2024

DOKTORA TEZİ

Mehmet Akif GÜLER



T.C.
ANKARA YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KRONİK NON-SPESİFİK BEL AĞRILI BİREYLERDE KOR STABİLİZASYON EGZERSİZLERİNİN LOMBER MULTİFİDUS KAS MORFOLOJİSİ, AĞRI, FONKSİYONELLİK VE KOR STABİLİTE ÜZERİNE ETKİSİ

DOKTORA TEZİ

Mehmet Akif GÜLER

FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON PROGRAMI

Ankara, 2024

T.C.
ANKARA YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KRONİK NON-SPESİFİK BEL AĞRILI BİREYLERDE KOR STABİLİZASYON EGZERSİZLERİNİN LOMBER MULTİFİDUS KAS MORFOLOJİSİ, AĞRI, FONKSİYONELLİK VE KOR STABİLİTE ÜZERİNE ETKİSİ

DOKTORA TEZİ

Mehmet Akif GÜLER

Doç. Dr. Ertuğrul DEMİRDEL

FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON PROGRAMI

Ankara, 2024

T.C.
ANKARA YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Kronik Non-Spesifik Bel Ağrılı Bireylerde Kor Stabilizasyon Egzersizlerinin Lomber Multifidus Kas Morfolojisi, Ağrı, Fonksiyonellik ve Kor Stabilite Üzerine Etkisi

Mehmet Akif GÜLER

Doktora Tezi

12.12.2024

Tez Danışmanı
Doç. Dr. Ertuğrul DEMİRDEL

Jüri Üyeleri
Prof. Dr. Türkan AKBAYRAK
Prof. Dr. Kadir DESDİCİOĞLU
Doç. Dr. Ertuğrul DEMİRDEL
Doç. Dr. Bahar ANAFOROĞLU
Dr. Öğr. Üyesi Oğuzhan METE

Okuduğumuz ve Savunmasını dinlediğimiz bu tezin bir Doktora derecesi için gereken tüm kapsam ve kalite şartlarını sağladığını beyan ederiz.

Prof. Dr. Esra ÇALIK VAR
Enstitü Müdürü

Bu tezin Doktora derecesi için gereken tüm şartları sağladığını tasdik ederim.

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda patent ve telif haklarını ihlal edici etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tezde kullanılmış olan tüm bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi beyan ederim.
12.12.2024

Mehmet Akif GÜLER

Hayatımın en değerli armağanı, her zaman ilham kaynağım ve en büyük motivasyonum olduğu için bu tezi sevgili oğlum Yusuf Çınar GÜLER'e ithaf ediyorum.

TEŞEKKÜR

Bu doktora tezinin hazırlanmasında bana destek ve imkân sağlayan başta Devletimize, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi'ne ve Selçuk Üniversitesi'ne en içten teşekkürlerimi sunarım.

Doktora sürecim boyunca bana gösterdiği akademik rehberlik, destek ve sabrı için danışmanım Doç. Dr. Ertuğrul DEMİRDEL'e en derin şükranlarımı sunarım. Kıymetli hocamın engin bilgisi, yol göstericiliği ve teşvikleri olmasaydı, bu tezi tamamlamak mümkün olmazdı.

Bu süreçte ihmal ettiğimin farkında olduğum, ancak her anımda yanımda olan ve desteğini her daim hissettiğim sevgili eşim Öğr. Gör. Merve Burcu GÜLER'e ve biricik oğlum Yusuf Çınar GÜLER'e yürekten teşekkür ediyorum. Ailemin varlığı, sabrı ve anlayışı, bu yolculukta en büyük güç kaynağım oldu.

Doktora sürecimde kaybettiğim, beni yetiştiren, hayatım boyunca sevgiyle rehberlik eden canım annem Saliha GÜLER'i ve kıymetli babam Yusuf GÜLER'i rahmet ve minnetle anıyor, onlara bana kattıkları her şey için en derin teşekkürlerimi sunuyorum. Zor zamanlarımızda yanımızda olan ve bize destek veren sevgili kayınvalidem Fatma Yaşar YILDIRIM ES'e ve kayınpederim Zekai Hazım ES'e de içtenlikle teşekkür ediyorum. Verdikleri destek, bu süreci daha katlanabilir kıldı.

Bu çalışmanın tamamlanmasında uzmanlıkları ve katkılarıyla bana destek veren Prof. Dr. İlknur ALBAYRAK GEZER, Prof. Dr. Kadir DESDİCİOĞLU, Doç. Dr. Alaaddin NAYMAN, Dr. Öğr. Üyesi Rabia Tuğba KILIÇ, Radyoloji Teknisyeni Ahmet BOSTANCI'ya ve egzersiz görsellerini oluşturmamda yardımcı olan değerli öğrencilerim Semih SATILMIŞ ve Sertip MEÇİN'e teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **x**

ABSTRACT ..... **xi**

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ ..... **xii**

ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **xv**

TABLOLAR DİZİNİ ..... **xvii**

1. GİRİŞ **1**

2. GENEL BİLGİLER **4**

2.1. Kronik Non-Spesifik Bel Ağrısı 4

2.1.1. Tanım, Prevalans ve Ekonomik Etkisi 4

2.1.2. Risk Faktörleri ve Patogenez 5

2.1.3. Konservatif Tedavi Yöntemleri 6

2.2. Kor Anatomisi 7

2.2.1. Transversus Abdominis 11

2.2.2. İnternal Oblik Kaslar 11

2.2.3. Quadratus Lumborum 12

2.2.4. Diyafram 12

2.2.5. Pelvik Taban Kasları 13

2.2.6. Lomber Multifidus 14

2.3. Kor Stabilite 21

2.3.1. Kor Stabilite Egzersiz Prensipleri 22

2.3.2. Kor Stabilite ve Kronik Non-Spesifik Bel Ağrısı İlişkisi 23

2.3.3. Lomber Multifidus ve Bel Ağrısı 24

2.4. Manyetik Rezonans Görüntüleme 25

3. MATERYAL VE YÖNTEM 28

3.1. Çalışma Tasarımı ve Etik Onay 28

3.2. Katılımcı Seçimi ve Grup Dağılımı 28

3.3. Değerlendirme 30

3.3.1. Demografik, Fiziksel ve Klinik Özelliklerin Değerlendirmesi 30

3.3.2. Ağrı Şiddeti Değerlendirmesi 31

3.3.3. Fonksiyonel Özür Düzeyi Değerlendirmesi 32

3.3.4. Lumbopelvik Kor Stabilite Değerlendirmesi 34

3.3.5. Lomber Multifidus Kesit Alanı Değerlendirmesi 38

3.3.6. Lomber Multifidus Yağ Birikimi Değerlendirmesi 39

3.4. Çalışma Protokolü 41

3.4.1. Fizik Tedavi Modaliteleri, Isınma ve Soğuma Rutinleri (1-4. Haftalar) 41

3.4.2. Germe Egzersizleri 42

3.4.3. Kor Egzersiz Grubu Ana Egzersiz Protokolü 43

3.4.4. Klasik Fizyoterapi Grubu Ana Egzersiz Protokolü 54

3.4.5. Isınma Rutini (5-8. Haftalar) 63

3.4.6. Soğuma Rutini (5-8. Haftalar) 64

3.5. İstatistiksel Analiz 65

4. BULGULAR 67

4.1. Sosyo-Demografik ve Fiziksel Özellikler 67

4.2. Ağrı Şiddeti Değerlendirme Bulguları 68
4.3. Fonksiyonel Özür Düzeyi Değerlendirme Bulguları 71
4.4. Lumbopelvik Kor Stabilite Değerlendirme Bulguları 73
4.5. Lomber Multifidus Kesit Alanı Değerlendirme Bulguları 75
4.6. Lomber Multifidus Kesit Yağ Birikimi Değerlendirme Bulguları 80
5. TARTIŞMA 85
5.1. Ağrı Şiddeti 85
5.2. Fonksiyonel Özür Düzeyi 87
5.3. Lumbopelvik Kor Stabilite 89
5.4. Lomber Multifidus Kesit Alanı ve Kesit Yağ Birikimi 91
5.5. Hipotezlerin Değerlendirilmesi 93
5.6. Çalışmamızın Üstün Yanları ve Sınırlılıkları 93
6. SONUÇ VE ÖNERİLER 95
7. KAYNAKLAR 97
8. EKLER 115
EK-1. Bilgilendirilmiş Onam Formu 115
EK-2. Demografik Bilgi ve Değerlendirme Formu 116
EK-3. Vizüel Analog Skala 117
EK-4. Oswestry Disabilite İndeksi 118
EK-5. Özgeçmiş 119
EK-6. Etik Kurul Onay Belgesi 120

ÖZET

Kronik Non-Spesifik Bel Ağrılı Bireylerde Kor Stabilizasyon Egzersizlerinin Lomber Multifidus Kas Morfolojisi, Ağrı, Fonksiyonellik ve Kor Stabilite Üzerine Etkisi

Bu çalışmanın amacı, kronik non-spesifik bel ağrısı (KNSBA) olan bireylerde kor stabilizasyon egzersizlerinin, klasik fizyoterapi egzersizlerine kıyasla ağrı şiddeti, fonksiyonel özür düzeyi, lumbopelvik kor stabilite ve lomber multifidus kası (LMF) kesit alanı (KA) ile yağ birikimi üzerindeki etkilerini incelemekti.

Çalışmaya 20-61 yaş aralığında, KNSBA'lı 31 birey katıldı. Katılımcılar rastgele Kor Egzersiz Grubu (KEG, n=15) ve Klasik Fizyoterapi Grubu (KFG, n=16) olarak iki gruba ayrıldı. Çalışma protokolü öncesinde ve sonrasında katılımcıların ağrı şiddetleri Vizüel Analog Skala (VAS), fonksiyonel özür düzeyleri Oswestry Disabilite İndeksi (ODİ), lumbopelvik kor stabilite seviyeleri Sahrmann Core Stabilite Testi (SCST), L1-2'den L5-S1'e kadar olan LMF KA'lar manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ve LMF yağ birikimleri ise MRG görüntüleri üzerinden Goutallier Sınıflandırma Sistemi ile değerlendirildi. Çalışma, ilk dört hafta boyunca haftada beş gün fizyoterapist gözetiminde, sonraki dört hafta boyunca ise haftada üç gün ev tabanlı egzersizler ile sürdürüldü.

Çalışma sonrası, her iki grupta da ağrı şiddeti, fonksiyonel özür ve LMF yağ birikiminde istatistiksel olarak anlamlı azalmaların yanı sıra lumbopelvik kor stabilite seviyelerinde ve LMF KA'larda anlamlı artışlar tespit edildi ($p<0,05$). Bu sonuçlar, KEG'de KFG'ye göre daha belirgin ve etkiliydi. Özellikle, KEG'de tüm ağrı şiddeti ölçümlerinde daha fazla azalma gözlendi ($p<0,05$) ve en belirgin azalma aktiviteyle oluşan ağrıda kaydedildi ($\eta^2=0,418$). Aynı zamanda, fonksiyonel özür düzeyini azaltmada ve lumbopelvik kor stabiliteyi geliştirmede KEG daha üstündü ($p<0,05$). Ayrıca, LMF KA'lardaki artış ve yağ birikimindeki azalma KEG'de daha belirgindi ($p<0,05$).

Sonuçlar, kor stabilizasyon egzersizlerinin KNSBA'lı bireylerde ağrı şiddetini azaltmada, fonksiyonel iyileşmeyi desteklemede ve lumbopelvik stabiliteyi artırmada etkili olduğunu; özellikle LMF'nin yapısal özelliklerinde olumlu değişiklikler sağladığını objektif yöntemlerle ortaya koydu. Elde edilen bulgular, kor stabilizasyon egzersizlerinin kas yapısındaki bu iyileştirici etkileri sayesinde, klinik kazanımlara ulaşmanın mümkün olabileceğini güçlü bir şekilde vurgulamaktadır. Bu doğrultuda, kor stabilizasyon egzersizlerinin tedavi protokollerine entegre edilmesi, kas yapısındaki bu olumlu değişimlerin klinik sonuçlara yansımasını sağlayarak, tedavi etkinliğini artırabilir.

Anahtar kelimeler: Bel ağrısı, fiziksel fonksiyonel performans, infiltrasyon, lomber multifidus, kor stabilite.

ABSTRACT

The Effect of Core Stabilization Exercises on Lumbar Multifidus Muscle Morphology, Pain, Functionality, and Core Stability in Individuals with Chronic Non-Specific Low Back Pain

The aim of this study was to investigate the effects of core stabilization exercises on pain intensity, functional disability levels, lumbopelvic core stability, and the lumbar multifidus muscle (LMF) cross-sectional area (CSA) and fat infiltration in individuals with chronic non-specific low back pain (CNSLBP), compared to classic physiotherapy exercises.

Thirty-one CNSLBP patients aged 20–61 were randomly assigned to either the Core Exercise Group (CEG, n=15) or Classic Physiotherapy Group (CPG, n=16). Pain intensity (Visual Analog Scale), functional disability (Oswestry Disability Index), lumbopelvic core stability (Sahrmann Core Stability Test), LMF CSA (MRI from L1–2 to L5–S1), and LMF fat infiltration (Goutallier Classification on MRI) were assessed before and after the study. The study was supervised by a physiotherapist five days a week for the first four weeks, followed by home-based exercises three days a week during the subsequent four weeks.

After study, both groups showed significant improvements in pain intensity, functional disability, lumbopelvic core stability, LMF CSA, and fat infiltration ($p<0.05$). These improvements were significantly greater in the CEG compared to the CPG. Specifically, the CEG had larger reductions in all pain measurements, especially activity-induced pain ($\eta^2=0.418$), and greater enhancements in functional disability and core stability ($p<0.05$). Additionally, the CEG exhibited more pronounced increases in LMF CSA and decreases in fat infiltration ($p<0.05$).

The results revealed that core stabilization exercises are effective in reducing pain severity, supporting functional recovery, improving lumbopelvic stability, and particularly inducing positive changes in the structural properties of the LMFs in individuals with CNSLBP, all confirmed through objective methods. These results strongly underscore that the restorative effects of core stabilization exercises on muscle structure can facilitate meaningful clinical gains. Consequently, integrating core stabilization exercises into treatment protocols has the potential to enhance therapeutic efficacy by translating these structural improvements into superior clinical outcomes.

Key words: Low back pain, physical functional performance, infiltration, lumbar multifidus, core stability.

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

$\overline{x}$:	Ortalama
%:	Satır Yüzdesi
χ^2:	Pearson chi-square testi
Δx:	İlk-Son Fark
η^2:	Etki büyüklüğü (Eta Kare)
F_{AB}:	İki Yönlü ANOVA (grup ve zaman etkisi)
F:	Grup x zaman faktörünün etkisinin büyüklüğü
F_{RM}:	Tekrarlanan ölçümler varyans analizi
p:	İstatistiksel anlamlılık sınırı
r:	Rank-biserial korelasyonu
t:	Bağımsız gruplarda t-testi
W:	Wilcoxon işaretli sıralar testi için hesaplanan test istatistiği
W_{ST}:	Wilcoxon işaretli sıralar testi
Z:	Mann-Whitney U testi için standartlaştırılmış test istatistiği
Z_W:	W istatistiğinin standart normal dağılımdaki yeri
AHM:	Abdominal Hollowing Manevrası
ART:	Aligned rank transform
BBS:	Basınçlı biofeedback stabilizatör
BT:	Bilgisayarlı tomografi
CEG:	Core Exercise Group
cm:	Santimetre
CNSLBP:	Chronic non-specific low back pain
CPG:	Classic Physiotherapy Group

CSA:	Cross-sectional area
H:	Hipotez
Hz:	Hertz
KA:	Kas kesit alanı
kg:	Kilogram
KEG:	Kor Egzersiz Grubu
KFG:	Klasik Fizyoterapi Grubu
KNSBA:	Kronik Non-Spesifik Bel Ağrısı
L1:	Lomber birinci vertebra
L1-2:	Lomber birinci ve ikinci intervertebral disk seviyesi
L2:	Lomber ikinci vertebra
L2-3:	Lomber ikinci ve üçüncü intervertebral disk seviyesi
L3:	Lomber üçüncü vertebra
L3-4:	Lomber üçüncü ve dördüncü intervertebral disk seviyesi
L4:	Lomber dördüncü vertebra
L4-5:	Lomber dördüncü ve beşinci intervertebral disk seviyesi
L5:	Lomber beşinci vertebra
L5-S1:	Lomber beşinci ve sakral birinci intervertebral disk seviyesi
LMF:	Lomber multifidus kası, Lumbar multifidus muscle
M:	Medyan
MHz:	Megahertz
min-max:	Minimum ve maksimum değerler
mm:	Milimetre
MP:	Mamiller Proses

MRG:	Manyetik Rezonans Görüntüleme
ms:	Milisaniye
ODİ:	Oswestry Disabilite İndeksi
PSIS:	Posterior Superior İliak Spina
Q1-Q3:	İnterkuartil aralık (1. ve 3. çeyrekler)
S1:	Sakral birinci vertebra
SCST:	Sahrmann Core Stabilite Testi, Sahrmann Core Stability Test
SD:	Standart sapma
SP:	Spinöz proses
VAS:	Vizüel Analog Skala
VKİ:	Vücut Kütle İndeksi
W:	Watt

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 *Lokal Kaslar (A) ve Global Kaslar (B)* 8

Şekil 2.2 *Global Kasların Alt Sistemleri: Derin Longitudinal Alt Sistem (A), Posterior Oblik Alt Sistem (B), Anterior Oblik Alt Sistem (C) ve Lateral Alt Sistem (D)* 10

Şekil 2.3 *Yüzeyel Sırt Kasları* 14

Şekil 2.4 *Derin Grup Sırt Kasları* 15

Şekil 2.5 *Multifidus Kasının Servikotorakal (A) ve Lumbosakral (B) Bölümleri* 16

Şekil 2.6 *Yüzeysel (Kırmızı), Orta (Sarı) ve Derin (Mor) Bölgelerin Diseksiyonu (A), L1–L5 SP'ye Bağlanan Yüzeyel Tabakanın Bantları (B, C, D, E, F), A'nın Üç Boyutlu Rekonstrüksiyonu (G), L1–L4 SP'ye Bağlanan Orta Tabaka Lifleri (H), L1-L5 Laminalarına Bağlanan Derin Tabaka Lifleri (I), L5 SP'ye Bağlanan LMF Tabakaları (J)* 18

Şekil 2.7 *Lomber multifidusun kuvvet vektörleri. (A) Posterior görünümde LMF'nin her seviyedeki oblik hareket çizgisi (kalın oklar), büyük dikey vektör (V) ve daha küçük yatay vektör (H). (B) Lateral görünümde LMF dikey vektörlerinin SP'ye dik açılarla gelmesi.* 19

Şekil 3.1 *Çalışmanın Akış Şeması* 30

Şekil 3.2 *Sahrmann Core Stabilite Testi Uygulama Görselleri* 37

Şekil 3.3 *Lomber Multifidus Kasının Fasiyal Sınırlarından Alan Çizimi (Bilateral)* 39

Şekil 3.4 *Goutallier Sınıflandırma Sistemi Derecelerinin Görselleri* 40

Şekil 3.5 *Lomber Segmentte Sağ ve Sol Multifidus Kaslarının Kasılması İçin Palpasyon* 44

Şekil 4.1 *Grupların Ağrı Şiddetleri Değişim Bulgularının Karşılaştırması* 70

Şekil 4.2 *Grupların Ağrı Şiddetleri Değişimlerindeki Etki Değerlerinin (η2) Karşılaştırması* 70

Şekil 4.3 *Grupların Fonksiyonel Özür Düzeyi Değişim Bulgularının Karşılaştırması* 72

Şekil 4.4 *Grupların Fonksiyonel Özür Düzeyi Değişimlerindeki Etki Değerlerinin (η2) Karşılaştırması* 72

Şekil 4.5 *Grupların Kor Stabilite Seviyeleri Değişim Bulgularının Karşılaştırması* 74

Şekil 4.6 *Grupların Kor Stabilite Seviyesi Değişimlerindeki Etki Değerlerinin (r) Karşılaştırması.* 74

Şekil 4.7 *Grupların Lomber Multifidus Kası Kesit Alanı Değişim Bulgularının Karşılaştırması* 78

Şekil 4.8 *Grupların Lomber Multifidus Kası Kesit Alanı (KA) Değişimlerindeki Etki Değerlerinin (η2) Karşılaştırması* 79

Şekil 4.9 *Grupların Lomber Multifidus Kası Kesit Yağ Birikimi Değişim Bulgularının Karşılaştırması* 83

Şekil 4.10 *Grupların Lomber Multifidus Kası Kesit Yağ Birikimi Değişimlerindeki Etki Değerlerinin (r) Karşılaştırması* 84

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 3.1 *Katılımcı Seçim Kriterleri* 29

Tablo 3.2 *Vizüel Analog Skala Puan ve Yorumlama* 32

Tablo 3.3 *Oswestry Disabilite İndeksi Puanlama ve Yorumlama* 34

Tablo 3.4 *Sahrmann Core Stabilite Testi Talimatları* 36

Tablo 3.5 *Sahrmann Core Stabilite Testi Puanlama ve Yorumlama* 37

Tablo 3.6 *Manyetik Rezonans Görüntüleme Parametreleri* 38

Tablo 3.7 *Goutallier Sınıflandırma Sistemi Yağ Dereceleri ve Açıklamaları* 40

Tablo 3.8 *Grupların Çalışma Protokolü* 41

Tablo 3.9 *Germe Egzersizleri Talimatları ve Görselleri* 42

Tablo 3.10 *Kor Egzersiz Grubu Birinci Hafta Ana Egzersizleri* 46

Tablo 3.11 *Kor Egzersiz Grubu İkinci Hafta Ana Egzersizleri* 47

Tablo 3.12 *Kor Egzersiz Grubu Üçüncü Hafta Ana Egzersizleri* 48

Tablo 3.13 *Kor Egzersiz Grubu Dördüncü Hafta Ana Egzersizleri* 49

Tablo 3.14 *Kor Egzersiz Grubu Beşinci Hafta Ana Egzersizleri* 50

Tablo 3.15 *Kor Egzersiz Grubu Altıncı Hafta Ana Egzersizleri* 51

Tablo 3.16 *Kor Egzersiz Grubu Yedinci Hafta Ana Egzersizleri* 52

Tablo 3.17 *Kor Egzersiz Grubu Sekizinci Hafta Ana Egzersizleri* 53

Tablo 3.18 *Klasik Fizyoterapi Grubu Birinci Hafta Ana Egzersizleri* 55

Tablo 3.19 *Klasik Fizyoterapi Grubu İkinci Hafta Ana Egzersizleri* 56

Tablo 3.20 *Klasik Fizyoterapi Grubu Üçüncü Hafta Ana Egzersizleri* 57

Tablo 3.21 *Klasik Fizyoterapi Grubu Dördüncü Hafta Ana Egzersizleri* 58

Tablo 3.22 *Klasik Fizyoterapi Grubu Beşinci Hafta Ana Egzersizleri* 59

Tablo 3.23 *Klasik Fizyoterapi Grubu Altıncı Hafta Ana Egzersizleri* 60

Tablo 3.24 *Klasik Fizyoterapi Grubu Yedinci Hafta Ana Egzersizleri* 61

Tablo 3.25 *Klasik Fizyoterapi Grubu Sekizinci Hafta Ana Egzersizleri* 62

Tablo 3.26 *Grupların 5-8. Haftalar Isınma Egzersizleri* 63

Tablo 3.27 *Grupların 5-8. Haftalar Soğuma Egzersizleri* 64

Tablo 4.1 *Sosyo-Demografik ve Fiziksel Özelliklerin Karşılaştırması* 67

Tablo 4.2 *Ağrı Şiddetleri Değerlendirme Bulguları*..... 69

Tablo 4.3 *Fonksiyonel Özür Düzeyi Değerlendirme Bulguları*..... 71

Tablo 4.4 *Kor Stabilite Seviyesi Değerlendirme Bulguları*..... 73

Tablo 4.5 *Lomber Multifidus Kası Kesit Alanı Değerlendirme Bulguları* 76

Tablo 4.6 *Lomber Multifidus Kası Kesit Yağ Birikimi Değerlendirme Bulguları* 81

1. GİRİŞ

Kronik non-spesifik bel ağrısı (KNSBA), toplumda yaygın olarak görülen ve yaşam kalitesini olumsuz yönde etkileyen önemli bir sağlık sorunudur (Manchikanti vd., 2001). Bel ağrısının tanılanması, prevalansı ve ekonomik etkileri göz önüne alındığında, KNSBA'nın bireyler, toplumlar ve sağlık sistemleri üzerindeki yükü giderek artmaktadır (Hoy vd., 2010). Bel ağrısı, genellikle tedavi edilmesi zor, sürekli ve tekrarlayıcı bir doğaya sahiptir, bu da bireylerin günlük yaşam aktivitelerini, iş gücüne katılımlarını ve genel yaşam kalitelerini önemli ölçüde kısıtlar. Kronik non-spesifik bel ağrısının bu tekrarlayıcı doğası, omurga biyomekaniği, kas yapıları ve nörolojik fonksiyonlar üzerinde derin etkiler yaratmakta; bu da ağrının kronikleşmesine ve tedavi süreçlerinin daha karmaşık hale gelmesine yol açmaktadır. Bu nedenle, KNSBA'nın tedavisi, fizyoterapi alanında büyük bir öneme sahiptir ve çeşitli tedavi yaklaşımları, ağrıyı hafifletmek, fonksiyonel kazanımları artırmak ve bireylerin yaşam kalitesini iyileştirmek amacıyla geliştirilmiştir (Balagué vd., 2012; Delitto vd., 2012).

Kronik non-spesifik bel ağrısının tedavisinde uygulanan yaklaşımlar arasında egzersiz terapisi, son yıllarda etkinliği kanıtlanmış bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Özellikle kor stabilizasyon egzersizleri, lumbopelvik bölgedeki kasların kuvvetlendirilmesi ve stabilizasyonunun sağlanması amacıyla geliştirilen bir tedavi yöntemidir (Akuthota ve Nadler, 2004). Kor stabilizasyon egzersizlerinin temel amacı, omurga çevresindeki kasların koordineli bir şekilde çalışmasını sağlayarak omurganın hem statik hem de dinamik stabilitesini artırmaktır. Bu egzersizler, sadece ağrı yönetiminde değil, aynı zamanda postüral kontrol ve denge sağlanmasında da kritik bir rol oynamaktadır (Hodges ve Richardson, 1997). Kor stabilite, omurganın doğru postüral dengeyi sağlayabilmesi ve günlük yaşam aktivitelerinin yanı sıra spor gibi yoğun fiziksel aktivitelerde yaralanma riskini azaltabilmesi için kritik bir rol oynar (Hodges ve Richardson, 1996; Liddle vd., 2004). Bu bağlamda, kor stabilizasyon egzersizlerinin, özellikle KNSBA tedavisinde, klasik fizyoterapi egzersizlerine kıyasla daha etkili olup olmadığı, literatürde tartışılan önemli bir konudur (Koumantakis vd., 2005).

Kor stabilizasyonu üzerine yapılan çalışmalar, bu egzersizlerin ağrı yönetiminde, fonksiyonel iyileşme sağlamada ve omurganın biyomekanik stabilitesini artırmada önemli yararlar sunduğunu göstermektedir (Hodges ve Richardson, 1999). Ancak, bu egzersizlerin lomber multifidus kası (LMF) üzerindeki spesifik etkileri, daha derinlemesine araştırılmayı gerektiren bir alan olarak öne çıkmaktadır. Lomber multifidus kası, omurganın stabilizasyonunda önemli bir rol oynayan, büyük kas kesit alanı (KA) ve düşük lif uzunluğu-kas uzunluğu oranı ile dikkat çeken bir kastır (Ward, 2009). Bu kasın KA'sında meydana gelen azalmanın ve yağ infiltrasyonunun, KNSBA'lı bireylerde yaygın olarak gözlemlenen patolojik değişiklikler arasında yer aldığı literatürde sıkça belirtilmektedir (Hides vd., 1994; Kader vd., 2000). Ancak, bu bulguların genelleştirilebilirliği ve diğer fizyoterapi yöntemleri ile karşılaştırıldığında etkinliği hakkında bazı belirsizlikler bulunmaktadır (Hides vd., 2001; Macedo vd., 2009; van Middelkoop vd., 2010).

Bu çalışmanın amacı, KNSBA'lı bireylerde kor stabilizasyon egzersizlerinin ağrı, fonksiyonel özür, lumbopelvik kor stabilite ve lomber multifidus kası üzerindeki etkinliğini değerlendirmek ve bu sonuçları klasik fizyoterapi egzersizleri ile karşılaştırmaktır. Özellikle, bu egzersizlerin, LMF KA'sı ve yağlanma oranında meydana gelen değişikliklere olan etkisini araştırmak, çalışmamızın temel hedeflerinden biridir. Bu bağlamda, kor stabilizasyon egzersizlerinin manyetik rezonans görüntüleme (MRG) kullanılarak yüksek çözünürlüklü anatomik verilerle desteklenmesi, derin kas gruplarını hedef alan bu egzersizlerin klasik fizyoterapi egzersizlerine göre fizyolojik etkilerini daha ayrıntılı bir şekilde ortaya koyacaktır. Çalışmanın bu detaylı yaklaşımı, literatürdeki mevcut boşlukları doldurarak, KNSBA tedavisinde hedefe yönelik ve etkin yaklaşımlar geliştirilmesine katkı sağlayabilir.

Bu bağlamda, çalışmamızın hipotezleri (H) şu şekilde belirlenmiştir:

- H1: Kor stabilizasyon egzersizleri, KNSBA'lı bireylerde klasik fizyoterapi egzersizlerine kıyasla genel ağrı şiddetini daha fazla azaltır.
- H2: Kor stabilizasyon egzersizleri, KNSBA'lı bireylerde klasik fizyoterapi egzersizlerine kıyasla istirahat halindeki ağrı şiddetini daha fazla azaltır.
- H3: Kor stabilizasyon egzersizleri, KNSBA'lı bireylerde klasik fizyoterapi egzersizlerine kıyasla aktivite sırasında oluşan ağrı şiddetini daha fazla azaltır.

- H4: Kor stabilizasyon egzersizleri, KNSBA'lı bireylerde klasik fizyoterapi egzersizlerine kıyasla gece oluşan ağrı şiddetini daha fazla azaltır.
- H5: Kor stabilizasyon egzersizleri, KNSBA'lı bireylerde fonksiyonel özür düzeyini klasik fizyoterapi egzersizlerine kıyasla daha fazla iyileştirir.
- H6: Kor stabilizasyon egzersizleri, KNSBA'lı bireylerde lumbopelvik kor stabiliteyi klasik fizyoterapi egzersizlerine kıyasla daha fazla artırır.
- H7: Kor stabilizasyon egzersizleri, KNSBA'lı bireylerde LMF KA'sını klasik fizyoterapi egzersizlerine kıyasla daha fazla artırır.
- H8: Kor stabilizasyon egzersizleri, KNSBA'lı bireylerde LMF yağ birikimini klasik fizyoterapi egzersizlerine kıyasla daha fazla azaltır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kronik Non-Spesifik Bel Ağrısı

2.1.1. Tanım, Prevalans ve Ekonomik Etkisi

Bacağa yansıyan ağrı olsun ya da olmasın, son kosta sınırı ile gluteal oluk arasında lokalize olan ağrı ve rahatsızlık olarak tanımlanan bel ağrısı (Vrbanić, 2011), tüm yaş gruplarını etkileyen yaygın bir küresel sağlık sorunudur (Manchikanti vd., 2001).

Bel ağrısı spesifik ve non-spesifik olarak ikiye ayrılır. Spesifik bel ağrısı, enfeksiyon, radikülopati, kırık veya tümör gibi bilinen bir patolojiye bağlı olarak gelişir. Non-spesifik bel ağrısı ise bilinen bir patolojiye dayanmayan ağrılardır (Violante vd., 2015). Bel ağrısı ayrıca süresine göre akut, subakut ve kronik olarak sınıflandırılır. Akut bel ağrısı altı haftadan kısa, subakut bel ağrısı altı hafta ile üç ay arasında süren ağrılardır. Kronik bel ağrısı ise üç aydan fazla süren veya altı ay içinde epizodik olarak ortaya çıkan ağrıdır (Krismer ve Van Tulder, 2007).

Bel ağrısının yaşam boyu prevalansı %84'tür ve non-spesifik bel ağrısı tüm bel ağrılarının %90'ını oluşturur (Bardin vd., 2017; Côté vd., 1998). Kronik non-spesifik bel ağrısının prevalansı %2 ile %27 arasında değişmektedir (Altinel vd., 2008; Freburger vd., 2009; Hartvigsen vd., 2018; Hoddevik ve Selmer, 1999; Hoy vd., 2012; Iizuka vd., 2017; Jonsdottir vd., 2019; Kahere ve Ginindza, 2021; Noormohammadpour vd., 2017). Kronik bel ağrılarının yüksek oranını non-spesifik bel ağrıları oluşturur. Iizuka vd. (2017), 213 bel ağrılı birey ile yapmış oldukları çalışmada, KNSBA ve kronik spesifik bel ağrısının prevalansını sırasıyla %15,4 ve %9,3 olarak bulmuşlardır. Bu bulgu, kronik bel ağrılı bireylerin %62,2'sinde KNSBA olduğunu göstermektedir.

Kronik bel ağrısı, 20-30 yaş arasında daha düşük prevalansa sahipken, 30 yaştan itibaren artarak 50-60 yaş arasında en yüksek seviyelere ulaşır ve 70'li yaşlarda stabilize olur. (Hoy vd., 2012). 2020 yılında dünya genelinde 619 milyon kişiyi etkileyen bel ağrısının, 2050 yılına kadar 843 milyona ulaşması beklenmektedir (GBD, 2023). Bu artış, kişiler, aileler, toplumlar ve devletler üzerinde ağır bir ekonomik yük

yaratmaktadır (Hoy vd., 2010). Bel ağrılarıyla ilgili maliyet çalışmalarında, en büyük yükün kronik bel ağrılarından kaynaklandığı görülmektedir (Hashemi vd., 1998; Watson vd., 1998). Türkiye'de yapılan bir çalışmada, kronik bel ağrısının kişi başı doğrudan maliyeti 1.080 TL (yaklaşık 600 USD) ve dolaylı maliyeti 5.511 TL (yaklaşık 3.080 USD) olarak bildirilmiştir (Icagasioglu vd., 2015).

2.1.2. Risk Faktörleri ve Patogenez

Non-spesifik bel ağrılarının kronikleşmesine neden olan faktörler, fiziksel, psikososyal ve nörolojik risk faktörleridir. Bu faktörlerden bazıları; tedavinin erken evresinde uyumsuz bakım süreçlerine maruz kalma, yüksek düzeyde disabilite, bel ağrısının başlangıcında şiddetli ağrı yaşanması, ağır işçilik, iş memnuniyetsizliği ve kötü çalışma koşulları (Fransen vd., 2002), obezite, sigara kullanımı, depresyon ve anksiyetedir (Stevans vd., 2021). Ayrıca, akut ağrıların tekrarlaması, merkezi sinir sisteminde hassasiyete ve zamanla kronik ağrıya yol açmaktadır (Campbell vd., 2013).

Kronik non-spesifik bel ağrısının patogenezi biyomekanik, psikolojik ve serebral değişimleri içerir. Biyomekanik değişimlerde adımların kısalması, yürüyüş hızının yavaşlaması ve asimetrik hareket paternleri gözlenir (Selles vd., 2001). Anormal yürüyüş modelleri, bozulmuş toraks-pelvis koordinasyonu nedeniyle oluşur (Lamoth vd., 2008). Ayrıca, lomber omurgada fleksiyon, ekstansiyon ve lateral fleksiyon hareketlerinin azalmasıyla hareket kaybı mevcuttur (Larivière vd., 2000). Hareket hızının yavaşlaması ve gövde salınımlarının azalmasının bir nedeni de propriyosepsiyonun azalmasıdır; bu durum, azalmış postüral kontrol ve düşük hareket farkındalığı ile sonuçlanır (Laird vd., 2014). Yük kaldırma sırasında bel kaslarının kasılma süresi artar, bu da omurgaya binen yüklerin artmasına ve yaralanma riskinin yükselmesine neden olur (Ferguson vd., 2004). Bel ağrısı olan bireylerde istirahatte bile gövde kaslarının düşük seviyeli kontraksiyonu gözlemlenir (van Dieën vd., 2003). Postüral kontrol ve denge de sağlıklı bireylere göre daha düşüktür (Berenshteyn vd., 2019; da Silva vd., 2018). Paraspinal kaslarda yağ infiltrasyonu ve atrofi gibi değişimler de görülmektedir (Goubert vd., 2016; Wan vd., 2015).

Kronik bel ağrısının psikolojik etkileri arasında korkudan kaçınma modeli geliştirme (Davis vd., 2013), anksiyete, depresyon, uyku bozuklukları, intihar düşüncesi, sosyal aktiviteleri gerçekleştirmede ve insanlarla ilişki kurmada zorluklar

bulunmaktadır. En yaygın anksiyete ve depresyon belirtileri psişik anksiyete, depresif ruh hali, uyumada zorluk ve huzursuz uykudur (Kakpovi vd., 2017).

Kronik non-spesifik bel ağrısı olan bireylerde, beyinde belirgin yapısal ve fonksiyonel farklılıklar mevcuttur. Primer somatosensoriyel kortekste daha fazla reaktivite ve belin temsil edildiği alanın genişlemesi gözlenir, bu durum kronik ağrının beyindeki kortikal yeniden yapılanma süreçleriyle ilişkili olduğunu gösterir (Flor vd., 1997). Ayrıca, beyin korteksindeki gri madde hacmi, talamus ve dorsolateral prefrontal korteks gibi bölgelerde azalma görülür (Apkarian vd., 2004). Beyin sapı ve dorsolateral prefrontal korteks hacimleri de kronik ağrı ile ilişkili olarak azalır (Schmidt-Wilcke vd., 2006). Ayrıca serebral kan akışında da azalma gözlemlenmiştir (Honda vd., 2007).

2.1.3. Konservatif Tedavi Yöntemleri

Kronik non-spesifik bel ağrısının tedavisinde ana amaç, bireyin istenilen aktivite ve katılım düzeyine geri dönmesini sağlamak ve kronik şikâyetleri ile nükslerinin önlenmesidir (Bekkering vd., 2003). Cerrahi girişimler ve farmakolojik tedavilerin yanı sıra elektroterapi ajanları, egzersiz terapisi, manuel terapi, akupunktur, bilişsel-davranışçı terapi ve bel okulu gibi çeşitli konservatif tedavi stratejileri kullanılmaktadır (Andrade vd., 2008; Huang vd., 2015).

Elektroterapi ajanları arasında interferansiyel akım, lazer terapi, terapötik ultrason, kısa dalga diatermi ve TENS etkili bulunmuştur (Durmus vd., 2010; Ebadi vd., 2018; Gur vd., 2003; Kerem ve Yigiter, 2002; Ladeira vd., 2015). Egzersiz terapisi, KNSBA'lı bireyler için en yaygın kullanılan konservatif tedavidir ve bel ağrısı ile ilgili sağlık kılavuzlarında önerilmektedir (van Middelkoop vd., 2010). Uzun süren hareketsizlik iyileşmeyi olumsuz etkileyeceğinden, KNSBA'lı bireylerin fiziksel olarak aktif kalmaları önerilir (Bekkering vd., 2003). Aerobik egzersizler (Gordon ve Bloxham, 2016), kor stabilizasyon ve kuvvetlendirme egzersizleri (Chang vd., 2015), germe egzersizleri (Masharawi ve Nadaf, 2013), pilates egzersizleri (Gladwell vd., 2006; You vd., 2014) ve yoga (Chang vd., 2016) KNSBA tedavisinde kullanılan egzersizlerdir.

Kor kaslarının gücündeki azalma, lomber instabiliteye yol açabilir (Willson vd., 2005) ve bu durum, lomber omurganın esnekliğini de azaltır (Cho vd., 2014). Kronik bel ağrılı bireyler, ağrıyı azaltmak için gövde hareketlerini kısıtlar, bu da kor kaslarının daha da zayıflamasına ve lomber instabilitenin artarak bel ağrısına neden olmasına yol açar (You vd., 2014). Transversus abdominis ve multifidus kaslarını harekete geçirmek için yapılan egzersizler, kronik bel ağrılı bireyler için önemlidir (França vd., 2010). Stabilizasyon egzersizleri, bu kasların kuvvetini ve dayanıklılığını artırmayı (Arokoski vd., 2001), omurga stabilitesini iyileştirmeyi (Kavcic vd., 2004) amaçlar. Kuvvetlendirme Egzersizleri, yürüme hızı dahil olmak üzere fonksiyonel kazanım için etkili bir tedavi olarak kabul edilir. Yürürken derin gövde kaslarının aktif olması, bu kasların kuvvetlendirilmesini sağlar ve günlük yaşam aktivitelerini tamamlamada yardımcı olur (Maeo vd., 2013; Shnayderman ve Katz-Leurer, 2012). Kor stabilizasyon ve kuvvetlendirme egzersizleri, kronik bel ağrısını azaltır, kor stabiliteyi artırır ve fonksiyonel limitasyonları iyileştirir (Coulombe vd., 2017). Aynı zamanda omurganın erektör kasları, hamstringler ve kalça fleksör kasları gibi yumuşak dokuları germe egzersizlerinin de omurganın eklem hareket açıklığını artırdığı, bel ağrısını azalttığı ve kas sertliğini giderdiği bildirilmiştir (Gordon ve Bloxham, 2016).

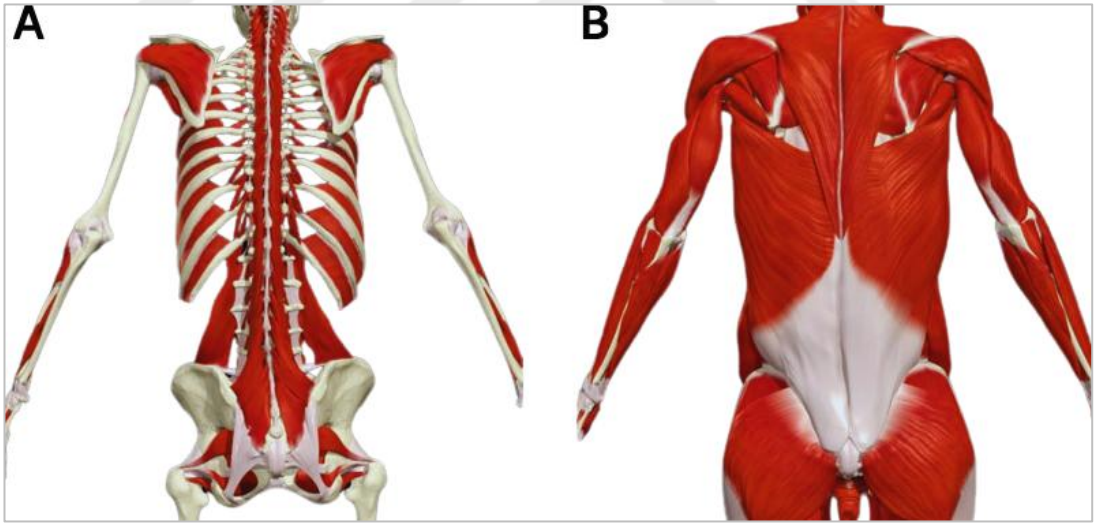
2.2. Kor Anatomisi

Kor kelimesi, kökeni itibariyle iki farklı kaynaktan türetilmiştir. İlk olarak, Yunancada "ağaç gövdesi" anlamına gelen "kormos" kelimesinden köken almaktadır. İkinci olarak ise, İspanyolcada "kalp" anlamına gelen "corazon" kelimesinden türetilmiştir. Bu kelimeler, genellikle bir yapının merkezini ifade etmektedir. Kor, vücudun merkezi bölgesi olarak tanımlanabilir ve gövde, pelvik bölge, omuz kuşakları ile bu bölgelerin kasları, bağ dokuları ve kemik yapılarını kapsar (Dougherty vd., 2011).

Kor, coxo-lumbo-pelvik kompleks olarak adlandırılır ve kinetik zincirin merkezi olup, üst ve alt ekstremitelere iletilen tüm hareketlerin kaynağını oluşturur. Joseph Pilates, bu bölgeyi "powerhouse" (güç merkezi) olarak adlandırmış ve hareketlerin ana kaynağı olarak görmüştür. Fonksiyonel anatomiye göre, kor bölgesinin asıl fonksiyonu hareketin kontrolünü sağlamak ve gövdenin stabilitesini temin etmektir. Bu, bir hareketin gerçekleştirilmesi sırasında gövdenin proksimal

stabilizasyonunu ve yeterli izometrik desteğini sağlamaya yöneliktir. Kor kasları, üst vücut ile alt vücut arasındaki kuvvet aktarımını sağlayarak kinetik zincirin önemli bir halkasını oluşturur. Ağırlık merkezi kor bölgesinde bulunur ve tüm hareketlerin başlangıç noktası burasıdır. Güçlü ve etkili bir kor, insan hareket sisteminde doğru postüral dengeyi korumak, distal mobiliteyi kolaylaştırmak ve nöromüsküler sistemin verimliliğini artırmak için gereklidir. Kor kaslarının optimal uzunluk-gerilim oranlarını koruması, hızlanma, yavaşlama ve stabilizasyon sırasında hareket etkinliğini artırır. Bu durum, daha düzgün bir postür geliştirilmesine, günlük yaşam hareketlerinin ve spor aktivitelerinin daha verimli hale gelmesine ve yaralanmaların önlenmesine önemli ölçüde katkı sağlar (Raiola vd., 2020).

Kor kasları lokal ve global kaslar olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 2.1). Lokal kas sistemi, genelde eklem desteği veya stabilizasyonunda rol oynayan kaslardan oluşurken global kas sistemi ise büyük ölçekli hareketlerden sorumludur ve pelvisten göğüs kafesine, alt ekstremitelere veya her ikisine birden uzanan daha yüzeyel kaslardan oluşur (Bergmark, 1989).



