketleri esnasında venöz basınç değişikliklerine uyum sağlayan bu pleksus sistemi, bir tür hidrolik tampon görevi görerek omuriliğin korunmasına katkı sağlar. Cerrahi işlemler sırasında bu geniş anastomoz sayesinde venöz kan akışı yönlendirilebilir, böylece kanama kontrolü daha etkin sağlanır (64, 65).

## **2.2 Lomber Disk Hernisi**

### **2.2.1 Patogenez**

Lomber disk hernisi (LDH), intervertebral disk dejenerasyonu sürecinin ileri evresinde ortaya çıkan, sinir kökü basısı ve klinik semptomlarla karakterize bir patolojidir.

İntervertebral disk dejenerasyonu (İVDD), ilk olarak biyokimyasal düzeyde başlar. Genç bireylerde AF içerisinde Tip I ve Tip II kollajen dengesi korunurken, NP ise esas olarak Tip II kollajen içerir. Yaşla birlikte proteoglikan içeriği azalır, keratan sülfat oranı artar ve bu değişimler su tutma kapasitesinin kaybına neden olur. Disk yüksekliği azalır ve disk yapısı mekanik yüklenmeye karşı daha savunmasız hâle gelir (66).

Rotasyonel ve tekrarlayıcı mikrotravmalar sonucu, diskin çevresinde önce sirkumferensiyel yırtıklar, ardından radyal yırtıklar oluşur. Bu yırtıklardan NP dışı doğru fıtıklaşarak LDH'yi meydana getirir.

LDH, lokalizasyonuna göre üç ana tipe ayrılır: (67, 68)

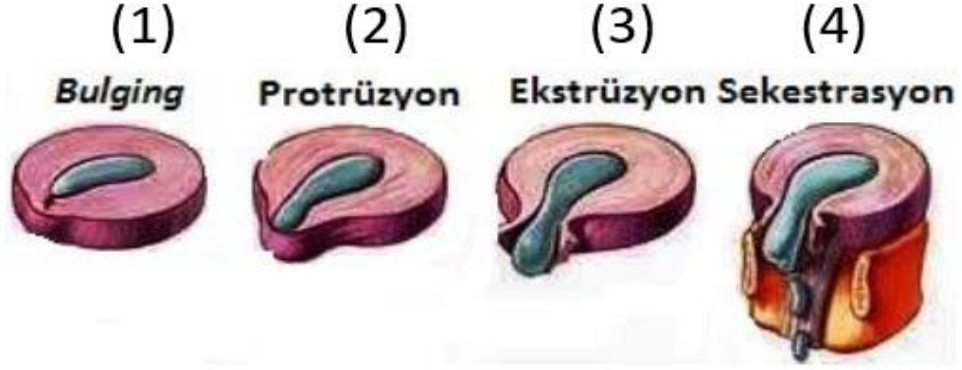
- A. Median:** Orta hatta yerleşimli.
- B. Posterolateral:** En sık görülen yerleşim; PLL'nin bu bölgede zayıf olması nedeniyle.
- C. Foraminal (lateral):** Sinir köklerinin foramenden çıktığı bölgede basıya yol açar.

Vakaların %95'i L4–L5 ve L5–S1 seviyelerinde oluşur. Bunun nedeni, bu segmentlerin daha fazla harekete maruz kalması ve yapısal olarak daha zayıf olmasıdır (69).

#### **Macnab sınıflandırması:**

Disk herniasyonları aşağıdaki dört evrede değerlendirilir (Şekil 6) (70):

1. **Bulging:** NP, AF'a doğru diffüz bir çıkıntı yapar, dış tabaka sağlamdır.
2. **Protrüzyon:** Nükleus iç katmanlara ilerler, dış lifler hâlâ sağlamdır.
3. **Ekstrüzyon:** Nükleus, tüm anulus liflerini aşarak dışarı taşar.
4. **Sekestrasyon:** Fıtıklaşmış disk materyali, yerinden koparak spinal kanal içine serbest halde ilerler.



**Şekil 6:** İntervertebral disk hernisinin evreleri; Bulging (1), protrüzyon (2), ekstrüzyon (3), sekestrasyon (4) (Kaynak: Boyalı O, 2022 (59)).

#### **Moleküler seviyede değişiklikler:**

Son yıllarda yapılan moleküler çalışmalar, İVDD'nun yalnızca mekanik faktörlere bağlı olmadığını, inflamatuvar sitokinlerin de kritik rol oynadığını ortaya koymuştur. İVD dokusunda özellikle interlökin-1 $\beta$  (IL-1 $\beta$ ) ekspresyonunun artış gösterdiğini ve bunun disk matrisinde yapısal bütünlüğü bozan bir dizi moleküler olayı tetiklediğini göstermiştir. IL-1 $\beta$ , proteoglikan sentezini baskılar, kollajen tip II ekspresyonunu azaltır, kollajen tip I ekspresyonunu artırır ve matriks yıkımından sorumlu olan matriks metaloproteinazlar (MMP-1, MMP-3, MMP-13) ile aggreganazları (ADAMTS-4, ADAMTS-5) indükler. Bunun yanı sıra, dejenere disk dokusunda inflamatuvar mediyatörlerin (IL-6, PGE2, TNF- $\alpha$ ), nitrik oksit ve metalloproteinazların (MMP-3, MMP-9) salınımının da arttığı gözlemlenmiştir. Bu mediyatörler proteoglikan sentezini baskılayarak ve diskin yapısal bütünlüğünü bozarak dejeneratif süreci ilerletir. Bu moleküler değişiklikler sonucunda disk dokusu su içeriğini kaybeder, mekanik dayanıklılığı azalır ve yapısal bütünlüğü bozulur; bu da disk hernisi oluşumu için biyolojik bir zemin hazırlar(71).

## **Kirkaldy-Willis disk dejenerasyon safhaları (72):**

### **1. Disfonksiyon safhası:**

Hücresel düzeyde bozulmalar ve su kaybı başlar. Hasta bu dönemde bel ağrısı yaşayabilir.

### **2. İnstabilite safhası:**

Anulus yırtıkları ve disk yüksekliği kaybı oluşur. Segmental instabilite görülür.

### **3. Restabilizasyon safhası:**

Osteofit oluşumu ve disk fibrozisi ile sistem kendini stabilize eder, ancak bu durum hareket kısıtlılığına neden olur.

## **2.2.2 Klinik**

LDH olan hastaların klinik tablosu, herniasyonun seviyesi, yönü ve sinir kökü basısının derecesine göre değişiklik gösterir. Semptomlar genellikle bel ağrısı ile başlar, daha sonra radiküler ağrı (siyatalji), motor ve duyu bozuklukları eşlik eder (Tablo 1).

### **Anamnez ve semptomlar:**

- A. Bel ağrısı (Lumbago):** Genellikle ilk semptomdur. Ani başlayabileceği gibi zamanla da gelişebilir.
- B. Radiküler ağrı:** Sinir kökünün bası altında kalması sonucu, dermatom dağılımına uygun şekilde bacakta yanıcı, batıcı, elektrik çarpması şeklinde tanımlanır.
- C. Siyatalji:** L5-S1 düzeyindeki herniasyonlarda siyatik sinir boyunca yayılan ağrıdır (73).
- D. Kauda ekuina sendromu:** Mesane ve bağırsak disfonksiyonu, perianal uyuşukluk ve motor kayıpla karakterizedir. Acil cerrahi gerektirir.
- E. Konus medullaris sendromu:** Alt ekstremitelerde simetrik güçsüzlük, perianal bölgede duyuusal kayıp, idrar ve gaita tutamama gibi otonom disfonksiyonlar sık görülür. Klinik bulgular hızla gelişebilir ve nörolojik defisitler genellikle ciddi seyirlidir. Acil tanı ve müdahale gerektiren bir patolojidir (70).

### **Muayene bulguları:**

- A. Postür:** Antalgik yürüyüş, düzleşmiş lomber lordoz, koruyucu kas spazmı görülebilir.
- B. Palpasyon:** Paravertebral kaslarda spazm, hassasiyet.
- C. Eklem hareket açıklığı:** Fleksiyon ağrısı artırabilir. Ekstansiyon ağrısı varsa faset patolojileri düşünülmelidir (22, 74).

### **Özel testler:**

- A. Lasegue (Straight leg raising) testi:** Hasta sırtüstü yatar pozisyonda, diz ekstansiyonda bacak 30°–70° arasında kaldırılır. Ağrı oluşursa test pozitifdir. L4, L5 ve S1 kökleri için duyarlıdır (75).
- B. Femoral sinir germe testi:** Hasta yüzüstü yatar pozisyonda diz fleksiyona getirilip kalça ekstansiyona zorlanır. Uyluk önünde ağrı oluşursa test pozitifdir (76, 77).
- C. Slump testi:** Oturur pozisyonda torakal, servikal fleksiyon, diz ekstansiyonu ve ayak bileği dorsifleksiyonu yapılır. Radiküler ağrı oluşması ve boyun ekstansiyonuyla azalması pozitiflik olarak değerlendirilir. Duyarlılığı ve özgüllüğü yüksektir (78,79).

### **Nörolojik bulgular:**

Disk hernilerinde ortaya çıkan kas gücü kaybı, duyu kusuru ve refleks değişiklikleri, etkilenen sinir kökünü lokalize etmede ve uygun cerrahi yaklaşımı belirlemede yol göstericidir (Tablo 1).

**Tablo 1:** Lomber disk hernilerinde disk seviyelerine göre klinik ve nörolojik bulguların dağılımı (70)

Disk Seviyesi	Görülme Oranı	Yerleşim Tipi	Etkilenen Sinir Kökü	Kas Gücü Kaybı	Duyusal Dağılım Bozukluğu	Ağrı Yayılımı	Refleks Değişiklikleri	Germe Testi Bulguları
L1-L2	Yaklaşık %0.5	Farlateral-Foraminal	L1	İliopsoas kasında zayıflık	Alt karın ve kasık bölgesinde his kaybı	Alt karın, kasık ve uyluğun üst iç yüzeyine yayılan ağrı.	Hipogastrik ve kremaster reflekslerde azalma	Femoral sinir germe testinde pozitiflik
		Paramedian	L2	İliopsoas ve uyluk iç kaslarında kuvvetsizlik	Uyluğun iç ve orta alanlarında duyu azalma	Kasık ve uyluk iç/orta hattına yönelen ağrı	Hipogastrik ve kremaster reflekslerde zayıflama	Femoral sinir gemesi ile ağrı oluşması
L2-L3	%1 civarı	Farlateral-Foraminal	L3	Quadriiceps ve addüktör kas gruplarında güç kaybı	Uyluk ön yüzü ve diz etrafında hissizlik	Uyluk ön yüzü ve diz bölgesine yansıyan ağrı	Patella refleksinde azalma	Femoral sinir germe testinde ağrı
		Paramedian						
L3-L4	%3–10 arası	Farlateral-Foraminal	L4	Quadriiceps femoris, uyluk addüktörleri, tibialis anterior kaslarında kuvvet kaybı	Uyluğun ön yüzü, bacağın medial yüzü, medial malleol bölgesinde duyu kaybı	Diz altı, bacak medial yüzü ve ayak bileği medial kısmına yayılan ağrı	Patellar refleks azalması	Lasegue testinde pozitiflik
		Paramedian						
L4-L5	%40–45	Farlateral-Foraminal	L5	Quadriiceps ve tibialis anterior kaslarında zayıflama	Bacağın iç yüzünde duyu kaybı	Diz altı ve medial bacak hattında ağrı	Patella refleksinde azalma	Lasegue testinde pozitiflik
		Paramedian						
L5-S1	%45–50	Farlateral-Foraminal	S1	Ayak parmak ekstansörleri, EHL, TA, peroneal grup ve hamstringlerde zayıflık	Bacağın dış arka bölümü, ayak lateralinde duyu kaybı	Uyluk dış arka yüzü, bacak sırtı ve ayak sırtına kadar uzanan ağrı	Aşıl refleksinde azalma	Lasegue testinde ağrı provokasyonu
		Paramedian						

## **Skolyoz ve postüral bozukluklar:**

LDH hastalarında paravertebral kas spazmına bağlı antalgik skolyoz gelişebilir.

**A. Lateral herniler:** Heterolog (karşı tarafa eğilme)

**B. Medial herniler:** Homolog (aynı tarafa eğilme)

**C. Orta hat:** Alternan skolyoz

Sonuç olarak, lomber disk hernisi klinik olarak çok çeşitli şekillerde karşımıza çıkabilir. Detaylı anamnez, dikkatli nörolojik muayene ve uygun testlerle tanı büyük oranda konulabilir.(80)

### **2.2.3 Tanı yöntemleri**

LDH tanısında, klinik değerlendirmeyi destekleyen görüntüleme yöntemleri ve yardımcı testler tanıyı doğrulamak, hastalığın şiddetini belirlemek ve tedavi planını şekillendirmek açısından kritik öneme sahiptir.

#### **1. Direkt radyografi (Grafı):**

Bel ağrısı ile başvuran hastalarda ilk kullanılan görüntüleme yöntemidir. LDH'yi doğrudan gösteremez; ancak fraktür, spondilolistezis, dejeneratif değişiklikler ve tümör gibi ayırıcı tanılarda yararlıdır. Fleksiyon–ekstansiyon grafileri, segmental instabiliteyi değerlendirmek için eklenebilir (80, 81).

