



T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



DOKTORA TEZİ

KRONİK BEL AĞRISINDA DUYU DİSKRİMİNASYON EĞİTİMİNİN ETKİNLİĞİ

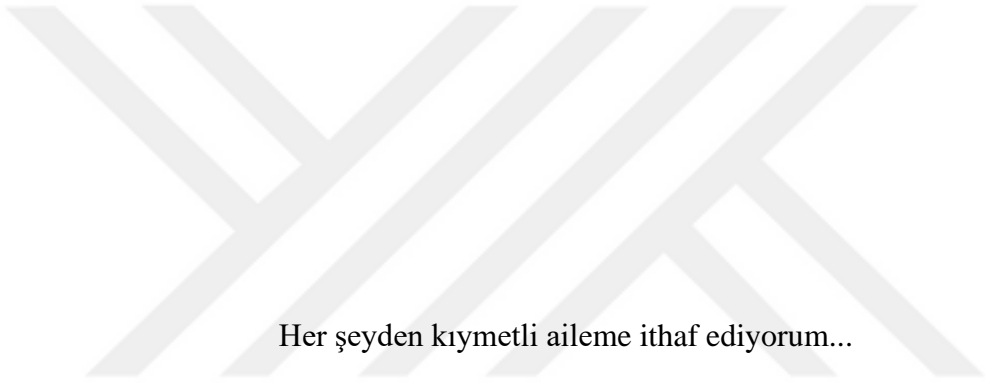
Aybike ŞENEL

DANIŞMAN
Prof. Dr. Ebru KAYA MUTLU

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon, Doktora Programı

Temmuz, 2024



Her Őeyden kıymetli aileme ithaf ediyorum...

BÜTÇE DESTEKLERİ

KRONİK BEL AĞRISINDA DUYU DİSKRİMİNASYON EĞİTİMİNİN ETKİNLİĞİ

Bu tez çalışması, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'nun (TÜBİTAK) 122S036 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

TEŞEKKÜR

Öncelikle doktora eğitim ve tez sürecim boyunca her zaman desteğini hissettiğim, bilgi, deneyim ve başarıyı; anlayış, çözüm odaklı olma ve dinamik enerjiyle birleştirmiş olmasıyla her zaman örnek alacağım ve akademik gelişimimde en önemli katkıya sahip sevgili danışmanım Bandırma Onyedü Eylül Üniversitesi Rektör Yardımcısı Prof. Dr. Ebru KAYA MUTLU'ya,

Doktora eğitimim ve beraberindeki araştırma görevliliğim boyunca desteğini ve nezaketini esirgemeyen, akademik mükemmeliyeti arayışındaki kararlılığı ile ilham veren ve bu tezin her aşamasında yaptığı değerli katkıları ile yol gösteren İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Sağlık Bilimleri Fakültesi Dekan Yardımcısı ve Bölüm Başkanımız Prof. Dr. İpek YELDAN'a,

Bu tezin hazırlanması ve gelişimi için tüm tez izlem süreci boyunca dikkati ve ilgisiyle bilgi, deneyim ve zamanını paylaşan değerli jüri üyesi Marmara Üniversitesi Fizyoterapi Rehabilitasyon Eğitimi ve Bilişimi Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. İlkşan DEMİRBUKEN'e

Bu tez kapsamındaki katılımcıların yönlendirilmesi konusundaki içten desteği ve iş birliği ile tezin tamamlanmasında önemli bir payı bulunan Op. Dr. Nezih ZİROĞLU'na,

Bu tez kapsamında gerçekleştirilen değerlendirme ve tedavi süreçleri boyunca sabırla bana tahammül eden güler yüzlü katılımcılara,

Tez kapsamında yapılması planlanan değerlendirmeler için gerekli cihazların temininde bütçe desteği sağlayan Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na,

Doktora eğitimim ve araştırma görevliliğim boyunca bana bilgi ve deneyim katan; destek ve güler yüzlerini esirgemeyen bölümümüz sayın öğretim üyelerine,

Tez süreci boyunca karşılaştığım hem kişisel hem akademik her türlü zorlukta sonsuz motivasyon ve destek sağlayan geçmişteki ve şu anki tüm değerli araştırma görevlisi arkadaşlarıma,

Bana öncelik verdiğini hissettiren, iyi veya kötü, önemli veya önemsiz farketmeksizin her türlü duygu ve düşünce tahammül eden, yalnız bırakmadan yükümü paylaşmaya çalışan, özellikle tez süreci boyunca verdikleri desteği her zaman hatırlayacağım dostlarıma,

Hayattaki tüm motivasyon kaynağım sonsuz sevgileri ve destekleri olan tüm güzelliklerin mimarı aileme,

Saygılarımı ve en içten teşekkürlerimi sunarım.

Temmuz 2024

Aybike ŞENEL

İÇİNDEKİLER

TEZ KABUL VE ONAYI.....	ii
BEYAN.....	iii
BÜTÇE DESTEKLERİ.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	x
TABLO LİSTESİ.....	xi
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ.....	xii
ÖZET.....	xiv
ABSTRACT.....	xvi
1. GİRİŞ.....	1
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE.....	3
2.1. AĞRININ TANIMI.....	3
2.2. AĞRININ İLETİMİ VE MODÜLASYONU.....	4
2.2.1. Periferik Duyusal Sistem.....	4
2.2.2. Dorsal Kök Gangliyonu.....	4
2.2.3. Spinal Kord.....	5
2.2.4. Spinotalamik Traktus.....	6
2.2.5. Talamus.....	6
2.2.6. Korteks.....	7
2.2.7. İnen Modulator Sistemler.....	8
2.3. DURASYONA GÖRE AĞRI SINIFLAMASI.....	9
2.3.1. Akut Ağrı.....	9
2.3.2. Kronik Ağrı.....	10
2.4. MEKANİZMAYA GÖRE AĞRI SINIFLAMASI.....	10
2.4.1. Nosiseptif Ağrı.....	11
2.4.1.1. Nosiseptif Ağrının Klinik Özellikleri.....	11
2.4.2. Nöropatik Ağrı.....	11
2.4.2.1. Nöropatik Ağrının Klinik Özellikleri.....	11
2.4.3. Nosiplastik Ağrı.....	12
2.4.3.1. Nosiplastik Ağrının Klinik Özellikleri.....	14
2.5. BEL AĞRISI.....	14
2.5.1. Bel Ağrısı Sınıflaması.....	15
2.6. KRONİK BEL AĞRISI.....	17
2.7. KRONİK BEL AĞRISINDA KORTİKAL REORGANİZASYON.....	18
2.7.1. Somatosensoryel Değişiklikler.....	18
2.7.2. Motor Değişiklikler.....	19
2.8. KRONİK BEL AĞRISINDA GÜNCEL TEDAVİ YAKLAŞIMLARI.....	20
2.9. KRONİK AĞRIDA TAKTİL DOĞRULUK EĞİTİMİ.....	22
2.10. KRONİK BEL AĞRISINDA DUYU DİSKRİMİNASYON EĞİTİMİ.....	23
3. YÖNTEM.....	24
3.1. KATILIMCILAR.....	24

3.1.1. Dahil Etme Kriterleri.....	24
3.1.2. Dışlama Kriterleri.....	24
3.1.3. Çalışmadan Çıkarılma Kriterleri	25
3.1.4. Örneklem Büyüklüğü Hesaplama	25
3.1.5. Randomizasyon	26
3.2. DEĞERLENDİRMELER	26
3.2.1. Kortikal Reorganizasyon ile İlişkili Parametrelerin Değerlendirmesi	27
3.2.1.1. İki Nokta Diskriminasyonu	27
3.2.1.2. Dokunma Lokalizasyonu.....	27
3.2.1.3. Proprioepsiyon.....	28
3.2.1.4. Lumbopelvik Motor Kontrol.....	29
3.2.2. Ağrı ile İlişkili Parametrelerin Değerlendirmesi	29
3.2.2.1. Ağrı Şiddeti.....	29
3.2.2.2. Ağrı Basınç Eşiği.....	30
3.2.2.3. Santral Sensitizasyon.....	30
3.2.2.4. Felaketleştirme	30
3.2.3. Aktivite ve Katılım ile İlişkili Parametrelerin Değerlendirmesi	31
3.2.3.1. Fonksiyonel Durum	31
3.2.3.2. Kinezyofobi.....	31
3.2.3.3. Yaşam Kalitesi	31
3.2.4. Hasta Memnuniyeti Değerlendirmesi.....	31
3.3. MÜDAHALE PROTOKOLÜ	32
3.3.1. Motor Kontrol Eğitimi	32
3.3.2. Duyu Diskriminasyon Eğitimi	35
3.4. İSTATİSTİKSEL ANALİZ	36
4. BULGULAR	37
4.1. GRUPLARIN SOSYODEMOGRAFİK VE KLİNİK ÖZELLİKLERİNİN TEDAVİ ÖNCESİ KARŞILAŞTIRILMASI	37
4.2. KORTİKAL REORGANİZASYON İLE İLİŞKİLİ PARAMETRELERİN KARŞILAŞTIRILMASI.....	40
4.2.1. İki Nokta Diskriminasyonu Sonuçlarının Karşılaştırılması	40
4.2.2. Dokunma Lokalizasyonu Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	42
4.2.3. Repozisyon Hatası Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	44
4.2.4. Lumbopelvik Motor Kontrol Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	46
4.3. AĞRI İLE İLİŞKİLİ PARAMETRELERİN KARŞILAŞTIRILMASI	48
4.3.1. Ağrı Şiddeti Sonuçlarının Karşılaştırılması	48
4.3.2. Ağrı Basınç Eşiği Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	50
4.3.3. Santral Sensitizasyon Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	52
4.3.4. Felaketleştirme Sonuçlarının Karşılaştırılması	52
4.3.5. Kinezyofobi Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	53
4.4. GRUPLARIN AKTİVİTE VE KATILIM İLE İLİŞKİLİ PARAMETRELERİNİN ZAMAN GÖRE KARŞILAŞTIRILMASI	55
4.4.1. Bel Ağrısı ile İlişkili Disabilite Sonuçlarının Karşılaştırılması	55
4.4.2. Yaşam Kalitesi Sonuçlarının Karşılaştırılması	55
4.5. GRUPLARIN HASTA MEMNUNİYETLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI	58
5. TARTIŞMA.....	59
5.1. Duyu Diskriminasyon Eğitiminin Kortikal Reorganizasyon ile İlişkili Parametrelere Etkisi	59
5.2. Duyu Diskriminasyon Eğitiminin Ağrı ile İlişkili Parametrelere Etkisi.....	62

5.3. Duyu Diskriminasyon Eğitiminin Aktivite ve Katılım ile İlişkili Parametrelere Etkisi	65
5.4. Limitasyonlar ve Güçlü Yönler	66
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	67
KAYNAKLAR.....	68
EKLER	80
İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI	88
ETİK KURUL İZİN YAZISI	89
KURUM İZİN YAZILARI.....	91
ÖZGEÇMİŞ	93



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1: Pensfield'in duyuusal homonkulusu.....	7
Şekil 2.2: ICD-11 kronik ağrı sınıflaması.....	10
Şekil 2.3: Periferel ve santral sensitizasyona neden olan faktörler.....	13
Şekil 2.4: Baskın ağrı mekanizmasına göre bel ağrısı sınıflaması.....	16
Şekil 2.5: Nosiseptif ile nosiplastik ağrı ayırıcı tanı algoritması.....	16
Şekil 3.1: Güven aralığından standart sapma hesaplama.....	25
Şekil 3.2: İki nokta diskriminasyonu değerdendirilmesi.....	27
Şekil 3.3: Dokunma lokalizasyonu ölçümü.....	28
Şekil 3.4.: Repozisyon hatası ölçümü.....	28
Şekil 3.5: Lumbopelvik motor kontrol ölçümü.....	29
Şekil 3.6: Numerik ağrı derecelendirme skalası.....	29
Şekil 3.7: Ağrı basınç eşiği ölçümü.....	30
Şekil 3.8: Global değışim ölçeği.....	32
Şekil 3.9: Statik progresyon örnekleri.....	34
Şekil 3.10: Dinamik progresyon örnekleri.....	34
Şekil 3.11: Görsel geribildirim ile dokunma lokalizasyonu.....	35
Şekil 4.1: Çalışma akış diyagramı.....	39
Şekil 4.2: İki nokta diskriminasyonu sonuçlarının karşılaştırılması.....	40
Şekil 4.3: Dokunma lokalizasyonu sonuçlarının karşılaştırılması.....	42
Şekil 4.4: Repozisyon hatası sonuçlarının karşılaştırılması.....	44
Şekil 4.5: Lumbopelvik motor kontrol sonuçlarının karşılaştırılması.....	46
Şekil 4.6: Ağrı şiddeti sonuçlarının karşılaştırılması.....	48
Şekil 4.7: Ağrı basınç eşiği sonuçlarının karşılaştırılması.....	50
Şekil 4.8: Santral Sensitizasyon sonuçlarının karşılaştırılması.....	52
Şekil 4.9: Felaketleştirme sonuçlarının karşılaştırılması.....	53
Şekil 4.10: Kinezyofobi sonuçlarının karşılaştırılması.....	53
Şekil 4.11: Bel Ağrısı ile ilişkili disabilite sonuçlarının karşılaştırılması.....	55
Şekil 4.12: Yaşam kalitesi sonuçlarının karşılaştırılması.....	56

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 3.1: Motor Kontrol Eğitimi Protokolü.....	33
Tablo 3.1: Motor Kontrol Eğitimi Protokolü (Devamı)	34
Tablo 3.2: Duyu Diskriminasyon Eğitimi Protokolü.....	35
Tablo 4.1: Grupların sosyodemografik ve klinik özelliklerinin tedavi öncesi karşılaştırılması.	38
Tablo 4.2: Grupların iki nokta diskriminasyonu sonuçlarının karşılaştırılması.	41
Tablo 4.3: Grupların dokunma lokalizasyonu sonuçlarının karşılaştırılması.....	43
Tablo 4.4: Grupların repozisyon hatası sonuçlarının karşılaştırılması.	45
Tablo 4.5: Grupların lumbopelvik motor kontrol sonuçlarının karşılaştırılması.....	47
Tablo 4.6: Grupların ağrı şiddeti sonuçlarının karşılaştırılması.	49
Tablo 4.7: Grupların ağrı basınç eşik değeri sonuçlarının karşılaştırılması.	51
Tablo 4.8: Grupların santral sensitizasyon, felaketleştirme ve kinezyofobi sonuçlarının karşılaştırılması.....	54
Tablo 4.9: Grupların aktivite ve katılım ile ilişkili sonuçlarının karşılaştırılması.....	57
Tablo 4.10: Grupların hasta memnuniyetlerinin karşılaştırılması.	58

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
α	: Alfa
μm	: Mikrometre
<	: Küçüktür
>	: Büyüktür
=	: Eşittir
%	: Yüzde
$\sqrt{\quad}$: Karekök
°	: Derece
p	: Anlamlılık Düzeyi

Kisaltmalar	Açıklama
SS	: Santral Sensitizasyon
MSS	: Merkezi Sinir Sistemi
SI	: Primer Somatosensoryel Korteks
SII	: Sekonder Somatosensoryel Korteks
MI	: Primer Motor Korteks
KBA	: Kronik Bel Ağrısı
2ND	: İki Nokta Diskriminasyonu
LMPK	: Lumbopelvik Motor Kontrol
DDE	: Duyu Diskriminasyon Eğitimi
MKE	: Motor Kontrol Eğitimi
TRPV1	: Transient Reseptör Potansiyel Vanilloid 1
NGF	: Nerve Growth Factor (Sinir Büyüme Faktörü)
TNF-α	: Tümör Nekroz Faktör Alfa
DKG	: Dorsal Kök Gangliyonu
NMDA	: N-metil-D-aspartik asit
AMPA	: A-amino-3-hidroksi-5-metil-4-izoksazolepropionik asit
DKGB	: Dorsal Kolon Giriş Bölgesi
WDR	: Wide Dynamic Range
GABA	: Gama-aminobütirik asiti
SG	: Substantia Gelatinosa
PAG	: Periaquaduktal Gri Bölge
LTP	: Longterm Potentiation (Uzun Süreli Güçlendirme)
STT	: Spinotalamik Traktus
VPM	: Ventral Posterior Çekirdeğin Mediali
VPL	: Ventral Posterior Çekirdeğin Lateralı
RVM	: Rostral Ventromedial Medulla
COX	: Siklooksijenaz
TENS	: Transkutaneöz Elektrik Stimülasyonu

TrA	: Transversus Abdominis
IASP	: International Association for the Study of Pain (Uluslararası Ağrı Araştırmaları Derneği)
WHO	: World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)
ICD	: International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems (Uluslararası İstatistiksel Hastalık Sınıflandırması ve İlgili Sağlık Sorunları-11)
FABQ	: Fear Avoidance Behavior Questionnaire (Korku-Kaçınma İnanışları Anketi)
FABQ-PA	: Fear Avoidance Behavior Questionnaire-Physical Activity (Korku-Kaçınma İnanışları Anketi-Fiziksel Aktivite)
FABQ-W	: Fear Avoidance Behavior Questionnaire-Work (Korku-Kaçınma İnanışları Anketi-İş)
PCS	: Pain Catastrophizing Scale (Ağrıyı Felaketleştirme Ölçeği)
NPRS	: Numerik Pain Rating Scale (Numerik Ağrı Derecelendirme Skalası)
CSI	: Central Sensitization Inventory (Santral Sensitizasyon Envanteri)
ODI	: Oswestry Disability Index (Oswestry Bel Ağrısı Ölçeği)
SF-12	: Short Form-12 (Kısa Form-12 Yaşam Kalitesi Ölçeği)
GRC	: Global Rating of Change (Global Değişim Ölçeği)
PPT	: Pain Pressure Threshold (Ağrı Basınç Eşiği)
PTP	: Point-to-Point Test (Noktadan Noktaya Testi)
BKİ	: Beden Kütle İndeksi
cm	: Santimetre
mm	: Milimetre
m/s	: Metre/Saniye
lb	: Libre
kg/m²	: Kilogram/metrekaare
mmHg	: Milimetre Cıva
SPSS 25.0	: Statistical Package for Social Sciences 25.0 (Sosyal Bilimler İçin İstatistik Programı Versiyon 25.0)
Ort	: Ortalama
SS	: Standart Sapma
rANOVA	: Repeated Measures Analysis of Variance (Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi)
GA	: Güven Aralığı
Min	: Minimum
Max	: Maksimum

ÖZET

[DOKTORA TEZİ]

[KRONİK BEL AĞRISINDA DUYU DİSKRİMİNASYON EĞİTİMİNİN ETKİNLİĞİ]

[Aybike ŞENEL]

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon, Doktora Programı

[Danışman: Prof. Dr. Ebru KAYA MUTLU]

Randomize kontrollü olan çalışmamızın amacı, santral sensitizasyonun (SS) baskın olduğu kronik bel ağrısında (KBA), motor kontrol eğitimine (MKE) ek olarak uygulanan duyu diskriminasyon eğitiminin (DDE), kortikal reorganizasyon, ağrı ve disabilite üzerine etkinliğinin araştırılmasıdır. 30 KBA tanılı hasta randomize olarak Grup I veya Grup II'ye dahil edildi. Grup I'e, 10 hafta boyunca haftada 2 gün, günde 30 dakika MKE uygulandı. Grup II'ye ise MKE'ye ek olarak 10 dakika DDE verildi. Katılımcıların kortikal reorganizasyonu; iki nokta diskriminasyonu (2ND), dokunma lokalizasyonu (noktadan noktaya testi), propiosepsiyonu (repozisyon hatası) ve lumbopelvik motor kontrol ile değerlendirildi. Katılımcıların, istirahat, aktivite ve gece ağrı şiddetleri Numerik Ağrı Derecelendirme Skalası (NPRS) ile; primer ve yaygın hiperaleji düzeyleri ağrı basınç eşiği ile değerlendirildi. Katılımcıların SS semptomları (Santral Sensitizasyon Ölçeği), felaketleştirme (Ağrı Felaketleştirme Ölçeği), disabilite (Oswestry Bel Ağrısı Özür Anketi-ODI), kinezyofobi (Korku Kaçınma İnanışları Anketi), yaşam kalitesi (Kısa Form 12) ve memnuniyet (Global Değişim Ölçeği-GRC) düzeyleri değerlendirildi. Tüm değerlendirmeler tedavi öncesinde, 6. haftada ve 10. haftada olmak üzere üç defa tekrarlandı. Çalışmamızın sonucunda toplamda 27 hastanın (Grup I: n=15, ortalama (ort.) yaş: 46,50 (27,5) yıl, beden kütle indeksi (BKİ): 25,38 (0,92) kg/m²; Grup II: n=15, ort. yaş: 37,33 (1,60) yıl, BKİ: 25,62 (0,75) kg/m²) verisi analizi edildi. 10 haftanın sonunda tüm parametrelerde gruplar arası ortalama farklarının Grup II lehine anlamlı olduğu görüldü (p=0,001). Primer sonuç ölçümü olan 2ND için Grup II'de etki büyüklükleri 0,84 ile 2,89 arasında iken Grup I'de 0,06 ile 0,75 arasında bulundu. Ek olarak, her iki grupta da NPRS ve ODI skorlarında benzer etki büyüklüğünde (d>0,80) anlamlı farklılık saptandı (p<0,05). Tedavi sonunda GRC skorları Grup II'de istatistiksel açıdan anlamlı düzeyde daha yüksek bulundu (p=0,04). Çalışmamızın sonuçları, santral sensitizasyonun baskın olduğu kronik bel ağrısında, 10 hafta boyunca motor kontrol eğitimine ek olarak uygulanan duyu diskriminasyon eğitiminin

daha iyi tedavi sonuçları sağladığını, ayrıca iki nokta diskriminasyonu ve propriyosepsiyonunda daha etkili olduğunu göstermiştir. |
Temmuz 2024 , |111.| sayfa.

Anahtar kelimeler: |Kronik Ağrı, Santral Sensitizasyon, Bel Ağrısı, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon|



ABSTRACT

Ph.D. THESIS

EFFICACY OF SENSORY DISCRIMINATION TRAINING IN CHRONIC LOW BACK PAIN

Aybike ŞENEL

İstanbul University-Cerrahpaşa

Institute of Graduate Studies

Department of Physiotherapy and Rehabilitation

Physiotherapy and Rehabilitation, PhD Programme

Supervisor: Prof. Dr. Ebru KAYA MUTLU

The aim of our randomized controlled study was to investigate the efficacy of sensory discrimination training (SDT), applied in addition to motor control training (MCT), on cortical reorganization, pain and disability in chronic low back pain (CLBP) with predominant central sensitization (CS). A total of 30 patients diagnosed with CLBP were randomly included in Group I or Group II. MCT was applied to Group I for 30 minutes a day, twice a week, for 10 weeks. Group II was given 10 minutes of SDT in addition to MCT. Cortical reorganization of participants; two-point discrimination (TPD), tactile localization (Point-to-Point Test), proprioception (reposition error) and lumbopelvic motor control were evaluated. Pain intensities of the participants at rest, activity and night were evaluated using the Numerical Pain Rating Scale (NPRS); primary and widespread hyperalgesia levels were evaluated with pain pressure threshold. Participants' CS symptoms (Central Sensitization Scale), catastrophizing (Pain Catastrophizing Scale), disability (Oswestry Low Back Pain Disability Questionnaire-ODI), kinesiophobia (Fear Avoidance Beliefs Questionnaire), quality of life (Short Form 12) and satisfaction (Global Change Scale-GRC) levels were evaluated. All evaluations were repeated three times before treatment, at the 6th week and at the 10th week. As a result of our study, data from a total of 27 patients (Group I: n=15, mean age: 46.50 (27.5) years, body mass index (BMI): 25.38 (0.92) kg/m²; Group II: n=15, mean age: 37.33 (1.60) years, BMI: 25.62 (0.75) kg/m²) were analyzed. At the end of 10 weeks, it was observed that the mean differences between the groups in all parameters were significant in favor of Group II (p=0.001). For TPD, which was the primary outcome, effect sizes were found to be between 0.84 and 2.89 in Group II, while they were between 0.06 and 0.75 in Group I. In addition, a significant difference with a similar effect size (d>0.80) was detected in the NPRS and ODI scores in both groups (p<0.05). At the end of treatment, GRC scores were found to be statistically significantly higher in Group

II ($p=0.04$). The results of our study showed that in chronic low back pain with predominant central sensitization, sensory discrimination training applied in addition to motor control training for 10 weeks provides better treatment results and is also more effective in two-point discrimination and proprioception. |
July 2024, |111| pages.

Keywords: |Chronic Pain, Central Sensitization, Low Back Pain, Physiotherapy and Rehabilitation|



1. GİRİŞ

Omurga ağrısı, en ağır disabiliteye ve maliyete neden olan kas iskelet sistemi şikayetidir. Akut omurga ağrısı ataklarının %30'u kronik omurga ağrısına dönüşmektedir [1]. Ağrının kronikleşme süreci ise santral sensitizasyon (SS) ile ilişkilendirilmiş, kas-iskelet sistemi hastalıklarındaki ağrı algısında SS'nin etkisi gösterilmiştir [1-5]. SS, merkezi sinir sistemindeki (MSS) disfonksiyonlar nedeniyle ağrı sinyalinin, ağrı hipersensitivitesine neden olan amplifikasyonu olarak tanımlanmaktadır. Bu disfonksiyonlar literatürde; (1) değişmiş duyu işleme süreçleri (2) anti-nosiseptif inen mekanizmalardaki değişimler (3) artmış ağrı fasilitasyonu (4) sekonder ağrının veya wind-up fenomenin neden olduğu artmış temporal sumasyon olarak gösterilmektedir [6]. SS'nin dahil olduğu kronik ağrı durumlarında, SS'nin azaltılmasının bir tedavi hedefi olması gerektiği konusundaki farkındalık giderek artmaktadır [7-9].

Topografik vücut temsili, beyindeki temel organizasyon ilkelerinden biridir. Birçok nörogörüntüleme çalışması, primer somatosensoryel kortekste (SI) vücut bölgelerinin temsil alanlarının somatotopisini göstermiştir [10]. Kapsamlı araştırmalar, ekstremitelerde artan kullanım veya duyuusal stimülasyonun, kontralateral SI ve primer motor kortekste (MI) kortikal temsil alanının büyümesiyle sonuçlandığını göstermektedir. Buna karşılık, azalan ekstremit kullanımı veya deafferentasyon gibi yaralanmalar, sensorimotor kortekslere girdinin azalmasına ve kortikal temsil alanının azalmasına ve genellikle bitişik vücut parçalarının temsil alanının genişlemesine yol açmaktadır. Beden haritasının kortekste temsil alanlarındaki bu sınır değişikliklerine kortikal reorganizasyon adı verilmektedir [11].

Taktil doğruluk dokunmayı hissedebildiğimiz doğruluk ve keskinliği ifade eder ve vücudun bir bölgesine yapılan uyarıya ait özelliklerin hasta tarafından doğru şekilde anlamlandırılabilmesi olarak tanımlanmaktadır [12]. Bu yetenek, kronik boyun ağrısı, sırt ağrısı ve diz ağrısı dahil olmak üzere çeşitli kalıcı ağrı durumlarda azalmaktadır. Kronik omurga ağrısında görülen taktil duyu bozukluğunun, beyin hasarına bağlı ihmalî olan hastaların yaşadığına niteliksel olarak benzediği belirtilmiştir. Bu duyuusal değişikliklerin, bazı kronik ağrı durumlarının etiyojisinin de bir parçası olabilen MSS süreçlerindeki değişikliği yansıttığı

düşünülmektedir. Kronik bel ağrısında (KBA) direkt olarak beyin görüntüleme teknikleri ile; indirekt olarak da iki nokta diskriminasyonu (2ND), lumbopelvik motor kontrol (LMPK) testleri, lateralizasyon testleri ve grafestezi ile değerlendirilen bele ait kortikal temsil alanlarında bozulmalar olduğu gösterilmiştir ^[13].

Hasta tarafından uyarının lokalizasyonunu ve tipinin tanımlanmasını içeren taktil doğruluk eğitimi, kronik ağrılı hastalarda da gözlemlenen kortikal reorganizasyonu tersine çevirmeyi amaçlamaktadır ^[14]. Bu nedenle, kronik ağrılı hastalarda taktil doğruluk eğitiminin ağrıda azalma sağlayabileceği öne sürülmektedir ^[12,15]. Literatürde yapılmış iki sistematik derlemeden biri, bir çeşit taktil doğruluk eğitimi olan Duyu Diskriminasyon Eğitimi (DDE)'nin KBA'lı hastalarda ağrı ve fonksiyonu iyileştirebildiği bildirmiştir. Fakat diğer müdahalelere, sham tedaviye veya tedavi almayan gruba göre daha etkili olduğu tartışmalıdır. Bu nedenle daha büyük örnekleme sahip, güçlü ve uzun dönem takibi olan randomize kontrollü çalışmaların yapılması önerilmektedir ^[14]. Diğer sistematik derleme sonucunda ise DDE'nin KBA'da kanıt değeri, ciddi yanlılık riski ve tutarsızlık, belirsizlik ve dolaylılığa bağlı limitasyonlar nedeniyle çok düşük bulunmuştur ^[16].

Literatürde randomize kontrollü çalışma sayısının az olması, var olan çalışmaların oluşturduğu kanıt değerinin düşük olması, DDE sonuçlarının başka tedavilerle karşılaştırıldığı çalışmalara ihtiyaç olması nedeniyle çalışmamızın amacı, motor kontrol eğitimine (MKE) ek olarak uygulanan DDE'nin, SS'nin baskın olduğu kronik nonspesifik bel ağrısında, kortikal reorganizasyon, ağrı ve disabilite üzerine etkinliğinin araştırılmasıdır. Çalışmanın sonucunda, SS'nin baskın olduğu kronik nonspesifik bel ağrılı hastalarda kortikal reorganizasyon, ağrı ve disabilite açısından MKE'ye ek olarak DDE alan grup lehine fark bulunulacağı düşünüldü.

h₀ : Santral sensitizasyonun baskın olduğu kronik nonspesifik bel ağrılı hastalarda motor kontrol eğitime ek olarak duyu diskriminasyonu eğitimi alan ve almayan gruplar arasında kortikal reorganizasyon, ağrı ve disabilite açısından fark yoktur.

h₁ : Santral sensitizasyonun baskın olduğu kronik nonspesifik bel ağrılı hastalarda motor kontrol eğitime ek olarak duyu diskriminasyonu eğitimi alan ve almayan gruplar arasında kortikal reorganizasyon, ağrı ve disabilite açısından fark vardır.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. AĞRININ TANIMI

Ağrının kabul görmüş ilk tanımı, 1979 yılında Uluslararası Ağrı Araştırmaları Derneği (International Association for the Study of Pain-IASP) tarafından “gerçek ya da potansiyel bir doku hasarı ile ilişkili olarak açıklanan duyuşsal ve emosyonel hoş olmayan bir deneyim” olarak yapılmıştır. 21. yüzyılın başlarında, bu tanımın kartezyen olduğu ve zihin-beden ilişkisini göz ardı ettiği eleştirileri yapılmıştır. Daha güncel bir eleştiri ise bu tanımın, ağrı deneyiminin kognitif ve sosyal faktörlerini dışlamakta olduğu yönündedir. Bu tanımın, ağrıyı tanımlamakta yetersiz olması, güncel bilgiyi yansıtmaması ve netlikten uzak olması nedeniyle ağrı deneyiminin çeşitliliğini ve karmaşıklığını vurgulayan daha anlaşılır ve net bir tanıma ihtiyaç duyulmuştur. 2020 yılında IASP, bireysel ağrı deneyimine öncelik vererek ağrı tanımını “gerçek veya potansiyel doku hasarıyla ilişkili veya buna benzeyen hoş olmayan duyuşsal ve emosyonel bir deneyim” olarak güncellemiştir [17].

Ağrının yolculuğu, termal, mekanik veya kimyasal bir uyarı ile aktive olan nosiseptörlerin bulunduğu periferel dokudan başlar. Bu duyuşsal ileti, işlenmek için daha yüksek merkezlere taşınmak üzere spinal korda gelir. Uyarının ağrı olarak algılanması ve yorumlanması MSS’de gerçekleşir. Ayrıca, ağrının emosyonel ve kognitif boyutları da MSS’de şekillenir. Yine de ağrının nosisepsiyon olmadan ortaya çıkabilecek; farklı derecelerde biyolojik, psikolojik ve sosyal boyutları olan bireysel bir deneyim olduğu göz ardı edilmemelidir [17,18].

Ağrı bilimi alanında, uluslararası çapta en çok tanınan klinik araştırmacılarından Prof. Dr. Lorimer Moseley “*Ağrı her zaman – zamanın %100’ünde – vücudunuzu korumak için bir şeyler yapmanızı sağlamak amacıyla beyniniz tarafından yaratılır.*” diyerek beynin ağrı algısındaki önemini vurgulamıştır [19]. Günümüzde ağrıya ve ağrı yönetimine yaklaşımları nörobilim çalışmaları şekillendirmektedir [18]. Nörobilim, ağrının patolojiden bağımsız bir şekilde nasıl ortaya çıkabildiği ve spesifik olmamasına rağmen tedavilerin nasıl ağrıya bir şekilde azalma sağlayabildiği konusundaki bilinmeyenleri yanıtlayabilmiştir [20]. Ağrı ve mekanizmasıyla ilgili bilinenler arttıkça ağrının tanımında da güncellemeler olacaktır [17].

2.2. AĞRININ İLETİMİ VE MODÜLASYONU

2.2.1. Periferik Duyusal Sistem

Nosiseptörler; mekanik, termal ve kimyasal ağırlı uyaranlarla aktifleşerek doku hasarını tespit eden sinir sonlanmalarıdır. Mekanik uyaranlar, ağrı reseptörlerinde (Transient reseptör potansiyel vanilloid 1-TRPV1) deformasyona neden olarak iyon geçirgenliğini değiştirirken bradikinin, serotonin, histamin, potasyum iyonu, asitler, asetilkolin ve proteolitik enzimler membran geçirgenliğini değiştiren reseptöre direkt olarak bağlanır ^[21]. Prostaglandinler ve P maddesi, ağrı reseptörlerini direkt olarak uyarır, dolaylı yoldan membran geçirgenliğini etkiler. Membran potansiyelindeki değişim, sinir hücresinde depolarizasyona neden olursa, aksiyon potansiyeli spinal korda taşınmak üzere tüm afferent lif boyunca ilerler ^[22].