Şekil 2.1 *Lokal Kaslar (A) ve Global Kaslar (B) (Clark ve Lucett, 2011).*

Global kaslar, omurganın hareket ve tork üretiminden sorumlu olup hızlı kasılan liflerden oluşan yüzeyel uzun kaslardır. Bu kaslar pelvisten göğüs kafesine, alt ekstremitelere veya her ikisine birden uzanır (McGill, 2001). Önemli global kaslar arasında erector spinae, eksternal oblik, rectus abdominis, quadratus lumborum, hamstringler, gluteus maximus, latissimus dorsi, kalça addüktörleri ve quadriceps femoris bulunur. Bu kaslar vücuda binen dış yükleri dengeleyerek gövde ve ekstremite

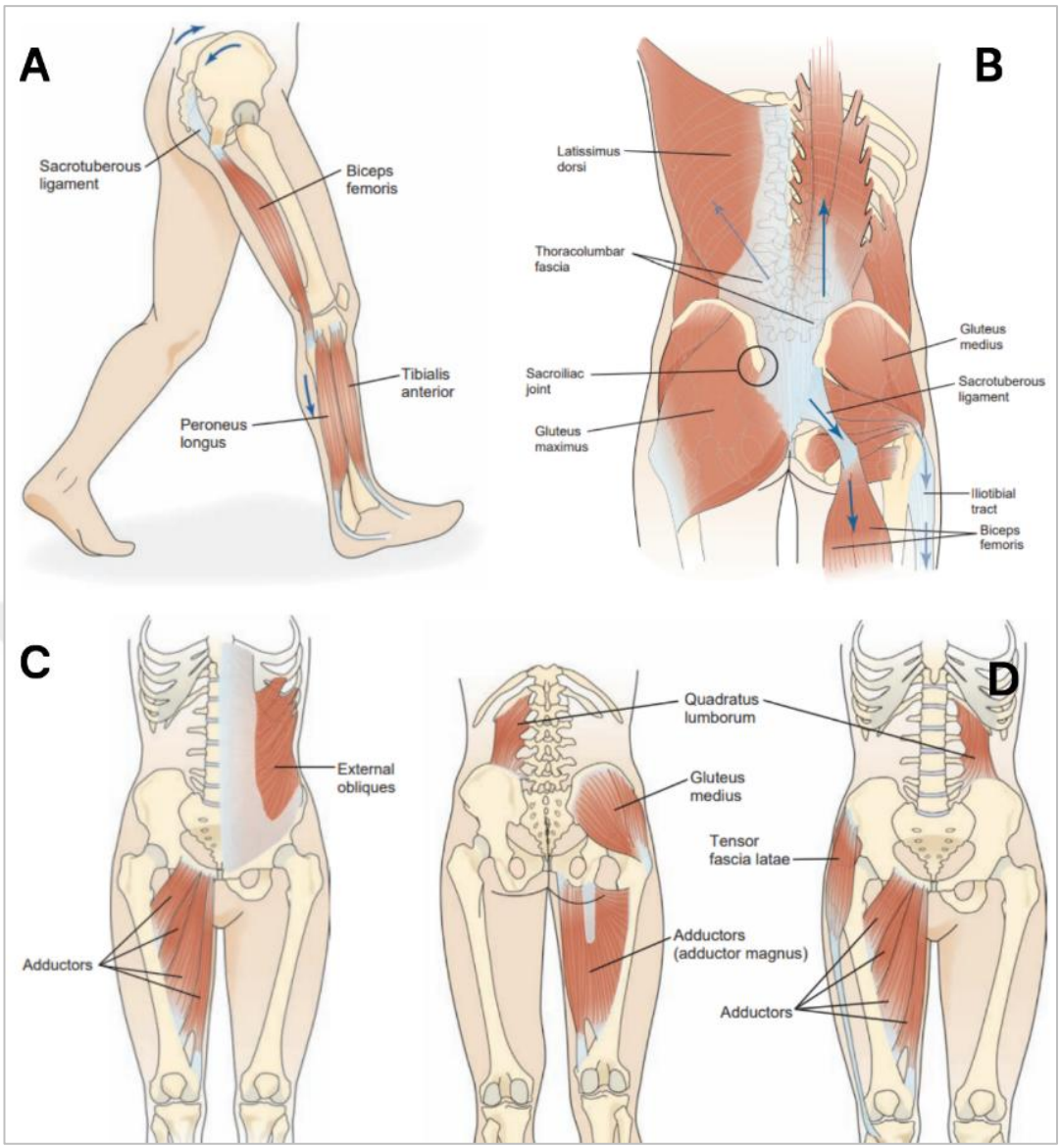
hareketlerini sağlar. Ayrıca, kuvvetlerin üst ve alt ekstremitelerden pelvise aktarılmasını ve absorbe edilmesini sağlarlar. Global kaslar, dört alt sistemde çalışan kuvvet çiftleri olarak organize edilmiştir. Bu sistemler; derin longitudinal, posterior oblik, anterior oblik ve lateral alt sistemlerdir (Şekil 2.2). Bu alt sistemler, entegre bir fonksiyonel birim olarak çalışır (Clark ve Lucett, 2011).

Derin longitudinal alt sistemde yer alan majör yumuşak dokular arasında erector spinae, torakolomber fasya, sakrotuberöz ligament, biceps femoris ve peroneus longus bulunur. Bu sistem, gövdeden yere doğru sakroiliak eklem yoluyla kuvvet aktarımı sağlar.

Posterior oblik alt sistem, derin longitudinal sistemle sinerjik olarak çalışır. Gluteus maximus ve latissimus dorsi kasları torakolomber fasyaya bağlanır ve bu fasya sakruma uzanır. Karşı taraflı gluteus maximus ve latissimus dorsi kasları kasıldığında, sakroiliak eklem boyunca stabiliz edici bir kuvvet iletilir.

Anterior oblik alt sistemi, vücudun ön kısmında bulunan ve transvers düzlemde işlev gören kas gruplarından oluşur. Bu sisteme iç ve dış oblik abdominal kaslar, abdominal fasya, kalça addüktör kasları ve kalça dış rotatörleri dahildir. Bu kaslar, bacak salınımına katkıda bulunmanın yanı sıra pelvik stabilite ve rotasyona yardımcı olur ve sakroiliak eklem stabilizasyonunda önemli bir rol oynar.

Lateral alt sistem, gluteus medius, tensor fascia latae, addüktör kompleks ve quadratus lumborumdan oluşur ve bunlar frontal düzlemde ve pelvofemoral stabilitede rol oynar. İpsilateral gluteus medius, tensor fascia latae ve addüktörlerin kontralateral quadratus lumborum ile birleşerek yürüyüş, lunge veya merdiven çıkma gibi tek bacak fonksiyonel hareketleri sırasında pelvis ve femuru frontal düzlemde kontrol ederler (Clark ve Lucett, 2011).



Şekil 2.2 *Global Kasların Alt Sistemleri: Derin Longitudinal Alt Sistem (A), Posterior Oblik Alt Sistem (B), Anterior Oblik Alt Sistem (C) ve Lateral Alt Sistem (D) (Clark ve Lucett, 2011).*

Lokal kaslar, harekete özgü olmayan ama eklem hareketine izin veren stabilite sağlayan kaslardan oluşur. Genellikle bu kaslar ekleme yakın konumlanır ve eklemin pasif elemanlarına geniş bir yelpazede bağlanmaları sayesinde eklem sertliğini ve stabilitesini artırmak için idealdirler (Panjabi, 1992). Lokal kas sistemi, transversus abdominis, multifidus, internal oblik, quadratus lumborum, diyafram ve pelvik taban kaslarını içerir (Stanford, 2002).

2.2.1. Transversus Abdominis

Transversus abdominis kası, anterolateral abdominal duvarın en derin kas tabakasını oluşturur ve önde aponevrozla sonlanır. Bu aponevroz, mediale doğru uzanarak linea alba'da birleşir. Her iki taraftaki transversus abdominis kasının medial kenarları, xiphoid çıkıntıya en yakın noktada birbirine yaklaşır. Ancak, kaudale doğru ilerledikçe, bu kenarlar laterale doğru uzaklaşır ve umbilicus seviyesinde rektus kılıfının lateral kenarından en uzak noktada bulunur. Xiphoid çıkıntıya yakın bölgede, transversus abdominis'in kaslı kısmı, rectus abdominisin arkasında yer alır ve rektus kılıfının arka tabakasına kadar uzanır. Umbilicus seviyesinin üzerinde ise bu kas, posterior rectus kılıfına dahil olur (Standring, 2016).

Transversus abdominis kası, intra-abdominal basıncı artırarak intra-abdominal organlara destek sağlar ve omurganın proksimal stabilitesine katkıda bulunur (Nováček, 2015). Ayrıca, kinetik zincir içinde lokal kas sistemine dahil olan bu kas, segmental stabiliteyi sağlamakta ve üst ile alt ekstremiteler arasında kuvvet aktarımını düzenleyerek hareketin verimli bir şekilde gerçekleşmesine yardımcı olmaktadır (Panjabi, 1992).

Transversus abdominis kasının klinik önemi, zayıflığının bel ağrısı, pelvik instabilite ve postural bozukluklarla ilişkilendirilmesinden kaynaklanır. Özellikle kronik bel ağrısı olan bireylerde gecikmeli olarak aktive olduğu ve bu durumun gövde stabilitesini olumsuz etkilediği gösterilmiştir (Hodges ve Richardson, 1998). Bunun yanı sıra, Panjabi'nin (1992) çalışmaları, bu kasın segmental stabilite üzerindeki kritik rolünü vurgulamış ve bu kasın zayıflığının nöromüsküler kontrolü bozabileceğini göstermiştir.

2.2.2. İnternal Oblik Kaslar

İnternal oblikler, abdominal kasların orta tabakasında yer alan önemli bir kas grubudur. Kas lifleri yukarıdan aşağıya doğru oblik bir şekilde uzanır ve gövdenin yan tarafında konumlanır. Bağlantı noktaları arasında torakolomber fasya, iliak krest, alt kostalar ve linea alba bulunur (Boyle vd., 2022).

İnternal oblikler, gövde rotasyonu ve fleksiyon hareketlerinde önemli bir rol oynar ve transversus abdominis ile çalışarak omurga stabilitesini destekler. Bu kas,

aynı zamanda intra-abdominal basıncı artırarak kor stabiliteye katkıda bulunur (McGill, 2015; Novak vd., 2021; Sitilertpisan, 2020). İnternal oblikler, gövdenin rotasyonel hareketlerini kontrol ederken aynı zamanda stabilize eder, böylece omurga ve pelvis arasındaki dengenin korunmasına yardımcı olur (Vleeming ve Stoeckart, 2007).

İnternal oblik kaslarının zayıflığı veya disfonksiyonu, pelvis ve omurga arasında dengesizliklere yol açabilir. Bu durum, bel ağrısı ve postüral bozukluklar gibi kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarıyla ilişkilendirilmiştir (O'Sullivan vd., 1997b)

2.2.3. Quadratus Lumborum

Quadratus lumborum, bel bölgesinde yer alan derin bir kastır. İliak krestten başlayarak, 12. kostanın alt kenarına ve L1-L4 lomber vertebraların transvers çıkıntılarına kadar uzanır. Bu kas, omurganın her iki yanında simetrik olarak bulunur ve dörtgenimsi bir yapıya sahiptir (Carline vd., 2016).

Kasın konumu, yassı ve dörtgen şekli nedeniyle, tek taraflı kasılması omurganın lateral fleksiyonuna izin verirken, çift taraflı kasılması ekstansiyon hareketini destekler. Quadratus lumborum'un lomber omurga üzerinde stabilize edici bir etkisi vardır. Ayrıca 12. kosta'ya insersiyosu nedeniyle yardımcı bir ekspiratuar etki gösterir. Kinetik zincirde daha çok lateral alt sistemin bir parçası olarak bilinir. Gluteus medius, tensor fascia latae ve addüktörlerle birlikte pelvisin frontal düzlemde stabilitesini sağlar (Clark ve Lucett, 2011). Ancak derin lifleri, omurga segmentlerinin stabilitesini desteklediği için lokal stabiliteye de katkıda bulunur. Bu çift yönlü işlevi nedeniyle hem global hem de lokal kas sistemiyle ilişkilendirilir (Panjabi, 1992).

Quadratus lumborum kasının disfonksiyonu spinal instabiliteye sebep olarak bel ağrısı gibi klinik sorunlara yol açar (Panjabi, 1993).

2.2.4. Diyafram

Diyafram, göğüs boşluğu ile karın boşluğu arasında bir bariyer oluşturarak, sternumun xiphoid çıkıntısına, 7-12. kostalara, lomber vertebralar ve arkuat ligamente bağlanır (Shahid ve Burns 2023).

Solunumun primer kası olan diyafram, aynı zamanda intra-abdominal basıncı artırarak kor stabiliteye katkı sağlar ve pelvik taban kasları ile transversus abdominis gibi diğer stabilizatörlerle birlikte çalışır. Bu işleviyle, kinetik zincir içinde proksimal bir destek sunarak postür ve hareket sırasında omurga stabilitesini destekler (Amiri ve Zemková, 2023; Kocjan vd., 2018).

Diyafram disfonksiyonu, nefes kontrolünü ve kor stabiliteyi olumsuz etkiler. Stres, postüral bozukluklar ve yanlış nefes alma alışkanlıkları, diyaframın aktivasyonunu azaltarak stabiliteyi bozabilir (Amiri ve Zemková, 2023).

2.2.5. Pelvik Taban Kasları

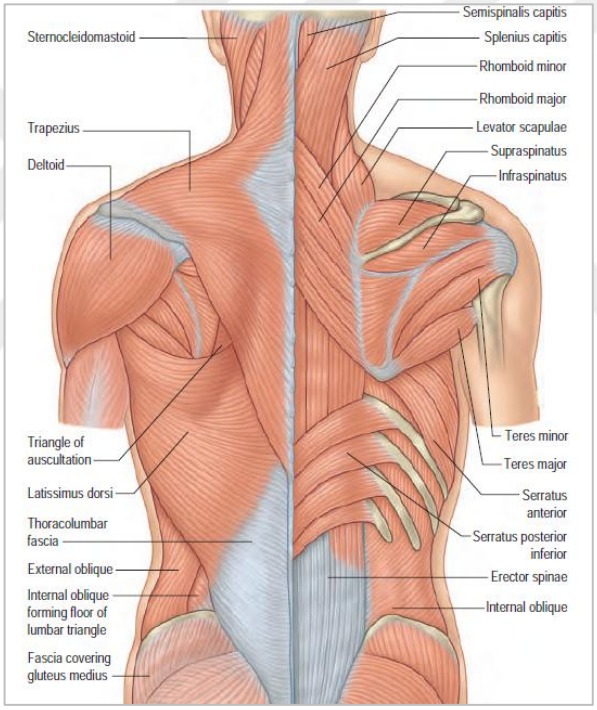
Pelvik taban, levator ani, yüzeysel perineal kaslar, pelvik sinirler, endopelvik fasya ve ligamentlerden oluşan karmaşık bir yapıdır. Bu yapı, pelvik organlara destek sağlarken pelvis ve çevresindeki kaslarla güçlü bir bağlantı kurar. Pelvik kaslar genel olarak beş gruba ayrılır: levator ani, anal sfinkter kompleksi, pelvik yan duvar kasları ve anterior perineal kaslar. Anatomik olarak bu yapı, pubis, koksiks ve lateral olarak iskiyal tuberositeler arasında uzanır. Bu sistemin bütünlüğü hem organların işlevini koruması hem de destekleyici rolünü yerine getirmesi açısından kritik öneme sahiptir (Jorge ve Bustamante-Lopez, 2022).

Pelvik taban kasları, derin abdominal kaslar ve multifidus ile ilişkili olarak lumbopelvik stabilitede kritik bir rol oynayan lokal stabilizasyon sisteminin bir başka bileşenidir (Teymuri vd., 2018). Pelvik taban ve derin abdominal kaslar aynı anda aktive olarak intra-abdominal basıncı ve fasya gerginliğini arttırır ve böylece ağırlık aktarımını sağlar. Bu nedenle, bu kaslar gövde stabilite mekanizmasının bir parçası olarak kabul edilmektedir (Ehsani vd., 2016).

Pelvik taban kaslarının yetersizliği ağrı, travma, cerrahi, kötü hareket modelleri ve doğum sonucunda ortaya çıkabilir. Bel ağrılı hastalarda bu kasların enduransları, sağlıklı bireylere kıyasla azalır. Ayrıca, sakroiliak eklem ağrısı varlığında bu kasların motor kontrolü değişmektedir (Teymuri vd., 2018).

2.2.6. Lomber Multifidus

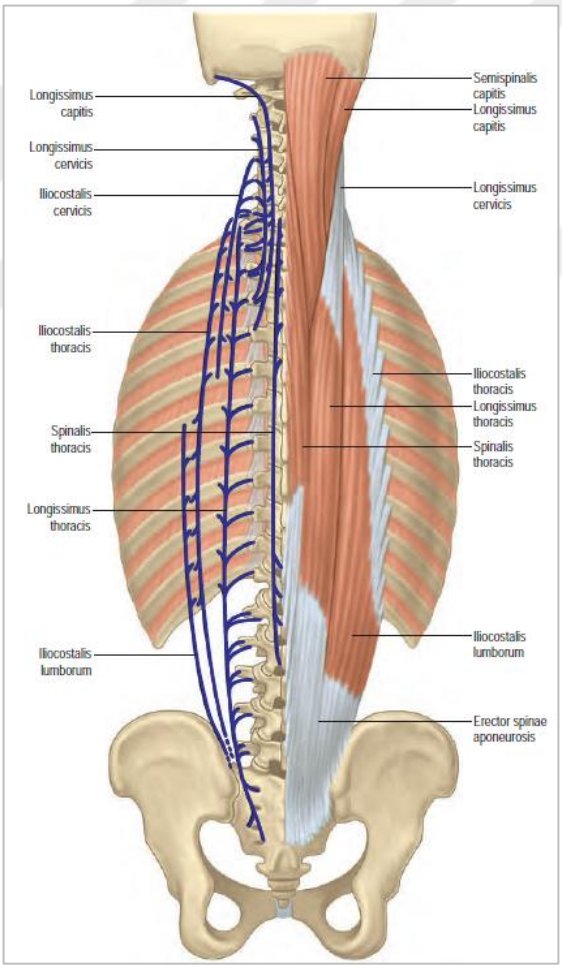
Sırt kasları, yüzeyel ve derin kaslar olmak üzere iki ana grup altında incelenir. Bu kas grupları, aynı zamanda farklı tabakalara ayrılarak ele alınır. Yüzeyel sırt kasları, üst tabaka ve daha derin tabaka olmak üzere ikiye ayrılır (Şekil 2.3). Üst tabakada yer alan kaslar, üst ekstremite ile aksiyal iskelet arasında konumlanır. Bu grupta, trapezius, levator scapulae, rhomboidus major, rhomboidus minor ve latissimus dorsi kasları bulunur (Standring, 2016). Bu kaslar, vücutta çeşitli büyük ve güçlü hareketleri gerçekleştirirler. Daha derinde yer alan diğer yüzeyel sırt kasları ise serratus posterior superior ve serratus posterior inferior'dur. Bu kaslar ise solunumun ve gövde hareketlerinin kontrolünde önemli rol oynar (Kendall vd., 2005).



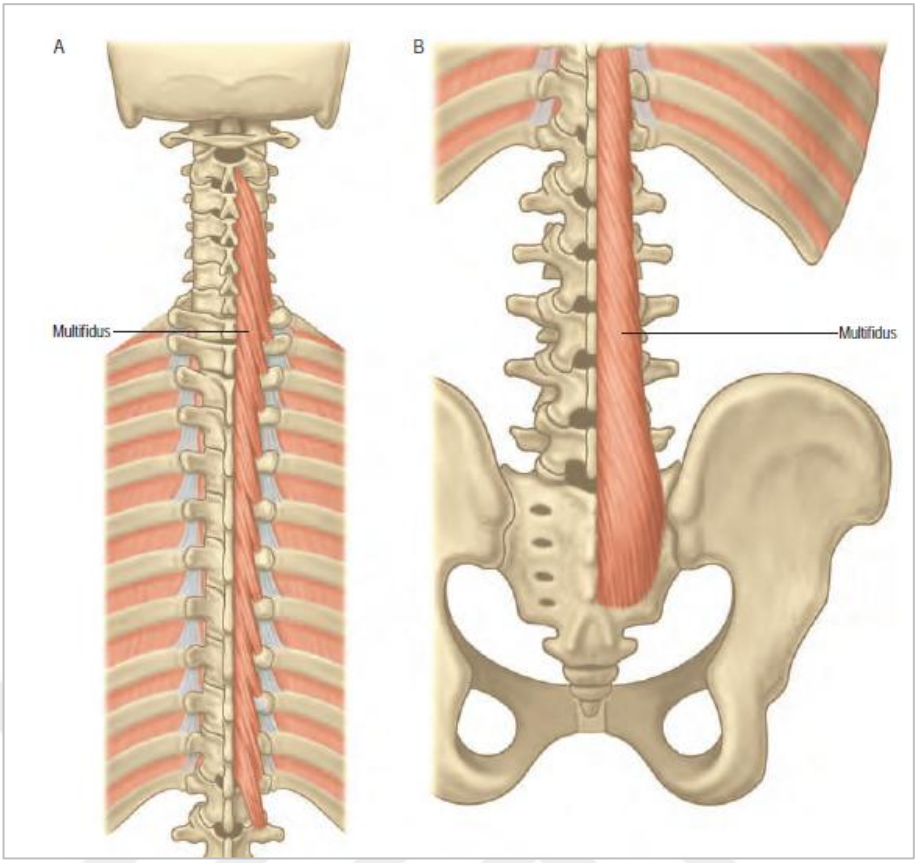
Şekil 2.3 *Yüzeyel Sırt Kasları (Standring, 2016)*

Derin grup kaslar ise daha karmaşık bir yapıya sahiptir (Şekil 2.4) ve yüzeyel, orta ve derin olmak üzere tabakalara ayrılır. Yüzeyel tabaka, splenius capitis ve splenius cervicis kaslarının yanı sıra erector spinae kas grubunu (spinalis, longissimus ve iliocostalis kasları) içerir. Bu kaslar, omurganın dik duruşunu ve hareketlerini destekler (Bogduk, 2005). Orta tabaka, transversospinal kas grubu (semispinalis, multifidus ve rotator kaslar) ve suboksipital kaslardan oluşur. Bu tabaka, omurganın ince motor kontrolünde ve stabilizasyonunda hayati bir rol oynar (Neumann, 2016).

Derin tabaka interspinal ve intertransvers kasları içerir. Bu kaslar, omurganın hassas hareketlerini ve dengesini sağlar (Standring, 2016). Özellikle multifidus kası, omurganın çeşitli bölgelerinde farklı işlevler üstlenir (Şekil 2.5). Servikal, torakal ve üst lomber seviyelerde, spinöz proseslerin (SP) lateralinde yer alır ve alttaki vertebraların laminasını kaplar. Lumbosakral seviyelerde ise sakrum'un arka yüzeyini geniş bir şekilde kaplayarak, bu bölgenin stabilizasyonunda kritik bir rol oynar (Bogduk, 2005). Multifidus kası, interspinal kaslar, kısa rotator kaslar ve intertransvers kaslarla sıkı bir ilişki içinde çalışır. Ayrıca longissimus ve iliocostalis kaslarıyla birlikte torakolomber omurga boyunca uzanarak, omurganın güç ve hareket kabiliyetini artırır (Neumann, 2016). Bu kas yapıları, omurganın kompleks ve entegre bir yapı olarak işlev görmesini sağlar (Bogduk, 2005).



Şekil 2.4 *Derin Grup Sırt Kasları (Standring, 2016)*



Şekil 2.5 *Multifidus Kasının Servikotorakal (A) ve Lumbosakral (B) Bölümleri (Standring, 2016)*

Lomber Multifidus Morfolojisi ve Mimarisi

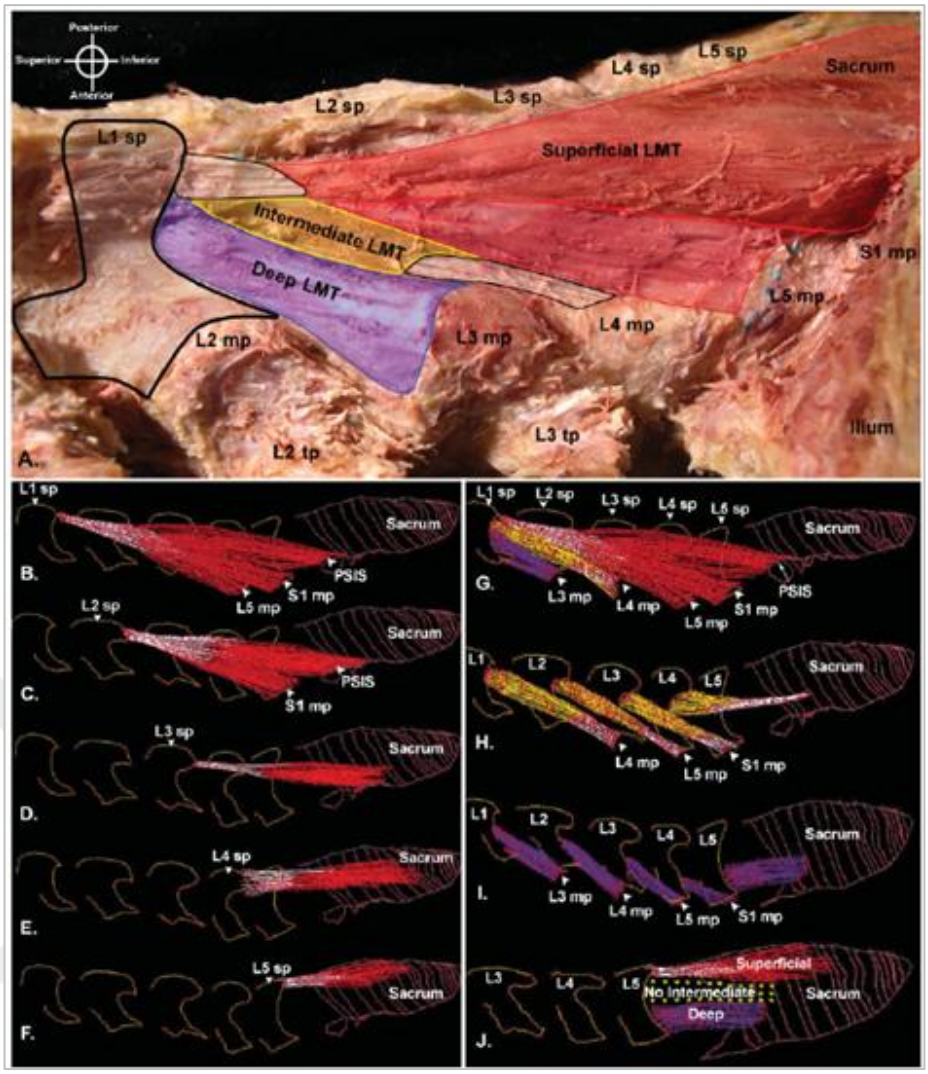
Lomber multifidus kası, faset eklemlerin yanında ve lomber omurganın SP'lerinin lateralinde bulunan, lumbosakral bileşkeyi doğrudan kapsayan en büyük ve en medial paraspinal kastır. Lomber omurganın işlevini tam anlamıyla kavramak ve olası disfonksiyonlarını etkili bir şekilde tedavi edebilmek amacıyla, elektromiyografi, histoloji, biyomekanik, morfoloji ve görüntüleme gibi farklı alanlarda LMF üzerine yoğun araştırmalar yapılmıştır. Lomber omurganın biyomekanik analizi, rehabilitasyonu ve elektromiyografik değerlendirmesinde, LMF'nin anatomisinin doğru bir şekilde tanımlanması hayati önem taşır. Kasın biyomekanik fonksiyonunu eksiksiz olarak anlayabilmek için ise, kasın bağlanma noktalarının ve liflerinin oryantasyonunun doğru ve detaylı bir şekilde açıklanması gerekmektedir (Bogduk, 2012).

Lomber multifidus, lumbosakral bileşkeyi kapsaması ve bölgedeki büyüklüğü nedeniyle yapısal ve mimari açıdan oldukça karmaşık bir kastır (Macintosh vd., 1986). Lomber multifidus, lomber birinci vertebra'dan (L1) lomber beşinci vertebra'ya (L5) kadar olan SP'ler ve vertebra laminalarından başlayan beş ayrı banttan oluşur. Lomber birinci vertebra'dan lomber dördüncü vertebra'ya (L4) kadar olan LMF bantları (L4 dahil), yüzeyel, orta ve derin olmak üzere üç kas lifi demetine ayrılırken, L5 bandı yüzeyel ve derin olmak üzere iki kas lifi demetine sahiptir (Şekil 2.6–A, G, J) (Rosatelli, 2008).

Yüzeyel lifler, L1-L5 SP'lerinin uçlarından proksimal olarak ortak bir tendon ile başlar ve inferolateral yönde ilerleyerek L5 ile sakral birinci vertebranın (S1) mamiller prosesi (MP), sakrum ve ilium'a tutunurlar. Liflerin, seviyelere göre sırasıyla tutunma noktaları şu şekildedir (Rosatelli, 2008);

- Lomber birinci vertebra SP'den çıkan yüzeyel lifler sırasıyla L5 ve S1 MP'ye ve posterior superior iliak spina'ya (PSIS) distal olarak tutunan üç segmente (Şekil 2.6–B);
- Lomber ikinci vertebra (L2) SP'den çıkan yüzeyel lifler, sırasıyla L5 ve S1 MP'ye ve PSIS'e distal olarak tutunan üç segmente (Şekil 2.6–B);
- L2 SP'den çıkan yüzeyel lifler, S1 MP'ye ve PSIS'e distal olarak tutunan iki segmente (Şekil 2.6–C);
- L3 SP'den çıkan yüzeyel lifler, birinci ila üçüncü sakral segmentler arasında sakrum'un dorsolateral yönüne distal olarak tutunan bir segmente (Şekil 2.6–D);
- L4 SP'den çıkan yüzeyel lifler, ikinci ila dördüncü sakral segmentler arasında sakrum'un arka yüzeyine tutunan bir segmente (Şekil 2.6–E);
- L5 SP'den çıkan yüzeyel lifler, sakrum'un arka yüzeyine, üçüncü ila dördüncü sakral segmentlerin seviyesi arasında, median sakral krest lateraline tutunan bir segmente (Şekil 2.6–F) sahiptir.

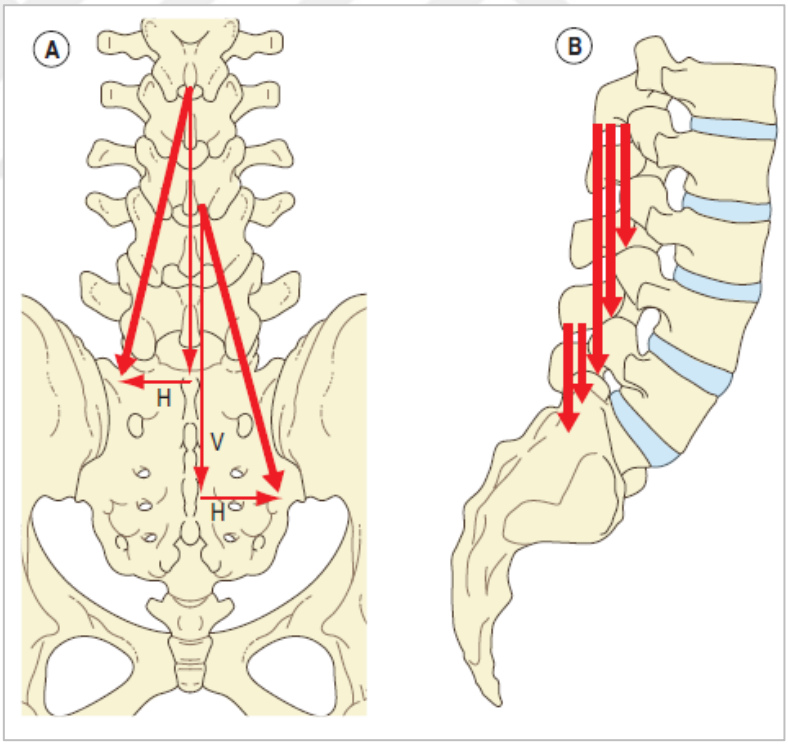
Orta tabaka lifleri, L1, L2 ve L3 SP'den çıkarak sırasıyla L4, L5 ve S1 MP'lere tutunurlar. L4 SP'den çıkan lifler ise sakral ikinci segment seviyesinde sakrum'a tutunur (Şekil 2.6–H). Derin lifler tamamen kaslı beş bölümden oluşur. Her bir lif, L1-L5 vertebraların laminalarının superiorundan başlar ve iki seviye altındaki vertebranın MP'sine tutunur. L5 ise sakrum'a tutunmaktadır (Şekil 2.6–I) (Rosatelli, 2008).



Şekil 2.6 *Yüzeysel (Kırmızı), Orta (Sarı) ve Derin (Mor) Bölgelerin Diseksiyonu (A), L1–L5 SP'ye Bağlanan Yüzeyel Tabakanın Bantları (B, C, D, E, F), A'nın Üç Boyutlu Rekonstrüksiyonu (G), L1–L4 SP'ye Bağlanan Orta Tabaka Lifleri (H), L1-L5 Laminalarına Bağlanan Derin Tabaka Lifleri (I), L5 SP'ye Bağlanan LMF Tabakaları (J) (Rosatelli, 2008).*

Lomber multifidus kasının belirgin özelliği, liflerinin segmental olarak düzenlenmiş olmasıdır. Bu lifler, her bir lomber vertebrayı, daha alt seviyedeki başka bir vertebraya sabitler. Posterior açıdan bakıldığında, LMF liflerinin inferolateral yönde oblik bir şekilde uzandığı gözlemlenir. Bu uzanım, hareket ettiren kuvvetleri dikey ve yatay olmak üzere iki vektöre böler; dikey vektör uzunken, yatay vektör oldukça kısadır (Şekil 2.7–A) (Bogduk, 2012). Yatay vektörler, SP'leri yana doğru çekerek lomber vertebralarda horizontal rotasyon oluşturmak isterler. Ancak bu

rotasyon, kontralateral faset eklemlerin impaksiyonu yani çarpışmasıyla engellenir ve bu çarpışmanın ardından, intervertebral diskler üzerinde uygun bir makaslama kuvveti uygulandıktan sonra gerçekleşir. Yatay vektörün çok küçük olması, LMF'nin bu tür bir makaslama kuvveti uygulamasını imkânsız hale getirir. Dolayısıyla, rotasyon LMF'nin birincil fonksiyonu değildir; bu kas, rotasyon sırasında daha çok stabilizatör rolünü üstlenir (Bogduk, 2012). Ayrıca LMF, gövde rotasyonu sırasında abdominal kasların fleksör momentini dengeleyerek önemli bir dengeleyici işlev görür (Macintosh vd., 1986). Dikey vektörler (Şekil 2.7–B), esas hareketi ortaya çıkaran kuvvetlerdir. Her lomber seviyedeki LMF lifleri, köken aldıkları SP'nin uzun eksenine neredeyse dik açılarla tutundukları için, bu dikey vektörel kuvvetler SP'yi kaldıraç olarak kullanarak spinal ekstansiyonu gerçekleştirir. Ayrıca, öne eğilme hareketleri sırasında oluşan fleksiyon ve anterior makaslama hareketlerinin hızı ve büyüklüğünün kontrol edilmesine de LMF'nin dikey vektörel kuvvetleri önemli ölçüde katkıda bulunur (Bogduk, 2012).



Şekil 2.7 *Lomber Multifidusun Kuvvet Vektörleri. (A) Posterior Görünümde LMF'nin Her Seviyedeki Oblik Hareket Çizgisi (Kalın Oklar), Büyük Dikey Vektör (V) ve Daha Küçük Yatay Vektör (H). (B) Lateral Görünümde LMF Dikey Vektörlerinin SP'ye Dik Açılarla Gelmesi (Bogduk, 2012).*

Lomber Multifidus İnervasyonu

Lomber multifidus sadece morfolojik bir bakış açısından değil, aynı zamanda inervasyon temelinde de segmentlere ayrılmış olarak düzenlenmiştir. Lomber multifidus kasının inervasyonu da kasın fonksiyonel özelliklerini anlamada kritik bir faktördür. Lomber multifidus kası, L1'den L5'e kadar olan lomber sinirlerin posterior ramuslarının medial dalları tarafından inerve edilir. Her medial dal aynı SP'den veya vertebra laminasından başlayan LMF liflerini inerve etmektedir (Macintosh vd., 1986). Bu segmental inervasyon, kasın her seviyede ayrı ayrı kontrol edilebilmesini sağlar ve bu da omurganın segmental stabilitesinin korunmasında önemlidir. Lomber multifidus kasının segmental olarak inerve edilmesi, elektromiyografi çalışmalarında belirli bir lomber radikülopati seviyesinin tanımlanmasını zorlaştırır (Wu vd., 2000).

Shindo (1995), 10 yetişkin ve 10 fetüs kadavrasında yapmış oldukları çalışmada her bir lomber vertebranın SP'lerinden başlayan LMF'leri diseke edip her iki grupta da segmentlere göre 100'er tane LMF lif demetinin inervasyonunu incelemiştir. Bir lomber vertebranın SP'sine bağlı LMF'nin SP seviyesinde lomber sinirin posterior ramusunun medial dalı tarafından segmental olarak inerve edildiğini; yetişkinlerde LMF'yi inerve eden sinirin motor noktasını, kasın SP'ye bağlı olduğu kısmının hafif ön ve alt kısmında, fetüslerde ise yan ve alt kısmında olduğunu belirtmiştir. Fetüslerdeki bu farklılığı, kasların henüz gelişmemiş olmasına bağlamıştır.

Bogduk vd. (1982), bu kasın inervasyonunu unisegmental olarak tanımlamış ve L1 vertebra gövdesine yapışan kas liflerinin L1 segmenti tarafından inervasyon aldığını belirtmiştir. Ancak, son literatürde unisegmental inervasyon kavramını sorgulayan çalışmalar da mevcuttur. Wu vd. (2000), Frankel A paraplejik olan dört tam bireyin (T10 veya T11) multifidusunu EMG testi ile incelemiş ve spinal kord hasarı seviyesinin üç ila yedi segment altında yer alan multifiduslarda istemli motor birim hareket potansiyelleri bulmuşlardır, bu da lumbar multifidus kasının polisegmental innervasyonunu düşündürmektedir. Indahl vd. (1997) ise domuz omurgasını inceleyerek, diskin uyarılmasının multifidusun en medial liflerinde iki taraflı ve çok seviyeli kas kasılmalarına neden olduğunu göstermiştir.

2.3. Kor Stabilite

Kor stabilite, gövdenin pelvik pozisyonuna göre kontrol edilebilme yeteneği olarak tanımlanır ve denge ile stabil postürün korunmasında önemli bir rol oynar. Yetersiz kor stabilitesi, gövde hareket paternlerinde değişikliklere neden olabilir ve bu durum kas-iskelet yaralanmalarına veya ağrılarına yol açabilir. Bu nedenle, kor stabilite, kas-iskelet sistemi yaralanmaları ve ağrıların önlenmesi açısından büyük önem taşır (Panjabi, 1992).

Kor stabilite kavramı, omurga hipermobilitesi veya instabilite teorisinden türetilmiştir. İlk araştırmalar, gövdenin omurgayı yaralanmalardan korumada önemli bir rol oynadığını öne sürmüştür (Morris vd., 1961). 1970'lerde ise, gövde kaslarının omurga ve pelvisi korumadaki önemi vurgulanmış ve abdominal kasların koordineli aktivasyonunun, lomber omurga üzerindeki tork ve kayma stresini minimize ettiği belirtilmiştir (Farfan, 1975).

Panjabi (1992), omurgayı stabilize eden sistemin üç ana bileşeni olduğunu tanımlamıştır; bunlar pasif bağ dokusu, aktif kas-tendon yapıları ve nörolojik kontrol bileşenleridir.

Pasif bileşenler, omurlar, intervertebral diskler, faset eklemleri ve bağlardan oluşur ve bu yapıların birlikte çalışarak omurganın stabilitesine önemli katkıda bulunduğu gözlemlenmiştir (Morris vd.,1961; O'Sullivan vd., 1997).

Aktif bileşenler, kor çevresindeki kasları ifade eder ve bu kaslar, kasılma kapasiteleriyle kor stabilitesine katkıda bulunur (Kibler vd., 2006). Hodges (2004), aktif sistemin abdominal kaslar, diyafram ve pelvik taban kaslarının aktivasyonu yoluyla intra-abdominal basıncı artırdığını ve bu basıncın omurganın lordoz eğrisine karşı bir kuvvet oluşturarak segmental hareketi sınırladığını belirtmiştir. Willson vd. (2005) ise, intra-abdominal basınç, spinal kompresyon kuvvetleri ve kalça ile gövde kaslarının sertliğinin kor stabilitesini artırmada etkili olduğunu vurgulamıştır.

Nörolojik kontrol bileşeni ise, omurganın stabilizasyonu için gerekli bilgiyi alır ve motor komutları organize eder (Panjabi, 1992). Panjabi (1992), merkezi sinir sisteminin, çevresel mekanoreseptörlerden gelen bilgiyi sürekli olarak değerlendirdiğini ve kas aktivitesini bu bilgiye göre düzenlediğini ifade etmiştir.

Kor stabilizasyonunun atletik performansı artırmaktan sakatlıkları önlemeye ve bel ağrısını hafifletmeye kadar uzanan geniş kapsamlı faydaları olduğu bildirilmektedir (Hibbs vd., 2008).

2.3.1. Kor Stabilite Egzersiz Prensipleri

Kor kas sisteminin çalışması, yalnızca kuvvet artışını sağlamakla sınırlı değildir; aslında bu süreç çok daha fazlasını kapsar. Örneğin, kor kaslarının yetersiz koordinasyonu, hareketlerin kısıtlanmasına ve kompansatuvar paternlerin ortaya çıkmasına neden olarak, aktiviteler sırasında zorlanma ve aşırı kullanım yaralanmalarına yol açabilir. Bu durumda, bel ağrısı ve diğer kas-iskelet sistemi yaralanmalarında inhibe olmuş kasların kuvvetlendirilmesinden ziyade, motor kontrolün yeniden öğrenilmesi daha büyük bir öneme sahiptir (Hodges ve Richardson, 1996).

Kor egzersiz programları, basit hareketlerden karmaşık hareketlere doğru kademeli olarak ilerlemeli ve dikkatle planlanmalıdır. Eğer kaslar arasında bir dengesizlik mevcutsa, programa önce normal kas uzunluğunu ve hareketliliğini geri kazandırarak başlanmalıdır. Çünkü eklem hareketlerinin doğru ve verimli bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için kas uzunluğunun ve esnekliğinin yeterli olması gerekir. Agonist kasların dominant ve kısa olması, antagonist kasların inhibisyonuna ve zayıflamasına yol açarak kas dengesizliklerine neden olabilir. Örneğin, primer kalça fleksörü olan iliopsoas kasının gergin ve aşırı aktif olması, primer kalça ekstansörü olan gluteus maximus kasının resiprokal inhibisyonuna yol açabilir. Bu tür kas dengesizlikleri, kinetik zincirin daha üst seviyelerinde, lomber omurga ekstansiyonunun artmasına ve omurganın posterior elemanlarının aşırı yüklenmesine neden olabilir. Ayrıca, postüral kaslar, yerçekimine karşı sürekli olarak aktif oldukları için, kasılma eğilimindedirler. Bu temel dengesizlikler düzeltildikten sonra, programda lumbo-pelvik stabilite egzersizlerine geçilmelidir. Bu aşamada, derin kor kaslarının aktivasyonunun öğretilmesi kritik bir adımdır. Eğer bu aktivasyon başarıyla sağlanırsa, daha ileri düzey lumbo-pelvik stabilizasyon egzersizlerine geçilebilir. Son aşamada ise, iyi bir denge ve koordinasyonu destekleyen fonksiyonel hareket egzersizlerine yer verilmeli ve bu egzersizler ayakta durma pozisyonunda yapılmalıdır. Gelişmiş kor

stabilizasyonunun nihai amacı, bireysel kasları eğitmekten ziyade, fonksiyonel hareket paternlerini geliştirmektir (Akuthota vd., 2008).

2.3.2. Kor Stabilite ve Kronik Non-Spesifik Bel Ağrısı İlişkisi

Kronik non-spesifik bel ağrısı olan bireylerde kor kaslarının enduransının genellikle yetersiz olduğu, bu durumun bel ağrısının yönetiminde kor stabilizasyon egzersizlerinin önemini artırdığı bilinmektedir (MacDonald vd., 2006).

Kor stabilizasyon egzersizleri, lumbopelvik kontrolü yeniden kazandırmak amacıyla iki ana stratejiye dayanır: birincisi, gövde kaslarının koordinasyonunu ve motor kontrolünü yeniden eğitmeyi; ikincisi ise bu kasların kuvvet ve enduransını artırmayı hedefler (Hodges, 2003). Araştırmalar, kor stabilizasyon egzersizlerinin ağrıyı azaltmada, fonksiyonelliği artırmada, eklem hareket açıklığını iyileştirmede ve dengeyi geliştirmede etkili olduğunu göstermektedir (Cho vd., 2014; Gorji vd., 2022). Ayrıca, bu egzersizlerin ağrının yeniden ortaya çıkma riskini azaltabileceği de bildirilmiştir (Hides vd., 2001). Bazı çalışmalar, kor stabilizasyon egzersizlerinin KNSBA olan bireylerde, ağrıyı azaltmada klasik fizik tedavi egzersizlerinden daha etkili olabileceğini öne sürmektedir (Chang vd., 2015; Coulombe vd., 2017; Inani ve Selkar, 2013). Bununla birlikte, bazı araştırmalar bu egzersizlerin ek bir fayda sağlamadığını ileri sürmektedir (Cairns vd., 2006; Koumantakis vd., 2005).

Kor egzersizlerinin, ilgili kas gruplarını aktif hale getirmede oldukça etkili olduğu gösterilmiştir. Maeo vd. (2013) yaptığı bir çalışmada, abdominal bracing, abdominal hollowing ve plank varyasyonları gibi statik egzersizlerle birlikte V-sit, curl-up ve mekik gibi dinamik egzersizler sırasında rectus abdominis, eksternal oblik, internal oblik ve erektör spina kaslarının aktivite düzeyleri incelenmiştir. Bu çalışma, her bir egzersizin farklı kas gruplarında farklı seviyelerde elektromiyogram (EMG) aktivitesi oluşturduğunu ve bu kasların tamamında aktivite değişikliklerine yol açtığını ortaya koymuştur. Ayrıca, Hodges ve Richardson (1998) tarafından yapılan bir başka çalışma, bel ağrısı olan bireylerde transversus abdominis kasının EMG aktivasyonunda gecikme yaşandığını göstermiştir.