#### **2. Bilgisayarlı tomografi (BT):**

Kemik yapıların detaylı değerlendirilmesi için idealdir. Kontrendikasyonlu MRG durumlarında (örneğin metal implant, kalp pili) tercih edilir. Ancak yumuşak doku çözünürlüğü düşüktür, MRG'ye göre LDH tanısında daha az duyarlıdır (82, 83).

#### **3. Manyetik rezonans görüntüleme (MRG):**

LDH tanısında altın standarttır. Yumuşak doku çözünürlüğü yüksektir; İVD lokalizasyonunu, sinir kökü basısını ve eşlik eden patolojileri detaylı gösterir. Radyasyon içermez. Ayrıca inflamatuvar, neoplastik ve vasküler lezyonların ayırıcı tanısında da kullanılır (80, 84, 85).

#### **4. Diskografi:**

NP içine kontrast madde verilerek yapılan invaziv bir tanı yöntemidir. Provokatif test özelliği taşır. Semptomatik seviyeyi belirlemek için kullanılır, ancak ağrılı ve invaziv olduğundan yaygın kullanılmaz (80).

#### **5. Myelografi ve myelografik BT:**

İntratekal kontrast madde verilerek omurga kanalındaki dolma defektleri gösterilir. BT ile kombine edildiğinde sinir kökü basılarını kesitsel olarak gösterebilir. MRG'ye alternatif olarak kullanılır, ancak invazivdir ve komplikasyon riski taşır (86, 87).

#### **6. Elektromiyografi (EMG):**

LDH'ye bağlı radikülopatilerde sinir fonksiyonunu değerlendirir. Motor birim potansiyelleri ve sinir iletim hızı ölçülerek nöropati, pleksopati ve radikülopati ayrımı yapılır (88, 89).

#### **Görüntüleme ne zaman gerekir?**

MRG veya ileri görüntüleme yöntemleri aşağıdaki durumlarda endikedir :

1. Ciddi veya ilerleyici motor defisit
2. Mesane veya bağırsak fonksiyon kaybı (Kauda Ekuina Sendromu şüphesi)
3. Konservatif tedaviye rağmen 4–6 hafta süren inatçı ağrı
4. Enfeksiyon veya malignite şüphesi
5. Cerrahi tedavi planlanıyorsa

Sonuç olarak, LDH tanısı klinik muayene ile büyük oranda konulabilse de doğru görüntüleme yönteminin uygun zamanda kullanılması, gereksiz müdahalelerden kaçınılması ve etkin tedavi planlanması açısından büyük önem taşır. (87)

#### **Cerrahi dışı tedavi seçenekleri**

Son yıllarda, intervertebral disk dejenerasyonu (IVDD) tedavisine yönelik cerrahi dışı yaklaşımlar önemli bir gelişim göstermiştir. Moleküler düzeydeki ilerlemeler, hastalığın patofizyolojisine daha derinlemesine bir bakış sağlayarak hedefe yönelik yeni tedavi stratejilerinin geliştirilmesine olanak tanımıştır. Özellikle IL-1 $\beta$  ve TNF- $\alpha$  gibi proinflamatuvar sitokinlerin inhibitörlerine yönelik biyolojik ajanlar, inflamatuvar süreci baskılayarak disk dokusunda meydana gelen yapısal hasarın ilerleyişini yavaşlatma potansiyeli taşımaktadır. Bu kapsamda, IL-1 reseptör antagonistleri ve TNF- $\alpha$  inhibitörleri ön plana çıkmaktadır. Bununla birlikte, matriks metaloproteinaz (MMP) inhibitörleri ve anabolik etkili büyüme faktörleri ile proteoglikan sentezinin artırılması hedeflenmektedir (71).

Biyoteknolojik temelli yaklaşımlar, özellikle gen tedavisi gibi yenilikçi yöntemler, IVDD'nin yönetiminde umut vaat eden diğer stratejiler arasında yer almaktadır. Bu bağlamda, disk dejenerasyonunun moleküler mekanizmalarının ayrıntılı bir şekilde anlaşılması, hastalığın daha etkin ve özgül biçimde tedavi edilmesini sağlayacak terapötik alternatiflerin geliştirilmesine katkı sunmaktadır (71).

Cerrahi dışı tedavi seçenekleri arasında giderek daha fazla ilgi gören bir diğer yöntem ise intradiskal ozon ve ozon + PRP (platelet rich plasma) uygulamalarıdır. Bu yöntemlerin, disk dejenerasyonuna bağlı gelişen bel ağrısının azaltılmasında etkili olabileceği yönünde bulgular mevcuttur (30).

Biyolojik rejeneratif tedaviler, cerrahi dışı lomber disk hernisi tedavisinde giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Özellikle adipoz doku kaynaklı stromal vasküler fraksiyon (SVF) ile PRP kombinasyonunun intradiskal uygulandığı küçük örneklemli çalışmalarda, VAS ve ODI skorlarında anlamlı azalma gözlenmiş; bununla birlikte ciddi advers olayların bildirilmemesi yöntemin güvenliğini desteklemiştir (90).

Bir diğer rejeneratif yaklaşım olan mezenkimal kök hücre (MSC) uygulamaları, IVDD'nin cerrahi dışı tedavisinde araştırılmaktadır. Kemik iliği kaynaklı MSC'lerin intradiskal enjeksiyonu ile gerçekleştirilen ve üç yıllık izlem süresine sahip bir çalışmada; hem VAS ve ODI skorlarında anlamlı iyileşmeler elde edilmiş, hem de MRG bulgularında T2 sinyal intensitesinde artış ve disk yüksekliğinde korunma rapor edilmiştir (91).

Son olarak, rejeneratif tıbbın yükselen unsurlarından olan eksozomlar, nükleus pulposus hücrelerinde proliferasyonu artırmakta, apoptoz ve inflamatuvar yanıtı baskılamakta ve ekstrasellüler matriks homeostazını destekleyerek dejeneratif sürecin ilerleyişini yavaşlatmaktadır (92,93).

#### 2.2.4 Lomber disk hernisinde cerrahi yaklaşımlar

LDH tedavisinde cerrahi girişim, medikal ve fizik tedavi yöntemlerinin yetersiz kaldığı veya nörolojik defisitlerin ilerlediği durumlarda gündeme gelir. Cerrahi endikasyonlar iki ana grupta incelenir:

##### **Kesin endikasyonlar:**

**A. Kauda ekuina sendromu:** İdrar retansiyonu, anal sfinkter disfonksiyonu, perianal uyuşukluk gibi bulgularla karakterizedir. Cerrahi tedavi, semptomların başlamasından sonraki ilk 24–48 saat içinde uygulanmalıdır.

**B. Konus medullaris sendromu:** Kauda ekuina sendromuna benzer şekilde mesane ve barsak disfonksiyonu görülebilir; ancak alt ekstremitedeki motor bulgular daha simetrik ve hızlı gelişimlidir. Erken cerrahi müdahale, nörolojik sekellerin önlenmesi açısından kritik öneme sahiptir (94, 95).

**C. Progressif motor kayıp:** Ayak bileği dorsifleksiyonunda kuvvetsizlik (düşük ayak), parmaklarda kuvvet kaybı gibi ilerleyici motor defisitler.

**D. İnatçı radiküler ağrı:** Tıbbi tedaviye rağmen günlük yaşam kalitesini ciddi etkileyen, tolere edilemez şiddette ağrı.

##### **Göreceli endikasyonlar:**

**A.** 4–6 haftalık konservatif tedaviye rağmen geçmeyen radiküler ağrı.

**B.** Hafif motor kayıplar (>3/5).

**C.** Tekrarlayan radiküler ataklar (94,96).

##### **Cerrahi teknikler:**

**Laminektomi + diskektomi:** Lomber disk hernilerinin cerrahi tedavisinde geleneksel yaklaşım, laminektomi + diskektomi kombinasyonudur. Bu teknikle,

patolojik disk materyaline erişim sağlamak ve sinir kökü üzerindeki baskıyı ortadan kaldırmak için ilgili segmentte paraspinal adale diseksiyonu sonrasında hemilaminotomi şeklinde, tek taraflı kısmi kemik rezeksiyonu ile uygulanır. Lamina üzerinden sağlanan geniş cerrahi görüntüleme alanı sayesinde sinir kökü serbestleştirilir ve herniye disk materyali çıkarılır. Gereğinde foraminotomi yapılır.

**Mikrodiskektomi:** Modern nöroşirurjinin evrimiyle birlikte geliştirilen mikrodiskektomi ise, minimal invaziv bir teknik olarak LDH cerrahisinde önemli bir yer edinmiştir. Mikroskop yardımıyla gerçekleştirilen bu yaklaşımda, daha küçük bir insizyon ve sınırlı doku diseksiyonu ile patolojik disk materyaline erişim sağlanır. Mikroskopik görüntüleme sayesinde nöral yapılar üzerindeki travma en aza indirilir (97). Ligamentum flavum korunması durumunda ise ameliyat sonrası fibrozis riski azaltabilir. (97, 98).

**Endoskopik diskektomi:** Minimal invaziv omurga cerrahisi alanında giderek yaygınlaşan yenilikçi bir tekniktir. Küçük cilt insizyonları ile gerçekleştirilen bu yöntem, kas ve yumuşak dokuya verilen travmayı minimuma indirir ve nöral yapılara hassas erişim sağlar. Literatüre göre, bu teknik daha hızlı postoperatif iyileşme, daha az ağrı ve daha kısa hastanede kalış süreleri ile ilişkilidir. Bununla birlikte, endoskopik diskektominin etkililiği daha çok seçilmiş hasta grupları için geçerlidir (98).

**Kemonükleolizis:** Proteolitik enzim (örneğin kemopapain) ile diskin kimyasal olarak küçültülmesi esasına dayanır. Ancak komplikasyon riski ve düşük başarı oranı nedeniyle artık nadiren kullanılır (97).

**Lazer dekompresyon, radyofrekans nükleoplasti** gibi girişimsel işlemler uygulanmakta, ancak uzun dönem başarı oranları hâlâ tartışmalıdır.

Mikrodiskektomi gibi modern tekniklerle başarı oranları %90–95 arasında bildirilmiştir. Ancak cerrahi başarısızlık nedenleri arasında psikososyal faktörler, yanlış seviye ameliyatı ve segmental instabilite yer alır. Uygun endikasyonla yapılan cerrahiler, doğru teknik ve iyi hasta seçimi ile uzun vadede etkili sonuçlar sağlar. (99).

### 2.3 Serum Kreatin Kinaz (CK)

#### Tanımı ve biyokimyasal özellikleri:

CK, hücre içi enerji metabolizmasında rol oynayan ve özellikle kas, kalp ve beyin dokularında bulunan bir enzimdir. Adenozin Trifosfat (ATP) ile kreatinin arasındaki dönüşümlü fosforilasyon reaksiyonunu katalize ederek fosfokreatin ve Adenozin Difosfat (ADP) oluşumunu sağlar. Hücrelerin enerji ihtiyacının yüksek olduğu durumlarda fosfokreatin rezervlerinden hızlı ATP üretimi mümkün olur (7, 100).

CK, moleküler ağırlığı yaklaşık 82–86 kDa olan bir enzimdir ve iki polipeptid alt birimden oluşur. Hücrede hem sitozolde hem de mitokondride bulunur.

### **CK izoenzimleri:**

CK'nin 3 sitozolik ve 2 mitokondriyal izoenzimi vardır :

1. **CK-MM (kas izoenzimi):** İskelet kaslarında %96 oranında bulunur.
2. **CK-MB:** Kalp kasına özgüdür (%40 CK-MB, %60 CK-MM).
3. **CK-BB:** Beyin dokusunda baskın izoenzimdir.
4. **Mitokondriyal CK (sarkomerik ve sarkomerik olmayan):** Kalp ve beyin başta olmak üzere yoğun enerji ihtiyacı olan organlarda mitokondride bulunur (7, 101, 102).

### **Klinik kullanım alanları:**

CK düzeyleri, doku hasarlarının saptanmasında non-spesifik fakat duyarlı bir biyobelirteçtir. Özellikle kas dokusunda meydana gelen travma, inflamasyon veya cerrahi girişimler sonrasında serum CK düzeyleri yükselir. Normal serum CK düzeyi 40–290 U/L arasındadır. Kadınlarda bu değer erkeklere göre daha düşüktür. (102). Yenidoğanlarda ise erişkinlere kıyasla daha yüksektir (103, 104).

### **Artış gözlenen durumlar:**

- A. **Kas yaralanmaları:** Travma, cerrahi, rabdomiyoliz (105, 106).
- B. **Yoğun egzersizler:** Özellikle eksantrik kasılmalar (107, 108).
- C. **Kalp kası hasarı:** Miyokard enfarktüsü (CK-MB), 3–4 saatte yükselir, 12–24 saatte pik yapar (9, 13).

**D. Enfeksiyonlar:** Sitomegalovirüs, rotavirüs gibi bazı enfeksiyonlar CK artışı ile ilişkilidir (12).

**E. Gebelik:** CK-MB fraksiyonu artabilir (105, 109).

### **Cerrahi uygulamalarda CK'nin önemi:**

Spinal cerrahilerde paraspinal kasların travmatize edilmesi, CK düzeylerinde postoperatif artışa neden olabilir. Özellikle multifidus kasına yönelik travmalar, kas hasarının derecesi ile paralel CK artışına yol açar. Bu nedenle CK düzeylerinin takip edilmesi, cerrahi sonrası kas hasarının biyokimyasal göstergesi olarak kullanılabilir (7,8, 19).