Bir afferent sinir lifi ve ilişkili tüm reseptörler bir duyusal birim; bilgi topladığı bölge ise reseptif alan olarak isimlendirilir. Afferent sinir liflerinin çapları 0,5 ile 20 mikrometre (μm); iletim hızları ise 0,5 ile 120 metre/saniye (m/s) arasında değişir. Daha geniş çapa sahip sinir liflerinin iletim hızı daha fazladır. Ağrı duyusu, hızlı ve yavaş olmak üzere iki şekilde iletilir. Ağrının hızlı iletiminden A-delta lifleri sorumludur. A-delta lifleri, ince bir miyeline ve 6 ile 30 m/s iletim hızına sahiptir. Termal veya mekanik uyaranlara yanıt verirler. Miyelinsiz C lifleri ise 0,5 ile 2 m/s iletim hızı ile ağrının yavaş iletiminden sorumludur. Polimodal olmaları sayesinde dokunun genel durumu hakkında bilgi taşırlar. Dokunma, basınç ve vibrasyon duyuları ise yüksek iletim hızına sahip (30-70 m/s) miyelinli A-beta lifleri ile taşınır ^[23].

Periferik nosiseptörlerin aktivitesi; bradikinin, prostoglandin E2, sinir büyüme faktörü (nerve growth factor-NGF) ve tümör nekroz faktör alfa ($\text{TNF-}\alpha$) proinflatuar faktörlerin salınımı ile artar. Bu proinflatuarlar, sinir sonlanmalarına bağlanarak sensitizasyona neden olur. Doku hasarının yanında hasar gören glial hücreler tarafından salgılanan proinflatuarlar özellikle nöropatik ağrının başlaması ve sürmesinde önemli rol oynar ^[24].

2.2.2. Dorsal Kök Gangliyonu

Birincil afferent nöronların hücre gövdesi, *Medulla spinalisin* dorsal kök gangliyonunda (DKG) bulunur. DKG nöronları, periferik sinir ile spinal kord arasında bilgi alışverişi süreçlerini yönetir. DKG nöronları, sinaptik iletim için gerekli nörotransmitterleri sentezler; reseptörlere ve iyon kanallarına transportasyonunu sağlar. Glutamat ve P maddesi gibi ağrı iletimini hızlandıran nörotransmitterler DKG nöronları tarafından sentezlenir ^[22]. Pre-sinaptik

bölgeden salınan nörotransmitterlerin frekansı ve durasyonu yeterli düzeye ulaşırsa, post-sinaptik bölgedeki N-metil-D-aspartik asit (NMDA), a-amino-3-hidroksi-5-metil-4-izoksazolepropiyonik asit (AMPA), G proteini kenetli ve tirozin kinaz reseptörleri aktifleşir [24].

2.2.3. Spinal Kord

Afferent sinir lifleri, DKG'den sonra MSS'ye dorsal kolon giriş bölgesinden (DKGB) projekte olur. DKGB'de çoğu afferent siniri lifi, sinaps yapmadan önce *Dorsal fasciculusta* birkaç segment yukarı çıkar. Spinal kord segmentleri, fonksiyonlarına göre 10 adet laminaya ayrılır. Bunlardan ilk beşi, ağrı öncelikli olmak üzere eksteroseptif duylardan sorumludur. A-delta lifleri, üç ya da dört segment yükselerek lamina I, II veya V'te sonlanırken C lifleri ise çoğunlukla bir segment yükselerek lamina II'de sonlanır [22].

Lamina I; nosisepsiyona duyarlı ve wide dynamic range (WDR) olmak üzere iki tip nörondan oluşur. Nosisepsiyona duyarlı nöronlar, ağırlı uyarılara yanıt vererek P maddesi, enkefalin vb. nöropeptidleri üretir. WDR nöronları ise hem ağırlı hem ağırlı olmayan uyarıları taşır ve bu duyların entegrasyonundan sorumludur. WDR nöronlarının ağırlı uyarılara oluşturduğu yanıt, uyarının şiddetine göre derecelidir. Ağırlı olmayan uyarana karşı artmış ve uygun olmayan WDR yanıtının, allodini oluşumuna katkı sağladığı düşünülmektedir [22].

Lamina II; inhibitör bir nörotransmitter olan gama-aminobütirik asiti (GABA) sentezleyen inhibitör internöron hücrelerinden (*Substantia gelatinosa-SG*) oluşur. A-delta ve C liflerinin ortak olarak sonlandığı lamina II, inhibisyon sağlamak adına diğer laminalarla da sinaps yapmaktadır. Lamina II'deki inhibitör nöronların fonksiyonundaki kaybın, kronik nöropatik ağrıyı tetiklediği düşünülmektedir [22].

Lamina III ve IV; A-beta liflerinin projekte olduğu laminalardır. Lamina III, A-delta liflerinden mekanoreseptif uyarıları alarak bu sinyalleri lamina I ve II'ye taşır. Lamina IV'teki bazı nöronlar da lamina I'e projekte olarak duyu entegrasyonuna katkı sağlar. Ağırlı ve ağırlı olmayan duyların entegrasyonundaki yetersizliğin kronik ağrı ve allodini oluşumuna zemin hazırladığı düşünülmektedir [22].

Lamina V; A-delta ve C liflerinden aldığı sinyalleri spinotalamik traktusa (STT) projekte eder. Ek olarak; retiküler formasyon, periakuaduktal gri (PAG) bölgesi ve medial talamik çekirdek gibi ağrının emosyonel özelliklerini yöneten bölgelere projekte olan çok sayıda WDR hücresi içermektedir [22].

C liflerinden gelen tekrarlı ve sabit uyaran, post-sinaptik bölgedeki NMDA reseptörünün magnezyum bloğunu ortadan kaldırarak progresif bir depolarizasyona neden olur. Son uyarı takiben birkaç saniye devam eden bu etki Wind-up fenomeni olarak adlandırılır. Kısa süreli etkisi nedeniyle Wind-up fenomeninin kronik kas-iskelet sistemi ağrılarında önemli bir rolü olmadığı düşünülmektedir. Uzun süreli güçlendirme (Longterm potentiation-LTP) ise intraselüler kalsiyum iyonunun artışı ile NMDA ve diğer reseptörlerin aktif kalması durumu olarak tanımlanır. Bu etki 30 dakika ile 3 saat arasında devam edebilmektedir. Bu nedenle yaygın ağrının altta yatan mekanizmalarından biri olarak görülmemektedir. Fakat LTP, dorsal boynuzda bulunan ve daha uzun süreli hücresel değişikliklere neden olan glial hücreleri tetikleyebilmesi açısından önemlidir [25].

2.2.4. Spinotalamik Traktus

STT, spinal kordun ventrolateralinde vertikal olarak yer alır. Kontralateral tarafın ağrı, ısı ve derin dokunma duyusunun, periferik sinirlerden talamusa taşınmasından sorumlu ikincil afferent nöronlardan oluşur. Somatik ve viseral yapılardan gelen duyuların ağrı, ısı ve dokunma duyusu gibi diskriminatif özellikleri lateral STT ile taşınır. Medial STT, ağrıyla ilişkili emosyonel yanıtları oluşturan merkezlere bilgi taşır. Anterior STT ise ağrı, ısı ve dokunma duyusunu daha çok beyin sapı ve diensefalona taşır [26]. 2ND, taktil bilgi, basınç, vibrasyon ve propriosepsiyon ise *Fasciculus gracilis* ve *Fasciculus cuneatus* oluşturarak *Dorsal fasciculustan* taşınır.

1965 yılında, Kapı Kontrol Teorisi Melzack ve Wall tarafından ortaya atılmıştır. Bu teoriye göre ağrının transmisyonda üç adet spinal kord sistemi bulunur: (1) SG, (2) dorsal kolon lifleri ve (3) dorsal kolondaki santral transmisyon hücreleri. SG hücreleri, ağırlı uyarının beyne iletiminde bir kapı görevi görür. Büyük çapa sahip liflerin, bu “kapı” üzerinde inhibitör etkisi bulunurken küçük çaplı lifler bu “kapıyı açarak” ağrının beyne transmisyonunu sağlar. Kapı Kontrol Teorisi, günümüzde sinir sisteminin çalışma sistemini yansıtmakta yetersiz kalmış olsa da modern ağrı yönetimi yöntemlerinin gelişmesine katkı sağlamıştır [22].

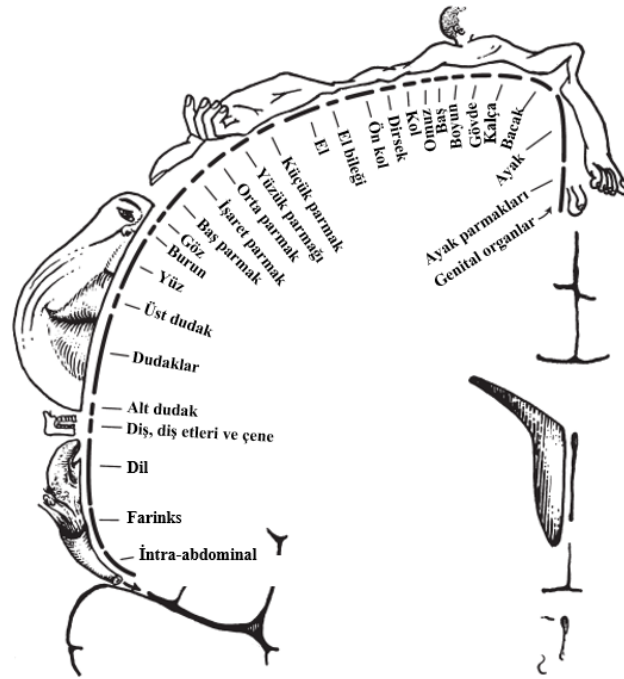
2.2.5. Talamus

STT’den projekte olan ağrı sinyalleri, primer duyu korteksi ve diğer kortikal bölgelere ulaşmadan önce talamusun ventral kaudal ve ventral posterior çekirdeklerine uğrar. Ventral posterior çekirdeğin mediali (VPM) yüz bölgesinden; laterali (VPL) ekstremitelerden; posterioru ise gövdeden gelen ağrı sinyallerini alacak şekilde organize olmuştur. Ventral

posterior çekirdek ayrıca yaygın reseptif alana sahip WDR nöronları tarafından da innerve olur. Bu özellikleri nedeniyle ventral posterior çekirdek, kronik ağrının tedavisinde derin beyin stimülasyonu için bir hedef olarak kullanılmaktadır. Talamusun merkez çekirdeğinin de ağrı iletimi sürecinde önemli rolü vardır. Buradaki nöronların geniş bir reseptif alanı bulunur. Ağrı sinyallerinin entegrasyonunda ve zararlı uyarana karşı koruyucu yanıtın oluşmasında önemlidir [22].

2.2.6. Korteks

Ağrılı uyarın, üçüncül afferent nöronlar ile talamustan SI, sekonder somatosensoryel korteks (SII), insula, orbitofrontal korteks, dorso-lateral prefrontal korteks, amigdala ve singulat kortekse taşınır. SI, Penfield'in homonculus paternine (Şekil 2.1) uygun şekilde ağrı sinyallerinin somatotopik organizasyonundan sorumludur.



Şekil 2.1: Pensfield'in duyuusal homonkulusu (Pensfield ve Rasmussen ^[27]'in çalışmasından uyarlanmıştır.).

SI, direkt olarak VPM ve VPL'den gelen projeksiyonlar ile sinaps yapar. SI'deki nöronlar, ağrılı uyarının şiddetine göre dereceli bir yanıt oluşturur. SI, ağrının diskriminatif özelliklerinin algılandığı bölgedir. SII, ventrobazal talamus, VPM, VPL ve SI'den projeksiyon alır. A-delta ve C liflerinden gelen uyarınlar, kontralateral SI ve SII'de aktivasyona neden olur. Nosiseptif uyarınlar, SI ve SII'den insulaya projekte olurlar. Zararlı uyarının şiddetine uygun bir yanıt oluşturulur ve ağrının diskriminatif özelliklerinin belirlenmesi süreci gerçekleşir.

İnsula, amigdala ve peririnal korteks gibi limbik sistem yapılarına projeksiyon yapar. Bu kadar yaygın bağlantılarının bulunmasıyla insula, ağrının yüksek bilinç seviyelerindeki süreçleri için önemlidir. Anterior ve orta singulat korteks, talamustan projeksiyon alır. Ağrılı uyarana, emosyonel ve motivasyonel yanıtın oluşturulduğu olan bu bölgelerin aktivasyonunun, kronik ağrılı bireylerde arttığı görülmüştür [22].

1990'lı yılların sonunda Melzack, Kapı Kontrol Teorisi'ni güncelleyerek, daha yüksek seviye kortikal fonksiyonların ağrının iletimi ve yorumlanmasında önemini vurgulayan nöromatriks teorisini ortaya koymuştur. Bu teoriye göre her birey, genetik olarak belirlenmiş ve duyuşal girdilere göre düzenlenmiş bir nöral bağlantı ağına sahiptir. Bu nöral bağlantılar talamokortikal ve limbik sistem arasında bulunur. Bu nedenle, ağrı deneyimi sadece bir ağrılı uyarın girdisinin değil; önceki ağrı deneyimi, yaralanmalar ve kültürel alt yapı gibi faktörlerin yer aldığı davranışsal ve kognitif süreçlerin sonucudur [22].

2.2.7. İnen Modulatör Sistemler

İnen sistemler beyinden başlar ve öncelikli olarak dorsal kolondaki sinapslar üzerinden ağrılı uyarınları regüle eder. İletimi kolaylaştırıcı regülasyonlar, sensitizasyonda olduğu gibi ağrı yanıtının şiddetini artırır. Aksine inhibitör regülasyonlar, hayatı tehdit eden olaylarda ve benzeri sıra dışı stresli durumlarda çıkan ağrı sinyallerini baskılar. Bu inen yollar, *Rostral ventromedial medulla (RVM)*, *Dorsolateral pontomezensefalik tegmentum* ve PAG bölgesi olarak adlandırılan supraspinal yapılardan oluşur. İnen sistemler, dorsal kolondaki lamina I ve lamina II bölgelerine monoamin-serotonin, norepinefrin ve dopamin salınımıyla antinosisepatif etki sağlar [22]. İnen sistemlerdeki disregülasyonun, kronik ağrıda önemli bir rol oynadığı düşünülmektedir [28].

“PAG-RVM-dorsal kolon” yolu, en iyi şekilde tanımlanmış inen ağrı modülasyonu sistemidir. PAG bölgesinin stimülasyonunun, lamina V'teki internöronların ağrılı uyarana oluşturdukları yanıtı engellediği görülmüştür. Bu inhibisyon, RVM'de aktive olan nöronlardan salınan serotonin ile sağlanır. RVM'de serotonerjik nöronların yanında, GABA-erjik nöronlar da ağrı iletiminde etkilidir [29]. Opioidler ile inhibe olan “on” hücreleri, dorsal kolondaki nöronları uyararak ağrı iletimini sağlar. Opioidler ile aktive olan “off” hücreleri ise dorsal kolondaki nöronları inhibe ederek ağrıyı iletimini azaltır. PAG; spinal korda, retiküler formasyona, otonomik sistemin regülasyonundan sorumlu pontadaki parabrakial nükleusa, diensefalona, telensefalona, talamusa ve *Substantia nigra*'ya projeksiyon sağlar. PAG ayrıca,

çıkan ağrı modülasyonuna ve davranışsal yanıtların entegrasyon süreçlerine de dahil olmaktadır [22].

Ponstan başlayan noradrenerjik sistem ve hipotalamusun periventriküler bölgesinden başlayan dopaminerjik sistem, dorsal kolon üzerinde etkili olan diğer önemli inen ağrı modülasyonu yollarıdır. Primer afferentlerdeki veya dorsal kolonda lamina I bölgesindeki dopamin reseptörleri antinosiseptif etki sağlar. Bu inen yoldaki disfonksiyon, kronik ağrı durumlarına neden olabilmektedir [22].

Endojen opioid sistem, ağrılı uyarının iletiminde etkili bir inen yoldur. Beyindeki opioid reseptörlerinin (özellikle mü reseptörünün) aktivasyonu ağrı iletimini MSS üzerinden engeller ve diğer inen yolları aktifleştirir [22].

SS'nin artmış çıkan yol aktivasyonuna eşlik eden azalmış inen yol aktivasyonunun bir sonucu olduğu düşünülmektedir. Dorsal kolonda bulunan internöronların inhibisyon fonksiyonundaki azalma ve PAG'daki fonksiyonel bağlantılardaki değişiklikler kronik ağrı ile ilişkili bulunmuştur [22,30]. Periferel ya da santral bir uyarın bu inen modulatör sistemi tetikleyebilir. Bu sistem, akupunktur ve manuel terapi gibi stimulatif tedavilerin, hasta beklentisinin ve inançlarının, sosyal ve çevresel faktörlerin ağrı deneyimini nasıl etkilediğini açıklamaya katkı sağlamaktadır [31].

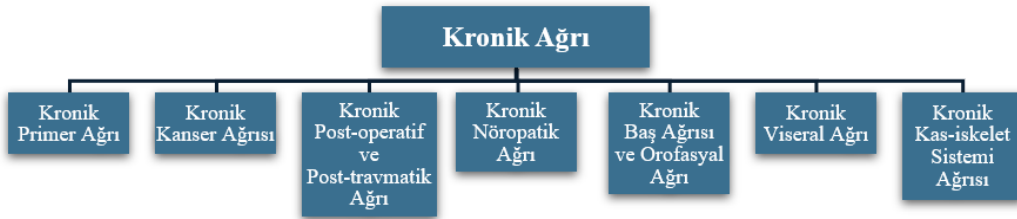
2.3. DURASYONA GÖRE AĞRI SINIFLAMASI

2.3.1. Akut Ağrı

Akut ağrı, patolojik olabilecek ağrılı uyarana karşı verilen fizyolojik bir yanıttır. Bireyin, gerçek veya potansiyel doku hasarından kaçınma davranışları geliştirmesine neden olur [32]. Aniden, keskin veya yoğun başlar ve vücut için bir hastalık ya da tehlike uyarısı anlamı taşır. Yaralanma, cerrahi, hastalık, travma veya ağrılı bir tıbbi müdahale sonucunda ortaya çıkar ve birkaç dakika ile 6 aya kadar devam eder. Bazı durumlarda ağrı atakları şeklinde periyodik olarak geri döner. Akut ağrı genellikle altta yatan sebep tedavi edildiğinde ya da iyileştiğinde ortadan kaybolur [33].

2.3.2. Kronik Ağrı

Kronik ağrı, fizyolojik nosisepsiyonun akut uyarısı olmadan normal doku iyileşme süresini aşan (3 aydan uzun süren), tekrarlayan veya ısrarcı ağrı olarak tanımlanır. Uluslararası İstatistiksel Hastalık Sınıflandırması ve İlgili Sağlık Sorunları-11 (International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems 11-ICD-11)'nin güncel tanımlarında kronik ağrıyla ilişkili sendromlar patofizyolojik mekanizmasına göre sınıflandırılmıştır^[34]. Bu sınıflandırmada kronik primer ağrı (MG30.0) ve kronik kas-iskelet sistemi ağrısı (MG30.3) farklı kodlar ile yer almaktadır. Kronik primer ağrı; emosyonel stres bozuklukları (anksiyete, öfke, depresif duygu-durum) veya disabilitayla karakterize, bir ya da daha fazla anatomik bölgede görülen kronik ağrı olarak tanımlanmaktadır. Bu yeni tanım, etiyojisi diğer kronik ağrı sendromlarıyla daha iyi açıklanamayan durumlar için kullanılmaktadır. Kronik kas-iskelet sistemi ağrısı; kas, kemik, eklem veya ilişkili yumuşak dokuları doğrudan etkileyen bir hastalık sürecine bağlı olarak ortaya çıkan ağrı olarak tanımlanmaktadır. Nosiseptif ağrılar ile sınırlandırılmış olan bu tanım, romatoid artrit gibi ısrarlı inflamasyona bağlı veya semptomatik osteoartrit gibi kemiklerde, eklemlerde veya kaslarda yapısal değişikliklerle ilişkili ağrıları ifade eder. Kas-iskelet dokularında hissedilen fakat buradan kaynaklanmayan ağrılı durumları içermez. Non-spesifik bel ağrısı veya kronik yaygın ağrı gibi kas-iskelet sistemi ağrısı olarak tanımlanmış fakat sebepleri tam olarak anlaşılammış durumlar, kronik primer ağrı kapsamındadır. Kodlanmış diğer kronik ağrı sendromları Şekil 2.2'de verilmiştir.



Şekil 2.2: ICD-11 kronik ağrı sınıflaması^[34].

2.4. MEKANİZMAYA GÖRE AĞRI SINIFLAMASI

Güncel ağrı bilimi yaklaşımına göre ağrı; nosiseptif, nöropatik ve nosiplastik olarak ortaya çıkmaktadır^[18]. Bu ağrı tiplerinin özelliklerini tanımlayabilmek, ağrının değerlendirme ve tedavisindeki klinik karar verme süreçleri için önemlidir^[35].

2.4.1. Nosisseptif Ağrı

Nosisseptif ağrı, nöral olmayan dokulardaki nosisseptörlerin aktivasyonunu içeren, gerçek veya olası hasarla (inflamatuvar veya non-inflamatuvar) ilişkili ağrı tipidir [36]. Nosisseptif ağrı kapsamında, ağrı deneyimi için dominant mekanizma doku hasarı olsa da her ağrı deneyiminin, kognitif, bağlamsal ve duygu-durum faktörlerinden etkilendiğini göz ardı etmemek gerekir. Nosisseptif ağrı, vücut için koruyucu bir alarm görevi görür. Postürle ilişkili laktik asit birikimine bağlı olarak yaralanma olmaksızın ortaya çıkabilirken yaralanma durumunda iyileşmeyi destekleyecek koruyucu davranışların oluşmasını sağlar. Normal doku iyileşmesi sürecini tamamlayan akut yaralanmalarda iyileşmeyi takiben nosisseptif ağrı ortadan kalkar. Romatoid artrit ya da osteoartrit gibi kronik durumlarda, genellikle periferik ve santral sensitizasyon mekanizmaları baskın olmasına rağmen nosisseptif ağrı da ısrarcı olabilir [18,37].

2.4.1.1. Nosisseptif Ağrının Klinik Özellikleri

Nosisseptif ağrı, hasta hikayesinde ağrıyı artıran ve azaltan faktörler olmak üzere belirgin mekanik paternler gösterir. Hasta hikayesinde travma, aşırı kullanım ve zorlanma bulunan; muayene sırasında hareket ve palpasyon ile tekrar ortaya çıkarılabilen ağrılar nosisseptif ağrı özelliği taşır. Değerlendirme sırasında sensitizasyon mekanizmaları da göz önünde bulundurulmalıdır [37].

2.4.2. Nöropatik Ağrı

Nöropatik ağrı, somatosensoryel sinir sisteminde ilgili nörolojik tanı kriterini karşılayan; görüntüleme, biyopsi, laboratuvar testleri ile gözlemlenebilen bir hasar veya hastalık (inme, vaskülit, Tip II diyabet vb.) durumunda söz konusu ağrı tipidir [36]. Bu nedenle saptanamayan küçük çaplı liflerdeki nöropatik durumlar ve nöropatik faktörler içermeyen sensitizasyon durumları bu kategori kapsamında değildir [37].

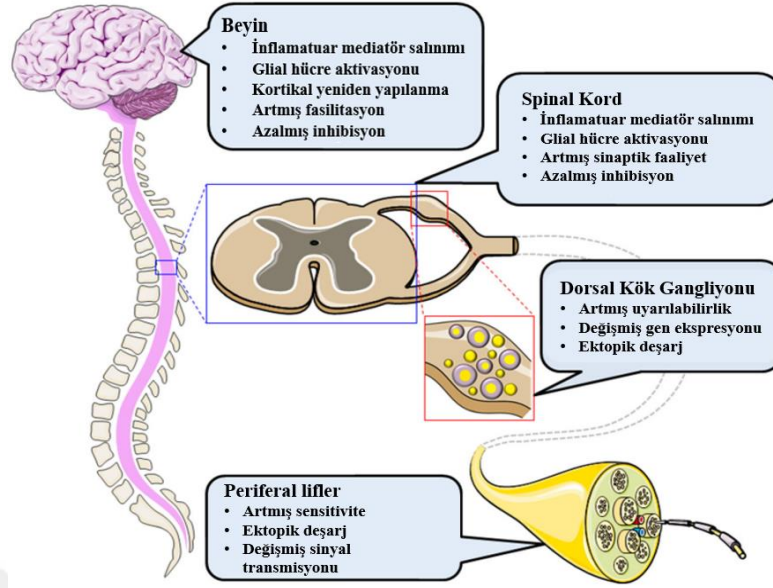
2.4.2.1. Nöropatik Ağrının Klinik Özellikleri

Özelleşmiş birçok nörofizyolojik tekniğin yanında fiziksel muayene, nöropatik ağrının tespiti için en uygun değerlendirmedir. Yaralanma mekanizması, tıbbi ve cerrahi öykü; yaralanmış, tuzaklanmış ya da hastalıklı nöral doku ile ilişkili olabileceğinden hasta hikayesinde sorgulanmalıdır. Nöropatik ağrı genellikle yanıcı, vurucu, keskin, sızlayıcı veya elektrik çarpması gibi nitelendirilir. Genellikle etkilenmiş nöronun dağılımına göre lokalize edilebilir. Fakat, spinal korddaki iletim ve modülasyon mekanizmalarına bağlı olarak dermatom dışı özellikler de gösterebilir. Nöropatik ağrıya iğnelenme, uyuşukluk ve zayıflık gibi diğer

nöral disfonksiyon belirtileri eşlik edebilir. Nöropatik ağrı, mekanik olarak kolaylıkla irrite edilebilir. Nöral dokuya fiziksel olarak yüklenen nörodinamik testler (örneğin, düz bacak kaldırma) veya doğrudan nöral dokunun tuzaklandığı bölgenin palpasyonu (örneğin, Tinel Testi) hastanın ağrısını tekrar ortaya çıkarabilir. Nöropatik ağrıdan şüphelenilen durumlarda fiziksel muayeneye nörolojik değerlendirme dahil edilerek pozitif ve negatif bulgular kaydedilmelidir. Bunun için klinik değerlendirmelerin (dokunma duyusu, vibrasyon duyusu, sivri-künt ve sıcak soğuk testleri) yanında nöropatik ağrıya özelleşmiş tarama araçları da (Leeds Nöropatik Semptom ve Bulgu Değerlendirme Testi (Leeds Assessment of Neuropathic Symptoms and Signs Test-LANSS), painDETECT vb.) da kullanılabilir ^[37].

2.4.3. Nosiplastik Ağrı

Nosiplastik ağrı; periferik nosiseptörlerin aktivasyonuna neden olabilecek gerçek veya olası doku hasarından ya da ağrıya neden olabilecek somatosensoryel sistemdeki hasar veya hastalığa dair kanıt olmadan değişmiş nosisepsiyondan kaynaklanan ağrı tipidir ^[36]. Koruyucu ve faydası olmayan disfonksiyonel bir ağrı türüdür. Diğer ağrı tipleriyle ortak olarak santral nosiseptif yollardaki fonksiyonel değişiklikler söz konusudur. Bu değişiklikler normal duysal girdilere nosiseptör nöronların artmış hassasiyeti olarak tanımlanan sensitizasyondur. Sensitizasyon bir tanı ya da spesifik bir mekanizma değildir. Sinir sisteminin hem girdisinin hem de çıktısının bilindiği durumda değerlendirilebilen nörofizyolojik bir terimdir. Girdiler, uyarının şiddetini ve sinirdeki aksiyon potansiyellerini ölçerek çalışılabilir. Sensitizasyon, nosisepsiyona (yaralanma, kırık, inflamasyon vb.) bağlı ya da bağlı olmadan periferik ve santral sinir sisteminde gerçekleşebilir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3: Periferal ve santral sensitizasyona neden olan faktörler [38].

Periferal sensitizasyon, primer hiperaljezide baskın olan mekanizma olarak kabul görmektedir. Diğer bir deyiş ile yaralanmaya bağlı oluşan kronik kas-iskelet sistemi ağrısından sorumludur. Prostaglandin, TNF- α , NGF gibi maddelerin salınımı, nöron üzerindeki ilgili reseptörlerde sensitizasyona yol açar. Nöronların uyarılabilirliğindeki bu artış, tüm nosiseptif uyarıların spinal korda taşınmasına yol açarak sekonder hiperaljezi mekanizmasını tetikleyebilir. Klinikte hiperaljeziyi saptayabilmek için hasta hikayesinde inflamasyona neden olabilecek aşırı yüklenme, yaralanma veya bir patoloji olup olmadığı sorgulanmalıdır. Sonrasında yapılan ilgili dokunun bütünlük testleri, primer hiperaljezinin varlığı konusunda fikir sağlayabilir [39].

SS, artmış sinaptik plastisite için kullanılan şemsiye bir terimdir. SS'de, periferal nöronlar normal olabilirken inen modülatör yollarda disfonksiyon bulunabilir [39]. Doku hasarı veya inflamasyon nedeniyle tekrarlı uyarılan nosiseptif veya WDR nöronlarında, uzun süreli deşarjlara neden olabilen fizyolojik değişiklikler görülür. Bu fenomen, nöronal uyarılara bağlı olması nedeniyle aktivite-bağımlı SS olarak adlandırılır. Doku hasarı ve inflamasyon ortadan kalktığında WDR nöronlarının eşik değerinin normale gelmesiyle ağrı veya hiperaljezi durumu düzeler. Eşik değeri azalmış olan WDR nöronlarının reseptif alanlarının genişlemesi sonucu, etkilenmemiş olan deriden gelen uyarılar da ağırlı olarak algılanır (sekonder hiperaljezi). Bu fenomen, homosinaptik plastisite olarak adlandırılır. Heterosinaptik plastisite ise düşük şiddetli uyarıların (örn. hafif dokunma), eşik değeri düşmüş olan WDR nöronlarında depolarizasyona neden olabildiği durumdur (allodini). SS, yaralanma sırasında ve iyileşmesi sonrasında devam

eden ağrının altta yatan mekanizmalarından biridir. Fakat tek başına kronik ağrılı durumların bir nedeni değildir. Bu durumda tedavi hedefleri ağrının azaltılması ve disabilitenin yönetimi olmalıdır ^[40].

2.4.3.1. Nosiplastik Ağrının Klinik Özellikleri

SS'yi insanlarda doğrudan değerlendirmek imkansızdır. Bu nedenle korelasyon gösteren yöntemler kullanılabilir ^[40]. Fakat nosiplastik ağrıya spesifik bazı klinik özellikler bilinmektedir. Nosiplastik ağrı, normal doku iyileşme sürecine uymayan şiddetler ve sürelerde seyreder veya tekrar eder. Nöropatik veya dokuyla ilişkili nosiseptif faktörlerin olmadığı durumda görülen yaygın hiperaljezi ve allodini ile karakterizedir ^[39]. Anatomik olarak açıklanamayan yaygın bir lokalizasyon gösterir. Lokalizasyonunun zor olmasının yanında hastalar tarafından ağrılı bölgenin sürekli değiştiği belirtilebilir. Hastalar, ağrılı bölge için gözle görülmeyen abartılı yapısal değişiklikler veya ihmal benzeri semptomlar gibi bedensel farkındalıkla ilgili problemler belirtebilir. Fiziksel ve fonksiyonel testlerin sonuçları çeşitlilik gösterebilir ^[41]. Ek olarak nosiplastik ağrı, sıklıkla psikososyal problemler ile birlikte görülür. Ağrıyla ilgili olumsuz inanışlar, düşük özgüven, gerçekçi olmayan fiziksel yetersizlik ve düzensiz uyku gibi psikolojik stresörler koruyucu sistemleri aktif tutarak sensitizasyonun sürmesine dolaylı olarak neden olabilmektedir. Bu nedenle bu hasta grubunda çok boyutlu anketlerin (Korku-Kaçınma İnanışları Anketi (Fear Avoidance Beliefs Questionnaire-FABQ), Ağrıyı Felaketleştirme Ölçeği (Pain Catastrophizing Scale-PCS), Kronik Ağrı Kabul Formu vb.) kullanımı önerilmektedir. Santral Sensitizasyon Envanteri (Central Sensitization Inventory-CSI), klinik ortamda SS'nin belirtilerini taramak için kullanılabilir.

2.5. BEL AĞRISI

Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization-WHO) bel ağrısını, son kostaların köşeleri ile gluteal katlantılar arasında olan ağrı olarak tanımlamaktadır ^[42]. 2020 yılına ait veriler, bel ağrısının global olarak 619 milyon insanı etkilediğini göstermektedir. Artan ve yaşlanan dünya nüfusu nedeniyle bu sayının giderek artması beklenmektedir ^[43]. Bel ağrısı dünya genelinde disabilitenin en önde gelen sebebi olarak gösterilmekte ve yaklaşık %70 oranında 20-60 yaş arası çalışan grubu etkilemektedir ^[44]. Bu nedenle hem klinik hem ekonomik bir yük oluşturmaktadır. İşe gitmeme ve üretkenlikte azalma nedeniyle bel ağrısının dolaylı maliyetinin, doğrudan neden olduğu maliyetten fazla olduğu vurgulanmaktadır ^[45]. Ek olarak

ev işleri, bakım, rekreasyonel aktivitelere katılım ve sosyal ilişkilerde zorluklara; depresyon ve anksiyete ile mücadeleye neden olabilmektedir ^[46].

Bel ağrılarının büyük bir bölümü net bir tanı almadan iyileşiyor olsa da bel ağrısında hasta hikayesine ve fiziksel muayeneye önem verilmektedir ^[47,48]. Rehberlerin %78'i, sinir kompresyonunun nörolojik muayene ile dışlanması gerektiğini belirtmektedir. Ayrıca spinal stenozisi olan hastalarda vasküler yapıların muayenesi ile vasküler ve nörojenik kladikasyonun ayırt edilmesi gerekmektedir ^[49]. KBA'da görüntüleme yöntemlerinin rutin kullanımı önerilmezken hasta özelinde endikasyonun değerlendirilebileceği belirtilmektedir. Akut bel ağrısında ise kırık, metastaz ve enfeksiyon gibi ısrarcı ve disfonksiyonel ağrı kaynaklarının (kırmızı bayrakların) dışlanabilmesi için görüntüleme yöntemleri gereklidir ^[50,51] Bel ağrısının prognozuyla ilişkili diğer bayraklar; turuncu (psikiyatrik semptomlar), sarı (inançlar, yargılar, emosyonel yanıtlar, ağrıyla ilişkili davranışlar), mavi (iş hayatı) ve siyah (sistem ve çevresel engeller) olarak sınıflandırılır ^[52].