Genel olarak, literatürde kor stabilizasyonu ile kronik bel ağrısı arasında güçlü bir ilişki olduğu anlaşılmaktadır. Kor kaslarının zayıf olması veya motor kontrol

eksikliği, bel ağrısının hem sebebi hem de sonucu olabilir. Bu nedenle, kor stabilizasyonu, bel ağrısının önlenmesi ve tedavisinde kritik bir bileşen olarak kabul edilmektedir. Kor stabilizasyon egzersizleri, sadece ağrıyı hafifletmekle kalmaz, aynı zamanda fonksiyonel hareketlerin kalitesini artırarak bireylerin yaşam kalitesini de iyileştirir (Abdelraouf ve Abdel-Aziem, 2016; Hlaing vd., 2021).

2.3.3. Lomber Multifidus ve Bel Ağrısı

Lomber multifidus kası, büyük kesit alanı ve düşük lif uzunluğu-kas uzunluğu oranıyla dikkat çeken, lomber omurganın önemli bir dinamik stabilizatörüdür. Bu mimari özellikler, LMF'yi büyük kuvvetler üretebilen eşsiz bir stabilizatör olarak tanımlamaktadır (Ward, 2009).

Omurgada yüksek esneklik ve minimum dirençle hareket edebilen nötral bölge, omurga hareketinin en az iç dirençle gerçekleştiği, nötr pozisyondan ölçülen fizyolojik intervertebral hareket aralığıdır (Panjabi, 1992). Bu hareket aralığının kas stabilizasyonu ile kontrol altına alınması, spinal stabilitenin korunmasında ve sakatlıkların önlenmesinde büyük önem taşır (Suni vd., 2006). Lomber multifidus kası, nötral bölgenin stabilizasyonunda toplam stabilizasyonun üçte ikisinden fazlasını sağlayarak, nötral bölgenin en kritik stabilizatörlerinden biri olduğunu göstermektedir (Wilke vd., 1995).

Literatürde, LMF atrofisi ile bel ağrısı arasında bir ilişki olduğunu ortaya koyan birçok çalışma bulunmaktadır. Kader vd. (2000), 78 bel ağrılı hastanın MRG sonuçlarını retrospektif olarak incelemiş ve bu hastaların %80'inde LMF atrofisi tespit etmişlerdir. Benzer şekilde, Hides vd. (1994), bel ağrısının LMF'nin boyutu üzerindeki etkisini gerçek zamanlı ultrason görüntüleme kullanarak incelemiş ve tek taraflı bel ağrısı olan 26 deneğin 24'ünde ağrı olan tarafta LMF atrofisi tespit etmişlerdir. Kjaer vd. (2007), LMF'deki yağ infiltrasyonunun bel ağrısı ile ilişkili olup olmadığını araştırmak için 40 yaşındaki 412 yetişkin ve 13 yaşındaki 442 ergenin MRG görüntülerini kullanarak yaptıkları bir kohort çalışmasında, yetişkinlerin %84'ünde, ergenlerin ise %14'ünde LMF'de yağ infiltrasyonu tespit etmişlerdir. Barker vd. (2004), 12 haftadan uzun süren tek taraflı bel ağrısı olan 50 hastanın MRG görüntülerinde LMF'nin KA'sını ölçmüş ve etkilenen taraftaki LMF'nin KA'sının azaldığını tespit etmişlerdir; bu azalmanın semptomların süresiyle pozitif korelasyon

gösterdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca, faset eklem kapsülündeki değişikliklerden sonra LMF liflerinde aktivite azalması rapor edilmiştir (Indahl vd., 1997). Lomber sinir kökünün medial dalına verilen hasar veya indüklenmiş disk yaralanması sonrası LMF'de hızlı atrofi geliştiği de bildirilmiştir (Hodges, 2006). Kronik bel ağrısı olan ve olmayan hastalarda LMF'nin hem KA'sını hem de istemli izometrik kasılma yeteneğini karşılaştıran başka bir çalışma, bel ağrısı grubundaki deneklerde LMF'nin KA'sının önemli ölçüde daha küçük olduğunu ve atrofik kasın istemli izometrik kasma yeteneğinin azaldığını ortaya koymuştur (Wallwork vd., 2009). Aktif düz bacak kaldırma sırasında KNSBA olan hastalar ile ağrısız bireylerin LMF kalınlığını ultrason ile analiz eden bir başka çalışmada ise, ağrısız bireylerin KNSBA'lı hastalara kıyasla düz bacak kaldırma sırasında bilateral olarak anlamlı derecede daha fazla LMF kalınlık değişiklikleri sergiledikleri bulunmuştur (Plaza-Manzano vd., 2022).

Lomber multifidus kası (LMF), omurganın stabilitesini sağlamak ve "nötral bölgeyi" kontrol etmek için kritik bir işleve sahiptir. Ancak, bu kasın atrofisi (küçülmesi veya zayıflaması), omurganın stabilizasyonunu olumsuz etkileyerek bel ağrısına neden olabilir. Önemli bir nokta, bel ağrısının iyileşmesinin her zaman LMF'nin normal fonksiyonuna döndüğü anlamına gelmemesidir. Yani, kişi ağrısız olsa bile LMF kası yeterince güçlü veya işlevsel olmayabilir. Bu durum, bel ağrısının tekrar ortaya çıkma riskini artırır ve LMF'nin fonksiyonundaki bu azalma, tekrarlayan bel ağrıları ile yakından ilişkilidir. (Freeman, 2010).

Lomber multifidus kasındaki yapısal ve fonksiyonel değişikliklerin değerlendirilmesi, KNSBA'nın tanı ve tedavi sürecinde önemlidir (Wan vd., 2015). Modern görüntüleme yöntemleri, kas-iskelet sistemindeki patolojik durumları doğru bir şekilde tespit edebilmek için vazgeçilmez araçlardır. Özellikle yumuşak dokuların ayrıntılı analizi için ileri düzey tekniklere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu doğrultuda MRG, KNSBA'nın değerlendirilmesi ve yönetiminde kritik bir role sahiptir (Wan vd., 2015; Rezazadeh vd., 2019).

2.4. Manyetik Rezonans Görüntüleme

Manyetik Rezonans Görüntüleme, vücudun iç yapılarının ayrıntılı ve yüksek çözünürlüklü görüntülerini elde etmek için güçlü bir manyetik alan ve radyofrekans dalgalarını kullanan, invaziv olmayan bir tıbbi görüntüleme yöntemidir. X-ışınları veya Bilgisayarlı Tomografi (BT) taramaları gibi iyonlaştırıcı radyasyon kullanan

tekniklerin aksine, MRG, özellikle yumuşak dokuların net görüntülerini elde etmede son derece etkilidir. Bu özelliği, MRG'yi beyin, eklemler ve omurga gibi karmaşık anatomik yapıların incelenmesinde vazgeçilmez bir araç haline getirir (Kathiravan ve Kanakaraj, 2013; Maclaren vd., 2012; Powers, 1986; Vijayalaxmi vd., 2015). Üstün kontrast çözünürlüğü sayesinde, farklı yumuşak doku türlerini ayırt etme kabiliyeti, çeşitli tıbbi durumların teşhis ve yönetiminde kritik bir rol oynar (Kalmar vd., 1988).

Manyetik Rezonans Görüntüleme, özellikle lomber omurganın önemli bir stabilizatörü olan ve sıklıkla bel ağrısıyla ilişkilendirilen LMF'nin değerlendirilmesinde etkilidir. Lomber multifidus kası atrofi, yağ infiltrasyonu ve KA'sında azalma gibi patolojik değişikliklere yatkındır ve bunların tümü MRG kullanılarak hassas bir şekilde ölçülebilir (Kjaer vd., 2007). Bu değişiklikler kronik bel ağrısı ve omurgayla ilgili diğer bozukluklar için kritik belirteçlerdir. Manyetik Rezonans Görüntülemenin LMF'deki ince değişiklikleri bile tespit etme yeteneği, onu hem klinik tanıda hem de terapötik müdahalelerin etkinliğini izlemede değerli bir araç haline getirmektedir. Ayrıca, MRG tarafından sağlanan ayrıntılı görüntüleme, LMF'deki yapısal değişiklikler ile bunların omurga biyomekaniği ve hasta semptomları üzerindeki etkileri arasındaki ilişkinin daha iyi anlaşılmasını sağlar (Barker vd., 2004).

Manyetik Rezonans Görüntülemeyi modern tanısal görüntülemede temel yapı taşı haline getiren birkaç önemli avantaj vardır. Başlıca avantajı, yumuşak dokuları yüksek kontrastla görselleştirme konusundaki benzersiz özelliğinde yatmaktadır ve bu da onu belirli uygulamalar için BT veya ultrason gibi diğer görüntüleme yöntemlerinden üstün kılmaktadır. Ek olarak, MRG non-invazivdir ve iyonlaştırıcı radyasyona maruz kalmayı içermez, bu da özellikle takip çalışmalarında veya gebe kadınlar ve çocuklar gibi popülasyonlar için önemli olan güvenli tekrarlanan görüntülemeye izin verir (Heeger ve Ackman, 2021; Nazarian vd., 2013; Oto vd., 2007). Bu yöntemin hastayı hareket ettirmeden çoklu düzlemlerde (aksiyal, sagital ve koronal) ayrıntılı görüntüler sağlama yeteneği, klinik uygulamada çok yönlülüğünü ve faydasını artırır (Huber vd., 1985).

Bununla birlikte, MRG'nin sınırlamaları da yok değildir. En önemli dezavantajı, özellikle uzun süre hareketsiz kalmakta zorluk çeken hastalarda hareket artefaktlarına yol açabilen nispeten uzun tarama süresidir. Bu durum görüntü kalitesini

ve tanısal doğruluğu etkileyebilir. Ek olarak, MRG, güçlü manyetik alandan etkilenebilecek kalp pili gibi belirli metal implant veya cihaz türlerine sahip hastalarda kontrendikedir (Brown ve Johnson, 2019). Prosedür, hastaların tarama süresince dar ve kapalı bir alanda kalmasını gerektirdiğinden, klostrofobi bir başka yaygın sorundur (Munn vd., 2015). Maliyet ve erişilebilirlik, MRG'nin diğer dezavantajlarıdır. Özellikle MRG makinelerinin yüksek maliyeti ve ilgili bakım masrafları, MRG taramalarının nispeten yüksek fiyatına katkıda bulunmakta ve özellikle kaynakların sınırlı olduğu ortamlarda daha az erişilebilir hale getirmektedir (Arnold vd., 2023; Sarracanie vd., 2015). Ayrıca, MRG tarayıcılarının mevcudiyeti sınırlı olabilir ve bu da bazı bölgelerde hastalar için uzun bekleme sürelerine yol açabilir (van Rooyen ve Pitcher, 2020).

Bu çalışmanın temel gerekçesi, MRG'nin yüksek çözünürlüklü anatomik görüntüleme avantajlarını kullanarak, kor stabilizasyon egzersizlerinin lomber multifidus kası üzerindeki yapısal ve fonksiyonel etkilerini ayrıntılı olarak değerlendirmektir. Çalışmanın sonuçları, KNSBA'nın tedavisinde kullanılan mevcut yöntemlerin ötesine geçerek, derin kas gruplarını hedefleyen ve fonksiyonel iyileşmeyi optimize eden egzersizlerin önemini klinik olarak daha iyi anlamamıza olanak sağlayacaktır. Ayrıca, kor stabilizasyon egzersizlerinin yalnızca ağrı azaltma veya stabilite geliştirme değil, aynı zamanda multifidus kasının yağ infiltrasyonu ve kesit alanı üzerindeki etkilerinin incelenmesi, bu egzersizlerin fizyolojik faydalarını değerlendirmeye yönelik literatürdeki önemli bir boşluğu dolduracaktır. Elde edilecek sonuçlar, akademik açıdan, kor stabilizasyon egzersizlerinin bel ağrısı yönetiminde etkinliğini belirlemek için daha fazla araştırma yapılmasını teşvik edebilir. Klinik açıdan ise, bu egzersizlerin KNSBA tedavisinde standart bir yaklaşım olarak benimsenmesi gerektiğini vurgulayarak sağlık profesyonelleri için önemli bir rehber oluşturabilir. Ayrıca, multifidus kası üzerindeki yapısal değişikliklerin detaylı incelenmesi, bu egzersizlerin biyolojik temellerini açıklamak açısından yeni bir anlayış sağlayabilir. Bu bağlamda, çalışma sonuçlarının, kaynakların sınırlı olduğu klinik ortamlarda bile uygulanabilir ve uygun maliyetli tedavi protokolleri geliştirilmesine katkı sunacağı düşünülmektedir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Çalışma Tasarımı ve Etik Onay

Kronik non-spesifik bel ağrılı bireylerde kor stabilizasyon egzersizlerinin ağrı şiddeti, fonksiyonel özür düzeyi, lumbopelvik kor stabilite seviyesi, LMF KA'sı ve yağ birikimine etkilerini araştırmak amacıyla planlanan, prospektif ve randomize kontrollü bir tasarıma sahip olan çalışmamız, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Sağlık Bilimleri Etik Kurulu'ndan 07.02.2022 tarih ve 01 karar numarasıyla alınan etik kurul izniyle yürütüldü. Ayrıca, https://clinicaltrials.gov'da NCT05302349 kimlik numarasıyla kayıt altına alındı. Çalışmamız, Helsinki Bildirgesi ilkelerine tam uyum sağlayarak yürütüldü. Etik standartlara ve katılımcı haklarına öncelik verildi ve çalışmanın boyunca katılımcıların mahremiyetine ve kişisel verilerinin korunmasına özen gösterildi. Katılımcılara, çalışma süresince herhangi bir olumsuzlukla karşılaşmaları durumunda iletişime geçebilecekleri bir telefon numarası sağlandı.

3.2. Katılımcı Seçimi ve Grup Dağılımı

Çalışmamıza, Temmuz 2022 – Ocak 2023 tarihleri arasında Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Polikliniği'nde KNSBA tanısı almış ve katılımcı seçim kriterlerini (Tablo 3.1) karşılayan bireyler dahil edildi. Çalışma başlamadan önce, tüm katılımcılara çalışma prosedürleri, uygulamaların güvenliği ve genel tedavi yaklaşımı hakkında ayrıntılı bilgi verildi. Gönüllü olan katılımcılardan, "Bilgilendirilmiş Onam Formu" ile yazılı onamları alındı (EK-1). Çalışma boyunca, katılımcıların soruları yanıtlandı ve olası endişeleri giderildi. Ayrıca, katılımcılara çalışmanın herhangi bir aşamasında çekilme hakkına sahip oldukları hatırlatıldı.

Çalışmamızın örneklem büyüklüğü hesaplaması, Kliziene ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmadan yararlanılarak yapıldı. İlgili çalışmada, katılımcıların LMF KA'daki değişimler temel alındı. Gruplar arasında gözlemlenen büyük etki büyüklüğü (Cohen's $d=1.05$), %80 güç ($1-\beta=0.80$) ve %5 hata payı ($\alpha=0.05$) parametreleriyle örneklem büyüklüğü hesaplandı. Bu parametreler ışığında yapılan hesaplamalar, grup başına en az 15 katılımcının yeterli olduğunu gösterdi. Çalışma

sırasında katılımcıların programa devam etmeme ihtimaline bağlı olarak veri kaybını önlemek amacıyla, örneklem büyüklüğü %20 oranında artırıldı ve her grupta en az 18 katılımcı olmak üzere toplamda 36 katılımcı hedeflendi.

Tablo 3.1 *Katılımcı Seçim Kriterleri*

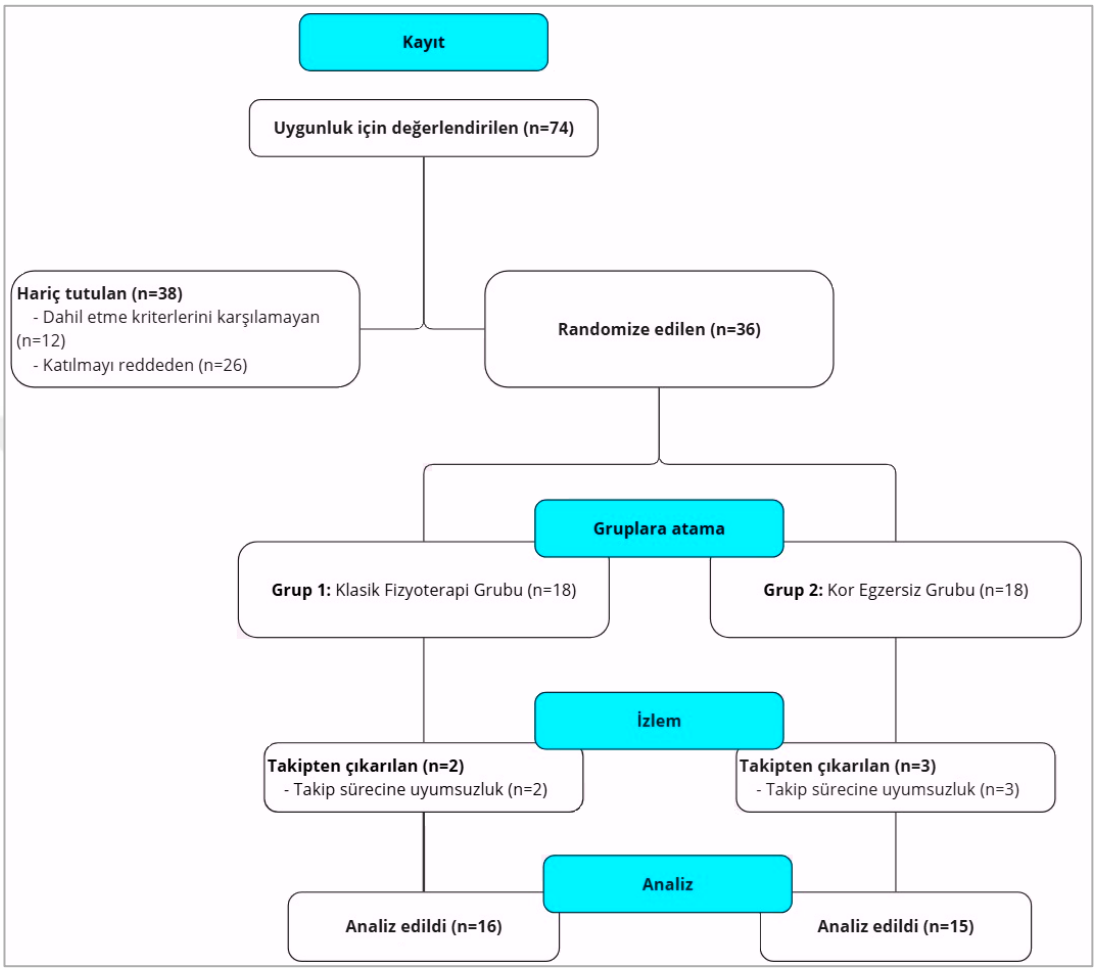
Uygunluk Kriterleri	**Dışlama Kriterleri**	**Çıkarma Kriterleri**
- 18-65 yaş arasında olmak - Bel ağrısının en az 3 ay devam etmesi - Programa devam edebilme - Gönüllü olmak (Amundsen vd., 2018)	- Radiküler ağrı - Spinal cerrahi öyküsü - Son 3 ay içinde gelişmiş motor ya da nörolojik defisit - Sistemik enfeksiyon varlığı - Egzersize kontrendikasyon oluşturan kardiyovasküler ya da pulmoner hastalık - Kırmızı bayrak özellikleri içeren spinal patolojiler (Göğüs ağrısı, bağırsak veya mesanede kontrol kaybı, kolda veya bacakta zayıflık veya uyuşma, düşük ayak, yürüyüşte bozulma, yüksek ateş, eyer şeklinde anestezi, karsinoma hikayesi) - Gebelik - Ağrı kesici ilaç kullanımı - Düzenli egzersiz yapma	- Ciddi yan etkilerin ortaya çıkması - Protokole uyulmaması - Çalışmadan ayrılmak istemesi - Ağrı kesici kullanma

Çalışma süresince toplam 74 birey ile görüşüldü. Bu bireylerden 26'sı çalışmaya katılmayı reddetti. Yapılan değerlendirmeler sonucunda 12 birey seçim kriterlerini karşılamadıkları için çalışma dışı bırakıldı. Sonuç olarak, çalışma kriterlerine uygun olan 36 birey çalışmaya dahil edildi. Dahil edilen bireyler, web tabanlı bir randomizasyon aracı (https://www.randomizer.org) kullanılarak rastgele gruplara ayrıldı.

Randomizasyon sırası henüz katılımcı yokken belirlendi. Bir'den 36'ya kadar olan sayılar, her biri 18 katılımcıdan oluşan iki gruba ayrıldı. İlk grup Kor Egzersiz Grubu (KEG) ve ikinci grup Klasik Fizyoterapi Grubu (KFG) olarak belirlendi. Bireyler, kaçıncı sıra ile geldiyse sırasına karşılık gelen sayının bulunduğu gruba atandı.

Çalışma süresince beş katılımcı çalışma protokolüne uymadığı için çalışmadan çıkarıldı. Kor Egzersiz Grubu'nda 15 ve KFG'de 16 olmak üzere toplam 31 katılımcı

ile çalışmamız tamamlandı. Çalışma protokolüne bağlı kalan 31 katılımcı için ilk değerlendirme prosedürlerini yansıtan son değerlendirmeler yapıldı. Daha sonra, bu değerlendirmelerden toplanan veriler analiz edildi (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 *Çalışmanın Akış Şeması*

3.3. Değerlendirme

3.3.1. Demografik, Fiziksel ve Klinik Özelliklerin Değerlendirmesi

Çalışmamızda, bireylerin demografik, fiziksel ve klinik özellikleri ayrıntılı bir şekilde kaydedildi (EK-2). Bunlar arasında, kişinin doğum tarihi (Gün/Ay/Yıl formatında), cinsiyeti, metre (m) cinsinden boy uzunluğu, kilogram (kg) cinsinden vücut ağırlığı kaydedildi ve vücut kütle indeksi (VKİ) kg/m^2 cinsinden hesaplandı. Ayrıca, eğitim durumu (okur-yazar değil, ilkokul, lise, üniversite, yüksek lisans veya doktora olarak kategorize edildi), mevcut meslek durumu (çalışıyor veya çalışmıyor),

detaylı tıbbi geçmiş, ağrı süresi, ağrıyı tetikleyen spesifik hareketler, önceki ameliyat ve hastalık geçmişi, mevcut kronik tıbbi durumlar, sigara ve alkol tüketimiyle ilgili alışkanlıklar, egzersiz rutinleri ve sıklığı ve aile tıbbi geçmişi kaydedildi. Vücut kütle endeksinin hesaplanması, bireyin kilogram cinsinden ağırlığının metre cinsinden boyunun karesine bölünmesiyle gerçekleştirildi ve ağırlık (kg)/boy^2 (m) olarak kaydedildi (Peixoto vd., 2006).

3.3.2. Ağrı Şiddeti Değerlendirmesi

Katılımcıların çalışmadan önce ve sonra yaşadıkları ağrı şiddetini ölçmek için, subjektif ağrı değerlendirmesinde güvenilirliği ile bilinen bir yöntem olan 10 cm'lik Vizüel Analog Skala (VAS) kullanıldı (EK-3) (Wolfe vd., 2010). Bu skala, ağrı şiddeti seviyelerini belirlemedeki basitliği ve güvenilirliği nedeniyle klinik araştırma ve uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Williamson ve Hoggart, 2005). Vizüel Analog Skala tipik olarak 10 santimetrelik yatay veya dikey bir çizgiden oluşur ve "ağrı yok" uç noktasına 0 puan verilirken, "en dayanılmaz ağrı" ifadesini temsil eden karşı uca 10 puan verilir (Hawker vd., 2011).

Bu ölçek, bireylerin ağrı şiddetlerinin sayısal bir temsilini sağlayarak ağrı yoktan maksimum ağrıya kadar bir süreklilik üzerinde ağrı seviyelerini işaretlemelerine olanak tanır (Piarulli vd., 2021).

Çalışmaya başlamadan önce katılımcılar VAS kullanımı hakkında bilgilendirildi. Tüm katılımcılar arasında tutarlılığı sağlamak için standartlaştırılmış bir açıklama yapıldı. Açıklama şu adımları içerdi:

1. Katılımcılara ağrı şiddeti seviyelerini ölçmek için bir araç olarak VAS kavramı tanıtıldı.

2. Vizüel Analog Skala'nın görsel bir temsili gösterildi, ağrının hiç olmadığı durumdan hayal edilebilecek en kötü ağrıya kadar olan aralık vurgulandı ve uç noktalar açıkça belirtildi.

3. Vizüel Analog Skala'nın nasıl kullanılacağına ilişkin açık ve kısa talimatlar verildi. Katılımcılar, skala çizgisinde, mevcut ağrı şiddeti seviyelerine karşılık gelen noktaya bir işaret koymaları konusunda bilgilendirildi. Kapsamlı bir

değerlendirme sağlamak için son bir hafta içindeki ağrı şiddetlerini göz önünde bulundurmaları teşvik edildi.

4. Katılımcılara ağrı şiddeti skorlarının, ölçeğin "ağrı yok" ucundan yaptıkları işarete kadar olan mesafenin santimetre cinsinden ölçülmesiyle belirleneceği bildirildi.

5. Anlaşıldığından emin olmak için katılımcılara boş bir VAS üzerinde ağrı şiddetlerini işaretledikleri bir uygulama gerçekleştirmeleri sağlandı.

6. Katılımcılara VAS'ın kullanımına ilişkin soru sorma ve açıklama isteme fırsatı verildi.

Vizüel Analog Skala verilerinden sonuç ölçümlerini hesaplamak için çizginin sol ucundan katılımcının işaretine kadar olan mesafe bir cetvel kullanılarak ölçüldü ve santimetre (cm) cinsinden kaydedildi. Katılımcıların, "Genel Ağrı Şiddeti", "İstirahat Sırasında Ağrı Şiddeti", "Gece Oluşan Ağrı Şiddeti" ve "Aktivite ile Oluşan Ağrı Şiddeti" parametreleri değerlendirildi ve kayıt altına alındı. Boonstra vd. (2014) bulgularına dayanarak, kronik kas-iskelet sistemi ağrısı olan bireyler için önerilen VAS ağrı skorları Tablo 3.2'de verildi.

Tablo 3.2 *Vizüel Analog Skala Puan ve Yorumlama*

VAS Puanı (cm)	Yorumlama
0-3.4	Hafif ağrı
3.5-7.4	Orta derecede ağrı
7.5-10	Şiddetli ağrı

3.3.3. Fonksiyonel Özür Düzeyi Değerlendirmesi

Fonksiyonel özür düzeyi, Oswestry Disabilite İndeksi (ODİ) kullanılarak değerlendirildi (EK-4). Oswestry Disabilite İndeksi, başta bel ağrısı olmak üzere çeşitli spinal rahatsızlıkları olan bireylerde fonksiyonel özür düzeyini değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan, geçerliliği kanıtlanmış bir ölçektir (Nakamae vd., 2015; Hasanovic-Vučković vd., 2020).

İlk olarak 1976 yılında John O'Brien tarafından geliştirilen ODİ, spinal rahatsızlıklarla ilgili fonksiyonel özür düzeyini değerlendirmek için standart bir ölçüt haline gelmiştir (Fairbank ve Pynsent, 2000). Bu indeks, Ağrı Şiddeti, Kişisel Bakım, Yük Kaldırma, Yürüme, Oturma, Ayakta durma, Uyku, Cinsel Yaşam, Sosyal Yaşam, Seyahat Etme gibi her biri bireyin fonksiyonel becerisini ve yaşam kalitesini yansıtan aktiviteleri değerlendiren on bölümden oluşmaktadır. Her bölüm sıfır ile beş arasında puanlanır; sıfır puan özür olmadığını, beş puan ise maksimum özür durumunu gösterir. Bu skalanın Türkçe versiyonu Yakut vd. (2004) tarafından yapılmıştır.

Çalışma öncesi katılımcılar, ODİ ile ilgili bilgilendirildi. Tüm katılımcılar arasında tutarlılığı sağlamak adına standart bir açıklama yapıldı. Açıklama şu şekildeydi: "Bel ağrınızın günlük yaşam aktivitelerinizi nasıl etkilediğini daha iyi anlamak için Oswestry Disabilite İndeksi adlı bir ölçek kullanacağız. Bu ölçek, klinik araştırmalarda kapsamlı bir şekilde incelenmiş ve onaylanmış olup, sizinkine benzer bel ağrısı deneyimleri olan bireyler için güvenilir ve uygundur. Ölçek, farklı aktiviteler ve bu aktiviteler sırasında bel ağrınızın bu aktiviteleri ne kadar etkilediği hakkında bir dizi soru içermektedir. Yanıtlarınız, doğru bir şekilde değerlendirme yapmamız ve tedavi yaklaşımımızın etkisini görebilmemiz için son derece önemlidir. Soruları cevapladıktan sonra sizden teslim alacağım. Daha sonra ODİ skorunuzu hesaplamak için standart bir puanlama sistemi kullanacağız, bu da bize bel ağrınızın günlük yaşam aktiviteleriniz üzerindeki etkisinin nicel bir ölçüsünü sağlayacaktır. Çalışma sonrası bu ölçeği tekrar doldurmanızı isteyeceğiz." (Fairbank ve Pynsent, 2000).

Değerlendirme, puanların toplamının iki ile çarpılmasıyla hesaplandı ve sıfır ile 100 arasında bir aralık elde edildi (Baradaran, 2016). Bireylerin cevap vermediği maddeler atlandı ve puanlama o madde çıkarılarak yapıldı. Örneğin birey, ODİ'nin tüm maddelerine cevap vermiş ve aldığı puan 35; tüm maddeleri cevaplanan bu skalada alınabilecek maksimumu puan 50 olduğuna göre bireyin puanı = (35/50) X 100 olarak bulundu. Eğer aynı puanı almış olan bir başka bir birey, skalanın 3. maddesine cevap vermediyse maksimum puan 45 üzerinden hesaplandı ve bireyin puanı= (35/45) X 100 olarak bulundu. Çalışma öncesi ve sonrası bireylere ODİ uygulandı ve puanları kaydedildi. Oswestry Disabilite İndeksi ile elde edilen puanların yorumlanması Tablo 3.3'te verildi (Smeets vd., 2011).

Tablo 3.3 *Oswestry Disabilite İndeksi Puanlama ve Yorumlama*

Yüzde Puan	Yorumlama
%0-20	Bel ağrısı bireyin yaşamında önemli bir problem oluşturmuyor
%21-40	Bel ağrısı bireyin günlük yaşamını hafif derecede kısıtlıyor
%41-60	Bel ağrısı bireyin günlük yaşamını ileri derecede kısıtlıyor
%61-80	Bel ağrısı nedeniyle bireyin günlük yaşamı tamamen kısıtlanmış
%81-100	Yatağa bağımlı (veya semptomlar abartılıyor)

3.3.4. Lumbopelvik Kor Stabilite Değerlendirmesi

Lumbopelvik kor stabiliteyi değerlendirmek için Sahrmann Core Stabilite Testi (SCST) kullanıldı. Test, kor kaslarının, özellikle de lumbopelvik bölgenin derin stabilizatörlerinin kuvvet ve stabilitesini değerlendirmedeki etkinliği ile yaygın olarak kabul görmekte olup (Kinnel vd., 2020), beş zorluk seviyesinden oluşmaktadır. Zorluk arttıkça, kor kaslarının, alt ekstremite hareketleri sırasında pelvis ve omurgayı stabilize etme yeteneğine olan ihtiyaçta artmaktadır (Faries ve Greenwood, 2007).

Testin her seviyesi, Abdominal Hollowing Manevrası (AHM) kullanılarak yapıldı. Bu manevranın doğru yapılması, transversus abdominis ve multifidus gibi lokal stabilizatör kasların aktivasyonunu gerektirmektedir (Jull vd., 1993). Testten önce katılımcılara AHM öğretildi. Bu manevranın önemi bildirildikten sonra yapılışı şu şekilde açıklandı (Richardson vd., 1999):

1. Sırtüstü yatın ve ayaklarınız yere tam basacak şekilde dizlerinizi bükün. Elleriniz ve kollarınız gövdenizin yanlarında rahat bir şekilde dursun.
2. Burnunuzdan derin nefes alın ve karnınızın hava ile dolarken göbeğinizin yukarı kalkmasına izin verin. Normal nefes alıp vermeye devam edin ve nefesinizi tutmayın.
3. Parmak uçlarınızı kalça kemiklerinizin hemen iç kısmına yerleştirin; bu, kasın aktivasyonunu hissetmenize yardımcı olur.

4. Nefes verirken göbek deliğinizi nazikçe omurganıza doğru çekin. Dar bir pantolonun fermuarını çektiğinizi veya karnınızı küçük bir alana sığdırmak için içeri çektiğinizi hayal edin.
5. Belinizin kavisli bölgesini nötr bir pozisyonda tutarak ne çok artmasına ne de çok azalmasına izin verin. Bu pozisyonu 5-10 saniye koruyun. Bunu birkaç kez tekrarlayın.
6. Her seferinde karnınızı içeri çektiğinizde, belinizin ve omurganızın hareket etmediğinden emin olun. Eğer bir sorun yaşarsanız veya zorlanırsanız fizyoterapiste söyleyin.

Test, katılımcı sırtüstü pozisyonda, dizler bükülü olarak, lordotik eğri altına (yaklaşık L4-L5 vertebra seviyeleri) yerleştirilen bir basınçlı biofeedback stabilizatör (Chattanooga Group, Inc., Vista, CA) kullanılarak yapıldı (Chan vd., 2020). Basınçlı biofeedback stabilizatör, omurga stabilizasyonunu ölçmek için kullanılan bir basınç manometresidir ve test sırasında pelvis ve bel stabilizasyonunu daha hassas bir şekilde değerlendirmeye yardımcı olur (O'Sullivan vd., 1997a). Basınçlı biofeedback stabilizatör 40 mmHg seviyesine şişirildi ve katılımcılardan bel bölgelerini oynatmadan testin her seviyesinde basıncı bu seviyede birkaç saniye tutmaları istendi. Her seviyede, üç tekrar yapılacak şekilde birer dakika arayla ilerlendi ve tekrarların ortalaması alınarak kaydedildi. Basıncın ortalama 10 mmHg'den fazla sapmaması durumunda bir sonraki seviyeye geçildi. Eğer herhangi bir aşamada ortalama 10 mmHg'den fazla sapma olursa, o aşamadan daha ileri gidilmedi ve katılımcı bir önceki aşamada kaldı. Her seviye arasında iki dakika dinlenme süresi sağlandı (Chan vd., 2020). Her bir hareketin kalça ve diz açıları bireylere görsel olarak gösterildi ve hareketler, test öncesinde uygulanarak yaklaşık olarak açılar öğretildi.

Test öncesinde katılımcıya, testin adımları ve her aşamada yapılması gerekenler ayrıntılı olarak açıklandı. Testin seviyeleri ve talimatları Tablo 3.4'te verildi.

Tablo 3.4 *Sahrmann Core Stabilite Testi Talimatları*

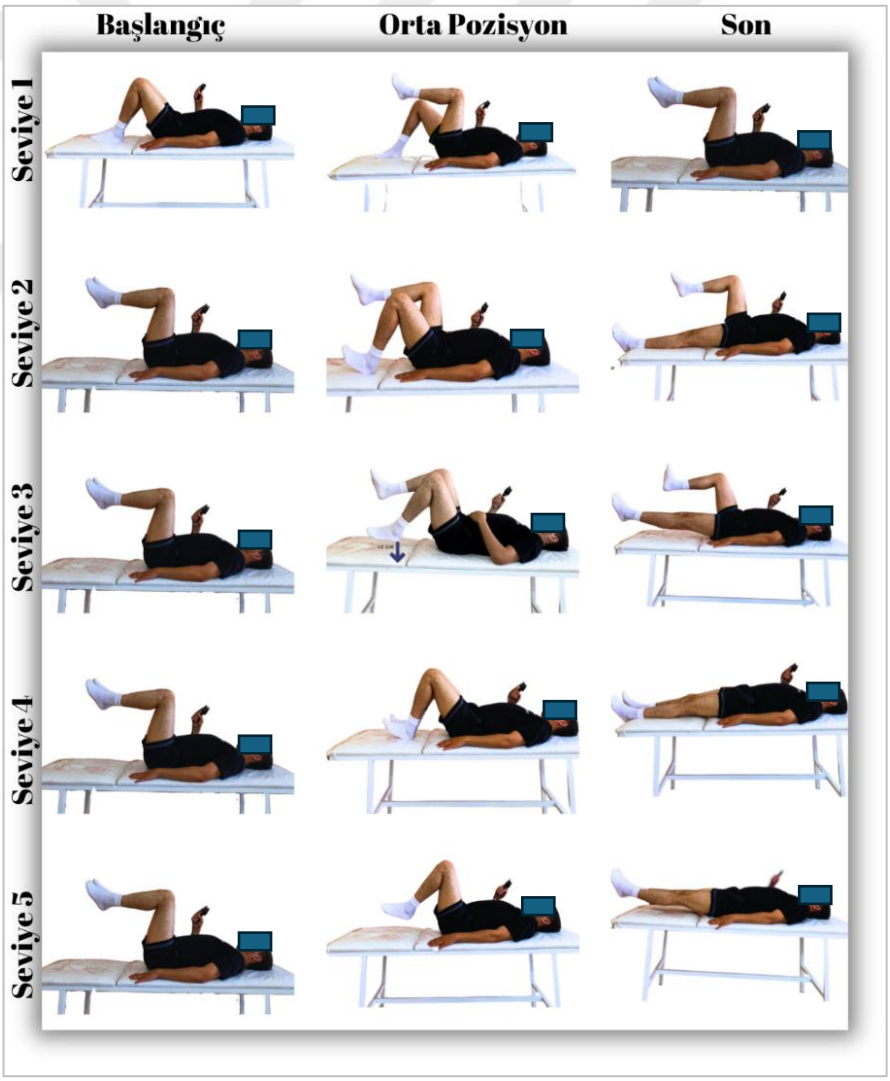
Seviye	Başlangıç Pozisyonu	Hareketin Yapılışı	Tekrar ve İlerleme
1	Sırtüstü yatın, dizler bükülü ve ayaklar yerde olsun. BBS'yi bel altına yerleştirip bir elinizle göstergeden tutun. AHM yaparak BBS basıncını 40 mmHg'ye ayarlayın.	AHM sürdürerek nefes alıp verin. Nefes verirken sol bacağınızı 100° kalça ve 90° diz bükülü şekilde kaldırın. Sağ bacağı da aynı pozisyona getirin. Birkaç saniye bu pozisyonda kalın ve basıncı 30-50 mmHg arasında tutmaya çalışın.	Hareketi birer dakika arayla üç kez tekrarlayın. Basınç değişimlerinin ortalamasını alın. Ortalama 10 mmHg'den az değişiyorsa, seviyeyi tamamlamışsınız demektir. İki dakika dinlenip sonraki seviyeye geçin.
2	Sırtüstü yatın, BBS'yi belinize yerleştirip bacaklarınızı 100° kalça, 90° diz bükülü kaldırın. Göstergeden tutun ve AHM yaparak BBS basıncını 40 mmHg'ye ayarlayın.	AHM yaparak nefes alıp verin. Nefes verirken sol bacağınızı büküp topuğunuzu zemine değdirin ve uzatın. Birkaç saniye bu pozisyonda kalın, sonra bacağınızı başlangıç pozisyonuna geri getirin. Basıncı 30-50 mmHg arasında tutun.	
3	Seviye 2 ile aynı pozisyonda başlayın.	AHM yaparak nefes alın ve verin. Nefes verirken sol bacağı dizden büküp topuğu zemine 12 cm kala indirerek uzatın. Birkaç saniye bu pozisyonda kalın, sonra yavaşça başlangıç pozisyonuna dönün. Basıncı 30-50 mmHg arasında tutun.	
4	Seviye 2 ile aynı pozisyonda başlayın.	AHM yaparak nefes alıp verin. Nefes verirken her iki bacağı büküp topukları zemine değdirerek uzatın. Birkaç saniye bu pozisyonda kalın, sonra yavaşça başlangıç pozisyonuna dönün. Basıncı 30-50 mmHg arasında tutun.	
5	Seviye 2 ile aynı pozisyonda başlayın.	AHM yaparak nefes alıp verin. Nefes verirken bacaklarınızı dizlerden büküp topuklarınızı zemine 12 cm kalacak kadar indirin, sonra uzatın. Birkaç saniye bu pozisyonda kalın, ardından başlangıç pozisyonuna dönün. Basıncı 30-50 mmHg arasında tutun.	Hareketi birer dakika arayla üç kez tekrarlayın. Basınç değişimlerinin ortalamasını alın. Ortalama 10 mmHg'den az değişiyorsa, seviyeyi başarılmıştır.

AHM: Abdominal Hollowing Manevrası, BBS: Basınçlı biofeedback stabilizatör

Her seviyenin başarılı bir şekilde tamamlanması durumunda bir puan verilir ve maksimum beş puan alınabilir. Sahrmann Core Stabilite Testi'nin puanlaması ve sonuçların yorumlanması Tablo 3.5'te, uygulama görselleri Şekil 3.2'de verildi (Aggarwal vd., 2011).

Tablo 3.5 *Sahrmann Core Stabilite Testi Puanlama ve Yorumlama*

Puan	Açıklama	Yorumlama
0	Hiçbir seviye tamamlanamadı.	Zayıf kor stabilite.
1	Sadece Seviye 1 tamamlandı.	Zayıf kor stabilite.
2	Seviye 1 ve Seviye 2 tamamlandı.	Orta seviye kor stabilite.
3	Seviye 1, Seviye 2 ve Seviye 3 tamamlandı.	Orta seviye kor stabilite.
4	Seviye 1, Seviye 2, Seviye 3 ve Seviye 4 tamamlandı.	İyi seviye kor stabilite.
5	Tüm seviyeler başarıyla tamamlandı.	İyi seviye kor stabilite.



Şekil 3.2 *Sahrmann Core Stabilite Testi Uygulama Görselleri*

3.3.5. Lomber Multifidus Kesit Alanı Değerlendirmesi

Lomber multifidus kasının KA'sını belirlemek amacıyla, çalışmadan önce ve sonra, 3T Siemens MR cihazı (Skyra, Siemens Healthcare, Erlangen, Germany) kullanılarak aksiyal ve sagittal plandaki T2 ağırlıklı görüntüler elde edildi. Görüntüleme parametreleri Tablo 3.6'da verildi.

Tablo 3.6 *Manyetik Rezonans Görüntüleme Parametreleri*

Parametre	**Değer**
Tekrarlama Süresi (TR)	5970 ms
Eko Süresi (TE)	97 ms
Flip Açısı	120°
Kesit Kalınlığı	4 mm
Kesitler Arası Boşluk	0.4 mm
Matris	224 × 320 px
Görüş Alanı (FOV)	200 x 100 mm

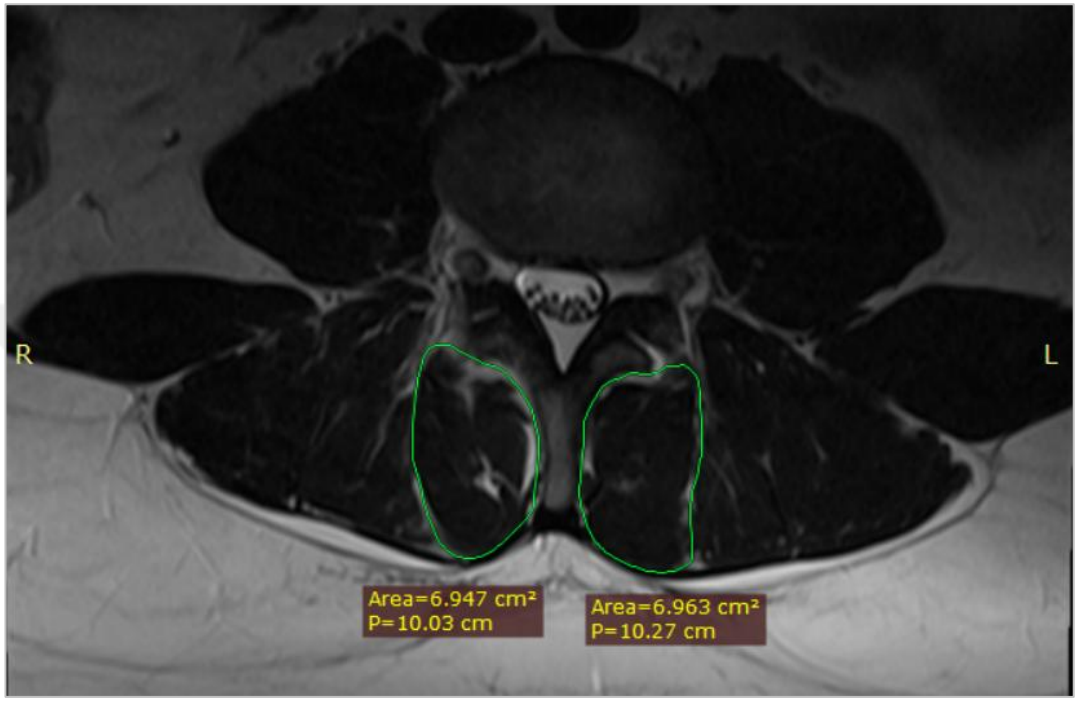
ms: milisaniye, mm: milimetre

Manyetik rezonans görüntüleme taraması sırasında katılımcılar, doğru hizalama ve konforu sağlamak için aşağıdaki adımlar izlenerek pozisyonlandı:

1. Katılımcılar sırtüstü pozisyonda MR masasına simetrik olarak yerleştirildi.
2. Lomber omurganın doğal eğrisini korumak, rahatlık ve immobilizasyon sağlamak için dizlerin altına bir yastık yerleştirildi.
3. Kollar yanlarda rahat bir şekilde konumlandırıldı.
4. Boynun doğal duruşunu korumak için başın altına uygun bir destek yerleştirildi.
5. Katılımcılara, hareket artefaktlarını azaltmak için teknik personel tarafından yönlendirilen kısa süreler boyunca nefeslerini tutmaları talimatı verildi.
6. Katılımcıların tarama boyunca hareketsiz kalmaları sağlandı.