Sonuç olarak, CK düzeylerinin doğru şekilde yorumlanması yalnızca tanı koymaya değil, aynı zamanda prognozu öngörmeye ve cerrahi sonrası izleme süreçlerine katkı sağlamaktadır.

### 3 GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma, Sağlık Bilimleri Üniversitesi İstanbul Gaziosmanpaşa Eğitim ve Araştırma Hastanesi Beyin, Sinir ve Omurilik Cerrahisi Kliniği'nde Ocak 2022 – Ocak 2024 tarihleri arasında lomber disk cerrahisi geçiren hastaların dosyalarının retrospektif olarak incelenmesiyle gerçekleştirildi. Çalışma, tek merkezli ve gözlemsel retrospektif bir analiz niteliğindedir.

Çalışma, İstanbul Medipol Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 15.02.2024 tarihli ve 178 sayılı karar ile etik yönden onaylanmıştır (Ek-1).

#### **Dahil edilme kriterleri**

1. Tek seviye disk cerrahisi geçirmiş hastalar
2. 20–80 yaş aralığında olmak
3. İlk kez lomber disk cerrahisi geçirmiş olmak
4. Cerrahi sırasında bistüri yardımcı veya elektrokoter kullanılarak diseksiyon uygulanmış olmak
5. Preoperatif ve postoperatif serum CK düzeylerinin ölçülmüş olması
6. Preoperatif ve postoperatif lomber MRG incelemelerinin mevcut olması
7. Dosyada yeterli klinik ve radyolojik bilgi bulunması

#### **Dışlama kriterleri**

1. Çok seviyeli disk cerrahisi geçirmiş hastalar
2. Sadece sekestrektomi yapılmış hastalar
3. Spinal enstrümantasyon uygulanmış hastalar

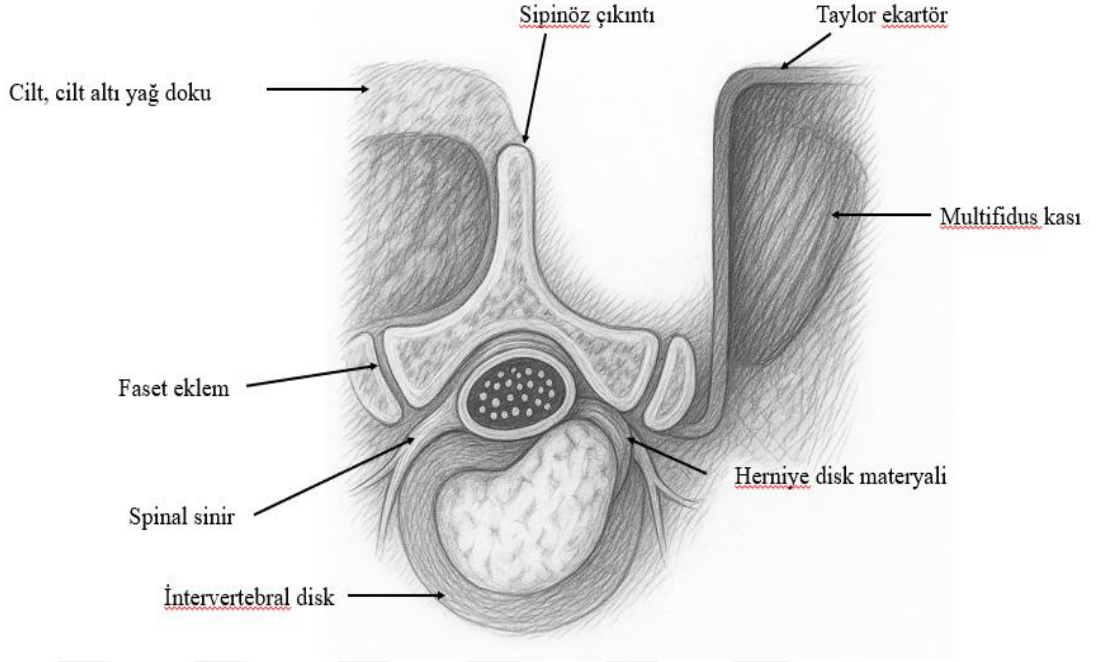
4. CK düzeyini etkileyebilecek sistemik kas hastalığı, inflamatuvar ya da metabolik hastalığı bulunanlar

5. Eksik dosya verisi bulunan hastalar

### 3.1 Cerrahi Metod

Bu çalışmaya dâhil edilen tüm olgular, SBÜ Gaziosmanpaşa Eğitim ve Araştırma Hastanesi Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniğinde, Ocak 2022 – Ocak 2024 tarihleri arasında aynı beyin ve sinir cerrahı Uzm. Dr. O.B. tarafından opere edilen, tek seviyeli lomber disk hernisi tanılı hastalardan retrospektif olarak seçilmiştir.

Tüm hastalara standart mikrodiskektomi prosedürü uygulanmıştır. Cerrahi girişim, hedef spinal seviyenin belirlenmesinin ardından yaklaşık 4 cm uzunluğunda cilt insizyonu ile başlatılmıştır. Fasyadan itibaren insizyon bistüri gurubunda bistüri ile, elektrokoter gurubunda elektrokoter kullanılarak yaklaşık 6 cm uzunluğunda yapılmış, sonrasında paraspinal kaslar sıyrılarak tüm olgularda standart olarak 32×75×185 mm boyutlarında Taylor tipi adale ekartörü yerleştirilmiştir (Şekil 7). Ekartör uygulamasının ardından hedef disk seviyesi skopi ile teyit edilmiş, cerrahi sahaya mikroskop çekilmiştir. Takiben parsiyel hemilaminektomi ve ligamentum flavumektomi gerçekleştirilerek disk mesafesine ulaşılmış ve mikrodiskektomi uygulanmıştır. Tüm hastalarda standart olarak foraminotomi yapılmıştır. Her olguda diskektomi işlemi uygulanmış, yalnızca sekestrektomi ile sınırlı kalan vakalar çalışma dışı bırakılmıştır.



**Şekil 7:** Lomber mikrodissektomide cerrahi sahaya erişimin aksiyel kesitte görünümü. Cilt ve cilt altı dokular geçildikten sonra Taylor ekartörü yerleştirilerek paraspinal kaslar (özellikle m. multifidus) retrakte edilmiştir.

Olgular, cerrahi sırasında uygulanan kas diseksiyon yöntemine göre iki gruba ayrılmıştır:

**Grup 1:** Subperiostal bistüri ile diseksiyon yapılan hastalar (n=15)

**Grup 2:** Elektrokoter ile diseksiyon yapılan hastalar (n=15)

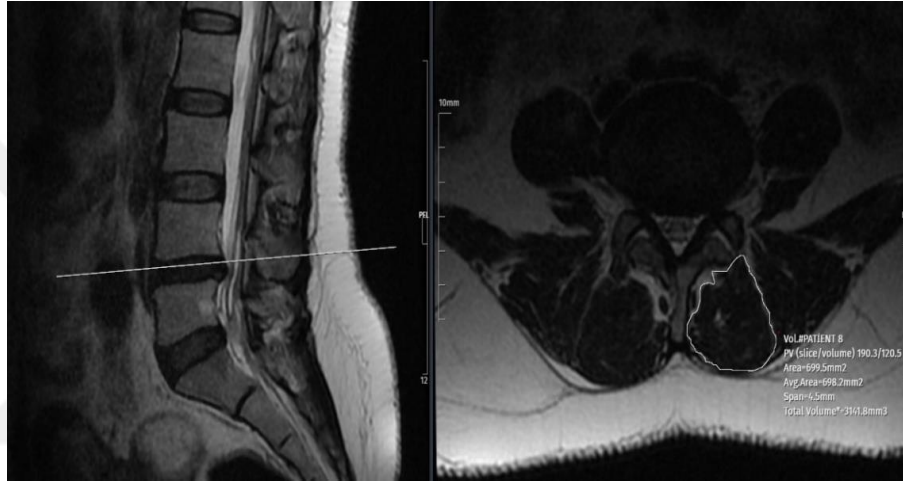
Her iki grupta da cerrahi sahada hemostazın sağlanması ve görüş alanının netleştirilmesi amacıyla spanç tampon kullanılmış; bipolar koter kullanılmamıştır. Mikrodissektomi işlemi, her iki grupta da mikroskop eşliğinde ve aynı cerrahi prensiplere bağlı kalınarak gerçekleştirilmiştir.

Operasyon sonunda kas ve cilt dokuları anatomik katmanlara uygun olarak kapatılmış, dren yerleştirilmemiş ve tüm hastalara standart postoperatif takip protokolü uygulanmıştır.

### 3.2 Değerlendirilen Değişkenler

Hastaların yaş, cinsiyet, vücut kitle indeksi (VKİ) ve komorbid hastalıklarına dair demografik verileri hastaların dosyalarından elde edildi.

Manyetik rezonans görüntüleme (MRG) verileri, T2 ağırlıklı aksiyel kesitler üzerinden değerlendirilmiştir. Multifidus kasının kesitsel alanı, Simplex Bilgi Teknolojileri tarafından geliştirilen RAD-X v2.1.2 yazılımı (2023-Türkiye) kullanılarak manuel olarak ölçülmüştür. Ölçümler, lomber omurga konusunda deneyimli bir beyin ve sinir cerrahı tarafından gerçekleştirilmiştir (Şekil 8)



**Şekil 8:** Multifidus kasının T2 ağırlıklı aksiyel MRG kesiti üzerinde kesitsel alan ölçümü. Görsel, RAD-X v2.1.2 yazılımı (2023-Türkiye) ile yapılan manuel ölçümü göstermektedir.

Serum CK düzeyleri, otoanalizör cihazı ile immünoenzimatik yöntem kullanılarak analiz edildi. CK ölçümü, ameliyattan önce ve ameliyat sonrası 4. ve 24. saat aralığında yapıldı. Bu zaman dilimi, kas travmasının biyokimyasal olarak en belirgin izlendiği dönemdir (10, 11).

### 3.3 İstatistiksel Analiz

Elde edilen veriler SPSS Statistics for Windows, Version 26.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) programı kullanılarak analiz edildi. Sürekli değişkenlerin dağılımı Skewness ve Kurtosis katsayıları ile değerlendirildi ve verilerin normal dağıldığı saptandı. Niceliksel değişkenler ortalama  $\pm$  standart sapma (SD) olarak sunuldu.

Gruplar arası karşılaştırmalarda bağımsız örneklem t-testi, grup içi karşılaştırmalarda bağımlı örneklem t-testi uygulandı. Sürekli değişkenler arasındaki ilişkiler Pearson korelasyon analizi ile değerlendirildi.  $p<0.05$  değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Örneklem sayısı, retrospektif dosya taramasında tüm kriterleri karşılayan hasta sayısına göre belirlenmiştir ( $n=30$ ). Bu çalışma hipotez oluşturucu niteliktedir.



## 4 BULGULAR

Çalışmaya toplam 30 hasta dahil edilmiştir. Cinsiyet dağılımı eşit olup, hastaların 15'i (%50) erkek, 15'i (%50) kadındır.

Hastaların yaş ortalaması  $47,40 \pm 13,41$  yıl (min: 26 – maks: 71), boy ortalaması  $167,10 \pm 8,02$  cm (min: 150 – maks: 180), kilo ortalaması  $78,07 \pm 11,36$  kg (min: 61 – maks: 100), vücut kitle indeksi (VKİ) ortalaması ise  $28,12 \pm 4,50$  kg/m<sup>2</sup> (min: 22,30 – maks: 42,70) olarak bulunmuştur (Tablo 2).

Ameliyat öncesi serum CK düzeyleri ortalama  $85,67 \pm 50,52$  U/L (min: 29 – maks: 233), preoperatif multifidus kas hacmi ise ortalama  $3908,35 \pm 1287,25$  mm<sup>3</sup> (min: 1495,50 – maks: 6916,40) olarak ölçülmüştür (Tablo2).

**Tablo 2.** Hastalara ait tanımlayıcı istatistiksel veriler.

Değişken	Ortalama $\pm$ SS	Minimum	Maksimum
VKİ (kg/m <sup>2</sup> )	$28,12 \pm 4,50$	22,30	42,70
Boy (cm)	$167,10 \pm 8,02$	150,00	180,00
Kilo (kg)	$78,07 \pm 11,36$	61,00	100,00
Yaş (yıl)	$47,40 \pm 13,41$	26,00	71,00
Preoperatif CK (U/L)	$85,67 \pm 50,52$	29,00	233,00
Preoperatif Multifidus (mm <sup>3</sup> )	$3908,35 \pm 287,25$	1495,50	6916,40

Cerrahi uygulama yapılan seviye en sık L4–L5 (%56,7), ardından L5–S1 (%36,7) ve L3–L4 (%6,7) olarak belirlenmiştir. Cerrahi taraf yönelimi açısından 15 hastaya sağ, 15 hastaya ise sol taraftan cerrahi uygulanmıştır (Tablo 3).