2.5.1. Bel Ağrısı Sınıflaması

Bel ağrısı, mevcut tedavilere farklı yanıtlar veren klinik alt gruplardan oluşur. Alt grupların klinik özelliklerinin bilinmesi ve tedavilerin alt gruplara göre planlanması daha verimli sonuçların elde edilmesine yardımcı olmaktadır ^[53]. Bel ağrısı geleneksel olarak patogeneze göre; travmatik, dejeneratif, onkolojik, enfeksiyöz, inflamatuvar, metabolik, yansıyan ağrı, postüral, konjenital ve psikiyatrik olarak sınıflandırılabilir ^[54]. Bunun yanında, literatürde bel ağrısında kullanılan farklı avantaj ve dezavantajlara sahip çeşitli sınıflama sistemleri bulunmaktadır ^[55]. Güncel ağrı bilimi alanındaki araştırmalar ışığında, baskın olan ağrı mekanizmasına göre oluşturulmuş ve yaygın nöromuskuloskeletal tanılara göre kategorize edilmiş güncel bel ağrısı sınıflaması Şekil 2.3'te sunulmuştur. Bu mekanizmalar tek başına var olabileceği gibi, eşzamanlı da görülebilirler. Klinik bulgu ve belirtilere göre bu sınıflamaya dahil edilemeyen fakat maladaptif psikolojik özellikler ve hastalık davranışı gösteren hastalar için psikojenik ağrı tipinin eklenmesi önerilmiştir ^[37]. Fakat güncel literatürde henüz yerini almamıştır ^[39,52]. Bel ağrısının değerlendirme ve tedavisinde yalnızca tek bir sınıflamaya bağlı kalınmaması ve ağrının tüm boyutlarının klinik karar verme süreçlerine dahil edilmesi gerektiği unutulmamalıdır.



Şekil 2.4: Baskın ağrı mekanizmasına göre bel ağrısı sınıflaması [56].

Klinikte, nöropatik ve nosiseptif ağrı tipleri birlikte görülebildiği gibi, nosiplastik ağrı da nöropatik veya nosiseptif ağrıya eşlik edebilmektedir [52]. Ağrı mekanizmalarını ayırt edebilmek adına ilk adım, ayırıcı klinik özellikleri belirgin olan nöropatik ağrıyı dışlamaktır. Nosiplastik ağrı ile nosiseptif ağrı karşılaştırmasında ayırıcı tanı algoritması Şekil 2.4'te gösterilmiştir.



Şekil 2.5: Nosiseptif ile nosiplastik ağrı ayırıcı tanı algoritması [6].

Bel ağrılı popülasyonlar içerisinde lumbal radikülopatiler yaygın bir nöropatik ağrı tipi iken, torakolumbal fasya gibi miyofasyal dokular ve ligamanlar da nosiseptörler aracılığıyla nosiseptif ağrı oluştururlar. Patoanatomik olarak tanı konulabilen, nosiseptif ve/veya nöropatik ağrı özelliği taşıyan bel ağrıları, spesifik bel ağrısı olarak sınıflandırılır. Patoanatomik olarak tanı konulamayan bel ağrıları ise nonspesifik bel ağrısı olarak sınıflandırılır. Nonspesifik bel ağrısı, bel ağrısının en sık görülen şeklidir ve tüm bel ağrılarının %85'ini oluşturur. Spondiloz veya küçük disk lezyonları bulgusu olan görüntüleme yöntemleri sıklıkla bel ağrılı hastaların

deneyimledikleri semptomlarla ilişkilendirilmemektedir. Bu nedenle, nonspesifik bel ağrısı sınıfına dahil edilebilmektedirler ^[37].

2.6. KRONİK BEL AĞRISI

Global bir sağlık problemi olan bel ağrısı, birinci basamak fizik tedavi ziyaretleri sırasında en sık görülen şikayetlerden biridir ^[50,57]. Akut bel ağrısı ataklarının %40'ı KBA'ya dönüşmektedir ^[58]. KBA, çoğunlukla ağrının durasyonu ile tanımlanır. Fakat bu tanım, kronik ağrının tekrarlayabilen veya günden güne değişebilen özelliğini göz ardı etmektedir. Bu nedenle KBA tanımının “en az 3 ay boyunca devam eden ve geçen 6 ayın en az yarısında semptomların görüldüğü bel ağrısı” şeklinde düzenlenmesi önerilmiştir ^[59].

Ağrının durasyonu, ağrının devam edeceğinin bir belirleyicisi olarak gösterilmiş olsa da ağrının kronikleşmesinde tek risk faktörü değildir. Akut bel ağrısının, KBA'ya ilerleme sürecinde; genetik faktörler, kadın cinsiyet, yaşam tarzı (sedanter yaşam tarzı, obezite, tütün kullanımı), psikososyal faktörler (düşük sosyal destek, anksiyete, depresyon ve felaketleştirme), travmatik yaralanma, zayıf baş etme mekanizması (korku-kaçınma davranışı), işle ilişkili faktörler (fiziksel olarak ağır çalışma şartları, düşük iş memnuniyeti, barışçıl olmayan iş ortamı), sekonder kazanç ve hastalık şiddeti (şiddetli ağrı ve disabilite düzeyi) belirleyici olmaktadır ^[52]. Akut bel ağrılı hastalarda yapılan 6 aylık takip çalışmasında, ağrının kronikleşmesinde sensorimotor kortekslerin uyarılabilirliğindeki değişim, ağrı şiddeti, depresyon, stres ve felaketleştirme parametrelerinin en güçlü belirleyiciler olduğu bildirilmiştir ^[60].

Bel ağrısının kronikleşme sürecinde kas-iskelet sisteminde ve MSS'de önemli değişiklikler literatürde; (1) bel bölgesinin daha az yükü tolere edebilir hale gelmesi, (2) bel bölgesinden gelen zararlı uyarılara artmış yanıt, (3) ağrılı olmayan somatosensoryel uyarıların bozulmasına neden olan propriyoseptif ve taktıl duylarda yetersizlik ve (4) beyinde bulunan bel bölgesine ait sensoryel ve motor nöral temsiliyetin bozulması olarak özetlenmektedir ^[61].

2.7. KRONİK BEL AĞRISINDA KORTİKAL REORGANİZASYON

Bedenin bir bölgesine yapılan uyarının SI'de yarattığı aktivasyon paterni o bölgenin kortikal temsiliyetini ifade eder. Bel bölgesinin SI'deki temsiliyetinin, KBAlı bireylerde sağlıklılara göre değişmiş olduğunu ilk olarak Flor ve diğ. [62] ortaya koymuş; bel bölgesine ait temsil alanının 2 santimetre (birkaç yüz bin nöron ve birkaç trilyon sinaps) mediale doğru genişleyerek alt ekstremitenin temsil alanını işgal ettiğini belirtmiştir. Benzer şekilde MI'deki temsil alanında da değişiklikler tespit edilmiştir [9,63]. Beden haritasının korteksteki temsil alanlarındaki bu sınır değişikliklerine kortikal reorganizasyon adı verilmektedir [11,13]. Bu bölgelerdeki nöroplastik değişiklikler, kronik ağrının gelişimi, şiddeti ve durasyonu ile ilişkili bulunmuştur [8,11,64]. Güncel derlemelerin sonuçları da kronik nonspesifik bel ağrısı olan bireylerin, özellikle somatosensoriyel diskriminasyon, motor, emosyonel ve kognitif fonksiyonlardan sorumlu beyin bölgelerinde nörokimyasal, morfolojik ve organizasyonel değişikliklerin varlığını göstermiştir [65-67]. Bel bölgesinin nöral temsiliyetinin bozulması ve diğer sensorimotor korteksteki değişiklikler, bel bölgesinde farkındalığın ve motor kontrolün azalmasına neden olmaktadır [61].

Literatürde kortikal reorganizasyonun doğrudan monitörizasyonu için fonksiyonel/yapısal/difüzyon manyetik rezonans görüntüleme yöntemleri, fonksiyonel yakınlıköltesi spektroskopisi, pozitron emisyon grafisi, transkranyal manyetik stimülasyon, elektroensefalografi ve somatosensoriyel uyarılmış potansiyel yöntemleri kullanılmaktadır.[8] Bu ileri teknoloji yöntemler çok pahalıdır, vasıflı teknisyenler gerektirir ve zaman alıcı olabilir. Klinik ortamda kortikal reorganizasyon için daha düşük güvenilirlikte olan 2ND, LPMK testleri, lateralizasyon testleri, grafestezi ve ağrı basınç eşik değeri (pain pressure threshold-PPT) ölçümleri yapılmaktadır [68,69]. Özellikle 2ND, kortikal reorganizasyonun klinik bulgusu olarak değerlendirilmektedir [13].

2.7.1. Somatosensoriyel Değişiklikler

Kronik ağrı durumunda; ağrılı olmayan uyarıların farkını (örneğin, düşük veya yüksek şiddetli), ağrıya ait özellikleri (örneğin, yanıcı veya batıcı) ya da ağrılı olan ve olmayan uyarıların ayırt edebilme yeteneğinde bozulmalar meydana gelmektedir [70]. Bu bozulmaların en bilinen klinik göstergeleri, primer veya sekonder hiperaljezi ve allodinidir [5]. Özellikle SS'nin baskın olduğu KBAlı hastalarda, diğer KBAlı gruba göre PPT'nin daha düşük olduğu gösterilmiştir. Ayrıca iki grup arasında ağrıyı felaketleştirme, depresyon ve anksiyete düzeyleri

açısından da fark tespit edilmiştir ^[71]. Taktıl doğruluk dokunmayı hissedebildiğimiz doğruluk ve keskinliği ifade eder ve vücudun bir bölgesine yapılan uyarıya ait özelliklerin hasta tarafından doğru şekilde anlamlandırılabilmesi olarak tanımlanır. Artrit, kompleks bölgesel ağrı sendromu ve KBAlı bireylerin dahil edildiği sistematik derleme ve meta-analiz çalışmasında, azalmış taktıl doğruluğun kronik ağrının bir özelliği olabileceği belirtilmiştir ^[12]. S1'deki kortikal temsil alanlarına gelen proprioseptif duyuların, KBA'nın patofizyolojisinde taktıl duyuya göre daha önemli olduğu bildirilmiştir ^[72]. Tong ve diğ. ^[73] sağlıklı kontrollere göre KBAlı hastalarda aktif eklem repozisyon hissini azalmış olduğunu tespit etmiştir. KBA'da etkilenmiş olduğu gösterilen taktıl doğruluk ^[74] ve propriosepsiyonun ^[75] nosioplastik değişikliklerle ilişkili olduğu gösterilmiştir ^[76]. Ek olarak, kronik ağrı sendromlarında görülen algılanan beden şeması ile gerçek boyut ve/veya topografi arasındaki farklılık KBA'da da gösterilmiştir ^[77,78]. Beden şemasında bozukluğu olan KBAlı hastalarda 2ND değerinin de arttığı görülmüştür ^[79]. Bel ağrısı olan bireylerdeki azalmış vücut farkındalığının ağrı şiddeti, ağrıyı felaketeleştirme ve disabilite düzeyi ile ilişkili olarak değiştiği bildirilmiştir. Bu nedenle algısal bozukluklar, bel ağrısında daha kapsamlı değerlendirme ve tedavi yöntemlerinin geliştirilmesi adına araştırılması gereken güncel bir konu olarak görülmektedir ^[80].

2.7.2. Motor Değişiklikler

Motor kontrol; sinir sisteminin çeşitli seviyelerindeki efektörlere (örneğin, paraspinal kaslar) giden motor çıktılar ile duyuşal girdiler (örneğin, propriosepsiyon) arasındaki sürekli etkileşime bağılı olarak omurga postürünün, stabilitesinin ve hareketinin yönetim sürecidir ^[81]. Yaralanma veya nosisepsiyon, uyarılabilirlikte değişikliğe neden olarak motor kontrol sürecini doğrudan etkiler ^[63]. Bu değişiklikler, bel ağrısında çoğunlukla *Transversus abdominis* ve *Multifidus* kaslarının aktivasyonunda gecikmeye veya azalmaya neden olmaktadır ^[82,83]. KBAlı bireylerde lumbopelvik ile torakal bölge hareketlerini ayırt etmede ^[84] ve lumbal lordozu sürdürmede ^[85] yetersizlikler görülmektedir. Knox ve diğ. ^[86], KBAlı bireylerde hem beklenmedik hem de kompensatuar postüral yanıtların geciktiğini göstermiştir. KBAlı hastalarda tespit edilen motor kontrol yetersizlik ile MI'deki kortikal reorganizasyon arasındaki ilişki birçok çalışma tarafından desteklenmektedir ^[9,82,87]. KBAlı bireylerin stabil olmayan bir yüzeyde 5 otur-kalk hareketini, sağlıklılara göre daha uzun sürede tamamladığını belirten Caeyenbergh ve diğ. ^[88], bu süre ile kortikal kalınlık arasında orta derecede korelasyon tespit etmiştir. Ayrıca algılanan ağrı şiddeti ile kortikal kalınlık arasında orta-yüksek derecede ilişki görülmüştür. Motor kortekste her bir kas lifi için ayrılmış kortikal bağlantıların ^[89] bütünlüğü,

kontrollü bir hareket için gereklidir. KBA'nın tedavisinde motor bozukluklar ve ağrı mekanizması göz önünde bulundurulmalı; iyileşmeyi optimize ederek kronikleşmeyi ve tekrarı önleyecek tedaviler uygulanmalıdır ^[90]. KBA'lı bireylerde motor kontrol egzersizlerinin tedavi sonuçlarını iyileştirebileceği düşünülmektedir ^[83].

2.8. KRONİK BEL AĞRISINDA GÜNCEL TEDAVİ YAKLAŞIMLARI

Güncel rehberlerde akut bel ağrısı için kırmızı bayrakların dışlanması sonrasında aktif kalma önerilerinin ve hasta eğitiminin ilk aşamada yeterli olduğu belirtilmektedir. İkinci aşamada ise fizik tedavi (masaj, spinal manipülasyon, ısı ajanları), psikolojik tedaviler (psikolojik önerilerle desteklenmiş fizyoterapi) ya da akupunktur gibi tamamlayıcı tedavilerin en az biri önerilmektedir ^[51,91]. Bel ağrısını tedavi etmek için geliştirilmiş bu yöntemler, ağrı kronikleştiğinde en iyi ihtimalle ılımlı bir etki göstermektedir ^[60]. KBA'da mevcut tedavilerin kanıt değerlerini inceleyen güncel bir derlemede; elektroterapi, ısı ajanları, masaj ve osteopatik uygulamalar gibi pasif tedavilerden kaçınılması gerektiği vurgulanmıştır. KBA için en çok psikolojik tedavilerle kombine edilmiş egzersiz eğitimi önerilmekte; fakat egzersiz tipi, süresi ve şiddeti konusunda netlik bulunmamaktadır ^[92].

Güncel rehberlerin derlendiği bir çalışmada, tüm rehberlerde KBA tedavisinde farmakolojik olmayan tedavi yöntemleri önerilmektedir ^[91]. Yine de literatürde ağrı kesicilerin ve kas gevşeticilerin kullanılabileceği belirtilmektedir ^[51]. Farmakolojik tedavide kullanılan ajanların spesifik içeriği, doğrudan ya da dolaylı olarak reseptörler üzerinden etki göstermektedir. Kullanılan ağrı kesiciler, nosisepsiyon ve ağrıyla ilişkili süreçleri inhibe veya fasilite ederek ağrıya azalma sağlamaktadır. Örneğin; steroid olmayan anti-inflamatuar ilaçlar, sensitizasyonda önemli bir rolü olan siklooksijenaz (COX) üretimini inhibe etmektedir ^[93]. Cerrahi ise ağrıya ciddi bir nöral disfonksiyonun veya malignitenin eşlik ettiği durumlarda düşünülebilir. Nonspesifik bel ağrısı olan hastalar için cerrahi bir seçenek olarak görülmemelidir ^[91]. Cerrahi veya farmakolojik tedaviler bir seçenek olmadığında çok sayıda farmakolojik olmayan tedavi yöntemi daha az yan etki ile benzer faydalar sağlayabilmektedir ^[94]. Özellikle aktif tedavi yaklaşımlarının öz-yönetim mekanizmasını destekleyerek kronik ağrı durumlarında endojen regülasyonu sağladığı düşünülmektedir ^[20]. Bu tedavilerin moleküler düzeyde tam olarak nasıl bir etki gösterdiği bilinmemektedir. Fakat bu durum, bu tedavilerin etkisiz olduğu anlamına gelmemekte, yalnızca belirli bir tedavi yönteminin spesifik etkisinin ortaya konmamış olduğunu göstermektedir.

Kapsamlı bir değerlendirme, elbette bel ağrısının kaynağını belirlemeye ve uygun bir tedavi programı oluşturmaya yardımcı olmaktadır ^[95]. Tarihsel olarak çoğu terapist, hareketteki disfonksiyonu bulmak ve düzeltmek; böylece ağrıda azalma sağlamak üzerine kurulu bir eğitim aldı. Fakat hareket ile kronik kas-iskelet sistemi ağrısı arasında olduğu öne sürülen bu doğrusal ilişki, güncel ağrı bilimi tarafından desteklenmemektedir ^[20]. Fantom ağrısı ve kompleks bölgesel ağrı sendromu gibi ağrılı durumlarda nöroplastik değişikliklerin etkisi çokça çalışılmış; bu değişiklikleri normalize etmeyi hedefleyen tedavilerin ağrı ve disabilitiyi azaltmada etkili olduğu gösterilmiştir ^[8]. 10 gün boyunca iki günde bir uygulanan seanslarda kompleks bölgesel ağrılı hastalardan farklı boyutlardaki uyarıları ayırt etmesi istenmiş; çalışma sonucunda ağrı ve disabilite düzeyinde anlamlı azalma tespit edilmiştir. Uyarının özelliğinden çok uyarıyı ayırt etmenin beyinle ilişkili etkiler sağladığı ve kronik ağrıda beyni hedefleyen yeni tedavilerin oluşmasını sağlamaktadır. Ayna tedavisi, aşamalı motor imgeleme, DDE, sanal gerçeklik gibi sensoriyel ve motor stratejileri kullanan MSS yaklaşımlı tedaviler, fonksiyonel ve semptomatik faydalar göstermiştir ^[13]. KBA'da da etkili bir tedavi ile fonksiyonel ve yapısal beyin anormalliklerinin tersine çevrilebileceği gösterilmiştir ^[96,97].

KBAlı bir hasta nosioplastik değişikliklere işaret eden kriterlerin tamamını karşılıyor olsa da ağrının nosisepsiyon boyutu gözden kaçırılmamalıdır. Bu durum yalnızca santral mekanizmaların, periferal mekanizmalara göre klinik tabloda daha baskın olduğu anlamına gelmektedir. Nosioplastik değişikliklerin baskın olduğu düşünülen hastalarda, omurgaya yönelik tedavilerden çok MSS'deki uyarılabilirliği azaltmaya yönelik tedaviler tercih edilmelidir ^[9]. Teorik olarak MSS'de desensitizasyon sağlamayı hedefleyen birçok tedavi yöntemi bulunmaktadır. Farmakolojik tedaviler, beyni hedefleyen elektroterapi yöntemleri (transkranyal manyetik stimülasyon), egzersiz, stres yönetimi, kognitif-davranışçı terapi, sanal gerçeklik, transkutaneöz elektrik stimülasyonu (TENS) ve ağrı nörobilim eğitimi bu tedaviler arasındadır ^[98]. KBA için güncel tedavi edici egzersiz yaklaşımlarının birbirine üstün olmadığı, bunların sadece genel egzersizlerden üstün olduğu gösterilmiştir ^[99]. Egzersiz, klinikte yaygın olarak kullanılmasına karşın, uzun dönemde KBA için düşük-orta düzey etkiye sahiptir ^[100]. Olası bir açıklamanın, egzersizin farklı bireylerin periferal ve santral sinir sistem fonksiyonlarını farklı şekilde etkilemesi olduğu düşünülmektedir ^[101].

Tekrarlı hareketlerin ve sensoriyel entegrasyonun (sensorimotor eğitim), sensoriyel ve motor bağlantılardaki yapısal ve fonksiyonel reorganizasyonunda önemli bir rolü vardır. Tekrarlı hareketleri ve birçok duyunun entegrasyonunu içeren sensorimotor eğitimlerin,

nosisepsiyonda nöral yanıtlardaki sensitizasyonu azaltabileceği düşünülmektedir ^[102]. Kronik kas-iskelet sistemi ağrısıyla ilgili araştırmalar, dokunma veya basınç gibi duyuşsal uyarılar ile ağrı arasındaki ilişkiyi anlamaya odaklanmaktadır. Nörobilim kapsamında gerçekleştirilen bu çalışmalar klinisyenlere, biyomekanik yaklaşıma göre daha az sezgisel yaklaşımlar sunmaktadır ^[20].

2.9. KRONİK AĞRIDA TAKTİL DOĞRULUK EĞİTİMİ

Çevremizdeki dünya ile başarılı bir şekilde etkileşebilmemiz için etkin ve uyarlanabilen bir motor fonksiyon; doğru ve keskin bir sensoriyel bilgi işlem süreci gereklidir ^[103], ^[104]. Taktil doğruluk değerlendirmelerinin, SI'deki nöronların aktivitesini yansıttığı ve temsil alanlarındaki bozulmaları işaret ettiği düşünüldüğü için kronik ağrıda dikkate değer görülmektedir ^[105]. Taktil doğrulukta bozulmalar, ısrarcı ağrıyı açıklayan modellerde nedensel bir role sahip olduğu belirtilmektedir ^[61,106]. Bu anlamda taktil doğruluk eğitimlerinin de tedavi sonuçlarını iyileştirici etkileri bulunmaktadır. Boyun ağrılı bireylerde 3 dakika boyunca uygulanan manuel terapi ve taktil lokalizasyon eğitiminin ağrı şiddeti, hareket açıklığı ve PPT değeri açısından benzer sonuçlar sağladığı gösterilmiştir ^[107].

Bel ağrılı bireylerde değişmiş sensoriyel süreçlerin olduğu, özellikle sensoriyel keskinlikte kayıplar olduğunu gösteren kanıtlar artmaktadır ^[108]. KBAlı bireylerde sağlıklılara göre artmış olarak tespit edilen 2ND ^[109], bel bölgesinde azalmış grafestezi doğruluğu ^[78], hafif dokunma ve sivri-künt uyarıların lokalizasyonunda deneyimlenen zorluk ^[110] ve vibrasyon hissindeki kayıp ^[111] ağrının taktil fonksiyonu etkilediğini göstermektedir. Görsel geri bildirim ile desteklenmiş standart tedavi ve 2ND eğitimi alan KBAlı bireylerde, algılanan ağrı şiddeti ve 2ND değerlerinde anlamlı iyileşmeler saptanmıştır ^[112]. Bagg ve diğ. ^[113] yüksek kaliteli randomize kontrollü çalışmalarında, KBAlı bireylerde bel bölgesine uygulanan taktil lokalizasyon eğitiminin, tedavi sonuçlarını iyileştirdiği sonucuna varmıştır ^[114].

Taktil doğruluk ile bel bölgesine ait motor kontrol güçlü bir ilişki olduğu bildirilmektedir ^[115]. Bu bilgiler, motor ve taktil doğruluk eğitiminin bel ağrılı bireylerde tedavi sonuçlarını iyileştirebileceğini göstermektedir ^[104].

2.10. KRONİK BEL AĞRISINDA DUYU DİSKRİMİNASYON EĞİTİMİ

Bir çeşit taktil doğruluk eğitimi olan DDE'nin KBA'lı hastalarda ağrı ve fonksiyonu iyileştirdiği görülmüştür. Özellikle kinezyofobisi ve ağrılı bölgede duyuusal yetersizliği olan hastaların DDE'den daha fazla fayda görebileceği vurgulanmıştır ^[14]. Yapılan bir sistematik derlemede; DDE, ağrılı alanın görselleştirilmesi veya MKE gibi çeşitli duyuusal geri bildirim dayalı yaklaşımlar ve bunların KBA'da ağrı ve fonksiyon üzerine etkileri incelenmiştir. Derleme sonucunda, kombine sensorimotor tedavi sonuçlarının KBA için ümit verici olduğu belirtilmiştir ^[116]. Literatürde bel ağrısında DDE için, dokunma lokalizasyonu ve grafestezi eğitimine ^[117] ek olarak farklı metodolojiler kullanılmıştır. Barker ve diğ. ^[118], bel ağrısında duyu diskriminasyonu amacıyla vibrasyon lokalizasyonu için geliştirdikleri FairMed cihazı ile TENS'in etkinliğini karşılaştırmıştır. Hafta iki gün üç hafta boyunca yarım saatlik uygulama sonucunda, ağrı ve özür düzeyi açısından FairMed cihazının, TENS ile benzer etkiler sağladığı tespit edilmiştir. Akupunktur, KBA tedavisinde yaygın olarak kullanılan bir tedavi yöntemi olmasına rağmen sham tedavi ile karşılaştırıldığında tedavi sonuçları açısından fark bulunmadığına dair güçlü kanıtlar mevcuttur. Wand ve diğ. ^[119], KBA'lı hastalar üzerinde akupunktur iğnelerini duyu diskriminasyonu aracı olarak bir seans uygulamış, tedavi sonrasında sham gruba göre ağrı şiddetinde anlamlı azalma elde etmişlerdir. Morone ve diğ. ^[120], 10 seans bel okulu programına dahil olan bir grup hasta ile farklı duyuusal özelliklere sahip konilerin üzerinde egzersiz gerçekleştiren (perseptif rehabilitasyon) bir grup hastayı tedavi bitiminde ve tedavi sonrası dönemde karşılaştırmıştır. Ağrı şiddetinde iki grupta da anlamlı iyileşme görülürken, egzersizlere duyuusal stimülasyonun eşlik ettiği perseptif rehabilitasyon grubunda bu etkinin daha erken açığa çıktığı gözlemlenmiştir. Benzer yöntemi kullanan diğer çalışmalarda da perseptif rehabilitasyonun KBA'da ağrı ve fonksiyon üzerinde olumlu etkilerinin olabileceği vurgulanmıştır ^[121,122].

DDE'nin tedavi sonuçlarına etkisi ümit verici olsa da kanıtların yetersizliği nedeniyle güncel durumda önerilen tedaviler arasında yer almamaktadır ^[14,92,123]. DDE için standartlaştırılmış bir yaklaşımın oluşturulması için büyük ve güçlü bir örnekleme sahip randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç vardır.

3. YÖNTEM

3.1. KATILIMCILAR

Randomize kontrollü çalışma olarak planlanmış olan çalışmamız, Kasım 2022-Nisan 2024 tarihleri arasında İstanbul Beylikdüzü Devlet Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği'nden yönlendirilen nonspesifik KBA tanısı alan hastalar ile İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü Tedavi Edici Egzersiz Laboratuvarı'nda gerçekleştirildi. Dahil etme kriterlerine uygun gönüllü katılımcılardan, çalışmamızın amacı ve değerlendirme yöntemleri açıklandıktan sonra İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından belirlenen standartlara uygun olarak hazırlanan "Bilgilendirilmiş Onam Formu" ve "Gönüllü Olur Formu" ile yazılı onamları alındı. Bu çalışma, Helsinki Deklarasyonu'na uygun olarak yürütüldü. İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 03.11.2021 tarihli toplantısında görüşülerek 2021/77 sayılı karar ile etik açıdan uygun bulundu. Bu çalışma, ClinicalTrials.gov klinik araştırmalar veri tabanına prospektif olarak kaydedildi (NCT05169918).

Bu doktora tez çalışması, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'nun (TÜBİTAK) 122S036 numaralı projesi ile desteklendi.

3.1.1. Dahil Etme Kriterleri

- 30 – 60 yaş arasında olmak
- Ağrı şikayetinin 3 aydan uzun sürmesi
- Ağrı şiddetinin 10 üzerinden 4'ten büyük olması
- Ağrının anatomik yapılarla uyum göstermemesi ve yaygın olması
- Hastanın CSI'den 40 ve üzeri puan alması

3.1.2. Dışlama Kriterleri

- Gebelik veya gebelik ihtimali
- Egzersizde kısıtlamaya neden olabilecek pulmoner veya kardiyovasküler bir hastalık tanısı almak

- Belde açık yaranın olması vb. nedeniyle dokunma hissini algılayamamak
- Santral sisteme etki eden düzenli ilaç kullanımı (dopamin vb.)
- Omurga ile ilişkili operasyon öyküsünün bulunması
- Nörolojik bir yaralanma veya hastalık varlığı
- Beden kütle indeksinin (BKİ) 30 ve daha fazla olması
- Fibromiyalji tanısı almak

3.1.3. Çalışmadan Çıkarılma Kriterleri

- Çalışmayı tamamlamak istememek
- Üst üste 3 seansa katılmamak
- Sonuçları etkileyebilecek akut sağlık problemleri yaşamak
- Hastanın günlük yaşam rutininde değişiklik olması

3.1.4. Örneklem Büyüklüğü Hesaplama

Örneklem büyüklüğü, çalışmamızın primer sonuç ölçümü olan 2ND'ye göre "Power and Sample Size Program" kullanılarak hesaplandı. Hesaplama sırasında delta (popülasyondaki ortalamanın farkı) ve sigma (grup içi değişim ortalamasının standart sapma değeri) değerleri kullanıldı. 2ND için delta değeri 11,741 ^[109]; sigma değeri ise Wälti ve diğ. ^[124]'nin çalışmasındaki güven aralığı ve örneklem büyüklüğü değerleri kullanılarak hesaplanan 8,662 standart sapma değeri alındı. Güven aralığından standart sapma hesaplamasının formülü Şekil 3.1'de gösterildi ^[125]:

$$\text{Standart Sapma} = \sqrt{N} \times \text{Standart Hata}$$

$$\text{Standart Hata} = \frac{(\text{Güven aralığı üst limit} - \text{alt limit})}{2 \times \text{inv}(1 - \text{Güven aralığı}, N-1)}$$

Şekil 3.1: Güven aralığından standart sapma hesaplama.

Her iki grupta 12 katılımcı olmak üzere toplamda 24 katılımcı dahil edildiğinde %90 güce ulaşılabileceği belirlendi. Katılımcıların tedaviden çıkarılma veya düşme ihtimalinin %20 ^[124] olduğu düşünülerek araştırmaya toplam 30 katılımcı dahil edilmesi planlandı.

3.1.5. Randomizasyon

Dahil etme kriterlerine uygunlukları belirlenen hastalar, randomize olarak iki gruba dahil edildi. 1 ile 30 arasındaki katılımcı numaraları, “Research Randomiser” programı (<https://www.randomizer.org>) ile randomize olarak sıralandıktan sonra “Grup I” veya Grup II” ile randomize olarak eşleştirildi. Katılımcı numarası ve grup eşleştirmesi üzerinde yazılı olan kağıtlar (örneğin, 14-Grup I vb.), opak bir zarfın içine konulduktan sonra katılımcılardan bir kağıt seçmesi istendi. Katılımcılar seçtikleri kağıtlara göre Grup I (n=12) veya Grup II (n=15)’ye dahil edildi.

3.2. DEĞERLENDİRMELER

Katılımcıların sosyodemografik verileri (yaş, cinsiyet, boy, kilo, eğitim durumu) sorgulandıktan sonra yazı yazarken kullandıkları el, dominant el olarak kaydedildi. Ek olarak, bel ağrısı şikayetlerinin durasyonu ve ağrı kesici kullanımları not edildi. Katılımcıların kortikal reorganizasyon ile ilişkili parametrelerinden 2ND esteziometre ile; dokunma lokalizasyonu Noktadan Noktaya Testi (Point-to-Point-PTP) ile; proprioepsiyon repozisyon hatası ile; motor kontrol yeteneği ise LPMK Testi ile değerlendirildi. Katılımcıların ağrı ile ilişkili parametrelerinden bel ağrısının şiddeti; istirahat, aktivitede ve gece olmak üzere üç koşul için Numerik Ağrı Derecelendirme Skalası (Numeric Pain Rating Scale-NPRS) ile sorgulandı. PPT ölçümleri bel bölgesindeki en ağrılı nokta, ağrının en az olduğu nokta ve dominant el bileği üzerinden yapıldı. SS’ye işaret eden semptomları taramak amacıyla CSI; ağrı deneyimiyle ilgili abartılı negatif tutum düzeyini değerlendirmek amacıyla PCS uygulandı. Katılımcıların disabilite düzeyleri Oswestry Bel Ağrısı Ölçeği (Oswestry Disability Index-ODI) ile; kinezyofobi düzeyleri FABQ ile; yaşam kaliteleri ise Kısa Form-12 Yaşam Kalitesi Ölçeği (SF-12) ile değerlendirildi.

Katılımcıların ilk değerlendirmeleri 10 haftalık tedavi programının başlangıcında yapıldı. Katılımcıların ikinci değerlendirmeleri tedavi programının başlangıcından 6 hafta (12 seans) sonra gerçekleşti. İkinci değerlendirmeyi takiben devam eden 4 haftalık (8 seans) tedavi programının sonunda katılımcıların son değerlendirmeleri yapıldı. Katılımcıların tedaviden memnuniyetleri Global Değişim Ölçeği (Global Rating of Change-GRC) kullanılarak 6. ve 10. haftalarda değerlendirildi.

3.2.1. Kortikal Reorganizasyon ile İlişkili Parametrelerin Değerlendirmesi

3.2.1.1. İki Nokta Diskriminasyonu

2ND, taktil doğruluğu değerlendirmek için güvenilir bir ölçümdür [126]. Ek olarak, kronik ağrı durumunda meydana gelen kortikal reorganizasyonun klinik bulgusu olarak çalışmalarda kullanılmaktadır [79]. Esteziometre (Baseline®, White Plains, NY, USA) ile yapılan 2ND ölçümü, katılımcı pron pozisyonda yatarken L4 seviyesinde horizontal ve vertikal olmak üzere bilateral yapıldı. Esteziometrenin uçları arasındaki mesafe 5 ile 100 milimetre (mm) arasında değişmekte olup ölçüme maksimum açıklıkta başlandı. Her doğru tahmin için mesafe 10 mm azaltılıp her yanlış tahmin için ise 5 mm artırıldı. Bu işlem azalan ve artan düzende üç kez tekrarlandı. Katılımcının iki ayrı noktayı ayırt edebildiği uçlar arasındaki en küçük mesafenin ortalaması santimetre (cm) olarak kaydedildi. 2ND ölçümleri sırasında katılımcının esteziometreyi görmemesine dikkat edildi. Bu ölçüm protokolü, Meier ve diğ. [127]'nin çalışmasından alındı.