Lomber multifidus kasının KA'sı, RadiAnt DICOM Viewer yazılımı kullanılarak ölçüldü. Ölçümler, multifidus kasının sagittal plandaki konumu ayarlanarak, aksiyal planda L1-2, L2-3, L3-4, L4-5 ve L5-S1 intervertebral disk

seviyelerinde üç farklı dilimden kasın fasiyal sınırları dikkatlice çizilerek yapıldı ve bu ölçümlerin ortalaması alınarak nihai KA hesaplandı (Şekil 3.3). Sonuçlar milimetrekare (mm^2) cinsinden kaydedildi. Güvenilirliği sağlamak için ölçümler, Radyoloji ve Nükleer Tıp alanında uzmanlığı bulunan, grup dağılımından bağımsız bir uzman tarafından bir haftalık aradan sonra tekrarlanarak belirlendi.



Şekil 3.3 *Lomber Multifidus Kasının Fasiyal Sınırlarından Alan Çizimi (Bilateral)*

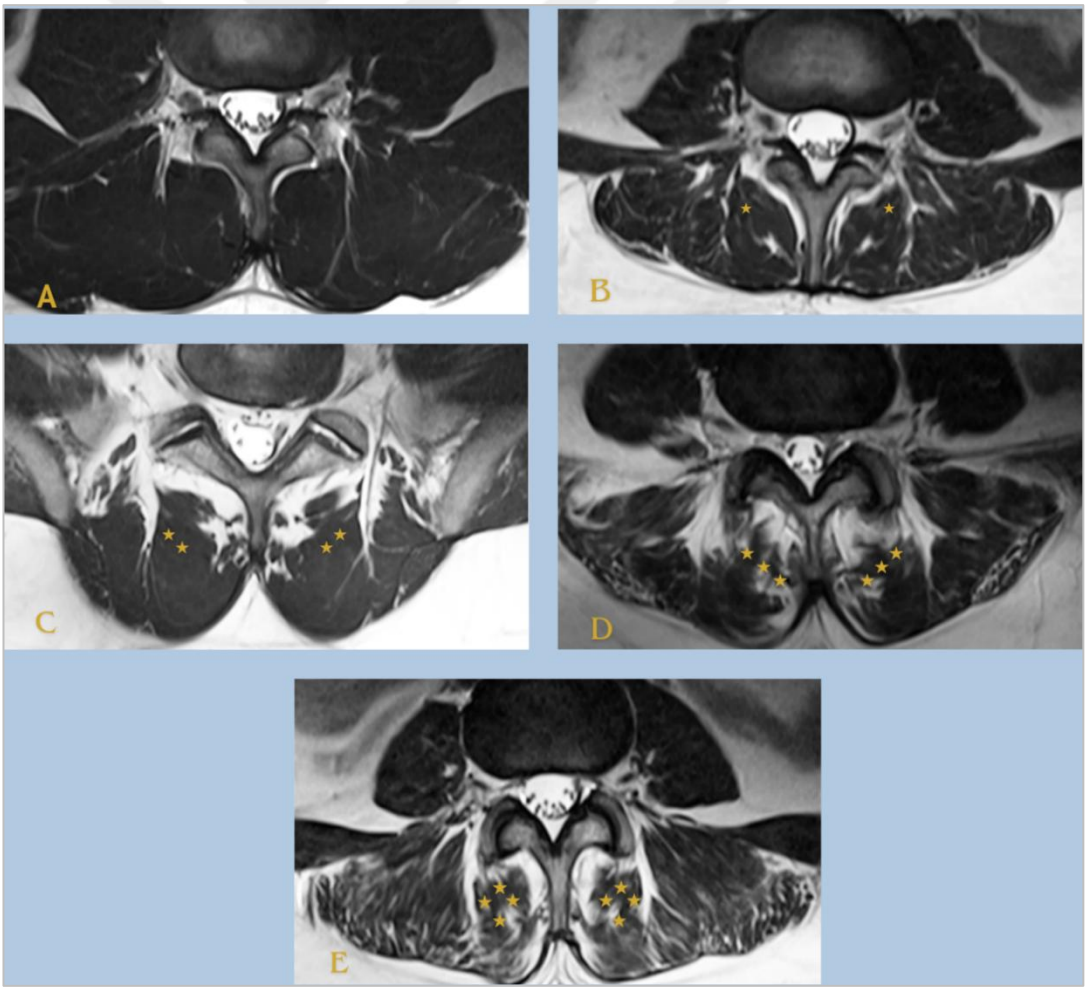
3.3.6. Lomber Multifidus Yağ Birikimi Değerlendirmesi

Lomber multifidus yağ birikimi değerlendirmesi, aksiyal planda ve aynı çekim parametreleri kullanılarak elde edilen görüntülerle gerçekleştirildi. Bu değerlendirme, L1-2, L2-3, L3-4, L4-5 ve L5-S1 intervertebral disk seviyelerinin orta kısımlarından alınan görüntüler kullanılarak yapıldı. Yağ birikimi, Goutallier Sınıflandırma Sistemi ile Radyoloji ve Nükleer Tıp alanında uzmanlığı bulunan, grup dağılımından bağımsız bir uzman tarafından bir haftalık aradan sonra aynı sınıflandırma sisteminin tekrarlanmasıyla derecelendirildi. Goutallier Sınıflandırma Sistemi, ilk olarak 1994 yılında, rotatör manşet kaslarının intramusküler yağını değerlendirmek için yarı kantitatif bir ölçek olarak bilgisayarlı tomografi aksiyal taramalarında önerilmiş, kullanılmış ve tanıtılmıştır (Goutallier vd., 1994). Daha sonra, MR görüntülerinde

kullanımı başlamıştır (Fuchs vd., 1999). Çalışmalar, Goutallier sınıflandırmasının, LMF yağ birikimini değerlendirmede güvenilir ve klinik olarak önemli bir araç olduğunu göstermiştir. Ayrıca Goutallier Sınıflandırma Sistemi, kantifize edilmiş bir yüzde yağ değeri ile pozitif olarak ilişkilidir. Kas dokusunda bulunan yağ miktarını değerlendiren ve beş farklı dereceye ayıran bu sistemin dereceleri ve açıklaması Tablo 3.7'de, görselleri Şekil 3.4'te verildi (Battaglia vd., 2014).

Tablo 3.7 *Goutallier Sınıflandırma Sistemi Yağ Dereceleri ve Açıklamaları*

Derece	Açıklama
0	Normal kas dokusu, yağ içermez (Şekil 3.4 A).
1	Kas içinde minimal yağ bulunur (Şekil 3.4 B).
2	Kas dokusunda biraz yağ vardır, ancak yağ miktarı kasın %50'sinden azdır (Şekil 3.4).
3	Kas ve yağ dokusu yaklaşık eşit orandadır (Şekil 3.4 D).
4	Kas dokusunun %50'sinden fazlası yağ içerir (Şekil 3.4 E).



Şekil 3.4 *Goutallier Sınıflandırma Sistemi Derecelerinin Görselleri*

3.4. Çalışma Protokolü

Katılımcıların ilk değerlendirmeleri yapıldıktan sonra çalışma programı, Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Ünitesinde başlatıldı. Hem KEG (n=18) hem de KFG (n=18) ilk dört hafta boyunca aynı fizyoterapist eşliğinde, haftada beş gün olmak üzere toplam 20 seans fizyoterapi programına alındı. Son dört hafta ise haftada üç gün ev tabanlı egzersiz programı verildi.

Her iki grup için yapılan uygulamalara ilişkin bilgiler Tablo 3.8'de verildi.

Tablo 3.8 *Grupların çalışma protokolü*

1-4. Haftalar	**Kor Egzersiz Grubu**	**Klasik Fizyoterapi Grubu**
Hot Pack	✓	✓
TENS	✓	✓
Ultrason	✓	✓
Isınma	✓	✓
Germe Egzersizleri	✓	✓
Ana Egzersizler	Kor Stabilizasyon Egzersizleri	Bel Ağrısına Yönelik Kor Stabilite İçermeyen Egzersizler
Soğuma	✓	✓
5-8. Haftalar		
Isınma	✓	✓
Germe Egzersizleri	✓	✓
Ana Egzersizler	Kor Stabilizasyon Egzersizleri	Bel Ağrısına Yönelik Kor Stabilite İçermeyen Egzersizler
Soğuma	✓	✓

3.4.1. Fizik Tedavi Modaliteleri, Isınma ve Soğuma Rutinleri (1-4. Haftalar)

İlk dört hafta, ısınma rutininden önce her seans 20'şer dakika *hot pack* ve bir TENS cihazı (Two Channel Digital TENS/EMS Device, Mettler Electronics Corp., USA) ile konvansiyonel ayarlarda uygulama yapıldı. Ayrıca her iki gruba da 10 dakika süreyle 1 MHz, 1.5 W/cm² ve sürekli modda terapötik ultrason (Sonicator 740

Therapeutic Ultrasound Unit, Mettler Electronics Corp., USA) uygulandı. (Altınbilek ve Murat, 2020). Her iki grupta da katılımcılar, ilk dört hafta boyunca ısınma ve soğuma için kendi seçtikleri hızda beş dakikalık yürümeden oluşan aerobik egzersiz yaptı (Shnayderman & Katz-Leurer, 2012).

3.4.2. Germe Egzersizleri

Kasların etkin bir şekilde gerilmesini ve esnekliğin artırılmasını sağlamak amacıyla, her iki grup da 15-20 dakikalık germe egzersizleri uyguladı. Her egzersiz, 20 saniye germe ve 10 saniye dinlenme şeklinde, üç tekrar olarak yapıldı (Riebe vd., 2018). Egzersizler uygulamalı olarak katılımcılara gösterildi ve öğretildi (Reo & Mercer, 2004). Egzersizler, talimatları ve görselleri Tablo 3.9'da verildi (Atalay vd., 2017; Peters vd., 2018):

Tablo 3.9 *Germe Egzersizleri Talimatları ve Görselleri*

Egzersiz	Başlangıç Pozisyonu	Hareketin Yapılışı	Görsel
Boyun Kasları Germe	Omuzlar gevşek ve gövdeniz dik olacak şekilde oturun.	Başınızı yavaşça yana eğerek kulağınızı omzunuza yaklaştırın, boynunuzun yan kısmında gerilme hissedene kadar eğmeye devam edin.	
Posterior Kapsül Germe	Omuzlar gevşek ve gövdeniz dik olacak şekilde oturun veya ayakta durun.	Bir kolunuzu omuz hizasında vücudunuzun önünden karşı tarafa doğru uzatın. Diğer elinizle uzattığınız kolu göğsünüze doğru bastırın. Gerilen omuz kaslarınızda bir esneme hissedene kadar kolunuzu göğsünüze doğru bastırmaya devam edin.	
Hamstring Germe	Sırtüstü yere yatın. Dizlerinizi bükün ve ayaklarınızı düz bir şekilde yere basın.	Bir bacağınızı düz bir şekilde yukarı kaldırın. Ellerinizle kaldırdığınız bacağınızın arkasından tutarak, yavaşça kendinize doğru çekin. Eğer bacağınızı çekmekte zorlanıyorsanız, bir havlu veya çarşaf kullanarak bacağınızı tutabilirsiniz. Bacağınızı mümkün olduğunca düz tutmaya çalışın.	
Piriformis Germe	Sırtüstü yere yatın. Dizlerinizi bükün ve ayaklarınızı düz bir şekilde yere basın.	Sağ ayak bileğinizi sol dizinizin üzerine yerleştirin. Ellerinizle sol dizinizin arkasından kavrayıp sol bacağınızı kendinize doğru çekin. Bu sırada sağ ayak bileğiniz sol diz üzerindeki pozisyonunu korusun. Sağ kalça kaslarında ve kalçanızın dış kısmında bir gerilme hissetmelisiniz.	

Tablo 3.9 (devam)

Kalça Fleksör Germe	Bir diziniz yere temas edecek şekilde konumlanarak diz çökün, diğer diziniz 90 derece bükülü ve ayağınız yerde olacak şekilde durun. Kalçanız, omuzlarınız ve omurganız dik olsun.	Nefes alın ve nefes vererek kalçanızı hafifçe öne doğru itin. Ön dizinizi (sol) bükerek zemine doğru yaklaşın ve arka bacak fleksör kasınızın esnediğini hissedin.	
Lomber Bölge Germe	Sırtüstü yere yatın. Dizlerinizi bükün ve ayaklarınızı düz bir şekilde yere basın.	Dizlerinizi ellerinizle kavrayarak yavaşça göğsünüze doğru çekin ve iyice yaklaştırın.	
Kedi Deve Egzersizi	Dört ayak pozisyonunda durun, ellerinizi omuzlarınızla ve dizlerinizi kalçanızla aynı hizada olacak şekilde yerleştirin. Parmaklarınız öne doğru baksın.	**Kedi Pozisyonu**: Sırtınızı yukarı doğru yuvarlayın ve karnınızı içeri çekin. Başınızı aşağı doğru eğin. Bu pozisyonda 10 saniye boyunca durun ve ardından Deve pozisyonuna geçin. **Deve Pozisyonu**: Tek bir akıcı hareketle, kalçanızı yukarı kaldırın ve omurganızı aşağı doğru eğin. Başınızı kaldırarak ileri bakın. Bu pozisyonda da 10 saniye boyunca durun. Bu döngüyü üç kez tekrarlayın	 

3.4.3. Kor Egzersiz Grubu Ana Egzersiz Protokolü

Kor Egzersiz Grubumuz, Noormohammadpour vd. (2018) tarafından tasarlanan kor egzersiz programını takip etti. Bu egzersizlerin seçilme nedeni, özellikle LMF'yi hedef almaları, kor stabiliteyi ve kor kas fonksiyonunu geliştirmeye odaklanmaları ve çalışmamızın hedefleriyle yakından örtüşmeleriydi. Yaklaşımımızdaki temel fark, günde üç seans ve her seans bir set öneren Noormohammadpour vd. (2018) aksine, günde bir seans üç set uygulamamız ve ikinci dört hafta boyunca sıklığı haftada üç güne indirmemizdi.

Her yeni seans öncesi, egzersizler fizyoterapist tarafından katılımcılara uygulamalı olarak gösterildi ve öğretildi (Reo & Mercer, 2004). İlk seansta katılımcılar kor stabilite kaslarının aktivasyonunu içeren hareketleri öğrendiler. Sahrmann Core Stabilite Testinden önce, AHM öğretilmişti ve buna ek olarak LMF'nin kasılması

konusunda eğitildiler (Şekil 3.5). Daha sonra, bu manevrayı ve LMF kasılmasını statik pozisyonlarda nasıl sürdüreceklerini öğrendiler. Sonraki seanslarda, katılımcılar bunları fonksiyonel hareketlere entegre ederek, oturma pozisyonunda ve ekstremitelerini yerde veya pilates topu üzerinde yavaş ve kontrollü hareket ettirme gibi dinamik pozisyonlarda ve günlük fiziksel aktiviteler sırasında sürdürmeyi öğrendiler. Program aşamalı bir model izledi, her seansta yeni ve daha karmaşık hareketler eklenirken ağrıya neden olan hareketlerden kaçınıldı (Richardson vd., 1999; Richardson vd., 2004).



Şekil 3.5 *Lomber Segmentte Sağ ve Sol Multifidus Kaslarının Kasılması İçin Palpasyon*

İlk dört hafta boyunca egzersizler, fizyoterapistin gözetimi altında gerçekleştirildi. İkinci dört haftada egzersizler ev temelli bir programa dönüştüğü için ikinci dört haftaya başlamadan önce, katılımcılara ev egzersizlerinin tamamı uygulamalı olarak gösterilip öğretildi ve görsel talimatlar içeren bir kılavuz verildi (Faber vd., 2015; Reo & Mercer, 2004).

İkinci dört hafta, egzersiz rejimine uyumu teşvik etmek için katılımcılarla haftada bir kez telefonla iletişime geçildi ve katılımcıların egzersizleri yapıp yapmadıkları teyit edilerek takip çizelgesi ile kayıt altına alındı (King vd., 1988).

Egzersizlerin tekrarları arasında 10 saniye ve farklı egzersizlere geçmeden önce 1-2 dakika dinlenme süresi verildi (Miranda vd., 2007; Senna vd., 2009).

Egzersizlere başlamadan önce, katılımcılara, egzersizi yaparken yavaş ve kontrollü hareket etmeleri, nefes alıp vermeyi unutmamaları, hareket esnasında nefes tutmamaları ve egzersiz sırasında herhangi bir ağrı veya rahatsızlık hissetmeleri durumunda egzersizi durdurup, fizyoterapiste bildirmeleri söylendi.

Egzersiz sırasında, katılımcılara konsantrik faz (kaldırma veya yükseltme fazı) sırasında nefes vermeleri ve eksantrik faz (indirme veya geri dönme fazı) sırasında nefes almaları söylendi (Ardıç, 2014).

Katılımcılar, pilates toplarının üzerine oturduklarında ayaklarının yere değmesi ve dizleri ile kalçalarının 90 derecelik bir açı oluşturmasını sağlamak amacıyla, boylarına uygun üç farklı top boyutundan birini kullandılar. Bu doğrultuda, 150-160 cm boyundaki katılımcılar için 55 cm çapında, 161-170 cm boyundaki katılımcılar için 65 cm çapında ve 171 cm'den uzun katılımcılar için 75 cm çapında pilates topları tarafımızca sağlandı (Carmeli vd., 2003).

Kor Egzersiz Grubu’nun sekiz haftalık ana egzersizlerinin talimatları ve görselleri haftalık bazda Tablo 3.10, Tablo 3.11, Tablo 3.12, Tablo 3.13, Tablo 3.14, Tablo 3.15, Tablo 3.16 ve Tablo 3.17’de verildi.

Birinci Hafta: Programın ilk haftası, başlangıç seviyesi egzersizlerinden oluştu (Tablo 3.10). Bu egzersizler birinci hafta beş gün yapıldı.

Tablo 3.10 *Kor Egzersiz Grubu Birinci Hafta Ana Egzersizleri*

Egzersiz	Başlangıç Pozisyonu	Hareketin Yapılışı	Set ve Tekrar
1			10 tekrar yaparak toplam 3 set tamamlayın. Setler arasında 60 saniye dinlenin.
	Sırtüstü yere yatın. Dizlerinizi bükün ve ayaklarınızı düz bir şekilde yere basın.	Abdominal hollowing manevrasını yaparak pozisyonunuzu 10 saniye koruyun. Gevşeyin ve 10 saniye dinlenin.	
2			
	Dört ayak pozisyonunda durun. Elleriniz omuzlarınızın, dizleriniz kalçalarınızın hizasında olsun. Sırtınızı düz ve başınızı nötr pozisyonda tutun, boynunuzu rahat bırakın.	Sırtınızın doğal duruşunu koruyarak aynı anda AHM yapıp LMF'yi kasın. Pozisyonunuzu 10 saniye koruyun. Gevşeyin ve 10 saniye dinlenin.	
3			
	Ayaklarınız paralel ve kalça genişliğinde açık olacak şekilde bir pilates topunun üzerine dik oturun. Ellerinizi dizlerinizin üzerine koyun.	Sırtınızın doğal duruşunu koruyarak aynı anda AHM yapıp LMF'yi kasın. Pozisyonunuzu 10 saniye koruyun. Gevşeyin ve 10 saniye dinlenin.	
4			
	Ayaklarınız paralel ve kalça genişliğinde açık olacak şekilde bir pilates topunun üzerine dik oturun. Kollarınızı omuz hizasına kadar düz bir şekilde kaldırın.	Sırtınızın doğal duruşunu koruyarak AHM yapıp LMF'yi kasın. Pozisyonunuzu 10 saniye koruyun. Gevşeyin ve 10 saniye dinlenin.	

AHM: Abdominal hollowing manevrası, LMF: Lomber multifidus kası

İkinci Hafta: İkinci haftada egzersizlerin zorluk seviyesi artırıldı. Katılımcıların, günlük aktiviteleri sırasında kor kaslarını aktif tutmayı öğrenmeleri amaçlandı (Tablo 3.11). Bu egzersizler ikinci hafta beş gün yapıldı.

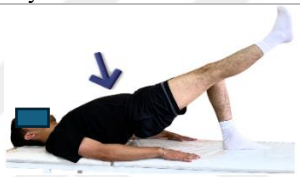
Tablo 3.11 *Kor Egzersiz Grubu İkinci Hafta Ana Egzersizleri*

Egzersiz	Başlangıç Pozisyonu	Hareketin Yapılışı	Set ve Tekrar
1	Ayakta durun.	Aynı anda AHM yapıp LMF'yi kasarak 20 dakika yürüyün. Yürürken birkaç dakika sonra, yapabiliyorsanız, pozisyonunuzu bozmadan koşmaya başlayın.	Günde bir kez yapın.
2			Her iki kolunuz için 5'er tekrardan toplam 10 tekrar yaparak 3 set tamamlayın. Setler arasında 60 saniye dinlenin.
	Pilates topunun üzerine oturun ve dengenizi sağlayın. Gövdenizi ve omurganızı düz tutun.	Aynı anda AHM yapıp LMF'yi kasarak sırt düz pozisyonda 10 saniye kalın. Ardından pozisyonunuzu bozmadan, bir kolunuzu kaldırın ve 10 saniye bu şekilde tutun. Gevşeyin ve 10 saniye dinlenin.	
3			10 tekrar yaparak toplam 3 set tamamlayın. Setler arasında 60 saniye dinlenin.
	Pilates topunun üzerine oturun ve dengenizi sağlayın. Sırtınızı düz tutun.	Aynı anda AHM yapıp LMF'yi kasarak sırt düz pozisyonda 10 saniye durun. Ardından pozisyonunuzu bozmadan, iki kolunuzu birlikte kaldırın ve 10 saniye bu şekilde tutun. Gevşeyin ve 10 saniye dinlenin.	
4	Günlük aktiviteler	Aynı anda AHM yapıp LMF'yi kasarak günlük aktivitelerinizi yapmaya çalışın.	Her gün yapın.

AHM: Abdominal hollowing manevrası, LMF: Lomber multifidus kası

Üçüncü Hafta: Üçüncü hafta egzersizlerinin zorluk seviyesi biraz daha artırıldı. Egzersizlere bacak ve kol hareketleri eklenerek, koordinasyon ve dengenin daha zor sağlandığı hareketlerle ilerlendi (Tablo 3.12). Bu egzersizler üçüncü hafta beş gün yapıldı.

Tablo 3.12 *Kor Egzersiz Grubu Üçüncü Hafta Ana Egzersizleri*

Egzersiz	Başlangıç Pozisyonu	Hareketin Yapılışı	Set ve Tekrar
1			10 tekrar yaparak toplam 3 set tamamlayın. Setler arasında 60-90 saniye dinlenin.
	Sırtüstü uzanın, dizlerinizi bükün.	Aynı anda AHM yapıp LMF'yi kasarak kalçanızı yerden kaldırın. 10 saniye bu pozisyonda durun. Kalçanızı indirin, gevşeyin ve 10 saniye dinlenin.	
2			Her iki taraf için 5'er tekrardan toplam 10 tekrar yaparak 3 set tamamlayın. Setler arasında 60-90 saniye dinlenin.
	Sırtüstü uzanın, dizlerinizi bükün.	Aynı anda AHM yapıp LMF'yi kasarak kalçanızı yerden kaldırın, sonra bir bacağınızı uzatın. 10 saniye bu pozisyonda durun. Bacağınızı ilk pozisyona alın ve kalçanızı indirin, gevşeyin ve 10 saniye dinlenin.	
3			
	Pilates topunun üzerine oturun ve dengenizi sağlayın. Sırtınızı düz tutun.	Aynı anda AHM yapıp LMF'yi kasarak sol bacağınızı ve sağ kolunuzu yukarı kaldırın. 10 saniye bu pozisyonda durun. Bacağınızı ve kolunuzu indirin, gevşeyin ve 10 saniye dinlenin.	
4			
	Pilates topunun üzerine oturun ve dengenizi sağlayın. Sırtınızı düz tutun.	Aynı anda AHM yapıp LMF'yi kasarak sol bacağınızı ve sol kolunuzu yukarı kaldırın. 10 saniye bu pozisyonda durun. Bacağınızı ve kolunuzu indirin, gevşeyin ve 10 saniye dinlenin.	

AHM: Abdominal hollowing manevrası, LMF: Lomber multifidus kası

Dördüncü Hafta: Dördüncü hafta egzersizleri, denge ve koordinasyonu daha karmaşık hale getiren hareketlerden oluştu (Tablo 3.13). Bu egzersizler dördüncü hafta beş gün yapıldı.

Tablo 3.13 *Kor Egzersiz Grubu Dördüncü Hafta Ana Egzersizleri*

Egzersiz	Başlangıç Pozisyonu	Hareketin Yapılışı	Set ve Tekrar
1			Her iki taraf için 5'er tekrardan 3 set yapın Setler arası 60-90 saniye dinlenin.
	Elleriniz ve dizleriniz üzerinde durun.	Aynı anda AHM yapıp LMF'yi kasarak 10 saniye bu pozisyonda durun. Pozisyonunuzu bozmadan sol bacağınızı ve sağ kolunuzu uzatın. 10 saniye bu pozisyonda tutun. Bacağınızı ve kolunuzu indirin, gevşeyin ve 10 saniye dinlenin.	
2			10 tekrar yaparak 3 set tamamlayın. Setler arası 60-90 saniye dinlenin.
	Yan yatın, dizlerinizi uzatın.	Aynı anda AHM yapıp LMF'yi kasarak kalçanızı yerden kaldırın ve gövdenizi, omurganızı ve dizlerinizi hizalayın. 10 saniye bu pozisyonda durun. Başlangıç pozisyonuna dönün. Gevşeyin ve 10 saniye dinlenin.	
3			
	Pilates topunun üzerine oturun, dizlerinizi bükün, gövdenizi düz ve dik tutun.	Aynı anda AHM yapıp LMF'yi kasarken pelvisinizi yanlara tilt yapın. Başlangıç pozisyonuna dönün. Gevşeyin ve 10 saniye dinlenin.	
4			
	Pilates topunun üzerine oturun, dizlerinizi bükün ve gövdenizi düz tutun.	Aynı anda AHM yapıp LMF'yi kasarken pelvisinizi öne ve arkaya tilt yapın. Başlangıç pozisyonuna dönün. Gevşeyin ve 10 saniye dinlenin.	

AHM: Abdominal hollowing manevrası, LMF: Lomber multifidus kası

Beşinci Hafta: Beşinci hafta, ev tabanlı egzersizlerin başladığı haftadır. Bu hafta yapılan egzersizler, evde uygulanabilir ve basit ekipman gerektiren egzersizlerdi, daha ileri seviye denge ve koordinasyon hareketlerinden oluştu (Tablo 3.14). Bu egzersizler, gün aşırı olacak şekilde haftada üç gün yapıldı.

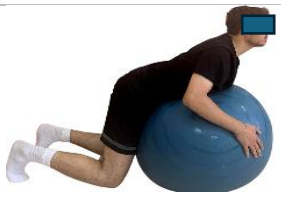
Tablo 3.14 *Kor Egzersiz Grubu Beşinci Hafta Ana Egzersizleri*

Egzersiz	Başlangıç Pozisyonu	Hareketin Yapılışı	Set ve Tekrar
1			Her iki taraf için 5, toplam 10 tekrardan 3 set yapın. Setler arası 90 saniye dinlenin.
	Sırtüstü uzanın, dizlerinizi bükün.	Aynı anda AHM yapıp LMF'yi kasarken sol kolunuzu ve sağ bacağınızı diziniz 90 derece olacak şekilde yerden kaldırın ve 10 saniye durun. Gevşeyin ve 10 saniye dinlenin.	
2			
	Sırtüstü uzanın, dizlerinizi bükün. Bacaklarınızı kendinize doğru çekin ve her iki dizinizde 90 derece olacak şekilde yerden kaldırın. Kollarınızı kaldırın.	Aynı anda AHM yapıp LMF'yi kasarken sol kolunuzu indirin, sağ dirseğinizi 90 derece büküp sol dizinize doğru getirin. 10 saniye durun. Gevşeyin ve 10 saniye dinlenin.	
3			Toplam 10 tekrardan 3 set yapın. Setler arası 90 saniye dinlenin.
	Pilates topunun üzerine oturun, dizlerinizi bükün ve gövdenizi dik tutun. Sırtınız top üzerine temas edene kadar bükülü dizinizi bozmadan gövdeniz zemine paralel olana kadar yürüyün.	Aynı anda AHM yapıp LMF'yi kasarken 10 saniye bu pozisyonda kalın. Başlangıç pozisyonuna dönün. Gevşeyin ve 10 saniye dinlenin.	
4			
	Pilates topunun üzerine oturun, dizlerinizi bükün ve gövdenizi dik tutun. Sırtınız top üzerine temas edene kadar bükülü dizinizi bozmadan gövdeniz zemine paralel olana kadar yürüyün.	Kollarınızı düz bir şekilde kaldırarak başınızdan geriye doğru uzatın. Aynı anda AHM yapıp LMF'yi kasarken 10 saniye ayaklarınızı yerden kaldırmadan yanlara doğru sallanın. Başlangıç pozisyonuna dönün. Gevşeyin ve 10 saniye dinlenin.	

AHM: Abdominal hollowing manevrası, LMF: Lomber multifidus kası

Altıncı Hafta: Altıncı hafta egzersizleri genellikle vücut ağırlığı kullanılarak yapılan hareketlerden oluşmaktaydı. Bu egzersizler, evde kolaylıkla uygulanabilecek sırtüstü ve yüzüstü pozisyonlarda gerçekleştirilebilen hareketlerdi (Tablo 3.15). Egzersizler, haftada üç gün olacak şekilde gün aşırı yapıldı.

Tablo 3.15 *Kor Egzersiz Grubu Altıncı Hafta Ana Egzersizleri*

Egzersiz	Başlangıç Pozisyonu	Hareketin Yapılışı	Set ve Tekrar
1	 Yüzüstü uzanın.	 Aynı anda AHM yapıp LMF'yi kasarken kollar yanda olacak şekilde başınızı ve bacaklarınızı yerden kaldırın. 10 saniye bu pozisyonda kalın. Başlangıç pozisyonuna dönün, gevşeyin ve 10 saniye dinlenin.	Toplam 10 tekrardan 3 set yapın. Setler arası 90 saniye dinlenin.
2	 Sırtüstü uzanın, dizlerinizi bükün. Bacaklarınızı kendinize doğru çekin ve her iki dizinizde 90 derece olacak şekilde yerden kaldırın.	 Kollar yanda düz olacak şekilde AHM yapıp LMF'yi kasarken bir bacağınızı sağdan sola dizinizle daire çizer gibi 10 kez döndürün. Başlangıç pozisyonuna dönün, gevşeyin ve 10 saniye dinlenin.	Her iki taraf için 5, toplam 10 tekrardan 3 set yapın. Setler arası 90 saniye dinlenin.
3	 Dizleriniz bükülü ve ayak parmaklarınız duvara değerken karnınızı pilates topunun üzerine koyun.	 Aynı anda AHM yapıp LMF'yi kasarken dizlerinizi düzleştirip kollarınızı da ileri doğru düz bir şekilde karnınız top üzerindeyken uzatın. Kollarınız, gövdeniz ve bacaklarınız aynı doğrultuda olacak şekilde 10 saniye bekleyin. Başlangıç pozisyonuna dönün, gevşeyin ve 10 saniye dinlenin.	Toplam 10 tekrardan 3 set yapın. Setler arası 90 saniye dinlenin.
4	 Dizleriniz bükülü, göbeğinizi pilates topunun üzerine koyun.	 Aynı anda AHM yapıp LMF'yi kasarken sağ bacağınızı ve sol kolunuzu düz bir şekilde kaldırın. Başlangıç pozisyonuna dönün, gevşeyin ve 10 saniye dinlenin.	Her iki taraf için 5, toplam 10 tekrardan 3 set yapın. Setler arası 90 saniye dinlenin.

AHM: Abdominal hollowing manevrası, LMF: Lomber multifidus kası

Yedinci Hafta: Yedinci hafta egzersizlerinin çoğu ayakta yapılan, denge ve stabiliteyi artırmaya yönelik hareketlerden oluşuyordu. Bu egzersizler, evde kolaylıkla uygulanabilir egzersizlerdi ve minimal ekipman, örneğin pilates topu, gerektirdi (Tablo 3.16). Egzersizler, haftada üç gün olacak şekilde gün aşırı yapıldı.

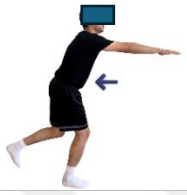
Tablo 3.16 *Kor Egzersiz Grubu Yedinci Hafta Ana Egzersizleri*

Egzersiz	Başlangıç Pozisyonu	Hareketin Yapılışı	Set ve Tekrar
1			Her iki taraf için 5'er tekrardan toplam 10 tekrar yaparak 3 set tamamlayın. Her set arasında 90-120 saniye dinlenin.
	Vücudunuz düz bir şekilde ayakta durun.	Aynı anda AHM yapıp LMF'yi kasarken bir bacağınızı yerden kaldırın. 10 saniye bu pozisyonda kalın. Başlangıç pozisyonuna dönüp gevşeyin ve 10 saniye dinlenin.	
2			
	Vücudunuz düz bir şekilde ayakta durun.	Aynı anda AHM yapıp LMF'yi kasarken sağ bacağınızı yerden kaldırın. Sol dizinizi hafifçe bükün ve sağ kolunuzu vücudunuzun önüne uzatın. 10 saniye bu pozisyonda kalın. Başlangıç pozisyonuna dönün, gevşeyin ve 10 saniye dinlenin.	
3			Her sette 10 tekrar yaparak 3 set tamamlayın. Her set arasında 90-120 saniye dinlenin.
	Vücudunuz düz bir şekilde ve sırtınız ile duvar arasında bir top varken ayakta durun.	Aynı anda AHM yapıp LMF'yi kasarken dizlerinizi bükün ve 10 saniye bu pozisyonda bekleyin. Başlangıç pozisyonuna dönün, gevşeyin ve 10 saniye dinlenin.	
4			
	Sırtüstü uzanın ve bacaklarınızı pilates topunun üzerine yerleştirin.	Aynı anda AHM yapıp LMF'yi kasarken kalçanızı kaldırın ve 10 saniye bu pozisyonda bekleyin. Başlangıç pozisyonuna dönün, gevşeyin ve 10 saniye dinlenin.	

AHM: Abdominal hollowing manevrası, LMF: Lomber multifidus kası

Sekizinci Hafta: Sekizinci hafta egzersizleri, hamle pozisyonu ve yan plank gibi daha ileri seviye stabilite ve kuvvet gerektiren, evde yapılabilir hareketlerden oluştu (Tablo 3.17). Egzersizler, haftada üç gün olacak şekilde gün aşırı yapıldı.

Tablo 3.17 *Kor Egzersiz Grubu Sekizinci Hafta Ana Egzersizleri*

Egzersiz	Başlangıç Pozisyonu	Hareketin Yapılışı	Set ve Tekrar
1			Her iki taraf için 5'er tekrardan toplam 10 tekrar yaparak 3 set yapın. Her set arasında 90-120 saniye dinlenin.
	Vücudunuz düz bir şekilde ayakta durun.	Aynı anda AHM yapıp LMF'yi kasarken sol bacağınızı geriye doğru adım atarak hamle pozisyonuna geçin. 10 saniye bu pozisyonda kalın. Başlangıç pozisyonuna dönün, gevşeyin ve 10 saniye dinlenin.	
2			
	Vücudunuz düz bir şekilde ayakta durun.	Aynı anda AHM yapıp LMF'yi kasarken sol bacağınızı geriye doğru adım atarak hamle pozisyonuna geçin. Sonra sol bacağınızı yerden kaldırın ve kollarınızı öne doğru uzatın. 10 saniye bu pozisyonda kalın. Başlangıç pozisyonuna dönün, gevşeyin ve 10 saniye dinlenin.	
3			
	Pilates topunun üzerine yan yatın.	Kalçanızı yukarı kaldırarak ve dizlerinizi düzelterek vücudunuzu düzleştirin. Aynı anda AHM yapıp LMF'yi kasarak 10 saniye bu pozisyonda kalın. Başlangıç pozisyonuna dönün, gevşeyin ve 10 saniye dinlenin.	
4			Her sette 10 tekrar yaparak 3 set yapın. Her set arasında 90-120 saniye dinlenin.
	Yüzüstü, ayaklarınızı pilates topunun üzerine yerleştirin, elleriniz yere değsin.	Vücudunuzu düz tutun ve aynı anda AHM yapıp LMF'yi kasarak bir kez şınav çekin. Başlangıç pozisyonuna dönün, gevşeyin ve 10 saniye dinlenin.	

AHM: Abdominal hollowing manevrası, LMF: Lomber multifidus kası

3.4.4. Klasik Fizyoterapi Grubu Ana Egzersiz Protokolü

Klasik fizyoterapi grubundaki katılımcılar, kor stabiliteyi içermeyen kuvvetlendirme egzersizlerine dayanan bir protokol ile çalıştırıldı. Bu protokol, bel ağrısını hafifletmeye yardımcı olabilecek, omurga çevresi, abdominal bölge, kalça ve bacaklara odaklanan kuvvetlendirme egzersizlerini içerdi (Khanzadeh vd., 2020; Koumantakis vd., 2005; Yazdani vd., 2015).

Her egzersiz, toplam üç setten oluşacak şekilde planlandı. Her egzersiz 10 tekrar ile yapıldı (Riebe vd., 2018). Setler arasında zorluk derecesine göre dinlenme süreleri verildi.

İlk dört hafta fizyoterapist her yeni egzersiz protokolü öncesi katılımcılara uygulamalı olarak egzersizlerin nasıl yapıldığını gösterdi. Grubun, son dört hafta programında yapacakları egzersizler ise dördüncü hafta sonunda fizyoterapist tarafından katılımcılara uygulamalı olarak yapılıp gösterildi ve öğretildi (Reo & Mercer, 2004).

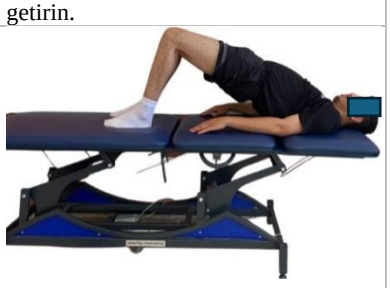
Egzersizler Peters vd. (2018) tarafından hazırlanan kitaptaki zorluk derecesi belirtilmiş egzersizlerden ve Koumantakis vd. (2005) yapmış oldukları çalışmadan seçildi.

Egzersizlere başlamadan önce, katılımcılara, egzersizi yaparken yavaş ve kontrollü hareket etmeleri, nefes alıp vermeyi unutmamaları, hareket esnasında nefes tutmamaları ve egzersiz sırasında herhangi bir ağrı veya rahatsızlık hissetmeleri durumunda egzersizi durdurup, fizyoterapiste bildirmeleri söylendi.

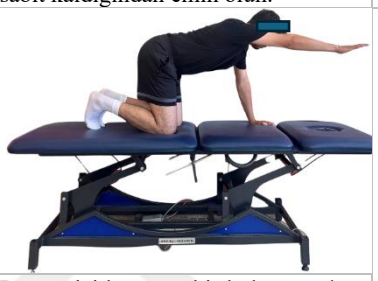
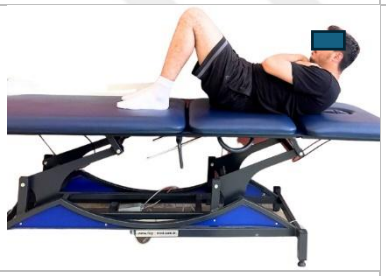
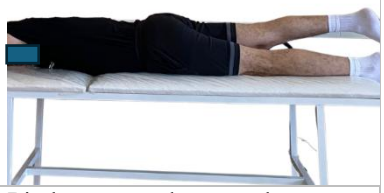
Egzersiz sırasında, katılımcılara konsantrik faz (kaldırma veya yükseltme fazı) sırasında nefes vermeleri ve eksantrik faz (indirme veya geri dönme fazı) sırasında nefes almaları konusunda dikkatli olmaları bildirildi (Ardıç, 2014).

Klasik Fizyoterapi Grubu'nun sekiz haftalık ana egzersizlerinin talimatları ve görselleri haftalık bazda Tablo 3.18, Tablo 3.19, Tablo 3.20, Tablo 3.21, Tablo 3.22, Tablo 3.23, Tablo 3.24 ve Tablo 3.25'te verildi.

Tablo 3.18 *Klasik Fizyoterapi Grubu Birinci Hafta Ana Egzersizleri*

Egzersiz	Başlangıç Pozisyonu	Hareketin Yapılışı	Set ve Tekrar
1. İzometrik Kalça Fleksiyon Egzersizi			-3 set x 10 tekrar. -Setler arasında 30-60 saniye dinlenin. -Diğer bacağınız için aynı hareketi tekrarlayın.
	Sırtüstü yatın, dizler bükülü, ayaklar kalça genişliğinde yerde, kollar yanlarda olsun.	Bir bacağınızı yavaşça göğsünüze doğru çekin. Diğer bacağınızı düz bir şekilde yerde tutun ve çektiğiniz dizinizi ellerinizle iterek beş saniye karşı direnç oluşturun.	
2. Yüzüstü Sırt Ekstansiyon Egzersizi			-3 set x 10 tekrar. -Setler arasında 30-60 saniye dinlenin.
	Yüzüstü yere yatın, ayaklarınızı düz bir şekilde uzatın ve ayak parmaklarınız yere değecek şekilde yerleştirin. Kollarınızı gövdenizin yanında uzatın. Alnınızı yere veya bir havlu üstüne yerleştirin.	Kalçalarınız ve bacaklarınız sabitken başınızı, omuzlarınızı ve göğsünüzün üst kısmını hafifçe yukarı doğru kaldırın ve boynunuzu fazla zorlamadan nötr bir pozisyonda tutun.	
3. Sırtüstü Üst Abdominal Kuvvetlendirme Egzersizi (Seviye 1)			
	Sırtüstü yatın, dizler bükülü, ayaklar kalça genişliğinde açılarak düz bir şekilde yerde, kollar yanlarda olsun.	Kollarınızı hafifçe diz hizasına kaldırın. Baş ve omuzlarınızı yerden kaldırarak çenenizi göğsünüze doğru getirin.	
4. Köprü Egzersizi			
	Sırtüstü yatın, dizler bükülü, ayaklar kalça genişliğinde yerde, kollar yanlarda olsun ve avuç içleriniz aşağıya bakacak şekilde yere koyun.	Topuklarınızdan güç alarak vücudunuz dizlerinizden omuzlarınıza kadar düz bir çizgi oluşturana kadar kalçalarınızı yukarı kaldırın.	

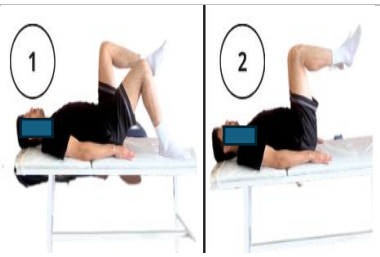
Tablo 3.19 *Klasik Fizyoterapi Grubu İkinci Hafta Ana Egzersizleri*

Egzersiz	Başlangıç Pozisyonu	Hareketin Yapılışı	Set ve Tekrar
1. İzometrik Kalça Addüksiyon Egzersizi	 Sırtüstü yere yatın, dizlerinizi bükün ve ayaklarınızı yere düz bir şekilde yerleştirin. Ayaklarınız kalça genişliğinde açık olsun. Dizlerinizin arasına bir yastık yerleştirin.	 Dizlerinizi birbirine doğru yaklaştırıp yastığı sıkıştırın. Beş saniye pozisyonunuzu koruyun ve gevşeyin. Hareket sırasında belinizin düz ve sabit kaldığından emin olun.	-3 set x 10 tekrar. -Setler arasında 30-60 saniye dinlenin.
2. Diz Üstü Süpermen Egzersizi (Seviye 1)	 Dizleriniz ve elleriniz üzerinde dört ayak pozisyonunda başlayın. Eller omuzların, dizler kalçaların hizasında, sırtınız düz olsun.	 Dengenizi koruyup bir kolunuzu düz bir şekilde yere paralel olana kadar kaldırıp öne doğru yavaşça uzatın. Hareket sırasında sırtınızı düz tutun.	-3 set x 10 tekrar. -Setler arasında 30-60 saniye dinlenin -Diğer taraf için de aynı hareketi yapın
3. Sırtüstü Üst Abdominal Kuvvetlendirme Egzersizi (Seviye 2)	 Sırtüstü yatın, dizler bükülü, ayaklar kalça genişliğinde açılarak düz bir şekilde yerde olsun ve eller göğüs üzerinde kenetlensin.	 Baş ve omuzlarınızı yerden kaldırarak çenenizi göğsünüze doğru getirin	-3 set x 10 tekrar. -Setler arasında 30-60 saniye dinlenin.
4. Yüzüstü Kalça Ekstansiyon Egzersizi	 Yüzüstü yere yatın, kollarınızı başınızın önünde uzatın ve alnınızı yere yerleştirin. Bacaklarınızı düz bir şekilde uzatın ve ayak parmaklarınızı yere değdirin.	 Bir bacağınızı düz tutarak yavaşça yukarı kaldırın. Kalçanızın ve belinizin sabit kalmasına özen gösterin.	-3 set x 10 tekrar. -Setler arasında 30-60 saniye dinlenin -Diğer taraf için de aynı hareketi yapın

Tablo 3.20 *Klasik Fizyoterapi Grubu Üçüncü Hafta Ana Egzersizleri*

Egzersiz	Başlangıç Pozisyonu	Hareketin Yapılışı	Set ve Tekrar
1. Ayakta Kalça Abduksiyon Egzersizi			-3 set x 10 tekrar. -Setler arasında 60 saniye dinlenin -Diğer taraf için de aynı hareketi yapın
	Ayakta durun, elleriniz ile bir sandalyenin sırtına hafifçe dokunarak denge sağlayın. Ayaklarınız kalça genişliğinde açık olsun.	Vücudunuzu düz tutarak, bir bacağınızı yavaşça yana doğru mümkün olduğunca yükseğe kaldırın ve vücudunuzu yana doğru eğmeyin.	
2. Diz Üstü Süpermen Egzersizi (Seviye 2)			
	Dizleriniz ve elleriniz üzerinde dört ayak pozisyonunda başlayın.	Dengenizi koruyup bir bacağınızı düz bir şekilde yere paralel olana kadar kaldırıp arkaya doğru yavaşça uzatın.	
3. Sırtüstü Tek Bacak Kaldırma Egzersizi			
	Sırtüstü yere yatın, dizlerinizi bükün ve ayaklarınızı yere düz bir şekilde yerleştirin.	Bir bacağınızı, kalça ve diziniz 90 derece bükülmüş olacak şekilde kaldırın.	
4. Tek Bacak ile Köprü Egzersizi			
	Sırtüstü yere yatın, dizlerinizi bükün ve ayaklarınızı yere düz bir şekilde yerleştirin.	Sağ bacağınızı bükülü bir şekilde yukarı doğru kaldırın. Aynı anda, sol ayağınızdan kuvvet alarak kalçanızı yerden yukarı kaldırın. Vücudunuzun omuzlardan dizlere kadar düz bir çizgi oluşturmasına özen gösterin.	