**Tablo 3.** Operasyon seviyesi ve frekans dağılımı.

Seviye	Toplam Hasta Sayısı	Yüzde (%)	Bistüri (n)	Bistüri (%)	Koter (n)	Koter (%)
L4–L5	17	56,7	9	60,0	8	53,3
L5–S1	11	36,7	5	33,3	6	40,0
L3–L4	2	6,7	1	6,7	1	6,7
Toplam	30	100	15	100	15	100

### Preoperatif gruplar arası karşılaştırma

Hastalar, cerrahi sırasında kullanılan diseksiyon yöntemine göre iki gruba ayrılmıştır: bistüri ve elektrokoter grubu. Her iki grubun preoperatif klinik ve demografik verileri karşılaştırılmıştır.

Bistüri grubunda yaş ortalaması  $43,4 \pm 11,87$  yıl, koter grubunda ise  $51,4 \pm 14,04$  yıl olarak bulunmuştur ( $p=0,103$ ). Bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir. Benzer şekilde, boy uzunluğu açısından iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (bistüri:  $168,73 \pm 7,36$  cm; koter:  $165,47 \pm 8,57$  cm;  $p=0,272$ ).

Kilo ortalaması açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır. Bistüri grubunda ortalama kilo  $83,4 \pm 10,05$  kg, koter grubunda ise  $72,73 \pm 10,26$  kg'dır ( $p=0,008$ ). Ancak VKİ açısından istatistiksel olarak fark anlamlı değildir (bistüri:  $29,51 \pm 3,69$  kg/m<sup>2</sup>; koter:  $26,73 \pm 4,93$  kg/m<sup>2</sup>;  $p=0,093$ ) (Tablo 4).

Preoperatif CK düzeyleri (bistüri:  $89 \pm 49,96$  U/L; koter:  $82,33 \pm 52,6$  U/L;  $p=0,725$ ) ve preoperatif multifidus hacmi (bistüri:  $4047,38 \pm 1488,19$  mm<sup>3</sup>; koter:  $3769,32 \pm 1084,56$  mm<sup>3</sup>;  $p=0,563$ ) açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (Tablo 4).

**Tablo 4.** Preoperatif verilerin gruplara göre karşılaştırılması.

<b>Değişken</b>	<b>Bistüri Grubu (n=15)</b>	<b>Koter Grubu (n=15)</b>	<b>p değeri</b>
Yaş (yıl)	43,4 ± 11,87	51,4 ± 14,04	0,103
Boy (cm)	168,73 ± 7,36	165,47 ± 8,57	0,272
Kilo (kg)	83,4 ± 10,05	72,73 ± 10,26	0,008*
VKİ (kg/m <sup>2</sup> )	29,51 ± 3,69	26,73 ± 4,93	0,093
Preop CK (U/L)	89 ± 49,96	82,33 ± 52,6	0,725
Preop Multifidus (mm <sup>3</sup> )	4047,38 ± 1488,19	3769,32 ± 1084,56	0,563

(\* ) p<0,05 anlamlı

Cinsiyete göre yapılan değerlendirmede, erkeklerin preoperatif CK ortalaması 89,27 ± 40,49 U/L, kadınların ise 82,07 ± 60,16 U/L olarak saptanmıştır (p=0,704). Multifidus kas hacmi de cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı fark göstermemiştir (erkek: 4083,64 ± 948,73 mm<sup>3</sup>; kadın: 3733,06 ± 1570,5 mm<sup>3</sup>; p=0,465).

Ayrıca multifidus hacmi ile yaş (p=0,120), boy (p=0,095), kilo (p=0,717) ve VKİ (p=0,203) arasında anlamlı korelasyon saptanmamıştır.

#### **Postoperatif süre ve kanama miktarının değerlendirilmesi**

Operasyon süresi, bistüri grubunda 70 ± 15 dakika, koter grubunda ise 73 ± 17 dakika olarak saptanmıştır. Gruplar arasında operasyon süresi açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (p > 0.05). Kanama miktarı bistüri grubunda 200 ± 40 cc, koter grubunda ise 185 ± 30 cc olarak ölçülmüş olup bu fark da istatistiksel olarak anlamlı değildir (p > 0.05). Her iki grupta da eritrosit süspansiyonu transfüzyon ihtiyacı olmamıştır.

#### **Postoperatif CK değerlerinin zamanla ve gruplar arası değişimi**

Her iki hasta grubunda da postoperatif serum CK düzeylerinde anlamlı artış gözlenmiştir. CK ölçümleri ameliyat öncesi, postoperatif 4. saat ve postoperatif 24. saat olmak üzere üç zaman noktasında yapılmıştır.

Bistüri Grubu:

A. Preoperatif CK ortalaması:  $89 \pm 49,96$  U/L

B. Postoperatif 4. saat CK ortalaması:  $235,52 \pm 133,1$  U/L

C. Postoperatif 24. saat CK ortalaması:  $286,2 \pm 125,07$  U/L

Preoperatif CK değeri ile postoperatif 4. Saat CK değeri ve preoperatif CK değeri ile postoperatif 24. Saat CK değeri karşılaştırmalarında CK düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı artış gözlenmiştir (her ikisi için  $p < 0,001$ ). Ayrıca postoperatif 4. saat ile 24. saat CK değerleri karşılaştırıldığında da artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p = 0,006$ ) (Tablo 5).

Koter Grubu:

A. Preoperatif CK ortalaması:  $82,33 \pm 52,61$  U/L

B. Postoperatif 4. saat CK ortalaması:  $371 \pm 182,53$  U/L

C. Postoperatif 24. saat CK ortalaması:  $447,27 \pm 177,34$  U/L

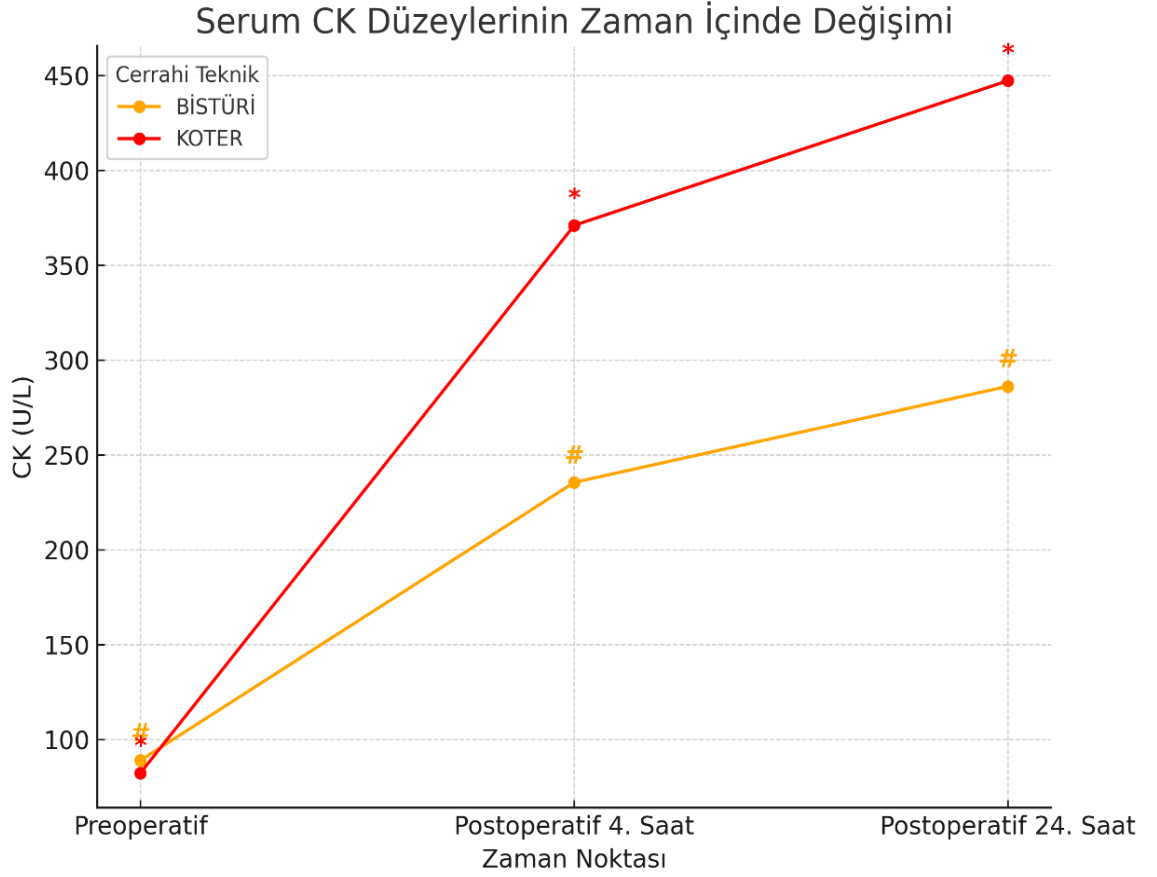
Bu grupta da Preoperatif CK değeri ile postoperatif 4. Saat CK değeri ve preoperatif CK değeri ile postoperatif 24. Saat CK değeri kıyaslamalarında istatistiksel olarak anlamlı artış saptanmıştır ( $p < 0,001$ ). Ancak postoperatif 4. saat ile postoperatif 24. saat arasında gözlenen artış istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $p = 0,092$ ) (Tablo 5).

Gruplar arası karşılaştırmada, hem postoperatif 4. saat ( $p = 0,028$ ) hem de postoperatif 24. saat ( $p = 0,008$ ) CK ortalamaları koter grubunda bistüri grubuna göre anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca, CK düzeylerindeki 24 saatlik artış oranı, bistüri grubunda  $3,91 \pm 2,19$  kat, koter grubunda ise  $6,94 \pm 4,90$  kat olarak hesaplanmış ve aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p = 0,037$ ) (Tablo 5).

**Tablo 5.** Bistüri ve elektrokoter gruplarında postoperatif serum CK düzeylerinin zaman içindeki değişimi ve gruplar arası karşılaştırılması.

Zaman Karşılaştırması	Grup	CK Ortalaması (U/L)	p değeri
Preoperatif → Postoperatif 4. saat	Bistüri	89 → 235,52 ± 133,1	<0,001
Preoperatif → Postoperatif 24. saat	Bistüri	89 → 286,2 ± 125,07	<0,001
Postoperatif 4. saat → Postoperatif 24. saat	Bistüri	235,52 → 286,2	0,006
Preoperatif → Postoperatif 4. saat	Koter	82,33 → 371 ± 182,53	<0,001
Preop → Postoperatif 24. saat	Koter	82,33 → 447,27 ± 177,34	<0,001
Postoperatif 4. saat karşılaştırma	Bistüri vs Koter	235,52 ± 133,1 vs 371 ± 182,53	0,028
Postoperatif 24. saat karşılaştırma	Bistüri vs Koter	286,2 ± 125,07 vs 447,27 ± 177,34	0,008
CK değişim oranı (24 saat)	Bistüri vs Koter	3,91 ± 2,19 vs 6,94 ± 4,90	0,037

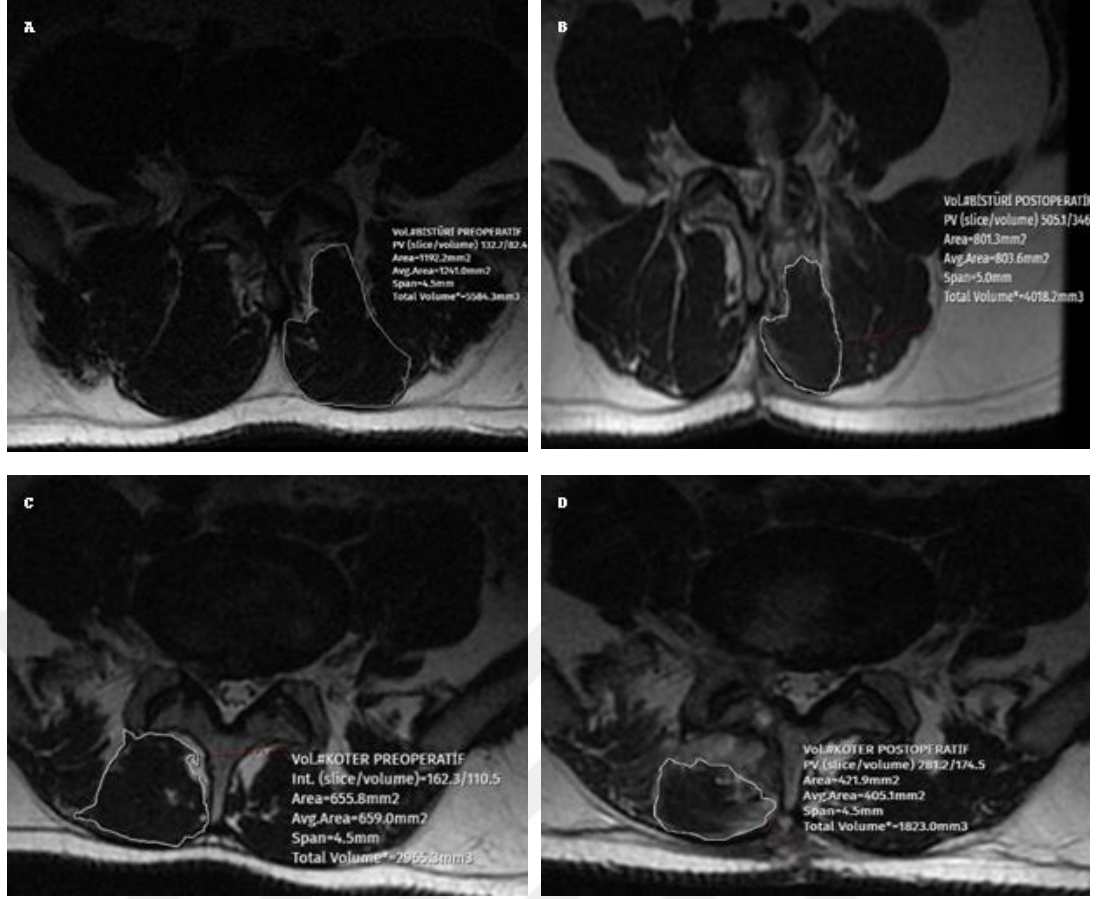
Her iki grupta CK düzeylerinin zaman içindeki ortalama değişimi incelendiğinde, koter grubundaki postoperatif artışın bistüri grubuna göre daha yüksek olduğu izlenmiştir (Şekil 9).