Şekil 3.2: İki nokta diskriminasyonu değerlendirilmesi.

3.2.1.2. Dokunma Lokalizasyonu

KBAlı bireylerde bozulduğu gösterilmiş olan [110] dokunma lokalizasyonu yeteneğinin değerlendirilmesi için bu çalışmada PTP testi kullanıldı. Değerlendirme için katılımcıdan test edilen vücut tarafının ipsilateralindeki (sırtın sağ tarafı test edilmişse sağ el) elinde T12 seviyesinde yüzeye dik bir kalem tutması istendi. Önceden belirlenmiş lokalizasyonlardan birine bir kalemin küt ucu ile deri hafif beyazlayana dokunuldu ve katılımcıya “Dokunduğum noktaya olabildiğince doğru bir şekilde dokunmak için kaleminizi kullanın. Kaydırmayın, kalemi kaldırın.” talimatı verildi. L3 seviyesinde 5 cm aralıklarla önceden işaretlenmiş noktalar (orta nokta-L3 spinöz çıkıntı üzeri, sağ taraf birinci nokta-Sağ1, sağ taraf ikinci nokta-Sağ2, sol taraf birinci nokta-Sol1, sol taraf ikinci nokta-Sol2) ile katılımcı tarafından gösterilen noktalar arasındaki mesafe esteziometre (Baseline®, White Plains, NY, USA) ile ölçülerek cm cinsinden

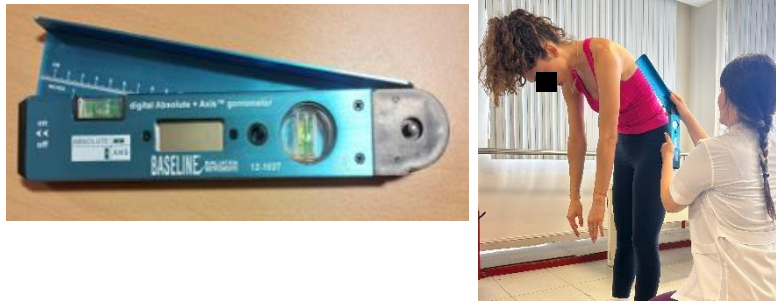
kaydedildi. Ölçüm, belirlenmiş olan beş nokta üzerinde rastgele sıra ile ve üç defa tekrarlandı. PTP testinin, güvenilirliği önceki bir çalışmada gösterilmiştir [128].



Şekil 3.3: Dokunma lokalizasyonu ölçümü.

3.2.1.3. Proprioepsiyon

Katılımcıların bel bölgesine ait proprioepsiyon duygusu repozisyon hatası ile değerlendirildi [129]. KBAlı bireylerde repozisyon hatasının güvenilir şekilde ölçülemeyeceği bildirilmiş olsa da literatürde proprioepsiyonu değerlendirmek için kullanılmaktadır [130]. Katılımcılardan gözleri açık bir şekilde nötral pozisyondan başlayarak gerçekleştirdikleri 45° lumbal fleksiyonu gözleri kapalı şekilde tekrar etmeleri istendi. Hedef pozisyon ile ölçülen hareket arasındaki açı farkı derece cinsinden kaydedildi. Test, alt ekstremitelerden gelen proprioseptif bilgiyi en aza indirmek için pelvis ve alt ekstremiteler hareketsiz ve nötral pozisyonda ayakta iken yapıldı. Test öncesinde, ulaşılabilir lumbal hareket açıklığını belirlemek için her katılımcıdan mümkün olan derecede fleksiyon ve ekstansiyon istendi.



Şekil 3.4.: Repozişyon hatası ölçümü.

Katılımcılardan gözleri açıkken araştırmacının eşzamanlı olarak dijital gonyometre (Baseline®, White Plains, NY, USA) ile takip ettiği 45° lumbal fleksiyon istendi. Katılımcıya bu pozisyonu gözleri kapalı olarak tekrar etmesi isteneceği ve bu pozisyona 10 saniye boyunca odaklanması gerektiği hatırlatıldı. Sürenin sonunda nötral pozisyona geri dönen katılımcılar, hedef pozisyona gözleri kapalı bir şekilde yeniden ulaşmaya çalıştı. Dijital gonyometre ile takip edilen hareketin katılımcı tarafından belirtilen son noktadaki açısı derece cinsinden ölçüldü.

Her deneme, 30 saniyelik bir dinlenme süresi ile rastgele bir şekilde üç kez tekrarlandı. Toplam değerlerin ortalaması sonuç ölçümü olarak kullanıldı. Katılımcılara testten önce bir kez deneme izni verildi.

3.2.1.4. Lumbopelvik Motor Kontrol

Katılımcıların LPMK performansı, Jung ve diğ. ^[131] tarafından tanımlanan test ile değerlendirildi. Katılımcılar teste, supin pozisyonda kalça ve diz eklemleri 90° fleksiyondayken başladı. Katılımcılardan destekleyici bir yüzeye dokunmadan abdominal basıncı koruyarak ipsilateral kalça ve diz ekstansiyonu istendi. Abdominal basınç, basınçlı biyolojik geri besleme ünitesi olan Stabilizer (Chattanooga Group Inc., Tennessee, USA) ile takip edildi. Kalça ve diz eklemleri 90° fleksiyondayken L1 ve S1 arasına yerleştirilen cihazdaki basınç 40 mmHg'ye ayarlandı. Abdominal drawing-in manevrası ile 50 mmHg'ye çıkarılan basınç değerini, kalça ekstansiyonu sırasında kaybettiği ilk açı hareket sensörü (K-Force Sense, KINVENT, Orsay, France) ile ölçüldü. Test, bilateral olarak 3 dakikalık dinlenme süresi ile üçer defa tekrarlandı.



Şekil 3.5: Lumbopelvik motor kontrol ölçümü.

3.2.2. Ağrı ile İlişkili Parametrelerin Değerlendirmesi

3.2.2.1. Ağrı Şiddeti

Katılımcıların istirahat, aktivite ve gece deneyimledikleri ağrının şiddeti NPRS ile değerlendirildi. Katılımcılara, “0”ın ağrının olmaması durumunu; “10”un da yaşadıkları en şiddetli ağrıyı ifade ettiği anlatıldı. Buna göre deneyimledikleri ağrının şiddetini ifade eden 0 ile 10 arasında bir rakam söylemesi istendi. NPRS, klinikte ağrı şiddetini ölçmek için sık kullanılan 11 puanlı, basit, güvenilir ve kısa sürede uygulanabilen bir ölçektir. Ağrıyı azaltan farmakolojik ve nonfarmakolojik tedavilerin değerlendirilmesinde oldukça güvenilir olmasının yanında bel ağrısında kullanılması gereken temel sonuç ölçümleri arasındadır ^[132].



Şekil 3.6: Numerik ağrı derecelendirme skalası.

3.2.2.2. Ağrı Basınç Eşiği

Katılımcıların PPT ölçümü, dijital algometre (Commander Algometer, J-Tech Medical Industries, Salt Lake City, USA) kullanılarak yapıldı. PPT ölçümü, lumbal bölgede en ağrılı nokta üzerinden yapıldı. Ek olarak, yaygın hiperaljeziyi değerlendirmek amacıyla dominant elin proksimal transvers arkın orta noktasından ölçüm yapıldı^[133]. Ölçümler sırasında 1 cm²'lik başlık ile her saniye basınç şiddetinde sabit bir hız ile artış yapıldı. Değerlendirmeler arasında en az 60 saniye dinlenme süresi olacak şekilde her nokta için uygulanan üç testin ortalaması alınarak “libre” cinsinden kaydedildi. PPT ölçümünün bel ağrılı bireylerde güvenilirliği gösterilmiştir^[134].



Şekil 3.7: Ağrı basınç eşiği ölçümü.

3.2.2.3. Santral Sensitizasyon

Katılımcıların SS'ye ait klinik semptomlarını değerlendirmek amacıyla için 0 (hiçbir zaman) ile 4 (her zaman) arasında puanlanan ve 25 maddeden oluşan CSI kullanıldı^[135]. Envanterden alınabilecek puanlar 0 ile 100 arasındadır. Toplam puanın artması, semptom derecelerinin de arttığını ifade eder. 40 üzerinde alınan puanın, SS'nin varlığını tespit edebildiği gösterilmiştir^[136]. Envanterin, Türkçe geçerlik ve güvenilirlik çalışması yapılmıştır^[137]. CSI skoru araştırmaya dahil etme kriterlerinde bulunmasının yanı sıra araştırma sürecindeki değişimi de takip edildi.

3.2.2.4. Felaketleştirme

Katılımcıların ağrı deneyimiyle ilgili abartılı negatif tutum düzeyleri PCS ile değerlendirildi^[138]. PCS, 13 maddeden oluşan Likert tipi bir öz-değerlendirme ölçeğidir. Her madde 0–4 puan arasında değerlendirilir. Toplam puan, 0 ile 52 arasında değişmektedir. Yüksek ilçpuanlar, felaketleştirme düzeyinin yüksek olduğunu gösterir. Türkçe geçerlik ve güvenilirlik çalışması İlçin ve diğ.^[139] tarafından yapılmıştır.

3.2.3. Aktivite ve Katılım ile İlişkili Parametrelerin Değerlendirmesi

3.2.3.1. Fonksiyonel Durum

Katılımcıların günlük yaşam aktiviteleri sırasındaki bel ağrısıyla ilişkili disabilite düzeyi ODI ile değerlendirildi ^[140]. ODI, bel ağrılı bireylerde kullanılan temel sonuç ölçümleri arasındadır ^[132]. Ağrı şiddeti, kişisel bakım, ağır kaldırma, yürüme, oturma, ayakta durma, uyuma, cinsel yaşam, sosyal yaşam ve seyahat sırasında deneyimlenen kısıtlılık düzeyi 0 ile 5 puan arasında derecelendirilir. Toplam puan artması, disabilite düzeyinin arttığını ifade eder. Anketin, Türk toplumunda geçerlik ve güvenilirliği gösterilmiştir ^[141].

3.2.3.2. Kinezyofobi

Katılımcıların bel ağrısıyla ilişkili korku-kaçınma inanışları düzeyi FABQ ile değerlendirildi. FABQ, 16 madde ve 2 bölümden oluşmaktadır. Anketin ilk bölümü fiziksel aktivitelere yönelik tutumu (Korku-Kaçınma İnanışları Anketi-Fiziksel Aktivite-FABQ-PA) ve ikinci kısım ise işle ilgili tutumu (Korku-Kaçınma İnanışları Anketi-İş-FABQ-W) 7'li Likert tipi bir ölçek ile değerlendirir. FABQ-PA'dan alınabilecek puan 0-24; FABQ-W'den alınabilecek puan 0-36 arasındadır ^[142]. FABQ'nun Türkçe versiyonunun geçerlik ve güvenilirlik çalışması yapılmıştır ^[143]. Bu çalışmada yalnızca FABQ-PA bölümü kullanıldı.

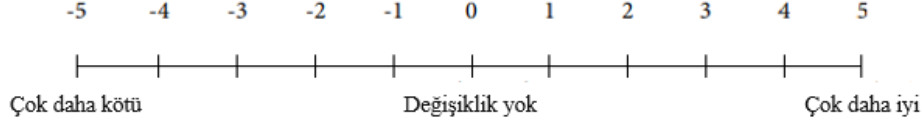
3.2.3.3. Yaşam Kalitesi

Katılımcıların sağlıkla ilişkili yaşam kalitesi SF-12 kullanılarak değerlendirildi. SF-12; 12 maddeli ve çok amaçlı bir ankettir. Genel sağlık durumunu bildiren 8 alanı (fiziksel işlevsellik, fiziksel rol, beden ağrısı, genel sağlık, enerji, sosyal işlevsellik, duygusal rol ve mental sağlık) fiziksel ve mental olmak üzere iki komponentte özetleyerek puanlar ^[144]. Fiziksel ve mental komponentlerden alınacak puanlar 0 ile 100 arasında değişmekte olup, yüksek puan daha iyi sağlığı temsil etmektedir. Fiziksel komponentteki 3,29'luk ve mental komponentteki 3,77'lik bir değişimin akut ve kronik bel ağrılı hastalarda klinik olarak anlamlı olduğu bildirilmiştir ^[145]. Anketin Türkçe versiyonunun geçerlik ve güvenilirlik çalışması yapılmıştır ^[146].

3.2.4. Hasta Memnuniyeti Değerlendirmesi

Katılımcıların algılanan değişimlerinden memnuniyetleri GRC ile değerlendirildi. GRC, özellikle kronik ağrılı kas iskelet sistemi hastalıklarının tedavisinde iyileşen veya kötüleşen prognozun takibi için önerilen temel sonuç ölçümleri arasında yer alır ^[147]. Literatürde farklı ölçeklendirme örnekleri bulunan GRC'nin 11 puan ile ölçeklendirilmiş versiyonunun kullanılması önerilmektedir ^[148]. Tedavinin 6. ve 10. haftalarında, katılımcılardan

başlangıca göre karşılaştırdıklarında son günlerdeki durumlarını çok daha kötü (-5) ile çok daha iyi (+5) arasında değişen 11 puanlı GRC üzerinden işaretlemeleri istendi.



Şekil 3.8: Global değişim ölçeği.

3.3. MÜDAHALE PROTOKOLÜ

Randomizasyon ile gruplara atanan katılımcılara, ilk değerlendirmeleri sonrasında postür eğitimi verildi. Katılımcılar beş dakikalık ısınma egzersizlerinden sonra zorluğu hastanın fonksiyonel durumlarına uygun şekilde progrese edilen beş adet motor kontrol egzersizi gerçekleştirdi. Soğuma egzersizleri ile Motor Kontrol Eğitim (MKE) seansı tamamlandı. Grup I'deki katılımcılar için her seans yaklaşık olarak 35 dakikada tamamlanırken Grup II'deki katılımcılara, ek olarak 10 dakika DDE uygulandı. İki grup için de seanslar haftada iki gün olmak üzere 10 haftada tamamlandı.

3.3.1. Motor Kontrol Eğitimi

Lumbal omurganın statik ve dinamik motor kontrolündeki kayıp, ağrıya ve yaralanmaya neden olabilmektedir. Benzer şekilde, ağrı ve yaralanma durumunda lumbal omurganın motor kontrolünde kayıplar meydana gelmektedir ^[149]. KBA'da yürüme ve ekstremiteler hareketleri sırasında lumbal *Multifidus* ve *Transversus abdominis* aktivasyonunun geciktiği veya azaldığı ve *Transversus abdominis* fizyolojik tonik aktivasyonunun kaybolduğu birçok çalışmada gösterilmiştir ^[82,83]. Bu çalışmada; doğru kas aktivasyonu, postüral dizilim ve hareket ile birlikte omurganın ve pelvisin optimal kontrolünü kazanmak amacıyla MKE verildi.

Katılımcılar; supin yatış, pron yatış, köprü kurma, emekleme ve egzersiz topu üzerinde olmak üzere beş pozisyonda başlayan ve Hodges ve diğ. ^[149]'nin prensiplerine göre progrese olan motor kontrol egzersizleri gerçekleştirdi. MKE protokolü Tablo 3.1'de sunuldu. Egzersizler araştırmacı fizyoterapist eşliğinde, bireysel fonksiyonel yetersizlikler göz önünde bulundurularak gerçekleştirildi. Ek olarak, nefes kontrolü ve denge gibi gövde kaslarının çok fonksiyonlu özelliklerine ve hareket hissine odaklanıldı. Fazlarına göre egzersiz örnekleri Şekil 3.9-10'da verildi. MKE egzersiz programı ek olarak sunuldu (EK VIII).

Tablo 3.1: Motor Kontrol Eğitimi Protokolü^[150].

POSTÜR EĞİTİMİ	
Amaç	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lumbopelvik yük dağılımını optimize etmek ▪ Solunum paternini optimize etmek ▪ Pelvik taban kaslarının kontrolünü optimize etmek
<p>Katılımcılara;</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ağrıyı rahatlatan, asimetrielerin olmadığı, yüzeysel/global kasların aşırı aktif olmadığı ve derin/lokal kasların aktif olduğu “ideal” postür öğretildi. ▪ Belirlenen postürün gün içerisinde sık tekrarlanarak öğrenilmesi önerildi. ▪ Uzun süre aynı postürün (ideal postür de dahil) sürdürülmemesi gerektiği ve günlük aktiviteler sırasında farklı postürlerin kullanılabilceği belirtildi. 	
FAZ I: DOĞRU KAS AKTİVASYONU VE HAREKET PATERNLERİNİN ÖĞRETİLMESİ	
Amaç	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Omurga postürünü koruyan kasların enduransını artırmak ▪ Dokuların aşırı yüklenmesinden kaynaklanan kas aktivasyonunu azaltmak ▪ İdeal postürü ve hareket paternini engelleyen kas aktivasyonunun önüne geçmek ▪ Kas aktivasyon stratejilerinde çeşitlilik kazanarak yükün paylaşılmasını sağlamak ▪ Öğrenilmiş kas aktivasyonlarının postür ve hareketler sırasına fonksiyonel kullanımını sağlamak
TrA aktivasyonu	
<p>Katılımcılara; TrA aktivasyonu pron ve supin yatış pozisyonunda abdominal drawing-in manevrası ile Stabilizer kullanılarak öğretildi.</p> <p>Supin yatış pozisyonunda: Stabilizer, katılımcı çengel pozisyonunda yatarken L1-S1 seviyesinde lumbal bölgenin altına horizontal olarak yerleştirildi. Abdominal drawing-in manevrası için araştırmacı baş parmakları ile bilateral spina iliaca anterior superiorları palpe ederken katılımcıya “Alt karnınızı düzleştirerek parmaklarımı yukarı doğru hareket ettirin.” talimatı verildi. Cihazdaki basınç 40 mmHg’ye ayarlandı. Katılımcıdan, abdominal drawing-in manevrası ile cihazdaki okunan değeri 50 mmHg’ye getirmesi istendi.</p>	
<p>Pron yatış pozisyonunda: Stabilizer, distal kenarı spina iliaca anterior superior hizasında olacak şekilde abdominal bölgenin altına yerleştirildi. Cihazdaki basınç 70 mmHg’ye ayarlandı. Katılımcıdan, supin yatışta öğrendiği abdominal drawing-in manevrası ile cihazdaki okunan değeri 60 mmHg’ye getirmesi istendi.</p>	
FAZ II’YE GEÇİŞ KRİTERİ	
<p>Pron ve supin yatış pozisyonunda TrA ve multifidus kası aktivasyonunu; normal inspirasyon ve ekspirasyonu devam ettiren 10 saniye boyunca koruyabilen ve bunu 10 tekrarlı yapabilen katılımcılar ile Faz II’ye geçildi.</p>	



TrA: Transversus abdominis

Tablo 3.1: Motor Kontrol Eğitimi Protokolü (Devamı) ^[150].

FAZ II: STATİK VE DİNAMİK PROGRESYON	
Amaç:	Lumbopelvik dizilimin statik ve dinamik kontrolünü geliştirmek Dizilimin kontrolü bozulmadan önceki yüklenme eşiğini artırmak Yüklenme toleransındaki asimetrisi düzeltmek
Egzersizler sırasında; kuvvet kolu ve yük miktarı, pozisyon (destekli/desteksiz), hareket hızı, stabilite ve solunum kontrolü katılımcıların performansına göre ayarlandı ve progrese edildi.	
PROGRESYON KRİTERİ	
Egzersizler; <ul style="list-style-type: none"> ▪ 10 saniye boyunca, ▪ Yavaş ve akıcı, ▪ Yüzeysel/global kasların kompensasyonu olmadan, ▪ Simetrik, ▪ Normal solunum ile birlikte 10 tekrar gerçekleştirilebildiğinde progrese edildi. 	

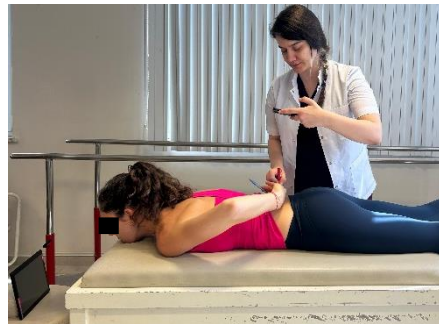
**Şekil 3.9: Statik progresyon örnekleri.****Şekil 3.10: Dinamik progresyon örnekleri.**

3.3.2. Duyu Diskriminasyon Eğitimi

DDE, hasta tarafından uyarının lokalizasyonunu ve tipinin belirlenmesini içeren taktil diskriminasyon ve sensorimotor eğitimden oluşmaktadır ^[14]. Bu çalışmada, önceki bir çalışmadan ^[108] alınan duyuusal eğitim programı, DDE kapsamında uygulandı. Temel olarak dokunma lokalizasyonu ve grafestezi eğitimini içeren DDE'nin zorluk seviyesi farklı yöntemler ile progrese edildi. Eğitim sırasında duyuusal uyarılar tükenmez bir kalemin künt ucu (küçük prob) ve mantar tıpa (büyük prob) ile verildi. DDE, beş aşamadan oluşmakta ve her aşama iki hafta sürmektedir. Katılımcılar, %90 doğrulukta yanıtlar vermeye başladıkça sonraki aşamaya geçildi. İki hafta içerisinde bu doğruluk oranı yakalanmadığında o aşama bir hafta uzatıldı. DDE'nin içeriği Tablo 3.2'de sunulmuştur.

Tablo 3.2: Duyu Diskriminasyon Eğitimi Protokolü ^[108].

Aşamalar	Eğitim Türü	Açıklama	Progresyon
1. Aşama	Dokunma lokalizasyonu	Uyarının bölgesini belirleme	- İlk hafta görsel geribildirim ile - İkinci hafta görsel geribildirim olmadan
2. Aşama	Dokunma lokalizasyonu ve uyarının tipi	Uyarının bölgesini belirleme	- Kullanılan probun büyüklüğünü belirleme - Yeni noktalar eklemek
3. Aşama	Grafestezi	Harfleri tanıma	- Boyut - Oryantasyon - Çizim hızı
4. Aşama	Grafestezi	3 harfi tanıma	- Oryantasyon - Çizim hızı - Üst üste çizilen harflerle
5. Aşama	Grafestezi	Basit toplama işlemi	- Oryantasyon ile - Çizim hızı ile - Üst üste çizilen harfler ile



Şekil 3.11: Görsel geribildirim ile dokunma lokalizasyonu.

3.4. İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Araştırma verilerinin istatistiksel analizi için Sosyal Bilimler İçin İstatistik Programı Versiyon 25.0 (Statistical Package for Social Sciences 25.0-SPSS 25.0) (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) kullanıldı. Elde edilen veriler kategorik değişken ise yüzde ile, sürekli değişken ise “ortalama (standart sapma)” ile verildi. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk Testi ile incelendi. Normal dağılıma uygunluğu gösterilen veriler parametrik testler kullanılarak analiz edildi. Gruplara ait kategorik verilerin yüzde değerlerini karşılaştırmada “Ki-kare Testi” veya “Fischer Exact Ki-kare Testi” kullanıldı. Gruplara ait parametrik olmayan sürekli değişkenleri karşılaştırmada “Mann Whitney U Testi”, parametrik sürekli değişkenleri karşılaştırmada ise “Independent Sample T Testi” kullanıldı. Grup içi değerlendirmede “Paired Sample T Testi” kullanıldı. Bağımlı değişkenlerin zamana bağlı gruplar arası karşılaştırması tekrarlı ölçümlerde varyans analizi (repeated measures analysis of the variance-rANOVA) ile değerlendirildi. Bu analizde tekrarlanan faktör olarak zaman (tedavi öncesi, 6. hafta ve 10. hafta) alınarak; grup x zaman etkileşimi rANOVA kullanılarak yapıldı. Tüm analizler için anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak alındı.

Etki büyüklüğü, ortalamalar arasındaki farkın büyüklüğünü ifade eder. Bu çalışmada etki büyüklüğü, sonuç ölçümlerinin tedavi öncesi ve 10 haftanın sonundaki ortalama farklarının büyüklüğünü iki grup arasında karşılaştırmak için kullanıldı. Gruplar içi değişimlerin etki büyüklüğü Kazis ve diğ. ^[151] nin açıkladığı şekilde: “ölçümler arasındaki fark” / “ilk ölçümün standart sapma değeri” hesaplaması formülü kullanılarak hesaplandı. Etki büyüklüğü; 0,20 ile 0,50 arasında ise “küçük”, 0,51 ile 0,80 arasında ise “orta”, 0,81 ve üzerinde ise “büyük” olarak sınıflandırıldı.

4. BULGULAR

Randomize kontrollü çalışma olarak planlanan çalışmamız için toplamda 47 bel ağrılı hastanın dahil etme kriterlerine uygunluğu değerlendirildi. Değerlendirilen hastalardan yedisi haftada iki gün 10 haftalık bir tedavi programına düzenli olarak katılamayacağını belirtti. Bir hasta 30'dan yüksek BKİ; iki hasta 40'tan düşük CSI puanı; bir hasta 30'dan küçük yaş; beş hasta eşlik eden sağlık problemleri; bir hasta da katılım sağlamak istemediği için çalışmaya dahil edilmedi. Dahil edilen 30 katılımcıdan biri şehir değişikliği, ikisi ise özel sebeplerden dolayı araştırmadan ayrıldı. Bu çalışma, toplamda 27 hastaya (Grup I (n=12); Grup II (n=15)) ait verilerin analizi ile tamamlandı (Şekil 4.1: Çalışmanın akış diyagramı).

Çalışma boyunca iki grupta da egzersizlere bağlı gecikmiş kas ağrısı dışında herhangi bir yan etki rapor edilmedi.

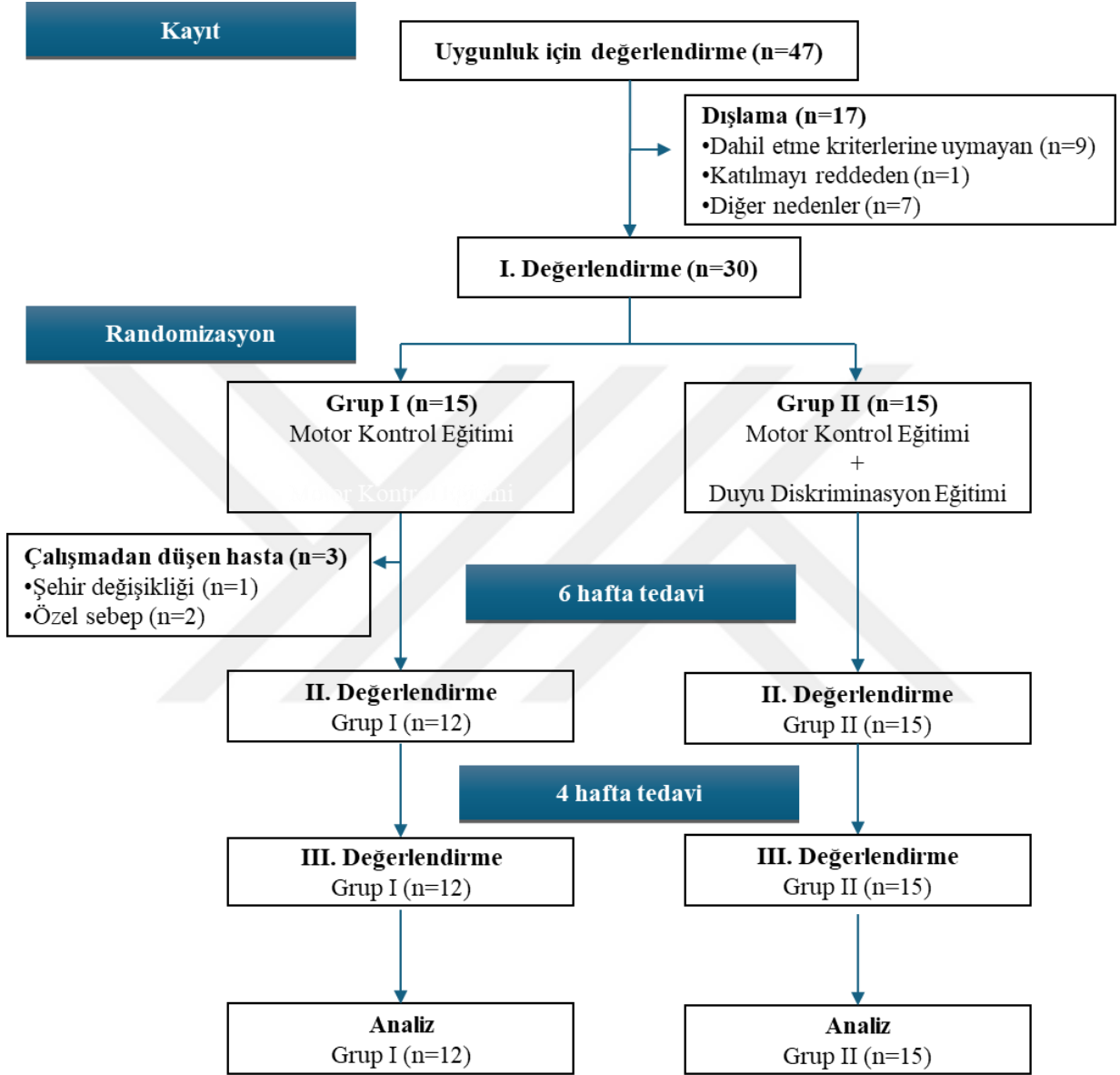
4.1. GRUPLARIN SOSYODEMOGRAFİK VE KLİNİK ÖZELLİKLERİNİN TEDAVİ ÖNCESİ KARŞILAŞTIRILMASI

Grupların sosyodemografik (yaş, cinsiyet, BKİ, eğitim süresi) ve klinik özellikleri (dominant taraf el, ağrı süresi ve ağrı kesici kullanımları) Tablo 1'de sunulmuştur. Gruplar arasında tedavi öncesi sosyodemografik ve klinik özellikleri açısından anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0,05$).

Tablo 4.1: Grupların sosyodemografik ve klinik özelliklerinin tedavi öncesi karşılaştırılması.

		Grup I (n=12)	Grup II (n=15)	p
Yaş (yıl)	Ort (SS)	46,50 (27,5)	37,33 (1,60)	0,11*
Cinsiyet	n (%)			0,65***
<i>Kadın</i>		10 (83,33)	14 (93,33)	
<i>Erkek</i>		2 (16,33)	1 (6,33)	
BKI (kg/m²)	Ort (SS)	25,38 (0,92)	25,62 (0,75)	0,84**
Dominant taraf (el)	n (%)			0,400****
<i>L</i>		2 (16,66)	0 (0,0)	
<i>R</i>		10 (83,33)	15 (100,0)	
Eğitim süresi (yıl)	Ort (SS)	12,20 (1,80)	10,13 (1,13)	0,31**
Çalışma durumu	n (%)			
<i>Çalışıyor</i>		6 (50,0)	8 (53,3)	0,74***
<i>Çalışmıyor</i>		6 (50,0)	7 (46,7)	
Ağrı süresi (ay)	Ort (SS)	49,20 (10,03)	37,73 (8,21)	0,25*
Ağrı kesici kullanımı	n (%)			0,40***
<i>Evet</i>		4 (33,33)	7 (46,66)	
<i>Hayır</i>		8 (66,66)	8 (53,33)	

Ort: Ortalama, SD: Standart sapma, kg/m²: kilogram/metrekaare, *: Man Whitney U Testi, **: Independent Sample T Testi, ***: Ki-Kare Testi, ****: Fischer Exact Ki-kare Testi
Anlamlılık düzeyi: p<0,05.



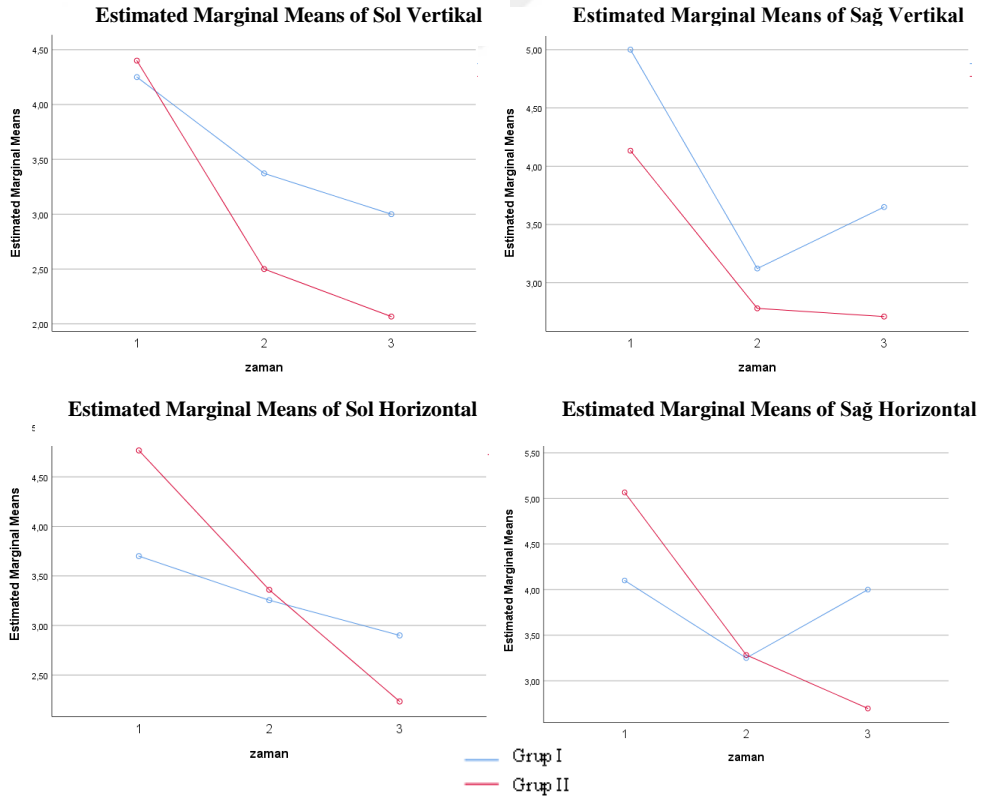
Şekil 4.1: Çalışma akış diyagramı.