Tablo 3.21 *Klasik Fizyoterapi Grubu Dördüncü Hafta Ana Egzersizleri*

Egzersiz	Başlangıç Pozisyonu	Hareketin Yapılışı	Set ve Tekrar
1. Oblik Mekik			-3 set x 10 tekrar. -Setler arasında 60 saniye dinlenin -Diğer taraf için de aynı hareketi yapın
	Sırtüstü uzanın. Dizlerinizi bükün ve ayaklarınızı yere düz bir şekilde yerleştirin. Kollarınızı başınızın arkasına yerleştirin.	Üst vücudunuzu çapraz şekilde yukarı çekerek sağ omzunuzu sol dizinize doğru kaldırın. Sol bacağınızı hafifçe kaldırarak sağ dirseğinize doğru getirin.	
2. Yüzüstü Tek Bacak Tek Kol Kaldırma Egzersizi			-3 set x 10 tekrar. -Setler arasında 90-120 saniye dinlenin -Diğer taraf için de aynı hareketi yapın
	Alnınız yerde olacak şekilde yüzüstü uzanın. Avuç içleriniz aşağı bakacak şekilde kollarınızı başınızın önüne doğru uzatın.	Sol kolunuzu ve sağ bacağınızı yerden 8-15 cm aralığında kaldırın. Hareket sırasında sırtınızı düz tutun.	
3. Yan Yatışta Kalça Abdüksiyon Egzersizi			-3 set x 10 tekrar. -Setler arasında 60 saniye dinlenin -Diğer taraf için de aynı hareketi yapın
	Sağ tarafınıza yan yatın, bacaklarınızı düz bir şekilde uzatın. Başınızı sağ kolunuzun üzerine yerleştirin ve sol elinizi denge için vücudunuzun önüne yere koyun. Vücudunuz düz bir çizgi oluşturun.	Sol bacağınızı düz bir şekilde yavaşça yukarı kaldırın.	
4. Dört Nokta Sırtüstü Diz Kaldırma Egzersizi			-3 set x 10 tekrar. -Setler arasında 60 saniye dinlenin
	Sırtüstü yere yatın, dizlerinizi bükün ve ayaklarınızı yere düz bir şekilde yerleştirin.	Sol bacağınızı kaldırarak kalça ve dizinizi 90 derece açıyla bükün ve sağ ayağınız yere sağlam bir şekilde basılı kalsın. Sağ bacağınızı sol bacağınızla aynı hizaya gelene kadar aynı şekilde kaldırın.	

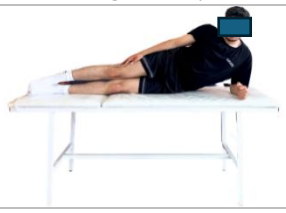
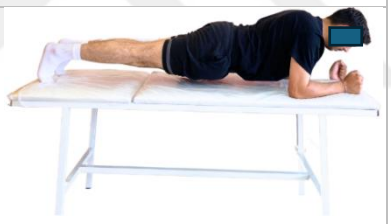
Tablo 3.22 *Klasik Fizyoterapi Grubu Beşinci Hafta Ana Egzersizleri*

Egzersiz	Başlangıç Pozisyonu	Hareketin Yapılışı	Set ve Tekrar
1. Dirsek Destekli Gövde Ekstansiyon Egzersizi			-3 set x 10 tekrar. -Setler arasında 60 saniye dinlenin -Diğer taraf için de aynı hareketi yapın
	Yüzüstü yere uzanın, dirseklerinizi yanınıza yerleştirip ellerinizi başınızın yanında, avuç içleriniz yere bakacak şekilde konumlandırın. Başınızı hafifçe kaldırın ve ayak parmaklarınızı yere dayayın.	Ağırlığınızı ön kollarınız ve ayak parmaklarınızla destekleyerek, üst gövdenizi yavaşça ve dikkatlice yerden kaldırın. Başınızı düz tutun.	
2. Kalça Addüktör Yükseltme Egzersizi			
	Sol yanınıza yatın ve başınızı sol kolunuzun üzerine yerleştirin. Sağ bacağınızı dizinizden büküp, sağ ayağınızı sol dizinizin önüne yerleştirin. Sol bacağınız düz ve yerde kalsın. Sağ elinizi denge sağlamak için yere koyabilirsiniz.	Sol bacağınızı düz tutarak yerden yukarı kaldırın. Bacağınızı mümkün olduğunca yukarı kaldırın, ancak vücudunuzu yana eğmemeye dikkat edin.	
3. Sırtüstü Düz Bacak Kaldırma Egzersizi (Seviye 1)			-3 set x 10 tekrar. -Setler arasında 60-90 saniye dinlenin - Diğer taraf için de aynı hareketi yapın
	Başınızın altına ekstra destek için katlanmış bir havlu koyarak sırtüstü yatın. Sol dizinizi bükülü, sağ bacağınızı düz tutun.	Sağ bacağınızı, dizinizi düz tutarak yerden yaklaşık 40 cm yukarı kaldırın (kaslarınız kuvvetlendikçe daha yükseğe kaldırabilirsiniz).	

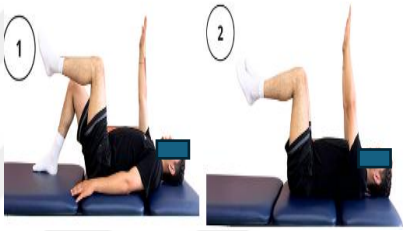
Tablo 3.23 *Klasik Fizyoterapi Grubu Altıncı Hafta Ana Egzersizleri*

Egzersiz	Başlangıç Pozisyonu	Hareketin Yapılışı	Set ve Tekrar
1. Diz Üstü Plank Egzersizi			-3 set x 10 tekrar. -Setler arasında 60-90 saniye dinlenin - Üçüncü egzersizde her iki taraf içinde 3 set 10 tekrar yapın
	Yüzüstü yatın, dirseklerinizi yanınıza yerleştirip ellerinizi başınızın yanında, avuç içleriniz yere bakacak şekilde konumlandırın.	Ön kollarınız ve ayak parmaklarınız üzerinde vücudunuzu yerden kaldırın. Başınızı düz tutun ve vücudunuzu düz bir çizgide tutmaya özen gösterin.	
2. Sırtüstü Düz Bacak Kaldırma Egzersizi (Seviye 2)			
	Sırtüstü yatın, bacaklarınızı düz uzatın ve kollarınızı yanlarınıza, avuç içleriniz yere bakacak şekilde yerleştirin.	Bacaklarınızı düz bir şekilde yerden yaklaşık 45 derece kaldırın. Hareket sırasında belinizi düz ve kontrollü tutun.	
3. Diz Üstü Süpermen Egzersizi (Seviye 3)			
	Dört ayak pozisyonunda başlayın, elleriniz omuzlarınızın, dizleriniz kalçalarınızın hizasında olsun. Sırtınızı düz tutun, başınızı nötr pozisyonda ve boynunuzu rahat bırakın.	Dengenizi koruyarak sağ bacağınızı yere paralel olana kadar arkaya doğru kaldırın ve sol kolunuzu omuz hizasına kadar öne doğru yavaşça uzatın. Hareket sırasında sırtınızı düz tutun.	

Tablo 3.24 *Klasik Fizyoterapi Grubu Yedinci Hafta Ana Egzersizleri*

Egzersiz	Başlangıç Pozisyonu	Hareketin Yapılışı	Set ve Tekrar
1. Yan Plank Egzersizi (Seviye 2)			-3 set x 10 tekrar. -Setler arasında 90-120 saniye dinlenin - Birinci ve ikinci egzersizde her iki taraf için de aynı egzersizleri yapın
	Sağ tarafınıza yatın, bacaklarınızı düz uzatın ve ayaklarınızı üst üste getirin. Sağ dirseğinizi bükerek, sağ ön kolunuzu yere paralel olacak şekilde yerleştirin, dirseğiniz omzunuzun tam altında olmalıdır.	Kalçalarınızı yerden kaldırın. Kalçanızı ve belinizi düz tutarak, vücudunuzun başınızdan ayaklarınıza kadar düz bir çizgi oluşturduğundan emin olun. Kalçalarınızı yere indirerek başlangıç pozisyonuna dönün.	
2.Dead Bug Egzersizi			
	Sırtüstü yatın. Kalçalarınızı ve dizlerinizi 90 derece bükün, ayaklarınızı havada kalça genişliğinde açık tutun. Kollarınızı yukarı doğru omuz hizasında uzatın, avuç içleriniz karşıya baksın.	Sol kolunuzu başınızın arkasına doğru indirirken, sağ bacağınızı yere mümkün olduğunca yakın olacak şekilde uzatın. Aynı anda sol dizinizi göğsünüze doğru çekin. Başlangıç pozisyonuna geri dönün.	
3. Plank Egzersizi			
	Yüzüstü uzanın. Ellerinizi başınızın yanında, avuç içleriniz yere bakacak şekilde ve dirsekleriniz bükülü halde yerleştirin. Başınızı yerden hafifçe kaldırın. Ayak parmaklarınızı yere dayayın.	Yavaşça ağırlığınızı dirsekleriniz ve ayak parmaklarınız üzerinde destekleyerek vücudunuzu yerden kaldırın. Vücudunuzu düz bir çizgide tutun. Bu pozisyonda beş saniye bekleyin.	
4. Duvarda Squat			
	Bir duvarın önünde durun ve sırtınızı duvara yaslayın. Ayaklarınızı omuz genişliğinde açarak duvardan yaklaşık 30 cm öne yerleştirin. Ayaklar hafifçe dışa dönük olmalıdır.	Sırtınızı duvarda tutarak yavaşça dizlerinizi bükün ve uyluklarınız yere paralel olana kadar veya ağrı hissetmediğiniz bir seviyeye kadar çömelin. Dizleriniz ayak parmaklarınızın hizasını geçmesin. Bu pozisyonda beş saniye bekleyin.	

Tablo 3.25 *Klasik Fizyoterapi Grubu Sekizinci Hafta Ana Egzersizleri*

Egzersiz	Başlangıç Pozisyonu	Hareketin Yapılışı	Set ve Tekrar
1. Yüzüstü Süperme n Egzersizi			-3 set x 10 tekrar. -Setler arasında 90-120 saniye dinlenin
	Vücudunuz düz bir şekilde yüzüstü uzanın. Kollarınızı yanlarınıza yerleştirin.	Omuzlarınızı, kollarınızı ve bacaklarınızı aynı anda yerden kaldırın. Başınızı hafifçe kaldırarak ileriye doğru bakın ve kollarınızı, bacaklarınızı düz tutun. Ardından başlangıç pozisyonuna dönün.	
2. Dört Nokta Sırtüstü Çapraz Kaldırma Egzersizi			-3 set x 10 tekrar. -Setler arasında 90-120 saniye dinlenin - İkinci ve üçüncü egzersizde her iki taraf içinde aynı egzersizler i yapın
	Sırtüstü yere yatın, kollarınızı yanlarınıza yerleştirin. Dizlerinizi bükün ve ayaklarınızı yere düz bir şekilde yerleştirin.	Sol bacağınızı kaldırırken sağ kolunuzu yukarı kaldırarak çapraz bir hareket yapın. Ardından sağ bacağınızı kaldırırken sol kolunuzu yukarı kaldırarak aynı hizaya getirin. Bacaklarınız kalçadan ve dizden 90 derece açıyla bükülmüş olsun. Yavaşça başlangıç pozisyonuna geri dönün.	
3. Bacak Kaldırma ile Plank Egzersizi			
	Yüzüstü uzanın. Ellerinizi başınızın yanında, avuç içleriniz yere bakacak şekilde dirsekleriniz bükülü olsun. Başınızı yerden hafifçe kaldırın.	Yavaşça ağırlığınızı dirsekleriniz ve ayak parmaklarınız üzerinde destekleyerek vücudunuzu yerden kaldırın ve başınızı düz tutun. Sağ bacağınızı yavaşça yerden yukarı doğru kaldırın, bacağınızı düz tutarak kalçanızın hizasını koruyun. Kalçanızı döndürmemeye özen gösterin. Başlangıç pozisyonuna geri dönün.	

3.4.5. Isınma Rutini (5-8. Haftalar)

Çalışma protokolünün son dört haftası egzersizler ev tabanlı uygulandığı için ısınma rutinleri değiştirildi.

Katılımcılar, kasları ısındırarak egzersize hazır hale getirmeyi amaçlayan ve çeşitli kas gruplarını hedefleyen dinamik germe egzersizleri yaptı (Samson vd., 2012) (Tablo 3.26).

Tablo 3.26 *Grupların 5-8. Haftalar Isınma Egzersizleri*

Egzersiz	Başlangıç Pozisyonu	Hareketin Yapılışı	Set ve Tekrar
Kalça Ekstansiyonu ve Fleksiyonu			Her hareketi 15 saniye boyunca yapın ve üç kez tekrar edin. Tekrarlar arasında 10 saniye dinlenin. Hareketi diğer taraf için tekrar edin.
	Ayaklar omuz genişliğinde açık ve eller belinizde olacak şekilde ayakta durun.	Kalça ekstansiyonu için bir bacağınızı düz tutarak geriye doğru kaldırın ve kalçanızı sıkın. Kalça fleksiyonu için aynı bacağı öne kaldırın, dizinizi göğsünüze yaklaştırın.	
Kalça Addüksiyonu ve Abdüksiyonu			
	Ayaklar omuz genişliğinde açık ve eller belinizde olacak şekilde ayakta durun.	Kalça addüksiyonu için bir bacağınızı düz tutarak vücudunuzun önünden diğer yana doğru çaprazlayın. Kalça abdüksiyonu için aynı bacağı yana doğru kaldırarak esnetin.	
Kalça Rotasyonu ve Spinal Rotasyon			
	Ayaklar omuz genişliğinde açık ve eller belinizde olacak şekilde ayakta durun.	Kalça rotasyonu için bir bacağınızı düz tutarak kalçanızdan dışa doğru çevirin, ardından aynı bacağı içe doğru çevirin. Spinal rotasyon için eller belde iken üst bedeninizi bir yana doğru çevirin.	

3.4.6. Soğuma Rutini (5-8. Haftalar)

Soğuma rutini, son dört hafta değiştirilerek beş dakikalık statik germe hareketlerinden oluştu (Tablo 3.27).

Tablo 3.27 *Grupların 5-8. Haftalar Soğuma Egzersizleri*

Egzersiz	Başlangıç Pozisyonu	Hareketin Yapılışı	Set ve Tekrar
Hamstring Germe			Bu pozisyonda 15 saniye kalın ve 10 saniye dinlenin. Bu hareketi üç kez tekrarlayın. Her iki taraf için uygulayın.
	Sırtüstü yatın, bir bacağınızı düz tutun ve diğer bacağınızı bükülü bırakın.	Düz olan bacağınızı, dizinizi hafifçe bükerek yukarı kaldırın. Uyluğunuzun arkasını ellerinizle tutarak, bacağınızı yavaşça uyluğunuzun arkasında bir gerilme hissedene kadar kendinize doğru çekin.	
Kalça Fleksör Germe			
	Dizlerinizin biri yere değecek şekilde diz çöker pozisyonda durun.	Öndeki diziniz 90 derece bükülü olsun. Arkadaki bacağınızın üst kısmında bir gerilme hissedene kadar öne doğru eğilin.	
Piriformis Germe			
	Sırtüstü yere yatın. Dizlerinizi bükün ve ayaklarınızı yere düz bir şekilde yerleştirin.	Bir ayak bileğinizi diğer dizinizin üzerine yerleştirin. Yerde olan bacağı göğsünüze doğru çekin.	
Lomber Ekstansör Germe			Bu pozisyonda 15 saniye kalın ve 10 saniye dinlenin. Bu hareketi üç kez tekrarlayın.
	Sırtüstü yere yatın. Dizlerinizi bükün ve ayaklarınızı yere düz bir şekilde yerleştirin.	Elleriniz ile dizlerinizin arkasından kavrayarak iki dizinizi de yavaşça göğsünüze doğru çekin ve dizlerinizi mümkün olduğunca göğsünüze yaklaştırın.	

3.5. İstatistiksel Analiz

Bu çalışmada elde edilen verilerin istatistiksel analizi için IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0 (IBM Corp., Armonk, New York, ABD) yazılımı kullanıldı. Aligned Rank Transform (ART) ANOVA, SPSS'nin yerleşik işlevleri arasında doğrudan bulunmadığından, bu analizi gerçekleştirmek için de Python 3.8 sürümü kullanıldı. Verilerin tamamı sayısal verilere dönüştürüldü ve kategorik olmayanlar ordinal veya nominal değerler olarak girildi.

Verilerin tanımlayıcı istatistikleri (medyan, ortalama, standart sapma, minimum, maksimum, birinci ve üçüncü çeyrekler) hesaplandı ve sonuçlar tablo halinde sunuldu.

Analizlerde, öncelikle verilerin normallik dağılımı, sürekli değişkenler için Shapiro-Wilk Testi ile değerlendirildi.

Grupların demografik, fiziksel ve klinik özellikleri sürekli veriler ise ve normallik varsayımını karşılıyorsa Bağımsız Örneklem t-Testi (Independent Samples t-Test), normallik varsayımını karşılamıyorsa Mann-Whitney U Testi ile karşılaştırıldı. Demografik, fiziksel ve klinik özellikler ordinal veriler ise Chi-Square Testi ile karşılaştırıldı.

Gruplar arası diğer ölçümlerin karşılaştırmalarında normallik varsayımını karşılayan sürekli veriler için Bağımsız Örneklem t-Testi (Independent Samples t-Test) kullanılarak gruplar arasındaki farkların anlamlılığı değerlendirildi. Normallik varsayımını karşılamayan sürekli verilerde ve diğer ordinal verilerde ise Mann-Whitney U Testi uygulandı.

Sürekli verilerde gruplar arasındaki farklılıkları ve zaman etkisini aynı anda incelemek için İki Yönlü ANOVA (Two-Way ANOVA); zaman içinde aynı grup içindeki değişiklikleri incelemek için Tekrarlanan Ölçümler ANOVA (Repeated Measures ANOVA) uygulandı. İki yönlü ANOVA yapmadan önce, varyansların homojenliğini kontrol etmek için Levene testi yapıldı. Eğer Levene testi anlamlı çıkarsa, yani varyanslar eşit değilse, Welch's ANOVA uygulandı. Tekrarlanan Ölçümler ANOVA'sı uygulanmadan önce, sphericity (küresellik) varsayımını kontrol etmek için Mauchly'nin Sphericity Testi kullanıldı. Mauchly'nin sphericity testi

sonucunda $p<0.05$ olduğunda, küresellik varsayımının ihlal edildiği kabul edildi ve bu durumda, analiz sonuçlarının güvenilirliğini sağlamak için Greenhouse-Geisser düzeltmesi uygulandı.

Ordinal verilerde gruplar arasındaki farklılıkları ve zaman etkisini aynı anda incelemek için Aligned Rank Transform (ART) ANOVA; zaman içinde aynı grup içindeki değişiklikleri incelemek için Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi (Wilcoxon Signed-Rank Test) kullanıldı. Aligned Rank Transform (ART) ANOVA için Python kullanıldı. Bu işlemde Python kütüphanelerinden Pandas, Scipy ve Statsmodels'ten yararlanıldı. Pandas kütüphanesi veri işleme ve analizi için, Scipy istatistiksel hesaplama ve sıralama için ve Statsmodels ise ANOVA modellerinin oluşturulması ve analizler için kullanıldı. Bu yöntemle verilerin sıralanmış ve dönüştürülmüş haliyle analiz edilmesi sağlanarak, ART ANOVA'nın gerektirdiği istatistiksel işlemler başarıyla tamamlandı.

Bu analizlerin sonuçlarının etki büyüklüğünü değerlendirmek için eta kare (η^2) değerleri hesaplandı. Elde edilen eta kare değerleri 0,01-0,06 arasında ise küçük; 0,06-0,14 arasında ise orta; 0,14 üzeri ise büyük etki olarak yorumlandı (Cohen, 1992; Pallant, 2017). Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi'nden sonra ise etki büyüklüğü olarak rank-biserial korelasyonu hesaplandı. Bu testin, Goos-Sampson (2018) tarafından önerilen eşik değerleri (İlgisiz: $r<0.1$, küçük: $r\approx0.1$, Orta: $r\approx0.3$, büyük: $r\approx0.5$), analizlerimizin yorumlanmasında rehberlik etti

Çalışmamızda, çalışma başında ve sonunda ölçülen verilerin değişimini değerlendirmek amacıyla veriler arasındaki farklar hesaplandı. Her katılımcının başlangıç ve bitiş değerleri arasındaki farklar (İlk-Son Fark), ortalama ve standart sapma olarak sunuldu.

Analizlerde, istatistiksel anlamlılık sınırı olarak $p<0,05$ değeri kabul edildi. Bu değerin altında elde edilen p-değerleri, bulguların istatistiksel olarak anlamlı olduğunu gösterdi.

4. BULGULAR

4.1. Sosyo-Demografik ve Fiziksel Özellikler

Çalışmamızda, KNSBA'lı bireylerin sosyo-demografik ve fiziksel özelliklerinin gruplar arası karşılaştırması Tablo 4.1'de verildi. Yaş, VKİ, ağrı süresi, cinsiyet, eğitim durumu ve çalışma durumu açısından her iki grubun benzer olduğu belirlendi (p>0,05).

Tablo 4.1 *Sosyo-Demografik ve Fiziksel Özelliklerin Karşılaştırması*

Değişken	**Klasik Fizyoterapi Grubu (KFG) *n*=16**	**Kor Egzersiz Grubu (KEG) *n*=15**	**Test İstatistikleri**	
			t, Z, χ²	***p***
Yaş, (yıl) $\overline{x}$±SD M (Q1-Q3) min-max	 35,88 ± 14,52 35 (21-49,5) 20-58	 34,47±14,64 32 (21-50) 20-61	*Z*=-0,180	0,857
VKİ, (kg/m2) $\overline{x}$±SD M (min-max)	 26,39±5,85 26,02 (17,12-37,72)	 24,78±4,85 24,38 (17,85–32,04)	*t*=0,833	0,412
Ağrı Süresi, (yıl) $\overline{x}$±SD M (min-max)	 2,63±1,59 2,5 (0,5-5)	 2,67±1,68 2 (0,5-6)	*t*=0,071	0,944
Cinsiyet, *n (%)* Kadın Erkek	 7 (46,67%) 9 (56,25%)	 8 (53,33%) 7 (43,75%)	χ^2=0,285	0,594
Eğitim Durumu, *n (%)* İlköğretim Lise Üniversite Lisans Üstü	 3 (18,75%) 6 (37,50%) 6 (37,50%) 1 (6,25%)	 2 (13,33%) 9 (60,00%) 2 (13,33%) 2 (13,33%)	χ^2=3,104	0,376
Çalışma Durumu, *n (%)* Evet Hayır	 9 (60,00%) 7 (43,75%)	 6 (40,00%) 9 (56,25%)	χ^2=0,819	0,366

KEG: Kor Egzersiz Grubu, KFG: Klasik Fizyoterapi Grubu, VKİ: Vücut Kütle İndeksi, *n*: Sayı, *t*: Bağımsız gruplarda t-testi, $\overline{x}$: Ortalama, SD: Standart sapma, M: Medyan, %: Satır Yüzdesi, χ^2: Pearson chi-square testi, Q1-Q3: İnterkuartil aralık (1. ve 3. çeyrekler), *Z*: Mann-Whitney U Testi için standartlaştırılmış test istatistiği, min-max: Minimum ve maksimum değerler

4.2. Ağrı Şiddeti Değerlendirme Bulguları

Çalışmamızda, VAS ile değerlendirilen genel ağrı şiddeti, istirahat halindeki ağrı şiddeti, gece oluşan ağrı şiddeti ve aktiviteyle oluşan ağrı şiddeti değişim bulgularının analizleri Tablo 4.2'de gösterildi.

Grupların ağrı şiddeti skorlarının ilk değerlendirmelerinin benzer olduğu belirlendi ($p>0,05$). Son değerlendirmelerde ise gruplar arasında anlamlı sonuçlar tespit edildi ($p<0,05$) (Şekil 4.1).

Grup içi analizlerde ilk ve son değerler arasında, her iki grupta da tüm ağrı skorlarındaki azalmalar anlamlıydı ($p<0,05$).

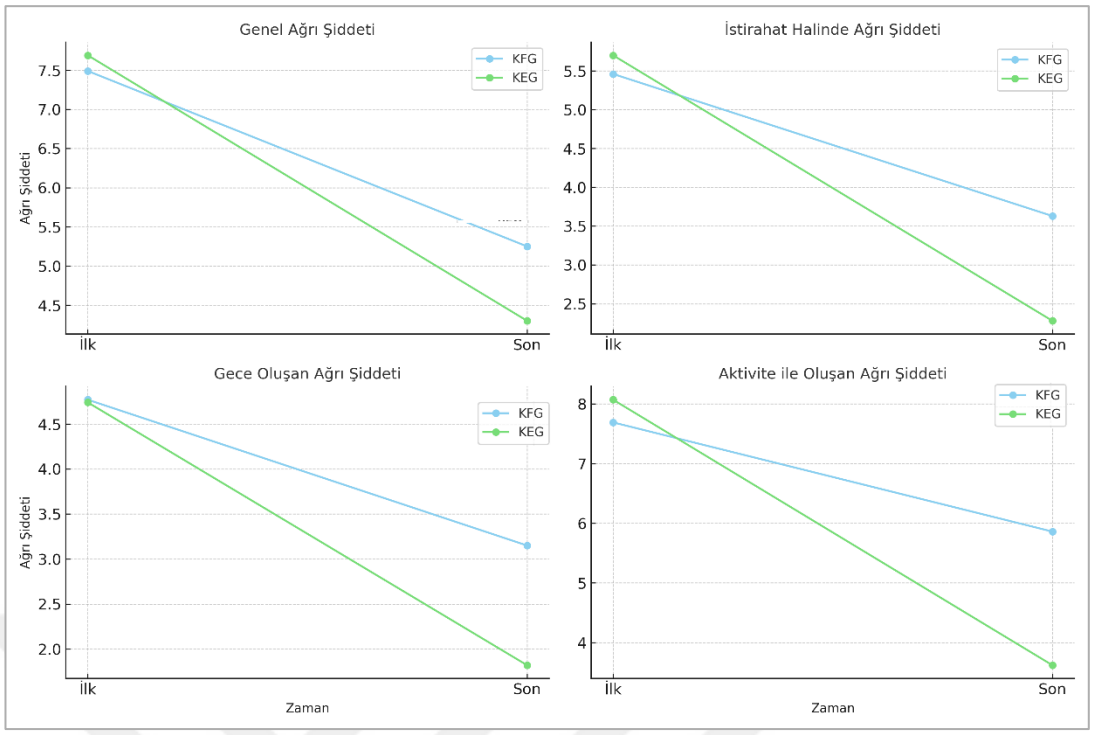
Gruplara uygulanan rehabilitasyon protokollerinin, ağrı şiddetini azaltmasındaki etkileri, KFG için büyük etkiden küçük etkiye doğru sırasıyla; genel ağrı şiddeti ($\eta2=0,783$), istirahat halinde ağrı şiddeti ($\eta2=0,739$), aktiviteyle oluşan ağrı şiddeti ($\eta2=0,660$) ve gece oluşan ağrı şiddeti ($\eta2=0,648$) olarak belirlenirken, KEG için sırasıyla; genel ağrı şiddeti ($\eta2=0,896$), aktiviteyle oluşan ağrı şiddeti ($\eta2=0,867$), istirahat halinde ağrı şiddeti ($\eta2=0,853$) ve gece oluşan ağrı şiddeti ($\eta2=0,703$) olarak belirlendi. Tüm ağrı şiddeti ölçümlerinde KEG'in etki büyüklüğü KFG'den daha fazla idi (Şekil 4.2).

Grup x Zaman etkileşimi incelendiğinde ise tüm ağrı şiddeti ölçümlerinde KEG'de uygulanan protokolün ağrı şiddetini KFG'ye göre zamanla daha belirgin şekilde azalttığını ve bu azalmanın etkisinin daha büyük olduğunu gösterdi. Ağrı şiddetleri arasında, KEG'de KFG'ye göre azalma etkisi en fazla aktiviteyle oluşan ağrıda ($\eta2=0,418$) tespit edilirken en az azalma ise yine büyük etki değeri ile gece oluşan ağrıda tespit edildi ($\eta2=0,146$).

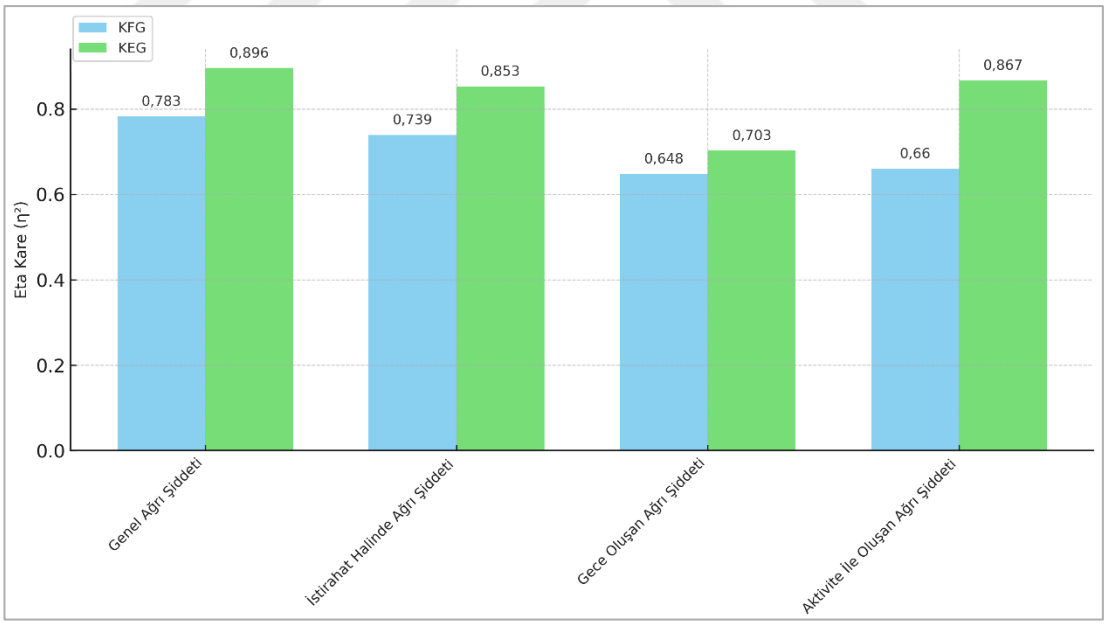
Tablo 4.2 *Ağrı Şiddetleri Değerlendirme Bulguları*

		Klasik Fizyoterapi Grubu (KFG) *n* = 16		Kor Egzersiz Grubu (KEG) *n* = 15		Test İstatistikleri	
		$\overline{x}$±SD	M (min-max)	$\overline{x}$±SD	M (min-max)	*t*	*p*
Genel Ağrı Şiddeti	**İlk**	7,49±1,25	7,35 (5,4-9,2)	7,69±0,95	7,6 (6-9,2)	-0,515	0,611
	Son	5,25±1,25	5,15 (2-7,6)	4,30±0,84	4,2 (2,9-6)	2,467	**0,020**
	F_{RM}	*F*=54,276 **p<0,001** *η2*=0,783		*F*=120,487 **p<0,001** *η2*=0,896			
	F_{AB}	*F*=7,106 **p=0,012** *η2*=0,197					
	Δx	2,72±0,44		3,39±0,34			
İstirahat Halinde Ağrı Şiddeti	**İlk**	5,46±1,51	5,95 (2,9-8)	5,70±1,60	5,20 (3,60-9,30)	-0,425	0,674
	Son	3,63±1,01	3,4 (2,2-5,5)	2,28±0,92	2 (1,2-4,2)	3,872	**<0,001**
	F_{RM}	*F*=42,551 **p<0,001** *η2*=0,739		*F*=81,346 **p<0,001** *η2*=0,853			
	F_{AB}	*F*=11,471 **p=0,002** *η2*=0,283					
	Δx	1,83±0,47		3,42±0,49			
Gece Oluşan Ağrı Şiddeti	**İlk**	4,77±2,08	5 (1,8-8,1)	4,74±2,28	4 (1,8-9)	0,370	0,971
	Son	3,15±1,41	3 (1,4-7,3)	1,82±0,85	2 (0-4)	3,145	**0,004**
	F_{RM}	*F*=27,650 **p<0,001** *η2*=0,648		*F*=33,193 **p<0,001** *η2*=0,703			
	F_{AB}	*F*=4,957 **p=0,034** *η2*=0,146					
	Δx	1,62±0,65		2,92±0,65			
Aktivite ile Oluşan Ağrı Şiddeti	**İlk**	7,69±1,50	7,9 (4,9-9,7)	8,07±0,90	8 (7-9,4)	0,833	0,412
	Son	5,86±1,61	6 (3,6-9)	3,62±1,43	3,4 (2,1-7,3)	4,075	**<0,001**
	F_{RM}	*F*=29,089 **p<0,001** *η2*=0,660		*F*=91,385 **p<0,001** *η2*=0,867			
	F_{AB}	*F*=20,853 **p<0,001** *η2*=0,418					
	Δx	1,83±0,57		4,45±0,45			

KEG: Kor Egzersiz Grubu, KFG: Klasik Fizyoterapi Grubu, İlk: Çalışma öncesi, Son: Çalışma sonrası, F_{RM}: Tekrarlanan ölçümler varyans analizi, F_{AB}: İki yönlü ANOVA (grup ve zaman etkisi), *n*: Katılımcı sayısı, *t*: Bağımsız gruplarda t-testi, $\overline{x}$: Ortalama, SD: Standart sapma, M: Medyan, min-max: Minimum ve maksimum değerler, *η2*: Etki büyüklüğü (Eta Kare), Δ*x*: İlk-Son Fark ($\overline{x}$±SD), *p*: İstatistiksel anlamlılık sınırı



Şekil 4.1 *Grupların Ağrı Şiddetleri Değişim Bulgularının Karşılaştırması*



Şekil 4.2 *Grupların Ağrı Şiddetleri Değişimlerindeki Etki Değerlerinin (η2) Karşılaştırması*

4.3. Fonksiyonel Özür Düzeyi Değerlendirme Bulguları

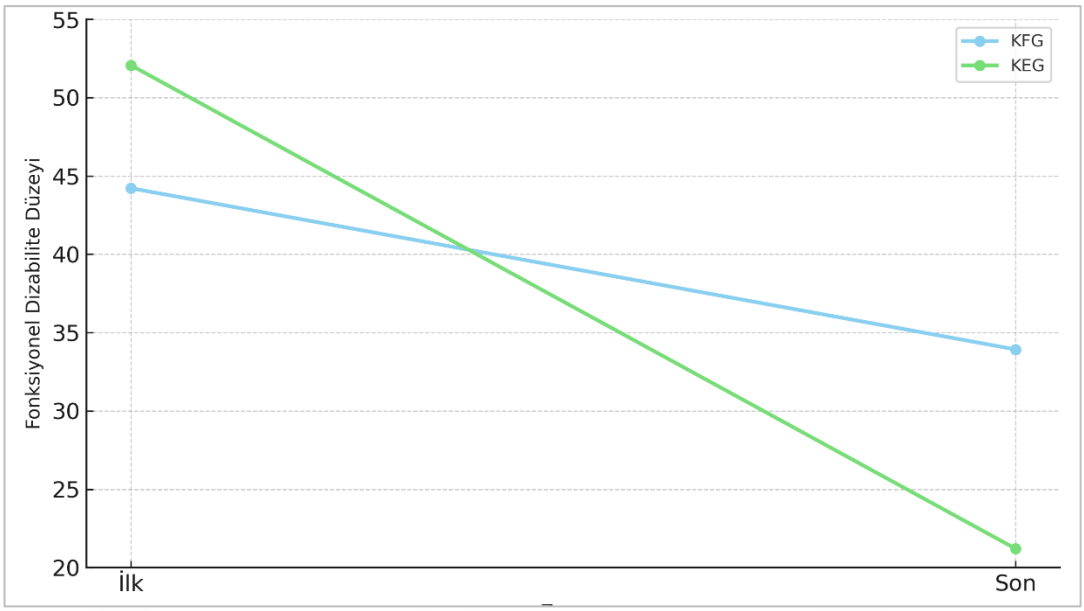
Çalışmamızda, Oswestry Disabilite İndeksi ile belirlenen, fonksiyonel özür düzeylerinin değişim bulgularının analizleri Tablo 4.3'te gösterildi.

Gruplar arasında başlangıç özür düzeylerinin ilk değerlendirmelerinin benzer olduğu belirlendi (p>0,05). Son skorlar incelendiğinde, KEG'de KFG'ye kıyasla anlamlı bir azalma tespit edildi (p<0,05) (Şekil 4.3). Her iki grupta da grup içi karşılaştırmalarda ilk ve son özür düzeyleri arasında anlamlı azalmalar saptandı (p<0,05). Klasik fizyoterapi grubunda uygulanan protokolün özür düzeyini %68,5 (η2=0,685) oranında azalma yönünde etkilediği, KEG'de uygulanan protokolün ise %80,0 (η2=0,800) oranında azalma yönünde etkilediği tespit edildi (Şekil 4.4). Grup x Zaman etkileşimi anlamlı bulundu (F=21,841, p<0,001, η2=0,430). Bu sonuçlar, zamanla KEG'deki özür düzeyinin KFG'ye göre daha belirgin şekilde azaldığını; etki büyüklüğü (η2=0,430) ise bu azalmanın oldukça büyük olduğunu gösterdi.

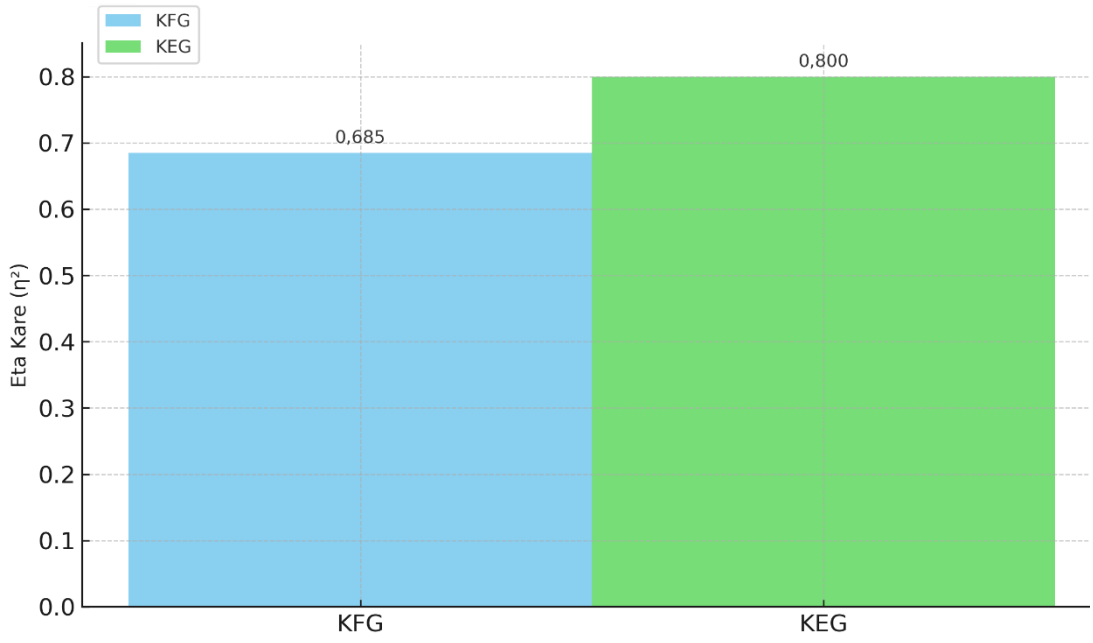
Tablo 4.3 *Fonksiyonel Özür Düzeyi Değerlendirme Bulguları*

		Klasik Fizyoterapi Grubu (KFG) *n*=16		**Kor Egzersiz Grubu (KEG) *n*=15**		**Test İstatistikleri**	
		$\overline{x}$±SD	**M (min-max)**	**$\overline{x}$±SD**	**M (min-max)**	***t***	***p***
Fonksiyonel Özür	**İlk**	44,21±15,30	39 (18-72)	52,06±13,57	54 (36-84)	-1,508	0,142
	Son	33,92±14,44	31,33 (12-68)	21,20±9,15	20 (6-36)	2,905	**0,007**
	F_{RM}	*F*=32,687 **p<0,001** *η2*=0,685		*F*=56,007 **p<0,001** *η2*=0,800			
	F_{AB}	*F*=21,841 **p<0,001** *η2*=0,430					
	Δ*x*	10,29±5,43		30,86±4,37			

KEG: Kor Egzersiz Grubu, KFG: Klasik Fizyoterapi Grubu, İlk: Çalışma öncesi, Son: Çalışma sonrası, F_{RM}: Tekrarlanan ölçümler varyans analizi, F_{AB}: İki yönlü ANOVA (grup ve zaman etkisi), *n*: Katılımcı sayısı, *t*: Bağımsız gruplarda t-testi, $\overline{x}$: Ortalama, SD: Standart sapma, M: Medyan, min-max: Minimum ve maksimum değerler, *η2*: Etki büyüklüğü (Eta Kare), Δ*x*: İlk-Son Fark ($\overline{x}$±SD), *p*: İstatistiksel anlamlılık sınırı



Şekil 4.3 *Grupların Fonksiyonel Özür Düzeyi Değişim Bulgularının Karşılaştırması*



Şekil 4.4 *Grupların Fonksiyonel Özür Düzeyi Değişimlerindeki Etki Değerlerinin (η2) Karşılaştırması*

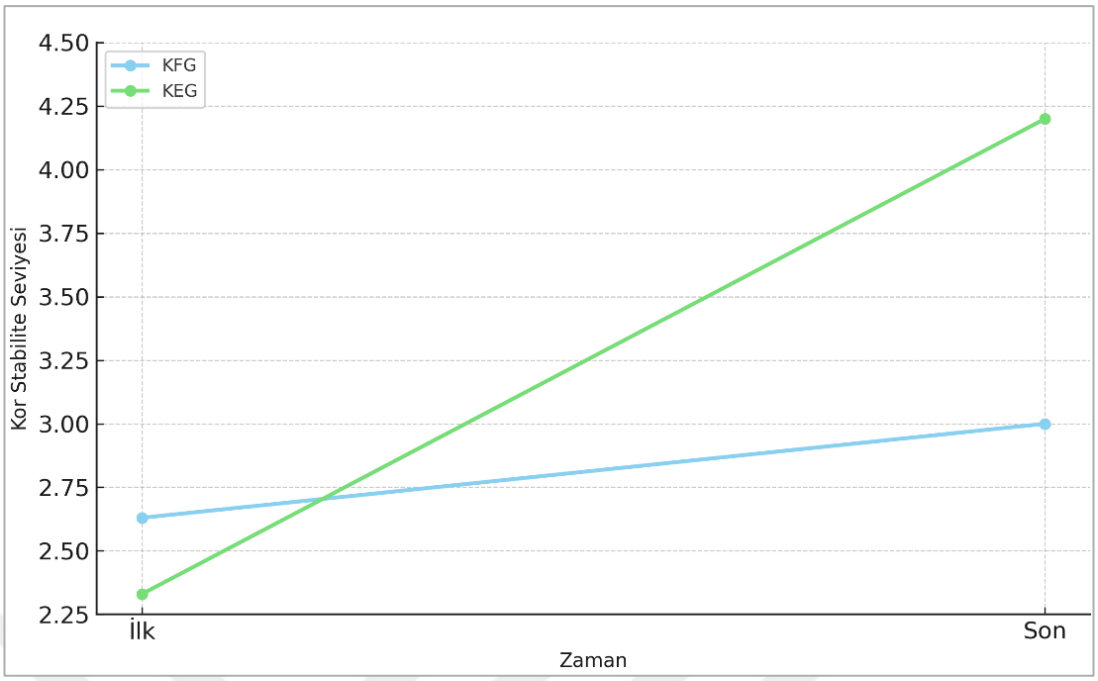
4.4. Lumbopelvik Kor Stabilite Değerlendirme Bulguları

Çalışmamızda, SCST ile belirlenen lumbopelvik kor stabilite seviyeleri değişim bulgularının analizleri Tablo 4.4'te gösterildi. Çalışma öncesi yapılan ilk değerlendirmelerde, iki grubun başlangıç kor stabilite seviyelerinin benzer olduğu belirlendi (p>0,05). Son skorlar incelendiğinde, KEG'de KFG'ye kıyasla anlamlı bir artış tespit edildi (p<0,05) (Şekil 4.5). Her iki grupta da grup içi karşılaştırmalarda ilk ve son kor stabilite seviyeleri arasında anlamlı artışlar saptandı (p<0,05). Kor egzersiz grubuna uygulanan çalışma protokolünün etki büyüklüğü (r=0,839), KFG'ye (r=0,530) kıyasla daha büyüktü (Şekil 4.6). Grup x Zaman etkileşimi anlamlı bulundu (F=12,653, p<0,001, $\eta 2$=0,123). Bu sonuçlar, zaman geçtikçe KEG'de stabilite düzeyinde daha belirgin bir artış olduğunu, KFG'de ise bu artışın belirginliğinin daha az olduğunu ortaya koydu. Grup zaman etkisi ($\eta 2$=0,123), bu etkinin orta büyüklükte olduğunu gösterdi.