**Şekil 9:** Bistüri (#) ve elektrokoter (\*) gruplarında preoperatif, postoperatif 4. saat ve 24. saat serum CK düzeylerinin zaman içindeki ortalama değişimi

### Postoperatif multifidus kas hacimlerinin değişimi

Her iki cerrahi grupta da preoperatif ve postoperatif multifidus kas hacimleri karşılaştırıldığında, ameliyat sonrası dönemde anlamlı hacim kaybı gözlenmiştir (Şekil 10).



**Şekil 10:** Multifidus kasının preoperatif ve postoperatif görüntüleri; **A.** Bistüri ile opere edilen hastaya ait preoperatif multifidus kas kesiti. **B.** Bistüri ile opere edilen hastaya ait postoperatif multifidus kas kesiti. **C.** Koter ile opere edilen hastaya ait preoperatif multifidus kas kesiti. **D.** Koter ile opere edilen hastaya ait postoperatif multifidus kas kesiti.

Bistüri grubu:

A. Preoperatif hacim:  $4047,38 \pm 1488,19 \text{ mm}^3$

B. Postoperatif hacim:  $2979,55 \pm 1430,53 \text{ mm}^3$

C. Hacim farkı: istatistiksel olarak anlamlı ( $p < 0,001$ )

Koter grubu:

A. Preoperatif hacim:  $3769,32 \pm 1084,56 \text{ mm}^3$

B. Postoperatif hacim:  $2535,96 \pm 709,25 \text{ mm}^3$

### C. Hacim farkı: istatistiksel olarak anlamlı ( $p < 0,001$ )

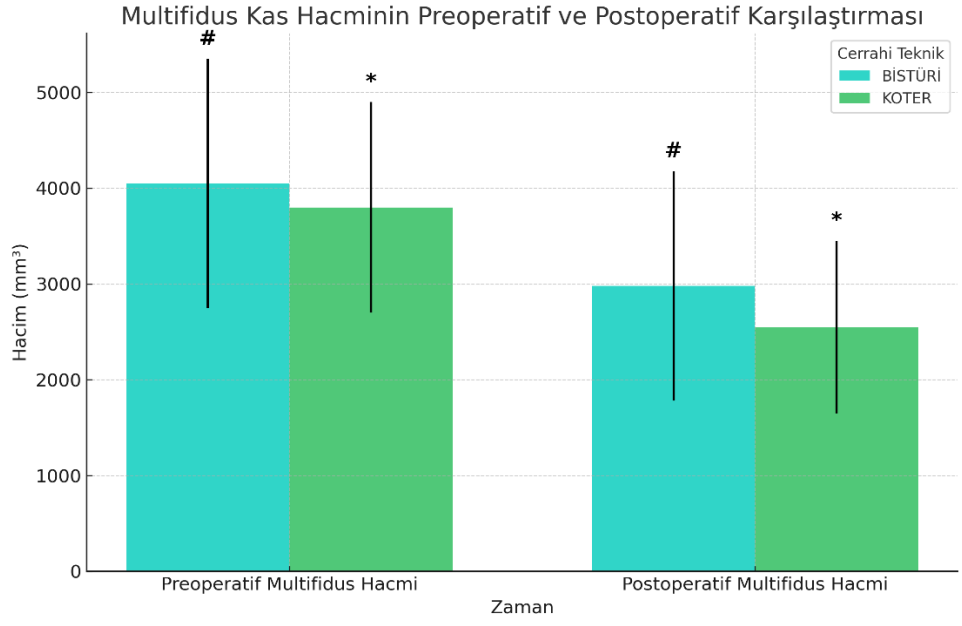
Her iki grupta da multifidus kasında cerrahi sonrası hacim azalması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Ancak gruplar birbirleriyle karşılaştırıldığında, postoperatif hacim farkı ( $p=0,291$ ) ve hacim değişim oranı (bistüri:  $0,27 \pm 0,15$ ; koter:  $0,32 \pm 0,10$ ;  $p=0,349$ ) açısından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (Tablo 6).

Her iki cerrahi teknikte de multifidus kas hacminde postoperatif azalma gözlenmiş olup, bu azalma koter grubunda daha belirgindir (Şekil 11).

Bu bulgular, her iki cerrahi tekniğin de multifidus kas hacminde postoperatif hacim azalmasına neden olduğunu; ancak teknikler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığını göstermektedir.

**Tablo 6.** Bistüri ve elektrokoter gruplarında preoperatif ve postoperatif multifidus kas hacimlerinin karşılaştırılması.

Değerlendirme	Grup	Hacim (mm <sup>3</sup> )	p değeri
Preoperatif → Postoperatif	Bistüri	4047,38 ± 1488,19 → 2979,55 ± 1430,53	<0,001
Preoperatif → Postoperatif	Koter	3769,32 ± 1084,56 → 2535,96 ± 709,25	<0,001
Preoperatif hacim karşılaştırması	Bistüri vs Koter	2979,55 vs 2535,96	0,291
Hacim değişim oranı	Bistüri vs Koter	0,27 ± 0,15 vs 0,32 ± 0,10	0,349



**Şekil 11:** Preoperatif ve postoperatif multifidus kas hacmi ortalamalarının cerrahi tekniklere göre karşılaştırılması

## 5 TARTIŞMA

LDH, erişkin popülasyonda en sık karşılaşılan dejeneratif omurga patolojilerinden biridir ve semptomatik vakalarda cerrahi tedavi, konservatif yöntemlerin etkisiz kaldığı durumlarda ön plana çıkar. Bununla birlikte, cerrahi başarı yalnızca nöral yapıların dekompresyonu ile değil; operasyon sırasında kas dokusu gibi çevre anatomik yapıların korunmasıyla da ilişkilidir. Özellikle multifidus kası, omurganın segmental stabilitesini sağlayan en önemli derin paraspinal kaslardan biri olup, cerrahi travmaya duyarlılığı nedeniyle lomber spinal cerrahi sonrası hem morfolojik hem de fonksiyonel değişikliklere uğrayabilmektedir (17, 110, 111).

Bu çalışmada, lomber mikrodisektomi sırasında bistüri yardımcı subperiostal diseksiyon ile elektrokoter kullanılarak yapılan künt diseksiyonun multifidus kas hacmi ve serum CK düzeyleri üzerindeki etkileri karşılaştırılmıştır. Her iki cerrahi yöntemin de multifidus kasında hacim azalmasına yol açtığı, ancak bu azalma miktarı açısından gruplar arasında anlamlı fark bulunmadığı saptanmıştır ( $p=0,291$ ). Buna karşın, elektrokoter grubunda postoperatif CK düzeylerinde bistüri grubuna kıyasla anlamlı düzeyde artış saptanmıştır ( $p=0,008$ ). Bu durum, elektrokoter kullanımının doku düzeyinde daha fazla kas hasarına neden olabileceğini göstermektedir.

Baird ve ark.'nın yaptığı derlemede, CK düzeylerinin yaş, cinsiyet, genetik yapı, egzersiz tipi ve yoğunluğu gibi birçok faktörden etkilendiği belirtilmiştir (112). CK, hücre zarı geçirgenliğinin bozulması sonucu kas dokusundan dolaşıma salınan bir enzimdir ve doku hasarının erken biyobelirteçlerinden biridir (11). Bu bağlamda, cerrahinin invazivliği de CK düzeylerinde belirleyici bir faktördür. Bizim çalışmamızda, özellikle elektrokoter gibi termal enerji kullanan tekniklerin daha fazla CK artışına neden olması, doku hasarının biyokimyasal yansıması olarak değerlendirilebilir.

Benzer şekilde, Linzer ve ark.'nın yaptığı çalışmada cerrahi invazivlik düzeyine göre CK, myoglobin, IL-6 ve CRP gibi parametrelerde farklılık gözlenmiştir. Özellikle CK'nın 4 ve 24 saat aralığında en yüksek değerlere ulaştığı ve kas hasarının invazivliğe duyarlı bir parametre olduğu bildirilmiştir (113). Bu durum, farklı biyobelirteçlerin eş zamanlı takibiyle cerrahi sonrası inflamasyonun ve kas hasarının daha kapsamlı bir şekilde değerlendirilebileceğini göstermektedir. Bizim

çalışmamızda yalnızca CK düzeylerine odaklanılmış olması bir sınırlılık olarak kabul edilebilir.

Awadalla ve ark.'nın sistematik derlemesinde, konservatif tedaviye dirençli olgularda cerrahi müdahalenin kaçınılmaz olduğu, ancak cerrahi teknik seçiminin postoperatif sonuçlar üzerinde belirleyici rol oynadığı vurgulanmıştır (99). Multifidus kasını koruyan daha nazik diseksiyon yöntemlerinin seçilmesi, özellikle kas travmasına bağlı fonksiyonel kayıpların önlenmesinde etkili olabilir. Bu bağlamda çalışmamızda bistüri kullanımının daha az CK artışına neden olması, kas dokusuna daha az zarar verdiğine işaret etmektedir.

Stevens ve ark.'nın yaptığı sistematik derleme ve meta-analizde, unilateral disk hernili hastalarda multifidus kasında hem makroskobik hem de mikroskobik düzeyde yapısal değişiklikler saptanmıştır. Kas hacminde azalma, tip I lif oranında artış, lif çapında küçülme ve fibrozis gibi bulgular dikkat çekici bulunmuş; ayrıca bu yapısal değişikliklerin, semptom süresi ve sinir kökü basısının süresi ile pozitif korelasyon gösterdiği bildirilmiştir. Bu bulgular, multifidus kasındaki yapısal bozulmaların yalnızca akut cerrahi travmanın bir sonucu olmadığını, aynı zamanda hastalığın kronik seyri boyunca gelişen dejeneratif değişikliklerin bir yansıması olduğunu göstermektedir (111). Bizim çalışmamızda ise cerrahi sonrası dönemde multifidus kas hacminde anlamlı azalma gözlenmiştir. Bu sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde, multifidus kas dejenerasyonunun hem kronik sinir kökü basısının süresine hem de cerrahi işlemin kendisine bağlı olarak ilerleyebileceği ve bu iki faktörün sinerjik etkiyle postoperatif dönemde kas sağlığını olumsuz etkileyebileceğini düşündürmektedir.

Zhao ve ark.'nın yaptığı çalışmada, cerrahi uygulanmamış L4–L5 disk hernili hastalarda multifidus kasında bilateral atrofi, yağ infiltrasyonu ve kesit alanında küçülme saptanmıştır (110). Bu çalışmada multifidus atrofisinin yalnızca mekanik basıya değil, aynı zamanda yaş, semptom süresi ve dejeneratif sürece bağlı geliştiği belirtilmiştir. Multifidus kasının stabilizasyon fonksiyonundaki bozulmanın, spinal biyomekanik dengenin sağlanamamasıyla ilişkilendirilebileceği vurgulanmıştır. Bizim çalışmamız ise cerrahi sonrası dönemde ölçüm yaptığı için, multifidus kas atrofisinin cerrahi travma sonrası gelişebilecek ek etkilerini de içermektedir.

Benzakour ve ark.'nın mini-open diskektomi uygulanan 552 hastalık geniş serisinde, ilk yıl sonunda %87,3 oranında olumlu klinik sonuçlar bildirilmişken, 14,7 yıllık uzun dönem takipte bu oranın %63,7'ye gerilediği görülmüştür. Çalışmada ayrıca aynı seviyede nüks (%9,2), komşu seviyede yeni herniasyon (%5,2) ve cerrahi sonrası füzyon gereksinimi (%6,52) gibi uzun vadeli komplikasyonlar bildirilmiştir. Bu bulgular, disk cerrahisinin kısa vadede etkili olmakla birlikte, uzun vadede spinal stabilitede kayıplara ve yapısal problemlere yol açabileceğini göstermektedir (114). Benzakour ve arkadaşlarının sonuçları, bizim çalışmamızda cerrahi sonrası multifidus kas hacminde gözlenen anlamlı azalma ile paralellik göstermektedir. Çalışmamızda, cerrahi sonrası multifidus kas hacminde belirgin atrofi saptanmış; multifidus gibi omurga stabilitesinde kritik öneme sahip kasların cerrahi travmaya maruz kalmasının, uzun vadede mekanik instabiliteye ve potansiyel olarak klinik sonuçların kötüleşmesine zemin hazırlayabileceği düşündürmüştür. Bu nedenle, multifidus kasının cerrahi süreçte korunmasının uzun dönem klinik başarıyı sürdürebilmek açısından önemli olabileceği değerlendirilmektedir.