4.2. KORTİKAL REORGANİZASYON İLE İLİŞKİLİ PARAMETRELERİN KARŞILAŞTIRILMASI

4.2.1. İki Nokta Diskriminasyonu Sonuçlarının Karşılaştırılması

2ND sonuçlarına ait veriler Şekilde 4.2 ve Tablo 4.2’de sunuldu. Başlangıç değerleri incelendiğinde iki grup 2ND ölçümü açısından benzer bulundu ($p>0,05$). Grup içi karşılaştırmada, tedavinin 6. ve 10. haftasında, her iki grupta da sağ vertikal 2ND ölçümünde anlamlı iyileşme görüldü ($p<0,05$). Diğer 2ND ölçümleri için anlamlı fark yalnızca Grup II’de gözlemlendi ($p<0,05$). Gruplar arası karşılaştırmada, tedavinin 6. haftasında anlamlı bir fark görülmedi ($p>0,05$). Tedavinin 10. haftasında, sağ vertikal ve sağ horizontal 2ND değerleri Grup II’de anlamlı olarak daha düşük bulundu ($p=0,005$ ve $p=0,04$, sırasıyla). Grupların ortalamaları, grup x zaman etkileşimine göre karşılaştırıldığında (rANOVA) tüm 2ND ölçümleri için gruplar arasındaki fark Grup II lehine anlamlı bulundu ($p=0,0001$).

Tedavi sonundaki (10. hafta) 2ND ölçümleri için etki büyüklüklerinin Grup I’de “küçük-orta” iken Grup II’de “büyük” olduğu görüldü.



Şekil 4.2: İki nokta diskriminasyonu sonuçlarının karşılaştırılması.

Tablo 4.2: Grupların iki nokta diskriminasyonu sonuçlarının karşılaştırılması.

Ölçüm zamanları	t0	t1	Grup içi Değişim	t2	Grup içi Değişim	t0-t2	rANOVA	
	Ort (SS)	Ort (SS)	(%95 GA) Ort [Min-Max]	Ort (SS)	(%95 GA) Ort [Min-Max]	Etki Büyüklüğü	F	p2
İki Nokta Diskriminasyonu (cm)								
Sağ Vertikal							560,23	0,0001
Grup I	5,0 (1,79)	3,12 (0,53)	1,87 [0,45-3,29]*	3,65 (0,83)	1,35 [0,10-2,59]*	0,75		
Grup II	4,13 (1,69)	2,78 (0,79)	1,35 [0,42-2,27]*	2,71 (0,68)	1,42 [0,47-2,37]*	0,84		
p1	0,23	0,24		0,005				
Sol Vertikal							317,65	0,0001
Grup I	4,25 (1,94)	3,37 (0,85)	0,87 [-0,42-2,17]	3,00 (1,37)	1,25 [-0,36-2,86]	0,64		
Grup II	4,40 (1,18)	2,50 (1,08)	1,90 [1,10-2,69]*	2,06 (1,03)	2,33 [1,63-3,03]*	1,97		
p1	0,81	0,44		0,06				
Sağ Horizontal							636,37	0,0001
Grup I	4,10 (1,67)	3,25 (0,94)	0,85 [-0,03-1,73]	4,00 (1,29)	0,1 [-1,66-1,86]	0,06		
Grup II	5,06 (0,82)	3,28 (1,10)	1,78 [1,14-2,42]*	2,69 (0,74)	2,37 [1,78-2,95]*	2,89		
p1	0,06	0,93		0,04				
Sol Horizontal							327,262	0,0001
Grup I	3,70 (1,68)	3,25 (0,94)	0,44 [-0,74-1,63]	2,90 (0,89)	0,80 [-0,65-2,25]	0,47		
Grup II	4,76 (1,46)	3,36 (1,03)	1,40 [0,72-2,08]*	2,23 (1,19)	2,53 [1,62-3,44]*	1,73		
p1	0,10	0,79		0,14				

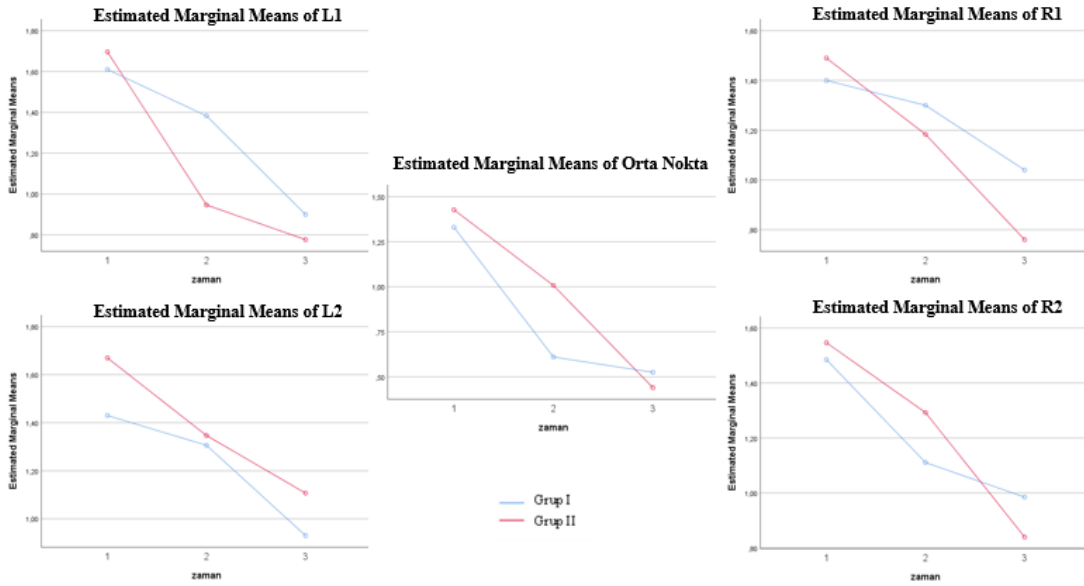
GA: Güven aralığı, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, t0: İlk ölçüm, t1: 6. hafta, t2: 10. hafta, p1: Independent Sample T Testi, p2: Repeated Measures ANOVA

*: Paired Sample T Test p<0,05

4.2.2. Dokunma Lokalizasyonu Sonuçlarının Karşılaştırılması

Dokunma lokalizasyonuna ait veriler Şekil 4.3 ve Tablo 4.3'te sunuldu. Başlangıç değerleri incelendiğinde iki grup dokunma lokalizasyonu duyusu açısından benzer bulundu ($p>0,05$). Tedavinin 6. ve 10. haftasında, her iki grupta da orta noktadaki dokunma lokalizasyonu duyusunda anlamlı iyileşme görüldü ($p<0,05$). Ek olarak, 6. haftanın sonunda Grup I'de Sağ2 noktasında anlamlı bir iyileşme görülürken, Grup II'de Sol1 ve Sol2 noktasında anlamlı bir iyileşme görüldü ($p<0,05$). 10. haftanın sonunda ise, Grup I'de Sağ1, Sağ2 ve Sol1'de anlamlı bir iyileşme görülürken, Grup II'de tüm noktalarda anlamlı bir iyileşme görüldü ($p<0,05$). Gruplar arası sonuçlar, grup x zaman etkileşimine göre karşılaştırıldığında (tANOVA) ise tüm noktalar için gruplar arasındaki fark Grup II lehine anlamlı bulundu ($p=0,0001$).

Tedavi sonundaki (10. hafta) dokunma lokalizasyonu duyusu ölçümleri (Sol2'den yapılan ölçüm hariç) için etki büyüklüklerinin her iki grupta da “büyük” olduğu görüldü. Sol2'den yapılan ölçümler için ise etki büyüklüğünün Grup I'de “orta”, Grup II'de “büyük” olduğu görüldü.



Şekil 4.3: Dokunma lokalizasyonu sonuçlarının karşılaştırılması.

Tablo 4.3: Grupların dokunma lokalizasyonu sonuçlarının karşılaştırılması.

Ölçüm zamanları	t0	t1	Grup içi Değişim (%95 GA) Ort [Min-Max]	t2	Grup içi Değişim (%95 GA) Ort [Min-Max]	t0-t2 Etki Büyüklüğü	rANOVA		
	Ort (SS)	Ort (SS)		Ort (SS)			F	p2	
Dokunma Lokalizasyonu (cm)									
<i>Orta Nokta</i>								159,02	0,0001
Grup I	1,33 (0,79)	0,61 (0,15)	0,72 [0,15-1,28]*	0,52 (0,16)	0,80 [0,18-1,42]*	1,01			
Grup II	1,42 (0,61)	1,00 (0,54)	0,42 [0,11-0,72]*	0,44 (0,25)	0,98 [0,68-1,29]*	1,58			
p1	0,73	0,03		0,35					
<i>Sağ1</i>								532,41	0,0001
Grup I	1,40 (0,29)	1,30 (0,44)	0,1 [-0,24-0,44]	1,04 (0,30)	0,36 [0,04-0,67]*	1,24			
Grup II	1,49 (0,62)	1,18 (0,45)	0,30 [-0,16-0,77]	0,76 (0,52)	0,73 [0,19-1,26]*	1,17			
p1	0,67	0,53		0,14					
<i>Sağ2</i>								265,09	0,0001
Grup I	1,48 (0,38)	1,11 (0,29)	0,37 [0,02-0,72]*	0,98 (0,50)	0,50 [0,27-0,72]*	1,31			
Grup II	1,54 (0,86)	1,29 (0,48)	0,25 [-0,14-0,65]	0,84 (0,33)	0,70 [0,16-1,24]*	1,81			
p1	0,83	0,30		0,39					
<i>Sol1</i>								410,10	0,0001
Grup I	1,61 (0,50)	1,38 (0,15)	0,22 [-0,14-0,60]	0,90 (0,50)	0,71 [0,20-1,21]*	1,42			
Grup II	1,69 (0,73)	0,94 (0,30)	0,75 [0,37-1,12]*	0,77 (0,34)	0,92 [0,46-1,37]*	1,26			
p1	0,74	0,0001		0,49					
<i>Sol2</i>								236,58	0,0001
Grup I	1,43 (0,64)	1,30 (0,60)	0,12 [-0,3-0,59]	0,93 (0,59)	0,50 [-0,04-1,04]	0,78			
Grup II	1,67 (0,57)	1,34 (0,53)	0,32 [0,009-0,63]*	1,10 (0,49)	0,56 [0,15-0,96]*	0,98			
p1	0,34	0,86		0,42					

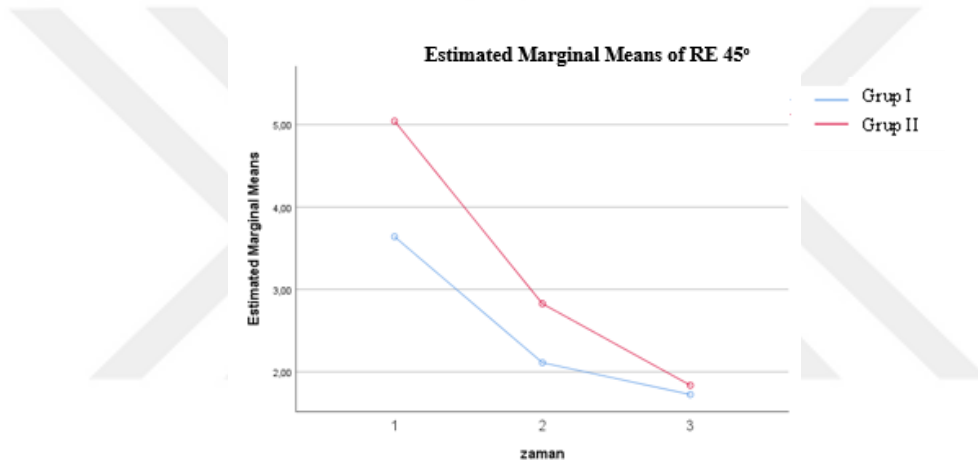
GA: Güven aralığı, Ort: Ortalama, SD: Standart sapma, t0: İlk ölçüm, t1: 6. hafta, t2: 10. hafta, p1: Independent Sample T Testi, p2: Repeated Measures ANOVA

*: Paired Sample T Test p<0,05

4.2.3. Repozisyon Hatası Sonuçlarının Karşılaştırılması

Repozisyon hatası sonuçlarına ait veriler Şekil 4.4 ve Tablo 4.4’da sunuldu. Başlangıç değerleri incelendiğinde iki grup 45° fleksiyondaki repozisyon hatası açısından benzer bulundu ($p=0,13$). Grup içi değişim incelendiğinde tedavinin 6. haftasında, yalnızca Grup II’de anlamlı iyileşme görüldü ($p<0,05$). 10. haftanın sonunda ise her iki grupta da anlamlı iyileşme saptandı. Gruplar arası sonuçlar, grup x zaman etkileşimine göre karşılaştırıldığında (rANOVA) ise tüm açılar için gruplar arasındaki fark Grup II lehine anlamlı bulundu ($p=0,0001$).

Tedavi sonundaki (10. hafta) 45° fleksiyonda repozisyon hatası için etki büyüklüklerinin Grup I’de “orta” iken Grup II’de “büyük” olduğu görüldü.



Şekil 4.4: Repozisyon hatası sonuçlarının karşılaştırılması.

Tablo 4.4: Grupların repozisyon hatası sonuçlarının karşılaştırılması.

Ölçüm zamanları	t0	t1	Grup içi Değişim	t2	Grup içi Değişim	t0-t2	rANOVA	
	Ort (SS)	Ort (SS)	(%95 GA) Ort [Min-Max]	Ort (SS)	(%95 GA) Ort [Min-Max]	Etki Büyüklüğü	F	p2
Repozisyon Hatası								
45° Lumbal fleksiyon (°)							256,224	0,0001
Grup I	3,64 (2,39)	2,11 (0,93)	1,52 [-0,48-3,54]	1,72 (0,39)	1,91 [0,08-3,74]*	0,79		
Grup II	5,04 (2,12)	2,82 (1,37)	2,21 [1,05-3,37]*	1,83 (0,47)	3,20 [1,96-4,44]*	1,50		
p1	0,13	0,16		0,54				

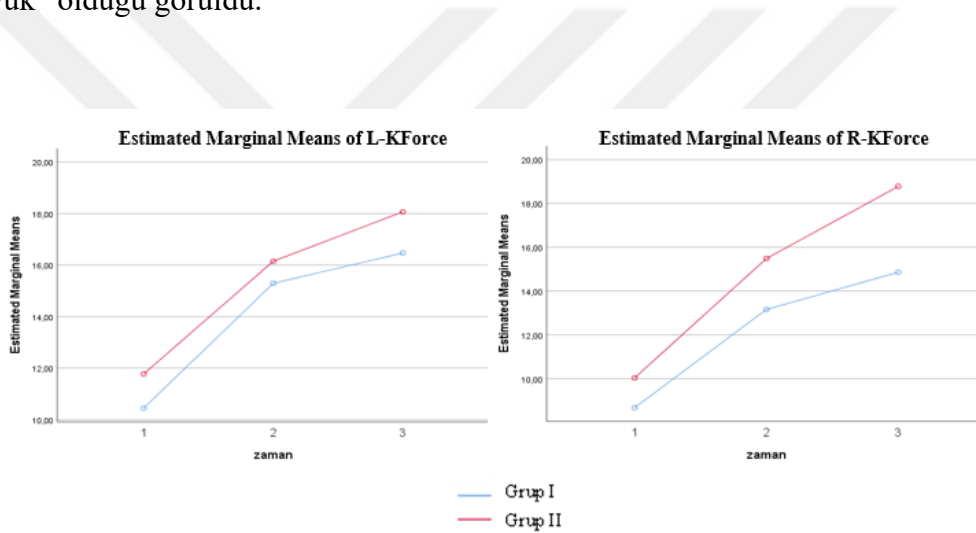
GA: Güven aralığı, Ort: Ortalama, SD: Standart sapma, t0: İlk ölçüm, t1: 6. hafta, t2: 10. hafta, p1: Independent Sample T Testi, p2: Repeated Measures ANOVA

*: Paired Sample T Test p<0,05

4.2.4. Lumbopelvik Motor Kontrol Sonuçlarının Karşılaştırılması

LPMK sonuçlarına ait veriler Şekil 4.5 ve Tablo 4.5'te sunuldu. Başlangıç değerleri incelendiğinde her iki grup LPMK açısından benzer bulundu ($p>0,05$). Grup içi değişim incelendiğinde tedavinin 6. ve 10 haftasında, her iki grupta da anlamlı iyileşme görüldü ($p<0,05$). Gruplar arası ortalamaların 10. haftadaki karşılaştırmasında sağ alt ekstremitede yapılan ölçümlerde Grup II lehine anlamlı fark görüldü ($p=0,01$). Gruplar arası sonuçlar, grup x zaman etkileşimine göre karşılaştırıldığında (rANOVA) ise her iki ekstremitede için gruplar arasındaki fark Grup II lehine anlamlı bulundu ($p=0,0001$).

Tedavi sonundaki (10. hafta) LPMK ölçümleri için etki büyüklüklerinin her iki grupta da "büyük" olduğu görüldü.



Şekil 4.5: Lumbopelvik motor kontrol sonuçlarının karşılaştırılması.

Tablo 4.5: Grupların lumbopelvik motor kontrol sonuçlarının karşılaştırılması.

Ölçüm zamanları	t0	t1	Grup içi Değişim	t2	Grup içi Değişim	t0-t2	rANOVA	
	Ort (SS)	Ort (SS)	(%95 GA) Ort [Min-Max]	Ort (SS)	(%95 GA) Ort [Min-Max]	Etki Büyüklüğü	F	p2
Lumbopelvik Motor Kontrol								
<i>R K-Force Sense (°)</i>							546,19	<i>0,0001</i>
Grup I	8,68 (2,86)	13,16 (1,96)	4,48 [2,19-6,76]*	14,86 (2,02)	6,18 [4,03-8,32]*	2.16		
Grup II	10,03 (3,93)	15,48 (4,18)	5,45 [3,63-7,26]*	18,78 (4,58)	8,74 [5,95-11,52]*	2.22		
p1	0,36	0,11		0,01				
<i>L K-Force Sense (°)</i>							555,46	<i>0,0001</i>
Grup I	10,44 (4,21)	15,29 (3,26)	4,84 [2,01-7,67]*	16,47 (2,62)	6,02 [3,24-8,80]*	1.42		
Grup II	11,77 (4,33)	16,15 (4,27)	4,38 [2,44-6,31]*	18,06 (1,98)	6,29 [4,72-7,87]*	1,45		
p1	0,45	0,59		0,90				

GA: Güven aralığı, Ort: Ortalama, SD: Standart sapma, t0: İlk ölçüm, t1: 6. hafta, t2: 10. hafta, p1: Independent Sample T Testi, p2: Repeated Measures ANOVA

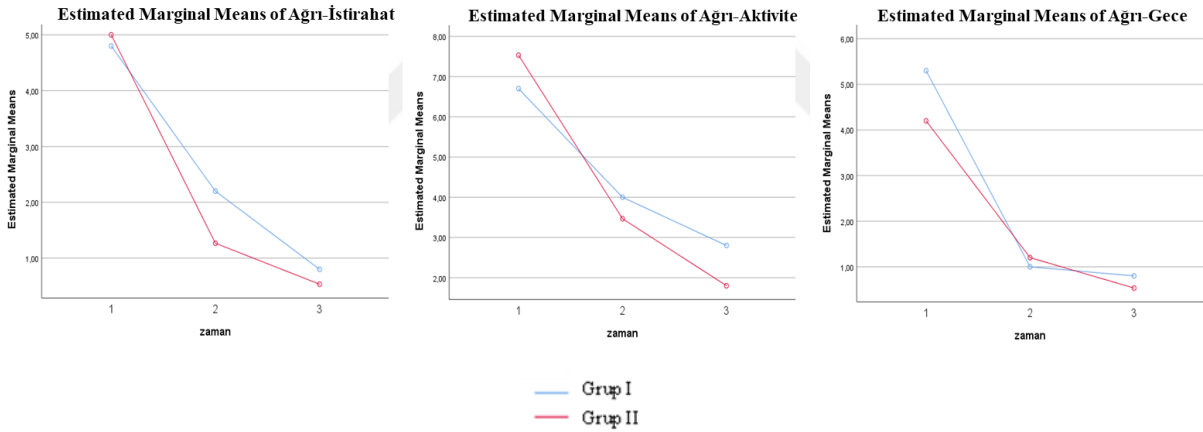
*: Paired Sample T Test p<0,05

4.3. AĞRI İLE İLİŞKİLİ PARAMETRELERİN KARŞILAŞTIRILMASI

4.3.1. Ağrı Şiddeti Sonuçlarının Karşılaştırılması

Ağrı şiddeti sonuçlarına ait veriler Şekil 4.6 ve Tablo 4.6’da sunuldu. Başlangıç değerleri incelendiğinde iki grup istirahat, aktivite ve geceye ait NPRS değerleri açısından benzer bulundu ($p=0,76$, $p=0,24$ ve $p=0,37$, sırasıyla). Grup içi değişim incelendiğinde tedavinin 6. ve 10 haftasında, her iki grupta da üç durumdaki NPRS değerlerinde anlamlı azalma görüldü ($p<0,05$). Gruplar arası sonuçlar, grup x zaman etkileşimine göre karşılaştırıldığında (rANOVA) ise tüm durumlar için NPRS değerlerinde gruplar arasındaki fark Grup II lehine anlamlı bulundu ($p=0,0001$).

Tedavi sonundaki (10. hafta) tüm durumlardaki NPRS değerleri için etki büyüklüklerinin her iki grupta da “büyük” olduğu görüldü.



Şekil 4.6: Ağrı şiddeti sonuçlarının karşılaştırılması.

Tablo 4.6: Grupların ağrı şiddeti sonuçlarının karşılaştırılması.

Ölçüm zamanları	t0	t1	Grup içi Değişim	t2	Grup içi Değişim	t0-t2	rANOVA	
	Ort (SS)	Ort (SS)	(%95 GA) Ort [Min-Max]	Ort (SS)	(%95 GA) Ort [Min-Max]	Etki Büyüklüğü	F	p2
NPRS								
<i>İstirahat</i>							179,36	0,0001
Grup I	4,80 (1,98)	2,20 (1,31)	2,60 [1,57-3,62]*	0,80 (0,78)	4,00 [2,49-5,50]*	2,02		
Grup II	5,00 (1,36)	1,26 (1,38)	3,73 [2,85-4,60]*	0,53 (0,74)	4,46 [3,58-5,35]*	3,27		
p1	0,76	0,10		0,40				
<i>Aktivite</i>							489,75	0,0001
Grup I	6,70 (1,56)	4,00 (0,94)	2,70 [1,57-3,82]*	2,80 (1,03)	3,90 [3,04-4,75]*	2,25		
Grup II	7,53 (1,76)	3,46 (1,76)	4,06 [2,67-5,46]*	1,80 (1,47)	5,73 [4,57-6,88]*	3,25		
p1	0,24	0,39		0,76				
<i>Gece</i>							62,70	0,0001
Grup I	5,30 (3,71)	1,00 (1,05)	4,30 [1,79-6,80]*	0,80 (0,78)	4,50 [2,06-6,93]*	1,21		
Grup II	4,20 (2,36)	1,20 (1,69)	3,00 [1,89-4,10]*	0,53 (0,74)	3,66 [2,34-4,98]*	1,55		
p1	0,37	0,74		0,36				

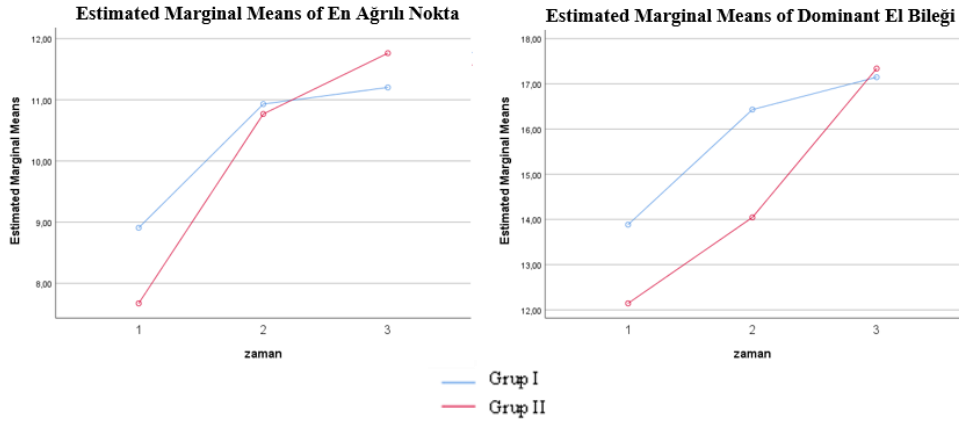
GA: Güven aralığı, Ort: Ortalama, SD: Standart sapma, t0: İlk ölçüm, t1: 6. hafta, t2: 10. hafta, p1: Independent Sample T Testi, p2: Repeated Measures ANOVA

*: Paired Sample T Test p<0,05

4.3.2. Ağrı Basınç Eşiği Sonuçlarının Karşılaştırılması

PPT sonuçlarına ait veriler Şekil 4.7 ve Tablo 4.7’de sunuldu. Başlangıç değerleri incelendiğinde iki grup, bel bölgesindeki en ağrılı nokta ve dominant el bileğinden ölçülen PPT açısından benzer bulundu ($p=0,21$ ve $p=20$, sırasıyla). Grup içi değişim incelendiğinde tedavinin 6. ve 10 haftasında, her iki grupta da iki noktanın PPT değerlerinde iyileşme görüldü ($p<0,05$). Gruplar arasındaki ortalama farklarının karşılaştırmasında, 6. haftada dominant el bileği üzerinden yapılan PPT ölçümünde anlamlı fark bulundu ($p=0,02$). Grup II’ye ait bir katılımcının dominant el bileği üzerinden yapılan ölçüm değerleri, 6. hafta değerlendirmesinde belirttiği akut el bileği ağrısı nedeniyle değerlendirmeye alınmadı. Gruplar arası sonuçlar, grup x zaman etkileşimine göre karşılaştırıldığında (rANOVA) ise tüm noktalar için gruplar arasındaki fark Grup II lehine anlamlı bulundu ($p=0,0001$).

Tedavi sonundaki (10. hafta) PPT değerleri için etki büyüklüklerinin her iki grupta da “büyük” olduğu görüldü.



Şekil 4.7: Ağrı basınç eşiği sonuçlarının karşılaştırılması.

Tablo 4.7: Grupların ağırlı basınç eşik değeri sonuçlarının karşılaştırılması.

Ölçüm zamanları	t0	t1	Grup içi Değişim	t2	Grup içi Değişim	t0-t2	rANOVA		
	Ort (SS)	Ort (SS)	(%95 GA) Ort [Min-Max]	Ort (SS)	(%95 GA) Ort [Min-Max]	Etki Büyüklüğü	F	p2	
Ağırlı Basınç Eşik (lbs)									
En ağırlı nokta								1117,17	0,0001
Grup I	8,90 (2,38)	10,93 (0,69)	2,02 [0,39-3,64]*	11,20 (2,45)	2,29 [0,49-4,09]*	0,96			
Grup II	7,67 (2,38)	10,76 (2,31)	3,09 [1,27-4,91]*	11,76 (1,70)	4,08 [2,94-5,23]*	1,71			
p1	0,21	0,83		0,50					
Dominant taraf el bileği								1094,38	0,0001
Grup I	13,88 (3,96)	16,43 (2,87)	2,54 [0,73-4,35]*	17,14 (2,74)	3,26 [1,17-5,34]*	0,82			
Grup II	12,14 (2,76)	14,04 (2,00)	1,90 [0,47-3,32]*	17,33 (1,90)	5,19 [3,47-6,90]*	1,88			
p1	0,20	0,02		0,83					

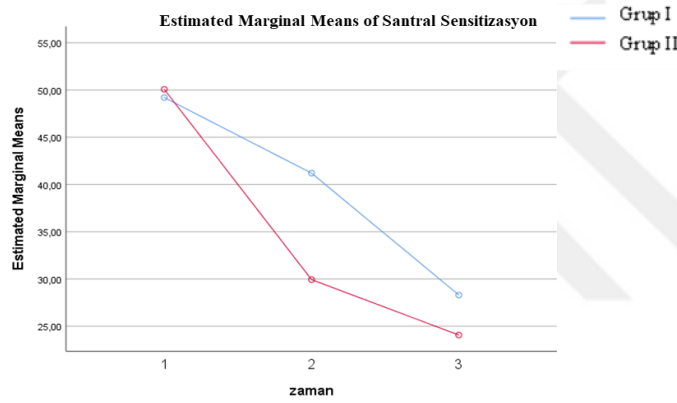
GA: Güven aralığı, Ort: Ortalama, SD: Standart sapma, t0: İlk ölçüm, t1: 6. hafta, t2: 10. hafta, p1: Independent Sample T Testi, p2: Repeated Measures ANOVA

*: Paired Sample T Test p<0,05

4.3.3. Santral Sensitizasyon Sonuçlarının Karşılaştırılması

SS sonuçlarına ait veriler Şekil 4.8 ve Tablo 4.8’de sunuldu. Başlangıç değerleri incelendiğinde iki grup, CSI skorları açısından benzer bulundu ($p=0,80$). Grup içi değişim incelendiğinde tedavinin 6. haftasında yalnızca Grup II’de anlamlı bir azalma gözlemlendi ($p<0,05$). Fakat tedavinin 10 haftasında, her iki grupta da CSI skorunda azalma görüldü. Gruplar arası ortalamalar arasındaki fark 6. haftada anlamlı iken ($p=0,009$), 10. haftada anlamlı bulunmadı ($p=0,25$). Gruplar arası sonuçlar, grup x zaman etkileşimine göre karşılaştırıldığında (rANOVA) gruplar arasındaki fark Grup II lehine anlamlı bulundu ($p=0,0001$).

Tedavi sonundaki (10. hafta) CSI skoru için etki büyüklüklerinin her iki grupta da “büyük” olduğu görüldü

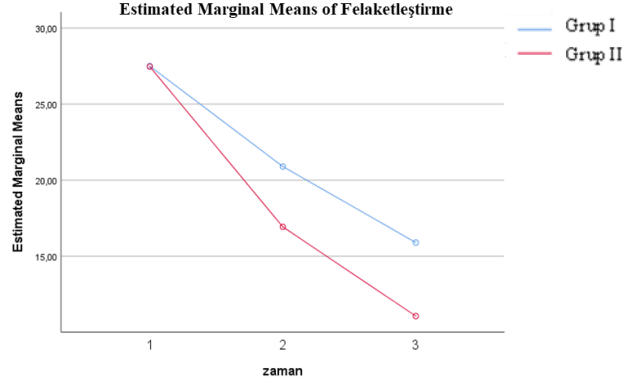


Şekil 4.8: Santral Sensitizasyon sonuçlarının karşılaştırılması.

4.3.4. Felaketleştirme Sonuçlarının Karşılaştırılması

Felaketleştirme sonuçlarına ait veriler Şekil 4.9 ve Tablo 4.8’de sunuldu. Başlangıç değerleri incelendiğinde iki grup, PCS skoru açısından benzer bulundu ($p=0,99$). Grup içi değişim incelendiğinde tedavinin 6. ve 10 haftasında, her iki grupta da PCS skorlarında azalma görüldü ($p<0,05$). Gruplar arası ortalamalar arasında 6. haftada anlamlı bir fark görülmezken ($p=0,29$), 10. haftada PCS skorunun Grup II’de anlamlı şekilde daha az olduğu görüldü ($p=0,04$). Gruplar arası sonuçlar, grup x zaman etkileşimine göre karşılaştırıldığında (rANOVA) ise gruplar arasındaki fark Grup II lehine anlamlı bulundu ($p=0,0001$).

Tedavi sonundaki (10. hafta) PCS skoru için etki büyüklüklerinin her iki grupta da “büyük” olduğu görüldü.

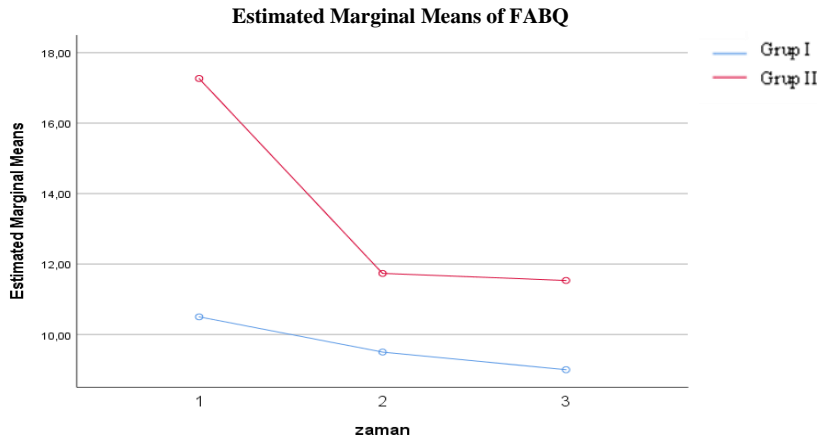


Şekil 4.9: Felaketleştirme sonuçlarının karşılaştırılması.

4.4.5. Kinezyofobi Sonuçlarının Karşılaştırılması

Kinezyofobi sonuçlarına ait veriler Şekil 4.10 ve Tablo 4.8’de sunuldu. Başlangıç değerleri incelendiğinde, Grup II’de FABQ-PA skorları istatistiksel olarak anlamlı şekilde Grup I’den daha yüksek tespit edildi ($p=0,01$). Grup içi değişim incelendiğinde tedavinin 6. ve 10 haftasında, yalnızca Grup II’de anlamlı bir azalma görüldü ($p<0,05$). Gruplar arası sonuçlar, grup x zaman etkileşimine göre karşılaştırıldığında (rANOVA) ise FABQ-PA skorları için gruplar arasında fark Grup II lehine anlamlı bulundu ($p=0,0001$).

Tedavi sonundaki (10. hafta) FABQ-PA skoru için etki büyüklüğü Grup I’de “küçük” bulunurken Grup II’de “büyük” olduğu görüldü.



Şekil 4.10: Kinezyofobi sonuçlarının karşılaştırılması.

Tablo 4.8: Grupların santral sensitizasyon, felaketleştirme ve kinezyofobi sonuçlarının karşılaştırılması.

Ölçüm zamanları	t0	t1	Grup içi Değişim	t2	Grup içi Değişim	t0-t2	rANOVA	
	Ort (SS)	Ort (SS)	(%95 GA) Ort [Min-Max]	Ort (SS)	(%95 GA) Ort [Min-Max]	Etki Büyüklüğü	F	p2
Santral Sensitizasyon Ölçeği							815,36	0,0001
Grup I	49,20 (7,28)	41,20 (7,22)	8,00 [2,60-13,39]	28,30 (5,01)	20,90 [13,99-27,80]*	2,87		
Grup II	50,06 (9,42)	29,93 (10,89)	20,13 [14,02-26,24]*	24,06 (10,66)	26,00 [19,51-32,48]*	2,76		
p1	0,80	0,009		0,25				
Ağrı Felaketleştirme Ölçeği							201,909	0,0001
Grup I	27,50 (10,60)	20,90 (9,06)	6,60 [14,02-26,24]*	15,90 (5,38)	11,60 [4,11-19,08]*	1,09		
Grup II	27,46 (13,31)	16,96 (9,12)	10,53 [4,40-16,66]*	11,06 (5,78)	16,40 [8,07-24,72]*	1,23		
p1	0,99	0,29		0,04				
Korku Kaçınma İnanışları Anketi-Fiziksel Aktivite							332,32	0,0001
Grup I	10,50 (6,24)	9,50 (3,89)	1,00 [-3,06-5,06]	9,00 (2,74)	1,50 [-3,82-6,82]	0,24		
Grup II	17,26 (5,59)	11,73 (4,23)	5,53 [1,95-9,11]*	11,53 (5,74)	5,73 [2,09-9,37]*	1,02		
p1	0,01	0,19		0,20				

GA: Güven aralığı, Ort: Ortalama, SD: Standart sapma, t0: İlk ölçüm, t1: 6. hafta, t2: 10. hafta, p1: Independent Sample T Testi, p2: Repeated Measures ANOVA

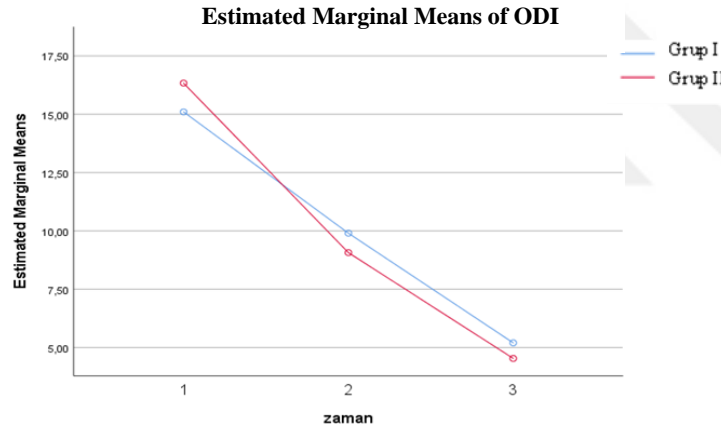
*: Paired Sample T Test p<0,05

4.4. GRUPLARIN AKTİVİTE VE KATILIM İLE İLİŞKİLİ PARAMETRELERİNİN ZAMAN GÖRE KARŞILAŞTIRILMASI

4.4.1. Bel Ağrısı ile İlişkili Disabilite Sonuçlarının Karşılaştırılması

Bel ağrısı ile ilişkili disabilite sonuçlarına ait veriler Şekil 4.11 ve Tablo 4.9’da sunuldu. Başlangıç değerleri incelendiğinde iki grup ODI skorları açısından benzer bulundu ($p=0,69$). Grup içi değişim incelendiğinde tedavinin 6. ve 10 haftasında, her iki grupta da ODI skorlarında anlamlı azalma görüldü ($p<0,05$). Gruplar arası sonuçlar, grup x zaman etkileşimine göre karşılaştırıldığında (rANOVA) ise gruplar arasındaki fark Grup II lehine anlamlı bulundu ($p=0,0001$).

Tedavi sonundaki (10. hafta) ODI skoru için etki büyüklüklerinin her iki grupta da “büyük” olduğu görüldü.



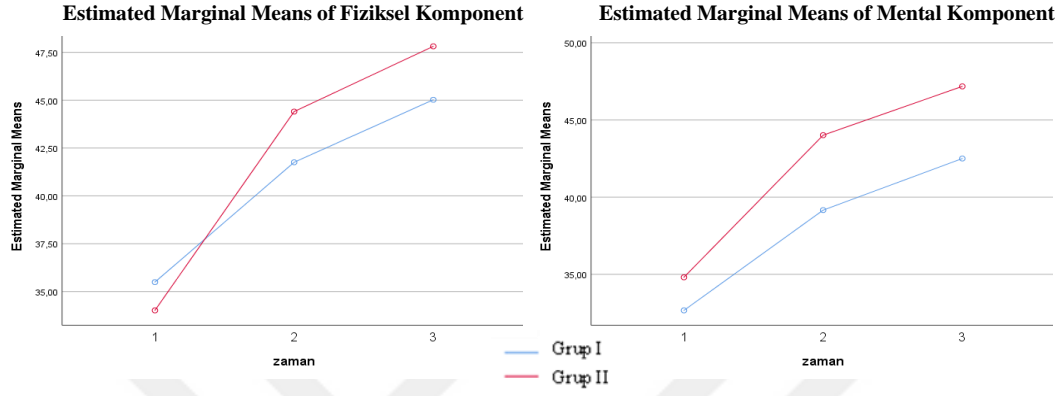
Şekil 4.11: Bel Ağrısı ile ilişkili disabilite sonuçlarının karşılaştırılması.

4.4.2. Yaşam Kalitesi Sonuçlarının Karşılaştırılması

Yaşam kalitesi sonuçlarına ait veriler Şekil 4.12 ve Tablo 4.9’da sunuldu. Başlangıç değerleri incelendiğinde iki grup, SF-12’nin fiziksel ve mental komponent skorları açısından benzer bulundu (Fiziksel komponent: $p=0,56$; mental komponent: $p=0,47$). Grup içi değişim incelendiğinde fiziksel komponent için tedavinin 6. ve 10. haftasında her iki grupta da anlamlı iyileşme görüldü ($p<0,05$). Mental komponent için tedavinin 6. haftasında yalnızca Grup II’de anlamlı iyileşme gözlemlendi ($p<0,05$). Tedavinin 10. haftasında ise her iki grupta anlamlı iyileşme olduğu görüldü. Gruplar arası sonuçlar, grup x zaman etkileşimine göre

karşılaştırıldığında (rANOVA) gruplar arasındaki fark Grup II lehine anlamlı bulundu ($p=0,0001$).

Tedavi sonundaki (10. hafta) yaşam kalitesi sonuçları için etki büyüklüklerinin her iki grupta da “büyük” olduğu görüldü.



Şekil 4.12: Yaşam kalitesi sonuçlarının karşılaştırılması.

Tablo 4.9: Grupların aktivite ve katılım ile ilişkili sonuçlarının karşılaştırılması.

Ölçüm zamanları	t0	t1	Grup içi Değişim (%95 GA)	t2	Grup içi Değişim (%95 GA) Ort [Min-Max]	t0-t2 Etki Büüklüğü	rANOVA	
	Ort (SS)	Ort (SS)		Ort (SS)			F	p2
Oswestry Bel Ağrısı Ölçeği							219,00	0,0001
Grup I	30,20 (13,48)	19,80 (8,40)	10,40 [1,05-19,74]*	10,40 (3,23)	19,80 [10,01-29,58]*	1,46		
Grup II	32,66 (15,86)	18,13 (9,14)	14,53 [6,49-22,59]*	9,06 (4,83)	23,60 [13,73-33,46]*	1,48		
p1	0,69	0,64		0,45				
Kısa Form – 12								
Fiziksel Komponent							2592,00	0,0001
Grup I	35,49 (6,25)	41,75 (4,69)	6,26 [2,01-10,50]*	45,02 (6,38)	9,52 [5,68-13,37]*	1,52		
Grup II	34,01 (6,05)	44,40 (5,84)	10,38 [6,15]*	47,81 (3,83)	13,79 [9,73-17,85]*	2,28		
p1	0,56	0,24		0,18				
Mental Komponent							1498,59	0,0001
Grup I	32,66 (8,86)	39,15 (8,38)	6,49 [-0,90-13,89]	42,50 (4,26)	9,83 [2,89-16,78]*	1,11		
Grup II	34,80 (5,98)	44,01 (7,58)	9,20 [5,43-12,98]*	47,17 (8,22)	13,36 [6,18-18,54]*	2,06		
p1	0,47	0,14		0,11				

GA: Güven aralığı, Ort: Ortalama, SD: Standart sapma, t0: İlk ölçüm, t1: 6. hafta, t2: 10. hafta, p1: Independent Sample T Testi, p2: Repeated Measures ANOVA

*: Paired Sample T Test p<0,05

4.5. GRUPLARIN HASTA MEMNUNİYETLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Hasta memnuniyetine ait veriler Şekil 4.13 ve Tablo 4.10’da sunuldu. Grup içi değişim incelendiğinde iki ölçüm arasında yalnızca Grup II’de anlamlı bir gelişme görüldü. Etki büyüklükleri Grup I’de “küçük” ve Grup II’de ise “büyük” olarak tespit edildi. Gruplar arası karşılaştırmada, tedavinin 6. ve 10. haftasında Grup II’nin GRC ortalaması Grup I’den fazla olmasına rağmen, aradaki fark yalnızca 10. hafta değerlendirmesinde istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p=0,51$ ve $p=0,04$, sırasıyla).

Tablo 4.10: Grupların hasta memnuniyetlerinin karşılaştırılması.

Ölçüm zamanları	t1 Ort (SS)	t2 Ort (SS)	Grup içi Değişim (%95 GA) Ort [Min-Max]	Paired Sample T Test t değeri	p1	Etki Büüklüğü
Global Değişim Derecelendirme Skoru						
Grup I	3,35 (0,47)	3,50 (0,52)	0,15 [-0,22-0,52]	-0,89	0,39	0,31
Grup II	3,53 (0,78)	4,26 (0,62)	0,73 [0,37-1,09]	-4,36	0,001	0,93
p2	0,51	0,04				

Ort: Ortalama, SD: Standart sapma, t1: Ara ölçüm, t2: Son ölçüm, p1: Paired Sample T Testi, p2: Independent Sample T Test

5. TARTIŞMA

Randomize kontrollü çalışma olarak planlanan çalışmamızın amacı; SS'nin baskın olduğu kronik non-spesifik bel ağrısında MKE'ye ek olarak uygulanan DDE'nin kortikal reorganizasyon, ağrı ve disabilite üzerine etkisinin araştırılması ve yalnız MKE alan gruba göre karşılaştırılmasıydı. Çalışmamızın sonuçları, 10 haftalık tedavi sonunda tüm parametrelerde DDE alan grup ile almayan grup arasındaki farkın DDE alan grup lehine anlamlı olduğunu gösterdi. Çalışmamızın primer sonuç ölçümü olan 2ND değerlerinin DDE alan grup lehine olmak üzere her iki grupta da azaldığı; etki büyüklüklerinin ise yalnız MKE alan grupta küçük-orta düzeyde iken DDE alan grupta büyük olduğu görüldü. Dokunma lokalizasyonu, repozisyon hatası ve kinezyofobinin değerlendirildiği parametrelerde de benzer şekilde DDE alan grup lehine olmak üzere her iki grupta azalma görülürken etki büyüklükleri yalnız MKE alan grup için küçük-orta düzeyde; DDE alan grupta büyük düzeyde tespit edildi. Diğer sekonder sonuç ölçümleri olan ağrı şiddeti, PPT, SS, felaketleştirme, disabilite ve yaşam kalitesi skorlarındaki DDE alan grup lehine olan iyileşmelerde de her iki gruptaki etki büyüklüklerinin büyük olduğu görüldü. 10. hafta sonundaki hasta memnuniyetleri ise yalnızca DDE alan grupta anlamlı olarak artarken etki büyüklüğünün büyük olduğu tespit edildi.

5.1. Duyu Diskriminasyon Eğitiminin Kortikal Reorganizasyon ile İlişkili Parametrelere Etkisi

Kortikal reorganizasyon değerlendirmeleri literatürde sıklıkla fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRG) teknikleri ile yapılmaktadır. Bel ağrısı durumunda meydana gelen kortikal değişikliklerin saptanabilmesi için sağlıklı bireylerde lumbal bölgeye yapılan ağrısız uyaranlarla lumbal bölgeye ait temsil alanlarını haritalandırmaların yapıldığı çalışmalar mevcuttur ^[152]. Flor ve diğ. ^[62], KBAlı bireylerde bel bölgesine ait SI'deki temsil alanının 2 cm mediale doğru genişleyerek alt ekstremitenin temsil alanını işgal ettiğini belirtmiştir. Fakat fMRG gibi maliyetli ve ulaşılabilirliği düşük olan yöntemler yerine taktil doğruluk değerlendirmeleri kullanılmaktadır. Özellikle 2ND, kortikal reorganizasyonun klinik bulgusu olarak değerlendirilmektedir ^[13]. Klinik ölçüm yöntemlerindeki standardizasyon eksikliği nedeniyle henüz normatif değeri bulunmamaktadır. Fakat, kronik ağrı durumunda ağrılı

bölgede kontralateral tarafa ve sağlıklı gruba göre 2ND değerinde artış olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur [12,115,153]. Benzer şekilde, çalışmamızda da kortikal reorganizasyonu değerlendirmek amacıyla 2ND değerlendirmesi kullanıldı.

Literatürde 2ND değerinin eğitim veya tekrarlı pratikle değişebileceğini belirten çalışmalar mevcuttur. Wälti ve diğ. [124], 16 seanslık multimodal sensorimotor eğitimi (hasta eğitimi, DDE (dokunma lokalizasyonu ve grafestezi içeren) ve lateralite eğitimi) alan grup ile geleneksel fizyoterapi alan grubu karşılaştırmıştır. Tedavi sonunda, 2ND değerinin yalnızca multimodal sensorimotor eğitim alan grupta azaldığı tespit edilmiştir. Van Baal ve diğ. [154] ise yaptıkları çalışmada, motor kontrol yetersizliği olan KBA tanılı hastalarda dokunma lokalizasyonu ve grafestezi eğitimlerinin yer aldığı sensorimotor eğitim ile progresif genel egzersizlerin etkileri karşılaştırılmıştır. Her seansın ortalama 38 dakika sürdüğü 6 seanslık tedavi programı sonrası yapılan değerlendirmelerde sensorimotor eğitim alan grupta 2ND değerinin istatistiksel olarak anlamlı şekilde azaldığı görülürken genel egzersize katılan gruptaki azalmanın anlamlı olmadığı belirtilmiştir. Benzer şekilde DDE kapsamında dokunma lokalizasyonu ve grafestezi eğitimi yapılan çalışmamızın sonuçlarında, iki grubun 2ND değerlerinde de azalma görüldü ve bu azalma tedavi sonunda DDE alan grup lehine bulundu. Ayrıca, yalnız MKE alan gruptaki azalmanın etki büyüklüğü küçük ve orta düzeyde iken DDE alan gruptaki etki büyüklüğünün büyük olduğu görüldü. Bu bulgu ve bilgiler ışığında, KBA'da kortikal reorganizasyon ile ilişkili en önemli olan parametre olarak gösterilen 2ND'nin değerlendirilmesi ve gerektiğinde tedavi programına DDE vb. duyuşsal eğitim yöntemlerinin dahil edilmesini önermekteyiz.

Ağrının, çeşitli taktıl fonksiyonları etkilediğini gösteren birçok çalışma bulunmaktadır [74,78,109,114,119]. 2024 yılında yayınlanan bir çalışmada, sağlıklı bireylerde bel bölgesinin dokunma lokalizasyonu duyusu değerlendirilmiş ve en az hatanın vücudun orta hattında (L3 spinöz çıkıntısı üzerinde) olduğu görülmüştür [114]. Bu çalışmada da en düşük hata ortalamalarının tüm ölçümlerde orta noktada (L3 spinöz çıkıntısı üzerinde) olduğunu gösteren sonuçlar, Pratt ve diğ. [114]'nin çalışması ile paralellik göstermektedir. Uyarın şiddetinin, lokalizasyonun doğruluğunu etkilediği gösterilmiştir [155]. İki çalışmanın birbirini destekleyen sonuçları, değerlendirmelerdeki uyarın şiddetinin standart olduğunu düşündürebilir. Bilgimiz dahilinde literatürde KBAlı bireylerde dokunma lokalizasyonu değerlendiren çalışma bulunmamaktadır. Fakat kronik boyun ağrısında servikal bölgeye ait dokunma lokalizasyonunun sağlıklılara göre bozulmuş olduğu gösterilmiştir [156]. Dahası, sağlıklı

bireylerde servikal bölgeye ait dokunma lokalizasyonu yeteneğinin, lokalizasyon eğitimi sonrasında gelişebileceği gösterilmiştir ^[157]. Benzer şekilde KBAlı bireylerde dokunma lokalizasyonunun değerlendirildiği bu çalışmada, 10. haftanın sonunda iki grupta da dokunma lokalizasyonu yeteneğinin DDE alan grup lehine daha fazla geliştiği ve etki büyüklüklerinin iki grupta da büyük olduğu tespit edildi. Taktil doğruluk ile ilgili iyileşmelerin, ağrıdaki iyileşmeleri ne kadar açıkladığına dair araştırmalara ihtiyaç vardır. Bu bağlamda, çalışmamızın 2ND ve dokunma lokalizasyonu sonuçları, gelecekteki çalışmalara katkıda bulunacaktır.

KBA'da sağlıklılara göre azalmış olduğu gösterilen propriyoseptif fonksiyon ve artmış lumbal repozisyon hataları ^[129,130,158], nosioplastik değişikliklerle ilişkilendirilmiştir ^[76]. Repozisyon hatası, literatürde farklı pozisyon, açı, hareket veya cihaz kullanılarak değerlendirilmektedir. Değerlendirmenin ayakta, dijital inklinometre ile fleksiyon yönünde yapıldığı güncel bir çalışmada KBAlı bireylerde repozisyon hatası ortalamasının 4,9° olduğu bildirilmiştir ^[159]. Paralel olarak, bu çalışmadaki KBAlı katılımcıların 45° lumbal fleksiyon açısı için repozisyon hatası ortalaması ise 4,48° olarak saptandı. Alasar ve diğ. ^[160], yaptıkları randomize kontrollü çalışmada kronik non-spesifik bel ağrısı olan hastalarda, haftada 3 gün 8 hafta boyunca uyguladıkları propriosepsiyon eğitimi ve konvansiyonel egzersiz sonuçlarını karşılaştırmıştır. İki grupta da repozisyon hatası için anlamlı iyileşme elde etmeleriyle birlikte propriosepsiyon eğitimi alan grup lehine daha iyi sonuçlar elde etmişlerdir. Benzer şekilde bu çalışmada da 45° lumbal fleksiyon açısı için değerlendirilen repozisyon hatasında iki grupta da azalma görülürken bu azalmanın DDE alan grup lehine olduğu tespit edildi. Etki büyüklükleri ise yalnız MKE alan grupta orta düzeyde iken DDE alan grupta büyük bulundu. Ayrıca, repozisyon hatasının KBAlı hastalarda güvenilir bir şekilde ölçülemeyeceğini belirten Bauer ve diğ. ^[161], repozisyon hatası için algılanabilir minimum değişikliği 2,4° olarak bildirmiştir. Çalışmamızdaki DDE alan grup, 3,20°'lik değişim ile algılanabilir minimum değişiklik üzerinde bir gelişim gösterdi. Bu nedenle, DDE'nin KBAlı bireylerde propriosepsiyon sonuçlarını iyileştirmek için kullanılabileceğini düşünmekteyiz.

KBA tanılı bireylerde görülen maladaptif plastisitenin, gövde/pelvis kaslarının istemli aktivasyonunda bozulma ve postüral kontrol paternlerindeki değişiklik ile ilişkili olabileceği bildirilmiştir. Bu durum özellikle eksternal ve internal perturbasyon sırasında lumbosakral bölgenin stabilizasyonundan sorumlu *Tranversus abdominis* için gözlemlenmiştir. *Transversus abdominis* kasının istemli aktivasyonunun bel ağrısı durumunda zorlaştığı ve MI'deki temsil alanının posterolateral yönde yer değiştiği tespit edilmiştir. Bu yer değişikliğinin ekstremit

hareketleri sırasında *Tranversus abdominis* kas aktivasyonundaki gecikme ile ilişkili olduğu belirtilmektedir ^[162]. Bu nedenle, bel ağrılı hastalarda *Tranversus abdominis* kontraksiyonunun öğretilmesi ve egzersizler sırasında bu aktivasyonun korunması, MI'deki temsil alanlarının normalizasyonu için önerilmektedir. Spesifik gövde kas aktivasyonlarının ve motor kontrol egzersizlerinin KBA'da kullanımı kanıt I ve II düzeyine sahiptir ^[163]. Özellikle orta ve yüksek şiddetli bel ağrılı hastaların motor kontrol egzersizlerinden daha fazla fayda görebileceği bildirilmiştir ^[64]. KBA'lı hastalarda *Transversus abdominis* kasının re-edukasyonuna odaklanan progresif egzersizlerin 4 hafta sonunda geleneksel egzersizlere göre kas aktivasyonunu artırmada daha etkili olduğu gösterilmiştir ^[164]. Benzer şekilde *Transversus abdominis* kontraksiyonunun öğretilmesi sonrasında progresif motor kontrol egzersizlerinin haftada 2 gün 10 hafta boyunca uygulandığı çalışmamızda her iki grupta LPMK'nin geliştiği ve etki büyüklüklerinin benzer olduğu görüldü.

Bel ağrılı bireylerde LPMK'nin azaldığı ^[131,165] ve bu azalmanın kortikal reorganizasyonun klinik bulgusu olan 2ND'deki artış ile korele olduğu gösterilmiştir ^[115]. Sağlıklı bireylerde fMRG sırasında L1, L2 ve L3'ün spinöz çıkıntıları üzerinden uygulanan ağrısız posteroanterior basıncın; SI, SII ve anterior cerebellumun medialinde bilateral güçlü bir aktivasyon paternine neden olduğu gösterilmiştir. Ayrıca bu aktivasyon paternlerinin postüral kontrol ile ilişkili gövdeye ait sensorimotor bağlantıların bulunduğu kortikal bölgeleri de kapsadığı görülmüştür ^[152]. 10 haftanın sonunda yapılan değerlendirmelerde, iki grupta benzer olan LPMK gelişimlerinin arasındaki farkın DDE alan grup lehine olduğu görüldü. Bu farkın, DDE sırasında yapılan taktil uyaranların lumbal bölgeye ait postüral kontrol merkezlerini yalnız MKE alan gruba göre daha fazla uyarmasına bağlı olduğunu düşünmekteyiz.

5.2. Duyu Diskriminasyon Eğitiminin Ağrı ile İlişkili Parametrelere Etkisi

Kas-iskelet sistemi ağrısı olan kişilerde somatosensoriyel korteksteki değişikliklerin kronik ağrının gelişiminde ve/veya sürdürülmesinde rol oynayabileceği öne sürülmüştür ^[166]. Bu nedenle kronik ağrı durumlarında mevcut kortikal reorganizasyon için nöroplastisite gelişimini hedeflemek, ağrıyla ilişkili parametrelerde azalma sağlayabilmektedir ^[8,13,14,167]. Trapp ve diğ. ^[112], KBA tanılı hastalar üzerinde 6 seans boyunca 30 dakikalık görsel geri bildirim destekli 2ND eğitimi ve pelvik tilt egzersizi ile 30 dakikalık gevşeme ve yürüme eğitimini karşılaştırdıkları çalışmada; görsel geri bildirim destekli 2ND eğitiminin, 2ND eşik değeriyle birlikte ağrıda da anlamlı azalma sağladığını gözlemlemiştir. Ek olarak, çalışmanın

sonucunda 2ND eğitiminin, KBA'nın tedavisine ek olarak kullanıldığında belirgin fayda sağlayabileceğini vurgulamıştır. Van Baal ve diğ. ^[154], KBAlı bireyler ile yaptıkları randomize kontrollü çalışmada DDE ile birlikte uyguladıkları motor kontrol egzersizlerini içeren sensorimotor eğitim ile genel egzersizlerin sonuçlarını karşılaştırmıştır. Sonuç olarak, iki tedavinin de KBA'da kullanılabileceğini bildirmiş, fakat DDE alan gruptaki ağrı şiddetinin daha fazla azalma eğilimi olduğunu belirtmiştir. Çalışmamızın van Baal ve diğ. ^[154]'lerinin çalışmasından en önemli farkı, kontrol grubundaki katılımcıların da MKE'ye dahil edilmiş olmasıdır. Yalnızca DDE'nin etkilerini araştırdığımız çalışmamız sonucunda iki grubun istirahat, aktivite ve gece ağrı şiddetlerinde benzer etki büyüklüklerinde iyileşmeler görüldü. Tespit edilen ağrı şiddeti değişimleri, her üç durum için de KBA için belirlenen minimal klinik anlamlılık düzeyinin (2,5 puan) üzerindeydi ^[168]. Fakat 10 haftanın sonunda ağrı şiddetleri için tespit edilen gruplar arasındaki farkın DDE alan grup lehine olduğu görüldü. Bu nedenle, KBA'da hasta bildirimine dayalı ağrı şiddeti sonuçlarını iyileştirmek için DDE'nin kullanımını önerebiliriz.

PPT, artan şekilde uygulanan ağrısız bir uyarının ağırlı bir hisse dönüşmesi için gerekli basınç miktarı olarak tanımlanmaktadır. Kronik ağrı durumunda meydana gelen periferik ve santral değişiklikler, ağırlı olan ve olmayan uyarıyı ayırt edebilme yeteneğinde bozulmalara neden olmaktadır ^[70]. Özellikle SS'nin baskın olduğu KBAlı hastalarda, diğer KBAlı gruba göre PPT'nin daha düşük olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur ^[71,169]. Xu ve diğ. ^[170] KBAlı bireylerde Stabilizer ile yaptıkları tek seanslık yüksek ve düşük yoğunluktaki *Transversus abdominis* kontraksiyonları sonunda lumbal paravertebral kaslardaki PPT değerlerinde artış tespit etmiştir. Benzer şekilde çalışmamızdaki her iki gruba, *Transversus abdominis* kas kontraksiyonunun öğretilmesi ve korunarak zorluğu progresse olan egzersizlerden oluşan MKE uygulandı. Her iki grupta da lumbal bölgede en ağırlı nokta üzerinden yapılan PPT değerlerinin benzer etki büyüklüklerinde geliştiği görüldü. Kasimis ve diğ. ^[171] 2024 yılında yayınladıkları randomize kontrollü çalışmada, bir gruba 4 haftada 10 seans manuel terapi uygulamış, diğer gruba ise manuel terapiye ek olarak haftada bir gün ağrı algısını MSS seviyesinde azaltmayı amaçlayan uygulamalardan biri olan ağrı nörobilim eğitimi vermiştir. Tedavi sonunda ve 6 ay sonra yapılan PPT değerlendirmelerinin kombine tedavi grubu yönünde olduğu görülmüştür. Çalışmamızda, 10 haftalık tedavi programı sonunda değerlendirilen PPT ölçümlerinde tespit edilen gruplar arasındaki farkın, MSS'deki kortikal reorganizasyonun normalize edilmesi hedefiyle DDE uygulanan grup lehine olduğu görüldü. Bu nedenle, KBAlı hastalarda

hiperaljeziyle ilgili sonuçları iyileştirmek için MSS seviyesinde ağrı azaltmayı hedefleyen tedavi yöntemlerinin (örneğin, DDE) tamamlayıcı olarak kullanılabileceğini düşünmekteyiz.

Kas iskelet sistemi problemlerinde SS'nin en önemli işaretlerinden biri, yetersiz inen inhibitör mekanizmalardan kaynaklanan, primer ağrılı bölgeden uzaktaki bölgelerde de görülen yaygın hiperaljezi varlığıdır [39]. Buna bağlı olarak KBA'da ağrı değerlendirmelerinin yalnızca lumbal bölgeyle sınırlı kalınmaması önerilmektedir [172]. KBAlı bireylerin fMRG ile incelendiği bir çalışmada, artan ağrı süresiyle beraber inen ağrı modülatör sistemlere ait yapılar arasındaki fonksiyonel bağlantının azaldığı görülmüştür [30]. Başka bir çalışmada, KBA tanısı olan bireylerin, akut ağrılı bireylerden farklı olarak, yalnızca primer ağrılı bölgeye lokalize değil, ağrılı bölgeden uzak bölgelerde de mekanik ve mekanik olmayan (örneğin, soğuk) uyarılara karşı hassasiyetlerinin olduğu gösterilmiştir [169,173]. Den Brandt ve diğ. [169], CSI skoru 40 ve üzerinde olan KBAlı bireylerde *Abductor pollicis brevis*, L4 spinöz çıkıntısının 2 cm laterali ve *Gastrocnemius* kas-tendon geçişi üzerinden PPT ölçümleri gerçekleştirmiş ve PPT değerlerinin CSI skoru 40'ın altında olan KBAlı bireylere göre anlamlı olarak düşük olduğunu tespit etmiştir. Bu bilgiler ışığında, çalışmamızda yaygın hiperaljeziyi değerlendirmek amacıyla yapılan dominant elin proksimal transvers arkin orta noktasından PPT ölçümlerinde her iki grupta da benzer etki büyüklüklerinde iyileşme gözlemlendi. 10 haftalık tedavi sonuçlarının gruplar arası karşılaştırması ise DDE alan grup lehine farklı bulundu. Bilgimiz dahilinde kas iskelet sistemi ağrılı bireylerde yaygın hiperaljezi ölçümü yapılan müdahale çalışması bulunmamaktadır. Sonuç olarak, sensorimotor eğitim içeren tedavi programımızın KBAlı bireylerde yaygın hiperaljeziyi azaltmada etkili olduğunu düşünmekteyiz.

Depresyon, stres, felaketleştirme ve korku-kaçınma inanışları gibi psikososyal faktörlerin bel ağrısında algılanan ağrı şiddeti ve disabilite ile olan ilişkisi bilinmektedir [52]. Kronik ağrıda durumunda kinezyofobi ve felaketleştirme ile algılanan ağrı şiddeti arasındaki ilişkinin bedene ait algısal problemler tarafından yönetildiği bildirilmiş ve SS ile ilişkisi ortaya konmuştur [70,173,174]. Bu nedenle KBAlı hastalarda psikososyal değerlendirmelerin sadece ICF kapsamında [175] değil sensitizasyon kapsamında da değerlendirilmesi gerekmektedir [173]. Literatürde konservatif tedavilerin, kronik kas iskelet sistemi ağrısı olan bireylerde beynin özellikle psikososyal boyutlarla ilişkili olan prefrontal bölgesinde fonksiyonel ve morfolojik değişiklikler sağlayabileceği belirtilmiştir [176]. Ağrılı bölgede sensoriyel problemleri ve kinezyofobisi olan hastaların; lumbal bölgenin hareketleri sırasında görüntülenmesi, motor kontrol egzersizleri ve DDE'den fayda görebileceği bildirilmiştir [14]. Wand ve diğ. [119], KBAlı

hastalar üzerinde akupunktur iğnelerini duyu diskriminasyonu aracı olarak bir seans uygulamış, tedavi sonrasında sham gruba göre ağrı şiddetine ek olarak felaketleştirme ve kinezyofobide de anlamlı azalma elde etmişlerdir. Bagg ve diğ. ^[113], KBAlı bireylerde 18 hafta uyguladıkları duysal doğruluk eğitimi içeren sensorimotor eğitim ile sham lazer ve transkranyal manyetik stimülasyon uygulamasının tedavi sonrası, 26, ve 52 haftalık sonuçlarını karşılaştırmıştır. Tedavi sonrası ve tüm takip sürelerinde duysal doğruluk eğitimi alan grupta felaketleştirme ve kinezyofobi skorlarının anlamlı olarak daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Her iki gruba da MKE uyguladığımız bu çalışma sonucunda 10. haftada her iki grupta da SS semptomları, felaketleştirme ve kinezyofobide azalma gözlemlendi. Etki büyüklükleri ise SS semptomları ve felaketleştirme açısından benzer bulundu. Kinezyofobide DDE alan grupta etki büyüklüğü büyük iken yalnız MKE alan grupta küçük olarak tespit edildi. İki grubun 10. hafta değerlendirmeleri arasındaki farkın ise DDE alan grup lehine olduğu görüldü. Fakat kinezyofobiye ait başlangıç değerlerinin DDE alan grupta anlamlı olarak fazla olması nedeniyle kinezyofobi sonuçlarının dikkatli yorumlanması gerekmektedir.

5.3. Duyu Diskriminasyon Eğitiminin Aktivite ve Katılım ile İlişkili Parametrelere Etkisi

KBA kişisel ve psikososyal açıdan ciddi fonksiyonel limitasyonlar ve azalmış yaşam kalitesi ile ilişkilidir. Bel ağrılı hastalar için “iyileşme” günlük aktiviteleri zorlanmadan gerçekleştirmek; egzersize, işle ilişkili aktivitelere ve boş zaman aktivitelerine tolerasyonun artması anlamına gelmektedir ^[177]. Bu nedenle ağrıyla birlikte, disabilite ve yaşam kalitesi, KBA için değerlendirilmesi önerilen sonuç ölçümleri arasında yer almaktadır ^[55,132]. Kalin ve diğ. ^[14], DDE'nin farklı formlarının KBAlı bireylerde etkilerini derledikleri çalışmalarında, DDE'nin ağrı ve fonksiyonda gelişme sağladığını bildirmiş, fakat bu gelişmenin klinik olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek için daha fazla randomize kontrollü çalışmaya ihtiyaç olduğunu belirtmişlerdir.

Motor kontrol egzersizlerinin, KBAlı hastalarda disabilite ve yaşam kalitesinde iyileşme sağlayabildiğini gösteren birçok çalışma bulunmaktadır ^[178,179]. Bagg ve diğ. ^[113], KBAlı bireylerde uyguladıkları 18 haftalık duysal doğruluk eğitimi içeren sensorimotor eğitim ile sham tedavi sonrası, duysal doğruluk eğitimi alan grupta disabilite ve yaşam kalitesi skorlarında anlamlı olarak daha fazla gelişim tespit etmiştir. Ek olarak algılanan global değişimin sensorimotor eğitim alan grupta daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Gutknecht ve diğ. ^[104] motor kontrol egzersizleri ve grafestezi eğitimi uyguladıkları KBAlı hastalarda

ortalama 9 seans sonunda fonksiyon skorlarında anlamlı iyileşme tespit etmiştir. Önceki bir çalışmanın yalnızca motor kontrol egzersizleri gerçekleştiren hasta grubuyla karşılaştırma yaptıklarında ise iki grup arasında fonksiyonel iyileşme açısından anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Fakat sonuçların bir randomize kontrollü çalışma ile desteklenmesi gerektiği bildirilmiştir. İki gruba da 10 hafta boyunca MKE uyguladığımız çalışmamızda her iki grupta da disabilite ve yaşam kalitesi skorlarında benzer etki büyüklüğünde iyileşme olduğu görüldü. 10 haftanın sonunda gruplar arasındaki farkın ise DDE alan grup lehine olduğu saptandı. Paralel olarak, hasta memnuniyeti karşılaştırmasında da DDE alan gruptaki algılanan global değişimin etki büyüklüğü “büyük” iken yalnız MKE alan grupta “küçük” olduğu görüldü. Sonuç olarak, DDE'nin KBAlı hastalarda egzersize ek olarak kullanımı ile fonksiyon ve yaşam kalitesi düzeylerinin iyileşebileceğini ve buna bağlı olarak hasta memnuniyetinin de artabileceğini düşünmekteyiz.

5.4. Limitasyonlar ve Güçlü Yönler

Çalışmamızın öne çıkan limitasyonu, bir doktora tezi olması dolayısıyla tüm değerlendirme ve tedavi süreçlerinin tek bir araştırmacı tarafından yürütülmüş olmasıdır. Bir diğer önemli limitasyon ise DDE'nin etkinliğinin kısa dönem sonuçlar ile değerlendirilmiş olması ve bir takip süresinin olmamasıdır. Üçüncü limitasyon ise, katılımcıların çoğunluğunun kadın cinsiyette olmasının ve çalışmaya SS özellikleri gösteren bel ağrılı hastaların dahil edilmesinin sonuçların tüm KBAlı bireylere genellenebilirliğini olumsuz etkilemesidir. Bununla birlikte çalışmamızın güçlü yönleri aşağıdaki gibidir:

- Çalışmamız, KBA'nın yönetiminde literatürde ümit verici sonuçları olan kortikal duyuşal süreçleri hedef alan güncel ağrı bilimi yaklaşımına sahip az sayıda çalışmadan biridir.
- Çalışmamızın sonuçları ile KBA tanılı hastalarda, kortikal reorganizasyon ile ilişkili birçok parametreye ait veriler sağlandı ve bu parametrelerin tedavi sonrasında ait değişimleri gösterildi. Bu verilerin gelecekte bu konudaki çalışmalar için yaygın bir etki oluşturması beklenmektedir.
- Çalışmamızın sonuçları ile KBA'nın klinik yönetiminde DDE uygulamasına yönelik oluşturulacak olan rehberlere katkıda bulunuldu.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

KBA'da kortikal reorganizasyon ile ilişkili olarak taktıl doğruluk değerlendirmeleri, ağrıyla ilgili mekanizmaların ve terapatik opsiyonların belirlenmesi açısından güncelliğini ve önemini korumaktadır. Çalışmamızın en önemli sonucu, kortikal reorganizasyonun klinik bulgusu olan 2ND değerlerine ait etki büyüklüklerinin DDE alan grupta daha büyük bulunmasıdır. Algılanan ağrı şiddetinin ve disabilitenin ise DDE alan grupta daha fazla azalma eğiliminde olduğu görüldü. Bu durum, hasta memnuniyet sonuçlarının DDE alan grupta daha fazla olmasını açıklayabilir. DDE'nin geleneksel fizyoterapi uygulamalarından farklı olması nedeniyle uygulama sırasında hastalara açıklanması gerektiğinden DDE uygulanacak olan çalışmalarda ağrı ve mekanizmalarıyla ilgili bilgilendirilmenin yapılması gerekmektedir.

KBA yönetiminde, dominant olan ağrı mekanizmasının belirlenmesi ve tedavi modalitelerinin buna göre seçilmesi tedavi sonuçlarını iyileştirecektir. Fakat, ağrı tedavisine her zaman dominant olan ağrı mekanizmasını hedef alan uygulamalarla başlamaktansa önceliğin hastanın güvenini kazanmak olması gerektiğini düşünüyoruz.

Bu araştırmanın sonuçları ışığında bilimsel ve klinik önerilerimiz aşağıdaki gibidir:

- Gelecekteki çalışmalarda DDE'nin KBA üzerinde etkinliği, kortikal reorganizasyonla ilişkili parametreler kullanılarak sham uygulama ve manuel terapi gibi lumbal bölgeye duysal girdi sağlayan diğer tedavi yöntemleri ile karşılaştırılmalıdır.
- Gelecekteki çalışmalar, DDE'nin KBA üzerinde etkinliğini uzun dönem takip sonuçlarını daha geniş örneklem büyüklüğünde ortaya koymalıdır.
- Gelecekteki çalışmalarda DDE'nin KBA üzerinde etkinliğinin, kanıt değeri yüksek objektif değerlendirme yöntemleri (örneğin, fMRG) ile monitorizasyonu sağlanarak basit klinik yöntemler ile korelasyonu incelenmelidir.
- KBA tanılı SS'si olan hastalarda taktıl doğruluk değerlendirmeleri yapılmalı, kortikal reorganizasyon ile uyumlu özellikleri olan hastalarda DDE'nin programa dahil edilmesi düşünülmelidir.

KAYNAKLAR

- [1]. Nijs, J., Goubert, D., & Ickmans, K., 2016, Recognition and treatment of central sensitization in chronic pain patients: Not limited to specialized care, *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, (46) 12, 1024–1028.
- [2]. Woolf, C. J., 2011, Central sensitization: Implications for the diagnosis and treatment of pain, *Pain*, (152) 3.
- [3]. Roussel, N. A., Nijs, J., Meeus, M., Mylius, V., Fayt, C., & Oostendorp, R., 2013, Central Sensitization and Altered Central Pain Processing in Chronic Low Back Pain Fact or Myth? *Clinical Journal of Pain*, 29(7), 625–38.
- [4]. Bettini, L., & Moore, K., 2016, Central Sensitization in Functional Chronic Pain Syndromes: Overview and Clinical Application, *Pain Management Nursing*, (17) 5, 333–338.
- [5]. Nijs, J., Malfliet, A., Ickmans, K., Baert, I., & Meeus, M., 2014, Treatment of central sensitization in patients with “unexplained” chronic pain: An update, *Expert Opinion on Pharmacotherapy*, (15) 12, 1671–1683.
- [6]. Nijs, J., Torres-Cueco, R., Paul Van Wilgen, C., Girbés, E. L., Struyf, F., Roussel, N., Oosterwijck, J. Van, Daenen, L., Kuppens, K., Vanderweeën, L., Hermans, L., Beckwée, D., Voogt, L., Clark, J., Moloney, N., & Meeus, M., 2014, Applying Modern Pain Neuroscience in Clinical Practice: Criteria for the Classification of Central Sensitization Pain. *Pain Physician*, 17, 447–457.
- [7]. Nijs, J., Meeus, M., Van Oosterwijck, J., Roussel, N., De Kooning, M., Ickmans, K., & Matic, M., 2011, Treatment of central sensitization in patients with “unexplained” chronic pain: What options do we have?, *Expert Opinion on Pharmacotherapy*, (12) 7, 1087–1098.
- [8]. Brumagne, S., Diers, M., Danneels, L., Lorimer Moseley, G., & Hodges, P. W., 2019, Neuroplasticity of sensorimotor control in low back pain., *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, (49) 6, 402–414.
- [9]. Schabrun, S. M., Elgueta-Cancino, E. L., & Hodges, P. W., 2017, Smudging of the Motor Cortex Is Related to the Severity of Low Back Pain, *Spine*, 42(15), 1172–1178.
- [10]. Catani, M., 2017, A little man of some importance, *Brain*, 140(11), 3055–3061.
- [11]. Flor, H., 2002, The Modification of Cortical Reorganization and Chronic Pain by Sensory Feedback, *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, (27) 3.
- [12]. Catley, M. J., O’Connell, N. E., Berryman, C., Ayhan, F. F., & Moseley, G. L., 2014, Is tactile acuity altered in people with chronic pain? A systematic review and meta-analysis, *Journal of Pain*, (15) 10, 985–1000.
- [13]. Moseley, G. L., & Flor, H., 2012, Targeting cortical representations in the treatment of chronic pain: A review, *Neurorehabilitation and Neural Repair*, (26) 6, 646–652.
- [14]. Kälén, S., Rausch-Osthoff, A. K., & Bauer, C. M., 2016, What is the effect of sensory discrimination training on chronic low back pain? A systematic review, *BMC Musculoskeletal Disorders*, 17(1).
- [15]. Hübscher, M., Moloney, N., Leaver, A., Rebeck, T., McAuley, J. H., & Refshauge, K. M., 2013, Relationship between quantitative sensory testing and pain or disability in people with spinal pain - A systematic review and meta-analysis, *Pain* (154) 9, 1497–1504.

- [16]. Graham, A. N., Ryan, C. G., MacSween, A. P., Alexanders, J. P., Livadas, N. P., Oatway, S., Atkinson Bsc, G., & Martin BScPT, D. J., 2022, Sensory discrimination training for adults with chronic musculoskeletal pain: a systematic review, *Physiotherapy Theory and Practice*, 38(9):1107-1125.
- [17]. Raja, S. N., Carr, D. B., Cohen, M., Finnerup, N. B., Flor, H., Gibson, S., Keefe, F. J., Mogil, J. S., Ringkamp, M., Sluka, K. A., Song, X. J., Stevens, B., Sullivan, M. D., Tutelman, P. R., Ushida, T., & Vader, K., 2020, The revised International Association for the Study of Pain definition of pain: concepts, challenges, and compromises, *Pain* (161)9, 1976–1982.
- [18]. Hoegh, M., 2022, Pain Science in Practice: What Is Pain Neuroscience? Part 1, *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, (52) 4, 163–165.
- [19]. Moseley, L., 2015, *No brain, no pain: it is in the mind, so test results can make it worse*, <https://theconversation.com/no-brain-no-pain-it-is-in-the-mind-so-test-results-can-make-it-worse-40989>, [Ziyaret tarihi: 30 Mayıs 2024].
- [20]. Hoegh, M., 2022, Pain Science in Practice: What Is Pain Neuroscience? Part 2, *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, (52) 4, 166–168.
- [21]. Caterina, M. J., & Julius, D., 2000, *The Vanilloid Receptor: A Molecular Gateway to the Pain Pathway*, *Annual Review of Neuroscience*, (24), 487–517.
- [22]. Bourne, S., Machado, A. G., & Nagel, S. J., 2014, Basic anatomy and physiology of pain pathways, *Neurosurgery Clinics of North America*, (25) 4, 629–638.
- [23]. Bell, A., 2018, The neurobiology of acute pain, *Veterinary Journal*, (237), 55–62.
- [24]. Argoff, C., 2011, Mechanisms of pain transmission and pharmacologic management, *Current Medical Research and Opinion*, (27) 10, 2019–2031.
- [25]. Hoegh, M., 2023, Pain Science in Practice (Part 5): Central Sensitization II, *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, (53) 2, 55–58.
- [26]. Babos, M. B., Grady, B., Wisnoff, W., & McGhee, C., 2013, Pathophysiology of pain, *Disease-a-Month*, (59) 10, 330–358.
- [27]. Penfield, W., & Rasmussen, T., 1950, The cerebral cortex of man; a clinical study of localization of function.
- [28]. Bushnell, M. C., Čeko, M., & Low, L. A., 2013, Cognitive and emotional control of pain and its disruption in chronic pain, *Nature Reviews Neuroscience*, (14) 7, 502–511.
- [29]. Rahman, W., Bauer, C. S., Bannister, K., Vonsy, J. L., Dolphin, A. C., & Dickenson, A. H., 2009, Descending serotonergic facilitation and the antinociceptive effects of pregabalin in a rat model of osteoarthritic pain, *Molecular Pain*, 5.
- [30]. Yu, R., Gollub, R. L., Spaeth, R., Napadow, V., Wasan, A., & Kong, J., 2014, Disrupted functional connectivity of the periaqueductal gray in chronic low back pain, *NeuroImage: Clinical*, 6, 100–108.
- [31]. Hoegh, M., & Bannister, K., 2024, Pain Science in Practice (Part 6): How Does Descending Modulation of Pain Work?, *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 54(2), 1–4.
- [32]. Tighe, P., Buckenmaier III, C. C., Boezaart, A. P., Carr, D. B., Clark, L. L., Herring, A. A., Kent, M., Mackey, S., Mariano, E. R., Polomano, R. C., & Reisfield, G. M., 2015, *Acute Pain Medicine in the United States: A Status Report*, 16(9): 1806–1826.
- [33]. IASP, What is acute pain?, <https://www.iasp-pain.org/resources/topics/acute-pain/>, [Ziyaret tarihi: 21 Mayıs 2024].
- [34]. Treede, R. D., Rief, W., Barke, A., Aziz, Q., Bennett, M. I., Benoliel, R., Cohen, M., Evers, S., Finnerup, N. B., First, M. B., Giamberardino, M. A., Kaasa, S., Kosek, E., Lavand'homme, P., Nicholas, M., Perrot, S., Scholz, J., Schug, S., Smith, B. H., ...

- Wang, S. J., 2015, A classification of chronic pain for ICD-11, *Pain*, (156) 6, 1003–1007.
- [35]. Hoegh, M., & Rathleff, M. S., 2022, Pain Science in Practice: Linking Basic Pain Science to the Clinic and Quality Musculoskeletal Rehabilitation Care, *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, (52) 3, 125–126).
- [36]. IASP, Terminology-Pain terms and Definition, <https://www.iasp-pain.org/resources/terminology/>, [Ziyaret tarihi: 23 Mayıs 2024].
- [37]. Nijs, J., Apeldoorn, A., Hallegraef, H., Clark, J., Smeets, R., Malfliet, A., Girbés, E. L., De Kooning, M., & Ickmans, K., 2015, *Comprehensive Review Low Back Pain: Guidelines for the Clinical Classification of Predominant Neuropathic, Nociceptive, or Central Sensitization Pain*, *Pain Physician*, 18, 333–346.
- [38]. Meacham, K., Shepherd, A., Mohapatra, D. P., & Haroutounian, S., 2017, Neuropathic Pain: Central vs. Peripheral Mechanisms, *Current Pain and Headache Reports*, (21) 6, 21–28.
- [39]. Hoegh, M., 2022, Pain Science in Practice (Part 3): Peripheral Sensitization, *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, (52) 6, 303–306.
- [40]. Hoegh, M., 2023, Pain Science in Practice (Part 4): Central Sensitization I, *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, (53) 1, 1–4.
- [41]. Smart, K. M., Blake, C., Staines, A., Thacker, M., & Doody, C., 2012, Mechanisms-based classifications of musculoskeletal pain: Part 1 of 3: Symptoms and signs of central sensitisation in patients with low back (\pm leg) pain, *Manual Therapy*, 17(4), 336–344.
- [42]. WHO, 2023, Low Back Pain, <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/low-back-pain>, [Ziyaret tarihi: 24 Mayıs 2024].
- [43]. Ferreira, M. L., De Luca, K., Haile, L. M., Steinmetz, J. D., Culbreth, G. T., Cross, M., Kopec, J. A., Ferreira, P. H., Blyth, F. M., Buchbinder, R., Hartvigsen, J., Wu, A. M., Safiri, S., Woolf, A. D., Collins, G. S., Ong, K. L., Vollset, S. E., Smith, A. E., Cruz, J. A., ... March, L. M., 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), 316–329.
- [44]. IASP, 2021, The Global Burden of Low Back Pain, <https://www.iasp-pain.org/resources/fact-sheets/the-global-burden-of-low-back-pain/>, [Ziyaret tarihi: 27 Mayıs 2024].
- [45]. Fatoye, F., Gebrye, T., Ryan, C. G., Useh, U., & Mbada, C., 2023, Global and regional estimates of clinical and economic burden of low back pain in high-income countries: a systematic review and meta-analysis, *Frontiers in Public Health*, (11).
- [46]. Froud, R., Patterson, S., Eldridge, S., Seale, C., Pincus, T., Rajendran, D., Fossum, C., & Underwood, M., 2014, A systematic review and meta-synthesis of the impact of low back pain on people's lives, *BMC Musculoskeletal Disorders*, (15) 1.
- [47]. Oliveira, C. B., Maher, C. G., Pinto, R. Z., Traeger, A. C., Lin, C. W. C., Chenot, J. F., van Tulder, M., & Koes, B. W., 2018, Clinical practice guidelines for the management of non-specific low back pain in primary care: an updated overview, *European Spine Journal* (27) 11, 2791–2803.
- [48]. Hemmer, C. R., 2021, Evaluation and treatment of low back pain in adult patients, *Orthopaedic Nursing*, 40(6), 336–342.
- [49]. Deer, T., Sayed, D., Michels, J., Josephson, Y., Li, S., & Calodney, A. K., 2019, A Review of Lumbar Spinal Stenosis with Intermittent Neurogenic Claudication: Disease and Diagnosis, *Pain Medicine (United States)*, (20), 32–44.
- [50]. Kamper, S. J., Logan, G., Copsey, B., Thompson, J., Machado, G. C., Abdel-Shaheed, C., Williams, C. M., Maher, C. G., & Hall, A. M., 2020, What is usual care for low back

- pain? A systematic review of health care provided to patients with low back pain in family practice and emergency departments, *Pain*, (161) 4, 694–702).
- [51]. Oliveira, C. B., Maher, C. G., Pinto, R. Z., Traeger, A. C., Lin, C. W. C., Chenot, J. F., van Tulder, M., & Koes, B. W., 2018, Clinical practice guidelines for the management of non-specific low back pain in primary care: an updated overview, *European Spine Journal* (27) 11, 2791–2803.
- [52]. Knezevic, N. N., Candido, K. D., Vlaeyen, J. W. S., Van Zundert, J., & Cohen, S. P., 2021, Low back pain, *The Lancet*, (398) 10294, 78–92.
- [53]. Brennan, G. P., Fritz, J. M., Hunter, S. J., Thackeray, A., Delitto, A., & Erhard, R. E., 2006, Identifying subgroups of patients with acute/subacute "nonspecific" low back pain: results of a randomized clinical trial, *Spine*, 31(6), 623–631.
- [54]. Patrick, N., Emanski, E., & Knaub, M. A., 2014, Acute and chronic low back pain, *Medical Clinics of North America*, (98) 4, 777–789.
- [55]. Tagliaferri, S. D., Owen, P. J., Miller, C. T., Mitchell, U. H., Ehrenbrusthoff, K., & Belavy, D. L., 2023, Classifying Nonspecific Low Back Pain for Better Clinical Outcomes: Current Challenges and Paths Forward, *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, (53) 5, 239–243.
- [56]. Vining, R. D., Shannon, Z. K., Minkalis, A. L., & Twist, E. J., 2019, Current Evidence for Diagnosis of Common Conditions Causing Low Back Pain: Systematic Review and Standardized Terminology Recommendations, *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, (42) 9, 651–664).
- [57]. Vogt, M. T., Kwok, C. K., Cope, D. K., Osial, T. A., Culyba, M., & Starz, T. W., 2005, Analgesic usage for low back pain: impact on health care costs and service use, *Spine*, 30(9), 1075–1081.
- [58]. Henschke, N., Maher, C. G., Refshauge, K. M., Herbert, R. D., Cumming, R. G., Bleasel, J., York, J., Das, A., & McAuley, J. H., 2008, Prognosis in patients with recent onset low back pain in Australian primary care: Inception cohort study, *BMJ*, 337(7662), 154–157.
- [59]. Deyo, R. A., Dworkin, S. F., Amtmann, D., Andersson, G., Borenstein, D., Carragee, E., Carrino, J., Chou, R., Cook, K., Delitto, A., Goertz, C., Khalsa, P., Loeser, J., MacKey, S., Panagis, J., Rainville, J., Tosteson, T., Turk, D., Von Korff, M., & Weiner, D. K., 2014, Report of the NIH task force on research standards for chronic low back pain, *Journal of Pain*, 15(6), 569–585.
- [60]. Jenkins, L. C., Chang, W. J., Buscemi, V., Liston, M., Humburg, P., Nicholas, M., Graven-Nielsen, T., Hodges, P. W., McAuley, J. H., & Schabrun, S. M., 2023, Cortical function and sensorimotor plasticity are prognostic factors associated with future low back pain after an acute episode: The Understanding persistent Pain Where it ResiDes prospective cohort study, *Pain*, 164(1), 14–26.
- [61]. Wand, B. M., Cashin, A. G., McAuley, J. H., Bagg, M. K., Orange, G. M., & Moseley, G. L., 2023, The Fit-for-Purpose Model: Conceptualizing and Managing Chronic Nonspecific Low Back Pain as an Information Problem, *Physical Therapy*, 103(2).
- [62]. Flor, H., Braun, C., Elbert, T., & Birbaumer, N., 1997, Extensive reorganization of primary somatosensory cortex in chronic back pain patients, *Neuroscience Letters*, 224 (1997) 5–8.
- [63]. Schabrun, S. M., Burns, E., & Hodges, P. W., 2015, New insight into the time-course of motor and sensory system changes in pain, *PLoS ONE*, 10(11).
- [64]. Schabrun, S. M., Elgueta-Cancino, E. L., & Hodges, P. W., 2017, Smudging of the Motor Cortex Is Related to the Severity of Low Back Pain, *Spine*, 42(15), 1172–1178.
- [65]. Ng, S. K., Urquhart, D. M., Fitzgerald, P. B., Cicuttini, F. M., Hussain, S. M., & Fitzgibbon, B. M., 2018, The Relationship between Structural and Functional Brain

- Changes and Altered Emotion and Cognition in Chronic Low Back Pain Brain Changes A Systematic Review of MRI and fMRI Studies, *Clinical Journal of Pain*, (34) 3, 237–261.
- [66]. Zhang, L., Zhou, L., Ren, Q., Mokhtari, T., Wan, L., Zhou, X., & Hu, L., 2019, Evaluating Cortical Alterations in Patients With Chronic Back Pain Using Neuroimaging Techniques: Recent Advances and Perspectives, *Frontiers in Psychology*, (10).
- [67]. Zhao, X., Xu, M., Jorgenson, K., & Kong, J., 2017, Neurochemical changes in patients with chronic low back pain detected by proton magnetic resonance spectroscopy: A systematic review, *NeuroImage: Clinical*, (13), 33–38.
- [68]. Pelletier, R., Higgins, J., Bourbonnais, D., Higgins, J., de, cole, & Bourbonnais, D., 2015, Addressing Neuroplastic Changes in Distributed Areas of the Nervous System Associated With Chronic Musculoskeletal Disorders, *Physical Therapy*, (95), 1582–1591.
- [69]. Ehrenbrusthoff, K., Ryan, C. G., Grüneberg, C., & Martin, D. J., 2018, A systematic review and meta-analysis of the reliability and validity of sensorimotor measurement instruments in people with chronic low back pain, *Musculoskeletal Science & Practice*, 35, 73–83.
- [70]. Zaman, J., Vlaeyen, J. W. S., Van Oudenhove, L., Wiech, K., & Van Diest, I., 2015, Associative fear learning and perceptual discrimination: A perceptual pathway in the development of chronic pain, *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, (51), 118–125.
- [71]. Aoyagi, K., He, J., Nicol, A. L., Clauw, D. J., Kluding, P. M., Jernigan, S., & Sharma, N. K., 2019, A Subgroup of Chronic Low Back Pain Patients With Central Sensitization, *The Clinical Journal of Pain*, 35(11), 869–879.
- [72]. Beaudette, S. M., Larson, K. J., Larson, D. J., & Brown, S. H. M., 2016, Low back skin sensitivity has minimal impact on active lumbar spine proprioception and stability in healthy adults, *Experimental Brain Research*, 234(8), 2215–2226.
- [73]. Tong, M. H., Mousavi, S. J., Kiers, H., Ferreira, P., Refshauge, K., & van Dieën, J., 2017, Is There a Relationship Between Lumbar Proprioception and Low Back Pain? A Systematic Review With Meta-Analysis, *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 98(1), 120-136.
- [74]. Moseley, G. L., 2008, I can't find it! Distorted body image and tactile dysfunction in patients with chronic back pain. *Pain*, 140(1), 239–243.
- [75]. Flor, H., Ffirst, M., & Birbaumer, N., 1999, Deficient Discrimination of EMG Levels and Overestimation of Perceived Tension in Chronic Pain Patients, *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, (24) 1.
- [76]. Meier, M. L., Vrana, A., & Schweinhardt, P., 2019, Low Back Pain: The Potential Contribution of Supraspinal Motor Control and Proprioception, *Neuroscientist*, (25), 6, 583–596.
- [77]. Lewis, J. S., & Schweinhardt, P., 2012, Perceptions of the painful body: The relationship between body perception disturbance, pain and tactile discrimination in complex regional pain syndrome, *European Journal of Pain*, 16(9), 1320–1330.
- [78]. Wand, B. M., Di Pietro, F., George, P., & O'Connell, N. E., 2010, Tactile thresholds are preserved yet complex sensory function is impaired over the lumbar spine of chronic non-specific low back pain patients: A preliminary investigation, *Physiotherapy*, 96(4), 317–323.
- [79]. Nishigami, T., Mibu, A., Osumi, M., Son, K., Yamamoto, S., Kajiwarra, S., Tanaka, K., Matsuya, A., & Tanabe, A., 2015, Are tactile acuity and clinical symptoms related to differences in perceived body image in patients with chronic nonspecific lower back pain?, *Manual Therapy*, 20(1), 63–67.
- [80]. Oz, M., & Ulger, O., 2024, Body awareness disturbances in patients with low back pain: a systematic review, *Acta Neurologica Belgica*.

- [81]. Hodges PW, Cholewicki J, van Dieën JH., 2013, Spinal control, Edinburgh, Scotland: Elsevier.
- [82]. Van Dieën, J. H., Peter Reeves, N., Kawchuk, G., Van Dillen, L. R., & Hodges, P. W., 2019, Motor control changes in low back pain: Divergence in presentations and mechanisms, *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, (49) 6, 370–379.
- [83]. Russo, M., Deckers, K., Eldabe, S., Kiesel, K., Gilligan, C., Vieceli, J., & Crosby, P., 2018, Muscle Control and Non-specific Chronic Low Back Pain, *Neuromodulation*, (21) 1, 1–9).
- [84]. Danneels, L., Coorevits, P., Cools, A., Vanderstraeten, G., Cambier, D., Witvrouw, E., & De Cuyper, H., 2002, Differences in electromyographic activity in the multifidus muscle and the iliocostalis lumborum between healthy subjects and patients with sub-acute and chronic low back pain, *European Spine Journal*, 11(1), 13–19.
- [85]. 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.
- [86]. Knox, M. F., Chipchase, L. S., Schabrun, S. M., Romero, R. J., & Marshall, P. W. M., 2018, Anticipatory and compensatory postural adjustments in people with low back pain: a systematic review and meta-analysis, *Spine Journal*, (18) 10, 1934–1949.
- [87]. Elgueta-Cancino, E., Sheeran, L., Salomoni, S., Hall, L., & Hodges, P. W., 2021, Characterisation of motor cortex organisation in patients with different presentations of persistent low back pain, *European Journal of Neuroscience*, 54(11), 7989–8005.
- [88]. Caeyenberghs, K., Pijnenburg, M., Goossens, N., Janssens, L., & Brumagne, S., 2017, Associations between measures of structural morphometry and sensorimotor performance in individuals with nonspecific low back pain, *American Journal of Neuroradiology*, 38(1), 183–191.
- [89]. Tsao, H., Danneels, L., & Hodges, P. W., 2011, Individual fascicles of the paraspinal muscles are activated by discrete cortical networks in humans, *Clinical Neurophysiology*, 122(8), 1580–1587.
- [90]. Roy, J. S., Bouyer, L. J., Langevin, P., & Mercier, C., 2017, Beyond the joint: The role of central nervous system reorganizations in chronic musculoskeletal disorders, *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, (47) 11, 817–821.
- [91]. Traeger, A. C., Buchbinder, R., Elshaug, A. G., Croft, P. R., & Maher, C. G., 2019, Care for low back pain: Can health systems deliver?, *Bulletin of the World Health Organization*, 97(6), 423–433.
- [92]. Malfliet, A., Ickmans, K., Huysmans, E., Coppieters, I., Willaert, W., Van Bogaert, W., Rheel, E., Bilterys, T., Van Wilgen, P., & Nijs, J., 2019, Best evidence rehabilitation for chronic pain part 3: Low back pain, *Journal of Clinical Medicine*, 8(7).
- [93]. Voscopoulos, C., & Lema, M., 2010, When does acute pain become chronic?, *British Journal of Anaesthesia*, 105, 69–85.
- [94]. Carnes, D., Mars, T. S., Mullinger, B., Froud, R., & Underwood, M., 2010, Adverse events and manual therapy: A systematic review, *Manual Therapy*, (15) 4, 355–363.
- [95]. Vincent, E, et al., 2023, Back Pain, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK538173/>, [Ziyaret tarihi: 2 Haziran 2024].
- [96]. Seminowicz, D. A., Wideman, T. H., Naso, L., Hatami-Khoroushahi, Z., Fallatah, S., Ware, M. A., Jarzem, P., Bushnell, M. C., Shir, Y., Ouellet, J. A., & Stone, L. S., 2011, Effective treatment of chronic low back pain in humans reverses abnormal brain anatomy and function, *Journal of Neuroscience*, 31(20), 7540–7550.

- [97]. Trujillo, M. S., Alvarez, A. F., Nguyen, L., & Petros, J., 2020, Embodiment in virtual reality for the treatment of chronic low back pain: A case series, *Journal of Pain Research*, 13, 3131–3137.
- [98]. Nijs, J., Apeldoorn, A., Hallegraef, H., Clark, J., Smeets, R., Malfliet, A., Girbés, E. L., De Kooning, M., & Ickmans, K., 2015, Comprehensive Review Low Back Pain: Guidelines for the Clinical Classification of Predominant Neuropathic, Nociceptive, or Central Sensitization Pain, *Pain Physician*, 18, 333–346.
- [99]. Halliday, M. H., Garcia, A. N., Amorim, A. B., MacHado, G. C., Hayden, J. A., Pappas, E., Ferreira, P. H., & Hancock, M. J., 2019, Treatment effect sizes of mechanical diagnosis and therapy for pain and disability in patients with low back pain: A systematic review, *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 49(4), 219–229.
- [100]. Hayden, J. A., Ellis, J., Ogilvie, R., Malmivaara, A., & van Tulder, M. W., 2021, Exercise therapy for chronic low back pain, *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 9.
- [101]. Gaban, G. L. N. A., Vivaldini, M. R. S., & Selistre, L. F. A., 2024, From pain to relief: Exploring the consistency of exercise-induced hypoalgesia, *Scandinavian journal of pain*, (24) 1.
- [102]. Zatorre, R. J., Fields, R. D., & Johansen-Berg, H., 2012, Plasticity in gray and white: Neuroimaging changes in brain structure during learning, *Nature Neuroscience*, (15) 4, 528–536.
- [103]. Moseley, G. L., 2007, Reconceptualising pain according to modern pain science, *Physical Therapy Reviews*, 12(3), 169–178.
- [104]. Gutknecht, M., Mannig, A., Waldvogel, A., Wand, B. M., & Luomajoki, H., 2015, The effect of motor control and tactile acuity training on patients with non-specific low back pain and movement control impairment, *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 19(4), 722–731.
- [105]. Wand, B. M., Catley, M. J., Luomajoki, H. A., O’Sullivan, K. J., Di Pietro, F., O’Connell, N. E., & Moseley, G. L., 2014, Lumbar tactile acuity is near identical between sides in healthy pain-free participants. *Manual Therapy*, 19(5), 504–507.
- [106]. Moseley, G. L., & Vlaeyen, J. W. S., 2015, Beyond nociception: The imprecision hypothesis of chronic pain, *Pain*, (156) 1, 35–38.
- [107]. Thomaidou, E., McCarthy, C. J., Tsepis, E., Fousekis, K., & Billis, E., 2023, Manual Therapy versus Localisation (Tactile, Sensory Training) in Patients with Non-Specific Neck Pain: A Randomised Clinical Pilot Trial, *Healthcare (Switzerland)*, 11(10).
- [108]. Wand, B. M., O’Connell, N. E., Di Pietro, F., & Bulsara, M., 2011, Managing chronic nonspecific low back pain with a sensorimotor retraining approach: exploratory multiple-baseline study of 3 participants, *Physical therapy*, 91(4), 535–546.
- [109]. Adamczyk, W., Luedtke, K., & Saulicz, E., 2018, Lumbar Tactile Acuity in Patients with Low Back Pain and Healthy Controls, *Clinical Journal of Pain*, (34) 1, 82–94.
- [110]. Wand, B. M., Keeves, J., Bourgoin, C., George, P. J., Smith, A. J., O, N. E., & Lorimer Moseley, G., 2013, Mislocalization of Sensory Information in People With Chronic Low Back Pain A Preliminary Investigation, *Clinical Journal of Pain* (29), 8.
- [111]. Moseley, G. L., Gallagher, L., & Gallace, A., 2012, Neglect-like tactile dysfunction in chronic back pain, *Neurology*, 79(4), 327–332.
- [112]. Trapp, W., Weinberger, M., Erk, S., Fuchs, B., Mueller, M., Gallhofer, B., Hajak, G., Kübler, A., & Lautenbacher, S., 2015, A brief intervention utilising visual feedback reduces pain and enhances tactile acuity in CLBP patients, *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 28(4), 651–660.