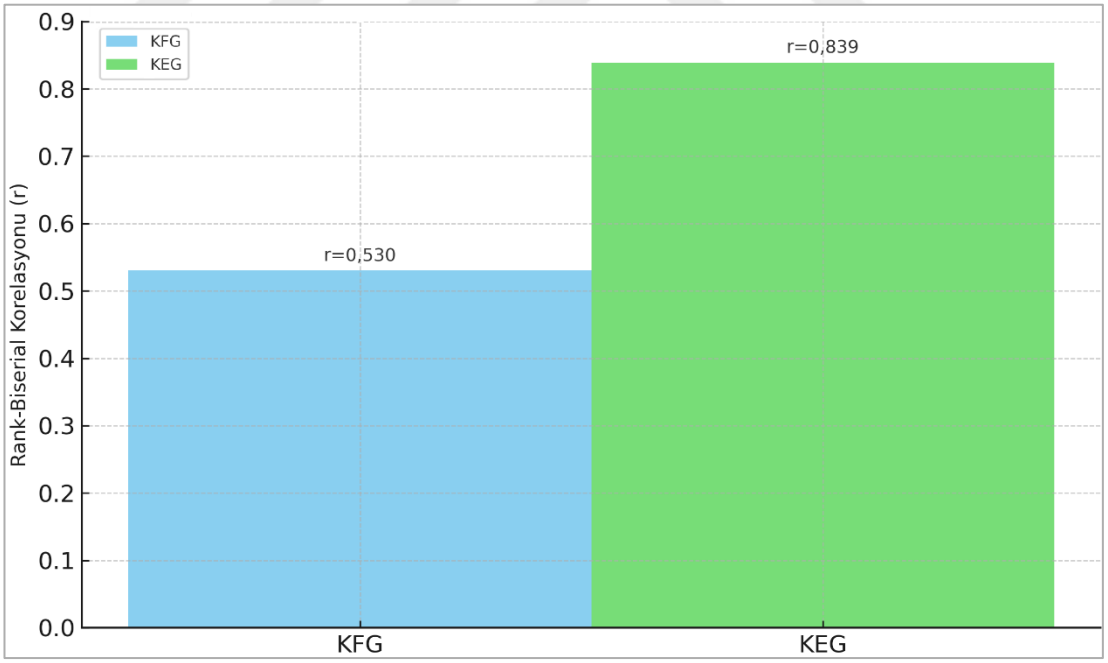
Tablo 4.4 *Kor Stabilite Seviyesi Değerlendirme Bulguları*

		Klasik Fizyoterapi Grubu (KFG) *n*=16		**Kor Egzersiz Grubu (KEG) *n*=15**		**Test İstatistikleri**	
		$\overline{x}$±SD	**M (Q1-Q3)**	**$\overline{x}$±SD**	**M (Q1-Q3)**	***Z***	***p***
Lumbopelvik Kor Stabilite	**İlk**	2,63±0,81	3 (2-3)	2,33±0,82	2 (2-3)	-0,997	0,319
	Son	3,00±0,90	3 (2-5)	4,20±0,68	4 (4-5)	-3,399	**<0,001**
	***W*$_{ST}$**	*W*= 15,000 *Z*$_W$ =2,121 **p=0,034** *r*=0,530		*W*= 91,000 *Z*$_W$ =3,247 **p<0,001** *r*=0,839			
	ART	*F*=12,653 **p<0,001** $\eta 2$=0,123					
	Δ*x*	-0,37±0,82		-1,87±0,99			

KEG: Kor Egzersiz Grubu, KFG: Klasik Fizyoterapi Grubu, İlk: Çalışma öncesi, Son: Çalışma sonrası, W_{ST}: Wilcoxon işaretli sıralar testi, *ART*: Aligned rank transform (ART) ANOVA (grup ve zaman etkisi), *n*: Katılımcı sayısı, $\overline{x}$: Ortalama, SD: Standart sapma, M: Medyan, Q1-Q3: İnterkuartil aralık (1. ve 3. çeyrekler), *Z*: Mann-Whitney U testi için standartlaştırılmış test istatistiği, *W*: Wilcoxon işaretli sıralar testi için hesaplanan test istatistiği Z_W: W istatistiğinin standart normal dağılımdaki yeri, *F*: Grup x zaman faktörünün etkisinin büyüklüğü $\eta 2$: Etki büyüklüğü (Eta Kare), *r*: Rank-biserial korelasyonu, Δ*x*: İlk-Son Fark ($\overline{x}$±SD), *p*: İstatistiksel anlamlılık sınırı.



Şekil 4.5 *Grupların Kor Stabilite Seviyeleri Değişim Bulgularının Karşılaştırması*



Şekil 4.6 *Grupların Kor Stabilite Seviyesi Değişimlerindeki Etki Değerlerinin (r) Karşılaştırması*

4.5. Lomber Multifidus Kesit Alanı Değerlendirme Bulguları

Çalışmamızda, MRG görüntüleri üzerinden değerlendirilen LMF'nin L1-2'den L5-S1'e kadar intervertebral disk seviyelerindeki KA değişim bulgularının analizleri Tablo 4.5'te gösterildi.

Çalışma öncesi ve sonrası yapılan ölçümlerde gruplar arası KA'ların benzer olduğu belirlendi ($p>0,05$) (Şekil 4.7). Grup içi karşılaştırmalarda hem KFG hem de KEG'de, LMF'nin her seviyesinde KA'larda istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,05$) belirgin artışlar gözlendi.

Kor egzersiz grubunun, KFG'ye göre tüm seviyelerde hem F değerleri hem de $\eta 2$ etki büyüklükleri daha yüksek tespit edildi. Kor egzersiz grubunun LMF KA değişiminde en büyük etkiye sahip olduğu seviyeler sırasıyla; L4-5 sol ($\eta 2=0,859$), L4-5 sağ ($\eta 2=0,857$), L3-4 sağ ($\eta 2=0,821$), L3-4 sol ($\eta 2=0,820$) seviyeleriydi. Klasik fizyoterapi grubunda ise sırasıyla; L5-S1 sol ($\eta 2=0,642$), L5-S1 sağ ($\eta 2=0,598$), L3-4 sağ ($\eta 2=0,592$), L4-5 sol ($\eta 2=0,549$) seviyeleriydi (Şekil 4.8).

Grup x Zaman etkileşimi anlamlı bulundu ($p<0,05$). Bu sonuçlara göre, KEG'de, KFG'ye kıyasla zaman içinde tüm kesitlerde LMF KA'da daha büyük değişiklikler görüldüğü tespit edildi. Kor egzersiz grubunun, KFG'ye göre en fazla etkiyi L4-5 sol ($\eta 2=0,538$) ve L4-5 sağ ($\eta 2=0,495$) seviyelerinde; en az etkiyi ise L3-4 sol ($\eta 2=0,225$) ve L2-3 sol ($\eta 2=0,253$) seviyelerinde gösterdiği belirlendi.

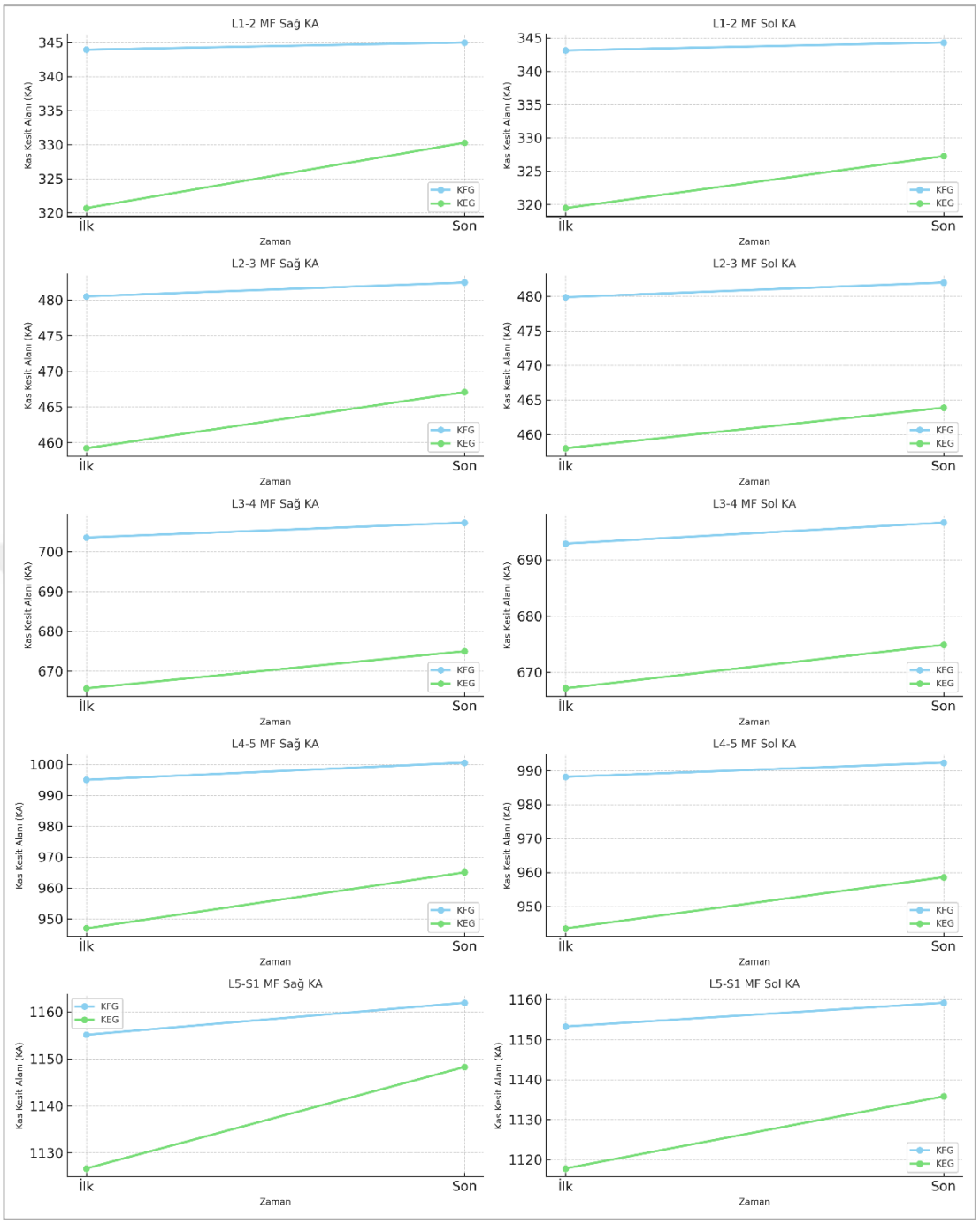
Tablo 4.5 *Lomber Multifidus Kası Kesit Alanı Değerlendirme Bulguları*

		Klasik Fizyoterapi Grubu (KFG) *n*=16		**Kor Egzersiz Grubu (KEG) *n*=15**		**Test İstatistikleri**	
		$\bar{x}$±SD	**M (min-max)**	**$\bar{x}$±SD**	**M (min-max)**	**t**	***p***
L1-2 LMF Sağ KA	**İlk**	343,94±72,13	352,5 (195-496)	320,67±80,39	293 (216-496)	0,849	0,403
	Son	345,00±71,51	352,5 (196-496)	330,27±84,25	301 (219-518)	0,526	0,603
	F_{RM}	*F*=4,446 *p*=0,052 *η2*=0,229		*F*=34,960 ***p*<0,001** *η2*=0,714			
	F_{AB}	*F*=26,629 ***p*<0,001** *η2*=0,479					
	Δ*x*	-1,06±2,02		-9,60±6,36			
L1-2 LMF Sol KA	**İlk**	343,13±71,09	356,5 (199-495)	319,47±79,04	299 (214-472)	0,877	0,387
	Son	344,32±70,61	357 (201-496)	327,27±82,78	299 (217-495)	0,618	0,541
	F_{RM}	*F*=6,987 ***p*=0,018** *η2*=0,318		*F*=19,644 ***p*<0,001** *η2*=0,584			
	F_{AB}	*F*=14,048 ***p*<0,001** *η2*=0,326					
	Δ*x*	-1,19±1,80		-7,80±6,82			
L2-3 LMF Sağ KA	**İlk**	480,50±95,42	493 (255-673)	459,20±92,20	429 (348-685)	0,631	0,533
	Son	482,44±94,87	496 (257-672)	467,07±93,75	438 (355-701)	0,453	0,654
	F_{RM}	*F*=13,069 ***p*=0,003** *η2*=0,466		*F*=40,393 ***p*<0,001** *η2*=0,743			
	F_{AB}	*F*=20,203 ***p*<0,001** *η2*=0,411					
	Δ*x*	-1,94±2,14		-7,87±3,11			
L2-3 LMF Sol KA	**İlk**	479,87±92,36	490,5 (263-668)	458,00±89,55	446 (342-651)	0,669	0,509
	Son	482,00±92,16	493,5 (264-668)	463,87±90,75	455 (350-666)	0,552	0,585
	F_{RM}	*F*=11,087 ***p*=0,005** *η2*=0,425		*F*=32,597 ***p*<0,001** *η2*=0,700			
	F_{AB}	*F*=9,839 ***p*<0,001** *η2*=0,253					
	Δ*x*	-2,13±2,55		-5,87±3,47			
L3-4 LMF Sağ KA	**İlk**	703,56±141,84	723,5 (439-994)	665,67±113,44	642 (490-906)	0,818	0,420
	Son	707,31±141,08	725,5 (444-1001)	675,00±115,18	651 (504-924)	0,696	0,492
	F_{RM}	*F*=21,574 ***p*<0,001** *η2*=0,592		*F*=64,112 ***p*<0,001** *η2*=0,821			
	F_{AB}	*F*=15,895 ***p*<0,001** *η2*=0,354					
	Δ*x*	-3,75±3,22		-9,33±3,88			
L3-4 LMF Sol KA	**İlk**	692,88±119,42	725 (442-857)	667,13±109,43	654 (496-881)	0,624	0,537
	Son	696,63±119,04	724,5 (445-868)	674,87±111,35	663 (505-895)	0,525	0,604
	F_{RM}	*F*=14,868 ***p*=0,002** *η2*=0,498		*F*=63,773 ***p*<0,001** *η2*=0,820			
	F_{AB}	*F*=8,403 ***p*=0,007** *η2*=0,225					
	Δ*x*	-3,75±3,89		-7,73±3,53			

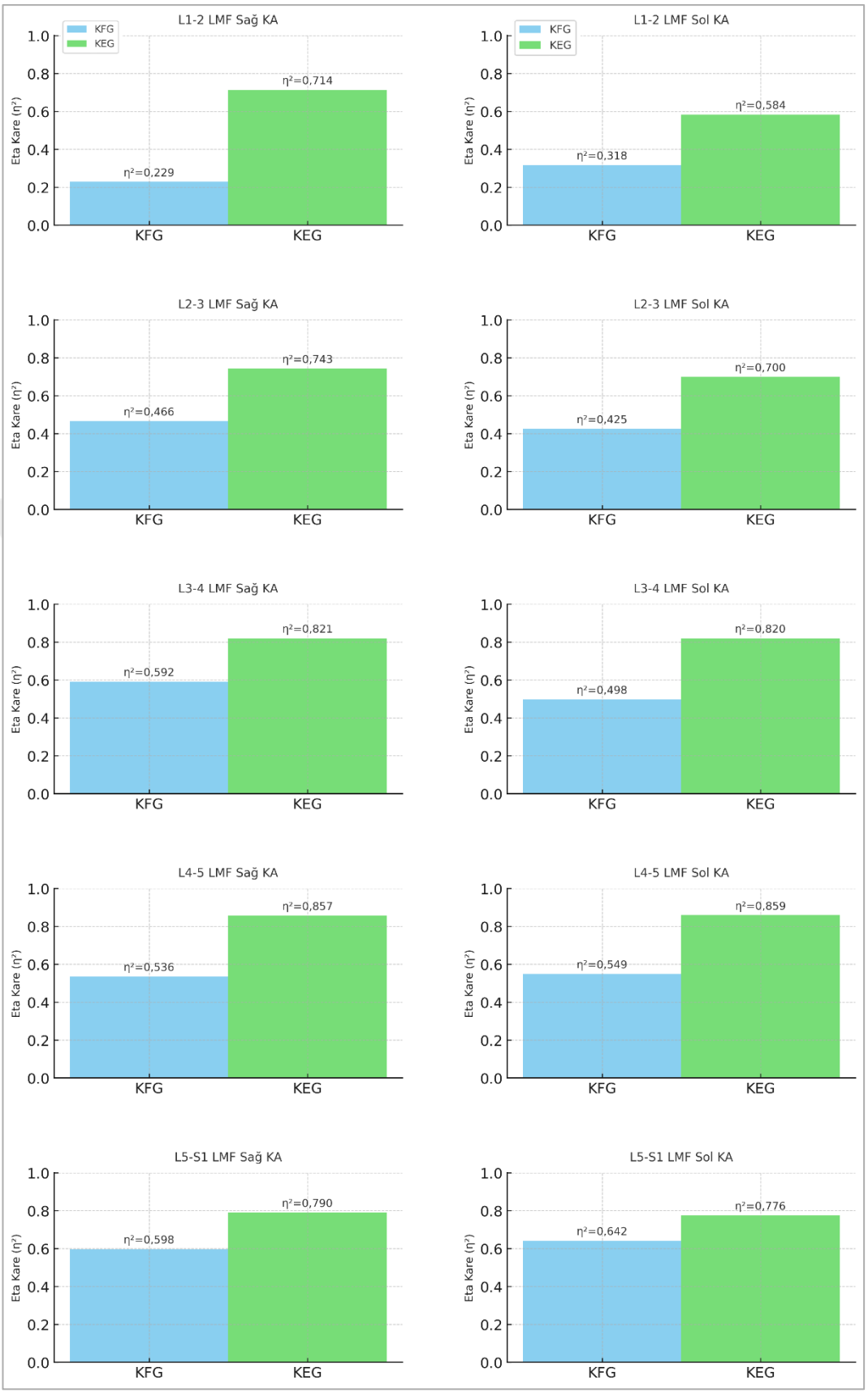
Tablo 4.5 (devam)

L4-5 LMF Sağ KA	**İlk**	995,00±155,14	1029 (668-1353)	946,93±156,50	912 (724-1327)	0,858	0,398
	Son	1000,56±156,46	1028 (672-1367)	965,07±161,62	946 (741-1355)	0,621	0,539
	F_{RM}	F=17,353 **p<0,001** $\eta 2$=0,536		F=84,237 **p<0,001** $\eta 2$=0,857			
	F_{AB}	F=28,436 **p<0,001** $\eta 2$=0,495					
	Δ*x*	-5,56±5,34		-18,13±5,58			
L4-5 LMF Sol KA	**İlk**	988,13±128,97	1011,5 (689-1222)	943,53±147,02	945 (732-1286)	0,899	0,376
	Son	992,31±129,62	1018 (691-1234)	958,60±151,13	924 (738-1310)	0,668	0,509
	F_{RM}	F=18,263 **p<0,001** $\eta 2$=0,549		F=85,595 **p<0,001** $\eta 2$=0,859			
	F_{AB}	F=33,749 **p<0,001** $\eta 2$=0,538					
	Δ*x*	-4,19±3,92		-15,07±5,21			
L5-S1 LMF Sağ KA	**İlk**	1155,13±162,97	1153 (745-1438)	1126,67±166,31	1168 (919-1461)	0,481	0,634
	Son	1161,94±162,47	1156 (752-1457)	1148,27±172,29	1068 (936-1499)	0,227	0,822
	F_{RM}	F=22,347 **p<0,001** $\eta 2$=0,598		F=52,687 **p<0,001** $\eta 2$=0,790			
	F_{AB}	F=20,820 **p<0,001** $\eta 2$=0,418					
	Δ*x*	-6,81±5,76		-21,60±10,26			
L5-S1 LMF Sol KA	**İlk**	1153,25±152,60	1162 (775-1403)	1117,80±154,76	1069 (938-1455)	0,642	0,526
	Son	1159,19±152,19	1167 (781-1420)	1135,80±160,21	1070 (947-1481)	0,417	0,680
	F_{RM}	F=26,865 **p<0,001** $\eta 2$=0,642		F=48,462 **p<0,001** $\eta 2$=0,776			
	F_{AB}	F=19,005 **p<0,001** $\eta 2$=0,396					
	Δ*x*	-5,94±4,58		-18,00±12,28			

KEG: Kor Egzersiz Grubu, KFG: Klasik Fizyoterapi Grubu, İlk: Çalışma öncesi, Son: Çalışma sonrası, F_{RM}: Tekrarlanan ölçümler varyans analizi, F_{AB}: İki yönlü ANOVA (grup ve zaman etkisi), n: Katılımcı sayısı, t: Bağımsız gruplarda t-testi, $\overline{x}$: Ortalama, SD: Standart sapma, M: Medyan, min-ma**x**: Minimum ve maksimum değerler, $\eta 2$: Etki büyüklüğü (Eta Kare), Δx: İlk-Son Fark ($\overline{x}$±SD), p: İstatistiksel anlamlılık sınırı, KA: Kas kesit alanı, LMF: Lomber multifidus kası, L1-2: Lomber birinci ve ikinci intervertebral disk seviyesi, L2-3: Lomber ikinci ve üçüncü intervertebral disk seviyesi, , L3-4: Lomber üçüncü ve dördüncü intervertebral disk seviyesi, L4-5: Lomber dördüncü ve beşinci intervertebral disk seviyesi, L5-S1: Lomber beşinci ve sakral birinci intervertebral disk seviyesi



Şekil 4.7 *Grupların Lomber Multifidus Kası Kesit Alanı Değişim Bulgularının Karşılaştırması*



Şekil 4.8 *Grupların Lomber Multifidus Kası Kesit Alanı (KA) Değişimlerindeki Etki Değerlerinin (η2) Karşılaştırması*

4.6. Lomber Multifidus Kesit Yağ Birikimi Değerlendirme Bulguları

Çalışmamızda, MRG görüntüleri üzerinden değerlendirilen ve Goutallier Sınıflandırma Sistemi ile skorlanan LMF'nin L1-2'den L5-S1'e kadar LMF kas dokusunda oluşan yağ birikimi oranlarının değişim bulgularının analizleri Tablo 4.6'da gösterildi.

Çalışma öncesi her iki grubun yağ birikimi oranları benzerdi ($p>0,05$). Çalışma sonrası yapılan karşılaştırmada L1-2 sağ ($p=0,124$), L1-2 sol ($p=0,204$) ve L3-4 sol ($p=0,077$) kesitler dışında bütün kesitlerde $p<0,05$ olarak bulundu (Şekil 4.9).

Grup içi karşılaştırmalarda, KEG'de, LMF'nin her kesitte yağ birikimlerinde istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,05$) belirgin azalmalar gözlenirken, KFG'de oluşan azalmalar L1-2 sağ-sol, L2-3 sağ-sol, L3-4 sol kesitlerde istatistiksel olarak anlamlı bulunmazken ($p>0,05$) diğer kesitlerde istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0,05$). Kor egzersiz grubunun, KFG'ye göre tüm seviyelerde hem F değerleri daha yüksek hem de $\eta 2$ etki büyüklükleri daha büyük tespit edildi. Kor egzersiz grubunun LMF kasında oluşan yağ birikim azalmasında en büyük etkiye sahip olduğu kesitler sırasıyla; L5-S1 sağ ($|r|=0,936$), L4-5 sol ($|r|=0,915$), L4-5 sağ ($|r|=0,909$) ve L5-S1 sol ($|r|=0,867$) seviyeleriydi. Klasik fizyoterapi grubunda ise sırasıyla; L5-S1 sağ ($|r|=0,707$), L4-5 sol ($|r|=0,662$), L5-S1 sol ($|r|=0,612$) ve L4-5 sağ ($r|=0,559$) seviyeleriydi (Şekil 4.10).

Grup x Zaman etkileşimi L1-2 sağ ($p=0,161$), L1-2 sol ($p=0,172$), L3-4 sol ($p=0,298$) ve L5-S1 sol ($p=0,166$) kesitler dışında anlamlı bulundu ($p<0,05$). Kor egzersiz grubunun, KFG'ye göre yağ birikim değişimlerinde meydana getirdiği etki büyüklükleri L1-2 sağ ($\eta 2=0,030$), L1-2 sol ($\eta 2=0,029$), L3-4 sol ($\eta 2=0,018$) ve L5-S1 sol ($\eta 2=0,027$) kesitlerde küçük etki değerine; L2-3 sağ ($\eta 2=0,084$), L2-3 sol ($\eta 2=0,092$), L3-4 sağ ($\eta 2=0,064$), L4-5 sol ($\eta 2=0,137$) ve L5-S1 sağ ($\eta 2=0,076$), kesitlerde orta etki değerine sahipti. Büyük etki değerine sahip olduğu kesit ise L4-5 sağ kesitti ($\eta 2=0,231$).

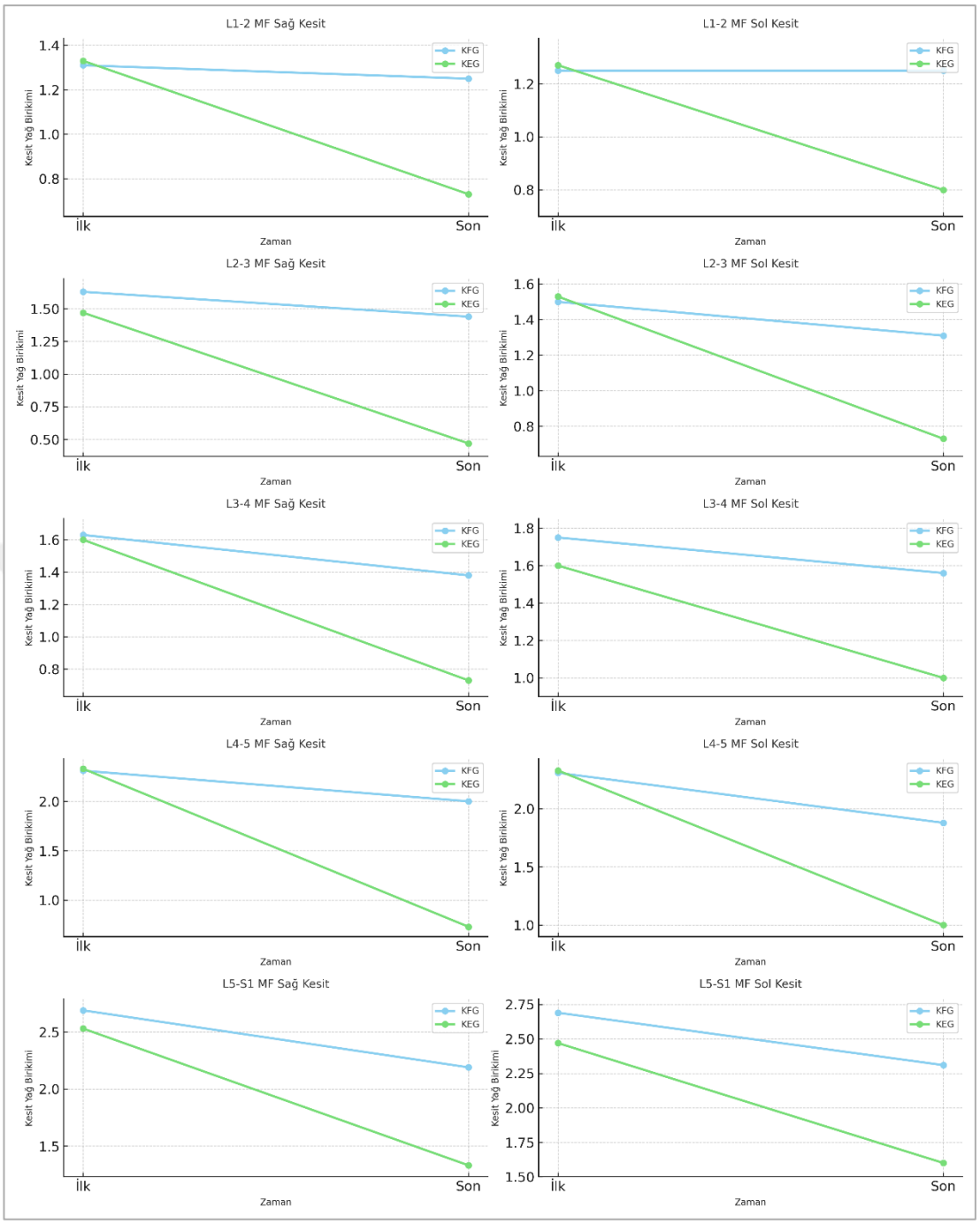
Tablo 4.6 *Lomber Multifidus Kası Kesit Yağ Birikimi Değerlendirme Bulguları*

		Klasik Fizyoterapi Grubu (KFG) *n*=16		**Kor Egzersiz Grubu (KEG) *n*=15**		**Test İstatistikleri**	
		$\bar{x}$**±SD**	***M* (Q1-Q3)**	$\bar{x}$**±SD**	***M* (Q1-Q3)**	***Z***	***p***
L1-2 LMF Sağ Kesit	**İlk**	1,31±0,95	1 (1-1)	1,33±0,62	1 (1-2)	-0,638	0,537
	Son	1,25±1,00	1 (1-1)	0,73±0,70	1 (0-1)	-1,537	0,124
	W_{ST}	*W*=0,000 *Z*=-1,000 *p*=0,317 |*r*|=0,250		*W*= 0,000 *Z*=-3,000 ***p*=0,003** |*r*|=0,775			
	ART	*F*=2,014 *p*=0,161 *η2*=0,030					
	Δ*x*	-0,06±0,16		-0,60±0,51			
L1-2 LMF Sol Kesit	**İlk**	1,25±1,00	1 (1-1)	1,27±0,46	1 (1-2)	-0,816	0,414
	Son	1,25±1,00	1 (1-1)	0,80±0,70	1 (0-1)	-1,271	0,204
	W_{ST}	*W*=0,000 *Z*=0,000 *p*=1,000 |*r*|=0,000		*W*=0,000 *Z*=-2,646 ***p*=0,008** |*r*|=0,683			
	ART	*F*=1,909 *p*=0,172 *η2*=0,029					
	Δ*x*	0,00±0,00		-0,47±0,52			
L2-3 LMF Sağ Kesit	**İlk**	1,63±0,89	1 (1-2)	1,47±0,52	1 (1-2)	-0,875	0,157
	Son	1,44±0,63	1 (1-2)	0,47±0,52	1 (0-1)	-3,723	**<0,001**
	W_{ST}	*W*=0,000 *Z*=-1,732 *p*=0,083 |*r*|=0,433		*W*=0,000 *Z*=-3,217 ***p*<0,001** |*r*|=0,831			
	ART	*F*=5,608 ***p*=0,021** *η2*=0,084					
	Δ*x*	-0,19±0,31		-1,00±0,53			
L2-3 LMF Sol Kesit	**İlk**	1,50±0,82	1 (1-2)	1,53±0,52	2 (1-2)	-0,679	0,497
	Son	1,31±0,87	1 (1-2)	0,73±0,60	1 (0-1)	-2,116	**0,034**
	W_{ST}	*W*=0,000 *Z*=-1,732 *p*=0,083 |*r*|=0,433		*W*=0,000 *Z*=-2,972 ***p*=0,003** |*r*|=0,743			
	ART	*F*=6,150 ***p*=0,016** *η2*=0,092					
	Δ*x*	-0,19±0,40		-0,80±0,52			
L3-4 LMF Sağ Kesit	**İlk**	1,63±0,89	1 (1-2)	1,60±0,74	1 (1-2)	-0,773	0,440
	Son	1,38±0,62	1 (1-2)	0,73±0,59	1 (0-1)	-1,975	**0,048**
	W_{ST}	*W*=0,000 *Z*=-2,000 ***p*=0,046** |*r*|=0,500		*W*=0,000 *Z*=-3,127 ***p*=0,002** |*r*|=0,807			
	ART	*F*=4,379 ***p*=0,041** *η2*=0,064					
	Δ*x*	-0,25±0,45		-0,87±0,71			
L3-4 LMF Sol Kesit	**İlk**	1,75±0,86	1 (1-2)	1,60±0,74	1(1-2)	-0,456	0,648
	Son	1,56±0,89	1 (1-2)	1,00±0,66	1 (1-1)	-1,771	0,077
	W_{ST}	*W*=0,000 *Z*=-1,732 *p*=0,083 |*r*|=0,433		*W*=0,000 *Z*=-3,000 ***p*=0,003** |*r*|=0,775			
	ART	*F*=1,102 ***p*=0,298** *η2*=0,018					
	Δ*x*	-0,19±0,40		-0,60±0,46			

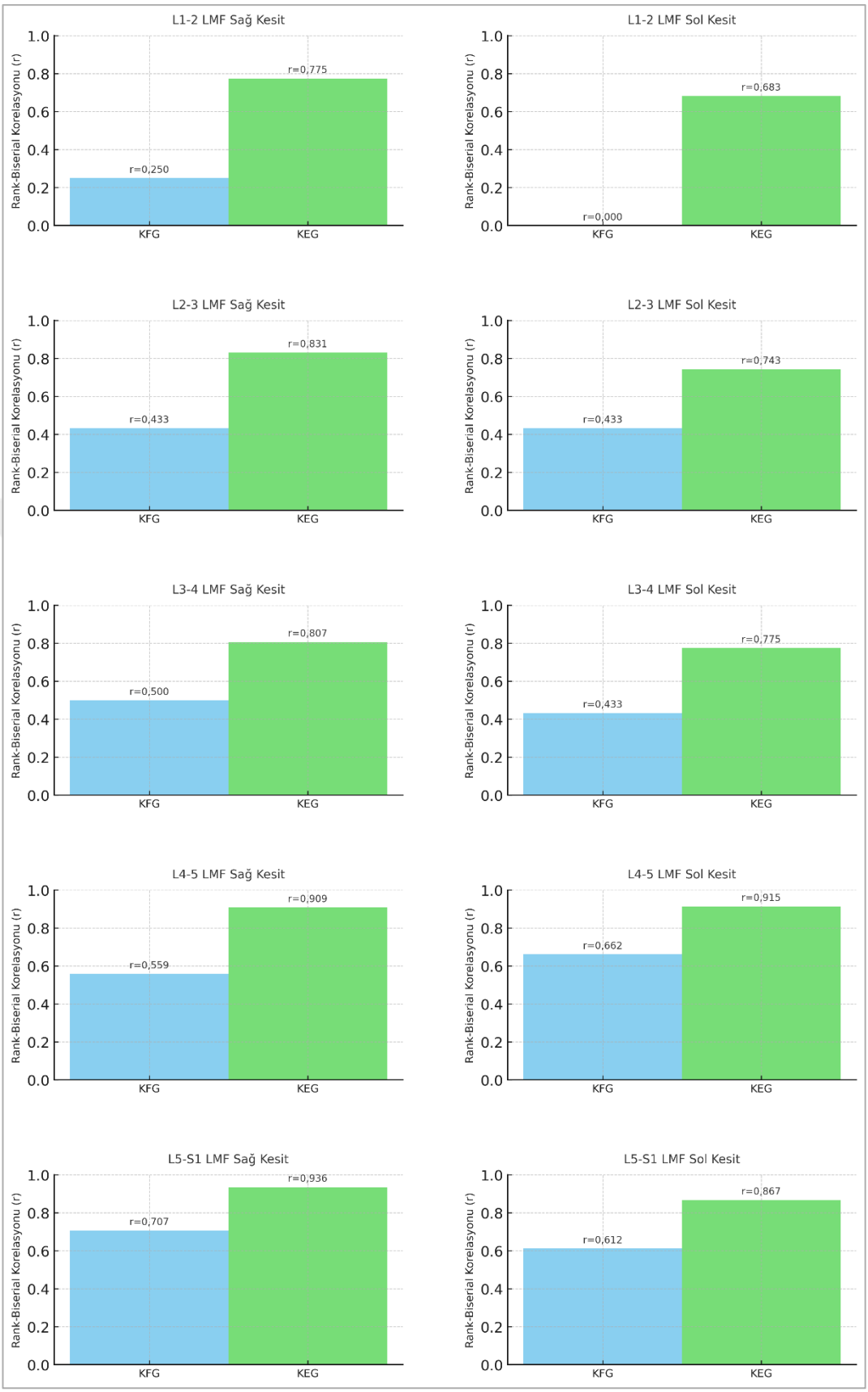
Tablo 4.6 (devam)

L4-5 LMF Sağ Kesit	**İlk**	2,31±0,60	2 (2-3)	2,33±0,82	2 (2-3)	-0,228	0,820
	Son	2,00±0,63	2 (2-2)	0,73±0,70	1 (0-1)	-3,893	**<0,001**
	WST	*W*=0,000 *Z*=-2,236 **p=0,025** |*r*|=0,559		*W*=0,000 *Z*=-3,520 **p<0,001** |*r*|=0,909			
	ART	*F*=22,336 **p<0,001** *η2*=0,231					
	Δ*x*	-0,31±0,45		-1,60±0,55			
L4-5 LMF Sol Kesit	**İlk**	2,31±0,60	2 (2-3)	2,33±0,82	2 (2-3)	-0,228	0,820
	Son	1,88±0,62	2 (1-2)	1,00±0,76	1 (0-2)	-2,981	**0,003**
	WST	*W*= 0,000 *Z*=-2,646 **p=0,008** |*r*|=0,662		*W*= 0,000 *Z*=-3,542 **p<0,001** |*r*|=0,915			
	ART	*F*=10,741 **p=0,002** *η2*=0,137					
	Δ*x*	-0,44±0,50		-1,33±0,51			
L5-S1 LMF Sağ Kesit	**İlk**	2,69±0,60	3 (2-3)	2,53±0,64	2 (2-3)	-0,776	0,438
	Son	2,19±0,55	2 (2-3)	1,33±0,62	1 (1-2)	-3,480	**<0,001**
	WST	*W*=0,000 *Z*=-2,828 **p=0,005** |*r*|=0,707		*W*=0,000 *Z*=-3,626 **p<0,001** |*r*|=0,936			
	ART	*F*=5,964 **p=0,018** *η2*=0,076					
	Δ*x*	-0,50±0,52		-1,20±0,51			
L5-S1 LMF Sol Kesit	**İlk**	2,69±0,60	3 (2-3)	2,47±0,74	2 (2-3)	-0,898	0,369
	Son	2,31±0,60	2 (2-3)	1,60±0,63	2 (1-2)	-2,812	**0,005**
	WST	*W*=0,000 *Z*=-2,449 **p=0,014** |*r*|=0,612		*W*=0,000 *Z*=-3,357 **p<0,001** |*r*|=0,867			
	ART	*F*=1,967 *p*=0,166 *η2*=0,027					
	Δ*x*	-0,38±0,50		-0,87±0,54			

KEG: Kor Egzersiz Grubu, KFG: Klasik Fizyoterapi Grubu, İlk: Çalışma öncesi, Son: Çalışma sonrası, *WST*: Wilcoxon işaretli sıralar testi, *ART*: Aligned rank transform (ART) ANOVA (grup ve zaman etkisi), *n*: Katılımcı sayısı, $\overline{x}$: Ortalama, SD: Standart sapma, M: Medyan, Q1-Q3: İnterkuartil aralık (1. ve 3. çeyrekler), *Z*: Mann-Whitney U testi için standartlaştırılmış test istatistiği, *W*: Wilcoxon işaretli sıralar testi için hesaplanan test istatistiği, *Zw*: *W* istatistiğinin standart normal dağılımdaki yeri, *F*: Grup x zaman faktörünün etkisinin büyüklüğü *η2*: Etki büyüklüğü (Eta Kare), *r*: Rank-biserial korelasyonu, Δ*x*: İlk-Son Fark ($\overline{x}$±SD), *p*: İstatistiksel anlamlılık sınırı, LMF: Lomber multifidus kası, L1-2: Lomber birinci ve ikinci intervertebral disk seviyesi, L2-3: Lomber ikinci ve üçüncü intervertebral disk seviyesi, L3-4: Lomber üçüncü ve dördüncü intervertebral disk seviyesi, L4-5: Lomber dördüncü ve beşinci intervertebral disk seviyesi, L5-S1: Lomber beşinci ve sakral birinci intervertebral disk seviyesi



Şekil 4.9 *Grupların Lomber Multifidus Kası Kesit Yağ Birikimi Değişim Bulgularının Karşılaştırması*



Şekil 4.10 *Grupların Lomber Multifidus Kası Kesit Yağ Birikimi Değişimlerindeki Etki Değerlerinin (r) Karşılaştırması*

5. TARTIŞMA

Çalışmamızda, kronik non-spesifik bel ağrısı olan bireylerde kor stabilizasyon egzersizlerinin, klasik fizyoterapi egzersizlerine kıyasla ağrı şiddeti, fonksiyonel özür düzeyi, lumbopelvik kor stabilitesi, LMF kesit alanı ve LMF yağ birikimi gibi parametreler üzerinde daha belirgin iyileşmeler sağladığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, kor stabilizasyon egzersizlerinin, derin kas gruplarını hedefleyerek segmental stabiliteyi artırma ve ağrıyı yönetmede etkili bir yöntem olduğunu göstermektedir. Klinik açıdan, bu egzersizlerin günlük yaşam aktivitelerindeki performansı iyileştirme potansiyeli göz önünde bulundurulduğunda, kronik bel ağrısı tedavisinde standart rehabilitasyon protokollerine dahil edilmesi önerilmektedir.

5.1. Ağrı Şiddeti

Çalışmamızın bulguları hem KFG'de hem de KEG'de ağrı şiddetinde anlamlı azalmalar olduğunu gösterdi. Ancak KEG'deki azalmanın daha büyük olduğu, özellikle aktivite ile oluşan ağrıda belirgin bir üstünlük sağladığı tespit edildi. Bu durum, KEG protokolünün fonksiyonel aktiviteler sırasında bel ağrısını yönetmede daha etkili olabileceğini düşündürdü. Kor egzersiz grubunda gece ağrısındaki azalma da anlamlı olmakla birlikte diğer ağrı türlerine kıyasla etkinin daha sınırlı kalması dikkat çekiciydi.

Klasik fizyoterapi grubundaki ağrı azalması, klasik fizyoterapi uygulamalarının, omurga çevresindeki kas gruplarını kuvvetlendirme ve dolaşımı artırma yoluyla sağladığı genel mekanik rahatlamaya dayanmaktadır. Buna karşın KEG'de, ağrı azalmasının daha fazla olmasının altında yatan temel neden, kor stabilizasyon egzersizlerinin lumbopelvik bölgedeki kas aktivitesini daha fazla optimize ederek, segmental stabiliteyi artırmasıdır. Kor stabilizasyon egzersizlerinin hedefe yönelik kas gruplarını aktif hale getirerek omurga üzerindeki yükü dengeli bir şekilde dağıttığı ve proprioseptif kontrolü artırdığı bilinmektedir. Bu etkiler, ağrının azalmasına doğrudan katkı sağlamıştır.

Kor egzersiz grubundaki aktivite ile oluşan ağrının azalmasındaki üstünlük, bu egzersizlerin dinamik stabiliteyi geliştirme kapasitesinden kaynaklanmaktadır. Kor

egzersizlerinin, hareket sırasında omurgayı stabilize eden kasların etkinliğini artırarak, mekanik stres ve mikrotravmayı azaltması bu bulguyu açıklar. Klasik fizyoterapi grubunun bu açıdan daha sınırlı bir etkinlik göstermesi, klasik kuvvetlendirme protokollerinin dinamik stabiliteyi geliştirme konusunda yetersiz kaldığını göstermektedir.

Çalışmamızın sonuçları literatürdeki bulgularla büyük ölçüde uyumludur. Örneğin, Smrcina ve ark. (2022) tarafından yapılan bir derleme, kor stabilizasyon egzersizlerinin non-spesifik bel ağrısında ağrıyı azaltma açısından üstün bir yöntem olduğunu belirtmiştir. Benzer şekilde, Inani ve Selkar (2013) ile Akodu ve Akindutire (2018) çalışmaları, kor stabilizasyon egzersizlerinin ağrı şiddetini azaltmada klasik fizyoterapi egzersizlerinden daha üstün olduğunu göstermiştir. Ancak bu literatürdeki çalışmalar genellikle genel ağrı şiddetine odaklanmış ve ağrının aktivite ile ilişkisini ayrıntılı bir şekilde değerlendirmemiştir. Çalışmamızın özgün katkısı, günlük yaşam aktiviteleri sırasında oluşan ağrı şiddetini değerlendirmiş olmasıdır. Bu durum, bulgularımızın klinik uygulamalarda daha geniş bir popülasyona uygulanabilir olduğunu göstermektedir.

Sonuçlarımızın literatürdeki bazı çalışmalarla farklılık gösterdiği noktalar da mevcuttur. Örneğin, Koumantakis vd. (2005) tarafından yapılan, subakut ve kronik non-spesifik bel ağrısına sahip 55 hasta üzerinde gerçekleştirilen bir çalışmada, kor stabilizasyon egzersizlerinin klasik fizyoterapi egzersizlerine kıyasla ek bir yarar sağlamadığı belirtilmiştir. Çalışmamızın aksine, bu sonucun altında yatan nedenler, çalışmanın hasta popülasyonu, ağrı evresi, değerlendirme yöntemi ve egzersiz protokollerindeki farklılıklar olabilir. Özellikle, bizim çalışmamız sadece kronik non-spesifik bel ağrısına sahip bireyleri kapsarken, Koumantakis ve ark. (2005)'nin çalışması hem subakut hem de kronik ağrıya sahip hastaları kapsamaktadır. Ağrının süresi ve evresi, rehabilitasyon protokollerine verilen yanıt üzerinde önemli bir değişken olup, bulgular arasındaki farklılıkları açıklayabilir. Çalışmamız, ağrı yönetimi ve lumbopelvik stabilite üzerine yoğunlaşmış spesifik değerlendirme yöntemleri ile kor egzersizlerinin etkinliğini daha belirgin şekilde ortaya koymuştur. Bu farklılıklar, kor stabilizasyon egzersizlerinin belirli hasta gruplarında daha yüksek etkiler sağlayabileceğini göstermektedir.