Chen ve ark.'nın farklı cerrahi tekniklerin komplikasyon oranlarını karşılaştırdığı geniş ölçekli ağ meta-analiz çalışmasında, perkütan endoskopik lomber diskektomi (PELD) en düşük komplikasyon oranına sahip yöntem olarak bildirilmiştir (115). Çalışmada özellikle kas hasarı, cerrahiye bağlı doku travması ve postoperatif ağrı gibi parametreler açısından PELD'nin minimal invaziv yapısının avantajları vurgulanmıştır. Bizim çalışmamızda ise, elektrokoter kullanımı gibi daha agresif diseksiyon tekniklerinin serum CK düzeylerinde anlamlı bir artışa neden olduğu ve multifidus kas hacminde belirgin azalmaya yol açtığı gösterilmiştir. Bu bulgular, cerrahi travmanın biyokimyasal ve yapısal göstergeler üzerinden doğrudan izlenebileceğini ve cerrahi teknik seçiminin doku koruyucu olmasının uzun vadeli klinik sonuçlar açısından önem taşıdığını ortaya koymaktadır. Chen ve arkadaşlarının minimal invaziv tekniklerin komplikasyon oranlarını azaltıcı etkisini gösteren bulguları ile çalışmamızda cerrahi travmanın biyokimyasal ve morfolojik yansımalarını gösteren sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde, minimal invaziv cerrahi yaklaşımların sadece erken dönem komplikasyonları azaltmakla kalmayıp, aynı zamanda uzun dönem kas sağlığını koruma potansiyeline de sahip olduğu söylenebilir. Bu nedenle, lomber disk cerrahisinde doku koruyucu, minimal invaziv tekniklerin

tercih edilmesi, hastaların fonksiyonel iyileşmesini optimize etmek açısından klinik pratikte önem arz etmektedir.

Akçakaya ve ark.'nın endoskopik ve mikroskopik diskektomi tekniklerini karşılaştırdıkları çalışmada, mikrodiskektomi grubunda 6., 12. ve 24. saatlerdeki serum CK düzeylerinin endoskopik gruba kıyasla anlamlı şekilde yüksek olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, postoperatif ağrı düzeyini gösteren VAS skorlarının da mikrodiskektomi grubunda daha yüksek olduğu saptanmıştır (10). Bu bulgular, cerrahi invazivlik düzeyinin kas hasarı ve postoperatif klinik sonuçlar üzerindeki etkisini açıkça ortaya koymaktadır. Benzer şekilde, bizim çalışmamızda da elektrokoter kullanımı gibi daha agresif diseksiyon tekniklerinin CK düzeylerinde anlamlı artışa yol açtığı ve multifidus kas hacminde belirgin azalma oluşturduğu gösterilmiştir. Her iki çalışmanın sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, cerrahi tekniklerin kas hasarı ile doğrudan ilişkili olduğu ve invazivlik derecesinin arttıkça hem biyokimyasal hem de radyolojik parametrelerde olumsuz sonuçların gözlendiği anlaşılmaktadır. Bu veriler, lomber disk cerrahisinde doku koruyucu, minimal invaziv tekniklerin kullanımının, kas bütünlüğünü koruma ve postoperatif ağrıyı azaltma açısından klinik öneme sahip olduğunu göstermektedir.

Kotil ve ark.'nın yaptığı prospektif randomize kontrollü çalışmada, sürekli ve aralıklı kas retraksiyonu uygulanan gruplar karşılaştırılmış ve sürekli retraksiyonun serum CK düzeylerini, multifidus kasındaki histopatolojik hasarı ve postoperatif ağrıyı anlamlı şekilde artırdığı gösterilmiştir (19). Ayrıca çalışmada, insizyon uzunluğunun kas hasarı ve ağrı üzerinde anlamlı bir etkisinin bulunmadığı, kas travmasını esas belirleyen faktörün cerrahi teknik detayları olduğu vurgulanmıştır. Bizim çalışmamızda her ne kadar retraksiyon parametresi doğrudan değerlendirilmemiş olsa da, elektrokoter kullanımı gibi daha agresif doku diseksiyon tekniklerinin CK düzeylerinde anlamlı artışa ve multifidus kas hacminde belirgin azalmaya yol açtığı gösterilmiştir. Her iki çalışmanın sonuçları birlikte ele alındığında, cerrahi prosedürlerde uygulanan tekniklerin invazivlik derecesinin kas hasarı üzerinde doğrudan etkili olduğu ve minimal doku travmasını hedefleyen yöntemlerin tercih edilmesinin, postoperatif kas bütünlüğü ve klinik sonuçlar açısından daha avantajlı olabileceği anlaşılmaktadır.

Portella ve ark.'nın yaptığı çalışmada, posterior lomber cerrahi sonrası rabdomiyoliz oranı %43,6 olarak bildirilmiş ve ameliyat süresinin 270 dakikayı aşması durumunda rabdomiyoliz riskinin yaklaşık 7 kat arttığı gösterilmiştir. Rabdomiyoliz gelişimi, kas dokusuna uygulanan mekanik stresin yanı sıra, operasyon süresi boyunca devam eden iskemik ve termal etkilerin bir sonucu olarak değerlendirilmektedir(11). Bizim çalışmamızda operasyon süreleri Portella ve arkadaşlarının çalışmasıyla benzer aralıkta olmasına rağmen, elektrokoter kullanılan grupta CK düzeylerinde ortalama 6,94 kata kadar artış saptanmıştır. Her ne kadar klinik rabdomiyoliz tanısı koyacak düzeyde bir değerlendirme yapılmamış olsa da, elde edilen CK artış değerleri kas dokusunda belirgin bir biyokimyasal stres yanıtına işaret etmektedir. Bu bulgular, kas hasarının sadece mekanik retraksiyon ve cerrahi sürenin uzunluğuna değil, aynı zamanda elektrokoter kullanımına bağlı gelişen termal etkilerle de arttığını ve doku travmasının bu iki mekanizmanın birleşimiyle şiddetlendiğini düşündürmektedir.

Varlotta ve ark.'nın çalışmasında, lomber disk hernili hastalarda MRG ile değerlendirilen radyolojik parametrelerin, cerrahi gereksinimi öngörmede kullanılabileceği bildirilmiştir. Çalışmada özellikle disk herniasyonunun hacmi, sinir kökü basısı ve spinal kanal darlığı gibi MRG ile ölçülebilen yapısal parametrelerin cerrahi endikasyonla anlamlı şekilde korele olduğu vurgulanmıştır (16). Bizim çalışmamızda ise, MRG kullanılarak cerrahi öncesi ve sonrası multifidus kas hacmindeki değişiklikler objektif olarak ölçülmüş ve bistüri ile elektrokoter kullanılan farklı cerrahi tekniklerin kas dokusu üzerindeki etkileri karşılaştırılmıştır. Multifidus kas hacmi ölçümleri, T2 ağırlıklı aksiyel MRG kesitleri kullanılarak gerçekleştirilmiş ve kas kesit alanları manuel yöntemle değerlendirilmiştir. Her iki çalışmada da MRG kullanılarak yapısal parametrelerin değerlendirilmesi ön planda olup, Varlotta ve arkadaşları cerrahi endikasyon belirlemede MRG'yi kullanırken, bizim çalışmamız uygulanan cerrahi tekniklerin kas dokusu üzerindeki yapısal etkisini göstermeye odaklanmıştır. Bu yaklaşım, görüntüleme yöntemlerinin yalnızca cerrahi gereksinimin belirlenmesinde değil, aynı zamanda uygulanan tedavinin yapısal etkinliğinin değerlendirilmesinde de önemli bir rol oynayabileceğini göstermektedir.

Çalışmamızın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. İlk olarak, örneklem büyüklüğü görece küçük olup, istatistiksel genellenebilirliği sınırlayabilir. İkinci olarak, tek merkezli tasarım nedeniyle elde edilen bulguların farklı klinik ortamlara doğrudan

aktarılması güç olabilir. Ayrıca, yalnızca CK düzeyleri değerlendirilmiş; miyoglobin, IL-6 veya CRP gibi diğer kas hasarı veya inflamasyon belirteçlerine yer verilmemiştir. Bu durum, cerrahi travmanın biyolojik etkilerinin yalnızca sınırlı bir yönünün analiz edildiğini düşündürmektedir.

Sonuç olarak, bu çalışmada bistüri ve elektrokoter teknikleri karşılaştırıldığında, her iki yöntem de multifidus kas hacminde anlamlı azalmaya neden olmuş; ancak elektrokoter grubunda CK düzeylerinde anlamlı artış saptanmıştır. Bu bulgular, cerrahi teknikte termal enerji kullanımı gibi invaziv manevraların, kas bütünlüğü ve biyokimyasal yanıt üzerinde daha fazla etki yarattığını göstermektedir. Multifidus kası gibi spinal stabilitenin kilit bileşenleri, cerrahi travmaya karşı oldukça hassastır. Bu nedenle cerrahi teknik seçiminde, yalnızca nöral yapıların dekompresyonu değil; aynı zamanda çevre dokuların korunması da göz önünde bulundurulmalıdır.

Cerrahi tekniklerin karşılaştırıldığı daha geniş örneklemli, prospektif ve fonksiyonel çıktılarla desteklenmiş ileri çalışmalar, bu alanda klinik uygulamaları yönlendirme potansiyeline sahiptir. Ayrıca, biyobelirteçlerin (CK, miyoglobin, IL-6 vb.) multidisipliner değerlendirmeye dahil edilmesi ve görüntüleme verileriyle birleştirilmesi, cerrahi travmanın biyolojik etkilerinin daha kapsamlı analizine olanak tanıyacaktır. Elde edilen bulgular doğrultusunda, mümkün olduğunca az doku hasarı oluşturan minimal invaziv tekniklerin uygun olgularda daha sık tercih edilmesi, hastaların iyileşme sürecini hızlandırabilir ve postoperatif komplikasyonları azaltabilir.

## 6 SONUÇ

Bu çalışmada, lomber mikrodiskektomi cerrahisinde kullanılan iki farklı diseksiyon tekniğinin bistüri yardımlı subperiostal diseksiyon ile elektrokoter ile yapılan diseksiyonun multifidus kas hacmi ve serum CK düzeylerine etkisi biyokimyasal ve radyolojik yöntemlerle karşılaştırılmıştır.

Elde edilen bulgulara göre:

1. Her iki cerrahi teknikte de postoperatif dönemde multifidus kas hacminde anlamlı azalma meydana gelmiştir ( $p<0,001$ ).
2. Ancak gruplar arasında postoperatif multifidus hacmi veya hacim değişim oranı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ( $p>0,05$ ).
3. Serum CK düzeyleri her iki grupta da postoperatif dönemde anlamlı şekilde yükselmiş; fakat elektrokoter kullanılan grupta CK düzeyleri bistüri grubuna göre anlamlı derecede istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur ( $p<0,01$ ).
4. CK artış oranı da elektrokoter grubunda bistüri grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksektir ( $p=0,037$ ).

Bu sonuçlar, cerrahi sırasında termal enerji kullanımı gibi invaziv yöntemlerin kas hasarı üzerinde daha belirgin etkiler oluşturduğunu göstermektedir. CK düzeylerindeki belirgin artış, doku bütünlüğünün biyokimyasal düzeyde daha fazla bozulduğuna işaret etmektedir. Bununla birlikte, multifidus kas hacmindeki benzer azalma oranları, hacim değişiminin yalnızca cerrahi teknikteki farklılıklara değil, cerrahinin kendisine bağlı olarak da gelişebileceğini düşündürmektedir.

Multifidus kası, omurganın segmental stabilitesinde kritik rol oynayan bir yapıdır ve cerrahi sırasında bu kasın korunması, postoperatif fonksiyonel iyileşme açısından önem arz etmektedir. Bu bağlamda, bistüri kullanılarak yapılan anatomik diseksiyonun, kas bütünlüğünü koruma açısından daha avantajlı olabileceği değerlendirilmiştir.

Çalışmamız, cerrahi teknik tercihlerinin sadece kısa dönem biyokimyasal değişiklikler değil; aynı zamanda kas yapılarının morfolojik bütünlüğü üzerinde de etkili olduğunu göstermektedir. CK düzeyi artışı, sadece kas hasarı değil, postoperatif ağrı düzeyinin biyobelirteçlerinden biri olarak da değerlendirilebilir. Elde edilen bulgular, lomber disk cerrahisinde daha az invaziv, kas dostu tekniklerin tercih edilmesinin önemini vurgulamaktadır. Bu nedenle, uygulanan cerrahi teknikten bağımsız olarak, dokuya en az zarar veren, minimal invaziv yaklaşımların benimsenmesi ve kas bütünlüğünü korumaya odaklanması, cerrahi planlamada temel ilke olmalıdır.