- [113]. Bagg, M. K., Wand, B. M., Cashin, A. G., Lee, H., Hübscher, M., Stanton, T. R., O'Connell, N. E., O'Hagan, E. T., Rizzo, R. R. N., Wewege, M. A., Rabey, M., Goodall, S., Saing, S., Lo, S. N., Luomajoki, H., Herbert, R. D., Maher, C. G., Moseley, G. L., & McAuley, J. H., 2022, Effect of Graded Sensorimotor Retraining on Pain Intensity in Patients with Chronic Low Back Pain: A Randomized Clinical Trial, *JAMA*, 328(5), 430–439.
- [114]. Pratt, S., Wand, B. M., Hince, D. A., Travers, M. J., Schneider, L., Kelly, S., & Gibson, W., 2024, Tactile localization accuracy at the low back, *Attention, perception & psychophysics*, 86(3), 1008–1021.
- [115]. Luomajoki, H., & Moseley, G. L., 2011, Tactile acuity and lumbopelvic motor control in patients with back pain and healthy controls, *British Journal of Sports Medicine*, 45(5), 437–440.
- [116]. Daffada, P. J., Walsh, N., McCabe, C. S., & Palmer, S., 2015, The impact of cortical remapping interventions on pain and disability in chronic low back pain: a systematic review, *Physiotherapy*, 101(1), 25–33.
- [117]. Ryan, C., Harland, N., Drew, B. T., & Martin, D., 2014, Tactile acuity training for patients with chronic low back pain: A pilot randomised controlled trial, *BMC Musculoskeletal Disorders*, 15(1).
- [118]. Barker, K. L., Elliott, C. J., Sackley, C. M., & Fairbank, J. C. T., 2008, Treatment of chronic back pain by sensory discrimination training, A Phase I RCT of a novel device (FairMed) vs. TENS, *BMC Musculoskeletal Disorders*, 9.
- [119]. Wand, B. M., Abbaszadeh, S., Smith, A. J., Catley, M. J., & Lorimer Moseley, G., 2013, Acupuncture applied as a sensory discrimination training tool decreases movement-related pain in patients with chronic low back pain more than acupuncture alone: A randomised cross-over experiment, *British Journal of Sports Medicine*, 47(17), 1085–1089.
- [120]. Morone, G., Iosa, M., Paolucci, T., Fusco, A., Alcuri, R., Spadini, E., Saraceni, V. M., & Paolucci, S., 2012, Efficacy of perceptive rehabilitation in the treatment of chronic nonspecific low back pain through a new tool: A randomized clinical study, *Clinical Rehabilitation*, 26(4), 339–350.
- [121]. Paolucci, T., Fusco, A., Iosa, M., Grasso, M. R., Spadini, E., Paolucci, S., Saraceni, V. M., & Morone, G., 2012, The efficacy of a perceptive rehabilitation on postural control in patients with chronic nonspecific low back pain, *International Journal of Rehabilitation Research*, 35(4), 360–366.
- [122]. Vetrano, M., Pournajaf, S., Vulpiani, M. C., Santoboni, F., Paolucci, T., Spadini, E., Ferretti, A., & Saraceni, V. M., 2013, Perceptive rehabilitation of patients with non-specific chronic low back pain: the role of body midline, A randomized controlled trial. *European Journal of Physical And Rehabilitation Medicine*, 49(4), 517–525.
- [123]. Graham, A., Ryan, C. G., MacSween, A., Alexanders, J., Livadas, N., Oatway, S., Atkinson, G., & Martin, D. J., 2022, Sensory discrimination training for adults with chronic musculoskeletal pain: a systematic review, *Physiotherapy theory and practice*, 38(9), 1107–1125.
- [124]. Wälti, P., Kool, J., & Luomajoki, H. (2015), Short-term effect on pain and function of neurophysiological education and sensorimotor retraining compared to usual physiotherapy in patients with chronic or recurrent non-specific low back pain, a pilot randomized controlled trial *Rehabilitation, physical therapy and occupational health*, *BMC Musculoskeletal Disorders*, 16(1).

- [125]. Higgins, J.P.T, and Thomas, J., 2019, *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*, 2nd ed., The Cochrane Collaboration and John Wiley & Sons, Oxford, UK.
- [126]. Wang, J., Chen, C., Peng, M., Wang, Y., Wu, B., Zheng, Y., & Wang, X., 2020, Intra-And inter-rater reliability of three measurements for assessing tactile acuity in individuals with chronic low back pain, *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2020.
- [127]. Meier, R., Emch, C., Gross-Wolf, C., Pfeiffer, F., Meichtry, A., Schmid, A., & Luomajoki, H., 2021, Sensorimotor and body perception assessments of nonspecific chronic low back pain: a cross-sectional study, *BMC Musculoskeletal Disorders*, 22(1)
- [128]. Adamczyk, W., Sługocka, A., Saulicz, O., & Saulicz, E., 2016, The point-to-point test: A new diagnostic tool for measuring lumbar tactile acuity? Inter and intra-examiner reliability study of pain-free subjects, *Manual Therapy*, 22, 220–226.
- [129]. Descarreaux, M., Blouin, J. S., & Teasdale, N., 2005, Repositioning accuracy and movement parameters in low back pain subjects and healthy control subjects, *European Spine Journal*, 14(2), 185–191.
- [130]. Osthoff, R., Ernst, A.K., Rast, M., Mauz, Kool, E., Bauer, C., 2015, Measuring lumbar reposition accuracy in patients with unspecific low back pain-Systematic Review and Meta-analysis, *Spine*, 15, 40(2), E97-E111.
- [131]. Jung, S. H., Hwang, U. J., Ahn, S. H., Kim, H. A., Kim, J. H., Kwon, O. Y., & Muyor, J., 2020, Lumbopelvic motor control function between patients with chronic low back pain and healthy controls: a useful distinguishing tool: The STROBE study. *Medicine (United States)*, 99(15), E19621.
- [132]. Chiarotto, A., Boers, M., Deyo, R. A., Buchbinder, R., Corbin, T. P., Costa, L. O. P., Foster, N. E., Grotle, M., Koes, B. W., Kovacs, F. M., Christine Lin, C. W., Maher, C. G., Pearson, A. M., Peul, W. C., Schoene, M. L., Turk, D. C., Van Tulder, M. W., Terwee, C. B., & Ostelo, R. W., 2018, Core outcome measurement instruments for clinical trials in nonspecific low back pain. *Pain*, 159(3), 481–495.
- [133]. Nie, C., Chen, K., Chen, J., Zhu, Y., Jiang, J., Jin, X., Xia, X., & Zheng, C, 2022, Altered central pain processing assessed by quantitative sensory testing in patients with failed back surgery syndrome. *Neurophysiologie Clinique*, 52(6), 427–435.
- [134]. Bhattacharyya, A., Hopkinson, L. D., Nolet, P. S., & Srbely, J., 2023, The reliability of pressure pain threshold in individuals with low back or neck pain: a systematic review. *British Journal of Pain*, 17(6), 579–591.
- [135]. Mayer, T. G., Neblett, R., Cohen, H., Howard, K. J., Choi, Y. H., Williams, M. J., Perez, Y., & Gatchel, R. J., 2012, The Development and Psychometric Validation of the Central Sensitization Inventory. *Pain Practice*, 12(4), 276–285.
- [136]. Neblett, R., Cohen, H., Choi, Y., Hartzell, M. M., Williams, M., Mayer, T. G., & Gatchel, R. J., 2013, The central sensitization inventory (CSI): Establishing clinically significant values for identifying central sensitivity syndromes in an outpatient chronic pain sample. *Journal of Pain*, 14(5), 438–445.
- [137]. Düzce Keleş, E., Birtane, M., Ekuklu, G., Kılınçer, C., Çalhyurt, O., Taştekin, N., Efe Is, E., Ketenci, A., & Neblett, R., 2021, Validity and reliability of the Turkish version of the central sensitization inventory. *Arch Rheumatol*, 36(4), 518–526.
- [138]. Sullivan, M. J. L., Bishop, S. R., & Pivik, J., 1995, The Pain Catastrophizing Scale: Development and Validation. *Psychological Assessment*, 7(4), 524–532.
- [139]. İlçin, N., Gürpınar, B., Bayraktar, D., Savci, S., Çetin, P., Sari, İ., & Akkoç, N., 2016, Cross-cultural adaptation and validation of the Turkish version of the pain

- catastrophizing scale among patients with ankylosing spondylitis, *J Phys Ther Sci*, 28(1), 298-303.
- [140]. Fairbank, J. C. T., & Pynsent, P. B., 2000, The Oswestry Disability Index. *Spine*, 15, 25(22), 2940-52.
- [141]. Telci, E. A., Karaduman, A., Yakut, Y., Aras, B., Simsek, E., & Yagli, N., 2008, The Cultural Adaptation, Reliability, and Validity of Neck Disability Index in Patients With Neck Pain A Turkish Version Study. *Spine*, 15, 33(11), E362-5.
- [142]. Waddell, G., Newton, M., Henderson, I., Somerville, D., & Main, C. J., 1993, A Fear-Avoidance Beliefs Questionnaire (FABQ) and the role of fear-avoidance beliefs in chronic low back pain and disability. *Pain*, 52(2), 157-168.
- [143]. Korkmaz, N., Akinci, A., Yörükkan, S., Sürücü, H. S., Saraçbas, İ., Saraçbas, O., & Özçakar, L., 2009, Validation and reliability of the Turkish version of the fear avoidance beliefs questionnaire in patients with low back pain, 45(4), 527-35.
- [144]. Ware, J. E., Ware, J., & Turner-Bowker, D. M. (2002). *How to score SF-12 items*.
- [145]. Díaz-Arribas, M. J., Fernández-Serrano, M., Royuela, A., Kovacs, F. M., Gallego-Izquierdo, T., Ramos-Sánchez, M., Llorca-Palomera, R., Pardo-Hervás, P., & Martín-Pariente, O. S., 2017, Minimal Clinically Important Difference in Quality of Life for Patients with Low Back Pain. *Spine*, 42(24), 1908–1916.
- [146]. Soyly, C., & Kütük, B., 2022, Reliability and Validity of the Turkish Version of SF-12 Health Survey. *Turk Psikiyatri Dergisi*, 33(2), 108–117.
- [147]. Dworkin, R. H., Turk, D. C., Farrar, J. T., Haythornthwaite, J. A., Jensen, M. P., Katz, N. P., Kerns, R. D., Stucki, G., Allen, R. R., Bellamy, N., Carr, D. B., Chandler, J., Cowan, P., Dionne, R., Galer, B. S., Hertz, S., Jadad, A. R., Kramer, L. D., Manning, D. C., ... Witter, J., 2005, Core outcome measures for chronic pain clinical trials: IMMPACT recommendations. *Pain*, 113(1-2), 9-19.
- [148]. Kamper, S.J., Maher, C.G., Mackay, G., 2009, Global rating of change scales: a review of strengths and weaknesses and considerations for design, *J Man Manip Ther*, 17(3), 163-70.
- [149]. Hodges, P. W., Ferreira, P. H., & Ferreira, M. L., 2016, Lumbar Spine, *Pathology and Intervention in Musculoskeletal Rehabilitation*, 520–560.
- [150]. Adapted From Hodges, P. W., Ferreira, P. H., & Ferreira, M., 2007, Appendix: Motor Control Training Intervention Manual Lumbar Spine: Treatment Of Instability And Disorders Of Movement Control.
- [151]. Kazis, L. E., Anderson, J. J., & Meenan, R. F., 1989, Effect sizes for interpreting changes in health status, *Medical care*, 27(3), 178–189.
- [152]. Boendermaker, B., Meier, M. L., Luechinger, R., Humphreys, B. K., & Hotz-Boendermaker, S., 2014, The cortical and cerebellar representation of the lumbar spine. *Human Brain Mapping*, 35(8), 3962–3971.
- [153]. Catley, M. J., Tabor, A., Miegel, R. G., Wand, B. M., Spence, C., & Moseley, G. L., 2014, Show me the skin! Does seeing the back enhance tactile acuity at the back?, *Manual Therapy*, 19(5), 461–466.
- [154]. van Baal, K., Allofs, J., Ehrenbrusthoff, K., Grüneberg, C., Hering, T., Kopkow, C., & Thiel, C., 2020, Effects of a movement control and tactile acuity training in patients with nonspecific chronic low back pain and control impairment – a randomised controlled pilot study, *BMC Musculoskeletal Disorders*, 21(1).
- [155]. Steenbergen, P., Buitenweg, J. R., Trojan, J., & Veltink, P. H., 2014, Tactile localization depends on stimulus intensity, *Experimental Brain Research*, 232(2), 597–607
- [156]. Harvie, D. S., Edmond-Hank, G., & Smith, A. D., 2018, Tactile acuity is reduced in people with chronic neck pain, *Musculoskeletal Science and Practice*, 33, 61–66.

- [157]. Harvie, D. S., Kelly, J., Buckman, H., Chan, J., Sutherland, G., Catley, M., Novak, J., Tuttle, N., & Sterling, M., 2017, Tactile acuity testing at the neck: A comparison of methods, *Musculoskeletal Science and Practice*, 32, 23–30.
- [158]. Hao, Z., Cheng, X., Jiang, H., Yang, J., Li, Y., Ambrose Lo, W. L., Yu, Q., & Wang, C., 2024, The associations between lumbar proprioception and postural control during and after calf vibration in people with and without chronic low back pain, *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 12.
- [159]. ALMohiza, M. A., Reddy, R. S., Asiri, F., Alshahrani, A., Tedla, J. S., Dixit, S., Gular, K., & Kakaraparthi, V. N., 2023, The Mediation Effect of Pain on the Relationship between Kinesiophobia and Lumbar Joint Position Sense in Chronic Low Back Pain Individuals: A Cross-Sectional Study, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(6).
- [160]. Alasar, S. A., Abdallah, G. A., & Elkabalawy, M. A., 2022, Effect of proprioceptive training on lower back muscle performance in patients with chronic non-specific low back pain: a randomized controlled trial, *Physiotherapy Quarterly*, 30(4), 96–103.
- [161]. Bauer, C. M., Heimgartner, M., Rast, F. M., Ernst, M. J., Oetiker, S., & Kool, J., 2016, Reliability of lumbar movement dysfunction tests for chronic low back pain patients, *Manual Therapy*, 24, 81–84.
- [162]. Massé-Alarie, H., & Schneider, C., 2011, Cerebral reorganization in chronic low back pain and neurostimulation to improve motor control, *Neurophysiologie Clinique*, (41) 2, 51–60.
- [163]. George, S. Z., Fritz, J. M., Silfies, S. P., Schneider, M. J., Beneciuk, J. M., Lentz, T. A., Gilliam, J. R., Hendren, S., Norman, K. S., Beattie, P. F., Bishop, M. D., Goertz, C., Hunter, S., Olson, K. A., Rundell, S. D., Schmidt, M., Shepard, M., Vining, R., Buzzanca, K. E., ... Sundaram, M., 2021, Interventions for the Management of Acute and Chronic Low Back Pain: Revision 2021, *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* (51) 11, 1–60.
- [164]. Rubí-Carnacea, F., Masbernat-Almenara, M., Climent-Sanz, C., Soler-González, J., García-Escudero, M., Martínez-Navarro, O., & Valenzuela-Pascual, F., 2023, Effectiveness of an exercise intervention based on preactivation of the abdominal transverse muscle in patients with chronic nonspecific low back pain in primary care: a randomized control trial, *BMC Primary Care*, 24(1).
- [165]. Grosdent, S., Demoulin, C., Rodriguez de La Cruz, C., Giop, R., Tomasella, M., Crielaard, J. M., & Vanderthommen, M., 2016, Lumbopelvic motor control and low back pain in elite soccer players: a cross-sectional study, *Journal of Sports Sciences*, 34(11), 1021–1029.
- [166]. Gustin, S. M., Peck, C. C., Cheney, L. B., Macey, P. M., Murray, G. M., & Henderson, L. A., 2012, Pain and plasticity: Is chronic pain always associated with somatosensory cortex activity and reorganization?, *Journal of Neuroscience*, 32(43), 14874–14884.
- [167]. Flor, H., 2017, Home training in sensorimotor discrimination reduces pain in complex regional pain syndrome (CRPS). In *Scandinavian Journal of Pain*, (15), 113–114.
- [168]. Ostelo, R. W. J. G., & de Vet, H. C. W., 2005, Clinically important outcomes in low back pain. In *Best Practice and Research: Clinical Rheumatology*, (19) 4, 593–607.
- [169]. den Bandt, H. L., Ickmans, K., Leemans, L., Nijs, J., & Voogt, L., 2022, Differences in Quantitative Sensory Testing Outcomes Between Patients With Low Back Pain in Primary Care and Pain-free Controls, *Clinical Journal of Pain*, 38(6), 381–387.
- [170]. Xu, C., Fu, Z., & Wang, X., 2021, Effect of Transversus abdominis muscle training on pressure-pain threshold in patients with chronic low Back pain, *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 13(1).

- [171]. Kasimis, K., Apostolou, T., Kallistratos, I., Lytras, D., & Iakovidis, P., 2024, Effects of Manual Therapy Plus Pain Neuroscience Education with Integrated Motivational Interviewing in Individuals with Chronic Non-Specific Low Back Pain: A Randomized Clinical Trial Study, *Medicina (Lithuania)*, 60(4).
- [172]. Imamura, M., Alfieri, F. M., Filippo, T. R. M., & Battistella, L. R., 2016, Pressure pain thresholds in patients with chronic nonspecific low back pain. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 29(2), 327–336.
- [173]. Hübscher, M., Moloney, N., Rebbeck, T., Traeger, A., & Refshauge, K. M., 2014, Contributions of mood, pain catastrophizing, and cold hyperalgesia in acute and chronic low back pain: A comparison with pain-free controls, *Clinical Journal of Pain*, 30(10), 886–893.
- [174]. Meints, S. M., Mawla, I., Napadow, V., Kong, J., Gerber, J., Chan, S. T., Wasan, A. D., Kaptchuk, T. J., McDonnell, C., Carriere, J., Rosen, B., Gollub, R. L., & Edwards, R. R., 2019, The relationship between catastrophizing and altered pain sensitivity in patients with chronic low-back pain, *Pain*, 160(4), 833–843.
- [175]. Kirschneck, M., Kirchberger, I., Amann, E., & Cieza, A., 2011, Validation of the comprehensive ICF core set for low back pain: The perspective of physical therapists. *Manual Therapy*, 16(4), 364–372.
- [176]. Meeus, M., Kregel, J., Coppieters, I., Depauw, R., Malfliet, A., Danneels, L., Nijs, J., & Cagnie, B., 2017, Systematic Review Does Conservative Treatment Change the Brain in Patients with Chronic Musculoskeletal Pain?, A Systematic Review, *Pain Physician*, 20, 139–154.
- [177]. Hush, J. M., Refshauge, K., Sullivan, G., De Souza, L., Maher, C. G., & McAuley, J. H. 2009, Recovery: What does this mean to patients with low back pain?, *Arthritis Care and Research*, 61(1), 124–131.
- [178]. Yeldan, I., Canan, G. D., & Akinci, B., 2024, Biofeedback Sensor vs. Physiotherapist Feedback During Core Stabilization Training in Patients with Chronic Nonspecific Low Back Pain, *Applied Psychophysiology Biofeedback*, 49(1), 103–113.
- [179]. Saragiotto, B. T., Maher, C. G., Yamato, T. P., Costa, L. O. P., Costa, L. C. M., Ostelo, R. W. J. G., & Macedo, L. G., 2016, Motor control exercise for nonspecific low back pain, *Spine*, 41(16), 1284–1295.

EKLER

EK I. GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

 İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ CERRAHPAŞA	GÖNÜLLÜ ONAM FORMU
---	---------------------------

Tarih: 21.10.2021

Sizi İstanbul Beylikdüzü Devlet Hastanesi'nde ve İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü'nde Doç. Dr. Ebru KAYA MUTLU yürütücülüğünde gerçekleştirilecek olan "Kronik Bel Ağrısında Duyu Diskriminasyon Eğitiminin Etkinliği" başlıklı projeye davet ediyoruz. Siz bu araştırmanın gönüllü grubu içinde yer alacaksınız. Sizden ve diğer katılımcılardan elde edilecek bilgiler veya verilerle bilimsel bir sonuca ulaşılacaktır.

Bu nedenle, bu formun okunup anlaşılması önemlidir. Anlamadığımız ve sizin için açık olmayan şeyler varsa açıklanmasını talep ediniz. Araştırmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra çıkma hakkına sahipsiniz.

Proje ile ilgili olarak aşağıdaki konularda özellikle bilgi almız:

Bu çalışma girişimsel müdahaleler olmadan tasarlanmış katılımın ve ayrılmanın gönüllülük esasına dayandığı deneysel bir çalışma niteliği taşımaktadır. İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı kapsamında planlanmış bir doktora tezidir. Sizden elde edilecek veriler özel hayatın gizliliğine saygı duyularak yalnızca bilimsel amaçlarla kullanılacak, isimleriniz gizli tutularak sadece değerlendirme ile elde edilen ölçümler üzerinden analizler ve yorumlar yapılacaktır. Değerlendirmeler için sizden birkaç tane fiziksel performans talep edilecek, geri kalan değerlendirmeler için yalnız anket doldurmanız istenecektir. Bu çalışma kapsamında sizden sadece 10 hafta boyunca haftada 2 gün günde 30 dakika egzersiz eğitimine katılmanız ve değerlendirmelerde yardımcı olmanız beklenmektedir. Değerlendirmeler, başlangıçta, 6. haftada ve 10. haftada olmak üzere toplamda 3 defa yapılacaktır. Çalışmaya toplamda 30 kişi dahil edilecektir. Bu 30 kişiden 15 kişi ile 30 dakikalık egzersize ek olarak 10 dakika bel bölgesinde zararsız ve sadece dokunma hissiyle yapılan uyarıları tanımlama çalışacaktır. Hangi gruba dahil olacağımızı kendiniz rastgele bir şekilde seçebileceksiniz. Çalışma kapsamında planlanan uygulamaların bilinen herhangi bir riski ve tehlikesi bulunmamaktadır. Planlanan bu çalışma bireysel olarak sizi egzersize teşvik etmesiyle beraber daha sağlıklı ve aktif hayata başlamanızı sağlamanın yanında, güncel literatürde az bulunan niteliklere sahip olduğu için bilimsel değeri yüksek olan bir çalışma olacaktır.

Bu proje kapsamında yapılacak her türlü işlem için sizden herhangi bir ücret talep edilmeyecektir. Bu proje sizin sosyal güvenli kurumu veya diğer sağlık sigortası kuruluşlarıyla ilgili ödemelerinize herhangi bir yük getirmeyecektir.

Sonuçlarımız ve kimliğiniz gizli tutulacaktır. Ancak istemeniz halinde elde edilen sonuçlar rapor halinde size verilecektir.

EK II. BİLGİLENDİRİLMİŞ ONAM FORMU

 İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ CERRAHPAŞA	BİLGİLENDİRİLMİŞ ONAM FORMU
---	------------------------------------

Tarih: 21.10.2021

“Kronik Bel Ağrısında Duyu Diskriminasyon Eğitiminin Etkinliği” başlıklı projenin Gönüllü Onam Formumu okudum. Bana ayrıca İstanbul Beylikdüzü Devlet Hastanesi’ndeki ve İstanbul Üniversitesi- Cerrahpaşa Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü’ndeki çalışma hakkında gerekli bilgiler sözlü olarak açıklanmış olup, açıklamaları tamamen anladım. Yapılacak çalışma ile ilgili soru sorma hakkım anlatıldı. Sorularıma açıklayıcı ve anlaşılır yanıtlar verildi. Bana çalışmanın muhtemel riskleri ve faydaları da açıklandı. Çalışmaya katılmamam halinde hiçbir sorumluluk altına girmeyeceğim ve herhangi bir zamanda çalışmadan ayrılabilirim açıkça söylendi. Bu koşullar altında projeye kendi rızamla hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Çalışmadan elde edilen bilgilerin kimliğim gizli kalmak koşulu ile yayın ve arşivleme dahil bilimsel çalışmalarda kullanımına onay veriyorum.

Gönüllünün Adı - Soyadı

Adresi (varsa telefon no)

İmzası

Velayet veya vesayet altında bulunanlar için veli veya vasinin Adı – Soyadı

Adresi (varsa telefon no)

İmzası

Açıklamaları yapan araştırmacının Adı – Soyadı

İmzası

Rıza alma işlemine başından sonuna kadar tanıklık edenin

Adı - Soyadı

Görevi

İmzası

EK III. OSWESTRY BEL AĞRISI ÖLÇEĞİ

Bu anketi yanıtlarken lütfen sadece bel yakınmanızın günlük hayatınızı ne kadar etkilediğini göz önünde bulundurunuz.

AĞRI ŞİDDETİ

- 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.

KİŞİSEL BAKIM (YIKANMA, GİYİNME VB.)

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

YÜK KALDIRMA

- 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 bir pozisyonlarda kaldırabiliyorum.
- 3 Ağrı ağır yükleri kaldırmama engel olur ama masa üstünde gibi uygun bir pozisyonlarda hafif veya orta ağırlıdaki nesnelere 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 desteği 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 İstediyim 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.

CİNSEL HAYAT

- 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 sosyal yaşamımda 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.

EK IV. SANTRAL SENSİTİZASYON ÖLÇEĞİ

Santral sensitizasyon ölçeği	Hiçbir zaman	Nadiren	Bazen	Sık sık	Her zaman
1) Uykudan uyandığım da yorgun ve dinlenmemiş hissediyorum					
2) Kaslarımda katılık ve ağrı hissediyorum					
3) Endişe ve kaygı ataklarım oluyor.					
4) Dişlerimi gıcırdatıyorum veya sıkıyorum.					
5) İshal ve/veya kabızlık sorunlarım var.					
6) Günlük işlerimi yaparken yardıma ihtiyaç duyuyorum.					
7) Parlak ışıklardan rahatsız oluyorum.					
8) Bedensel bir iş yaptığımda çok kolay yoruluyorum.					
9) Tüm vücudumda ağrı hissediyorum.					
10) Baş ağrılarım oluyor.					
11) Mesanemde rahatsızlık hissediyorum ve/veya idrar yaparken yanma oluyor.					
12) İyi uyuyamıyorum.					
13) Konsantre olmakta (dikkatimi yoğunlaştırmakta) güçlük çekiyorum.					
14)Kuruluk, kaşıntı veya döküntü gibi cilt problemlerim oluyor.					
15) Stres bedensel şikayetlerimi kötüleştiriyor.					
16) Üzgün ya da çökkün (depresif) hissediyorum.					
17) Enerjim düşüktür.					
18) Boyun ve omuzlarımda kas gerginliği hissediyorum.					
19) Çenemde ağrı hissediyorum.					
20) Parfüm gibi bazı kokular başımın dönmesine ve midemin bulanmasına neden oluyor.					
21) Sık sık idrara çıkıyorum.					
22) Geceleri uyumak için yattığımda bacaklarımda rahatsızlık ve huzursuzluk hissediyorum.					
23) Bazı şeyleri hatırlamakta güçlük çekiyorum.					
24) Çocukluğumda travma geçirdim.					
25) Cinsel organlarım etrafında ağrı hissediyorum.					

EK V. AĞRIYI FELAKETLEŞTİRME ÖLÇEĞİ

AĞRIYI FELAKETLEŞTİRME ÖLÇEĞİ

Hemen herkes hayatının bir döneminde ağrıya neden olan durumlar yaşamıştır. Örneğin baş ağrısı, diş ağrısı, eklem ya da kas ağrıları gibi. İnsanlar sıklıkla ağrıya neden olabilen hastalıklar, travmalar (kazalar), diş hastalıkları ile ilgili işlemler ya da cerrahi uygulamalar gibi durumlara maruz kalabilirler.

Biz ağrı yaşadığımız zamanlardaki duygu ve düşüncelerinizle ilgileniyoruz. Aşağıda ağrıyla ilişkili olabilen farklı duygu ve düşünceleri tanımlayan 13 durum sıralanmıştır. Lütfen ölçeği kullanarak, *ağrı yaşadığımız anlardaki* duygu ve düşüncelerinizin derecesini işaretleyiniz.

	Hiç yok	Hafif derece	Orta derece	Büyük ölçüde	Her zaman
Ağrının sona erip ermeyeceği konusunda sürekli endişelenirim	0	1	2	3	4
(Ağrı nedeniyle) Devam edemeyeceğimi hissedirim	0	1	2	3	4
Ağrının korkunç olduğunu ve asla düzelmeyeceğini düşünürüm	0	1	2	3	4
Ağrı berbat bir şeydir ve beni bunalttığını hissedirim	0	1	2	3	4
Ağrıya daha fazla dayanamayacağımı hissedirim	0	1	2	3	4
Ağrının kötüleşeceğinden korkarım	0	1	2	3	4
Sürekli olarak başka ağrılı durumları düşünürüm	0	1	2	3	4
Endişeli biçimde ağrının geçmesini dilerim	0	1	2	3	4
Ağrıyı kafamdan atamıyorum	0	1	2	3	4
Sürekli olarak ağrının canımı ne kadar yaktığını düşünürüm	0	1	2	3	4
Ağrının geçmesini beklemenin ne kadar zor olduğunu düşünüp dururum	0	1	2	3	4
Ağrının şiddetini azaltmak için yapabileceğim hiçbir şey yok	0	1	2	3	4
Ağrının ciddi bir sorunla ilgili olup olmadığını merak ederim	0	1	2	3	4

EK VI. KORKU KAÇINMA İNANIŞLARI ANKETİ – FİZİKSEL AKTİVİTE

KORKU-KAÇINMA İNANIŞLAR ANKETİ (KKİA)

Burada diğer hastaların kendi ağrılarıyla ilgili bize söyledikleri bazı ifadeler bulunmaktadır. Lütfen her bir ifade için; eğilme, bir objeyi kaldırma, yürüme ya da araba kullanma gibi fiziksel aktivitelerin sırt ağrınızı ne kadar etkilediğini ya da etkileyeceğini ifade etmek amacıyla 0'dan 6'ya kadar herhangi bir numarayı daire içine alınız.

	Hıç katılmıyorum			Emin değilim			Tamamen katılıyorum
Ağrım fiziksel aktiviteden kaynaklandı	0	1	2	3	4	5	6
Fiziksel aktivite ağrımı daha da kötüleştirir	0	1	2	3	4	5	6
Fiziksel aktivite sırtıma zarar verebilir	0	1	2	3	4	5	6
Ağrımı daha kötüleştiren (kötüleştirebilen) fiziksel aktiviteleri yapmamalıyım	0	1	2	3	4	5	6
Ağrımı daha kötüleştiren (kötüleştirebilen) fiziksel aktiviteleri yapmam	0	1	2	3	4	5	6

EK VII. KISA FORM-12 YAŞAM KALİTESİ ÖLÇEĞİ

SF-12 YAŞAM KALİTESİ ÖLÇEĞİ

1. Genelde sağlık durumunuzu nasıl tarif edersiniz?

Mükemmel Çok iyi İyi Orta Kötü

Aşağıdaki maddeler normal olarak gün içerisinde yapıyor olabileceğiniz bazı faaliyetlerdir. Şu sıralarda sağlığınız sizi bu faaliyetler bakımından kısıtlıyor mu? Kısıtlıyorsa ne kadar?

2. Orta zorlukta faaliyetler, örneğin masa kaldırmak, süpürmek, yürüyüş gibi hafif spor yapmak

Evet, oldukça kısıtlıyor Evet, biraz kısıtlıyor Hayır, hiç kısıtlamıyor

3. Birkaç kat merdiven çıkmak

Evet, oldukça kısıtlıyor Evet, biraz kısıtlıyor Hayır, hiç kısıtlamıyor

Geçtiğimiz bir ay (4 hafta) içerisinde işinizde veya diğer günlük faaliyetlerinizde bedensel sağlığınız nedeniyle aşağıdaki sorunların herhangi biriyle karşılaştınız mı?

4. Yapmak istediğinizden daha azını yapabilmek (bitmeyen projeler, temizlenmeyen ev gibi...)

Evet Hayır

5. Yapabildiğiniz iş türünde ya da diğer faaliyetlerde kısıtlanmak

Evet Hayır

Geçtiğimiz bir ay (4 hafta) içerisinde işinizde veya diğer günlük faaliyetlerinizde duygusal problemlerinizi nedeniyle (üzüntülü ya da kaygılı olmak gibi) aşağıdaki sorunların herhangi biriyle karşılaştınız mı?

6. Yapmak istediğinizden daha azını yapabilmek (bitmeyen projeler, temizlenmeyen ev gibi...)

Evet Hayır

7. İş ya da diğer uğraşları her zaman gibi dikkatlice yapamamak

Evet Hayır

8. Son bir ay (4 hafta) içerisinde, ağrı normal işinize (ev dışında ve ev işi) ne kadar engel oldu?

Hiç olmadı Biraz Orta derecede Epey Çok fazla

Aşağıdaki sorular geçtiğimiz bir ay (4 hafta) içerisinde kendinizi nasıl hissettiğinizle ve işlerin sizin için nasıl gittiği ile ilgilidir. Lütfen, her soru için nasıl hissettiğinize en yakın olan cevabı verin. Geçtiğimiz 4 hafta içindeki sürenin ne kadarı:

9. Sakin ve huzurlu hissettiniz?

Her zaman Çoğu zaman Epey Arada sırada Nadiren Hiçbir zaman

10. Çok enerjiniz oldu?

Her zaman Çoğu zaman Epey Arada sırada Nadiren Hiçbir zaman

11. Mutsuz ve kederli oldunuz?

Her zaman Çoğu zaman Epey Arada sırada Nadiren Hiçbir zaman

12. Geçtiğimiz bir ay (4 hafta) içerisinde, bu sürenin ne kadarında bedensel sağlığınız ya da duygusal problemlerinizi, sosyal faaliyetlerinize (arkadaş, akraba ziyareti gibi) engel oldu?

Her zaman Çoğu zaman Bazen Nadiren Hiçbir zaman

EK VIII. MOTOR KONTROL EĞİTİMİ – EGZERSİZLER

Isınma egzersizleri



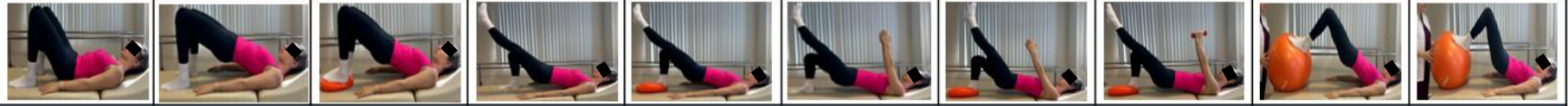
Supin yatışta egzersizler



Pron yatışta egzersizler



Köprü kurma egzersizleri



Emekleme pozisyonunda egzersizler



Egzersiz topu üzerinde egzersizler



Soğuma egzersizleri



İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI

KRONİK BEL AĞRISINDA DUYU DİSKRİMİNASYON EĞİTİMİNİN ETKİNLİĞİ

ORJİNALLİK RAPORU

% 6	% 5	% 3	% 2
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	% 2
2	Submitted to Istanbul Aydin University Öğrenci Ödevi	<% 1
3	ichgcp.net İnternet Kaynağı	<% 1
4	www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<% 1
5	Submitted to The Scientific & Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) Öğrenci Ödevi	<% 1
6	www.researchgate.net İnternet Kaynağı	<% 1
7	dergipark.org.tr İnternet Kaynağı	<% 1
8	acikerisim.pau.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<% 1

acikerisim.karatay.edu.tr:8080