Sonuç olarak, kor egzersizlerinin ağrı üzerindeki üstün etkilerini ortaya koyan bulgularımız, yalnızca literatürle uyumluluğunu değil, bu etkilerin altında yatan mekanizmaların anlaşılmasını da sağlamaktadır. Klasik fizyoterapinin sağladığı genel kas kuvvetlendirme etkisine ek olarak, kor egzersizlerinin sağladığı dinamik stabilizasyon ve segmental kontrol, bu iki grup arasındaki farklılıkları açıklamaktadır. Özellikle kor egzersizlerinin proprioseptif kontrolü artırarak ağrıyı daha etkin bir şekilde yönetmesi, bu sonuçların temelini oluşturmaktadır. Bu bağlamda, KEG'in bel ağrısı tedavisinde klinik olarak uygulanabilirliği ve etkinliği bir kez daha kanıtlanmıştır.

5.2. Fonksiyonel Özür Düzeyi

Çalışmamızda hem KFG hem de KEG katılımcılarında fonksiyonel özür düzeylerinde anlamlı azalmalar gözlemlenmiştir. Kor egzersiz gurubunda elde edilen %80'lik azalma oranı, kor stabilizasyon egzersizlerinin bel ağrısına bağlı fonksiyonel kısıtlılıkların giderilmesinde daha güçlü bir etki sağladığını göstermektedir. Klasik fizyoterapi grubundaki %68,5'lik azalma ise klasik fizyoterapi uygulamalarının etkili olduğunu ancak bu etkinin kor egzersizlerine kıyasla daha sınırlı kaldığını ortaya koymaktadır. Bu farkın altında yatan temel mekanizma, KEG'nin derin kas gruplarını (transversus abdominis, lomber multifidus ve pelvik taban kasları) daha etkin bir şekilde aktive ederek postural stabilite, motor kontrol ve segmental stabiliteyi artırma potansiyelidir. Derin kasların hedefe yönelik aktivasyonu, omurga üzerindeki mekanik yükü dengeli bir şekilde dağıtarak, hareket sırasında fonksiyonel yüklerin daha etkin bir şekilde karşılanmasını sağlamaktadır. Bu da fonksiyonel hareketlerin daha akıcı, stabil ve ağrısız bir şekilde gerçekleştirilmesine olanak tanımaktadır. Klasik fizyoterapi grubundaki iyileşmenin ise klasik fizyoterapi uygulamalarının yüzeyel kas gruplarını kuvvetlendirme ve dolaşımı artırma yoluyla genel bir mekanik rahatlama sağlayarak gerçekleştiğini söylemek mümkündür. Ancak, bu durum postural kontrol, segmental stabilite ve derin kas dayanıklılığı gibi özellikler üzerinde KEG kadar etkili olmamıştır.

França vd. (2010) çalışmasında, segmental stabilizasyon egzersizlerinin yüzeyel kas kuvvetlendirme egzersizlerine kıyasla fonksiyonel özür düzeyini azaltmada belirgin bir üstünlük sağladığı ifade edilmiştir. Bu sonuç, çalışmamızdaki

KEG'nin üstün etkisiyle paralellik göstermektedir. Bu bulgu, stabilizasyon egzersizlerinin lumbopelvik stabiliteyi artırarak günlük yaşam aktivitelerinde daha iyi bir motor kontrol sağladığını ve kas dayanıklılığını desteklediğini göstermektedir. Benzer şekilde, Javadian vd. (2012) tarafından yapılan bir başka çalışmada, stabilizasyon egzersizlerinin kas dayanıklılığını artırarak fonksiyonel kapasiteyi geliştirdiği ve bu etkinin klasik egzersizlere kıyasla daha kalıcı olduğu belirtilmiştir. Çalışmamızda KEG grubunda KFG'ye göre fonksiyonel özür düzeyindeki azalma bu bulgularla uyum içerisindedir.

Özellikle You vd. (2014) çalışmasında, kor stabilizasyon egzersizlerinin eklem hareketliliğini artırarak bel ağrısı hastalarında ağrıyı azaltma ve fonksiyonel iyileşme sağlama potansiyelini vurgulamaktadır. Çalışmamızda KEG'nin, ağrıyı azaltmanın ötesine geçerek fonksiyonel kısıtlılıkları da etkin bir şekilde azalttığı görülmüştür. Bu durum, kor stabilizasyon egzersizlerinin sadece ağrı yönetimi için değil, aynı zamanda genel yaşam kalitesini artırmaya yönelik olarak da güçlü bir araç olduğunu göstermektedir.

Literatürde kor stabilizasyon egzersizlerinin fonksiyonel kısıtlılıkları azaltmadaki etkisini sorgulayan çalışmalar da bulunmaktadır. Örneğin, Koumantakis vd. (2005) çalışmasında, stabilizasyon egzersizlerinin fonksiyonel iyileşmede klasik egzersizlere kıyasla belirgin bir üstünlük sağlamadığı rapor edilmiştir. Bu tür çelişkili bulguların, hasta popülasyonundaki farklılıklar, egzersiz protokollerinin süresi ve yoğunluğu, ayrıca kullanılan değerlendirme yöntemleri gibi faktörlerden kaynaklandığını değerlendirmekteyiz. Örneğin, Koumantakis vd.'nin çalışmasında hem subakut hem de kronik ağrılı bireylerin dahil edilmesi, ağrı süresine bağlı değişkenliğin etkisini artırmış olabilir. Çalışmamız ise yalnızca KNSBA'lı bireyleri kapsayarak daha homojen bir popülasyon üzerinde değerlendirme yapmıştır.

Sonuç olarak, çalışmamızda KEG'nin fonksiyonel özür düzeyini azaltmada daha güçlü bir etki gösterdiği görülmektedir. Klasik fizyoterapi grubunda ise yüzeyel kasların kuvvetlenmesi yoluyla genel bir iyileşme sağlamış, ancak bu etkinin KEG'ye kıyasla sınırlı kaldığı görülmüştür. Bu bulgular, stabilizasyon egzersizlerinin bel ağrısı tedavisinde klinik uygulamalara dahil edilmesinin önemini vurgulamaktadır. İleride yapılacak araştırmalar, farklı popülasyonlar ve tedavi protokollerinde bu egzersizlerin etkinliğini daha kapsamlı bir şekilde değerlendirmelidir.

5.3. Lumbopelvik Kor Stabilite

Çalışmamızda her iki grubun lumbopelvik kor stabilite seviyelerinde anlamlı iyileşmeler gözlemlenmiştir. Ancak, KEG grubundaki katılımcılarda bu iyileşmenin daha belirgin ve güçlü olduğu görülmüştür. Kor egzersiz grubundaki bu iyileşmenin altında yatan temel mekanizma, kor stabilizasyon egzersizlerinin hedefe yönelik olarak transversus abdominis, lomber multifidus ve pelvik taban kasları gibi derin kas gruplarını aktive etmesiyle ilişkilidir. Bu aktivasyon, segmental stabiliteyi artırarak lumbopelvik bölgedeki dengeyi daha etkin bir şekilde sağlamaktadır. Ayrıca, bu egzersizlerin proprioseptif kontrolü geliştirerek hareket sırasında oluşabilecek mekanik stres ve mikrotravmaları önlemesi, kor egzersizlerinin üstünlüğünü açıklamaktadır. Klasik fizyoterapi grubundaki stabilite artışının ise yüzeyel kas gruplarının kuvvetlendirilmesine bağlı olduğu düşünülmektedir. Bu grup, kas gücünde genel bir iyileşme sağlasa da derin kas gruplarının etkin şekilde hedeflenememesi nedeniyle KEG kadar etkili olmamıştır. Stabilizasyon egzersizlerinin omurga stabilitesini artırmadaki etkinliği, özellikle fonksiyonel hareketler sırasında stabilite gereksinimlerini karşılamada önemli bir rol oynamıştır. Bu bulguların klinik anlamı, kor egzersizlerinin, klasik fizyoterapi protokollerine kıyasla daha odaklı ve etkili bir yöntem olarak lumbopelvik stabiliteyi artırmada kullanılabileceğini göstermektedir. Bu sonuçlar, yalnızca ağrının azaltılması değil, aynı zamanda stabiliteye bağlı fonksiyonel iyileşme sağlanması açısından da kritik öneme sahiptir.

Çalışmamızda gözlemlenen sonuçlar, kor stabilizasyon egzersizlerinin etkinliğini vurgulayan önceki çalışmalarla paralellik göstermektedir. Örneğin, Salik Sengul vd. (2021) non-spesifik bel ağrısı olan bireylerde stabilizasyon egzersizlerinin geleneksel egzersizlere kıyasla daha etkili olduğunu göstermiştir. Çalışmamızda KEG grubunda gözlemlenen belirgin stabilite artışı, bu bulgularla uyumludur ve stabilizasyon egzersizlerinin lumbopelvik bölgedeki stabiliteye olan etkisini pekiştirmektedir. Narouei vd. (2020), transversus abdominis ve gluteus maximus gibi kor stabilitesi için kritik olan kasların morfolojik ve fonksiyonel özelliklerinin, kor stabilizasyon egzersizleriyle iyileştirilebileceğini belirtmiştir. Çalışmamız, bu kas gruplarının doğru aktivasyonu yoluyla sağlanan stabilite artışlarını destekleyen sonuçlar ortaya koymuştur.

Ancak literatürde farklı sonuçlara ulaşan çalışmalar da bulunmaktadır. Shamsi vd. (2016) tarafından yapılan bir araştırmada, kor stabilizasyon egzersizleri ile genel egzersizler arasında stabilite üzerindeki etkinlik açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bizim çalışmamızın sonuçları ile oluşan bu farklılığın, popülasyonun heterojen yapısı, kullanılan değerlendirme yöntemleri ve egzersiz protokollerinin süre ve yoğunluk farklarından kaynaklandığını değerlendirmekteyiz. Çalışmamız, yalnızca kronik non-spesifik bel ağrısı olan bireyleri kapsayan homojen bir popülasyon ve 8 haftalık sistematik bir protokol sunarak bu tür değişkenleri minimize etmiştir.

Kor egzersizlerinin üstün performansı, kas-iskelet sisteminin motor kontrol mekanizmalarını optimize etmesiyle ilişkilidir. Stabilizasyon egzersizleri, derin kasların zamanında aktive olmasını sağlayarak, bel ağrısı ile sıklıkla ilişkili olan refleks inhibisyonun üstesinden gelmiştir. Transversus abdominis ve multifidus gibi kasların hızlı ve doğru şekilde aktive edilmesi, lumbopelvik bölgede yük dengesini ve spinal segmentlerin stabilitesini artırmıştır. Bunun yanında, diyafram ve pelvik taban kaslarının koordinasyonunun geliştirilmesi, intra-abdominal basıncı stabilize ederek, hareket sırasında bel bölgesindeki yüklenmeyi azaltmıştır. Bu tür etkiler, KEG grubundaki katılımcıların hem statik hem de dinamik stabilite gerektiren hareketlerde daha iyi sonuçlar almasına neden olmuştur. Klasik fizyoterapi grubunda gözlemlenen iyileşmelerin temel mekanizması, genel kas kuvvetlendirme ve esneklik artırıcı egzersizlerin stabiliteye dolaylı katkılar sağlamasıdır. Yüzeyel kasların kuvvetlendirilmesi, özellikle spinal destek sistemine daha geniş bir katkı sağlayarak, statik stabiliteyi iyileştirmiştir. Bununla birlikte, yüzeyel kasların bu desteği, derin kas gruplarının stabilize edici rolünün yerini tam olarak dolduramamış ve KEG kadar etkili sonuçlar elde edilmesini engellemiştir.

Çalışmamız, stabilizasyon egzersizlerinin derin kas gruplarını hedef alarak motor kontrol mekanizmalarını iyileştirdiğini ve dolayısıyla kor egzersizlerinin, klasik fizyoterapiye kıyasla lumbopelvik stabiliteyi artırmada daha etkili olduğunu göstermiştir. Bu bulgular, stabilite egzersizlerinin klinik uygulamalarda standart bir tedavi protokolü olarak kullanılmasının önemini vurgulamaktadır. Özellikle, bel ağrısı olan bireylerde stabilite geliştirmeyi amaçlayan tedavi yaklaşımlarında, KEG protokolü gibi stabilizasyon temelli programların uygulanması hem fonksiyonel iyileşme hem de ağrı yönetimi açısından avantaj sağlayabilir.

5.4. Lomber Multifidus Kesit Alanı ve Kesit Yağ Birikimi

Çalışmamız, kor stabilizasyon egzersizlerinin LMF kesit alanını artırmada ve yağ birikimini azaltmada klasik fizyoterapi egzersizlerine kıyasla daha etkili olduğunu ortaya koymuştur.

Kor egzersiz grubunda özellikle L4-5 ve L3-4 seviyelerinde multifidus kası KA'sında belirgin artışlar saptanmıştır. Bu artışın altında yatan temel mekanizma, stabilizasyon egzersizlerinin multifidus gibi derin kas gruplarını hedefleyerek kas aktivasyonunu artırması ve bu sayede lumbopelvik stabiliteyi desteklemesidir. Lomber multifidus kasının etkin bir şekilde aktive edilmesi, omurga üzerindeki yük dengesini sağlamış, segmental stabiliteyi güçlendirmiş ve kas hipertrofisini tetikleyerek kesit alanında artış sağlamıştır. Çalışmamızın bir diğer önemli bulgusu, KEG'nin multifidus kasındaki yağ birikimini azaltmada özellikle L4-5 ve L5-S1 seviyelerinde etkili olmasıdır. Multifidus kasındaki yağ infiltrasyonu, bel ağrısıyla ilişkili önemli bir patolojik değişiklik olarak kabul edilir ve bu yağlanmanın azalması, kas dokusunun kompozisyonunun iyileştiğini göstermektedir. Bu durum, KEG'nin metabolik aktiviteyi artırarak kas dokusunda daha fazla oksidatif kapasiteye olanak sağladığını düşündürmektedir. Klasik fizyoterapi grubunda gözlemlenen sınırlı kesit alanı artışı ve yağ birikimi azalması, daha çok yüzeyel kas gruplarının kuvvetlenmesine ve dolaşımın iyileşmesine dayanmaktadır. Bu grup, multifidus gibi postural kaslara yönelik bir hedefleme içermediği için etkileri KEG kadar belirgin olmamıştır. Kor egzersizlerinin multifidus üzerindeki üstün etkisi, kasın doğrudan aktive edilmesi ve segmental stabilitenin sağlanması ile açıklanabilir. Stabilizasyon egzersizlerinin dinamik hareketlerde omurga üzerindeki yükü dengeleyerek multifidus kasına daha yüksek bir adaptasyon sağladığı düşünülmektedir.

Bu sonuçlar, Chung vd. (2013) tarafından yapılan çalışmada bildirilen L4 ve L5 seviyelerindeki multifidus KA'sındaki artışlarla uyumludur. Benzer şekilde, Danneels vd. (2001) çalışmasında stabilizasyon egzersizlerinin multifidus kasının yapısal iyileşmesi üzerindeki etkisi vurgulanmıştır. Ancak bu çalışmalarda kesit alanındaki değişim yalnızca birkaç seviye üzerinden değerlendirilmiştir. Bizim çalışmamız, L1-2'den L5-S1'e kadar geniş bir vertebral aralığı kapsayarak multifidus kası üzerindeki etkileri daha kapsamlı bir şekilde incelemiştir.

Rye (2022) çalışması, motor kontrol egzersizlerinin L5-S1 seviyesinde multifidus kası yağlanmasını azalttığını, L4-5 seviyesinde değiştirmediğini göstermiştir. Bizim çalışmamızda ise hem L5-S1 hem de L4-5 seviyelerinde anlamlı azalmalar saptanmıştır. Ayrıca, Welch vd. (2015) çalışmasında serbest ağırlık bazlı direnç antrenmanlarının multifidus kasındaki yağ infiltrasyonunu azalttığı bildirilmiştir. Çalışmamızda bu tür direnç egzersizleri uygulanmamış olmasına rağmen, stabilizasyon egzersizlerinin multifidus üzerindeki etkileri benzer şekilde belirgin bir yapısal iyileşme ortaya koymaktadır.

Çalışmamızda multifidus kasının KA ve yağ birikimi analizleri için 3 Tesla (3T) MRG kullanılmıştır. Manyetik rezonanas görüntülemenin, ultrasonografi veya bilgisayarlı tomografi gibi yöntemlere kıyasla yumuşak dokunun yapısal detaylarını daha yüksek doğrulukla ortaya koyması, multifidus kası üzerindeki değişimlerin güvenilir şekilde değerlendirilmesini sağlamıştır ve MRG'nin, yağ infiltrasyonu gibi doku özelliklerini kantitatif olarak analiz edebilme kapasitesi, çalışmamızın bulgularını diğer yöntemlere kıyasla daha kapsamlı hale getirmiştir. Ancak ultrasonografi ve bilgisayarlı tomografi'nin klinik olarak kullanılabilir yöntemler olduğu da unutulmamalıdır.

Sonuç olarak, çalışmamız KEG'nin multifidus kası üzerindeki yapısal değişimlerdeki etkilerini kapsamlı bir şekilde değerlendirmiştir. Kor stabilizasyon egzersizlerinin, multifidus kası kesit alanını artırma ve yağ birikimini azaltma konusunda klasik fizyoterapi egzersizlerine kıyasla daha etkili olduğu bulunmuştur. Bu bulgular, multifidus kasının rehabilitasyon programlarında hedef alınmasının, lumbopelvik stabiliteyi destekleyen yapısal iyileşmelere katkıda bulunabileceğini göstermektedir. Lomber multifidus kası üzerine odaklanan stabilizasyon egzersizleri, bu kasın yapısal ve metabolik sağlığını iyileştirme potansiyeline sahip olup, klinik rehabilitasyon programlarında etkin bir tedavi yöntemi olarak öne çıkmaktadır.

5.5. Hipotezlerin Değerlendirilmesi

Çalışmamızın hipotezlerini değerlendirdiğimizde elde edilen sonuçlar şu şekilde özetlenmiştir:

- H1: Kor stabilizasyon egzersizleri, KNSBA'lı bireylerde klasik fizyoterapi egzersizlerine kıyasla genel ağrı şiddetini daha fazla azaltır. Kabul edildi.
- H2: Kor stabilizasyon egzersizleri, KNSBA'lı bireylerde klasik fizyoterapi egzersizlerine kıyasla istirahat halindeki ağrı şiddetini daha fazla azaltır. Kabul edildi.
- H3: Kor stabilizasyon egzersizleri, KNSBA'lı bireylerde klasik fizyoterapi egzersizlerine kıyasla aktivite sırasında oluşan ağrı şiddetini daha fazla azaltır. Kabul edildi.
- H4: Kor stabilizasyon egzersizleri, KNSBA'lı bireylerde klasik fizyoterapi egzersizlerine kıyasla gece oluşan ağrı şiddetini daha fazla azaltır. Kabul edildi.
- H5: Kor stabilizasyon egzersizleri, KNSBA'lı bireylerde fonksiyonel özür düzeyini klasik fizyoterapi egzersizlerine kıyasla daha fazla iyileştirir. Kabul edildi.
- H6: Kor stabilizasyon egzersizleri, KNSBA'lı bireylerde lumbopelvik kor stabiliteyi klasik fizyoterapi egzersizlerine kıyasla daha fazla artırır. Kabul edildi.
- H7: Kor stabilizasyon egzersizleri, KNSBA'lı bireylerde LMF KA'sını klasik fizyoterapi egzersizlerine kıyasla daha fazla artırır. Kabul edildi.
- H8: Kor stabilizasyon egzersizleri, KNSBA'lı bireylerde LMF yağ birikimini klasik fizyoterapi egzersizlerine kıyasla daha fazla azaltır. Kabul edildi.

5.6. Çalışmamızın Üstün Yanları ve Sınırlılıkları

Çalışmamız, KNSBA'lı bireylerde kor stabilizasyon egzersizlerinin ağrı, fonksiyonel iyileşme, lumbopelvik stabilite ve LMF üzerindeki etkilerini kapsamlı bir

şekilde değerlendiren öncü araştırmalardan biri olması literatüre önemli katkılar sunmaktadır. Çalışmamız, yalnızca klinik sonuçları değil, aynı zamanda LMF'nin kas kesit alanı ve yağ infiltrasyonu gibi yapısal değişimlerini ileri düzey 3 Tesla MRG kullanarak detaylı bir şekilde analiz etmiştir. Bu sayede, geniş bir vertebral aralıkta (L1-2'den L5-S1'e kadar) elde edilen verilerle çok yönlü bir inceleme gerçekleştirilmiştir. Çalışmamızda kullanılan sekiz haftalık kor stabilizasyon egzersiz programı, bilimsel temellere dayanarak tasarlanmış ve KNSBA'lı bireyler için uygulanabilir ve erişilebilir bir egzersiz modeli sunmuştur. Programın, ağrı yönetimi, özürlülük düzeyi, kor stabilitesi, kas yapısı (kesit alanı ve yağlanma oranı) ve vücut kompozisyonu üzerindeki etkileri titizlikle değerlendirilmiş, sonuçlar güvenilir ve objektif ölçüm araçlarıyla desteklenmiştir. Ayrıca, katılımcı grupları arasında demografik özelliklerin benzer olması, elde edilen sonuçların bu faktörlerden bağımsız şekilde değerlendirilmesine olanak tanımıştır. Bu çok yönlü yaklaşım, çalışmamızın hem fizyolojik hem de fonksiyonel sonuçları ele alan kapsamlı bir analiz sunmasını sağlamıştır. Elde edilen bulgular, kor stabilizasyon egzersizlerinin ağrıyı azaltma, özürlülük düzeyini iyileştirme, kor stabiliteyi geliştirme ve lomber multifidus kas morfolojisini olumlu yönde etkileme potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte uygulanan kor stabilizasyon egzersiz programı herhangi bir yan etki ortaya çıkarmamıştır. Çalışmamız, bu bulgularla kor stabilizasyon egzersizlerinin kısa vadeli etkinliğine dair literatüre önemli bir katkı sağlarken, aynı zamanda gelecekteki randomize kontrollü çalışmalar için de sağlam bir temel oluşturmaktadır. Bu araştırma uygulanan stabilizasyon egzersizlerinin kas yapısında meydana getirdiği değişiklikler ile yalnızca KNSBA'ya yönelik müdahalelerin geliştirilmesine değil, diğer kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarında da uygulanabilir stratejilerin belirlenmesine ışık tutmaktadır.

Ancak çalışmanın bazı sınırlılıkları da bulunmaktadır. Sekiz haftalık takip süresi, kor stabilizasyon egzersizlerinin uzun vadeli etkilerinin tam olarak değerlendirilmesi için yetersiz kalmış olabilir. Araştırmanın tek bir merkezde yürütülmesi, bulguların genellenebilirliğini sınırlandırmış ve farklı sosyodemografik özelliklere sahip bireyleri kapsama fırsatını kısıtlamıştır. Ayrıca, uygulanan egzersiz programlarının bireylerin özel ihtiyaçlarına göre özelleştirilmemesi, sonuçlar üzerindeki potansiyel bireysel farklılıkları dikkate almayı zorlaştırmıştır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kronik non-spesifik bel ağrılı bireylerde kor stabilizasyon egzersizlerinin etkilerini değerlendiren randomize kontrollü çalışmamızın bulguları, bu egzersizlerin ağrı şiddeti, fonksiyonel özür, lumbopelvik kor stabilite, LMF KA ve LMF yağ birikimi üzerindeki olumlu etkilerini güçlü bir şekilde ortaya koymuştur. Bulgularımızın ışığında, aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- Kor stabilizasyon egzersizleri, ağrı şiddetini anlamlı derecede azalttı ve klasik fizyoterapi egzersizlerine kıyasla daha büyük bir etki gösterdi. Aktivite sırasında yaşanan ağrıdaki azalma özellikle dikkat çekiciydi ve bu azalma, kor stabilizasyon egzersizlerinin dinamik stabiliteyi artırıcı etkilerini desteklemektedir. Gece ağrısındaki azalma ise diğer ağrı türlerine kıyasla daha sınırlı kaldı.
- Her iki grup da fonksiyonel özür düzeyinde iyileşme gösterdi; ancak kor stabilizasyon egzersizleri, özür düzeyini azaltmada daha belirgin sonuçlar verdi. Bu durum, derin kas gruplarını hedefleyen egzersizlerin, postural stabilite ve segmental kontrol üzerindeki etkilerini öne çıkardı.
- Lumbopelvik stabilite seviyeleri her iki grupta da artış gösterdi. Ancak, kor stabilizasyon egzersizlerinin bu konuda daha üstün bir etkisi olduğu saptandı. Bu egzersizlerin stabiliteye olan katkısı, çalışma protokolünün yüksek etki büyüklüğü ile desteklendi.
- Kor stabilizasyon egzersizleri, LMF kesit alanını artırmada klasik fizyoterapiye kıyasla daha güçlü bir etki gösterdi. Özellikle L3-4 ve L4-5 seviyelerinde belirgin artışlar kaydedildi. Bu bulgu, segmental stabiliteyi destekleyen yapısal iyileşmelerin altını çizmektedir.
- Kor stabilizasyon egzersizleri, LMF yağ birikimini azaltmada etkili oldu. Özellikle L4-5 ve L5-S1 seviyelerinde bu etkiler belirgin düzeydeydi. Bu durum, LMF'nin yapısal bütünlüğünü koruma ve fonksiyonel kapasitesini artırma potansiyelini gösterdi.

  Bu sonuçlar ışığında önerilerimiz;

- Kor stabilizasyon egzersizleri, KNSBA tedavi protokollerine standart bir bileşen olarak dahil edilmelidir. Bu egzersizlerin, ağrıyı azaltmanın yanı sıra

fonksiyonel iyileşmeyi artırmada, lumbopelvik stabiliteyi güçlendirmede ve multifidus kasının yapısal özelliklerini iyileştirmede önemli katkılar sağladığı ortaya konmuştur.

- Katılımcıların bireysel ihtiyaçlarına göre uyarlanmış kor stabilizasyon egzersiz programları tasarlanmalıdır. Bu yaklaşımla tedavi etkinliği artırılabilir ve bireylerin egzersizlere uyumu güçlendirilebilir.
- Kor stabilizasyon egzersizlerinin uzun vadeli etkilerini değerlendirmek amacıyla daha uzun süreli, farklı merkezlerde gerçekleştirilecek çalışmalar yapılmalıdır. Bu tür araştırmalar, egzersizlerin kalıcı etkileri hakkında daha kapsamlı bilgi sağlayacaktır.
- Gelecekteki araştırmalarda, katılımcıların beslenme alışkanlıkları, fiziksel aktivite düzeyleri ve psikososyal durumları sistematik olarak değerlendirilmelidir. Bu faktörlerin analizi, egzersiz sonuçlarını daha iyi anlamamıza katkı sağlayabilir.
- Multifidus kasının kesit alanını artıran ve yağ birikimini azaltan hedefe yönelik kor stabilizasyon egzersizleri, özellikle KNSBA tedavisi için önemli bir bileşen olarak klinik uygulamalarda yer almalıdır.

Sonuç olarak, çalışmamız, kor stabilizasyon egzersizlerinin KNSBA'lı bireylerde ağrı şiddetini azaltmada, fonksiyonel iyileşmeyi artırmada, lumbopelvik kor stabiliteyi geliştirmede ve lomber multifidus kasının yapısal özelliklerini olumlu yönde değiştirmede etkili olduğunu göstermiştir. Bu bulgular, klinik uygulamalarda kor stabilizasyon egzersizlerinin önemini vurgulamakta ve bu alanda daha kapsamlı araştırmaların yapılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Kor stabilizasyon egzersizlerinin tedavi protokollerine entegrasyonu, bireylerin yaşam kalitesini artırmada önemli katkılar sağlayabilir. Daha uzun vadeli ve geniş ölçekli çalışmalar, bu bulguların genellenebilirliğini artırarak literatüre daha kapsamlı bilgiler sunacaktır.

7. KAYNAKLAR

Abdelraouf, O. R., & Abdel-Aziem, A. A. (2016). The relationship between core endurance and back dysfunction in collegiate male athletes with and without nonspecific low back pain. *International Journal of Sports Physical Therapy, 11*(3), 337–344.

Aggarwal, A., Kumar, S., Madan, R., & Kumar, R. (2011). Relationship among different tests of evaluating low back core stability. *Journal of Musculoskeletal Research*, *14*(02), 1250004. https://doi.org/10.1142/S0218957712500042

Akhtar, M. W., Karimi, H., & Gilani, S. A. (2017). Effectiveness of core stabilization exercises and routine exercise therapy in management of pain in chronic non-specific low back pain: A randomized controlled clinical trial. *Pakistan journal of medical sciences*, *33*(4), 1002–1006. https://doi.org/10.12669/pjms.334.12664

Akodu, A. K., & Akindutire, O. M. (2018). The effect of stabilization exercise on pain-related disability, sleep disturbance, and psychological status of patients with non-specific chronic low back pain. *The Korean journal of pain*, *31*(3), 199–205. https://doi.org/10.3344/kjp.2018.31.3.199

Akuthota, V., & Nadler, S. F. (2004). Core strengthening. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, *85*(3 Suppl 1), S86–S92. https://doi.org/10.1053/j.apmr.2003.12.005

Akuthota, V., Ferreiro, A., Moore, T., & Fredericson, M. (2008). Core stability exercise principles. *Current sports medicine reports*, *7*(1), 39–44. https://doi.org/10.1097/01.CSMR.0000308663.13278.69

Altınbilek, T., & Murat, S. (2020). A comparison of application frequency of physical therapy modalities in patients with chronic mechanical low back pain. *Turkish journal of physical medicine and rehabilitation*, *66*(2), 201–209. https://doi.org/10.5606/tftrd.2020.4192

Altinel, L., Köse, K. C., Ergan, V., Işik, C., Aksoy, Y., Ozdemir, A., Toprak, D., & Doğan, N. (2008). Afyonkarahisar ilinde erişkinlerde bel ağrisi sikliği ve etkileyen faktörler [The prevalence of low back pain and risk factors among adult population in Afyon region, Turkey]. *Acta orthopaedica et traumatologica turcica*, *42*(5), 328–333. https://doi.org/10.3944/aott.2008.328

Amiri, B., & Zemková, E. (2023). Diaphragmatic breathing exercises in recovery from fatigue-induced changes in spinal mobility and postural stability: a study protocol. *Frontiers in physiology*, *14*, 1220464. https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1220464

Amundsen, P. A., Evans, D. W., Rajendran, D., Bright, P., Bjørkli, T., Eldridge, S., Buchbinder, R., Underwood, M., & Froud, R. (2018). Inclusion and exclusion criteria used in non-specific low back pain trials: a review of randomised

controlled trials published between 2006 and 2012. *BMC musculoskeletal disorders*, *19*(1), 113. https://doi.org/10.1186/s12891-018-2034-6

Apkarian, A. V., Sosa, Y., Sonty, S., Levy, R. M., Harden, R. N., Parrish, T. B., & Gitelman, D. R. (2004). Chronic back pain is associated with decreased prefrontal and thalamic gray matter density. *The Journal of neuroscience: the official journal of the Society for Neuroscience*, *24*(46), 10410–10415. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2541-04.2004

Ardıç, F. (2014). Exercise prescription. *Türkiye Fiziksel Tip ve Rehabilitasyon Dergisi, 60*(2), 1-8. https://doi.org/10.5152/tftrd.2014.25665

Arnold, T. C., Freeman, C. W., Litt, B., & Stein, J. M. (2023). Low-field MRI: Clinical promise and challenges. *Journal of magnetic resonance imaging: JMRI*, *57*(1), 25–44. https://doi.org/10.1002/jmri.28408

Atalay, E., Akova, B., Gür, H., & Sekir, U. (2017). Effect of Upper-Extremity Strengthening Exercises on the Lumbar Strength, Disability and Pain of Patients with Chronic Low Back Pain: A Randomized Controlled Study. *Journal of sports science & medicine*, *16*(4), 595–603.

Balagué, F., Mannion, A. F., Pellisé, F., & Cedraschi, C. (2012). Non-specific low back pain. *Lancet (London, England)*, *379*(9814), 482–491. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(11)60610-7

Baradaran, A., Ebrahimzadeh, M. H., Birjandinejad, A., & Kachooei, A. R. (2016). Cross-Cultural Adaptation, Validation, and Reliability Testing of the Modified Oswestry Disability Questionnaire in Persian Population with Low Back Pain. *Asian spine journal*, *10*(2), 215–219. https://doi.org/10.4184/asj.2016.10.2.215

Bardin, L. D., King, P., & Maher, C. G. (2017). Diagnostic triage for low back pain: a practical approach for primary care. *The Medical journal of Australia*, *206*(6), 268–273. https://doi.org/10.5694/mja16.00828

Barker, K. L., Shamley, D. R., & Jackson, D. (2004). Changes in the cross-sectional area of multifidus and psoas in patients with unilateral back pain: the relationship to pain and disability. *Spine*, *29*(22), E515–E519. https://doi.org/10.1097/01.brs.0000144405.11661.eb

Battaglia, P. J., Maeda, Y., Welk, A., Hough, B., & Kettner, N. (2014). Reliability of the Goutallier classification in quantifying muscle fatty degeneration in the lumbar multifidus using magnetic resonance imaging. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, *37*(3), 190–197. https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2013.12.010

Berenshteyn, Y., Gibson, K., Hackett, G. C., Trem, A. B., & Wilhelm, M. (2019). Is standing balance altered in individuals with chronic low back pain? A systematic review. *Disability and rehabilitation*, *41*(13), 1514–1523. https://doi.org/10.1080/09638288.2018.1433240

Bergmark A. (1989). Stability of the lumbar spine. A study in mechanical engineering. *Acta orthopaedica Scandinavica. Supplementum*, *230*, 1–54. https://doi.org/10.3109/17453678909154177

Bogduk, N. (2005). *Clinical Anatomy of the Lumbar Spine and Sacrum* (4th ed.). Elsevier.

Bogduk, N. (2012). *Clinical and radiological anatomy of the lumbar spine* (5th ed.). Churchill Livingstone Elsevier.

Bogduk, N., Wilson, A. S., & Tynan, W. (1982). The human lumbar dorsal rami. *Journal of anatomy*, *134*(Pt 2), 383–397.

Boonstra, A. M., Schiphorst Preuper, H. R., Balk, G. A., & Stewart, R. E. (2014). Cut-off points for mild, moderate, and severe pain on the visual analogue scale for pain in patients with chronic musculoskeletal pain. *Pain*, *155*(12), 2545–2550. https://doi.org/10.1016/j.pain.2014.09.014

Boyle, E. K., Mahon, V. S. E., Diogo, R., & Sherwood, R. (2022). Trunk muscles. In E. K. Boyle, V. S. E. Mahon, & R. Diogo (Eds.), *Handbook of muscle variations and anomalies in humans* (1st ed., pp. 46). CRC Press. https://doi.org/10.1201/9781003083535

Cairns, M. C., Foster, N. E., & Wright, C. (2006). Randomized controlled trial of specific spinal stabilization exercises and conventional physiotherapy for recurrent low back pain. *Spine*, *31*(19), E670–E681. https://doi.org/10.1097/01.brs.0000232787.71938.5d

Campbell, P., Foster, N. E., Thomas, E., & Dunn, K. M. (2013). Prognostic indicators of low back pain in primary care: five-year prospective study. *The journal of pain*, *14*(8), 873–883. https://doi.org/10.1016/j.jpain.2013.03.013

Carmeli, E., Bar-Chad, S., Lotan, M., Merrick, J., & Coleman, R. (2003). Five clinical tests to assess balance following ball exercises and treadmill training in adult persons with intellectual disability. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, *58*(8), 767–772. https://doi.org/10.1093/gerona/58.8.m767

Carline, L., McLeod, G. A., & Lamb, C. (2016). A cadaver study comparing spread of dye and nerve involvement after three different quadratus lumborum blocks. *British journal of anaesthesia*, *117*(3), 387–394. https://doi.org/10.1093/bja/aew224

Chan, E. W. M., Hamid, M. S. A., Nadzalan, A. M., & Hafiz, E. (2020). Abdominal muscle activation: An EMG study of the Sahrmann five-level core stability test. *Hong Kong physiotherapy journal: official publication of the Hong Kong Physiotherapy Association Limited = Wu li chih liao*, *40*(2), 89–97. https://doi.org/10.1142/S1013702520500080

Chang, W. D., Lin, H. Y., & Lai, P. T. (2015). Core strength training for patients with chronic low back pain. *Journal of physical therapy science*, *27*(3), 619–622. https://doi.org/10.1589/jpts.27.619

Chiarotto, A., & Koes, B. W. (2022). Nonspecific Low Back Pain. *The New England journal of medicine*, *386*(18), 1732–1740. https://doi.org/10.1056/NEJMcp2032396

Cho, H. Y., Kim, E. H., & Kim, J. (2014). Effects of the CORE Exercise Program on Pain and Active Range of Motion in Patients with Chronic Low Back Pain. *Journal of physical therapy science*, *26*(8), 1237–1240. https://doi.org/10.1589/jpts.26.1237

Chung, S., Lee, J., & Yoon, J. (2013). Effects of stabilization exercise using a ball on mutifidus cross-sectional area in patients with chronic low back pain. *Journal of sports science & medicine*, *12*(3), 533–541.

Clark, M. A., & Lucett, S. C. (Eds.). (2011). *NASM essentials of corrective exercise training* (1st ed.). Jones & Bartlett Learning. ISBN 978-0-7817-6802-3.

Côté, P., Cassidy, J. D., & Carroll, L. (1998). The Saskatchewan Health and Back Pain Survey. The prevalence of neck pain and related disability in Saskatchewan adults. *Spine*, *23*(15), 1689–1698. https://doi.org/10.1097/00007632-199808010-00015

Coulombe, B. J., Games, K. E., Neil, E. R., & Eberman, L. E. (2017). Core Stability Exercise Versus General Exercise for Chronic Low Back Pain. *Journal of athletic training*, *52*(1), 71–72. https://doi.org/10.4085/1062-6050-51.11.16

da Silva, R. A., Vieira, E. R., Fernandes, K. B. P., Andraus, R. A., Oliveira, M. R., Sturion, L. A., & Calderon, M. G. (2018). People with chronic low back pain have poorer balance than controls in challenging tasks. *Disability and rehabilitation*, *40*(11), 1294–1300. https://doi.org/10.1080/09638288.2017.1294627

Danneels, L. A., Vanderstraeten, G. G., Cambier, D. C., Witvrouw, E. E., Bourgois, J., Dankaerts, W., & De Cuyper, H. J. (2001). Effects of three different training modalities on the cross sectional area of the lumbar multifidus muscle in patients with chronic low back pain. *British journal of sports medicine*, *35*(3), 186–191. https://doi.org/10.1136/bjsm.35.3.186

Davis, D. S., Mancinelli, C. A., Petronis, J. J., Bensenhaver, C., McClintic, T., & Nelson, G. (2013). Variables associated with level of disability in working individuals with nonacute low back pain: a cross-sectional investigation. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, *43*(2), 97–104. https://doi.org/10.2519/jospt.2013.4382

Delitto, A., George, S. Z., Van Dillen, L., Whitman, J. M., Sowa, G., Shekelle, P., Denninger, T. R., Godges, J. J., & Orthopaedic Section of the American Physical Therapy Association (2012). Low back pain. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, *42*(4), A1–A57. https://doi.org/10.2519/jospt.2012.42.4.A1

Dougherty, J. J., DO, FACOFP, FAOASM. (2011). The anatomical "core": A definition and functional classification. *Osteopathic Family Physician, 3*(6), 239-245. https://doi.org/10.1016/j.osfp.2011.07.001

Ehsani, F., Arab, A. M., Assadi, H., Karimi, N., & Shanbehzadeh, S. (2016). Evaluation of pelvic floor muscles activity with and without abdominal maneuvers in subjects with and without low back pain. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*, *29*(2), 241–247. https://doi.org/10.3233/BMR-150620

Faber, M., Andersen, M. H., Sevel, C., Thorborg, K., Bandholm, T., & Rathleff, M. (2015). The majority are not performing home-exercises correctly two weeks after their initial instruction-an assessor-blinded study. *PeerJ*, *3*, e1102. https://doi.org/10.7717/peerj.1102

Fairbank, J. C., & Pynsent, P. B. (2000). The Oswestry Disability Index. *Spine*, *25*(22), 2940–2952. https://doi.org/10.1097/00007632-200011150-00017

Farfan H. F. (1975). Muscular mechanism of the lumbar spine and the position of power and efficiency. *The Orthopedic clinics of North America*, *6*(1), 135–144. https://doi.org/10.1016/S0030-5898(20)31207-4

Faries, M., & Greenwood, M. (2007). Core training: Stabilizing the confusion. *Strength and Conditioning Journal, 29*(2), 10. https://doi.org/10.1519/00126548-200704000-00001

Ferguson, S. A., Marras, W. S., Burr, D. L., Davis, K. G., & Gupta, P. (2004). Differences in motor recruitment and resulting kinematics between low back pain patients and asymptomatic participants during lifting exertions. *Clinical biomechanics (Bristol, Avon)*, *19*(10), 992–999. https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2004.08.007

Flor, H., Braun, C., Elbert, T., & Birbaumer, N. (1997). Extensive reorganization of primary somatosensory cortex in chronic back pain patients. *Neuroscience letters*, *224*(1), 5–8. https://doi.org/10.1016/s0304-3940(97)13441-3

França, F. R., Burke, T. N., Hanada, E. S., & Marques, A. P. (2010). Segmental stabilization and muscular strengthening in chronic low back pain: a comparative study. *Clinics (Sao Paulo, Brazil)*, *65*(10), 1013–1017. https://doi.org/10.1590/s1807-59322010001000015

Fransen, M., Woodward, M., Norton, R., Coggan, C., Dawe, M., & Sheridan, N. (2002). Risk factors associated with the transition from acute to chronic occupational back pain. *Spine*, *27*(1), 92–98. https://doi.org/10.1097/00007632-200201010-00022

Freburger, J. K., Holmes, G. M., Agans, R. P., Jackman, A. M., Darter, J. D., Wallace, A. S., Castel, L. D., Kalsbeek, W. D., & Carey, T. S. (2009). The rising prevalence of chronic low back pain. *Archives of internal medicine*, *169*(3), 251–258. https://doi.org/10.1001/archinternmed.2008.543

Freeman, M. D., Woodham, M. A., & Woodham, A. W. (2010). The role of the lumbar multifidus in chronic low back pain: a review. *PM & R: the journal of injury, function, and rehabilitation*, *2*(2), 142–167. https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2009.11.006

Fuchs, B., Weishaupt, D., Zanetti, M., Hodler, J., & Gerber, C. (1999). Fatty degeneration of the muscles of the rotator cuff: assessment by computed tomography versus magnetic resonance imaging. *Journal of shoulder and elbow surgery*, *8*(6), 599–605. https://doi.org/10.1016/s1058-2746(99)90097-6

GBD 2021 Low Back Pain Collaborators (2023). Global, regional, and national burden of low back pain, 1990-2020, its attributable risk factors, and projections to 2050: a systematic analysis of the Global Burden of Disease Study 2021. *The Lancet. Rheumatology*, *5*(6), e316–e329. https://doi.org/10.1016/S2665-9913(23)00098-X

Gorji, S. M., Mohammadi Nia Samakosh, H., Watt, P., Henrique Marchetti, P., & Oliveira, R. (2022). Pain Neuroscience Education and Motor Control Exercises versus Core Stability Exercises on Pain, Disability, and Balance in Women with Chronic Low Back Pain. *International journal of environmental research and public health*, *19*(5), 2694. https://doi.org/10.3390/ijerph19052694

Goubert, D., Oosterwijck, J. V., Meeus, M., & Danneels, L. (2016). Structural Changes of Lumbar Muscles in Non-specific Low Back Pain: A Systematic Review. *Pain physician*, *19*(7), E985–E1000.

Goutallier, D., Postel, J. M., Bernageau, J., Lavau, L., & Voisin, M. C. (1994). Fatty muscle degeneration in cuff ruptures. Pre- and postoperative evaluation by CT scan. *Clinical orthopaedics and related research*, (304), 78–83.

Hartvigsen, J., Hancock, M. J., Kongsted, A., Louw, Q., Ferreira, M. L., Genevay, S., Hoy, D., Karppinen, J., Pransky, G., Sieper, J., Smeets, R. J., Underwood, M., & Lancet Low Back Pain Series Working Group (2018). What low back pain is and why we need to pay attention. *Lancet (London, England)*, *391*(10137), 2356–2367. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)30480-X

Hashemi, L., Webster, B. S., & Clancy, E. A. (1998). Trends in disability duration and cost of workers' compensation low back pain claims (1988-1996). *Journal of occupational and environmental medicine*, *40*(12), 1110–1119. https://doi.org/10.1097/00043764-199812000-00011

Hawker, G. A., Mian, S., Kendzerska, T., & French, M. (2011). Measures of adult pain: Visual Analog Scale for Pain (VAS Pain), Numeric Rating Scale for Pain (NRS Pain), McGill Pain Questionnaire (MPQ), Short-Form McGill Pain Questionnaire (SF-MPQ), Chronic Pain Grade Scale (CPGS), Short Form-36 Bodily Pain Scale (SF-36 BPS), and Measure of Intermittent and Constant Osteoarthritis Pain (ICOAP). *Arthritis care & research*, *63 Suppl 11*, S240–S252. https://doi.org/10.1002/acr.20543

Heeger, A. P., & Ackman, J. B. (2021). Added Value of Magnetic Resonance Imaging for the Evaluation of Mediastinal Lesions. *Radiologic clinics of North America*, *59*(2), 251–277. https://doi.org/10.1016/j.rcl.2020.11.001

Hibbs, A. E., Thompson, K. G., French, D., Wrigley, A., & Spears, I. (2008). Optimizing performance by improving core stability and core strength. *Sports*

medicine (Auckland, N.Z.), *38*(12), 995–1008. https://doi.org/10.2165/00007256-200838120-00004

Hides, J. A., Jull, G. A., & Richardson, C. A. (2001). Long-term effects of specific stabilizing exercises for first-episode low back pain. *Spine*, *26*(11), E243–E248. https://doi.org/10.1097/00007632-200106010-00004

Hides, J. A., Stokes, M. J., Saide, M., Jull, G. A., & Cooper, D. H. (1994). Evidence of lumbar multifidus muscle wasting ipsilateral to symptoms in patients with acute/subacute low back pain. *Spine*, *19*(2), 165–172. https://doi.org/10.1097/00007632-199401001-00009

Hlaing, S. S., Puntumetakul, R., Khine, E. E., & Boucaut, R. (2021). Effects of core stabilization exercise and strengthening exercise on proprioception, balance, muscle thickness and pain related outcomes in patients with subacute nonspecific low back pain: a randomized controlled trial. *BMC musculoskeletal disorders*, *22*(1), 998. https://doi.org/10.1186/s12891-021-04858-6

Hoddevik, G. H., & Selmer, R. (1999). Kroniske korsryggssmerter hos 40-åringer i 12 norske fylker [Chronic low back pain in 40-year olds in 12 Norwegian counties]. *Tidsskrift for den Norske laegeforening: tidsskrift for praktisk medicin, ny raekke*, *119*(15), 2224–2228.