## 7 KAYNAKLAR

1. Vialle LR, Vialle EN, Suárez Henao JE, Giraldo G. LUMBAR DISC HERNIATION. *Rev Bras Ortop.* 2015;45(1):17-22. Published 2015 Nov 16. doi:10.1016/S2255-4971(15)30211-1
2. Dowling TJ, Munakomi S, Dowling TJ. Microdiscectomy. 2023 Aug 13. In: *StatPearls [Internet]*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan-. PMID: 32310444.
3. Kim JC, Lee SU, Jung SH, Lim JY, Kim DH, Lee SY. Natural aging course of paraspinal muscle and back extensor strength in community-dwelling older adults (sarcopenia of spine, SarcoSpine): a prospective cohort study protocol. *BMJ Open.* 2019;9(9):e032443. Published 2019 Sep 5. doi:10.1136/bmjopen-2019-032443
4. Lee JC, Cha JG, Kim Y, Kim YI, Shin BJ. Quantitative analysis of back muscle degeneration in the patients with the degenerative lumbar flat back using a digital image analysis: comparison with the normal controls. *Spine (Phila Pa 1976).* 2008;33(3):318-325. doi:10.1097/BRS.0b013e318162458f
5. Zhao WP, Kawaguchi Y, Matsui H, Kanamori M, Kimura T. Histochemistry and morphology of the multifidus muscle in lumbar disc herniation: comparative study between diseased and normal sides. *Spine (Phila Pa 1976).* 2000;25(17):2191-2199. doi:10.1097/00007632-200009010-00009
6. Lonnemann ME, Paris SV, Gorniak GC. A morphological comparison of the human lumbar multifidus by chemical dissection. *J Man Manip Ther.* 2008;16(4):E84-E92. doi:10.1179/jmt.2008.16.4.84E
7. Laureys M, Sion JP, Slabbynck H et al. Macromolecular creatine kinase type 1: a serum marker associated with disease. *Clin Chem* 1991; 37: 430–434
8. Nicholas j. Silvestri, Gil Wolfe. Asymptomatic/pauci-symptomatic Creatine Kinase elevations (hyperckemia). *Muscle Nerve* 2013; 47: 805–815.
9. Anderson L. Jeffrey. St-elevation Akut Myocardiyal İnfarction and Complications of Myocardiyal İnfarction. in Goldman/Ausello (Edi.). *Cecil Textbook of Medicine.* 22.Baskı. USA: Saunders; 2004. p.410-424.
10. Akçakaya MO, Yörükoğlu AG, Aydoseli A, et al. Serum creatine phosphokinase levels as an indicator of muscle injury following lumbar disc surgery: Comparison of fully endoscopic discectomy and microdiscectomy. *Clin Neurol Neurosurg.* 2016;145:74-78. doi:10.1016/j.clineuro.2016.04.004
11. Portella ST, Escudeiro GP, Mansilla R, et al. Predictive Factors for Muscle Injury After Posterior Lumbar Spinal Surgery. *World Neurosurg.* 2019;129:e514-e521. doi:10.1016/j.wneu.2019.05.197

12. Blanco JR, Zabaiza M, Salcedo J et al. Rhabdomyolysis of infectious and noninfectious causes. *South Med J* 2002; 95: 542–544.
13. Brown E. James, Hamilton C. Glenn. Chest pain. In Marx, Hochberger, Walls. Rosen's Emergency Medicine 7.th Edition. Philadelphia: Mosby; 2010. p. 132- 142.
14. Kalichman L, Carmeli E, Been E. The Association between Imaging Parameters of the Paraspinal Muscles, Spinal Degeneration, and Low Back Pain. *Biomed Res Int.* 2017;2017:2562957. doi:10.1155/2017/2562957
15. Danneels LA, Vanderstraeten GG, Cambier DC, Witvrouw EE, De Cuyper HJ. CT imaging of trunk muscles in chronic low back pain patients and healthy control subjects. *Eur Spine J.* 2000;9(4):266-272. doi:10.1007/s005860000190
16. Varlotta CG, Ge DH, Stekas N, et al. MRI Radiological Predictors of Requiring Microscopic Lumbar Discectomy After Lumbar Disc Herniation. *Global Spine J.* 2020;10(1):63-68. doi:10.1177/2192568219856345
17. Soares RO, Astur N, Rabello de Oliveira L, Kanas M, Wajchenberg M, Martins DE. Qualitative Evaluation of Paraspinal Musculature After Minimally Invasive Lumbar Decompression: A Prospective Study. *Int J Spine Surg.* 2024;18(4):448-454. Published 2024 Sep 12. doi:10.14444/8631
18. Hoshino T, Hosokawa N, Kumasaka K et al. The relationship of serum mitochondrial creatine kinase and rotavirus gastroenteritis in pediatric patients. *Rinsho Byori* 2001; 49: 597–602.
19. Kotil K, Tunckale T, Tatar Z, Koldas M, Kural A, Bilge T. Serum creatine phosphokinase activity and histological changes in multifidus muscle: a prospective randomized controlled comparative study of discectomy with or without retraction. *J Neurosurg Spine.* 2007;6(2):121-125. doi:10.3171/spi.2007.6.2.121
20. Cleveland Clinic. Lumbar spine: What it is, anatomy & disorders [Internet]. Cleveland Clinic; 2023 Feb 2 [cited 2025 May 14].
21. Amin, R. M., ve ark. Lumbar disc herniation. *Current reviews in musculoskeletal medicine.* 2017; 10(4):507-516.
22. Oğuz H. Bel ağrıları. In: Oğuz Hasan, Çakırbay H, Yanık B, editors. *Tıbbi Rehabilitasyon.* 3rd ed. İstanbul: Nobel Kitabevi; 2015. p. 931–73.
23. Lorenc T, Gołębowski M, Michalski W, Glinkowski W. High-resolution, three-dimensional magnetic resonance imaging axial load dynamic study improves diagnostics of the lumbar spine in clinical practice. *World J Orthop.* 2022 Jan 18;13(1):87-101. doi: 10.5312/wjo.v13.i1.87. PMID: 35096539; PMCID: PMC8771416.
24. Bilgilişoy Filiz M. Lomber omurga anatomisi ve biyomekaniği. Tuncer T, Çubukçu Fırat S, Kaçar C, Sezer İ, editörler. *Bel ağrıları.* 1. baskı. Ankara: Türkiye klinikleri; 2021. p.1-7

- 25 Ombregt, L. Applied anatomy of the lumbar spine. A system of orthopaedic medicine. 2013; p: 415-436.
26. Çavdar S, Zileli M, Özer F: Omurilik ve omurga cerrahisi, Cilt 1, Omurga ve Omurilik Anatomisi ve Embriyolojisi, Saray medikal yayıncılık, 1-35, 1997
27. Ege R: Vertebra Omurga, Vertebra Anatomisi, Türk Hava Kurumu Basımevi, 21-45, 1992.
28. Raj PP. Intervertebral disc: anatomy-physiology-pathophysiology-treatment. Pain Pract. 2008 Jan-Feb;8(1):18-44. doi: 10.1111/j.1533-2500.2007.00171.x. PMID: 18211591.
29. Markolf K, Morris J. The Structural Components of the Intervertebral Disc. J Bone Jt Surg. 1974;56(4):675-687.
30. Sezen GB. İntervertebral disk dejenerasyonu olan hastalarda intradiskal ozon ve ozon + PRP tedavi sonuçlarının retrospektif olarak klinik ve radyolojik karşılaştırılması [uzmanlık tezi]. İstanbul: SBÜ; 2023.
31. Urban JP, Roberts S. Degeneration of the intervertebral disc. Arthritis Res Ther. 2003;5(3):120-30. doi: 10.1186/ar629. Epub 2003 Mar 11. PMID: 12723977; PMCID: PMC165040.
32. Jungueira LC, Carneiro J, Kelley RO, Kıkırdak. Ed. Aytekin Y. Çev. Arda O: Temel Histoloji. Barış Kitabevi İstanbul, 1993, 158-169.
33. Snell, R. S. (2012). Clinical anatomy by regions (9th ed.). Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins.
34. Vergari C, Mansfield J, Meakin JR, Winlove PC. Lamellar and fibre bundle mechanics of the annulus fibrosus in bovine intervertebral disc. Acta Biomater. 2016 Jun;37:14-20. doi: 10.1016/j.actbio.2016.04.002. Epub 2016 Apr 6. PMID: 27063647.
35. Crump KB, Alminnawi A, Bermudez-Lekerika P, Compte R, Gualdi F, McSweeney T, Muñoz-Moya E, Nüesch A, Geris L, Dudli S, Karppinen J, Noailly J, Le Maitre C, Gantenbein B. Cartilaginous endplates: A comprehensive review on a neglected structure in intervertebral disc research. JOR Spine. 2023 Oct 21;6(4):e1294. doi: 10.1002/jsp2.1294. PMID: 38156054; PMCID: PMC10751983.
36. Akın S :Lomber vertebral kolonun fonksiyonel anatomisi. In: Erdine S (Ed): Ağrı. Nobel Tıp Kitabevleri. İstanbul 2000, 328-337
37. Oğuz H., Boyun Ağrıları, Oğuz H. (Editör), Romatizmal Ağrılar, Atlas Tıp Kitabevi, Konya 1992, p: 147-226
38. Postacchini F, Bellocchi M, Massobrio M. Morphologic changes in annulus fibrosus during aging: an ultrastructural study in rats. Spine 9: 596, 1984.
39. Nachemson A. Lumbar Intradiscal Pressure : Experimental Studies on Post- Mortem Material. Acta Orthop Scand. 1960;31(43):1-104.

40. Lucas SR, Bass CR, Salzar RS, Oyen ML, Planchak C, Ziemba A, Shender BS, Paskoff G. Viscoelastic properties of the cervical spinal ligaments under fast strain-rate deformations. *Acta Biomater.* 2008 Jan;4(1):117-25. doi: 10.1016/j.actbio.2007.08.003. Epub 2007 Aug 24. PMID: 17923449.
41. Yazıcı ŞD, Taştekin N, Birtane M. Lomber Omurganın Biyomekaniği. *Türkiye Klin J PM&R-Special Top.* 2011;4(1):6–11.
42. Cox J. Biomechanics of the lumbar spine. In: *Low back pain: Mechanism, diagnosis and treatment.* 7th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2011. p. 2–76.
43. Karataş M, Lomber Omurganın Fiziksel Özellikleri Ve Fonksiyonel Biyomekaniği. In: Beyazova M., Kutsal Y. G.(Editörler), *Fiziksel Tıp Ve Rehabilitasyon, Güneş Tıp Kitap Evleri, Ankara 2016,* p161-76.
44. Hukins D, Kirby M, Sirkoryn T. Comparison of structure, mechanical properties, and functions of lumbar spinal ligaments. *Spine.* 1990;15(8):787–95.
45. Chazal J, Tanguy A, Bourges M, Gaurel G, Escande G, Guillot M, et al. Biomechanical properties of spinal ligaments and a histological study of the supraspinal ligament in traction. *J Biomech.* 1985;18(3):167–76.
46. Luk K, Ho H, Leong J. The iliolumbar ligament. A study of its anatomy, development and clinical significance. *J Bone Jt Surg - Ser B.* 1986;68(2):197–200.
47. Takahashi K, Miyazaki T, Takino T, Matsui T, Tomita K. A new lumbar spine model for evaluating the effect of motion segment preservation in spinal instrumentation. *Spine (Phila Pa 1976).* 1990;15(5):400–5. Görsel ResearchGate platformundan alınmıştır. Erişim tarihi: 18 Mayıs 2025)
48. Şar C. Lomber Omurganın Anatomik Özellikleri. In: Özcan E, Ketenci A, editors. *Bel Ağrısı Tanı ve Tedavi.* İstanbul: Nobel Kitabevi; 2002. p. 9–19.
49. Gaillard F, Hacking C. Psoas major muscle. Reference article, Radiopaedia.org. Available at: <https://radiopaedia.org/articles/psoas-major-muscle>. Accessed 7 October 2021.
50. Jarvis M, Worsley C. *Quadratus lumborum muscle* [Internet]. Radiopaedia.org. Available from: <https://radiopaedia.org/articles/quadratus-lumborum-muscle> Accessed 07 Oct 2021.
51. Yee J, Hacking C. Erector spinae group. Reference article, Radiopaedia.org. Available at: <https://radiopaedia.org/articles/erector-spinae-group>. Accessed 7 October 2021.
52. Yee J, Bell D, Hacking C, et al. Transversospinalis muscle group. Reference article, Radiopaedia.org. Available at: <https://radiopaedia.org/articles/transversospinalis-muscle-group>. Accessed 3 May 2025.

53. El Kafrawy A, El Zamarany EA, Taman SE. Impact of Multifidus Muscle Morphometry on the Clinical Evolution of Chronic Low Back Pain. *Open J Ther Rehabil.* 2023;11(3):151-164. doi:10.4236/ojtr.2023.113012.
54. Aygün K. Tek seviye lomber disk hernilerinde koter kullanımının kas hacmi ve kronik bel ağrısı üzerine etkisi [uzmanlık tezi]. Ankara: Sağlık Bilimleri Üniversitesi; 2024.
55. Creze M, Soubeyrand M, Gagey O. The paraspinal muscle-tendon system: Its paradoxical anatomy. *PLoS One.* 2019 Apr 8;14(4):e0214812. doi: 10.1371/journal.pone.0214812. PMID: 30958835; PMCID: PMC6453460.
56. Bogduk, N. *Clinical ve Radiological Anatomy of the Lumbar Spine E-Book*, Elsevier Health Sciences. 2012; p.1-10, p.11-27, p.117-132
57. Çimen A: Periferik sinir sistemi. *Anatomi üçüncü baskı*. Uludağ Üniversitesi Basımevi. Bursa 1994, 624-671
58. Cailliet R: Fonksiyonel anatomi. Çev.Ed. Tuna N: *Bel Ağrısı Sendromları*. Nobel Tıp Kitabevleri. 1994, 1-22
59. Boyalı O. Endoskopik lomber diskektomi ameliyatı olan hastaların ameliyat sonrası kısa ve uzun dönem radyolojik ve klinik bulgularının retrospektif değerlendirilmesi [uzmanlık tezi]. İstanbul: Sağlık Bilimleri Üniversitesi; 2022.
60. Tuna N: *Fonksiyonel anatomi. Bel Ağrısı Radiküler ve Psödoradiküler Sendromlar*. Nobel Tıp Kitabevleri 2000, 7-20
61. Boden SD, Davis DO, DinaTS, Patronas NJ, Wiesel SW. Abnormal magnetic-resonance scans of the lumbar spine in asymptomatic subjects. A prospective investigation. *J Bone Joint Surg Am* 1990;72(3):403–8.
62. Ergin S. Torasik ve Lomber Omurga Anatomisi ve Biyomekaniği, Omurganın Ağrılı Sendromları. In: *Romatizma Araştırma ve Savaş Derneği V. Geleneksel Sempozyumu*. 2002. p. 10–3.
63. Gray, H., Standring, S., Ellis, H., & Berkovitz, B. K. B. (2005). *Gray's anatomy: the anatomical basis of clinical practice* (39th ed.). Edinburgh; New York: Elsevier Churchill Livingstone.
64. Borenstein G, Wiesel S, Boden S. *LowBack Pain; Medical diagnosis and comprehensive management*. 2nd ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company; 1995.p.246–69
65. Aydoğan S., Özer F. (2002). *Omuriliğin vasküler anatomisi* (Vol. 1). İzmir: Meta.
66. Nerlich A, Schleicher E, Boos N. Immunohistologic Markers for Age- Related Changes of Human Lumbar Intervertebral Discs. *Spine.* 22(24):2781–95.
67. Sinaki M, Mokri B. Low back pain and disorders of the lumbar spine. In: Braddom R, Buschbacher R, Dumitru D, Johnson W, Sinaki M, editors. *Physical Medicine and Rehabilitation*. Philadelphia: W.B Saunders Company; 1996. p. 81–350.

68. Sarı S, Aydoğan M. Bel Ağrısının Önemli Bir Sebebi: Lomber Disk Hernisi. TOTBİD Derg. 2015;14:298–304.
69. Herkowitz, H. N., ve ark. Rothman-Simeone The Spine E-Book: Expert Consult, Elsevier Health Sciences.2011.
70. Durmaz B. intervertebral disk hastalıkları. In: Beyazova M, Kutsal YG, editors. Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon. 3rd ed. Ankara: Güneş Tıp Kitapevi; 2016. p. 2091–116.
71. Le Maitre CL, Freemont AJ, Hoyland JA. The role of interleukin-1 in the pathogenesis of human intervertebral disc degeneration. *Arthritis Res Ther*. 2005;7(4):R732-45. doi: 10.1186/ar1732. Epub 2005 Apr 1. PMID: 15987475; PMCID: PMC1175026.
72. Kirkaldy-Willis WH: Instability of the lumbar spine. 10 (3):253-291, 1985.
73. Korse, N., ve ark. Cauda Equina Syndrome: presentation, outcome, ve predictors with focus on micturition, defecation, ve sexual dysfunction. *European Spine Journal*. 2017; 26(3): 894-904.
74. Duyur Çakıt B. Disk hernileri. Bodur H.ve Ataman Ş. (Ed.), TRASD Romatoloji e-kitap içinde .Erişim adresi trasdromatolojiekita.2019.
75. Das JM, Dua A, Nadi M. Straight Leg Raise Test (Lasegue sign). 2024 Oct 6. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan–. PMID: 31424883.
76. Suri P, Rainville J, Katz JN, Jouve C, Hartigan C, Limke J, Pena E, Li L, Swaim B, Hunter DJ. The accuracy of the physical examination for the diagnosis of midlumbar and low lumbar nerve root impingement. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2011 Jan 1;36(1):63-73. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181c953cc. PMID: 20543768; PMCID: PMC2978791.
77. Kido T, Okuyama K, Chiba M, Sasaki H, Seki N, Kamo K, Miyakoshi N, Shimada Y. Clinical diagnosis of upper lumbar disc herniation: Pain and/or numbness distribution are more useful for appropriate level diagnosis. *J Orthop Sci*. 2016 Jul;21(4):419-424. doi: 10.1016/j.jos.2016.03.003. Epub 2016 Apr 2. PMID: 27053156.
78. Urban LM, MacNeil BJ. Diagnostic Accuracy of the Slump Test for Identifying Neuropathic Pain in the Lower Limb. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2015 Aug;45(8):596-603. doi: 10.2519/jospt.2015.5414. Epub 2015 Jun 24. PMID: 26107044.
79. Walsh J, Flatley M, Johnston N, Bennett K. Slump test: sensory responses in asymptomatic subjects. *J Man Manip Ther*. 2007;15(4):231-8. doi: 10.1179/106698107790819413. PMID: 19066672; PMCID: PMC2565641.
80. Sencer S, Rozanes I. Bel Ağrılarında Radyolojik Değerlendirme. In: Özcan E, Ketenci A, editors. Bel Ağrısı Tanı ve Tedavi. İstanbul: Nobel Kitabevi; 2002. p. 91–108.

81. Crawford, C. M. ve R. F. Hannan. Management of acute lumbar disk herniation initially presenting as mechanical low back pain. *Journal of manipulative ve physiological therapeutics*. 1999; 22(4): 235-244.
82. Şendur Ö. Lomber Spinal Stenoz. *Türkiye Klin J PM&R-Special Top*. 2011;4(1):32–43.
83. van Rijn, R. M., ve ark. Computed tomography for the diagnosis of lumbar spinal pathology in adult patients with low back pain or sciatica: a diagnostic systematic review. *European Spine Journal*. 2012; 21(2): 228-239.
84. Bischoff R, Rodriguez R, Gupta K, Righi A, Dalton J, Whitecloud T. A comparison of computed tomography-myelography, magnetic resonance imaging, and myelography in the diagnosis of herniated nucleus pulposus and spinal stenosis. *J Spinal Disord*. 1993;6(4):289-95.
85. Chou, R., ve ark. Diagnosis ve treatment of low back pain: a joint clinical practice guideline from the American College of Physicians ve the American Pain Society. *Annals of internal medicine*. 2007; 147(7): 478-491.
86. Muslumanoğlu L. Bel Ağrılarının Tanısında Elektrofizyolojinin Yeri. In: Ozcan E, Ketenci A, editors. *Bel Ağrısı Tanı ve Tedavi*. İstanbul: Nobel Kitabevi; 2002. p. 109–18.
87. Chou, R., ve ark. "Diagnostic imaging for low back pain: advice for high-value health care from the American College of Physicians. *Annals of internal medicine*. 2011; 154(3): 181-189.
88. Norris C. *Back Stability*. 2nd ed. Ontario: Human Kinetics Publishers; 2008
89. Dillingham, T. R., ve ark. Identifying lumbosacral radiculopathies: an optimal electromyographic screen. *American journal of physical medicine & rehabilitation* 2000; 79(6): 496-503.
90. Comella K, Silbert R, Parlo M. Effects of the intradiscal implantation of stromal vascular fraction plus platelet rich plasma in patients with degenerative disc disease. *J Transl Med*. 2017 Jan 13;15(1):12. doi: 10.1186/s12967-016-1109-0. Erratum in: *J Transl Med*. 2017 May 22;15(1):108. doi: 10.1186/s12967-017-1217-5. PMID: 28086781; PMCID: PMC5237154.
91. Pettine KA, Murphy MB, Suzuki RK, Sand TT. Autologous bone marrow concentrate intradiscal injection for discogenic low back pain with three-year follow-up. *Int Orthop*. 2017;41(10):2097–103. doi:10.1007/s00264-017-3565-2.
92. Xia C, Zeng Z, Fang B, Tao M, Gu C, Zheng L, et al. Mesenchymal stem cell-derived exosomes ameliorate intervertebral disc degeneration via anti-oxidant and anti-apoptotic effects. *Free Radic Biol Med*. 2019;143:1–15. doi:10.1016/j.freeradbiomed.2019.07.005.
93. Lu K, Li H-Y, Yang K, Wu J-L, Cai X-H, Zhou Y. Exosomes as potential alternatives to stem cell therapy for intervertebral disc degeneration: in-vitro study on exosomes in interaction of nucleus pulposus cells and bone marrow mesenchymal stem cells. *Stem Cell Res Ther*. 2017;8(1):108. doi:10.1186/s13287-017-0550-8.

94. Aydın V. Mekanik Bel Ağrılarında Cerrahi Tedavinin Yeri. *Türkiye Klin J PM&R-Special Top.* 2011;4(1):104–9.
95. Shapiro, S. Medical realities of cauda equina syndrome secondary to lumbar disc herniation. *Spine (Phila Pa 1976).* 2000; 25(3): 348-352.
96. Deyo RA: Nonsurgical Care of Low Back Pain. *Neurosurgery Clinics of North America.* 2(4): 851-862, 1991
97. Ulus A. Tüp eşliğinde mikrocerrahi ile lomber diskektomi ve laminektomi. *Türk Norosirurji Derg.* 2009;19(3):195–200.
98. Panagiotopoulos K, Meyer C, Gempt J, Ryang Y-M. Full-endoscopic lumbar discectomy: Tips and tricks for new users. *Türk Neurosurg.* 2024;34(4):686–694. doi:10.5137/1019-5149.JTN.44162-23.2
99. Awadalla AM, Aljulayfi AS, Alrowaili AR, et al. Management of Lumbar Disc Herniation: A Systematic Review. *Cureus.* 2023;15(10):e47908. Published 2023 Oct 29. doi:10.7759/cureus.47908
100. Nanji AA. Serum creatine kinase isoenzymes: a review. *Muscle Nerve* 1983; 6: 83–90.
101. U. Schlattner, M. Tokarska-Schlattner, and T. Wallimann, “Mitochondrial creatine kinase in human health and disease,” *Biochimica et Biophysica Acta—Molecular Basis of Disease*, vol. 1762, no. 2, pp. 164–180, 2006.
102. Özgüven T, Üstdal M. Hekimlikte Biyokimya: Hangi test istenmeli?. *Kreatin Kinaz.* İstanbul: Nobel tıp; 1997. 190-191.
103. Bayer PM, Gabi F, Gergely T et al. Isoenzymes of creatine kinase in the perinatal period. *J Clin Chem Clin Biochem* 1977; 15: 349–352.
104. Chemnitz G, Navermann L, Schmidt E et al. Creatine kinase (EC-No.2.7.3.2) and creatine kinase isoenzymes during pregnancy and labor and in the cord blood. *Clin Biochem* 1979; 12: 277–281.
105. Nigro G, Comi LI, Limongelli FM et al. Prospective study of X-linked progressive muscular dystrophy in Campania. *Muscle Nerve* 1983; 6: 253–262.
106. Chahin N, Sorenson EJ. Serum creatine kinase levels in spinobulbar muscular atrophy and amyotrophic lateral sclerosis. *Muscle Nerve* 2009; 40: 126–129.
107. Noakes TD. Effect of exercise on serum enzyme activities in humans. *Sports Med* 1987; 4: 245–267.
108. Bijsterbosch MK, Duursma AM, Smit MJ et al. Several dehydrogenases and kinases compete for endocytosis from plasma by rat tissues. *Biochem J* 1985; 229: 409–417.
109. Leiserowitz GS, Evans AT, Samuele SJ et al. Creatine kinase and its MB isoenzyme in the third trimester and the peripartum period. *J Report Med* 1992; 37: 910–916.

110. Zhao X, Liang H, Hua Z, et al. The morphological characteristics of paraspinal muscles in young patients with unilateral neurological symptoms of lumbar disc herniation. *BMC Musculoskelet Disord.* 2022;23(1):994. Published 2022 Nov 18. doi:10.1186/s12891-022-05968-5

111. Stevens S, Agten A, Timmermans A, Vandenabeele F. Unilateral changes of the multifidus in persons with lumbar disc herniation: a systematic review and meta-analysis. *Spine J.* 2020;20(10):1573-1585. doi:10.1016/j.spinee.2020.04.007

112. Baird MF, Graham SM, Baker JS, Bickerstaff GF. Creatine-kinase- and exercise-related muscle damage implications for muscle performance and recovery. *J Nutr Metab.* 2012;2012:960363. doi:10.1155/2012/960363

113. Linzer P, Filip M, Šámal F, et al. Comparison of Biochemical Markers of Muscle Damage and Inflammatory Response Between the Open Discectomy, Microsurgical Discectomy, and Microsurgical Discectomy Using Tubular Retractor. *J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg.* 2015;76(5):384-391. doi:10.1055/s-0034-1393929

114 Benzakour A, Benzakour T. Lumbar disc herniation: long-term outcomes after mini-open discectomy. *Int Orthop.* 2020;44(2):409. doi:10.1007/s00264-019-04457-0

115. Chen X, Chamoli U, Lapkin S, Castillo JV, Diwan AD. Complication rates of different discectomy techniques for the treatment of lumbar disc herniation: a network meta-analysis. *Eur Spine J.* 2019;28(11):2588-2601. doi:10.1007/s00586-019-06142-7

## 8 EKLER



## 9 ÖZGEÇMİŞ