Hodges P. W. (2003). Core stability exercise in chronic low back pain. *The Orthopedic clinics of North America*, *34*(2), 245–254. https://doi.org/10.1016/s0030-5898(03)00003-8

Hodges, P. W. (2004). Lumbopelvic stability: A functional model of biomechanics and motor control. In C. Richardson, P. W. Hodges, & J. Hides (Eds.), *Therapeutic exercise for lumbopelvic stabilization: A motor control approach for the treatment and prevention of low back pain* (2nd ed., pp. 13-28). Edinburgh, UK: Churchill Livingstone.

Hodges, P. W., & Richardson, C. A. (1996). Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. A motor control evaluation of transversus abdominis. *Spine*, *21*(22), 2640–2650. https://doi.org/10.1097/00007632-199611150-00014

Hodges, P. W., & Richardson, C. A. (1997). Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. *Physical therapy*, *77*(2), 132–144. https://doi.org/10.1093/ptj/77.2.132

Hodges, P. W., & Richardson, C. A. (1998). Delayed postural contraction of transversus abdominis in low back pain associated with movement of the lower limb. *Journal of spinal disorders*, *11*(1), 46–56.

Hodges, P. W., & Richardson, C. A. (1999). Altered trunk muscle recruitment in people with low back pain with upper limb movement at different speeds. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, *80*(9), 1005–1012. https://doi.org/10.1016/s0003-9993(99)90052-7

Hodges, P., Holm, A. K., Hansson, T., & Holm, S. (2006). Rapid atrophy of the lumbar multifidus follows experimental disc or nerve root injury. *Spine*, *31*(25), 2926–2933. https://doi.org/10.1097/01.brs.0000248453.51165.0b

Honda, T., Maruta, T., & Takahashi, K. (2007). Brain perfusion abnormality in patients with chronic pain. *The Keio journal of medicine*, *56*(2), 48–52. https://doi.org/10.2302/kjm.56.48

Hoy, D., Bain, C., Williams, G., March, L., Brooks, P., Blyth, F., Woolf, A., Vos, T., & Buchbinder, R. (2012). A systematic review of the global prevalence of low back pain. *Arthritis and rheumatism*, *64*(6), 2028–2037. https://doi.org/10.1002/art.34347

Hoy, D., Brooks, P., Blyth, F., & Buchbinder, R. (2010). The Epidemiology of low back pain. *Best practice & research. Clinical rheumatology*, *24*(6), 769–781. https://doi.org/10.1016/j.berh.2010.10.002

Huber, D., Mueller, E., & Heubes, P. (1985). Oblique magnetic resonance imaging of normal structures. *AJR. American journal of roentgenology*, *145*(4), 843–846. https://doi.org/10.2214/AJR.145.4.843.

Icagasioglu, A., Yumusakhuylu, Y., Ketenci, A., Toraman, N. F., Karatas, G. K., Kuru, O., Kirazli, Y., Capaci, K., Eriman, E., & Haliloglu, S. (2015). Burden of chronic low back pain in the Turkish population/Kronik bel agrisinin turk toplumuna maliyeti. *Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, *61*(1), 58-65. https://doi.org/10.5152/tftrd.2015.23921

Iizuka, Y., Iizuka, H., Mieda, T., Tsunoda, D., Sasaki, T., Tajika, T., Yamamoto, A., & Takagishi, K. (2017). Prevalence of Chronic Nonspecific Low Back Pain and Its Associated Factors among Middle-Aged and Elderly People: An Analysis Based on Data from a Musculoskeletal Examination in Japan. *Asian spine journal*, *11*(6), 989–997. https://doi.org/10.4184/asj.2017.11.6.989

Inani, S. B., & Selkar, S. P. (2013). Effect of core stabilization exercises versus conventional exercises on pain and functional status in patients with non-specific low back pain: a randomized clinical trial. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*, *26*(1), 37–43. https://doi.org/10.3233/BMR-2012-0348

Indahl, A., Kaigle, A. M., Reikeräs, O., & Holm, S. H. (1997). Interaction between the porcine lumbar intervertebral disc, zygapophysial joints, and paraspinal muscles. *Spine*, *22*(24), 2834–2840. https://doi.org/10.1097/00007632-199712150-00006

Javadian, Y., Behtash, H., Akbari, M., Taghipour-Darzi, M., & Zekavat, H. (2012). The effects of stabilizing exercises on pain and disability of patients with lumbar segmental instability. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*, *25*(3), 149–155. https://doi.org/10.3233/BMR-2012-0321

Jonsdottir, S., Ahmed, H., Tómasson, K., & Carter, B. (2019). Factors associated with chronic and acute back pain in Wales, a cross-sectional study. *BMC*

musculoskeletal disorders, *20*(1), 215. https://doi.org/10.1186/s12891-019-2477-4

Jorge, J. M. N., & Bustamante-Lopez, L. A. (2022). Pelvic floor anatomy. *Annals of Laparoscopic and Endoscopic Surgery, 7*(20). https://doi.org/10.21037/ales-2022-06

Jull, G., Richardson, C., Toppenberg, R., Comerford, M., & Bui, B. (1993). Towards a measurement of active muscle control for lumbar stabilisation. *The Australian journal of physiotherapy*, *39*(3), 187–193. https://doi.org/10.1016/S0004-9514(14)60481-5

Kader, D. F., Wardlaw, D., & Smith, F. W. (2000). Correlation between the MRI changes in the lumbar multifidus muscles and leg pain. *Clinical radiology*, *55*(2), 145–149. https://doi.org/10.1053/crad.1999.0340

Kahere, M., & Ginindza, T. (2021). The prevalence and risk factors of chronic low back pain among adults in KwaZulu-Natal, South Africa: an observational cross-sectional hospital-based study. *BMC musculoskeletal disorders*, *22*(1), 955. https://doi.org/10.1186/s12891-021-04790-9

Kakpovi, K., Soedje, K. M., Koffi-Tessio, V. E., Ahoble, K. E., Fianyo, E., Houzou, P., Tagbor, K. C., Dassa, K. S., Oniankitan, O., & Mijiyawa, M. (2017). Anxiety and depression disorders in chronic non-specific low back pain in Lomé (Togo). *Open Journal of Rheumatology and Autoimmune Diseases*, *7*(01), 1. https://doi.org/10.19044/esj.2020.v16n3p254

Kalmar, J. A., Eick, J. J., Merritt, C. R., Shuler, S. E., Miller, K. D., McFarland, G. B., & Jones, J. J. (1988). A review of applications of MRI in soft tissue and bone tumors. *Orthopedics*, *11*(3), 417–425. https://doi.org/10.3928/0147-7447-19880301-06

Kathiravan, S., & Kanakaraj, J. (2013). A review on potential issues and challenges in MR imaging. *TheScientificWorldJournal*, *2013*, 783715. https://doi.org/10.1155/2013/783715

Kendall, F. P., McCreary, E. K., Provance, P. G., Rodgers, M. M., & Romani, W. A. (2005). *Muscles: Testing and Function, with Posture and Pain* (5th ed.). Lippincott Williams & Wilkins.

Kerem, M., & Yigiter, K. (2002). Effects of continuous and pulsed short-wave diathermy in low back pain. *Pain Clinic*, 14, 55-59. https://doi.org/10.1163/156856902760189188.

Khanzadeh, R., Mahdavinejad, R., & Borhani, A. (2020). The Effect of Suspension and Conventional Core Stability Exercises on Characteristics of Intervertebral Disc and Chronic Pain in Office Staff Due to Lumbar Herniated Disc. *The archives of bone and joint surgery*, *8*(3), 445–453. https://doi.org/10.22038/abjs.2019.40758.2102

Kibler, W. B., Press, J., & Sciascia, A. (2006). The role of core stability in athletic function. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, *36*(3), 189–198. https://doi.org/10.2165/00007256-200636030-00001

King, A. C., Taylor, C. B., Haskell, W. L., & Debusk, R. F. (1988). Strategies for increasing early adherence to and long-term maintenance of home-based exercise training in healthy middle-aged men and women. *The American journal of cardiology*, *61*(8), 628–632. https://doi.org/10.1016/0002-9149(88)90778-3

Kinnel, M., Garot, J., Pezel, T., Hovasse, T., Unterseeh, T., Champagne, S., Louvard, Y., Morice, M. C., Garot, P., & Sanguineti, F. (2020). Prognostic Value of Vasodilator Stress Perfusion CMR in Morbidly Obese Patients (BMI ≥40 kg/m^2) Without Known CAD. *JACC. Cardiovascular imaging*, *13*(5), 1276–1277. https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2019.12.002

Kjaer, P., Bendix, T., Sorensen, J. S., Korsholm, L., & Leboeuf-Yde, C. (2007). Are MRI-defined fat infiltrations in the multifidus muscles associated with low back pain?. *BMC medicine*, *5*, 2. https://doi.org/10.1186/1741-7015-5-2

Kliziene, I., Sipaviciene, S., Klizas, S., & Imbrasiene, D. (2015). Effects of core stability exercises on multifidus muscles in healthy women and women with chronic low-back pain. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*, *28*(4), 841–847. https://doi.org/10.3233/BMR-150596

Koumantakis, G. A., Watson, P. J., & Oldham, J. A. (2005). Trunk muscle stabilization training plus general exercise versus general exercise only: randomized controlled trial of patients with recurrent low back pain. *Physical therapy*, *85*(3), 209–225. https://doi.org/10.1093/ptj/85.3.209

Kocjan, J., Gzik-Zroska, B., Nowakowska, K., Burkacki, M., Suchoń, S., Michnik, R., Czyżewski, D., & Adamek, M. (2018). Impact of diaphragm function parameters on balance maintenance. *PloS one*, *13*(12), e0208697. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208697

Krismer, M., & Van Tulder, M. (2007). Low back pain (non-specific). *Best practice & research clinical rheumatology*, *21*(1), 77-91. https://doi.org/10.1016/j.berh.2006.08.004

Laird, R. A., Gilbert, J., Kent, P., & Keating, J. L. (2014). Comparing lumbo-pelvic kinematics in people with and without back pain: a systematic review and meta-analysis. *BMC musculoskeletal disorders*, *15*, 229. https://doi.org/10.1186/1471-2474-15-229

Lamoth, C. J., Stins, J. F., Pont, M., Kerckhoff, F., & Beek, P. J. (2008). Effects of attention on the control of locomotion in individuals with chronic low back pain. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, *5*, 13. https://doi.org/10.1186/1743-0003-5-13

Larivière, C., Gagnon, D., & Loisel, P. (2000). The effect of load on the coordination of the trunk for subjects with and without chronic low back pain during flexion-

extension and lateral bending tasks. *Clinical biomechanics (Bristol, Avon)*, *15*(6), 407–416. https://doi.org/10.1016/s0268-0033(00)00006-1

Liddle, S. D., Baxter, G. D., & Gracey, J. H. (2004). Exercise and chronic low back pain: what works?. *Pain*, *107*(1-2), 176–190. https://doi.org/10.1016/j.pain.2003.10.017

MacDonald, D. A., Moseley, G. L., & Hodges, P. W. (2006). The lumbar multifidus: does the evidence support clinical beliefs?. *Manual therapy*, *11*(4), 254–263. https://doi.org/10.1016/j.math.2006.02.004

Macedo, L. G., Maher, C. G., Latimer, J., McAuley, J. H., Hodges, P. W., & Nicholas, M. K. (2009). Motor control exercise for persistent, nonspecific low back pain: a systematic review. *Physical Therapy, 89*(1), 9-25. doi:10.2522/ptj.20080103

Macintosh, J. E., Valencia, F., Bogduk, N., & Munro, R. R. (1986). The morphology of the human lumbar multifidus. *Clinical biomechanics (Bristol, Avon)*, *1*(4), 196–204. https://doi.org/10.1016/0268-0033(86)90146-4n

Maclaren, J., Armstrong, B. S., Barrows, R. T., Danishad, K. A., Ernst, T., Foster, C. L., Gumus, K., Herbst, M., Kadashevich, I. Y., Kusik, T. P., Li, Q., Lovell-Smith, C., Prieto, T., Schulze, P., Speck, O., Stucht, D., & Zaitsev, M. (2012). Measurement and correction of microscopic head motion during magnetic resonance imaging of the brain. *PloS one*, *7*(11), e48088. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0048088

Maeo, S., Takahashi, T., Takai, Y., & Kanehisa, H. (2013). Trunk muscle activities during abdominal bracing: comparison among muscles and exercises. *Journal of sports science & medicine*, *12*(3), 467–474.

Manchikanti, L., Pampati, V., Rivera, J., Fellows, B., Beyer, C., & Damron, K. (2001). Role of facet joints in chronic low back pain in the elderly: a controlled comparative prevalence study. *Pain practice: the official journal of World Institute of Pain*, *1*(4), 332–337. https://doi.org/10.1046/j.1533-2500.2001.01034.x

McGill S. M. (2001). Low back stability: from formal description to issues for performance and rehabilitation. *Exercise and sport sciences reviews*, *29*(1), 26–31. https://doi.org/10.1097/00003677-200101000-00006

McGill, S. (2015). *Low back disorders: Evidence-based prevention and rehabilitation* (3rd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.

Miranda, H., Fleck, S. J., Simão, R., Barreto, A. C., Dantas, E. H., & Novaes, J. (2007). Effect of two different rest period lengths on the number of repetitions performed during resistance training. *Journal of strength and conditioning research*, *21*(4), 1032–1036. https://doi.org/10.1519/R-21026.1

Morris, J. M., Lucas, D. B., & Bresler, B. (1961). Role of the trunk in stability of the spine. *The Journal of Bone and Joint Surgery (Amer. Volume), 43*(A), 327–351. https://doi.org/10.2106/00004623-196143030-00001

Munn, Z., Moola, S., Lisy, K., Riitano, D., & Murphy, F. (2015). Claustrophobia in magnetic resonance imaging: A systematic review and meta-analysis. *Radiography, 21*(2), e59-e63. https://doi.org/10.1016/j.radi.2014.12.004

Narouei, S., Barati, A. H., Akuzawa, H., Talebian, S., Ghiasi, F., Akbari, A., & Alizadeh, M. H. (2020). Effects of core stabilization exercises on thickness and activity of trunk and hip muscles in subjects with nonspecific chronic low back pain. *Journal of bodywork and movement therapies*, *24*(4), 138–146. https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2020.06.026

Nazarian, S., Beinart, R., & Halperin, H. R. (2013). Magnetic resonance imaging and implantable devices. *Circulation. Arrhythmia and electrophysiology*, *6*(2), 419–428. https://doi.org/10.1161/CIRCEP.113.000116

Neumann, D. A. (2016). *Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundations for Rehabilitation* (3rd ed.). Elsevier.

Noormohammadpour, P., Kordi, M., Mansournia, M. A., Akbari-Fakhrabadi, M., & Kordi, R. (2018). The Role of a Multi-Step Core Stability Exercise Program in the Treatment of Nurses with Chronic Low Back Pain: A Single-Blinded Randomized Controlled Trial. *Asian spine journal*, *12*(3), 490–502. https://doi.org/10.4184/asj.2018.12.3.490

Noormohammadpour, P., Mansournia, M. A., Koohpayehzadeh, J., Asgari, F., Rostami, M., Rafei, A., & Kordi, R. (2017). Prevalence of Chronic Neck Pain, Low Back Pain, and Knee Pain and Their Related Factors in Community-Dwelling Adults in Iran: A Population-based National Study. *The Clinical journal of pain*, *33*(2), 181–187. https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000396

Nováček, V. (2015). Role of transverse abdominal muscle in trunk stability. *Journal of Ergonomics, 5*(2). https://doi.org/10.4172/2165-7556.1000e135

Novak, J., Jacisko, J., Stverakova, T., Juehring, D. D., Sembera, M., Kolar, P., & Kobesova, A. (2021). The significance of intra-abdominal pressure on postural stabilization: A low back pain case report. *Slovak Journal of Sport Science, 7*(2), 3–18. https://doi.org/10.24040/sjss.2021.7.2.3-18

O'Sullivan, P. B., Phyty, G. D., Twomey, L. T., & Allison, G. T. (1997a). Evaluation of specific stabilizing exercise in the treatment of chronic low back pain with radiologic diagnosis of spondylolysis or spondylolisthesis. *Spine*, *22*(24), 2959–2967. https://doi.org/10.1097/00007632-199712150-00020

O'Sullivan, P., Twomey, L., Allison, G., Sinclair, J., & Miller, K. (1997b). Altered patterns of abdominal muscle activation in patients with chronic low back pain. *The Australian journal of physiotherapy*, *43*(2), 91–98. https://doi.org/10.1016/s0004-9514(14)60403-7

Oto, A., Ernst, R., Jesse, M. K., Chaljub, G., & Saade, G. (2007). Magnetic resonance imaging of the chest, abdomen, and pelvis in the evaluation of pregnant patients with neoplasms. *American journal of perinatology*, *24*(4), 243–250. https://doi.org/10.1055/s-2007-973444

Panjabi M. M. (1992). The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *Journal of spinal disorders*, *5*(4), 383–397. https://doi.org/10.1097/00002517-199212000-00001

Panjabi M. M. (1992). The stabilizing system of the spine. Part II. Neutral zone and instability hypothesis. *Journal of spinal disorders*, *5*(4), 390–397. https://doi.org/10.1097/00002517-199212000-00002

Panjabi, M.M. (1993). Biomechanics of Lumbar Spine Instability. In: Yonenobu, K., Ono, K., Takemitsu, Y. (eds) Lumbar Fusion and Stabilization. Springer, Tokyo. https://doi.org/10.1007/978-4-431-68234-9_1

Peixoto, M.doR., Benício, M. H., & Jardim, P. C. (2006). Validade do peso e da altura auto-referidos: o estudo de Goiânia [Validity of self-reported weight and height: the Goiânia study, Brazil]. *Revista de saude publica*, *40*(6), 1065–1072. https://doi.org/10.1590/s0034-89102006000700015

Peters, M., Tanner, J. A., & Niezgoda-Hadjidemetri, E. (2018). *Strengthen your back: Exercises to build a better back and improve your posture*. DK Publishing.

Piarulli, A., Conversano, C., Ciacchini, R., Miniati, M., Marchi, L., Bazzichi, L., Gemignani, A., & Orrù, G. (2021). Catastrophisation, chronic pain and sexuality: a cross-sectional investigation in fibromyalgia and rheumatoid arthritis. *Clinical and experimental rheumatology*, *39 Suppl 130*(3), 161–169. https://doi.org/10.55563/clinexprheumatol/v8m0d4

Plaza-Manzano, G., Navarro-Santana, M. J., Valera-Calero, J. A., Fabero-Garrido, R., Fernández-de-Las-Peñas, C., & López-de-Uralde-Villanueva, I. (2022). Reliability of lumbar multifidus ultrasound assessment during the active straight leg raise test. *European journal of clinical investigation*, *52*(5), e13728. https://doi.org/10.1111/eci.13728

Powers J. A. (1986). Magnetic resonance imaging in marrow diseases. *Clinical orthopaedics and related research*, (206), 79–85.

Raiola, G., Di Domenico, F., D'Isanto, T., Altavilla, G., & D'Elia, F. (2020). Biomechanics core. *Acta Medica Mediterranea, 36*, 3079. https://doi.org/10.19193/0393-6384_2020_5_474

Reo, J. A., & Mercer, V. S. (2004). Effects of live, videotaped, or written instruction on learning an upper-extremity exercise program. *Physical therapy*, *84*(7), 622–633. https://doi.org/10.1093/ptj/84.7.622

Rezazadeh, F., Taheri, N., Okhravi, S. M., & Hosseini, S. M. (2019). The relationship between cross-sectional area of multifidus muscle and disability index in patients with chronic non-specific low back pain. *Musculoskeletal science & practice*, *42*, 1–5. https://doi.org/10.1016/j.msksp.2019.03.005

Richardson, C. A., Hodges, P. W., & Hides, J. A. (2004). Therapeutic exercise for lumbopelvic stabilization. In *A motor control approach for the treatment and prevention of low back pain* (2nd ed., pp. 31–57). Edinburgh: Churchill Livingstone.

Richardson, C. A., Jull, G. A., Hodges, P. W., & Hides, J. A. (1999). *Therapeutic exercise for spinal segmental stabilization in low back pain: scientific basis and clinical approach*. Churchill Livingstone.

Riebe, D., Ehrman, J.K., Liguori, G., Magal, M. (Eds.), (2018). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription.* (10th ed.) Wolters Kluwer.

Rosatelli, A. L., Ravichandiran, K., & Agur, A. M. (2008). Three-dimensional study of the musculotendinous architecture of lumbar multifidus and its functional implications. *Clinical anatomy (New York, N.Y.)*, *21*(6), 539–546. https://doi.org/10.1002/ca.20659

Rye, M. (2022). *Effects of Combined Motor Control and Isolated Lumbar Strengthening Exercises on Multifidus Muscle Morphology, Function, and Physical Disability in Chronic Low Back Pain* [Yüksek lisans tezi]. Concordia University. https://spectrum.library.concordia.ca/

Salik Sengul, Y., Yilmaz, A., Kirmizi, M., Kahraman, T., & Kalemci, O. (2021). Effects of stabilization exercises on disability, pain, and core stability in patients with non-specific low back pain: A randomized controlled trial. *Work (Reading, Mass.)*, *70*(1), 99–107. https://doi.org/10.3233/WOR-213557

Samson, M., Button, D. C., Chaouachi, A., & Behm, D. G. (2012). Effects of dynamic and static stretching within general and activity specific warm-up protocols. *Journal of sports science & medicine*, *11*(2), 279–285.

Sarracanie, M., LaPierre, C. D., Salameh, N., Waddington, D. E. J., Witzel, T., & Rosen, M. S. (2015). Low-Cost High-Performance MRI. *Scientific reports*, *5*, 15177. https://doi.org/10.1038/srep15177

Schmidt-Wilcke, T., Leinisch, E., Gänssbauer, S., Draganski, B., Bogdahn, U., Altmeppen, J., & May, A. (2006). Affective components and intensity of pain correlate with structural differences in gray matter in chronic back pain patients. *Pain*, *125*(1-2), 89–97. https://doi.org/10.1016/j.pain.2006.05.004

Selles, R. W., Wagenaar, R. C., Smit, T. H., & Wuisman, P. I. (2001). Disorders in trunk rotation during walking in patients with low back pain: a dynamical systems approach. *Clinical biomechanics (Bristol, Avon)*, *16*(3), 175–181. https://doi.org/10.1016/s0268-0033(00)00080-2

Senna, G., Salles, B. F., Prestes, J., Mello, R. A., & Roberto, S. (2009). Influence of two different rest interval lengths in resistance training sessions for upper and lower body. *Journal of sports science & medicine*, *8*(2), 197–202.

Shahid, Z., & Burns, B. (2023). Anatomy, Abdomen and Pelvis: Diaphragm. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.

Shamsi, M. B., Rezaei, M., Zamanlou, M., Sadeghi, M., & Pourahmadi, M. R. (2016). Does core stability exercise improve lumbopelvic stability (through endurance tests) more than general exercise in chronic low back pain? A quasi-randomized controlled trial. *Physiotherapy theory and practice*, *32*(3), 171–178. https://doi.org/10.3109/09593985.2015.1117550

Shindo H. (1995). *[Anatomical study of the lumbar multifidus muscle and its innervation in human adults and fetuses]*, *62*(5), 439–446. https://doi.org/10.1272/jnms1923.62.439

Shnayderman, I. and Katz-Leurer, M. (2012). An aerobic walking programme versus muscle strengthening programme for chronic low back pain: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation, 27*(3), 207–214. https://doi.org/10.1177/0269215512453353

Sitilertpisan, P., Joseph, L., Paungmali, A., Pirunsan, U., & Chunchai, T. (2020). Investigation of the contraction ratio of transversus abdominis and internal oblique muscles during lumbopelvic stability test. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal, 10*(1), 86–91. https://doi.org/10.32098/mltj.01.2020.10

Smeets, R., Köke, A., Lin, C. W., Ferreira, M., & Demoulin, C. (2011). Measures of function in low back pain/disorders: Low Back Pain Rating Scale (LBPRS), Oswestry Disability Index (ODI), Progressive Isoinertial Lifting Evaluation (PILE), Quebec Back Pain Disability Scale (QBPDS), and Roland-Morris Disability Questionnaire (RDQ). *Arthritis care & research*, *63 Suppl 11*, S158–S173. https://doi.org/10.1002/acr.20542

Smrcina, Z., Woelfel, S., & Burcal, C. (2022). A Systematic Review of the Effectiveness of Core Stability Exercises in Patients with Non-Specific Low Back Pain. *International journal of sports physical therapy*, *17*(5), 766–774. https://doi.org/10.26603/001c.37251

Standring, S. (2016). *Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice* (41st ed.). Elsevier.

Stanford, M.E. (2002). Effectiveness of Specific Lumbar Stabilization Exercises: A Single Case Study. *Journal of Manual & Manipulative Therapy, 10*, 40–46. https://doi.org/10.1179/106698102792209549

Stevans, J. M., Delitto, A., Khoja, S. S., Patterson, C. G., Smith, C. N., Schneider, M. J., Freburger, J. K., Greco, C. M., Freel, J. A., Sowa, G. A., Wasan, A. D., Brennan, G. P., Hunter, S. J., Minick, K. I., Wegener, S. T., Ephraim, P. L., Friedman, M., Beneciuk, J. M., George, S. Z., & Saper, R. B. (2021). Risk Factors Associated With Transition From Acute to Chronic Low Back Pain in US Patients Seeking Primary Care. *JAMA network open*, *4*(2), e2037371. https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.37371

Suni, J., Rinne, M., Natri, A., Statistisian, M. P., Parkkari, J., & Alaranta, H. (2006). Control of the lumbar neutral zone decreases low back pain and improves self-evaluated work ability: a 12-month randomized controlled study. *Spine*, *31*(18), E611–E620. https://doi.org/10.1097/01.brs.0000231701.76452.05

Teymuri, Z., Hosseinifar, M., & Sirousi, M. (2018). The Effect of Stabilization Exercises on Pain, Disability, and Pelvic Floor Muscle Function in Postpartum Lumbopelvic Pain: A Randomized Controlled Trial. *American journal of*

physical medicine & rehabilitation, *97*(12), 885–891. https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000993

van Dieën, J. H., Selen, L. P., & Cholewicki, J. (2003). Trunk muscle activation in low-back pain patients, an analysis of the literature. *Journal of electromyography and kinesiology: official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*, *13*(4), 333–351. https://doi.org/10.1016/s1050-6411(03)00041-5

van Middelkoop, M., Rubinstein, S. M., Verhagen, A. P., Ostelo, R. W., Koes, B. W., & van Tulder, M. W. (2010). Exercise therapy for chronic nonspecific low-back pain. *Best practice & research. Clinical rheumatology*, *24*(2), 193–204. https://doi.org/10.1016/j.berh.2010.01.002

van Rooyen, M. B., & Pitcher, R. D. (2020). The Cinderellas of the scanner: Magnetic resonance imaging 'pre-scan' and 'post-scan' times: Their determinants and impact on patient throughput. *SA journal of radiology*, *24*(1), 1946. https://doi.org/10.4102/sajr.v24i1.1946

Vijayalaxmi, Fatahi, M., & Speck, O. (2015). Magnetic resonance imaging (MRI): A review of genetic damage investigations. *Mutation research. Reviews in mutation research*, *764*, 51–63. https://doi.org/10.1016/j.mrrev.2015.02.002

Violante, F. S., Mattioli, S., & Bonfiglioli, R. (2015). Low-back pain. *Handbook of clinical neurology*, *131*, 397–410. https://doi.org/10.1016/B978-0-444-62627-1.00020-2

Vleeming, A., & Stoeckart, R. (2007). The role of the pelvic girdle in coupling the spine and the legs: A clinical–anatomical perspective on pelvic stability. In A. Vleeming, V. Mooney, & R. Stoeckart (Eds.), *Movement, Stability & Lumbopelvic Pain: Integration of research and therapy* (2nd ed., pp. 113-137). Churchill Livingstone. https://doi.org/10.1016/B978-044310178-6.50010-4

Vrbanić T. S. (2011). Krizobolja--od definicije do dijagnoze [Low back pain--from definition to diagnosis]. *Reumatizam*, *58*(2), 105–107.

Wallwork, T. L., Stanton, W. R., Freke, M., & Hides, J. A. (2009). The effect of chronic low back pain on size and contraction of the lumbar multifidus muscle. *Manual therapy*, *14*(5), 496–500. https://doi.org/10.1016/j.math.2008.09.006

Wan, Q., Lin, C., Li, X., Zeng, W., & Ma, C. (2015). MRI assessment of paraspinal muscles in patients with acute and chronic unilateral low back pain. *The British journal of radiology*, *88*(1053), 20140546. https://doi.org/10.1259/bjr.20140546

Ward, S. R., Kim, C. W., Eng, C. M., Gottschalk, L. J., 4th, Tomiya, A., Garfin, S. R., & Lieber, R. L. (2009). Architectural analysis and intraoperative measurements demonstrate the unique design of the multifidus muscle for lumbar spine stability. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*, *91*(1), 176–185. https://doi.org/10.2106/JBJS.G.01311

Watson, P. J., Main, C. J., Waddell, G., Gales, T. F., & Purcell-Jones, G. (1998). Medically certified work loss, recurrence and costs of wage compensation for back pain: a follow-up study of the working population of Jersey. *British journal of rheumatology*, *37*(1), 82–86. https://doi.org/10.1093/rheumatology/37.1.82

Welch, N., Moran, K., Antony, J., Richter, C., Marshall, B., Coyle, J., Falvey, E., & Franklyn-Miller, A. (2015). The effects of a free-weight-based resistance training intervention on pain, squat biomechanics and MRI-defined lumbar fat infiltration and functional cross-sectional area in those with chronic low back. *BMJ open sport & exercise medicine*, *1*(1), e000050. https://doi.org/10.1136/bmjsem-2015-000050

Wilke, H. J., Wolf, S., Claes, L. E., Arand, M., & Wiesend, A. (1995). Stability increase of the lumbar spine with different muscle groups. A biomechanical in vitro study. *Spine*, *20*(2), 192–198. https://doi.org/10.1097/00007632-199501150-00011

Williamson, A., & Hoggart, B. (2005). Pain: a review of three commonly used pain rating scales. *Journal of clinical nursing*, *14*(7), 798–804. https://doi.org/10.1111/j.1365-2702.2005.01121.x

Willson, J. D., Dougherty, C. P., Ireland, M. L., & Davis, I. M. (2005). Core stability and its relationship to lower extremity function and injury. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, *13*(5), 316–325. https://doi.org/10.5435/00124635-200509000-00005

Wolfe, F., Clauw, D. J., Fitzcharles, M. A., Goldenberg, D. L., Katz, R. S., Mease, P., Russell, A. S., Russell, I. J., Winfield, J. B., & Yunus, M. B. (2010). The American College of Rheumatology preliminary diagnostic criteria for fibromyalgia and measurement of symptom severity. *Arthritis care & research*, *62*(5), 600–610. https://doi.org/10.1002/acr.20140

Wu, P. B., Date, E. S., & Kingery, W. S. (2000). The lumbar multifidus muscle in polysegmentally innervated. *Electromyography and clinical neurophysiology*, *40*(8), 483–485.

Yakut, E., Düger, T., Oksüz, C., Yörükan, S., Ureten, K., Turan, D., Frat, T., Kiraz, S., Krd, N., Kayhan, H., Yakut, Y., & Güler, C. (2004). Validation of the Turkish version of the Oswestry Disability Index for patients with low back pain. *Spine*, *29*(5), 581–585. https://doi.org/10.1097/01.brs.0000113869.13209.03

Yazdani, A. H., Hesari, P., Khosro, S. E., Anbarian, M., & Babaei-Ghazani, A. (2015). Effects of six-week exercise training protocol on pain relief in patients with lumbar disc herniation. *Journal of Research in Clinical Medicine*, *4*(1), 27–33. https://doi.org/10.15171/jarcm.2016.005

You, J. H., Kim, S. Y., Oh, D. W., & Chon, S. C. (2014). The effect of a novel core stabilization technique on managing patients with chronic low back pain: a

randomized, controlled, experimenter-blinded study. *Clinical rehabilitation*, *28*(5), 460–469. https://doi.org/10.1177/0269215513506231

8. EKLER

EK-1. Bilgilendirilmiş Onam Formu

BİLGİLENDİRİLMİŞ ONAM FORMU

LÜTFEN BU DÖKÜMANI DİKKATLİCE OKUMAK İÇİN ZAMAN AYIRINIZ

Sizi Öğr. Gör. Mehmet Akif Güler tarafından yürütülen "*Kronik Bel Ağrılı Bireylerde Core Stabilizasyon Egzersizlerinin Ağrı Düzeyi, Fonksiyonellik, Stabilite ve Lomber Multifidus Kasının Kesit Alanına Etkisi" b*aşlıklı **araştırmaya** davet ediyoruz. Bu araştırmaya katılıp katılmama kararını vermeden önce, araştırmanın neden ve nasıl yapılacağını bilmeniz gerekmektedir. Bu nedenle bu formun okunup anlaşılması büyük önem taşımaktadır. Eğer anlayamadığınız ve sizin için açık olmayan şeyler varsa, ya da daha fazla bilgi isterseniz bize sorunuz.

Bu çalışmaya katılmak tamamen **gönüllülük** esasına dayanmaktadır. Çalışmaya **katılmama** veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmadan **çıkma** hakkında sahipsiniz. **Çalışmayı yanıtlamanız, araştırmaya katılım için onam verdiğiniz** biçiminde yorumlanacaktır. Size verilen **formlardaki** soruları yanıtlarken kimsenin baskısı veya telkini altında olmayın. Bu formlardan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacaktır.

1. Araştırmayla İlgili Bilgiler:

a. **Araştırmanın Amacı:** Bu çalışmanın amacı spesifik olmayan kronik bel ağrısında core stabilizasyon egzersizlerinin multifidus kası kesit alanı ile yağlanma oranına etkileri ile ağrı, fonksiyonellik, lumbopelvik stabilite üzerine etkilerini incelemektir.

b. **Araştırmanın İçeriği:** Bu araştırma, kronik bel ağrısı tanısı konmuş, dahil edilme kriterlerinin sağlayan hastalar ile yapılacaktır. Araştırma için uygun özelliklere sahip hastalara çalışma hakkında bilgi verilecek ve katılım için onam alınacaktır. Katılımı kabul eden hastaların demografik bilgileri ve şikayetleri kaydedilecektir. Hastalar randomize şekilde kontrol ve deney grubuna ayrılacaktır. Çalışma öncesi, hastaların lomber multifidus kaslarının kesit alanları ve yağlanma oranları MRG yöntemiyle alınan görüntülerden ölçülecek, ağrı seviyesini belirlemek için VAS; fonksiyonellik düzeyini belirlemek için bel ağısı için geliştirilen Oswestry Özürlülük Skalası, lumbopelvik core stabiliteyi değerlendirmek için ise Sahrmann Core Stabilizasyon Testi uygulanacaktır. Tüm hastalara ilk 4 hafta fizyoterapist eşliğinde haftada 5 gün konvansiyonel fizyoterapi programına alınacaktır. Bu program kapsamında hastalara hotpack, ultrason, tens uygulamaları yapılarak bel bölgesine yönelik egzersizler uygulanacaktır. Deney grubuna ayrıca core stabilizasyon egzersizleri yaptırılacaktır. Sonra ki 4 hafta ise haftada 3 gün ilk 4 haftada yaptırılan egzersizler bir broşür hazırlanarak hastalara evde yapmaları için verilecektir. Hastaların egzersiz takiplerini yapabilmek için hastalar haftalık olarak kliniğe çağırılıp egzersiz takipleri yapılacaktır. Tedavi sonunda ilk yapılan değerlendirmeler tekrar yapılıp ölçüm sonuçları analiz edilecektir.

c. Araştırmanın Nedeni: Tez çalışması

d. Araştırmanın Öngörülen Süresi: 8 Hafta

e. Araştırmaya Katılması Beklenen Katılımcı/Gönüllü Sayısı: 40

f. Araştırmanın Yapılacağı Yer(ler): Selçuk Üniversitesi Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Kliniği ve Radyoloji Bölümü

2. Çalışmaya Katılım Onayı:

Yukarıda yer alan ve araştırmadan önce katılımcıya/gönüllüye verilmesi gereken bilgileri okudum ve katılmam istenen çalışmanın kapsamını ve amacını, gönüllü olarak üzerime düşen sorumlulukları tamamen anladım. **Çalışma hakkında yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen araştırmacı tarafından yapıldı, soru sorma ve tartışma imkanı buldum ve tatmin edici yanıtlar aldım. Bana, çalışmanın muhtemel riskleri ve faydaları sözlü olarak da anlatıldı.** Bu çalışmayı istediğim zaman ve herhangi bir neden belirtmek zorunda kalmadan bırakabileceğimi ve bıraktığım takdirde herhangi bir olumsuzluk ile karşılaşmayacağımı anladım.

Bu koşullarda söz konusu araştırmaya kendi isteğimle, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Katılımcının (Kendi el yazısı ile)
Adı-Soyadı:.....
İmzası:
(Varsa) Velayet veya Vesayet Altında Bulunanlar İçin;
Veli veya Vasisinin (kendi el yazısı ile)
Adı-Soyadı:.....
İmzası:

Not: *Bu form, iki nüsha halinde düzenlenir. Bu nüshalardan biri imza karşılığında gönüllü kişiye verilir, diğeri araştırmacı tarafından saklanır.*

Araştırmacının
Adı-Soyadı: Mehmet Akif Güler
İmzası:

EK-2. Demografik Bilgi ve Değerlendirme Formu

Demografik Bilgi ve Değerlendirme Formu

Tarih: Birey No: Doğum Tarihi:

Cinsiyet: Boy (m): Kilo (kg): VKİ:

Eğitim Durumu:

Okur Yazar Değil ( ) İlköğretim ( ) Lise ( ) Üniversite( ) Yüksek Lisans ( ) Doktora ( )

Meslek:

Çalışan ( ) Çalışmayan ( )

Şikayet:

Kullanılan İlaçlar:

Ne Kadar Süredir Ağrınız Var?

Ağrıyı Başlatan Hareket Hangisi?

Geçirilmiş Hastalıklar/Ameliyatlar:

Kronik Hastalıklar:

Sigara Kullanıyor Musunuz?

Alkol Kullanıyor Musunuz?

Egzersiz Yapma Alışkanlığınız Var Mı? Hangi Sıklıkla?

Soygeçmiş:

Vizuel Analog Skala Skoru

- Genel ağrı şiddeti:
- İstirahat halinde ağrı şiddeti:
- Gece oluşan ağrı şiddeti:
- Aktivite ile oluşan ağrı şiddeti:

Oswestry Disabilite Skoru:

Sahrmann Core Stabilizasyon Test Skoru

Seviye 1 ( ) Seviye 2 ( ) Seviye 3 ( ) Seviye 4 ( ) Seviye 5 ( )

EK-3. Vizüel Analog Skala

Vizüel Analog Skala (VAS)

Genel Ağrı Şiddeti

0 _____ **10**

İstirahat Sırasında Ağrı Şiddeti

0 _____ **10**

Gece Oluşan Ağrı Şiddeti

0 _____ **10**

Aktivite ile Oluşan Ağrı Şiddeti

0 _____ **10**

EK-4. Oswestry Disabilite İndeksi

Oswestry Disabilite İndeksi

Aşağıdaki sorular, bel ağrınızın günlük aktivitelerinizi ne kadar etkilediğini anlamak için planlanmıştır.
Size en uygun yanıtı işaretleyiniz. Lütfen her soruya tek bir yanıt veriniz.

Ağrı yoğunluğu:

- ❑ 0 Şu an ağrım yok.
- ❑ 1 Şu an çok hafif bir ağrım var.
- ❑ 2 Şu an orta derecede ağrım var.
- ❑ 3 Şu an yeterince şiddetli ağrım var.
- ❑ 4 Şu an çok şiddetli ağrım var.
- ❑ 5 Şu an hissettiğim ağrı tahmin edilebilecek en şiddetli ağrıdır.

Kişisel bakım (yıkanma, giyinme vb.):

- ❑ 0 Kişisel bakımımı fazladan ağrıya neden olmadan normal şekilde yapabilirim.
- ❑ 1 Kişisel bakımımı normal şekilde yapabilirim ama bu oldukça ağrılıdır.
- ❑ 2 Kişisel bakımımı yapmak ağrılıdır ve bu işleri yavaş ve dikkatlice yapıyorum.
- ❑ 3 Biraz yardıma ihtiyaç duyuyorum ama çoğu kişisel ihtiyacımı halledebiliyorum.
- ❑ 4 Kişisel bakımımla ilgili pek çok konuda her gün yardıma ihtiyaç duyuyorum.
- ❑ 5 Kıyafetlerimi giyemiyorum, zorlukla yıkanabiliyorum ve yataktayım.

Yük kaldırma:

- ❑ 0 Ağır yükleri fazladan ağrım olmadan kaldırabiliyorum.
- ❑ 1 Ağır yükleri kaldırırken ağrım bir miktar artıyor.
- ❑ 2 Ağrı, ağır yükleri kaldırmama engel oluyor ama masa üstünde gibi uygun birpozisyondaysalar kaldırabiliyorum.
- ❑ 3 Ağrı ağır yükleri kaldırmama engel olur ama masa üstünde gibi uygun bir pozisyondaysalar hafif veya orta ağırlıktaki nesneleri kaldırabiliyorum.
- ❑ 4 Sadece çok hafif yükleri kaldırabiliyorum.
- ❑ 5 Hiç yük kaldıramıyorum.

Yürüme:

- ❑ 0 Ağrı herhangi bir yürüme mesafesinde beni engellemiyor.
- ❑ 1 Ağrı 1,6 km'den (1 mil) daha uzun yürümeme engel oluyor.
- ❑ 2 Ağrı 800 m'den daha uzun yürümeme engel oluyor.
- ❑ 3 Ağrı 100 m'den daha uzun yürümeme engel oluyor.
- ❑ 4 Sadece baston veya koltuk değneği ile yürüyebiliyorum.
- ❑ 5 Zamanın çoğunda yataktayım ve tuvalete sürünerek gidebiliyorum.

Oturma:

- ❑ 0 Herhangi bir sandalyede istediğim kadar uzun oturabilirim
- ❑ 1 Sadece uygun bir sandalyede istediğim kadar uzun oturabilirim.
- ❑ 2 Ağrı bir saatten uzun oturmama engel oluyor.
- ❑ 3 Ağrı yarım saatten uzun oturmama engel oluyor.
- ❑ 4 Ağrı 10 dakikadan uzun oturmama engel oluyor.
- ❑ 5 Ağrı her an için oturmama engel oluyor.

Ayakta durma:

- ❑ 0 Fazladan ağrıya yol açmadan istediğim süre ayakta kalabilirim.
- ❑ 1 İstediğim süre boyunca ayakta kalabilirim ama fazladan ağrım olur.
- ❑ 2 Ağrı, bir saatten daha uzun süre boyunca ayakta kalmama engel oluyor.
- ❑ 3 Ağrı, yarım saatten daha uzun süre boyunca ayakta kalmama engel oluyor.
- ❑ 4 Ağrı, 10 dakikadan daha uzun süre boyunca ayakta kalmama engel oluyor.
- ❑ 5 Ağrı, her an için ayakta durmama engel oluyor.

Uyku:

- ❑ 0 Uykum ağrı nedeniyle hiç bölünmez.
- ❑ 1 Uykum nadiren ağrı nedeniyle bölünür.
- ❑ 2 Ağrı nedeniyle 6 saatten daha az uyurum.
- ❑ 3 Ağrı nedeniyle 4 saatten daha az uyurum.
- ❑ 4 Ağrı nedeniyle 2 saatten daha az uyurum.
- ❑ 5 Ağrılar uyumama tamamen engel oluyor.

Cinsel Hayat (eğer uygulanabiliyorsa):

- ❑ 0 Cinsel hayatım normaldir ve fazladan ağrıya neden olmaz.
- ❑ 1 Cinsel hayatım normaldir ve fazladan biraz ağrıya neden olur.
- ❑ 2 Cinsel hayatım neredeyse normaldir ama oldukça fazla ağrıya neden olur.
- ❑ 3 Cinsel hayatım ağrı nedeniyle oldukça kısıtlıdır.
- ❑ 4 Cinsel hayatım ağrı nedeniyle neredeyse yok gibidir.
- ❑ 5 Ağrılar cinsel hayatıma tamamen engel oluyor.

Sosyal hayat:

- ❑ 0 Sosyal hayatım normaldir ve fazladan ağrıya neden olmaz.
- ❑ 1 Sosyal hayatım normaldir ancak ağrının miktarını artırır.
- ❑ 2 Ağrı, spor gibi daha fazla hareket gerektiren aktivitelerimi kısıtlamak dışında sosyalyaşamımda belirgin etki yaratmıyor.
- ❑ 3 Ağrı sosyal yaşamımı kısıtlıyor, bu nedenle çok sık dışarıya çıkamıyorum.
- ❑ 4 Ağrı aile içi yaşamımı da kısıtlıyor.
- ❑ 5 Ağrı nedeniyle sosyal hayatım kalmadı.

Seyahat:

- ❑ 0 Herhangi bir yere ağrım olmadan seyahat edebilirim.
- ❑ 1 Herhangi bir yere seyahat edebilirim ama bu bana fazladan ağrı verir.
- ❑ 2 Ağrım fazla ama 2 saate kadar olan seyahatlerde durumu idare edebilirim.
- ❑ 3 Ağrım beni bir saatten daha kısa süreli seyahatle kısıtlıyor.
- ❑ 4 Ağrım beni yarım saatten daha kısa süreli zorunlu seyahatle kısıtlıyor.
- ❑ 5 Ağrım tedavi dışındaki seyahatlerime engel oluyor.

SKOR: