

**KRONİK BEL AĞRISI OLAN HASTALARDA
AURİKULAR VAGUS SİNİR STİMÜLASYONU İLE KONVANSİYONEL
BEL REHABİLİTASYONU ETKİNLİĞİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

GAMZE DEMİRCİOĞLU

OCAK 2023

**KRONİK BEL AĞRISI OLAN HASTALARDA
AURİKULAR VAGUS SİNİR STİMÜLASYONU İLE KONVANSİYONEL
BEL REHABİLİTASYONU ETKİNLİĞİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

**BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
DOKTORA TEZİ**

GAMZE DEMİRCİOĞLU

**FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON DALINDA
DOKTORA DERECEŚİ İÇİN GEREKLİ ÇALIŞMALAR YERİNE
GETİRİLMİŞTİR**

OCAK 2023



T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZ SAVUNMA ONAY FORMU

Adı Soyadı	Gamze Demircioğlu
Öğrenci No	1807350
Program Adı	Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon
Tezin Adı	Kronik Bel Ağrısı Olan Hastalarda Auriküler Vagus Sinir Uyarımı ile Konvansiyonel Bel Rehabilitasyonu Etkinliğinin Karşılaştırılması
Tez Savunma Tarihi	20.01.2023

Bu tezin Doktora tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğu Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tarafından onaylanmıştır.

Prof. Dr. Ahmet ÖNCÜ

Enstitü Müdürü

Bu Tez tarafımızca okunmuş, nitelik ve içerik açısından bir Doktora tezi olarak yeterli görülmüş ve kabul edilmiştir.

Doktora Tez Savunma Jürisi		
Tez Sınav Jürisi	Unvanı Adı Soyadı	İmza
Tez Danışmanı	Dr. Öğr. Üyesi Ali Veysel ÖZDEN	
Tez İzleme Komitesi Üyesi	Doc. Dr. Hasan Kerem ALPTEKİN	
Tez İzleme Komitesi Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Murat ÖZKAYA	
Üye	Dr. Öğr. Üyesi Hazal GENÇ	
Üye	Dr. Öğr. Üyesi Sümeyye TUNÇ	

Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.

Ad, Soyad. : Gamze Demircioğlu

İmza :

ÖZ

KRONİK BEL AĞRISI OLAN HASTALARDA AURİKÜLER VAGUS SİNİR UYARIMI İLE KONVANSİYONEL BEL REHABİLİTASYONU ETKİNLİĞİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Demircioğlu, Gamze

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Doktora Programı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Ali Veysel Özden

Ocak 2023, 74 sayfa

Çalışmamızın amacı, kronik bel ağrılı (KBA) hastalarda auriküler vagus sinir uyarımı ile konvansiyonel bel rehabilitasyonu etkinliğinin karşılaştırılmasıdır. Çalışmaya 20-60 yaş aralığında, son 3 aydır devam eden bel ağrısı olan ve çalışmaya gönüllü olarak katılmayı kabul eden 60 hasta alındı. Hastalar randomize olarak iki gruba ayrıldı. Grup 1'e konvansiyonel rehabilitasyon ve ev egzersizi, Grup 2'ye auriküler vagus stimülasyon tedavisi ve ev egzersizi verildi. Tedavi programı, haftada beş gün olmak üzere üç hafta boyunca toplamda 15 seans olarak planlandı. Katılımcılar, hasta tanıma formu, lomber bölge eklem hareket açıklığı ve mobilitesi (inklinometre, modifiye schober testi, el parmak-zemin mesafesi testi ve lateral el parmak-zemin testi), kas gücü (CSMI-Cybex Humac-Norm izokinetik dinamometre ve Lafayette manual kas gücü ölçme cihazı), endurans testleri, postüral kontrol ve denge değerlendirmesi (Biodex Denge Sistemi), Vizüel Analog Skala (VAS), Beck Depresyon Ölçeği (BDÖ), Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi (PUKİ), Oswestry Dizabilite İndeksi (ODİ) ile değerlendirildi. Tedavi öncesi ve tedavi bitiminden sonraki gün ölçümleri yapıldı. Uygulanan tedavi programı sonucunda, grup içi değerlendirme sonuçlarında tüm gruplarda; fonksiyonel durum, depresyon ve uyku üzerinde olumlu etkileri olduğu saptandı ($p<0.05$). Ağrı düzeyi, fleksör endurans süresi, gövde fleksör ve ekstansör kas gücü sonuçlarında Grup 2'de daha fazla gelişme

görüldü ($p<0.05$). İzokinetik alt ekstremitte fleksör ve ekstansör kas gücü bazı parametrelerinde ve düşme riski skorlarında Grup 1’de anlamlı bir iyileşme saptandı ($p<0.05$). Auriküler vagus uyarımının ağrı, gövde kas gücü ve endurans süresi, fonksiyonel durum, depresyon düzeyi ve uyku durumları üzerine daha etkili olduğu görüldü. Sonuç olarak, KBA’lı hastalarda auriküler vagus sinir uyarımı konvansiyonel fizik tedavinin yetersiz olduğu ya da uygulanamadığı hastalarda tedavide yer alabilir.

Anahtar Kelimeler: Bel ağrısı, Vagus Siniri, Auriküler Vagus Sinir Stimülasyonu, Otonom Sinir Sistemi

ABSTRACT

COMPARISON OF THE EFFECTIVENESS OF AURICULAR VAGUS NERVE STIMULATION AND CONVENTIONAL LOW BACK REHABILITATION IN PATIENTS WITH CHRONIC LOW BACK PAIN

Demircioğlu, Gamze

Physiotherapy and Rehabilitation Doctorate Program

Supervisor: Dr. Öğr. Gör. Ali Veysel Özden

January 2023, 74 Pages

The aim of this study is to compare the effectiveness of articular vagus nerve stimulation with conventional low back rehabilitation in patients with chronic low back pain (CBA). Sixty patients, aged between 18-60, with ongoing low back pain for the last 3 months and who voluntarily agreed to participate in the study were included. The patients were randomly divided into two groups. Conventional rehabilitation and home exercise were given to group 1, articular vagus stimulation treatment and home exercise were given to group 2. The treatment program was planned as a total of 15 sessions for three weeks, five days a week. Participants, patient identification form, lumbar joint range of motion and mobility (inclinometer, modified Schober test, hand finger-ground distance test and lateral hand finger-ground test), muscle strength (CSMI-Cybex Humac-Norm isokinetic dynamometer and Lafayette manual muscle strength measurement device) and endurance tests, assessment of postural control and balance (Biodex Balance System), Visual Analogue Scale (VAS), Beck Depression Scale (BDI), Pittsburgh Sleep Quality Index (PUKI), Oswestry Disability Index (ODI). Measurements were made before and after the treatment. As a result of the applied treatment program, in-group evaluation results in all groups; It was found that

it had positive effects on functional status, depression and sleep ($p<0.05$). More improvement was observed in Group 2 in pain level, trunk flexor endurance time, flexor and extensor muscle strength results ($p<0.05$). A significant improvement was found in Group 1 in some parameters of isokinetic lower extremity flexor and extensor muscle strength and fall risk scores ($p<0.05$). Auricular vagus stimulation was found to be more effective on pain, trunk muscle strength and endurance, functional status, depression level and sleep states. In conclusion, auricular vagus nerve stimulation may be included in the treatment of patients with CBA in whom conventional physical therapy is inadequate or cannot be applied.

Keywords: Low back pain, Vagus Nerve, Auricular Vagus Nerve Stimulation, Autonomic Nervous System



Sevgili oğluma,

TEŞEKKÜR

Doktora tez çalışmamın tüm süreçlerinde anlayış, sabır ve hoşgörüyle desteklerini ve bilgilerini esirgemeyen; bana yol gösteren, çalışmamın her adımını titizlikle takip eden, birlikte çalışmaktan onur duyduğum değerli danışman hocam, Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ali Veysel ÖZDEN' e,

Çalışma sürecimde fikirleri ve katkılarıyla desteklerini esirgemeyen kıymetli hocalarım, Sayın Doç. Dr. Hasan Kerem ALPTEKİN ve Dr. Öğr. Üyesi Murat ÖZKAYA'ya,

Doktora eğitimim boyunca yardımcı olan değerli arkadaşlarım ve meslektaşlarım, Sayın Dr. Öğr. Üyesi Hazal GENÇ ve Uzm. Fzt. Sıla TORLAK'a,

Tez çalışma sürecimde her zaman destek olan sevgili arkadaşlarım ve meslektaşlarım Uzm. Fzt. Ceyda ALYAZ HOTAMIŞ'a ve Uzm. Fzt. Ayça AYDOĞAN'a,

Hayatımın her aşamasında, hep arkamda duran, maddi ve manevi en büyük desteği veren annem Aynur KANTAR, babam Ercan KANTAR, sevgili kardeşim ve aynı zamanda meslektaşım Fzt. Safa KANTAR'a,

Doktora eğitimim boyunca desteğini hissettiğim, varlığıyla bana huzur veren biricik eşim Tahir Fatih DEMİRCİOĞLU'na ve çok değerli oğlum Ali DEMİRCİOĞLU'na

Şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

İNTİHAL.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	vi
İTHAF.....	viii
TEŞEKKÜR	ix
İÇİNDEKİLER	x
TABLO LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiv
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xv
Bölüm 1: Giriş.....	1
1.1 Problemin Durumu.....	2
1.2 Çalışmanın Amacı.....	3
1.3 Hipotezler	3
1.4 Çalışmanın Önemi.....	3
Bölüm 2: Alan Yazın Taraması.....	4
2.1 Kronik Ağrı	4
2.1.1 Epidemiyolojisi	5
2.1.2 Sınıflaması.....	5
2.1.3 Nörofizyoloji.	6
2.1.4 Kronik ağrı ve otonom sinir sistemi.....	9
2.1.5 Kronik ağrı ve birey üzerine etkisi.....	13

2.2 Kronik Bel Ağrısı	14
2.2.1 Epidemiyolojisi.	14
2.2.2 Etyolojisi ve risk faktörleri.....	15
2.2.3 Patofizyoloji.....	15
2.2.4 Tedavi yöntemleri.....	16
Bölüm 3: Yöntem	24
3.1 Araştırma Modeli	24
3.2 Çalışma Grubu	24
3.3 Çalışma Planı	27
3.4 Değerlendirme ve Uygulama Yöntemleri	27
3.4.1 Demografik bilgiler ve klinik bilgiler..	27
3.4.2 Ağrı değerlendirilmesi.....	27
3.4.3 Eklem Hareket Açıklığı ve Mobilite Değerlendirmesi.	29
3.4.4. Kas kuvveti değerlendirilmesi.....	29
3.4.5 Kas endurans değerlendirilmesi.	32
3.4.6 Postural Kontrol ve Denge Değerlendirmesi.	32
3.4.7 Oswestry Dizabilite İndeksi (ODİ).	34
3.4.8 Beck Depresyon Ölçeği (BDÖ).	34
3.4.9 Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi (PUKİ).	35
3.5 Tedavi programı	35
3.5.1 Konvansiyonel tedavi (Grup 1).	35
3.5.2 Vagus sinir uyarımı tedavisi (Grup 2).	36
3.5.3 Ev temelli egzersiz programı.	37

3.6 İstatiksel Analiz.....	39
Bölüm 4: Bulgular.....	41
4.1 Grupların Demografik Bilgilerine Ait Bulgular.....	41
4.2 Çalışma Gruplarının Ağrı Skorlarına Ait Bulgular.....	42
4.3 Çalışma Gruplarının EHA ve Mobilite Skorlarına Ait Bulgular.....	43
4.4 Çalışma Gruplarının Kas Kuvveti Skorlarına Ait Bulguları.....	45
4.5 Çalışma Gruplarının Kas Endurans Testi Ölçümlerine Ait Bulgular.....	51
4.6 Postural Kontrol ve Denge Testi Ölçümlerine Ait Bulgular.....	51
4.7 Oswestry Dizabilite İndeksi Ölçümlerine Ait Bulgular.....	53
4.8 Beck Depresyon Ölçeği Ölçümlerine Ait Bulgular.....	53
4.9 Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksine Ait Bulgular.....	54
Bölüm 5: Tartışma.....	56
Bölüm 6: Sonuçlar ve Öneriler.....	73
KAYNAKÇA.....	74
EKLER.....	115
A. Etik Kurul Onayı.....	116
B. Demografik ve Klinik Bilgiler.....	117
C. Oswestry Dizabilite İndeksi.....	119
D. Beck Depresyon Ölçeği.....	121
E. Pittsburgh Uyku Kalite İndeksi.....	122

TABLÖLAR LİSTESİ

TABLÖLAR

Tablo 1 Yeni ICD Kategorisinde Kronik Ağrı Sınıflaması.....	6
Tablo 2 Bel Ağrısında Kullanılan Girişimsel Metotlar.....	17
Tablo 3 Gövde Kas Gücü Değerlendirmesi.....	30
Tablo 4 Ev Egzersiz Programı.....	37
Tablo 5 Grupların Demografik Bilgilerine Ait Bulgular.....	41
Tablo 6 Çalışma Gruplarının Ağrı Skorlarına Ait Bulguları.....	43
Tablo 7 Lomber Fleksiyon Ve Ekstansiyon EHA Skorlarına Ait Bulgular.....	44
Tablo 8 Mobilite Skorlarının Çalışma Gruplarına Ait Bulguları.....	44
Tablo 9 Gövde Fleksiyon Ve Ekstansiyon Kas Kuvveti Skorlarına Ait Bulgular.....	45
Tablo 10 Sağ Diz Pik Tork İzokinetik Ölçümleri Ait Bulgular.....	46
Tablo 11 Sol Diz Pik Tork İzokinetik Ölçümleri Ait Bulgular.....	47
Tablo 12 Sağ Diz İçin Yapılan Total İş Ölçümleri Ait Bulgular.....	49
Tablo 13 Sol Diz İçin Yapılan Total İş Ölçümleri Ait Bulgular.....	50
Tablo 14 Kas Endurans Testi Ölçümlerine Ait Bulgular.....	51
Tablo 15 PST Parametreleri ve FRT Skoru Ölçümlerine Ait Bulgular.....	52
Tablo 16 ODİ Ölçümlerine Ait Bulgular.....	53
Tablo 17 BDÖ Ölçümlerine Ait Bulgular.....	53
Tablo 18 PUKİ Ölçümlerine Ait Bulgular.....	55

ŞEKİLLER LİSTESİ

ŞEKİLLER

Şekil 1 Ağrının Kronikleşme Süreci.....	8
Şekil 2 Otonomik Sinir Sistemi Genel Şeması	9
Şekil 3 Kulak Kepçesinin Sinir Dalı İnervasyonu.....	23
Şekil 4 Araştırmanın Consort Akış Diyagramı	26
Şekil 5 Eklem Hareket Açıklığı ve Mobilite Değerlendirmesi.....	29
Şekil 6 Gövde Kas Kuvveti Değerlendirmesi.	30
Şekil 7 Alt Ekstremité Kas Kuvveti Değerlendirmesi.....	31
Şekil 8 Gövde Endurans Değerlendirmesi.....	32
Şekil 9 Postural Kontrol ve Denge Değerlendirmesi.....	34
Şekil 10 Konvansiyonel Tedavi Uygulaması.....	36
Şekil 11 Vagus Sinir Uyarımı Tedavisi Uygulaması.....	36
Şekil 12 Ev Egzersiz Programı.....	39

KISALTMALAR LİSTESİ

KBA	KBA
TENS	Transkutanöz Elektrik Sinir Stimülasyonu
VSS	Vagus Sinir Stimülasyonu
OSS	Otonom Sinir Sistemi
ICD	Hastalıkların Uluslararası Sınıflaması
SSS	Sempatik Sinir Sistemi
PSS	Parasempatik Sinir Sistemi
TNF	Tümör Nekrozis Faktör
NSAİİ	Non-Steroidal Anti-inflamatuvar İlaçlar
VKİ	Vücut Kitle İndeksi
VAS	Vizüel Analog Skala
EHA	Eklemler Hareket Açıklığı
EPZM	El Parmak Zemin Mesafesi
LEPZM	Lateral El Parmak Zemin Mesafesi
MST	Modifiye schober Testi
PST	Postural Stabilite Testi
B-OSI	Ortalama Denge Skor İndeksi
B-APSI	Anterior/Posterior Denge Skor İndeksi
B-MLSI	Medial/Lateral Denge Skor İndeksi
FRT	Düşme Riski Testi

ODİ	Oswestry Dizabilite İndeksi
BDÖ	Beck Depresyon Ölçeği
PUKİ	Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi
W	Watt
Cm	Santimetre
HZ	Herz
T1	Birinci Torakal Omurga
L1	Birinci Lomber Omurga
L5	Beşinci Lomber Omurga
S1	Birinci Sakral Omurga
S2	İkinci Sakral Omurga
S4	Dördüncü Sakral Omurga
kg	kilogram

Bölüm 1

Giriş

Bel ağrısı, insanların % 80'inin yaşamları boyunca en az bir kez yaşadığı sıkça görülen problemlerden biridir (Sharifnia ve diğerleri, 2010). Yetişkin nüfusun % 60 ile % 90 bel ağrısı için riski altında olduğu çalışmalarda bildirilmiştir. Bel ağrısı yaşayanların büyük bir kısmı altı hafta içinde iyileşirken, nüksler yaygın olarak görülmektedir (Dagenais, Caro, ve Haldeman, 2008; Andersson, 1999). Ağrının 12 haftadan uzun sürmesi kronik ağrı olarak tanımlanırken, ağrı nedeniyle günlük yaşamda önemli kısıtlılık ve yüksek psikososyal yük oluşturmaktadır. KBA'lı hastaların fonksiyonel durumunun azalması nedeniyle mesleki faaliyetlerinde belirgin olarak kısıtlama yaşanmaktadır (Bogduk, 2009).

Bel ağrısı olan hastalarda postural stabilite ve eklem hareket açıklığı azalır. Postural kontrolün sürdürülmesi için kas iskelet sisteminin düzgün çalışması gereklidir (Hosseinfar ve diğerleri, 2018). Tüm kaslar, omurga hareketlerini ve stabilitesini kontrol etmek için görev alırken, derin kaslar omurganın dinamik durumdayken kontrolünü sağlar. Bel ağrısı varlığında ise gövde kaslarını kontrol etme stratejisi değiştirilirebilir ya da gecikmiş ve azalmış tonik aktiviteyle gövde stabilitesinin bozulmasına yol açar. Buna bağlı kas gücü ve koordinasyon azalır (Akbari ve Javaran, 2013; Kendall ve diğerleri, 2005).

Ağrının kronikleşmesi psikososyal boyutları ortaya çıkarır ve kişinin bel ağrısından nasıl etkilendiğinin açıklanması da bu konu da önemlidir. Kronik ağrı durumlarında, sinirsel iletim ağrıyla sürdürmek üzere organize olur. Uzun süreli ağrı durumları depresyon ve duygu durum bozukluğuna neden olarak iyileşme zamanı gecikir. Kinezyofobi, ağrının açığa çıkma ve iyileşmeme korkusu gibi etmenlerden dolayı günlük yaşam aktivitelerinde bozulmalar yaşanır. (Maitland, 2013).

Son yıllarda KBA tedavisinde iş gücü kaybının çok fazla olması ve tedavilerin uzun süreli olması nedeniyle multidisipliner yaklaşımların önemi artmaktadır. Tedavide medikal tedaviler, konservatif tedavi yaklaşımları, bel okulları, koruyucu rehabilitasyon

uygulamaları ve cerrahi tedaviler uygulanmaktadır (Beyazova ve Kutsal, 2016; Can, Çolak ve Acar 2020).

KBA tedavisinde klinikte sıklıkla konvansiyonel rehabilitasyon yaklaşımları uygulanmaktadır (Can ve diğerleri, 2020). Literatürde konvansiyonel tedavilerin kronik ağrı üzerine etkisinin incelendiği çalışmalarda, ağrı ve fonksiyonellik açısından iyileşme sağlanıp, yaşam kalitesi arttırdığı sonucuna varmışlardır (Koldaş ve diğerleri, 2008; Kulaber, Yılmaz ve Yavuzer, 2019; Şahin ve diğerleri 2011).

Ağrı kontrolü için uzun süredir akupunktur ve transkutanöz elektriksel sinir stimülasyonu (TENS) kullanılmaktadır. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte, çeşitli kronik ağrı durumlarını tedavi etmek için periferik sinir stimülasyonu giderek daha fazla kullanılmaktadır. Kökeni, Wall ve Melzack tarafından 1965'te öne sürülen kapı kontrol teorisine dayanmaktadır (Lin ve diğerleri 2020).

Vagus siniri, iç organlar için afferent ve efferent innervasyon ağı sağlar ve merkezi sinir sistemi ile beyin sapının arasında otonomik fonksiyonların düzenlenmesinde önemli bir rol oynar (Johnson ve Wilson, 2018). Ayrıca vagus siniri, otonom sinir sistemi (OSS) ve doğuştan gelen immün yanıt ve inflamatuvar yollarda önemli bir modülatördür. Vagus sinir stimülasyonu (VSS), birçok otoimmün ve kronik inflamatuvar bozuklukların tedavisi için kullanılmaktadır. Son günlerdeki yapılan çalışmalarda, VSS ile periferik ve merkezi nosiseptif fonksiyonları modüle ederek ağrı yanıtını azalttığı gösterilmiştir. Ayrıca VSS kullanılarak, ağrı eşiğinde artış yaşandığı bildirilmiştir (Busch ve diğerleri, 2013; Chakravarthy ve diğerleri 2019).

1.1 Problemin Durumu

Günümüzde kas iskelet sisteminin kronik ağrılarını inceleyen çalışmalarda otonomik disfonksiyon, ağrıyı başlatan, iyileşme sürecini bozan bir sonuç olduğu bildirilmiştir. Bu otonomik bozukluğa bağlı ağrıda artış yaşanmaktadır. Çalışmalarda, otonom sinir disfonksiyonu tedavisi ile hastalık tamamen yok olmasa bile iyileşmeyi destekleyeceği bildirilmiştir. (Özden 2015; Aschbacher ve diğerleri, 2012b).

KBA tedavisi üzerine birçok araştırma yapılmış ancak literatürde vagus sinir uyarımına ilişkin çalışma bulunmamaktadır. Otonom disfonksiyonunu düzeltmek için VSS ek bir tedavi yöntemi olarak kullanılabilir (Martinez-Lavin, 2012; Özden, 2015).

1.2 Çalışmanın Amacı

Bizde bu veriler ışığında çalışmamızda KBA olan hastalarda uyguladığımız non-invaziv auriküler VSS uygulamasının etkinliğini konvansiyonel bel rehabilitasyonu protokolü ile karşılaştıracğız.

1.3 Hipotezler

Çalışmanın hipotezleri;

H₀: KBA olan hastalarda, konvansiyonel bel rehabilitasyonunun transkutanöz auriküler VSS uygulamasına oranla daha etkindir.

H₁: KBA olan hastalarda transkutanöz auriküler VSS konvansiyonel bel rehabilitasyon uygulamalarına oranla daha etkindir.

H₂: KBA olan hastalarda her iki tedavide etkindir.

1.4 Çalışmanın Önemi

Çalışma sayesinde, KBA hastalarında olumlu yönde fayda sağlama potansiyelinde olan auriküler transkutanöz VSS tedavisi, veriler ışığında araştırılmaktadır. Bu uygulamanın pratikliği ve kolay uygulanabilirliği sayesinde, konvansiyonel yöntemlere alternatif bir tedavi yöntemi olarak kullanılabilir. Son zamanlarda, VSS tedavilerini araştıran çalışmalar, gittikçe hız kazanmaktadır. Ancak KBA'lı hastalar üzerinde böyle bir çalışma literatürde rastlanmamıştır. Bu sayede KBA'lı hastalarda non-invaziv auriküler VSS uygulamasının etkinliğini, konvansiyonel tedaviler ile karşılaştıran ilk çalışmayı yapmış olacağız.

Bölüm 2

Alan Yazın Taraması

2.1 Kronik Ağrı

Ağrı hissi; tanımlanması, karakterize edilmesi ve yorumlanması zor olan davranış tabanlı bir yorumlamadır. Günümüzde ağrı; gerçek veya olaşan doku hasarı uyarısına karşı verilen ve hoş olmayan duygusal bir cevap olarak tanımlanmaktadır (Frontera, 2014). Ağrı tanımı yapılırken, ağrı bölgesinde bazen doku hasarı da eşlik edebilir. Ayrıca ağrı, bireyin yaşamışlıkları ile de ilişkili olan duygusal bir deneyim olduğu bildirmiştir (Aydın, 2002). Ağrı duyumu, hiçbir zaman fiziksel bir yaralanmanın basit bir sonucu değildir; anksiyete, depresyon, diğer psikolojik ve fizyolojik değişkenlerden etkilenmektedir (Frontera, 2014).

Akut ağrı, bir hastalık veya travma sonrası oluşan doku hasarı nedeniyle nosiseptif bir uyarının biyolojik semptomudur. Dokuda bulunan patolojinin süresince devam etmektedir. Akut ağrı, nosiseptif uyarıcının azalmasıyla beraber azalır. Akut ağrıda 6 ile 12 haftalık sonrasında iyileşme beklenir. Akut ağrı 12 haftadan daha fazla sürdüğünde ise kronik ağrıya dönüşür (Frontera, 2014). Akut ağrı ne kadar şiddetliyse ve ağrı bölgelerinin sayısı ne kadar fazlaysa, şiddetli kronik ağrının ortaya çıkma olasılığında da artış görülür (Bergman ve diğerleri, 2002). Genetik faktörler, stres, iyi tedavi olmayan ağrı, psikiyatrik durum, emosyonel tutum, yaş ve uzun süreli opioid alımı, sigara gibi durumlar akut ağrının kronikleşmesini etkiler (Chapman ve Vierck 2017; Martel, Shir ve Ware, 2018).

Kronik ağrı özetlenecek olursa; nosiseptif nitelikte olup ancak uyarıcılığı kaybolduktan sonra bile devam eden ağrıdır. Genel olarak ağrı 3 veya 6 aydan uzun süren ya da tekrarlandığında kronik olarak tanımlanır (Jensen ve diğerleri, 2011). Kronik ağrıyı akut ağrıdan ayıran neden, kronik ağrı doku iyileşme evrelerine paralel gitmemesi ve ağrının koruyucu bir mekanizmasının aksine kişinin fonksiyonel yaşamını kısıtlayan ayrı bir sebep haline gelmesidir (Mills, Nicolson ve Smith, 2019). Bu durumda kronik ağrı patolojik bir hal almaktadır. Kişinin hayat kalitesini düşürürken, anormal davranışlara yöneltir (Aydın, 2002).

Kronik ağrı psikolojik bileşenlerinde etkilendiği kompleks bir tablo seyrindedir. Hastaların çoğu değişik ölçülerde depresyon yaşarken, bazıları öfke, kıskançlık ve anksiyete tepkileri gösterir. Kronik ağrılı hastalarının % 50-70'i birincil depresyon veya ağrı sendromuna bağlı olarak sekonder depresyon yaşarlar. Kronik ağrı ve eşlik eden depresyon sıklıkla inaktiviteye yol açar ve bu durumda kardiyovasküler fonksiyonları etkiler, kas-iskelet fleksibilitesini bozar ve anormal eklem fonksiyonlarına yol açar. Çalışmalar, uyku bozuklukları ve depresyonla kronik ağrı arasında sıkı bir ilişki olduğunu bildirilmiştir (Tütüncü ve Günay, 2011; Frontera, 2014).

2.1.1 Epidemiyolojisi. Kronik ağrı deneyimi akut ağrıya göre daha enderdir, ancak Amerika Birleşik Devletleri'nin epidemik oranlara ulaşmaktadır. 36 milyondan fazla artritli, 70 milyondan fazla epizodik sırt ağrılı, 20 milyondan fazla migren baş ağrılı, milyonlarca gut ağrılı, miyofasyal ağrı sendromlu, fantom ekstremitte ağrılı ve kompleks bölgesel ağrı sendromlu da vardır. Sanayileşmiş ülkelerde çalışan nüfusun en az % 10 ile % 15'inin her yıl bel ağrısı geçirdiği tahmin edilmektedir (Frontera, 2014).

Kronik ağrılar üzerine yapılan başka bir çalışmada, ABD'li yetişkinlerin yaklaşık olarak % 20,4'ünde (50,0 milyon) kronik ağrı bulunurken ve prevalans yaşla birlikte artış göstermektedir (Dahlhamer ve diğerleri, 2018). Erişkinlerde yapılan ağrı prevalansı çalışmalarında bu oran % 63,7 olarak bildirilmiştir. Bu ağrıların % 76,6'sı kronik ağrı olarak tanımlanırken, en çok, 35- 44 yaş grubunda görülmektedir, Kentte kırsal nüfusa göre ve kadınlardada erkeklere göre daha fazla görülmektedir (Erdine ve diğerleri, 2001).

2.1.2 Sınıflaması. Kronik ağrının sınıflandırılması için Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından bir çalışma grubu oluşturulmuştur. Ağrı uzmanlarının dünyanın dört bir tarafından gelerek oluşturduğu çalışma grupları, yeni ve pragmatik bir kronik ağrı sınıflandırması geliştirmiştir. “Kronik Ağrı” için yeni ICD kategorisi, klinik olarak en yaygın görülen bozukluklardan oluşan 7 gruba ayrılmıştır. Bu sayede özel ağrı yönetimi için birinci basamakta ve klinik ortamlarda uygulanabilir bir sınıflandırma sistemi

oluşturmak amaçlanmıştır (Treede ve diğerleri, 2015). Yeni ICD kategorisinde kronik ağrı sınıflaması Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1

Yeni ICD kategorisinde kronik ağrı sınıflaması

Kronik ağrı sınıflaması	
1. Kronik primer ağrı	4. Kronik nöropatik ağrı
2. Kronik kanser ağrısı	5. Kronik baş ağrısı ve orofasiyal ağrı
3. Kronik post travmatik ve post operatif ağrı	6. Kronik visseral ağrı
	7. Kronik kas-iskelet ağrısı

2.1.3 Nörofizyoloji. Son on yılda beyin görüntüleme tekniklerindeki ilerlemeler sayesinde, nosisepsiyonun işlenmesinde yer alan ‘supraspinal merkezi sinir sistemi’ alanlarının (yani beyin sapı ve beyin) veya sinir hücrelerine sinyal gönderen reseptörler daha iyi anlaşılmıştır. Fiziksel yaralanma sonrası, yaralanmaya yanıt veren sinir reseptörleri, omurilikteki dorsal boynuza giden spesifik sinir lifleri (C, A delta, A beta lifleri) boyunca hasar (veya potansiyel hasar) hakkında bilgi iletir. Burada, bu bilgi, spinal-talamik yol aracılığıyla iletilir. Bilgi daha sonra talamus, prefrontal korteks, anterior singulat korteks (ACC), birincil ve ikincil somatosensoriyel korteksler ve insula dahil olmak üzere birçok supraspinal alanda işlenir (Apkarian, 2005).

Talamus, ağrı bilgisini periferden ve omurilikten korteksteeki nosiseptif bilgilerin işlenmesinde yer alan çeşitli bölgelere iletmek için birincil aktarma merkezi olarak kabul edilir. Bir bölge, hem akut hem de kronik ağrının bilişsel yönlerini kodladığı düşünülen prefrontal kortekstir, ağrının anlamını değerlendirmek ve ağrıyla en iyi nasıl başa çıkılacağına ilişkin yönetici kararlarıda verir. Diğer bir alan, anterior singulat korteks, ağrının afektif/duygusal bileşeniyle ve ağrının motivasyonel-motor yönleriyle (örneğin, ağrı hakkında bir şeyler yapmaya hazırlanma), başlatma ve kolaylaştırma ile ilgilidir. Birincil ve ikincil somatosensoriyel korteksler; ağrı konum, şiddet ve tanımlama (örneğin, yanık) dahil olmak üzere, nosisepsiyon hakkındaki duyuşsal bilgileri işler. Son olarak, insula, bir kişinin fiziksel durumuna ilişkin algısını, motivasyonla ilgili olarak çeşitli alanlarda kodlamaktan sorumludur. Araştırmalar, insulanın ağrı ağrını tetiklemede ve

bunun sonucunda subjektif ağrı deneyiminin ortaya çıkmasında öncü bir rol oynadığını göstermektedir.

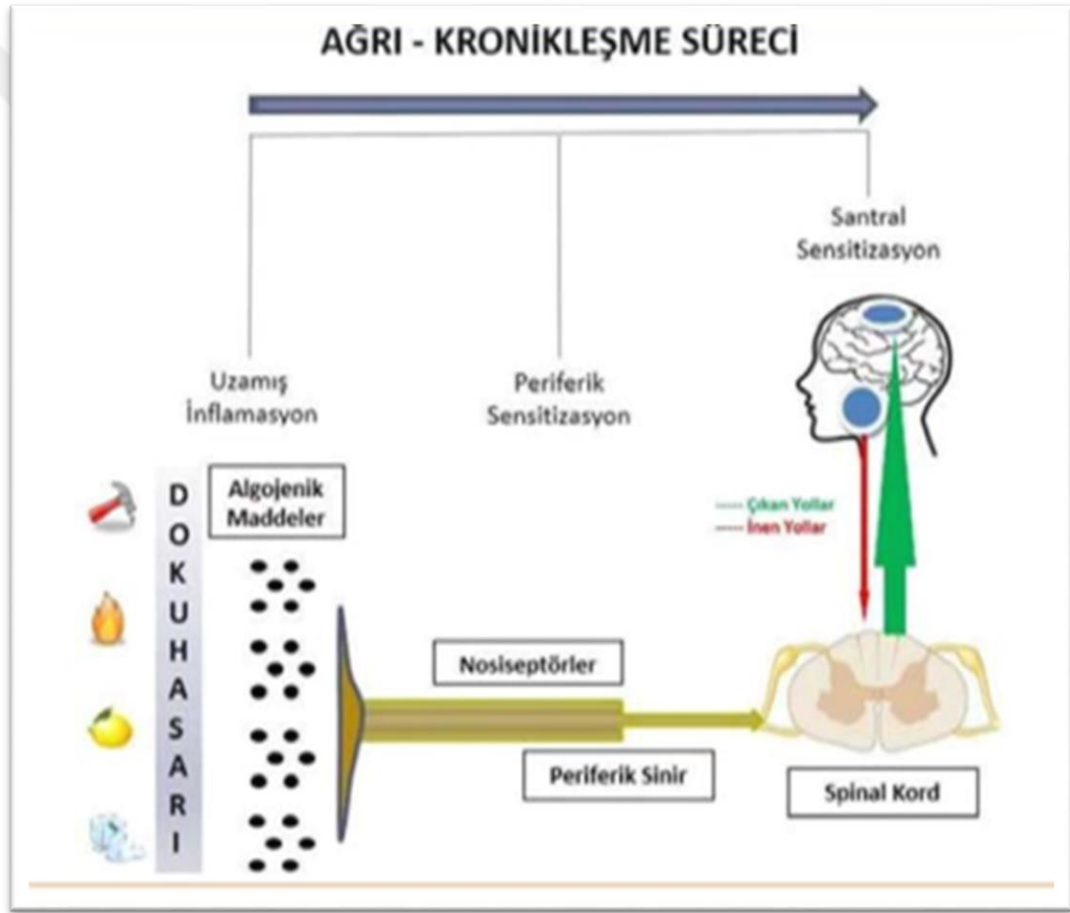
Beyin bölgeleri ve yapıları, ağrı deneyimini üretmek için diğer merkezi sinir sistemi yapılarıyla birlikte yakın bir şekilde çalışır. Bu yapılar “ağrı matriksini” oluşturur ve bu supraspinal kortikal alanlar aktif olmadıkça ağrı duyusu hissedilmemektedir. Nosisepsiyonun, periferik ve spinal mekanizmalarının aktivasyonu, ağrı algısını oluşturmak için yeterli değildir. Ağrıyı nasıl ve ne şekilde deneyimlediğimiz konusunda ana sorumluluğu taşıyan beyindir. Bu durum, nosisepsiyon olmasa bile ağrının neden yaşanabileceğini açıklamaya yardımcı olur (Dillworth, 2012).

Kronik ağrı, merkezi sinir sistemi çoklu ağ aktivasyonunun bir sonucu olarak yaşanır. Bu nedenle duyuşsal, kognitif ve davranışsal unsurlar olmak üzere birçok bileşeni vardır (Seminowicz ve Moayedi, 2017). Uzun süreli ağrı durumları bireylerde davranışsal ve fizyolojik adaptasyon sağlar. Çalışmalarda kronik ağrıda davranışsal farklılıklar, ağrının beyin alanlarındaki emosyonel ve kognitif faktörlerden sorumlu bölgelerindeki değişikliklerden kaynaklandığı bildirilmiştir (Crofford, 2015).

2.1.3.1 Periferik ve santral sensitizasyon. Ağrının kronikleşme süreci birçok hücrel mekanizmayı içerir. Kronik ağrıya neden olan durum periferik ve santral sensitizasyondur. Yaralanma takiben oluşan inflamasyon doğru şekilde tedavi edilmezse; bölgede algenik mediyatörler ve enflamatuar maddeler kalıcı hale gelir ve sensitizasyona sebep olur. Bu durum da nosiseptörler üzerinde kalıcı hasar oluşturur (Marchand, 2008). İnflamatuar maddeler nöronal uyarıları çoğaltıp nosiseptörleri duyarlı hale getirir. Normalde yüksek eşikte olan nosiseptörlerin uyarı eşiklerinin azalır ve normal uyarana bile ağrılı hale gelir. Ağrılı uyarana verdikleri yanıtın artmasıyla periferik sensitizasyon adı verilen olay gerçekleşir (Gold ve Gebhart, 2010).

Santral sensitizasyon ise spinal ve supraspinal nöronların devam eden aktivasyonları sonucu kronik ağrıda görülen ağrı değerlendirilme sürecindeki bozukluk olarak bilinmektedir. Santral sensitizasyon; nosiseptif nöronların yapısında değişikliğe yol açar. Duyusal nöronlarda aktivasyon eşiğini azalma gerçekleşir. Periferdeki küçük bir

bölgeden gelen ağrı duyusu hipersensitif hale gelerek spinal kord daha da arttırılarak üst merkezlere yönlendirilir. Böylece ağrı çok daha büyük bir bölgede hissedilir. Limbik yapıların üzerindede artan stimülasyon anksiyete, korku, uyku bozuklukları, depresyon gibi çoklu durumların ortaya çıkmasına neden olur. (Costigan, Scholz ve Woolf, 2009; Uyar ve Köken, 2017). Kronik ağrının gelişmesinde uzamış inflamasyon, periferik sensitizasyon ve santral sensitizasyon, ağrı iletim ve işleme süreçler Şekil 1’de gösterilmiştir.



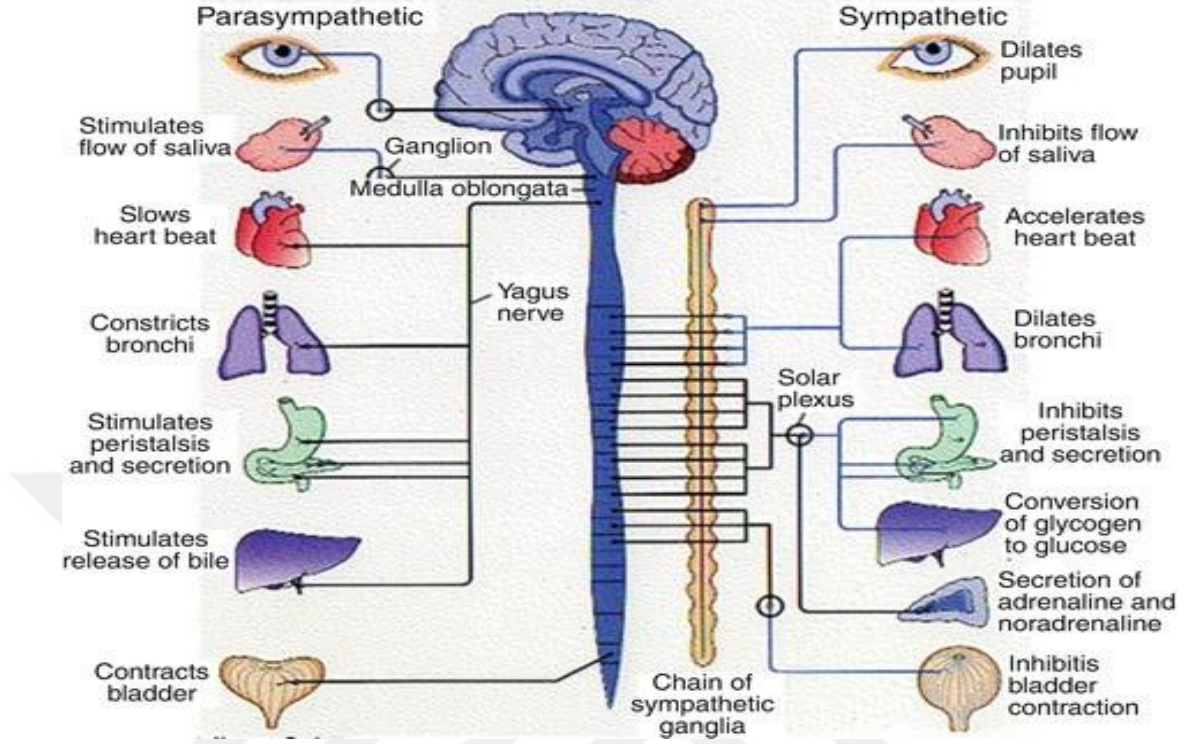
Şekil 1. Ağrının kronikleşme süreci (Uyar ve Köken 2017)

2.1.4 Kronik ağrı ve otonom sinir sistemi.

2.1.4.1.Otonom sinir sistemi. Vücudun fizyolojisini düzenleyen ana biyolojik sistemlerden biridir. Bir dokunun işlevini düzenleme yeteneğini sahiptir. Sempatik ve parasempatik sistem olarak ikiye ayrılır. Birbirine zıt etkilere sahip sistemlerden oluşur. Bu sayede bir sistemin aktivitesini arttırırken diğer sistemin aktivitesini aynı anda azaltır ve çok hızlı, kesin bir kontrol sağlamaktadır (Cerritelli ve diğerleri, 2021; McCorry, 2007).

Sempatik sinir sistemi (SSS), acil durumlarda baskındır. “Savaş ya da kaç” tepkileri sırasında ve egzersiz sırasında baskın olarak çalışır. Bu koşullar altında sempatik sistemin genel etkisi, vücutta yorgunluk yaratabilecek olan fiziksel aktiviteye hazırlamaktır. Başka bir deyişle, SSS aktivasyonu, ihtiyaç duyan dokulara, özellikle çalışan iskelet kaslarına, iyi oksijenlenmiş ve besinler açısından zengin kan akışını arttıracaktır. Parasempatik sinir sistemi (PSS), sakin ve dinlenme durumlarında baskın olarak çalışır. PSS’nin etkisi, enerjiyi muhafaza etmek ve depolamaktır. Ayrıca sindirme ve idrara çıkma gibi vücut temeli olan fonksiyonları yönetir (McCorry, 2007).

OSS, beyin sapından omuriliğe ve organlara giden entegre reflekslerle ilişkili iletişimi sağlar. Solunum kontrolü, kardiyak fonksiyonları organiza etme, vazomotor aktivasyon ve hapsirme, yutma, öksürme ve kusma gibi bazı refleks olarak gerçekleşen hareketleri yönetir. Ayrıca otonom alt sistemler ve periferik sinir sistemi ile yakın ilişkilidir. Otonomik işlevler için bir entegratör görevi gören ve limbik sistemden otonomik düzenleyici girdi alan yapı, hipotalamustur (Akyüz ve Leblebiciler, 2012). Otonomik sinir sistemi genel şeması Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Otonomik sinir sistemi genel şeması (Battipaglia ve Lanza, 2015)

2.1.4.2 Sempatik sinir sistemi (SSS). Sempatik sistemin preganglionik nöronları, omuriliğin torasik ve lomber bölgelerinden çıkmaktadır (segment T_1 ile L_2 arası). Bu preganglionik aksonların çoğu kısadır ve sempatik gangliyon zincirlerinde bulunan gangliyonlardaki postganglionik nöronlarla sinaps yapar. Omuriliğin her iki yanında hemen paralel uzanan bu gangliyon zincirlerinin her biri 22 gangliyondan oluşur. Preganglionik nöron omurilikten çıkabilir ve ortaya çıktığı aynı omurilik seviyesinde bir gangliyonda postganglionik bir nöronla sinaps yapabilir. Preganglionik nöron, diğer seviyelerde gangliyonlardaki postganglionik nöronlarla sinaps yapmak için gangliyon zincirinde daha rostral veya kaudal (yukarı veya aşağı) hareket edebilir. Aslında, tek bir preganglionik nöron, birçok farklı gangliyonda birkaç postganglionik nöronla sinaps yapabilir. Gangliyon zincirinden kaynaklanan uzun postganglionik nöronlar daha sonra dışa doğru hareket ederek efektör dokularda sonlanır.

Diğer preganglionik nöronlar omurilikten çıkarlar ve gangliyon zincirinden postganglionik nöronla sinaps yapmadan geçerler. Bunun yerine, bu nöronların aksonları daha periferik hareket eder ve sempatik kollateral gangliyonlardan birinde postganglionik

nöronlarla sinaps yapar. Bu gangliyonlar, merkezi sinir sistemi ve efektör doku arasında bulunur (McCorry, 2007).

2.1.4.3 Parasempatik sinir sistemi (PSS). Parasempatik sistemin preganglionik nöronları, beyin sapının birkaç çekirdeğinden ve omuriliğin sakral bölgesinden çıkmaktadır (S2 ile segmentleri S4). Preganglionik nöronların aksonları, sempatik sisteme kıyasla oldukça uzundur ve efektör dokulara yakın veya terminal gangliyonlardaki postganglionik nöronlarla sinaps yapar. Çok kısa olan postganglionik nöronların aksonları, o efektör dokunun hücrelerine girdi sağlar.

Beyin sapından çıkan preganglionik nöronlar, kranial sinirler yoluyla merkezi sinir sisteminden çıkar. Okülomotor sinir (III) gözleri innerve eder; yüz siniri (VII) gözyaşı bezini, tükürük bezlerini ve burun boşluğunun mukus zarlarını innerve eder; glossofaringeal sinir (IX) parotis (tükürük) bezini innerve eder; ve vagus siniri (X) göğüs ve karın iç organlarını (örn. kalp, akciğerler, mide, pankreas, ince bağırsak, kalın bağırsağın üst yarısı ve karaciğer) innerve eder. Bu sinirin parasempatik sistemin etkisi açısından fizyolojik önemi vardır. Omuriliğin sakral bölgesinden çıkan preganglionik nöronlar, merkezi sinir sisteminden çıkar ve pelvik sinirleri oluşturmak için bir araya gelir. Bu sinirler, pelvik boşluğun iç organlarını (örneğin, kalın bağırsağın alt yarısı ve böbrek ve üreme sistemlerinin organları) innerve eder (McCorry, 2007).

2.1.4.3.1. Vagus sinir sistemi ve PSS ilişkisi. 10. kranial sinir olan vagus siniri farinks, gırtlak, kalp, akciğerler, bronş ve bağırsak kasları dahil çok sayıda iç organ ve kası innervasyonunu sağlayan en uzun sinirdir. Tüm parasempatik liflerin % 75'i vagus sinirindedir (Verlinden ve diğerleri, 2016).

Vagus siniri, % 80 afferent lifler ve % 20 efferent liflerden oluşan karışık bir sinirdir. Merkezi sinir sistemi ile sindirim sistemi arasında çift yönlü bir iletişim sağlar. Hipotalamik hipofiz adrenal ekseninin afferentleri tarafından aktivasyon yoluyla, aynı zamanda kolinerjik anti-inflamatuar olarak adlandırılan bir afferent ve efferent kol içeren vagovagal inflammatuar refleks yoluyla ikili bir anti-inflamatuar özelliğe sahiptir. Aslında,

efferent liflerinin ucundaki asetilkolinin salınımı, efferent vagal uçlar ve makrofajlar arasında sinaps yapan ve asetilkolin salınan enterik sinir sisteminin bir internöronu aracılığıyla makrofajlar tarafından tümör nekrozis faktörü (TNF) alfa salınımını inhibe edebilir. Vagus siniri, ayrıca dalak makrofajları tarafından TNF alfa salınımını inhibe etmek için dalak sempatik sinir ile sinaps yapar. Ayrıca, afferentlerinin merkezi entegrasyonundan sonra spinal sempatik sistemi aktive edebilir.

Vagus siniri aracılığıyla beyin vücudun inflamatuvar ortamı hakkında bilgi alır ve böylece tespit edilen inflamasyonu azaltmak için nöroimmün tepkilerin aktasyonunu sağlar. Bununla birlikte; vagus sinirinin, bilgi işleme ağı hakkında halen çok az şey bilinmektedir (Bonaz ve diğerleri 2021).

2.1.4.4 Otonom sinir sistemi ve kronik ağrı ilişkisi. Kronik ağrı ve diğer kas iskelet sistemi ağrılı durumlarında, otonomik fonksiyonlarda bozulma durumu yaşanmaktadır (Frontera, 2014). Kronik ağrıda görülen artmış bir ağrı duyarlılığı vardır. Düşük eşik uyarısına sahip A-beta liflerinin inputlarında anormal cevap olması, artan duyarlılık nedenidir. Buna ek olarak, yüksek eşik uyarımına sahip afferentlerin aktivasyonu sonucunda, cevap da yüksek oluşur. Bu durumda hiperaleji yaşanır. Bölgedeki devamlı ağrı kaynaklı maddelerin salınımı sonucunda, nosiseptif olan liflerde sensitizasyona sebep olmaktadır (Fernández-de-las-Peñas ve diğerleri, 2007; Vázquez-Delgado, Cascos-Romero ve Gay-Escoda, 2009). Kronik ağrı semptomlarında akut ağrı kriterlerine bağlı bulgular olmasının yanında, ilişkili olarak görülen OSS bulguları da görülebilir (Frontera, 2014). Ayrıca akut ağrıda olduğu kadar otonomik cevaplar rastlanmaz. Ancak sempatik tonus artışı ve nöroendokrin fonksiyonlarında artış belirgin olarak karşımıza çıkmaktadır (Aydın, 2002).

Otonomik disfonksiyon durumlarında, kronik ağrılar bazı durumlarda olayı başlatır, bazı durumlarda iyileşme mekanizma süreçlerini bozar. Bazen de otonomik disfonksiyonun kendisinin sonuç olması durumları yaşanır. Artan otonomik disfonksiyon kanıtlarına rağmen, SSS baskınlığı durumları yaşanmaktadır. Ağrı ile ilgili tüm süreçlerde OSS en başından sonuna kadar direkt veya indirekt ilişkilidir (Özden, 2015).

SSS, stres yanıt sisteminin ana bileşenidir. Ağrılı sendromların varlığında, ana karmaşık adaptif sistemimizin yani OSS stres durumlarına uyum sağlamaya yönelik başarısız bir girişim söz konusudur (Martinez-Lavin, 2012). Kronik ağrı durumları, fizyolojik, nörolojik ve psikolojik etkilenimleri içine alan otonom disfonksiyonlarının kalıcı semptomu olarak karşımıza çıkmaktadır (Frontera, 2014).

2.1.5 Kronik ağrı ve birey üzerine etkisi. Çalışmalar uzun süreli olan kronik ağrı şikayetileri ile başvuran hastalarda ağrıya SSS uzun süreli olarak yüksek kalmasının ağrıyı daha fazla artırabileceği bildirilmiştir. Ağrının kendisi de SSS aktive etmektedir (Özden, 2015).

Ağrı, vücutta fizyolojik stres ortaya çıkarmaktadır. Bu durumda sempatik sistem aktive olur. Akut ağrı sürecinde, kan basıncında artış yaşanır. Bununla beraber taşikardi, hızlı solunum, pupillerde genişleme ve inleme gibi davranışlar vardır. Ağrı şiddetinin arttığı durumlarda, sempatik aktivasyonlarda artış yaşanır. Bu durumda vasküler rezistansında artış gözlemlenirken, kalbin taşıma kapasitesi ve oksijen tüketimi artış yaşanır. Yetersiz ağrı tedavisi varlığında süregelen ağrı durumları yaşanır ve aritmi, hipertansiyona gibi semptomlara yol açar. Kronik ağrı, iyileşme süreci uzar ve vücut yoğun, tekrarlayıcı ve devamlı ağrılı maruz kalır (Frontera, 2014; Gibbons, 2019).

Kontrol altına alınamayan kronik ağrı varlığında; süregelen bir yorgunluk, uykusuz kalma, iştah azalması ve zayıflama, kabızlık, depresyon, emosyonel yıkımlar yaşanmaktadır. Bu durumda bireylerin yaşam kalitesini azaltmaktadır (Vadivelu, Urman ve Hines, 2011). Ayrıca kronik stresin de sempatik sistemi aktif ederek ağrıya yol açacağı düşünülmektedir. OSS disfonksiyon sonucunda, ağrının daha farklı olarak hissedilmesinde sağlar. Ayrıca ağrı şiddetinde de etkili olduğu bulunmuştur (Özden 2015).

2.2 Kronik Bel Ağrısı

Bel ağrısı, küresel olarak son otuz yıldır engelliliğin önde gelen nedeni olmuştur. Doğrudan kayıp sağlık bakımı maliyetleri ile sonuçlanmaktadır (GBD 2017, 2018). Bel ağrısıyla ilişkili sosyal ve ekonomik maliyetlerin çoğu, kronik ve tekrarlayan bel ağrısı yaşayan, uzun süreli sakatlığı olan kişilerle ilişkilidir (Hartvigsen ve diğerleri, 2018), Bel ağrısı vakalarının çoğu 6 hafta içinde düzelirken, % 10-15 oranındaki vakalarda kronik hal alır (Costa ve diğerleri, 2012).

KBA; vücudun posteriorunda, kostaların inferioru ile gluteal kıvrım arasında kalan bölge yerleşimli olan ve 3 ila 6 aydan daha uzun süren ağrı olarak tanımlanmaktadır. KBA'sında periferik ağrı uyaranının olmaması beklenir. Asıl problem, ağrının kronikliğinden kaynaklanan nöroplastisitede durumudur. Ayrıca sorumlu olan nörofizyolojik mekanizmalarda hem periferik hem de santral sensitizasyon da önemli bir rol almaktadır (Abbey, 2015). Lokalize olan ağrıya kas gerginliği veya sertliği beraberinde eşlik etmektedir. Bel ağrısı yaşayan çoğu hastada, bilinen spesifik bir patolojiye (örneğin, kırık, ankilozan spondilit, spondiloartrit, enfeksiyon, neoplazma, vb.) rastlanmamaktadır. Spesifik olmayan bel ağrısı semptomlarında, kaslar, eklemler ve diskler dahil olmak üzere birkaç farklı yapı etkilenmiştir. Aynı zamanda ağrıya başa çıkma davranışları, fonksiyonel düzeyde bozulma, psikiyatrik komorbiditelerin varlığı ve düşük genel sağlık durumu gibi psikososyal faktörlerde görülmektedir (Chou 2010).

2.2.1 Epidemiyolojisi. Bel ağrısı gelişmiş toplumlarda sıkça karşılaşılan bir problem olmuştur. Büyük ekonomik kayıplara sebep olan sağlık sorunlarının başında gelir. Tüm dünyada üst solunum yolu rahatsızlıklarından sonra en büyük iş gücü kaybı sebebi olarak bilinmektedir. Bununla beraber tedavi giderleri ve neden olan işten uzaklaşma, azalan üretkenlik ve özürlülük ödemeleri gibi sebepler oluşan mali yük açısından en pahalı hastalık olduğu bildirilmiştir (Webster ve Snook, 1994).

Bir toplumun % 70-80 oranında yaşamlarının bir zamanında bel ağrısı çektiği bildirilmiştir. Çalışan popülasyonlarda % 50 görülme sıklığına sahip olduğu belirlenmiştir. Endüstriyel toplumlarda bel ağrısı insidansı daha yüksek olarak

bulunmuştur. Bel ağrısının artmasında yaşam standartlarının artmasına karşın uzayan yaşam süresinin de ciddi rol aldığı düşünülmektedir (Brodie ve diğerleri, 1990).

Bel ağrısı prevalans çalışmalarına bakıldığında başlangıç olarak üçüncü dekatta yükselme gözlemlenirken 55-64 yaşları arasında en yüksek seviyeye ulaşır (Vos ve diğerleri, 2012). Uzun süredir yaşlı erişkinlerde en sık görülen kas-iskelet ağrısı tipi olarak kabul edilmektedir (Brodie ve diğerleri). KBA'nın yükü kadınlarda erkeklere göre daha fazla görülür ve % 40 oranında yüksek bulunmuştur (Mattiuzzi, Lippi ve Bovo ve diğerleri, 2020).

2.2.2 Etiyolojisi ve risk faktörleri. KBA'da etyolojiyi belirlemede spesifik bir sebep bulunması zor olduğu bildirilmiştir. Ancak spesifik ve non-spesifik sebepler KBA'nın etyolojisinde yer almaktadır. Spesifik bel ağrısına neden olan olarak; disk hernisi, tümör, osteoporoz, enfeksiyon romatoid artrit gibi hastalıklar spesifik bel ağrısına nedeni olarak gösterilebilir. Ancak non-spesifik bel ağrısı için özel bir etyolojiye rastlanmamaktadır. Verilere göre KBA'nın etyolojisinde % 90 oranında non-spesifik olduğu bildirilmiştir (Koes, Tulder ve Thomas 2006).

Fiziksel kondüsyon eksikliği, ağır hayat koşulları, yanlış postür ve postural tekrarlayıcı hareketler, zayıf karın-sırt kas kuvveti, sedanter yaşam, obezite gibi risk faktörleri bel ve sırt bölgesinde ağrı oluşturabileceği gibi bacaklarda uyuşma ve kuvvet kaybı gibi semptomlara da neden olabilmektedir. Bununla beraber KBA gelişiminde psikososyal ve psikolojik faktörlerinde etkili olduğu bilinmektedir (Bruce, 2002).

Ağrı oluşumu karmaşık bir durumdur. Bireylerin ağrı tutumlarında dolayı azalan fiziksel performansı, korunma ve kaçınma gibi strejiler ağrının devam etmesine neden olur. Bununla birlikte düşen vücut kondüsyonu, fiziksel aşırı yüklenmeye ve kas hiperaktivitesine neden olabilmektedir (Van der Hulst ve diğerleri, 2010).

2.2.3 Patofizyoloji. Ağrı duyusu nosiseptör ile algılanan ağrı oluşturabilecek uyaran ile aktive olur. Aδ lifleri ve C lifleri kortekse taşınan ağrı duygusal ve bilişsel ağrı merkezlerine iletilince kadar ağrı algısı gerçekleşir. Nöropatik ağrılar ise periferik veya merkezi sinir sistemi hasarı sonucunda oluşur. Sıklıkla yanıcı, keskin ya da elektrik

çarpması şeklinde hissedilir. Son zamanlarda ağrının fizyolojik ve kimyasal doğası üzerine önemli gelişmeler kaydedilmiştir (Yağcı ve Saygın, 2019).

Bel bölgesinde ağrıyı tetikleyici diskler, bağlar, sinirler ve omuriliği etrafındaki kaslar gibi birçok yapı bulunmaktadır. Lomber bölgedeki kaslar aşırı gerilmeye maruz kaldığında, kas liflerinde, hasara yol açan ağrılı bir uyaran ortaya çıkar. Aynı mekanizma bağlardaki aşırı gerilme ile de olabilmektedir. Bel bölgesinde sıkışan sinir kökleri lomber disk herniasyon ile ilişkilidir ve keskin bir zonklama şeklinde hissedilerek ağrı hissine yol açar (Alleva ve diğerleri, 2016).

KBA altında yatan mekanizma heterojendir ve tek bir patoloji ile açıklanamaz. Ancak bu patolojilere eklenen nosiseptif mekanizmalar ve nöropatik komponentin bel ağrısını kronikleşmesini etkilediğini düşündürmektedir (Attal ve diğerleri, 2011).

2.2.4 Tedavi yöntemleri. Birinci ve ikinci basamakta yaygın olarak kullanılan bel ağrısı için her tür konservatif, tamamlayıcı veya cerrahi tedaviyi değerlendiren birçok randomize kontrollü çalışma mevcuttur. Diğer sistematik incelemelerden elde edilen akut ve KBA tedavisine ilişkin birçok kanıtlar vardır (Vos ve diğerleri 2012; Şener ve diğerleri, 2017). Yapılan tedavilerin amacı; fonksiyonel bozukluğun ve ağrının azaltılması, omurga hareketliliğinin artırılması, akut bel ağrısı kronikleşmesinin önüne geçilmesi ve ağrıyla baş etme yöntemlerinin geliştirilmesidir (Kutsal ve diğerleri, 2008). Hastaların tedavi amaçlarına daha etkili ulaşması için tek bir tedavi yöntemi değil kombinasyon tedavilerini içeren yöntemler seçilmelidir. Tedaviler kişiye özgün olmalıdır. Bel ağrısı tedavisi planı yapılırken; hastanın bulunduğu yaş, diğer rahatsızlık durumları, klinik belirtileri, hastanın tedaviye uyumu ve tedavi riskleri dikkatlice incelenmelidir. KBA tedavisinde hem farmakolojik hem de non-farmakolojik yöntemler kullanılmaktadır. Burada davranışsal terapiler de KBA'lı hastalara önerilmektedir (Diniz ve Ketenci 2000; ss. 509-29).

Tedavinin ilk basamağını her zaman hasta eğitimi oluşturmaktadır. Bel ağrı durumlarında tüm risk faktörlerinin anlatılmalı ve tüm ergonomik etmenler öğretilmelidir (Chou ve diğerleri, 2007). Uzun süreli yatak istirahati engellenmeli ve bireyin aktif olması sağlanmalıdır (Dahm ve diğerleri, 2010; Kutsal ve diğerleri, 2008) KBA'sında tedavi;

cerrahi ve invaziv yöntemler, farmakolojik tedaviler, fizyoterapi yöntemleri ve nöromodülasyon tedavileri olarak 4'e ayrılabilir:

2.2.4.1 Cerrahi ve invaziv yöntemler. KBA tedavisinde cerrahi yönetime konservatif tedaviye cevap verilmediği durumlarda, acil cerrahi gerektirebilen durumlarda, fekal ve üriner inkontinans geliştiği durumlarda ve neoplazm bulunması durumlarında başvurulmaktadır (Birkmeyer ve Weinstein, 1999). Bel ağrısında kullanılan girişimsel metotlar Tablo 2'de verilmiştir. (Narin ve diğerleri, 2008; Polat, 2017).

Tablo 2

Bel ağrısında kullanılan girişimsel metotlar

-
- Faset eklem ve sinir bloğu
 - Diagnostik blok
 - Sempatik bloklar
 - Tetik nokta injeksiyonu
 - Epidural lizis ve hiyaluronidaz
 - Epidural steroid injeksiyonu
 - Sakroiliyak eklem bloğu
 - Süperior hipogastrik blok
 - Lomber sempatik blok
 - Bel ağrısında kriolezyon uygulamaları
 - Proloterapi
 - Kemonekrozis
 - Disk içi injeksiyonlar
 - Spinal opioid (SO) tedavisi
 - Bel ağrısında radyofrekans termokoagülasyon (RF) uygulamaları
 - Spinal kord stimülasyonu (SKS)
-

2.2.4.2 Farmakolojik tedaviler. Bel ağrısı tedavisine ilişkin çoğu kılavuz, ilk seçenek olarak medikasyon tedavileri önerilmektedir. Parasetamol kullanılmasını en çok önerilen ilaçtır; ancak yetersiz kaldığı durumlarda NSAID'lerin kullanılmasını gerektirmektedir. Ancak bu ilaçların kardiyovasküler olaylara ilişkin birçok yan etkisi

olduğu rapor edilmiştir. Bununla birlikte KBA tedavisinde bu ağrı kesici ilaçların yan etkisinin yanında ile bilinen az miktarda analjezik etkileri olduğu bulunmuştur. Amaç inflamasyonu önlemek, sırt ağrısını kas spazmını azaltamaktır (Chou, 2010).

2.2.4.3 Fizyoterapi. Kullanılan fizyoterapi modaliteleri ağrının azalmasını sağlarken spazmdaki kasların gevşetir, lomber omurga kas gücü artırılabilir. KBA tedavisinde konvansiyonel, tamamlayıcı ve manuel tedaviler gibi birçok yöntem uygulanabilmektedir (Moseley, 2002).

Bel ağrılarında genellikle transkutanöz elektriksel sinir stimülasyon, ultrason, sıcak, soğuk, alçak ve orta frekanslı akımlar, lazer, traksiyon gibi elektrofiziksel ajanlar, egzersiz tedavileri, tamamlayıcı ve alternatif tedaviler ve masaj-manipulasyon gibi yöntemler klinikte sıklıkla kullanılmaktadır.

Transkutanöz elektriksel sinir stimülasyon (TENS): Bel ağrısı tedavisinde en sık olarak elektroterapi uygulamalarından TENS, alçak ve yüksek frekanslı akımları kullanır. Ağrı algısını değiştirerek semptomlarda rahatlama sağlar. Yüzey elektrotları aracılığıyla sürekli elektriksel uyarılar transkutanöz olarak dokuya verilir (Chou ve diğerleri, 2007). Uygulanan düşük frekanslı elektrik akımı, duyu sinirlerinin uyarılması ile ağrıyı inhibe etmektedir. İnhibisyon sağlanmasında üç önemli yol vardır. Bunlar; segmental inhibisyon sağlayan kapı kontrol teorisi, endojen opioidlerinin salınımı ile sağlanan inhibisyon ve tekrarlayan stimülasyonlarla uyarılabilirliğin azaltılması mekanizmalarıdır (Cavlak ve diğerleri, 2015). TENS' in konvansiyonel, akupunktur, kısa şiddetli, burst ve modülasyon şeklinde modları vardır (Tarakcı ve Kısa, 2020). Bir araştırmada, TENS uygulamalarının ağrıyı azaltarak ilaç alımını da düşürdüğü rapor edilmiştir. (Facci ve diğerleri, 201). Binny vd. (2019) yaptığı bir sistematik derleme de ise non-spesifik bel ağrılı kişilerde, TENS kullanımında mevcut verilerin yetersiz kaldığı, semptomlarda tam iyileşme sağlanmadığı ve kanıtların düşük olduğu savunulmuştur (Binny ve diğerleri, 2019)

Ultrason: Ses dalgalarının birbirine çarpması ile oluşan mekanik hareketlerinden doğan titreşen moleküllerindeki enerjiyi, dokulara iletir. Bunu sağlamak amacıyla ultrason aplikatörü ile cilt arasında akışkan bir jel uygulanır (Özdinçler ve Akıncı, 2020). Sıkça kullanılmasına rağmen literatürde terapötik ultrason etkinliğine dair

kanıtlar yetersizdir (Ebadi ve diğerkleri, 2014). Ebadi vd. (2012) çalışmasında, kronik non-spesifik bel ağrısına sahip bireylerde yarı gözetimli egzersiz programına ek olarak devamlı ultrasonun önemli ölçüde iyileşme sağladığını bildirmişlerdir (Ebadi ve diğerkleri, 2012).

Sıcak uygulama: Metabolizmayı hızlandırarak ağrı eşiğinde artış, kaslarda gevşeme ve kan damarlarında genişleme sağlayarak kas spazmlarını azaltmaktadır. Bel ağrısı tedavisinde gergin ve spazmdaki kaslara yapılan sıcak uygulamalar ile kaslar ve eklemler gevşeme etkisi yaratır . Uygulama 20 ila 30 dk arasında yapılmaktadır (Yıldırım, 2020).

Soğuk uygulamalar: Vazokonstriktör etki yaratmak için uygulanan soğuk uygulama, kan damarlarını daraltarak inflamatuvar yanıtları azaltır. Uygulama 10 dakika ile 30 dakika arasında yapılır. Amaç, metabolizma azaltmak ve kas tonusunu arttırmaktır. (Krekoukias ve diğerkleri, 2017)

Infraruj: Infrared ışınları radyasyon yoluyla ısı iletirler ve absorbe edildikleri yerde ısınma oluşturlar. Infraruj ısı ajanı; metabolizmayı artırır ve kaslarda gevşeme sağlar. Kollajen dokuda esnekliği artırırken, eklem sertliğini azaltır. Tedavi uygulaması, çıplak vücut bölgesine 40-70 cm mesafeden ışınlar bölgeye dik olacak şekilde yapılır. Günde 20-40 dk uygulama süresi yeterli görülmektedir (Yıldırım, 2020).

Alçak ve orta frekanslı akımlar: Kapı kontrol teorisi yoluyla dokuları etkiler. Ayrıca artan kan akışı yoluyla, etkilenen bölgedeki ağrıya neden olan kimyasal mediatörleri temizler (Atamaz ve diğerkleri, 2012; Goats, 1990). İnterferansiyel akımlar, iki frekans aynı anda vücuda uygulanarak daha derine penetrasyon sağlayarak düşük frenkanslı bir akım etkisi oluşturur (Atamaz ve diğerkleri, 2012). İnterferansiyel akımların kombine TENS ile uygulandığında, KBA'sında dizabiliteyi azalttığı gösterilmiştir. Ayrıca aktivite esnasında ağrıyı azaltmada, tek başına uygulanan interferansiyel uygulamalardan daha etkin olarak bulunmuştur. Ancak sadece TENS tedavisinden daha üstün olmadığı belirtilmiştir (Kibar ve diğerkleri, 2020).

Lazer: Terapatik olarak kullanılan düşük ve güçlü lazer uygulamaları; ağrıyı, kas spazmını ve inflamasyonu azalttığı bildirilmiştir. Fotobiyolojik etkisi ile kan akışını

arttırarak bel ağrısında iyi geldiği çalışmalarda gösterilmiştir (Van Middelkoop ve diğerleri 2011, Huang ve diğerleri, 2015).

Traksiyon: Bir derlemede tek başına tedavi olarak uygulanan traksiyonun ağrı semptom sonuçları açısından etkili olmadığı belirtilmiştir (Clarke ve diğerleri, 2007). Ancak mekanik traksiyon uygulamaları, en fazla kronik ağrılı hastalarda ilaç ve elektroterapiye ek olarak kullanıldığında iyileşme sağladığı görülmektedir (Hahne, Ford ve McMeeken, 2010).

Tamamlayıcı ve alternatif tedavi: Bel ağrısı tedavilerinde; yoga, pilates ozon tedavileri, refleksoloji, masaj ve manuel tedaviler, meditasyon, osteopatik ve kayropratik yaklaşımları, akupunktur gibi bir çok tamamlayıcı tedavi metotları mevcuttur. Günümüzde bel ağrılarında tamamlayıcı ve alternatif tedavi uygulama oranı giderek hız kazanmıştır (Yaraşır, Pirinçci ve Deveci, 2018).

Masaj ve Manuel Terapi: Omurga ve eklemlerdeki fonksiyonları arttırarak ağrıyı azaltmayı hedefler. Masaj uygulaması; kaslardaki kan dolaşımını arttırarak analjezi sağlar. Manuel terapi; manipülasyon, mobilizasyon ve yumuşak doku tekniklerini içeren özel bir tedavi yöntemidir. Mobilizasyon; eklem hareketini arttırırken; manipülasyon ise eklem disk problemleri tedavisinde sıklıkla uygulanır. Yumuşak doku teknikleri masaj, germe, miyofasyel gevşetme ve kraniyal safra tedavilerini içerir. Bir derlemede; manipülasyon tedavisinin, sahte manipülasyona göre üstünlüğü kanıtlanmıştır (Rubinstein ve diğerleri, 2013). KBA’da spinal manipülasyonun tedaviye ek kullanıldığında ağrı azalma ve fonksiyonlarda artış kayıt edilmiş ancak etkisi kısa süreli olduğu bildirilmiştir (Rubinstein ve diğerleri, 2011).

Egzersiz terapisi: Egzersiz tedavisi bel ağrısında yaygın olarak kullanılan bir stratejisidir. KBA’lı hastalara için fiziksel aktivite düzeylerini arttırmak, son derece önemli bulunmuştur. (Kutsal ve diğerleri, 2008). Egzersiz tedavisi, belirli aktiviteler, duruşlar veya hareketleri yürütmeyi içeren bir sağlık uzmanı tarafından reçete edilen veya planlanan çeşitli tedavileri kapsar. Egzersiz tedavileri, birkaç etkileşimli bileşenlerle karakterize edilir. Tedavi tasarımı (örn. standart, bireyselleştirilmiş), doz (süre, sıklık, yoğunluk), uygulama biçimi (örn. klinisyen gözetiminde, grup ya da ev egzersizleri), özel

egzersiz türleri (örn. güçlendirme, germe) açısından heterojendirler ve diğer konservatif tedavilerle kombine edilebilirler (Hayden ve diğerleri, 2021). Çeşitli tipte reçetelendirilen egzersiz tedavisi; kas gruplarının istemli olarak kasılması ve postural kas yapısını gelişmesine yardımcı olur. Ayrıca stabilizasyon ve nöro-koordinasyon hareket aralığını da iyileştirmeyi sağlayarak KBA olan hastalara fayda sağlayabilir. Egzersiz tedavisinin fiziksel faydalarına ek olarak, ağrının azalmasına ve fonksiyonunel iyileşmeye yol açabilecek duygusal ve psikolojik faydaları da olabilir. Planlanacak olan egzersiz programı içerisinde, özellikle spinal stabilizasyonu artırma egzersizleri, lomber bölge ve alt ekstremita kas esnekliğini artırmak için yapılan germe egzersizleri, aerobik kapasite ve dayanıklılığı geliştirmeye yönelik egzersizleri içermelidir (Hayden ve diğerleri, 2021; Kutsal ve diğerleri, 2008).

2.2.4.4 Nöromodülasyon yöntemler. Ağrının afferent nosiseptif yollarının doğrudan iletişimi kesilerek, inatçı ağrının tedavi edilebileceği düşünülmüştür. Neredeyse her tür ağrının iletim yolların; ablasyon veya nöromodülasyon yöntemleriyle uyarıların bilinç düzeyine iletilmesi invaziv ya da non-invaziv olarak önlenebileceği fikri ile birçok ağrı tedavisi prosedürlerini üzerinde çalışılmıştır (Akgün ve İşler, 2019). Özellikle periferik sinirin nöromodülatör etkisi ilk kez 1965'te keşfedilmiş olsa da, periferik sinir stimülasyonunun icadından önce ağrı kontrolü için uzun süredir akupunktur ve TENS ile benzer etkiler sağlanmaktaydı.

Yapılan son çalışmalarda nöromodülasyon yöntemleri; visseral ağrılar (pelvisden köken alan ağrılarda), postherpetik nevralji ve geçmeyen testiküler ağrılarda uygulanmıştır. Ayrıca migren veya inatçı baş ağrısı, refleks sempatik distrofiler, fantom ağrısı ve fibromiyaljiyi gibi birçok kronik ağrılı durumlarda nöromodülasyon yöntemleri kullanıldığı bilinmektedir (Akgün ve İşler, 2019; Lin ve diğerleri, 2020). Kökeni, 1965 yılında Melzack ve Wall tarafından öne sürülmüştür. Büyük A β lifleri tarafından taşınan zararsız duysal girdinin, nosiseptif girdinin iletimini bozduğu kanısı kapı kontrol teorisine dayanmaktadır. Büyük çaplı, düşük eşikli nosiseptif olmayan A β liflerinin uyarılması, A δ ve C sinir liflerinden nosiseptif bilginin işlenmesi ve iletilmesinde yer alan inhibitör dorsal boynuz internöronlarının uyarılmasıyla sonuçlanır. Böylece omurilikten ağrı sinyali iletimini, merkezi sinir sisteminin daha yüksek merkezlere çıkmasını engeller.

Artan kullanıma rağmen, kesin mekanizması halen bilinmemektedir. Bununla birlikte, son yıllarda yapılan çalışmalar devam etmektedir (Lin ve diğerleri, 2020).

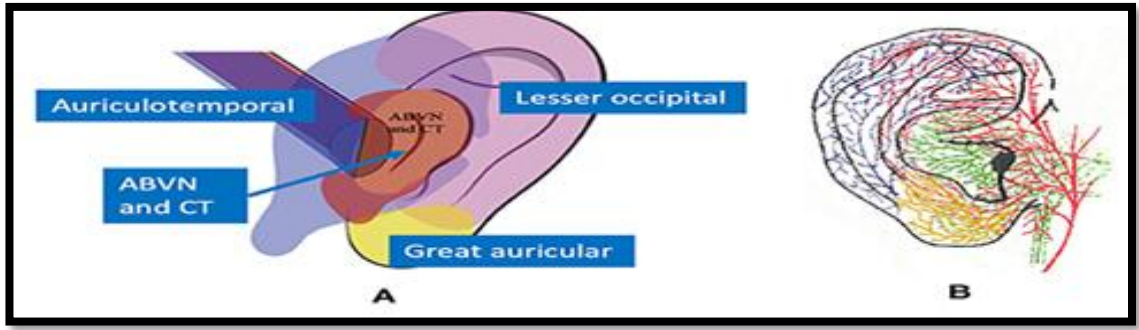
2.2.4.5. Vagal sinir stimülasyonu (VSS). VSS, vagus sinirini uyaran bir nöromodülasyon şeklidir. VSS, 1800'lerin sonlarında müdahale metodu olarak önerilmiştir. O zamandan beri VSS; epilepsi, morbid obezite ve tedaviye dirençli depresyon semptomlarını iyileştirmede kullanılmış ve ABD Gıda ve İlaç Dairesi aracılığıyla onayı alınmıştır (Badran ve Austelle, 2022). VSS'nin hem invaziv (cerrahi olarak implante edilmiş) hem de invaziv olmayan (transkutanöz) teknikleri mevcuttur. Transkutanöz VSS iletim sistemleri, ya dış kulakta (vagus sinirinin kulak dalı) ya da boyunda (vagus sinirinin servikal dalı) vagal afferentlerin kutanöz dağılımına dayanır. Böylece cerrahi implantasyona ihtiyacı ortadan kaldırır (Butt ve diğerleri, 2020).

İmlante edilebilen cihazların maliyetli yüksek olduğundan dolayı tüm tedavi seçenekleri tükendiğinde VSS tedavide bir alternatif olarak kullanılmaktaydı. Vagus sinirinin servikal dalına göre daha az bilinen auriküler dalı, yeni uygulamalarda kullanılmaya başlandı. Non-invaziv auriküler yol ile vagusu aktive eden ve transkutanöz auriküler VSS olarak bilinen bu yöntem ile VSS uygulamalarını içeren çalışmalar hızlanmıştır. Vagusun auriküler dalının non-invaziv olarak stimülasyonu, güvenli ve kolay ulaşılabilen bir tedavi seçeneği sunmaktadır (Badran ve Austelle, 2022; Usichenko, Hacker ve Lotze, 2017).

Tedavi mekanizması ise; vagus sinirinin OSS'de doğuştan gelen bağışıklık reaksiyonlarını açığa çıkaran inflamatuvar yolların modülasyonu ile sağlanmaktadır (Chakravarthy ve diğerleri, 2019). Afferent sinyalleri, periferik inflamasyondan beyin sapına / merkezi sinir sistemine taşır ve böylece periferik sistemini, merkezi sinir sisteme bağlamak için devre sağlar (Johnson ve Wilson, 2018) VSS, kolinerjik anti-inflamatuvar yolun aktivasyonu yoluyla, inflamatuvar yanıtı zayıflatır (Chakravarthy ve diğerleri 2019). Kolinerjik anti-inflamatuvar yolun, amigdala, hipotalamus ve limbik sisteme daha fazla projeksiyonla birlikte, nukleus tractus solitarius'ta sinaps yapan ve dorsal motor çekirdeğe ve parabrakiyal çekirdeğe uzanan vagus afferent sinirin yolunu takip eder. Kolinerjik anti-inflamatuvar yolun efferent kolu daha sonra dorsal motor çekirdekten çölyak-superior mezenterik plexus ganglionuna, dalağa ve dalağa çıkarak hipotalamus-hipofiz-adrenal

ekseni ve merkezi sinir sistemini uyarır (Chakravarthy ve diğerleri 2019b,; Lin ve diğerleri, 2020).

VSS'nun soliter yolun çekirdeğinde sonlanan vagal afferentler aracılığıyla çalıştığı iddia edilmektedir. Nukleus soliter yol; beynin farklı bölümlerine noradrenerjik, endorfinerjik ve serotonerjik lifler sağlayan çekirdeklere doğrudan veya dolaylı projeksiyonlara sahiptir. Vagusun kulakta bulunan somatosensorial sinyalleri, nucleus soliter traktusa yansır. Düşük genlikle uyarımı sinir aktivitesini değiştirerek vagus üzerinde nöral aktiviteye modülasyon sağlar (Verma ve diğerleri, 2021). Şekil 3’de kulak kepçesinin dört ana sinir dalı innervasyonu ve kulak kepçesinde örtüşen innervasyon bölgeleri gösterilmiştir.



Şekil 3. A. Kulak kepçesinin dört sinir tarafından innervasyonu: vagus sinirinin kulak çevresi dalı (ABVN), fasiyal sinirden korda timpani (CT), trigeminal sinirin mandibular dalından kaynaklanan aurikülotemporal sinir, büyük kulak siniri ve küçük oksipital sinir B. Kulak inervasyonunun alanları (Verma ve diğerleri, 2021).

Mevcut verilerden hareketle, vagus sinir uyarımı; majör depresif bozukluklarda, geçmeyen baş ağrısı, kronik ağrılı sendromlar, uyku bozuklukları, depresyon ve birçok otonom sinir disfonksiyonu kökenli oluşan hastalıklarda kullanılır. Hayvan deneyleri sonucundaki çıkarımlar ve insanlar üzerinde yapılan araştırmalar ile VSS’nun ağrıyı modüle ettiğine dair gelecek çalışmalar için kanıtlar sunmaktadır (Busch ve diğerleri, 2013).

Son zamanlarda yapılan çalışmalarda, VSS ile periferik ve merkezi nosiseptif fonksiyonların modüle edilmesiyle ağrı yanıtını azaltığı bildirilmiştir (Busch ve diğerleri, 2013; Chakravarthy ve diğerleri, 2019). Ayrıca, inflamasyonu azaltarak, kronik hastalıklarda parasempatik aktivasyonu arttırdığı rapor edilmiştir (Gökçe, Cengiz ve Erbaş, 2018).



Bölüm 3

Yöntem

3.1 Araştırma Modeli

Randomize kontrollü çalışma modelini kullanmakta olup, uygulama öncesi ve sonrası değerlendirmeleri içerir.

3.2 Çalışma Grubu

Çalışmamıza Ağustos 2021 – Mart 2022 tarihleri arasında bel ağrısı şikayetiyle, İstanbul Medipol MEGA Üniversitesi Hastanesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümü'ne gelen hekim tarafından tanısı konulan, katılma kriterlerine uyan ve çalışmayı kabul eden kişilerle gerçekleştirildi. Çalışmamız, randomize, tek kör ve prospektif bir çalışma olarak planlandı

Etik kurul onayı, 23.06.2021 tarihinde, İstanbul Medipol Üniversitesi'nde, Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Başkanlığı tarafından E-10840098-772.02-2999 sayısıyla onay alındı. Tedavi programı öncesinde katılan tüm katılımcılara; çalışmanın içeriği, değerlendirme yöntemleri ve tedavinin kapsamı hakkında sözlü ve yazılı olarak aydınlatıldı. Katılımcıların kimlik bilgilerinin saklı tutulacağı bilgilendirilmesi yapıldı. Çalışmaya katılan katılımcılara 'Gönüllü Onam Formu' imzalatıldı.

Çalışmaya Alınma Kriterleri

- Katılımcıların 3 aydan fazla bel ağrısı şikayeti olmak
- 20-60 yaş arasında olmak
- Doktor tarafından KBA tanısı almak
- Okuma yazma bilmek ve koopere olmak
- Son 3 ay içerisinde bel bölgesine yönelik tedavi almamış olmak
- Gönüllü onam formu imzalamış olmak

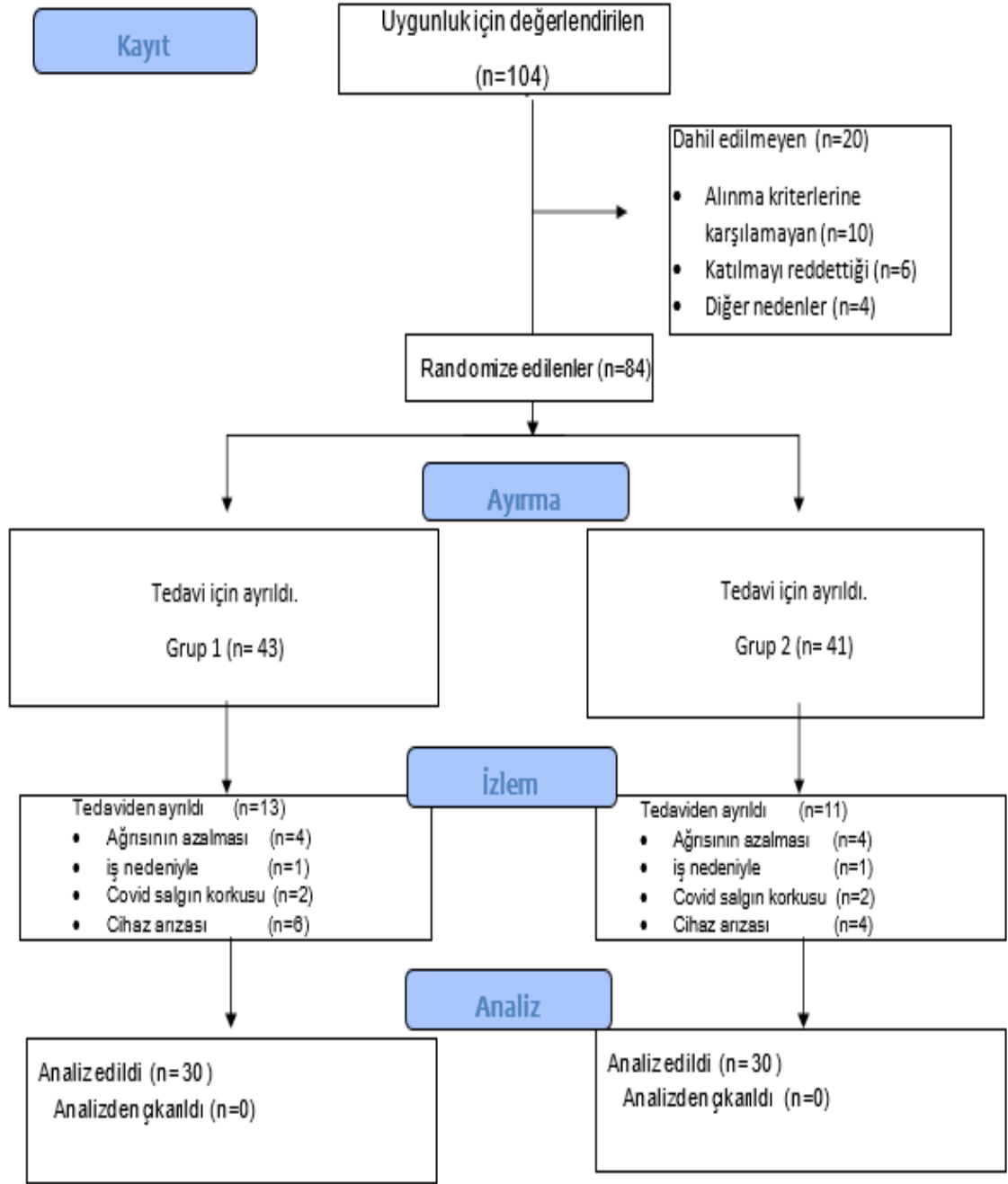
Çalışmaya Dahil Edilmeme Kriterleri

- Herhangi bir lomber cerrahi geçirmiş olmak
- Nörolojik, radikülapati, enflamatuar, vertebral kırık vs. gibi hastalığı olmak
- Spinal deformitesi (kifoz, skolyoz vs.) olmak
- Vestibüler problemi, işitsel ve kognitif gibi problemlere sahip olmak
- Dengeyi problemi yaratacak ilaç kullanıyor olmak (sakinleştirici vs.)

Çalışmadan Çıkarılma Kriterleri

- Covid-19 hastalığına yakalanıp tedavisi yarım kalan hastalar
- Kişisel nedenler ile yarım bırakanlar
- Değerlendirme cihazlarında yaşanan aksaklıklar
- Kulakta akut yara veya enfeksiyonun oluşması

Çalışmada 104 kişi uygunluk için değerlendirildi. 20 kişi alınma kriterlerine uymadığı, katılmayı reddettiği ve diğer nedenlerle çalışmaya dahil edilmedi. 6 kişi ağrısının azalması, 2 kişi iş nedeniyle, 4 kişi Covid salgın korkusu nedeniyle, 2 kişi diğer sağlık problemleri nedeniyle, 10 kişi cihazda yaşanan arıza nedeniyle tedaviye devam edemedi. Toplamda değerlendirilen 60 kişi tedavi öncesi ve tedavi sonrası verileri tamamlandı. Şekil 4'te çalışmanın Consort akış diyagramı belirtilmiştir.



Şekil 4 Araştırmanın Consort Diyagramı

3.3 Çalışma Planı

Çalışmamız planlanırken anketi sonuçlarının değişim değeri referans alınarak effect size değeri 0.85 olarak hesaplanmıştır ve % 90 güç, 0.05 tip 1 hata ile G Power programı (sürüm 3.1.9.7) kullanılarak alınması gereken olgu sayısı her bir grup için 25 olarak hesaplandı (Abbasi ve diğerleri, 2020). Ancak olası kayıpları göz önünde bulundurarak çalışmaya alınan kişi sayısı her grup için 30 kişi olacak şekilde, toplamda 60 kişi olarak belirlendi.

Çalışmaya dahil edilecek bireylerin gruplara dağılımı için <https://www.random.org/> programı kullanıldı. Çalışma kriterlerine uyan ve gönüllü olan katılımcılar programın numara vermesiyle gruplara ayrıldı. Sıralamada geliş tarihleri referans alındı. Grup 1'deki katılımcılara, konvansiyonel tedavi uygulanırken; diğer katılımcı olan Grup 2'ye, transkutanöz auriküler vagus sinir uyarımı uygulandı. Her iki gruba da ve ev temelli egzersiz programı verildi. Değerlendirme ve tedavi yöntemi farklı fizyoterapist tarafından sağlandı. Çalışmamızın doğası gereği çift körleme yapılamadı.

3.4 Değerlendirme ve Uygulama Yöntemleri

Çalışmaya dahil edilen kişilere “Hasta Tanıma Formu” kullanılarak bilgileri kayıt altına alındı. Değerlendirme için ağrı, eklem hareket açıklığı (EHA) ve mobilitesi, kas kuvvet ve endurans ölçümleri, fiziksel denge performans ölçümü, fonksiyonel düzey, stres düzeyi ve uyku durumu ölçümü yapıldı.

3.4.1 Demografik ve klinik bilgiler. “Hasta Tanıma Formu” uygulanan olguların kişisel bilgileri birebir görüşme yöntemiyle değerlendirildi. Olguların adı ve soyadı, yaş, kilo, boy, cinsiyeti, vücut kitle indeksi (VKİ), eğitim durumu, mesleği, evli ya da bekar olma durumu hali, çocuk sayısı, alışkanlıkları, özgeçmiş, soygeçmiş, iletişim bilgileri alındı.

3.4.2 Ağrı değerlendirmesi. Ağrı, değerlendirmesi zor olan subjektif bir duyudur. Vizüel Analog Skalaya (VAS) göre ağrı düzeyi değerlendirildi. Ayrıca istirahat ve aktivite

halindeki ağrı durumuna ait iki farklı ölçüm alındı. Bireylere 0 değerinin “ağrı yok” olarak kabul edilirken 10 değeri ise “dayanılmayacak düzeyde şiddetli ağrı” olarak tanımlandı. Yazılan açıklamalara uygun olarak, katılımcıların ağrı durumlarını işaretlemeleri istendi.

3.4.3 Eklem Hareket Açıklığı ve Mobilite Değerlendirmesi. Gövde fleksiyon ve ekstansiyon EHA ölçümleri; Goniometer Pro (Goniometer Pro, 5FUF5 CO, nj United States) adlı akıllı telefon uygulamasında yapıldı. Bel mobilitesi değerlendirirken; modifiye schober, el parmak zemin mesafe (EPZM) testi, sağ ve sol lateral el parmak zemin mesafe (LEPZM) fark testleri kullanıldı (Şekil 5).

3.4.3.1 Lomber fleksiyon. Ayakta dik duran hasta, bacaklarını omuz genişliğinde açarak, dizler düz ekstansiyonda olacak şekilde ve ellerini öne yere doğru uzatarak gövde fleksiyonu yapması istendi. iPhone® uygulaması kullanılarak, telefon iliak krestin hemen yukarısında, anterior superior ve posterosuperior iliak omurganın ortasındaki bir noktada, dik bir konuma yerleştirilerek kol orta aksiller hattı takip eden açı kayıt edildi.

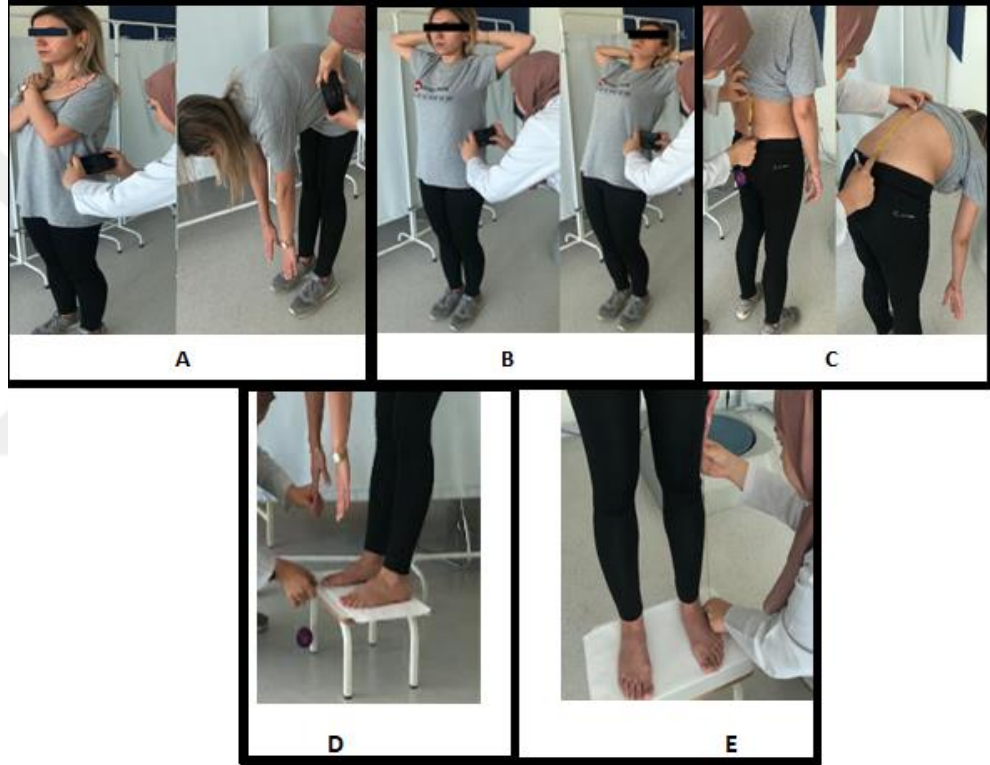
3.4.3.2 Lomber ekstansiyon: Ayakta dizler ekstansiyonda dik duran hasta, bacaklarını omuz genişliğinde açık halde ve kollar omuzlarda arkaya doğru eğilmesi istendi. O sırada telefon yerleşimi fleksiyon ölçümüyle aynı pozisyonda iken gidebildiği maksimum ekstensiyon açısı kayıt edildi (Caña-Pino ve diğerleri, 2021).

3.4.3.3 Modifiye schober testi (MST). Bu test lomber omurganın esnekliğinin değerlendirilmesinde kullanılır. Ayakta dik duran hastanın, spina iliaca posterior superiorlar işaretlenip ve lumbosakral birleşim yerinde bir doğru çizilerek belirlendi. Birleştirilen doğrunun ortasından 5 cm altına ve 10 cm üzerine yeni bir işaretleme yapıldı. Dizler ekstansiyon pozisyonundayken gövde fleksiyonu yapması istendi. O sırada omurgada işaretlenen son iki nokta arası mezura yardımıyla hesaplandı. Çıkan sonuç, 15 cm’den çıkarılarak kayıt edildi. Sonucun 7 cm’den az çıkması lomber omurganın esnekliğinin azaldığını göstermektedir (Tousignant ve diğerleri, 2005).

3.4.3.4 El parmak-zemin mesafe (EPZT) testi. Katılımcılar ayakta dururken dizlerini bükmeden, elleri gevşek bırakarak, yapabildiği kadar gövde fleksiyonu yapması

istendi. Katılımcıların elinin üçüncü parmağı ve zemin arasında kalan uzaklık mezura yardımıyla ölçüldü. (Uzunkulaoğlu ve diğerleri, 2018).

3.4.3.5 Lateral el parmak-zemin mesafe (LEPZM) testi. Katılımcılara başlagıçta ayakları omuz genişliğinde açık olacak şekilde dik bir pozisyon verildi. Elini uyuğun üzerinden kaydırarak yana doğru uzanması istendi. Bu mesafe mezura ile ölçüldü. Sağ ve sol taraf arasındaki fark kayıt edildi (İnanoğlu ve Baltacı, 2016).



Şekil 5. EHA ve Mobilite Değerlendirmesi. A) Gövde Fleksiyon B) Gövde Ekstansiyon C) Modifiye Schober D) EPZM testi E) LEPZM testi

3.4.4. Kas kuvveti değerlendirmesi.

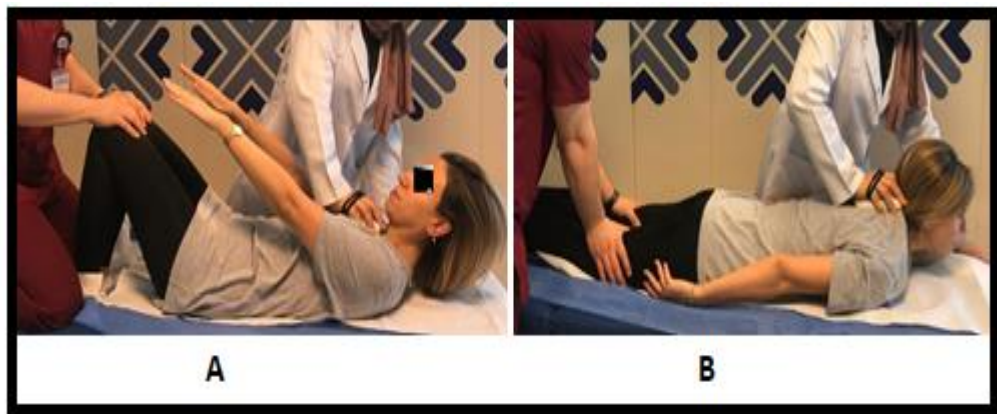
3.4.4.1 Gövde kas kuvveti değerlendirmesi Lomber bölge kasları, omurganın stabilitesi için oldukça önemlidir. Ayrıca omurgadaki dinamik stabiliteninde bir parçası olarak ele alınabilir (Aguiar ve diğerleri, 2016). Gövde fleksör ve ekstansör kas gücü, manual kas gücü ölçme cihazı (Baseline Hydraulic Hand Dynamometer 200 LB) kullanılarak ölçüldü (Şekil 6).

Ölçüm yapılırken; el dinamometresi, deriye kuvvetli bir basınçla zarar vermediği ve maksimal bir kasılmayı önleyecek şekilde test edilen segmente distal olarak yerleştirildi. Direnç yaklaşık 5 saniye boyunca verilerek supine ya da prone pozisyonda değerlendirme yapıldı. Azami çaba için cesaret verildi. Her kas grubu için üç deneme uygulandı. Denemeler arasında dinlenme zamanı verildi. Üç denemeden en iyi yanıt dikkate alındı. (Davarian ve diğerleri, 2012; Kuwabara ve diğerleri, 2013). Test edilecek kaslara göre hastanın pozisyonu, stabilizasyonu ve dinamometrenin konumu Tablo 3' de verilmiştir.

Tablo 3

Gövde kas gücü değerlendirmesi

Kas grubu	Hasta pozisyonu	Stabilizasyon	Direnç
Gövde fleksiyonu	Supin pozisyonda yatarken eller baş ve boynun altında	Kalça ve diz eklemleri stabilize edilmiş	Sternomanubrial Simpisiz altından
Gövde ekstansiyonu	Prone pozisyonunda yatarken eller baş ve boynun altında	Kalça ve diz eklemleri stabilize edilmiş	T4 Spinoz proses seviyesinin posterioru



Şekil 6. Gövde kas kuvveti değerlendirmesi. A) Gövde fleksiyon B) Gövde ekstansiyon

3.4.4.2. Alt ekstremite kas kuvveti değerlendirmesi. İzokinetik dinamometre kullanılarak yapılan kas kuvveti değerlendirmeleri yöntemleri, tepe kuvveti değerleri ve fleksör / ekstansör oranları güvenilir olarak kabul edilmiştir (Zouita ve diğerleri, 2020). Alt ekstremite kas kuvveti değerlendirirken Quadriceps ve Hamstring kas kuvveti ölçümelerini izokinetik dinamometre (CSMI-Cybex Humac-Norm Testing & Rehabilitation System) ile gerçekleştirildi. Alt ekstremite testi, 90° dik şekilde oturur pozisyonda yapıldı. Test ayağı dinamometre koluna ayak bileğinin 1 inç yukarısına yerleştirerek bir Ventro kayışla sabitlendi. Dinamometre ekseninin hizalandığı anatomik referans olarak femurun lateral epikondil alındı (Cai ve Kong, 2015). Maksimal resiprokal konsantrik izokinetik diz ekstansiyonu ve fleksiyonu iki farklı hız; yavaş (60°/s, 5 tekrar, 10 sn. dinlenme) ve hızlı (180°/s, 15 tekrar, 10 sn. dinlenme) olarak ölçüldü. (şekil 7). Katılımcılardan iki açısal hızda diz ekstansörleri ve fleksörler için tekrar sayısına göre maksimum eşmerkezli kasılma yapmaları istendi. Dizin fleksör ve ekstansörünün tepe torku ve kas dayanıklılığı kayıt edildi (Aguiar ve diğerleri, 2016; Lin ve diğerleri, 2012).



şekil 7. Alt ekstremite kas kuvveti değerlendirmesi

3.4.5 Kas endurans değerlendirmesi.

3.4.5.1 Gövde ekstansör kas enduransı. Sırt kaslarının enduransını değerlendirmek için hastalar yatakta yüzüstü pozisyonda iken alt ekstremiteleri stabilize edildi. Aynı zamanda gövdesini anterior-süperior illiak spina hizasından yataktan aşağı sarkıtıldı. Test başlangıcında eller sandalyenin üzerine yerleştirdi. Testin başlaması ile üst ekstremitesi gövdenin yanına eller alınarak zemine paralel uzatması istendi. Gövde pozisyonunu bozmadan geçirilen süre saniye cinsinden kayıt edildi.

3.4.5.2 Gövde fleksör kas enduransı. Hastalar başlangıçta sırtüstü pozisyonda, dizler fleksiyonda ve kollar omuzda çaprazlanarak yerleştirildi. Başlangıç pozisyonunda 60 derecelik bir gövde fleksiyonu pozisyonundan öne doğru kalkmaları istendi. Test başlaması ile katılımcının bu pozisyonu koruması istendi. Bacaklar dizlerden sabitlendi. Bu pozisyonda kaldığı süre saniye cinsinden kayıt edildi (şekil 8) (Brumitt, Matheson ve Meir, 2013).



şekil 8. Gövde endurans değerlendirmesi A) Gövde fleksiyon endurans test

B) Gövde ekstansiyon endurans test

3.4.6 Postural Kontrol ve Denge Değerlendirmesi. Bel ağrısı olan hastalarda postürel stabilite ve eklem hareketleri azalır. Postural kontrolün devam etmesi için kas iskelet sisteminin düzgün çalışması gereklidir (Lee ve diğerleri, 1995). Bel ağrısı varlığında gövde kaslarını kontrol etme stratejisi değiştirilir ya da bozulur (gecikmiş

aktivite ve azalmış tonik aktivite) ve bu kas gücü ve koordinasyonu azalır (Kendall ve diğerleri, 2005).

Yapılan bir çalışmada Biodex Denge Sistemlerinin, KBA olan hastalarda postural kontrolün değerlendirmesi için güvenilir ölçüm olduğunu bildirmiştir. Katılımcıların statik ve dinamik denge parametreleri 'Biodex Denge Sistemi' (Biodex, Version 3.1, Biodex, Inc) test cihazı kullanıldı. Bu cihaz; bireylerin stabilite seviyelerini değerlendirirken, denge yeteneklerini araştıran yazılım sistemlerinden oluşur. Bu cihaz 360° eklem hareketinde, 20°'ye kadar eğim yapabilen dinamik platforma sahiptir. Zemin platform seviyesi en az hareketli '1', en fazla hareketli seviyeye '12' olarak kullanılmaktadır (Sherafat ve diğerleri, 2013).

3.4.6.1 Postural Stabilite Testi (PST). Katılımcıların denge merkezini koruyabilme yeteneği değerlendirir. Merkezden olan sapmalar sistemde kayıt edilerek sonuçlar verir. Test, statik platformda ayakkabısız olarak yapıldı. Ayak koordinatları, her iki ayakta platformda ve en rahat dengesini sağlayabileceği konumunda iken kayıt edildi. Kollar omuzlarda bitişik olacak şekilde ve gözler açık olması istendi. Her biri 20 saniye olmak üzere toplamda üç test yapıldı. Her test arasında 10 saniyelik dinlenme molaları verildi. Cihaz sonuçları, genel stabilite için ortalama denge (B-OSI), anterior/posterior denge (BAPSI) ve medial/lateral denge (B-MLSI) skorları elde edildi. Yüksek skor hedef merkezden sapmanın arttığını ve postural denge kaybının fazla olduğunu göstermektedir (Prometti ve diğerleri, 2016).

3.4.6.2 Düşme Riski Testi (FRT). Katılımcıların düşme riski değerlendirilmesinde test, hareketli (dinamik) platformda orta seviyede (4-8 seviyeler arasında) gerçekleşti. Katılımcılar gözler açık, dizler gevşek pozisyonda (10-15° fleksiyonda), çift ayak ve ayağın en rahat pozisyonunda olduğu ayak koordinatları alındı. Test sırasında kollar omuzda bitişik olarak yerleştirildi (Şekil 9). Her biri 20 saniye olmak üzere üç test yapıldı. Test arasında 10 saniyelik dinlenme molaları verildi. Bu üç test sonucunda, sistem tarafından verilen düşme riski puanı olarak kayıt edildi (Horn ve diğerleri, 2015).



Şekil 9. Postural Kontrol ve Denge Değerlendirmesi

3.4.7 Oswestry Dizabilite İndeksi (ODİ). ODİ Türkçe versiyonu bel ağrısı olanlarda, fonksiyonel yetersizliği tespit etmek için klinikte yaygın olarak kullanılan toplamda 10 sorudan oluşan bir sonuç ölçütüdür. Günlük yaşam aktivitelerini ve ağrıyı değerlendirir. Tüm sorulara 0'dan 5'e kadar olan bir puanla cevap verilir. Hastaların puanı şu şekilde hesaplandı: (Alınan puan/Maksimum puan) x 100. Daha yüksek puanlar daha fazla bir yeti yitimini göstermektedir (Yakut ve diğerleri, 2004).

3.4.8 Beck Depresyon Ölçeği (BDÖ). Katılımcılara, depresyon durumunu değerlendirmede sıkça kullanılan bir anket olan BDÖ'nin Türkçe versiyonu uygulandı. Her soru 0-3 puan olarak hesaplanır ve her soru 4 maddeden oluşmaktadır. Toplamda 21 sorudan oluşan semptom ve davranışı değerlendirerek, toplamda maksimal skor 63 puan olarak belirlenmiştir. Yapılan ölçekte; kötümserlik, kendinden nefret etme, duygu durumu, doyumsuzluk, suçluluk duygusu, başarısızlık duygusu, cezalandırılma duygusu, , kendini suçlama, ağlama nöbetleri, uyku bozuklukları, kendini cezalandırma arzusu, çalışabilirliğin belirlenmesi, stres, sosyal izolasyon, karar vermede güçlük, vücut algı durum değişmesi, bitkinlik, yorgunluk, yemek yeme durumu, kilo kaybı, somatik bozukluk ve cinsel konularını içermektedir. Toplam sonuç arttıkça, depresyon seviyesi artmaktadır (Hisli, 1989).

3.4.9 Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi (PUKİ). Türkiye'de geçerlilik ve güvenilirlik çalışması yapılan PUKİ, 1989 yılında geliştirilmiştir (Ağargün, Kara ve Anlar, 1996). Uyku kalitesinin niceliksel ölçümünü veren 24 sorudan oluşur. Ölçek uyku latensi, öznel uyku niteliği, alışılmış uyku etkinliği, uyku süresi, uyku ilacı kullanımı, uyku bozuklukları ve gündüz işlevlerinde problem durumunu inceleyen toplamda 7 bileşeni ele alır. Katılımcılarını kendini değerlendirdiği 19 soru, eş veya bir oda arkadaşının değerlendirdiği 5 soru vardır. Tüm sorular 0-3 puan arasında değerlendirilir. Total puan 5 ve daha fazla ise kötü uyku kalitesini varlığını gösterir (Ağargün ve Kara ve Anlar, 1996; Buysse ve diğerleri, 1989). (Ek-5)

3.5 Tedavi programı

Grup 1'deki hastalara, konvansiyonel tedavi ve ev temelli egzersiz programı uygulanırken; Grup 2'deki hastalara, vagus sinir uyarımı tedavisi ve ev temelli egzersiz programı uygulandı. Tedaviye katılan tüm katılımcılar 3 hafta süresince haftada 5 olmak üzere toplamda 15 kez tedavi programına alındı. Çalışma boyunca medikal tedavisine herhangi bir ekleme çıkarma yapılmadı. Değerlendirmeler 1. Gün tedavi öncesi ve 15 seans uygulama sonrasındaki son seansın ertesi günü ölçümler tekrarlandı.

3.5.1 Konvansiyonel tedavi (Grup 1). Katılımcıların bel bölgesine sıcak paket, TENS ve ultrason tedavileri uygulandı. Bunun yanında ev egzersiz programı verildi. Bu grup Grup 1 olarak isimlendirildi (Resim 10)

Bu gruptaki katılımcıların her birine, paravertebral kaslarının hassas bölgelerine 4 elektrot bilateral olarak olarak 20 dakika Compex (Model COMP-1746062762CC, Cefar Compex Rehab- 400) marka cihazdan TENS uygulaması yapıldı. Akım şiddeti kişilerin duyuşal eşiği sorgulanarak ağrı ve rahatsızlık hissetmediği seviyeye kadar artırarak ayarlandı. TENS cihazı ile birlikte bel bölgesine 20 dakika süreyle sıcak paket uygulandı. Uygulama sırasında sıcak paket, havluyla iki kat sarıldı. Ultrason uygulaması, Chattanooga Intellect marka mobil ultrason cihazı (Chattanooga, TN, US) ile tüm lomber bölgeye 5 dakika olmak üzere, 1.5 W/cm² devamlı mod kullanıldı. Cilt ile cihaz arasında ultrasonik jel uygulandı.



Şekil 10. Konvansiyonel tedavi uygulaması

3.5.2 Vagus sinir uyarımı tedavisi (Grup 2). Bu gruptaki katılımcılar ın tedavi programı non-invaziv auriküler vagus sinir uyarımı 25 dk süre ile Vagustim® cihazıyla uygulandı. Grup 2 olarak isimlendirildi (Resim 11).

Uygulama, özel olarak üretilmiş kulak içinin büyüklüğüne göre uygulanan elektrotlar ile yapılır. Cihazla uygulanan akımın frekansı 10 Hz, atım süresi 500 mikrosaniyeden az olacak şekilde belirlendi. Modüle TENS modunda ve bifazik asimetrik dalga formu uygulandı. Uygulama yapılırken herhangi bir hasara yol açmamak ve iletkenliği sağlamak için cilt ile cihaz arasına jel uygulandı. Akım şiddeti kişilerin duyusal eşiği sorgulanarak ağrı ve rahatsızlık hissetmediği seviyeye kadar artırarak ayarlandı.



Şekil 11. Vagus sinir uyarımı uygulaması

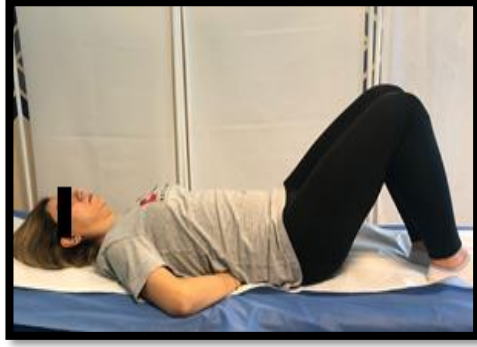
3.5.3 Ev temelli egzersiz programı. Her iki gruba da ev egzersizleri verildi. Verilen ev egzersiz programları, fizyoterapist tarafından hastalara anlatıldı ve ayrıca hastaya broşür şeklinde verildi. Hastalara egzersizlerini hergün düzenli olarak günde üç kez on tekrarla yapmaları söylendi. Egzersizlerin içeriği haftalık olarak güncellendi. Egzersiz içeriği haftalık Tablo 4’de verilmiştir.

Egzersiz programında ilk haftada; izometrik egzersizler, germe ve mobilizasyona yönelik egzersizler verildi. İkinci hafta; bunlara ek köprü kurma egzersizi; üçüncü hafta tüm egzersizlere ek izotonik, aktif karın ve sırt kuvvetlendirme egzersizleri dahil edildi.

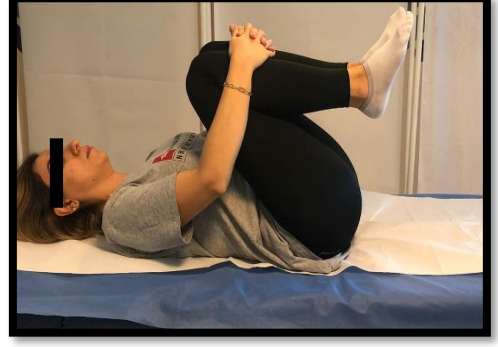
Tablo 4

Ev egzersiz programı

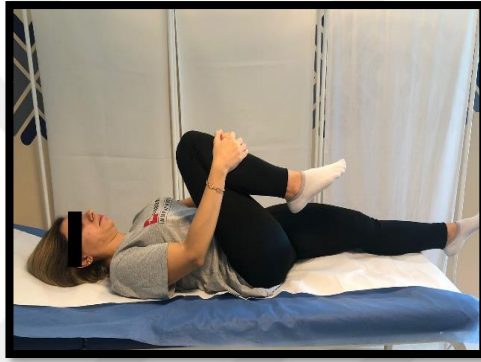
Hafta	Egzersizler
0-1.	<u>Supin pozisyonda;</u> Posterior pelvik tilt Germe egzersizi(hamstring, lomber ekstansör, kalça fleksör kaslarına yönelik) Kedi-deve egzersizi
2-3.	<u>Supin pozisyonda;</u> Köprü egzersizi, Abdominal kuvvetlendirme
2-3.	Sırt ekstansör kuvvetlendirme



A) Posteriyor pelvik tilt



B) Lomber ekstansör germe



C) Kalça fleksör germe



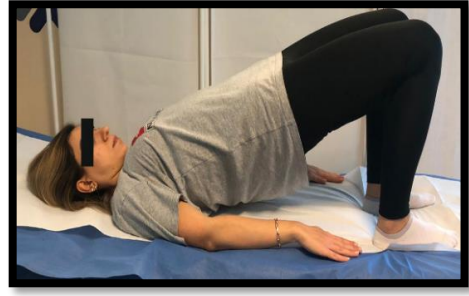
D) Hamstring germe



D) Kedi-deve egzersizi



E) Abdominal kuvvetlendirme



F) Köprü kurma



G) Sırt ekstansör kuvvetlendirme



H) Sırt ekstansiyon egzersizleri

Şekil 12. Ev egzersiz programı

3.6 İstatiksel Analiz

Hastaların veri analizinde SPSS 25 (IBM Corp. Released 2017. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0. Armonk, NY: IBM Corp.) sürümü kullanılarak yapılmıştır. Mevcut çalışmamızda tanımlayıcı istatistikler (sayı ve yüzdelik dilim, standart sapma, medyan, birinci çeyreklik, üçüncü çeyreklik, ortalama) kategorik ve sürekli değişkenlerde kullanılmıştır. Ayrıca “Levene” testi ile parametrik testlerin homojenliği kontrolü sağlanmıştır. “Shapiro-Wilk” testi kullanılarak normallik varsayımına incelenmiştir. İstatistik yapılırken gruplar arasındaki farklılıkların incelenmesi için eğer parametrik test ön koşulunu sağlıyorsa “Bağımsız Örneklem t Test” kullanıldı. Eğer ön koşulu sağlanmadığında kullanılan “Mann Whitney-U” testidir. Pearson Korelasyon

Katsayısı ile parametrik test koşulu sağlamadığı durumda ise sürekli iki değişken arasındaki ilişki Spearman Korelasyon Katsayısı ile yapıldı. Ki Kare testi ve Fisher's Exact Test ile kategorik değişkenlerin ilişkilerinin analizi yapıldı.

Mauchly testi ile küresellik varsayımı tekrarlı testler için denetlenmiş ve Sphericity Assumed testi küresellik varsayımı sağlandığını da kullanılmış. Eğer küresellik varsayımı sağlanmıyorsa 0,75'ten büyük olan epsilon değerine bakılarak Huynh-Feldt testi kullanılırken, küçük olduğundaysa Greenhouse Geisser testi sonuçları değerlendirilmiştir. Analizimizde tekrarlanan ölçümler (Klinik Parametreler) ve hasta gruplar arasında genel bir değerlendirme yapmak için karışık düzen (mixed design) varyans analizi yapıldı. Çoklu karşılaştırma testlerinden Bonferroni- Dunn testi, zamanlar içinde Bonferroni- Dunn testi kullanılmıştır. Tüm verilerin sonuçlarında $p < 0,05$ düzeyi anlamlı olarak kabul edilmiştir.

Bölüm 4

Bulgular

4.1 Grupların Demografik Bilgilerine Ait Bulgular.

Çalışmaya toplamda 60 hasta alındı. Grup 1 ve Grup 2 olacak şekilde randomize edildi. Grup 1; konvansiyonel tedavi ve ev egzersizi, Grup 2; auriküler vagus stimülasyon tedavisi ve ev egzersizi programı verildi.

Grupların demografik bilgilerine ait bulgular Tablo 5’te verilmiştir. Grupları karşılaştırdığımızda yaş ($p=0,632$), cinsiyet ($p=0,632$), vücut kitle indeksi ($p=0,686$), boy ($p=0,447$), kilo ($p=0,630$), eğitim durumu ($p=0,338$), çalışma durumu ($p=0,598$) medeni durum ($p=0,739$), sigara kullanımı ($p=0,056$) ve ağrı süresi ($p=0,592$) açısından istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0.05$).

Tablo 5

Grupların Demografik Bilgilerine Ait Bulgular

	Çalışma Grupları		Test İstatistikleri	
	Grup 1 $n=30$	Grup 2 $n=30$	Test Değeri	p
Cinsiyet, n				
Kadın	21 (70)	23 (73)	0,341	0,559
Erkek	9 (30)	7 (27)		
Yaş, (yıl)				
Ort±SS	45,40±12,75	43,93±10,78	0,481	0,632
M (min-max)	47,5 (20-60)	46 (21-60)		
Boy, (cm)				
Ort±SS	162,83±8,63	164,73±10,48	-0,766	0,447
M (min-max)	160 (152-181)	163,5 (150-187)		
Kilo, (kg)				
Ort±SS	78,57±14,61	78,6±11,90	-0,010	0,992
M (min-max)	78,5 (40-110)	80 (56-102)		
VKI, (kg/m²)				
Ort±SS	29,76±5,87	29,18±5,18	0,406	0,686
M (min-max)	30,07 (15,63-45,79)	28,73 (20,57-40,79)		

Tablo 5 (devam)

	Çalışma Grupları	Test İstatistikleri †	Çalışma Grupları	Test İstatistikleri †
	Grup 1 n=30	Grup 2 n=30	Test Değeri	p
Eğitim durumu, n (%)				
İlköğretim ve Ortaöğretim	7 (23)	10 (16)	2,171	0,338
Lise	12 (40)	28 (47)		
Üniversite ve üzeri	11 (37)	22 (37)		
Çalışma Durumu, n (%)				
Çalışmıyor	17 (57)	36 (60)	0,278	0,598
Çalışıyor	13 (43)	24 (40)		
Medeni durum, n (%)				
Evli	24 (80)	49 (82)	0,111	0,739
Bekar	6 (20)	11 (18)		
Sigara kullanımı, n (%)				
Var	22 (73)	37 (62)	5,779	0,056
Bıraktı	2 (7)	11 (18)		
Yok	6 (20)	12 (20)		
Ağrı Süresi, n (%)				
1 yıl ve daha az	12 (40)	22 (37)	0,287	0,592
1 yıldan fazla	18 (60)	38 (63)		

†: Ki-Kare Testi (χ^2); ‡: Bağımsız Örneklem t Test (t); Özet istatistikler sayısal veriler için ortalama $\pm$ standart ve Medyan (minimum, maksimum), kategorik veriler için Sayı (Yüzdelik) değer olarak verilmiştir.

4.2 Çalışma Gruplarının Ağrı Skorlarına Ait Bulgular.

Ağrıyı değerlendiren VAS skorları ile ilgili zaman ve grup etkisi Tablo 6’da incelenmiştir. VAS istirahat skorları için ilk ölçümlerde istatistiksel olarak farklılık bulunmazken ($F=0,257$ $p=0,614$) ($p>0,05$); son ölçümlerde Grup 2’ de istirahatteki ağrı skoru Grup 1’e kıyasla daha düşük bulundu ($F=4,795$; $p=0,033$).

Grup 1 için ilk ve son istirahat ölçümleri farklılık göstermezken ($F=0,189$ $p=0,666$); Grup 2’de son alınan istirahatteki ağrı skor ortalamaları ilk alınan değerlere göre istatistiksel olarak daha düşüktü. Bu sonuçlara göre Grup 2’deki istirahatteki ağrı skor ölçümü, Grup 1’e göre daha hızlı düşüş gösterdi ($F=35,524$ $p=0,001$) ($p<0,05$).

VAS hareket halindeki ağrı skorlarında, ilk ölçümlerde istatistiksel farklılık bulunmazken ($F=3,160$ $p=0,081$); son ölçümlerde Grup 2 için VAS hareket skoru Grup 1'den istatistiksel olarak düşüktü ($F=10,328$ $p=0,002$). Son alınan VAS hareket skor ortalamaları Grup 1 ve Grup 2 için ilk alınan değerlere göre istatistiksel olarak daha düşüktü ($F_1=20,497$ $p_1=0,001$; $F_2=56,937$ $p_2=0,001$). Bu sonuçlara göre, Grup 2 hareket halindeki ağrı skoru Grup 1'e kıyasla daha hızlı düşüş göstermiştir ($p<0,05$).

Tablo 6

Çalışma Gruplarının Ağrı Skorlarına Ait Bulguları

	Çalışma Grupları		Test İstatistikleri [†]	
	Grup 1 $n=30$	Grup 2 $n=30$	F	p
VAS İstirahat				
İlk test	4,23±2,28	4,55±2,21	0,257	0,614
Son test	4,10±2,54	2,72±2,52	4,795	0,033
Test İstatistikleri [‡]	$F=0,189$ $p=0,666$	$F=35,524$ $p=0,001$		
VAS Hareket				
İlk test	7,00±1,74	6,07±2,29	3,160	0,081
Son test	5,50±2,22	3,57±2,43	10,328	0,002
Test İstatistikleri [‡]	$F=20,497$ $p=0,001$	$F=56,937$ $p=0,001$		

F: Karışık Düzen varyans analizi [†]Gruplar arası karşılaştırma, [‡]Grup içi karşılaştırma, özet istatistikler *ortalama ± standard* değer olarak verilmiştir. Koyu olarak belirlenen bölümler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$).

4.3 Çalışma Gruplarının Eklem Hareket Açıklığı ve Mobilite Skorlarına Ait Bulgular.

Lomber EHA skorlarına ait bulguların zaman ve grup etkisi Tablo 7'de gösterilmiştir. Lomber fleksiyon ve ekstansiyon EHA ait skorların bulguları, zaman ve gruplar kategorilerin de istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p>0,05$).

Tablo 7

Lomber Fleksiyon ve Ekstansiyon EHA Skorlarına Ait Bulgular

	Çalışma Grupları		Test İstatistikleri [†]	
	Grup 1 n=30	Grup 2 n=30	F	p
LomberFleksiyon EHA				
İlk test	94,4±22,11	98,3±23,77	0,433	0,513
Son test	99,07±17,06	103,7±21,87	0,837	0,364
Test İstatistikleri [¥]	F=2,53 p=0,117	F=3,387 p=0,071		
LomberEkstansiyon EHA				
İlk test	22,83±5,56	26,63±17,73	1,255	0,267
Son test	23,27±5,04	27,87±17,5	1,914	0,172
Test İstatistikleri [¥]	F=0,294 p=0,59	F=2,379 p=0,128		

F: Karışık Düzen varyans analizi [†]Gruplar arası karşılaştırma, [¥]Grup içi karşılaştırma, özet istatistikler *ortalama ± standard* değer olarak verilmiştir. Koyu olarak belirlenen bölümler istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,05)

Tablo 8’de lomber bölgenin mobilitesini değerlendiren parametrelerin çalışma gruplarına ve zamana göre bulguları gösterilmiştir. MST ve EPZM parametrelerinde ilk ve son ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı bir iyileşme bulunurken (F1=5,551 p1=0,022; F2=6,337 p2=0,015) (p<0,05); gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmadı (F=1,173 p=0,283; F=2,869 p=0,096) (p>0,05). LEPZM sağ ve sol arasındaki fark skoru zaman ve gruplarda anlamlı bulunmadı (p>0,05).

Tablo 8

Mobilite skorlarının Çalışma Gruplarına Ait Bulguları

Parametreler (cm)	Çalışma Grupları		Test İstatistikleri [†]	
	Grup 1 (n=30)	Grup 2 (n=30)	F	p
MST				
İlk test	21,33±2,18	22,23±3,97	1,173	0,283
Son test	22,6±2,15	23,58±2,34	2,869	0,096
Test İstatistikleri [¥]	F=5,551 p=0,022	F=6,337 p=0,015		
EPZM				
İlk test	11,15±11	10,2±13,67	0,088	0,768
Son test	8,73±10,41	8,02±11,6	0,063	0,802
Test İstatistikleri [¥]	F=8,57 p=0,005	F=6,995 p=0,01		
LEPZM fark				
İlk test	2,62±2,34	1,88±1,65	1,973	0,166
Son test	1,75±1,19	1,88±2,2	0,085	0,772
Test İstatistikleri [¥]	F=3,85 p=0,055	F=0,001 p=0,999		

F: Karışık Düzen varyans analizi [†]Gruplar arası karşılaştırma, [¥]Grup içi karşılaştırma, özet istatistikler *ortalama ± standard* değer olarak verilmiştir. Koyu olarak belirlenen bölümler istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,05)

4.4 Çalışma Gruplarının Kas Kuvveti Skorlarına Ait Bulguları

Tablo 9’da gövde fleksiyon ve ekstansiyon kas kuvveti skorlarına ait zaman ve grup etkisi incelendi. Fleksiyon kas gücü skorları için ilk ölçümlerde istatistiksel farklılık bulunmazken ($F=0,204$ $p=0,653$); son ölçümlerde Grup 2’de fleksiyon kas gücü skoru Grup 1’e kıyasla daha yüksekti ($F=4,746$ $p=0,033$). Grup 1’de ilk ve son fleksiyon kas gücü ölçümleri farklılık göstermezken ($F=0,101$ $p=0,751$); Grup 2 için son alınan fleksiyon kas gücü ortalamaları ilk alınan değerlere kıyasla yüksek bulundu ($F=5,456$ $p=0,023$). Bu sonuçlara göre Grup 2’de fleksiyon kas gücü ölçümü Grup 1’e göre hızlı bir artış gösterdi ($p<0,05$).

Gövde ekstansiyon kas gücü skorları için ilk ve son ölçümlerde anlamlı bir fark bulunmamaktaydı ($p>0,05$). Grup 1’de ilk ve son ekstansiyon kas gücü ölçümleri farklılık göstermezken ($F=0,932$ $p=0,338$); Grup 2’de son alınan ekstansiyon kas gücü ortalamaları ilk alınan sonuçlara kıyasla daha yüksek bulundu ($F=5,347$ $p=0,024$). Bu sonuçlara göre ekstansiyon ölçümü Grup 2 için Grup 1’e göre daha hızlı artış göstermişti.

Tablo 9

Gövde Fleksiyon ve Ekstansiyon Kas Kuvveti Skorlarına Ait Bulgular

	Çalışma Grupları		Test İstatistikleri [†]	
	Grup 1 (n=30)	Grup 2 (n=30)	F	p
Fleksiyon Kas Gücü				
İlk test	8,49±3,43	8,93±4,04	0,204	0,653
Son test	8,24±3,01	10,78±5,65	4,746	0,033
Test İstatistikleri [¥]	F=0,101 p=0,751	F=5,456 p=0,023		
Ekstansiyon Kas Gücü				
İlk test	8,31±3,92	8,10±4,15	0,039	0,844
Son test	7,86±3,09	9,17±4,04	1,990	0,164
Test İstatistikleri [¥]	F=0,932 p=0,338	F=5,347 p=0,024		

F: Karışık Düzen varyans analizi [†]Gruplar arası karşılaştırma, [¥]Grup içi karşılaştırma, özet istatistikler ortalama ± standard değer olarak verilmiştir. Koyu olarak belirlenen bölümler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$)

Tablo 10’da sağ diz pik tork izokinetik ölçümlerini ile ilgili açısal hızlara göre zaman ve grup etkisi incelendi. Ekstansör (60 °/sn) ölçümleri için, ilk ve son ölçümlerde istatistiksel farklılık bulunmamaktaydı. Grup 2’de ilk ve son ekstansör (60 °/sn) ölçümleri farklılık göstermezken; Grup 1’den son alınan ekstansör (60 °/sn) ortalamaları ilk alınan değerlere göre istatistiksel olarak daha yüksekti. Bu sonuçlara göre ekstansör (60 °/sn) ölçümü, Grup 1 için Grup 2’e göre daha hızlı artış göstermişti. Ekstansör (180 °/sn) skorları zaman ve gruplarda istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemekteydi.

Fleksör (60 °/sn) skorları zaman ve gruplarda istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemekteydi. Fleksör (180 °/sn) skorları için son ölçümlerde istatistiksel farklılık bulunmazken ilk ölçümlerde Grup 2’de Fleksör (180 °/sn) skoru Grup 1’den istatistiksel olarak yüksekti. Grup 1 ve Grup 2 için son alınan Fleksör (180 °/sn) ortalamaları ilk alınan değerler arasında fark bulunmadı.

Tablo 10

Sağ diz pik tork izokinetik ölçümlerinin açısal hız ve çalışma gruplarına göre değerlendirilmesi

	Çalışma Grupları		Test İstatistikleri [†]	
	Grup 1 n=30	Grup 2 n=30	F	p
Ekstansör (60 °/sn)				
İlk test	33,03±18,07	38,8±22,17	1,219	0,274
Son test	40,3±18,44	41,13±27,3	0,019	0,890
Test İstatistikleri [¥]	F=4,564 p=0,037	F=0,471 p=0,495		
Ekstansör (180 °/sn)				
İlk test	14,9±9,77	23,7±19,84	4,749	0,033
Son test	18,37±10,36	22,97±16,8	1,629	0,207
Test İstatistikleri [¥]	F=3,159 p=0,081	F=0,141 p=0,708		
Flexors (60 °/sn)				
İlk test	22,63±9,82	24,57±13,24	0,413	0,523
Son test	25,17±9,25	27,47±17,79	0,395	0,532
Test İstatistikleri [¥]	F=2,506 p=0,119	F=3,284 p=0,075		
Flexors (180 °/sn)				
İlk test	13,43±6,46	18,83±12,71	4,305	0,042
Son test	15,73±7,05	19,4±10,95	2,377	0,129
Test İstatistikleri [¥]	F=3,616 p=0,062	F=0,219 p=0,641		

F: Karışık Düzen varyans analizi [†]Gruplar arası karşılaştırma, [¥]Grup içi karşılaştırma, özet istatistikler *ortalama ± standard* değer olarak verilmiştir. Koyu olarak belirlenen bölümler istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,05)

Tablo 11’de sol dizin pik tork izokinetik ölçümleri açısal hızlara göre zaman ve grup etkisi incelendi. Ekstansör (60 °/sn) ve ekstansör (180 °/sn) ölçümleri için ilk ve son ölçümlerde istatistiksel farklılık bulunmamaktaydı. Grup 2’de ilk ve son ekstansör (60 °/sn ve 180 °/sn) ölçümleri farklılık göstermezken; Grup 1 için son alınan ekstansör (60 °/sn) ortalamaları ilk alınan değerlere göre istatistiksel olarak daha yüksekti. Bu sonuçlara göre Grup 1’de ekstansör (60 °/sn ve 180 °/sn) ölçümü, Grup 2’e kıyasla daha hızlı bir artış göstermişti.

Fleksör (60 °/sn) ölçümleri için ilk ve son ölçümlerde istatistiksel farklılık bulunmamaktaydı. Fleksör (180 °/sn) ölçümleri için, son ölçümlerde istatistiksel farklılık bulunmazken; ilk ölçümlerde Grup 1 için fleksör (180 °/sn) skoru, Grup 2’ ye göre istatistiksel olarak yüksekti. Grup 2’de ilk ve son fleksör (60 °/sn) ve fleksör (180 °/sn) ölçümleri farklılık göstermezken; Grup 1’de son alınan fleksör (60 °/sn ve 180 °/sn) ortalamaları ilk alınan değerlere göre istatistiksel olarak daha yüksekti. Bu sonuçlara bakıldığında, Grup 1’de Fleksör (60 °/sn ve 180 °/sn) ölçümü Grup 2’e kıyasla daha hızlı artış göstermişti.

Tablo 11

Sol diz pik tork izokinetik ölçümlerinin açısal hız ve çalışma gruplarına göre değerlendirilmesi

	Çalışma Grupları		Test İstatistikleri [†]	
	Grup 1 n=30	Grup 2 n=30	F	p
Ekstansör(60 °/sn)				
İlk test	30,33±16,14	40,30±26,33	3,125	0,082
Son test	43,70±22,78	43,17±26,24	0,007	0,933
Test İstatistikleri [¥]	F=10,764 p=0,002	F=0,495 p=0,484		
Ekstansör(180 °/sn)				
İlk test	13,83±8,8	20,43±17,82	3,309	0,074
Son test	20,6±12,85	23,97±19,01	0,646	0,425
Test İstatistikleri [¥]	F=10,271 p=0,002	F=2,800 p=0,100		
Flexors (60 °/sn)				
İlk test	20,93±10,17	26,2±15,4	2,443	0,124
Son test	27,77±13,59	28,17±16,94	0,010	0,920
Test İstatistikleri [¥]	F=9,946 p=0,003	F=0,824 p=0,368		

Tablo 11 (devam)

	Çalışma Grupları		Test İstatistikleri [†]	
	Grup 1 (n=30)	Grup 2 (n=30)	F	p
Flexors (180 °/sn)				
İlk test	12,13±6,87	18,07±13,75	4,472	0,039
Son test	17,17±8,57	19,97±13,09	0,961	0,331
Test İstatistikleri [‡]	F=12,363 p=0,001	F=1,762 p=0,190		

F: Karışık Düzen varyans analizi [†]Gruplar arası karşılaştırma, [‡]Grup içi karşılaştırma, özet istatistikler *ortalama ± standard* değer olarak verilmiştir. Koyu olarak belirlenen bölümler istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,05)

Tablo 12’te sağ diz için yapılan total iş ölçümleri ile ilgili zaman ve grup etkisi incelendi. Ekstansör (60 °/sn) değerinin tekrar başına yapılan iş ölçümleri için ilk ve son ölçümlerde istatistiksel farklılık bulunmamaktaydı. Grup 2’de ilk ve son ölçümleri farklılık göstermezken; Grup 1’de son alınan ortalamaları, ilk alınan değerlere göre istatistiksel olarak daha yüksekti. Bu sonuçlara göre ekstansör (60 °/sn) değerinin tekrar başına yapılan iş ölçümleri ölçümü Grup 1 için Grup 2’e göre daha hızlı artış göstermişti. Ekstansör (180 °/sn) değerinin total iş skorları için son ölçümlerde istatistiksel farklılık bulunmazken ilk ölçümlerde Grup 2 ölçümlerinin skoru Grup 1’den grubundan istatistiksel olarak yüksekti. Grup 1 ve Grup 2’den son alınan Ekstansör (180 °/sn) değerinin total iş skor ortalamaları ilk alınan değerler arasında fark bulunmadı.

Fleksör (60 °/sn) değerinin tekrar başına yapılan iş ölçümleri için ilk ve son ölçümlerde istatistiksel farklılık bulunmamaktaydı. Grup 1’de ilk ve son ölçümleri farklılık göstermezken; Grup 2’de son alınan ortalamalar ilk alınan değerlere göre istatistiksel olarak daha yüksekti. Bu sonuçlara göre, fleksör (60 °/sn) değerinin tekrar başına yapılan iş ölçümleri Grup 2 için, Grup 1’e göre daha hızlı bir artış göstermişti. Fleksör (180 °/sn) değerinin total iş skorları için, son ölçümlerde istatistiksel farklılık bulunmazken; ilk ölçümlerde Grup 2 skorları daha yüksek bulundu. Son alınan fleksör (180 °/sn) değerinin total iş skor ortalamaları, ilk alınan değerler arasında Grup 1 ve Grup 2 için fark bulunmadı.

Tablo 12

Sağ diz için yapılan total iş ölçümlerinin açısal hız ve çalışma gruplarına göre değerlendirilmesi

	Çalışma Grupları		Test İstatistikleri [†]	
	Grup 1 n=30	Grup 2 n=30	F	p
Ekstansör(60 °/sn) Total iş				
İlk test	39,77±21,4	46,87±28,59	1,186	0,281
Son test	47,4±23,53	50,2±34,19	0,137	0,713
Test İstatistikleri [‡]	F=4,227 p=0,044	F=0,806 p=0,373		
Ekstansör(180 °/sn)Total iş				
İlk test	146,03±161,26	289,43±318,23	4,847	0,032
Son test	207,67±176,25	282,2±277,54	1,542	0,219
Test İstatistikleri [‡]	F=3,125 p=0,082	F=0,043 p=0,836		
Flexors (60 °/sn)Total iş				
İlk test	30,3±13,39	34,5±19,26	0,962	0,331
Son test	33,3±13,97	39,3±25,32	1,292	0,260
Flexors (%180)Total iş				
İlk test	281,67±191,38	441,2±367,83	4,433	0,040
Son test	358±232,6	462,13±302,41	2,384	0,128
Test İstatistikleri [‡]	F=3,711 p=0,059	F=0,279 p=0,599		

F: Karışık Düzen varyans analizi [†]Gruplar arası karşılaştırma, [‡]Grup içi karşılaştırma, özet istatistikler ortalama ± standard değer olarak verilmiştir. Koyu olarak belirlenen bölümler istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,05)

Tablo 13’de sol diz için yapılan total iş ölçümleri ile ilgili zaman ve grup etkisi incelendi. Ekstansör (60 °/sn) değerinin tekrar başına yapılan iş ölçümleri için ölçümleri için ilk ve son ölçümlerde istatistiksel farklılık bulunmamaktaydı. Grup 2’de ilk ve son ölçümler farklılık göstermezken; Grup 1’de son alınan ortalamalar ilk alınan değerlere göre istatistiksel olarak daha yüksekti. Bu sonuçlara göre Grup 1 için Ekstansör (60 °/sn) değerinin tekrar başına yapılan iş ölçümleri Grup 2’e kıyasla daha hızlı bir artış göstermişti.

Ekstansör (180 °/sn) total iş skorları için ilk ve son ölçümlerde istatistiksel farklılık bulunmamaktaydı. Grup 1’de ilk ve son ölçümler farklılık göstermezken; Grup 2’de son alınan ortalama değerler ilk alınan değerlere göre istatistiksel olarak daha düşüktü. Bu sonuçlara göre, ekstansör (180 °/sn) total iş skorları ölçümü Grup 1 için, Grup 2’e göre daha hızlı düşüş göstermişti.

Fleksör (60 °/sn) değerinin tekrar başına yapılan iş ölçümleri için ilk ve son ölçümlerde istatistiksel farklılık bulunmamaktaydı. Grup 2’de ilk ve son ölçümleri farklılık göstermezken, Grup 1’de son alınan ortalamaları ilk alınan değerlere göre istatistiksel olarak daha yüksekti. Bu sonuçlara göre fleksör (60 °/sn) değerinin tekrar başına yapılan iş için Grup 1’de Grup 2’e göre daha hızlı artış göstermişti.

Fleksör (180 °/sn) total iş skorları için ilk ve son ölçümlerde istatistiksel farklılık bulunmamaktaydı. Grup 1 ve Grup 2’de son alınan ortalamalar ilk alınan değerlere göre istatistiksel olarak daha yüksekti. Bu sonuçlara göre fleksör (180 °/sn) total iş skorları ölçümü Grup 1’de Grup 2’e göre daha hızlı artış göstermişti.

Tablo 13

Sol diz için yapılan total iş ölçümlerinin açısal hız ve çalışma gruplarına göre değerlendirilmesi

	Çalışma Grupları		Test İstatistikleri [†]	
	Grup 1 n=30	Grup 2 n=30	F	p
Ekstansör (60 °/sn) Total iş				
İlk test	36,03±21,21	47,5±32,61	2,607	0,112
Son test	51,87±27,49	52,57±33,41	0,008	0,930
Test İstatistikleri [¥]	F=10,395 p=0,002	F=1,064 p=0,306		
Ekstansör (180 °/sn) Total iş				
İlk test	143,07±146,14	237,47±273,78	2,776	0,101
Son test	242,37±194,18	300,57±334,93	0,678	0,414
Test İstatistikleri [¥]	F=8,639 p=0,005	F=3,488 p=0,067		
Flexors (60 °/sn) Total iş				
İlk test	27,1±14,05	35,2±22,37	2,819	0,099
Son test	36,13±17,35	40,53±26,94	0,566	0,455
Test İstatistikleri [¥]	F=9,662 p=0,003	F=3,368 p=0,072		
Flexors (180 °/sn) Total iş				
İlk test	150,7±128,14	237,23±234,74	3,141	0,082
Son test	229,73±154,41	304,57±261,95	1,817	0,183
Test İstatistikleri [¥]	F=9,373 p=0,003	F=6,803 p=0,012		

F: Karışık Düzen varyans analizi [†]Gruplar arası karşılaştırma, [¥]Grup içi karşılaştırma, özet istatistikler ortalama ± standard değer olarak verilmiştir. Koyu olarak belirlenen bölümler istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,05)

4.5 Çalışma Gruplarının Kas Endurans Testi Ölçümlerine Ait Bulgular.

Gövde kas endurans süreleri ile ilgili skorların zaman ve grup etkisi Tablo 14’da incelendi. Fleksiyon kas endurans süresi ortalamaları için, ilk ölçümlerde istatistiksel farklılık bulunmazken ($F=3,244$ $p=0,056$); Grup 2’de son ölçümlerde fleksiyon kas endurans süresi ortalamaları Grup 1’e kıyasla daha yüksek bulundu ($F=8,387$ $p=0,005$). Grup 2’de ilk ve son fleksiyon endurans süreleri farklılık göstermezken ($F=2,482$ $p=0,121$); Grup 2’de son alınan fleksiyon endurans süreleri ilk alınan değerlere göre anlamlı olarak yüksek görüldü ($F=7,15$ $p=0,010$). Bu sonuçlara göre Grup 2 için fleksiyon endurans süreleri, Grup 1’e sonuçlarına göre daha hızlı bir artış göstermişti. ($p<0,05$).

Ekstansiyon kas endurans süreleri ortalamaları için ilk ölçümlerde istatistiksel farklılık bulunmazken ($F=1,047$ $p=0,310$); son ölçümlerde Grup 2’de ekstansiyon endurans süresi istatistiksel olarak yükseldi ($F=8,387$ $p=0,005$). Ekstansiyon kas endurans süresinin ortalamaları Grup 1 ve Grup 2’de ilk ve son alınan değerler arasında fark bulunmadı ($F_1=0,011$ $p_1=0,918$; $F_2=1,737$ $p_2=0,193$) ($p>0,05$).

Tablo 14

Kas Endurans Testi Ölçümlerine Ait Bulgular

Parametrleri (sn)	Çalışma Grupları		Test İstatistikleri [†]	
	Grup 1 $n=30$	Grup 2 $n=30$	F	p
Fleksiyon Kas Enduransı				
İlk test	30,17±28,85	50,53±36,51	3,244	0,056
Son test	38,30±27,85	63,07±37,03	8,387	0,005
Test İstatistikleri [¥]	$F=2,482$ $p=0,121$	$F=7,15$ $p=0,010$		
Ekstansiyon Kas Enduransı				
İlk test	20,80±24,13	28,85±35,12	1,047	0,310
Son test	20,95±16,17	35,39±24,43	6,722	0,012
Test İstatistikleri [¥]	$F=0,011$ $p=0,918$	$F=1,737$ $p=0,193$		

F: Karışık Düzen varyans analizi [†]Gruplar arası karşılaştırma, [¥]Grup içi karşılaştırma, özet istatistikler ortalama ± standard değer olarak verilmiştir. Koyu olarak belirlenen bölümler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$)

4.6 Postural Kontrol ve Denge Testi Ölçümlerine Ait Bulgular.

Tablo 15’de PST ölçüm parametreleri ve FRT ölçümleri skorları grup ve zaman ait bulguları gösterilmiştir. PST ölçümleri tüm parametrelerdeki skorlarda, zaman ve

gruplarda anlamlı fark belirlenmedi ($p>0,05$). FRT skorlarının ilk ve son ölçümlerde istatistiksel farklılık bulunmamaktaydı ($p>0,05$). Grup 2 için ilk ve son ölçümlerde farklılık göstermezken, Grup 1’de son alınan FRT skor ortalamaları ilk alınan değerlere göre istatistiksel olarak daha düşüktü ($F_1=3,355$ $p_1=0,073$; $F_2=7,381$ $p_2=0,009$). Bu sonuçlara göre Grup 1 için FRT skoru ölçümü, Grup 2’ye kıyasla daha hızlı bir düşüş göstermişti ($p<0,05$).

Tablo 15

PST Parametreleri ve FRT Skoru Ölçümlerine Ait Bulgular

	Çalışma Grupları		Test İstatistikleri [†]	
	Grup 1 (n=30)	Grup 2 (n=30)	F	p
OSI PST Skoru				
İlk test	0,78±0,61	0,56±0,37	1,901	0,174
Son test	0,65±0,63	0,52±0,23	0,981	0,326
Test İstatistikleri [‡]	F=1,368 p=0,247	F=0,342 p=0,561		
B-APSI PST Skoru				
İlk test	0,58±0,54	0,44±0,24	0,841	0,363
Son test	0,47±0,42	0,4±0,18	0,684	0,412
Test İstatistikleri [‡]	F=1,029 p=0,315	F=0,579 p=0,450		
B-MLSI PST Skoru				
İlk test	0,36±0,33	0,26±0,27	1,340	0,252
Son test	0,32±0,47	0,24±0,13	0,858	0,358
Test İstatistikleri [‡]	F=0,309 p=0,581	F=0,174 p=0,678		
FTR Skoru				
İlk test	1,67±0,83	1,33±0,72	2,388	0,128
Son test	1,38±0,95	1,16±0,42	1,184	0,281
Test İstatistikleri [‡]	F=7,381 p=0,009	F=3,355 p=0,073		

F: Karışık Düzen varyans analizi [†]Gruplar arası karşılaştırma, [‡]Grup içi karşılaştırma, özet istatistikler ortalama ± standard değer olarak verilmiştir. Koyu olarak belirlenen bölümler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$)

4.7 Oswestry Dizabilite İndeksi Ölçümlerine Ait Bulgular.

Tablo 16’de ODİ ile ilgili zaman ve grup etkisi incelendi. ODİ değerlendirme skoru için ilk ölçümlerde istatistiksel farklılık bulunmazken ($F=2,312$ $p=0,055$); Grup 2’de son ölçümlerde ODİ skoru, Grup 1’den daha düşük olarak tespit edildi ($F=13,972$ $p=0,000$). Grup 1 ve Grup 2 son test ortalamaları ilk alınan değerlere göre istatistiksel

olarak daha düşüktü ($F_1=27,265$ $p_1=0,001$; $F_2=61,471$ $p_2=0,001$). Bu sonuçlara bakıldığında ODİ skor ortalamalarında, Grup 2 için Grup 1'e göre daha hızlı bir düşüş göstermişti ($p<0,05$).

Tablo 16

ODİ Ölçümlerine Ait Bulgular

	Çalışma Grupları		Test İstatistikleri [†]	
	Grup 1 (n=30)	Grup 2(n=30)	F	p
ODİ				
İlk test	240,00±85,66	192,17±59,48	2,312	0,055
Son test	185,63±90,64	110,53±62,40	13,972	0,000
Test İstatistikleri [‡]	F=27,265 p=0,001	F=61,471 p=0,001		

F: Karışık Düzen varyans analizi [†]Gruplar arası karşılaştırma, [‡]Grup içi karşılaştırma, özet istatistikler *ortalama ± standard* değer olarak verilmiştir. Koyu olarak belirlenen bölümler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$)

4.8 Beck Depresyon Ölçeği Ölçümlerine Ait Bulgular.

Tablo 17'de BDÖ skorları ile ilgili zaman ve grup etkisi incelendi. BDÖ skorları için ilk ve son ölçümlerde istatistiksel farklılık bulunmamaktaydı ($p>0,05$). BDÖ ortalamaları ilk alınan değerler, son alınan değerlere göre Grup 1 ve Grup 2 için de istatistiksel olarak daha düşüktü ($F_1=12,845$ $p_1=0,001$; $F_2=35,844$ $p_2=0,001$). Bu sonuçlara göre Grup 2 için BDÖ skoru, Grup 1'e kıyasla hızlı bir düşüş göstermişti.

Tablo 17

BDÖ Ölçümlerine Ait Bulgular

	Çalışma Grupları		Test İstatistikleri [†]	
	Grup 1 (n=30)	Grup 2 (n=30)	F	p
BDÖ				
İlk test	13,83±10,21	13,50±6,61	0,026	0,873
Son test	10,31±8,29	7,67±5,55	2,087	0,154
Test İstatistikleri [‡]	F=12,845 p=0,001	F=35,844 p=0,001		

F: Karışık Düzen varyans analizi [†]Gruplar arası karşılaştırma, [‡]Grup içi karşılaştırma, özet istatistikler *ortalama ± standard* değer olarak verilmiştir. Koyu olarak belirlenen bölümler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$)

4.9 Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksine Ait Bulgular

Tablo 18’de PUKİ ölçümleri ile ilgili zaman ve grup etkisi incelendi. PUKİ alt bileşenleri incelendiğinde alışılmış uyku etkinliği, uyku süresi ve öznel uyku kalitesi skorları, Grup 2’de ilk ve son ölçümlerde farklılık göstermezken ($p>0,05$); Grup 1’de ilk ve son ölçümlerde farklılık istatistiksel olarak yüksek olduğu tespit edildi ($p<0,05$). Bu sonuçlar incelendiğinde, bu skorlarda Grup 1 için, Grup 2’e göre daha bir hızlı artış göstermişti.

Uyku dalma süresi ve uyku bozukluğu ölçümleri için Grup 1’de ilk ve son ölçümlerde farklılık göstermezken ($p>0,05$); Grup 2’de son alınan ortalamalar ilk ve son ölçümlerde farklılık istatistiksel olarak daha düşüktü ($p<0,05$). Bu sonuçlara göre bu skorlarda Grup 1 için, Grup 2’e göre daha hızlı bir düşüş göstermişti.

Uyku ilaç kullanımı ölçümlerinde herhangi bir istatistiksel farklılık bulunmamaktaydı ($p>0,05$). Gündüz işlev bozukluğu ölçümlerinin skorları için, ilk ve son ölçümlerde istatistiksel olarak bir farklılık bulunmamaktaydı ($p>0,05$). Bu değerlerdeki son alınan ortalamalar, ilk alınan değerlere göre her iki grup içinde istatistiksel olarak daha yüksek olduğu tespit edildi ($p<0,05$). Buna göre gündüz işlev bozukluğu ölçümü Grup 1’de grubunda hasta grubuna göre daha hızlı artış göstermişti.

PUKİ toplam skor ölçümleri için ilk ve son ölçümlerde istatistiksel farklılık bulunmamaktaydı ($p>0,05$). Her iki grupta son alınan ortalamalar, ilk alınan ortalamalara kıyasla istatistiksel olarak daha düşük olduğu tespit edildi ($p<0,05$). Bu sonuçlara bakıldığında, Grup 1’de PUKİ toplam skor ölçümünde, Grup 2’e kıyasla hızlı bir düşüş göstermişti.

Tablo 18

PUKİ Ölçümlerine Ait Bulgular

	Çalışma Grupları		Test İstatistikleri [†]	
	Grup 1 (n=30)	Grup 2 (n=30)	F	p
Öznel uyku kalitesi				
İlk test	1,00±0,74	1,50±1,33	3,222	0,078
Son test	1,53±0,86	1,67±0,84	0,367	0,547
Test İstatistikleri [¥]	F=7,318 p=0,009	F=0,715 p=0,401		
Uyku dalma süresi				
İlk test	1,77±1,19	1,83±0,91	0,059	0,809
Son test	1,50±1,22	1,43±1,01	0,053	0,819
Test İstatistikleri [¥]	F=2,522 p=0,118	F=5,674 p=0,021		
Uyku Süresi				
İlk test	1,43±1,19	1,07±1,14	1,476	0,229
Son test	1,03±1,16	0,90±1,06	0,216	0,644
Test İstatistikleri [¥]	F=7,072 p=0,010	F=1,228 p=0,272		
Alışılmış Uyku etkinliği				
İlk test	1,17±1,23	0,77±1,14	1,707	0,196
Son test	0,77±1,04	0,67±1,12	0,128	0,722
Test İstatistikleri [¥]	F=4,357 p=0,041	F=0,272 p=0,604		
Uyku Bozukluğu				
İlk test	1,57±0,73	1,77±0,50	1,531	0,221
Son test	1,57±0,73	1,27±0,58	3,103	0,083
Test İstatistikleri [¥]	F=0,001 p=0,999	F=24,857 p=0,001		
Uyku İlaç Kullanımı				
İlk test	0,13±0,51	0,13±0,51	0,001	0,999
Son test	0,00±0,00	0,10±0,40	1,851	0,179
Test İstatistikleri [¥]	F=2,488 p=0,120	F=0,155 p=0,695		
Gündüz İşlev Bozukluğu				
İlk test	1,07±0,37	1,03±0,33	0,127	0,722
Son test	1,57±0,73	1,33±0,61	2,159	0,147
Test İstatistikleri [¥]	F=32,16 p=0,001	F=9,463 p=0,003		
PUKİ Total				
İlk test	8,67±4,43	8,23±3,20	0,189	0,666
Son test	7,43±4,38	7,20±4,06	0,046	0,831
Test İstatistikleri [¥]	F=5,725 p=0,020	F=4,019 p=0,049		

F: Karışık Düzen varyans analizi [†]Gruplar arası karşılaştırma, [¥]Grup içi karşılaştırma, özet istatistikler *ortalama ± standard* değer olarak verilmiştir. Koyu olarak belirlenen bölümler istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,05)

Bölüm 5

Tartışma

Bu çalışmadaki amacımız, KBA olan hastalarda auriküler vagus sinir uyarımı ile konvansiyonel fizik tedavinin etkinliğinin karşılaştırılmasıdır. Çalışma sonucunda elde ettiğimiz sonuçlara göre grup içi değerlendirmede, her iki grupta VAS'a göre istirahat halindeki ağrı sonuçlarında, gövde EHA ve mobilite skorlarında, postural stabilite indekslerinde iyileşme sağlandı ancak istatistiğe anlamlı olarak yansımadi. OSİ, BDÖ ve PUKİ total skorlarında her iki grupta da anlamlı iyileşme görüldü. Tedavi sonrası grup içi değerlendirmede, VAS'a göre istirahat halindeki ağrı sonuçlarında, gövde fleksör ve ekstansör kas gücü skorlarında ve gövde fleksör endurans sürelerinde Grup 2'de anlamlı iyileşme sağlanırken; izokinetik alt ekstremitte fleksör ve ekstansör kas gücü bazı parametrelerinde ve düşme riski skorlarında Grup 1'de anlamlı iyileşme sağlandı. Tedavi sonrası gruplar arası değerlendirmelerde de, VAS'ın istirahat ve hareket halindeki ağrı skorlarında, gövde fleksör kas gücü sonuçlarında, fleksör ve ekstansör kas endurans sürelerinde, OSİ ve BDÖ skorlarında iyileşme Grup 2'deki iyileşme Grup 1'e kıyasla daha fazla olduğu kaydedildi. Sol dizin 180°'lik açısal hızda, fleksör kaslarının pik tork değerinde Grup 1'deki artış, Grup 2'e göre daha anlamlı olarak bulundu.

Bel ağrıları, yaşam kalitesini bozarak iş gücü kaybına sebep olur. Ayrıca bel ağrıları, günlük yaşam aktivitelerini yapılabilme becerisini sınırlayan ve klinikte oldukça sık karşılaştığımız bir kas iskelet sorunudur (Hoy ve diğerleri, 2010; Içagasioglu ve diğerleri., 2015). Yaşlanma ile birlikte bel ağrısında görülme sıklığında artış yaşandığı çalışmalarda bildirilmiştir (Hoy ve diğerleri, 2010). Çalışmamızda birinci grupta yaş ortalaması 45,40±12,75 iken, ikinci grupta yaş ortalaması 43,93±10,78'dir.

Birçok rahatsızlıkta değiştirilemeyen önemli bir risk faktörü olarak bilinen cinsiyet faktörüdür. Bel ağrıları ile ilişkili cinsiyeti araştıran bazı epidemiyolojik çalışmalarda farklı sonuçlar karşımıza çıkmaktadır. Bazı çalışmalar cinsiyet ve bel ağrısı arasında bir ilişki saptanmazken (Devereux ve diğerleri, 1999); bazı çalışmalarda bel ağrısının kadın popülasyonunda daha fazla olduğu rapor edilmiştir (Biering-Sørensen, 1984; Ketenci ve

Zure, 2021). Çalışmamızda, kadın popülasyonu her iki grupta erkek popülasyona göre daha fazlaydı ve toplamda 65 kadın ve 25 erkek hasta dahil edilmiştir.

Literatürde bel ağrısı ve vücut ağırlığı arasında ilişki olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur. Özdemir vd. (2013) VKİ arttıkça, bel ağrısı prevalansında artış saptamışlardır (Özdemir ve diğerleri, 2013). Çalışma grubumuzda birinci grupta VKİ değeri $29,76 \pm 5,87$ iken ikinci grupta $29,18 \pm 5,18$ olarak belirlendi. Çalışmamızdaki VKİ sonuçları yapılan çalışmalarla uyumlu olarak yüksektir. Kilo artışının bel eklem kompleksine fazla yük bindirmesi sebebiyle semptomları arttırdığını düşünmekteyiz.

Günümüzde KBA tedavisi cerrahi tedavi, medikal tedavi ve konservatif tedaviyi içerir. Klinikte kronik ağrılarıyla gelen hastalara en sık uygulanan konvansiyonel tedavi yöntemi TENS'tir. Literatürde TENS; analjezi sağlamak için kullanılan invaziv olmayan, kullanışlı ve güvenli bir yöntem olduğu belirtilmiştir (Bonaz ve diğerleri, 2016; Hong ve diğerleri, 2019). Bunların aksine Khadilkar vd. (2008) derlemesinde TENS kullanımını destekleyecek tutarlı kanıtların eksik olduğunu bildirmiştir (Khadilkar ve diğerleri, 2008). Başka bir derlemede TENS'i kullanımının bırakıldığında uzun vadede etkili olmadığı belirtilmiştir (Jauregui ve diğerleri, 2016b).

Kronik ağrısı olan hastalarda yapılan çalışmalarda, klinikte sıklıkla uygulanan ultrason tedavisinde çelişkili sonuçlar olduğunu bildirmiştir. Bir meta-analizinde KBA olan hastalarda; ultrason tedavisinin fonksiyonel durumu iyileştirmede kısa dönem etkinliğinden dolayı, ağrıyı azaltmada güçlü kanıtlar olmadığı saptanmıştır (Ebadi ve diğerleri, 2020). Bunun aksine Durmuş vd. (2010) yaptıkları bir çalışmada KBA hastalarda ultrason uygulamasının ağrıyı ve fonksiyonel durumunu artırmada etkili bir yöntem olduğu bulunmuştur (Durmuş ve diğerleri, 2010).

Sıcak paketler, kronik dönemde inflamasyon ve spazmı azaltmak amacıyla kullanıldığı bilinmektedir (Bekis, 2017). Yurdakul (2019) çalışmasında kronik hastalığı olanlarda TENS tedavisi ile kombine yüzeysel ısı tedavisinin etkinliğini incelemişler. Ağrıda azalma ve genel sağlık algısında iyileşme tespit edilmiştir (Yurdakul ve diğerleri, 2019). Literatürde yapılan çalışmalar ve hastaları takip ettiğimiz kliniğin protokolü sebebiyle elektroterapi uyguladığımız birinci gruba, tek başına bir elektroterapi modalitesi

yerine, yüzeysel sıcak, TENS ve ultrason uygulamasını içeren bir konvansiyonel tedavi programı oluşturduk.

Resende vd. (2018) yaptıkları meta-analizinde incelenen çalışmalardaki tedavi programında ve stimülasyon parametrelerinde (sıklık, atım süre, vb.) önemli farklar olduğunu belirtmiştir. Hastalara uygulanan tedavi süresinin, TENS etkinliğinde önemli olduğunu bildirilmiştir. Tedaviler haftada 2 ile 5 gün ve 15 ile 60 dakika arasında değişen sürelerde uygulandığı rapor edilmiştir (Resende ve diğerleri, 2018) Koldaş vd. (2008) çalışmasında 6 haftadan daha az uygulanan TENS tedavisinin ağrıyı azaltma ve fonksiyonel yetersizliği iyileştirmede daha etkili olduğunu bildirilmiştir (Koldaş ve diğerleri, 2008). Yapılan başka bir meta-analizinde 5 haftadan daha az süreyle TENS ile tedavi edilen hastalarda, 5 haftadan daha uzun süre tedavi edilenlere göre ağrı yoğunluğu daha çok azalttığı kaydedilmiştir (Jauregui ve diğerleri, 2016b). Bu bulgular için olası açıklama, daha önce hayvanlarda (Chandran ve Sluka, 2003) ve insan çalışmalarında (Liebano ve diğerleri, 2011) gözlemlendiği gibi, TENS'in tekrarlanan uygulamalarına bağlı olarak analjezik tolerans ortaya çıkması olarak açıklanmaktadır. Bizde bu bilgiler ışığında çalışmamızda analjezik toleransın oluşmaması adına tedavi süresi her iki grup için literatürle belirlenen tedavi dozlarında 3 hafta boyunca haftada 5 gün olacak şekilde toplam tedavi süresi 15 seans olarak belirlendi. Literatürle uyumlu olarak uygulama süresi 25 dakikaydı.

Klinikte, konvansiyonel tedaviye alınan hastalarda, kişisel programların olmayışından, insan kaynağı ve mekân yetersizliğinden kaynaklanan sorunlar nedeniyle tedavi başarısında düşme olduğu belirtilmiştir (Yılmaz ve diğerleri, 2015). Özellikle ağrının kronikleşmesinde psikososyal faktörlerin de etkili olduğunu düşünmekteyiz.

Kronik ağrı yakınması ile başvuran hastalarda ağrıya sempatik sistemin uzun süreli olarak yüksek kalmasının ağrıyı artırabileceği çalışmalarda bildirilmiştir. Ağrının kendisi de sempatik sistemi aktive etmektedir (Özden, 2015). Hallman vd. (2011) OSS disfonksiyonlarına odaklanan bir çalışmada, kas-iskelet bozukluklarının patofizyolojik modelleri ile birlikte, kronik kas ağrısında OSS'nin de düzenlenmesinin gerektiği bildirilmiştir (Hallman ve diğerleri, 2011).

Son teknolojik gelişmelerde, ağrıyı kontrol altına almak için periferik sinir stimülasyonları yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Periferik sinir stimülasyonu icadından önce ağrı kontrolü için konservatif uygulamalardan TENS kullanılmaktaydı. Ancak ilaçların yeterli olamadığı, uzun kullanımı sonrası ortaya çıkan yan etkiler ve ağrının kronikleşmesi hastaları alternatif yöntemlere yönelmektedir. Uygulanan periferik sinir stimülasyonunun analjezik etkisinin ardındaki mekanizma halen kesin olarak açıklanamamaktadır (Lin ve diğerleri, 2020).

VSS, birçok kas iskelet sistemi hastalığında potansiyel yeni bir terapötik metot olarak karşımıza çıkmaktadır. VSS, servikal bölgeden invaziv olarak yapılmaktadır (Milby ve diğerleri, 2008). Günümüzde transkutanöz stimülasyon kulak bölgesinden non-invaziv olarak yapılmaktadır. Her iki yöntem de MRG görüntülenmelerinde vagus sinirinin merkezi projeksiyon alanını uyardığı ve etkili olduğu kabul edilmiştir (Frangos ve diğerleri, 2015; Frangos ve Komisaruk, 2017). 2010 yılında Avrupa'da epilepsi ve depresyon tedavisinde onaylanan non-invaziv auriküler vagus stimülasyonu, 2012 yılında ağrı tedavisi için de kullanılabileceğine dair onay almıştır (Yuan ve Silberstein, 2016). Ayrıca önceki yapılan çalışmalarına göre; non-invaziv yolla uygulama yapılabilmeyle olanak tanıyan minyatürleştirilmiş VSS cihazları, güvenli bir tedavi seçeneği sunmaktadır (Chakravarthy ve diğerleri, 2019; Lin ve diğerleri, 2020). Bu sayede vagus sinirinin auriküler dalının cihazla stimülasyonu ile daha kolay bir kullanıma olanak tanımış ve çok daha iyi bir tolerasyon sağlanmıştır (Courties ve diğerleri, 2022). Yapılan çalışmalarda, auriküler vagus sinir uyarımı, sempatovagal dengede düzenleme sağlayarak iyileşme sağladığı belirtilmiştir (Kampusch ve diğerleri, 2015). Literatürde yapılan çalışmalar göz önüne alındığında, çalışmamızda ikinci gruba non-invaziv olarak auriküler VSS uygulandı.

Klinikte uygulanan fizyoterapi modaliteleri genellikle egzersiz eğitimi ile birlikte verilmektedir. Ancak literatürde hangi egzersizlerin iyileşmeyi hızlandırdığına dair kesin kanıtlar yetersizdir (Erdoğanoglu ve ark 2012). Randomize kontrollü çalışmalarda, aktif egzersiz programının KBA'lı hastalarda ağrıda azalma gözlemlenirken; fonksiyonel durumda iyileşme sağladığı belirlenmiştir (Bekis, 2017). KBA'sında, Avrupa klavuzlarına göre yapılan tedavilerde de egzersiz tedavisini önermiştir (Airaksinen ve diğerleri, 2006).

Egzersiz, birçok kas-iskelet sistemi rahatsızlığının tedavisinde vazgeçilmez kabul edilen yaklaşımlardan biridir. Egzersiz, hareket kısıtlılığında, rehabilitasyonun bir parçası olarak yer almaktadır (Liddle ve diğerleri, 2004; Çoşkun ve Can, 2012).

Hastalar tarafından evde uygulanan egzersiz programları ile artan bel problemlerinin ve sağlık harcamalarına olumlu etki sağladığı düşünülmektedir (Altuntaş ve diğerleri, 2020). Ancak orta düzeyde kanıtlar, egzersizin ağrıyı azalttığını bildirmektedir (Chan ve diğerleri, 2011). Artan ağrı nedeniyle egzersizleri bırakma, hastanın egzersiz yanlış uygulanması, egzersiz yapmaktan dolayı suçluluk, ağrıda azalma sonucu iyileşme algısı, işten izin alamama gibi nedenlerle ev egzersizlerine uyumunun zayıf olduğu bildirilmiştir (Kolt ve diğerleri, 2007). Çalışmamızda her iki grubada ev egzersizi verildi. Egzersiz programı klinikte kullanılan broşür hastaya verilerek haftalık olarak takip edildi. Her hafta yeni egzersizler eklenerek egzersiz programı şekillendirildi. Bu sayede tedaviye katılan hastaların egzersize uyumunu arttırmayı amaçladık.

Biz de çalışmamızda KBA olan hastalarda uyguladığımız non-invaziv auriküler VSS uygulamasının etkinliğini, konvansiyonel bel rehabilitasyonu protokolü ile karşılaştırdık. Literatürdeki kanıtlar göz önünde bulundurarak her iki gruba da ev egzersizleri haftalık güncellemeler sağlanarak verildi.

Çalışmamızda ağrı şiddetini değerlendirmesi için KBA’da genellikle uygulanan bir skala olan VAS kullanıldı. Ağrının istirahat ve aktivite sırasındaki VAS değerlerine bakıldı. VAS tedavi sonuçlarına göre, istirahat ve aktivite skorlarında tüm gruplarda iyileşme görüldü. VSS uyguladığımız ikinci grupta ağrı skorlarında iyileşme daha fazla olduğu saptandı.

Literatürde konvansiyonel tedavilerin kronik ağrı üzerine etkisinin incelendiği çalışmalara bakıldığında, Kulaber vd. (2019) çalışmasında 20 seans konvansiyonel fizyoterapi programına katılmışlar. Tedavi sonrasında, ağrı ve dizabilite skorları azalmıştır. Ayrıca yaşam kalitesini de arttırdığı sonucuna varmışlardır (Kulaber ve diğerleri, 2019). Şahin vd. (2011) KBA’lı hastalarda uyguladıkları fizik tedavi sonrasında değerlendirilen parametrelerde belirgin iyileşme saptamıştır (Şahin ve diğerleri, 2011).

Khadilkar vd. (2008) tarafından KBA’da sıcak paket ve ultrasonun eklenmesinin ağrı, sakatlık ve yaşam kalitesi açısından sonucu değıştirmediğini göstermiştir (Khadilkar ve diğerleri, 2008). Yapılan başka bir çalışmada, egzersiz ve sıcak paket, ultrason ve TENS uygulamalarını içeren fizyoterapi uygulamalarının hastalar üzerinde ağrı skorlarında azalma olduğu bildirilmiştir (Koldaş ve diğerleri, 2008).

Yapılan çalışmalarda, ağrı kontrolü için VSS kullanılarak periferik ve merkezi nosiseptif fonksiyonları modüle eden yollar ile ağrı yanıtını azalttığı gösterilmiştir. Bu sayede mekanik ağrı hassasiyeti azalırken; ağrı eşiğinde de artış olduğu sonucuna varılmıştır (Busch ve diğerleri, 2013; Chakravarthy ve diğerleri, 2019). VSS otonomik fonksiyonlarda etki sağlayarak hastalarda ağrıyı azaltıp, semptomlarda iyileşmeyi sağlanabileceği bildirilmiştir (Chakravarthy ve diğerleri, 2015). Mirakaj vd. (2014) alışmasında auriküler ve servikal vagus sinir uyarımı ile inflamatuvar ağrı semptomlarını hafifletebileceğini belirtmiştir (Mirakaj ve diğerleri, 2014). Ancak vagus sinirinin auriküler dalını yüzeyel elektrotlarla stimülasyonu, dış kulağın çeşitli yönlerine somatosensoriyel innervasyon sağlayan, servikal dal uyarımına kıyasla daha yenidir; bu nedenle terapatik etkileri ile ilgili göreceli bir literatür eksikliği mevcuttur (Albusoda ve diğerleri, 2018).

Literatürde KBA ve konvansiyonel rehabilitasyon ile ilgili birçok çalışma mevcuttur. Bildiğimiz kadarıyla, özellikle KBA olan hastalarda VSS uygulanan bir çalışmaya rastlanmadı. Mevcut araştırma, bu tür kapsamlı kontrollü ilk çalışmadır.

Son zamanlarda VSS’nun ağrıyı modüle ettiğine dair birçok çalışma yapılmıştır. Migren atakları sırasında ağrı başlangıcından itibaren 20 dakika içinde kullanıldığında ağrının azaldığına dair bazı kanıtlar vardır (Tassorelli ve diğerleri, 2018). Küme tipi baş ağrısının akut tedavisinde non-invaziv VSS ve sham uygulamasını karşılaştırmışlar ve ağrı üzerine anlamlı yararlar sağlanmıştır (Silberstein ve diğerleri, 2016). Migrenli hastalarda uyguladıkları tedavi protokl ile VSS’nun 1- 2 saatte ağrının geçtiği ve VSS’nun pratik olduğunu ve analjezik etki sağladığını rapor etmişlerdir (Silberstein ve diğerleri, 2016; Tassorelli ve diğerleri, 2018; Barbanti ve diğerleri, 2015). Başka bir çalışmada non-invaziv uygulanan VSS’nun kronik migren ataklarını önlemedeki güvenliğini değerlendirmiş, baş ağrısının olduğu günler de azalmıştır (Silberstein ve diğerleri, 2016).

Uygulanan non-invaiv VSS yüksek ağrı yoğunluğuna sahip inflamatuvar osteoartrit semptomlarında ve el ağrısında önemli ölçüde azalma sağladığı kayıt edilmiştir (Courties ve diğerleri, 2022). Başka bir çalışmada fibromiyalji hastalarında VSS yararlı etki gösterdiği öne sürülmüştür. Egzersiz yapamayan bireylerde VSS ek bir seçenek olabileceği bildirilmiştir (Lange ve diğerleri, 2011; Kutlu ve diğerleri, 2020). Miyofasial ağrı sendromlu hastalarda yapılan bir çalışmada, iskemik kompresyon ve germe egzersizleri ile birlikte kullanılan VSS fiziksel fonksiyon, sosyal işlevsellik ve ağrı parametrelerinde anlamlı iyileşme olduğu kayıt edilmiştir (Ünal ve diğerleri, 2022). Kronik boyun ağrısı üzerinede de ağrıda azalma saptanmış ve konvansiyonel tedavilere alternatif olarak güvenle kullanabileceği bildirilmiştir (Torlak, 2022). Kronik ağrı durumlarında otonomik bozukluk ve buna bağlı ağrıda artış olduğunu çalışmalarda kanıtlanmıştır (Aschbacher ve diğerleri, 2012a). Bu bağlamda çalışmamızda vagus stimülasyonu ile bireylerde parasempatik etki oluşturulmaya çalışıldı. KBA'lı hastalarda ağrıyı azaltarak fonksiyonelliği arttırmayı amaçladığımız bu çalışmada; non-invaziv auriküler VSS uyguladığımız ikinci grupta, konvansiyonel tedavi uyguladığımız birinci gruba göre VAS ağrı skorlarında daha hızlı düşüş göstermiştir. İkinci grupta VSS'nun etkisi ile kronik ağrılarda görülen otonom disfonksiyonda düzenleme sağlayarak ağrıda daha çok azalma sağlamış olabilir.

VSS non-invaziv transkutanöz auriküler uygulaması, beyindeki afferent vagus sinirinin hedef alanlarını modüle ederek hem akut, hem de uzun süreli etkilerle ilişkilendirilmiştir (Frangos ve diğerleri, 2015). Modülasyon için en uygun yer konka ve tragus olduğu belirlenmiştir (Badran ve diğerleri, 2018; Berthoud ve Neuhuber, 2000). Uygulanan stimülasyonun dalga ve boy frekansı ile ilgili halen net bir veri bilinmemektedir. VSS bu yöntem ile aurikülo-vagal afferent yol yoluyla beyin sapındaki soliter yola erişen kalın miyelinli afferentlerin, kalın miyelinli sinir liflerini uyarır (Ellrich, 2019). Uyarım sağlanabilmesi için monofazik dikdörtgen dalga formu kullanılmaktadır (Badran ve diğerleri 2018; Busch ve diğerleri, 2013; Hein ve diğerleri, 2013). Bazı çalışmalar bifazik dalga formu kullanarak stimülasyonu gerçekleştirmişlerdir (Liu ve diğerleri, 2018; Stefan ve diğerleri, 2012). Biz de çalışmamızda modüle TENS modunda ve bifazik asimetrik dalga formunu kullandık.

Mevcut klinik araştırmalara göre, ortak frekans 20 Hz veya 25 Hz'dir. Ancak stimülasyon frekansı ile ilgili olarak, terapatik etkileri göz önüne alındığında doğrulanmamış bir kanıt yoktur (Laqua ve diğerleri, 2014). Ancak 30 Hz altı düşük frekansların daha etkili olduğu bildirilmiştir (Stavrakis ve diğerleri, 2015). Darbe genişliğinin genellikle 1 mikrosaniye veya 0,25 mikrosaniye olduğu rapor edilmiştir (Redgrave ve diğerleri, 2018). 500 mikrosaniyelik bir darbe genişliğinin biyolojik olarak en aktif olduğu da öne sürülmüştür (Badran ve diğerleri, 2018). Diğer bir önemli parametre ise, denekler tarafından kendi toleranslarına göre ayarlanan yoğunluktur (Nicholson ve diğerleri, 2017; Redgrave ve diğerleri, 2018). Bu stimülasyon akımı genel olarak deneğin duyarlılığına göre veya ağrı eşiğinin üzerine çıkmadan hemen altında olarak ayarlandığı bildirilmiştir (Cha ve diğerleri, 2016; Fischer ve diğerleri, 2018). Bizim  alışmamızda literatüre eş ağrı çalışmalarıyla benzer vagus stimülasyon protokolü uygulanmıştır (Kutlu ve diğerleri, 2020). Atım süresi 500 mikrosaniyeden az olacak şekilde, frekans 10 Hz olarak belirlenmiştir. Toplam tedavi süresi 25 dakika olarak uygulama yapılmıştır.

Kronik ağrı için kanıtlar, OSS disfonksiyonu ve bir dizi mekanizma yoluyla azaldığı belirlenen fiziksel işlevlere yol açtığı belirtilmiştir (Tousignant ve diğerleri, 2005). Yapılan bir sistematik derlemede; bel ağrılı kişilerde, propiosepsiyonun azalmasını eklem hareketliğinde azalmayla ilişkilendirmiştir (Laird ve diğerleri, 2014).

KBA'sında tedaviye alınan hastalarda, uygulanan fizik tedavi ile birlikte egzersizin, sadece egzersiz kıyaslandığı çalışmada her iki grupta ağrı ve fonksiyonel durum ölçütlerinde iyileşme tespit edilmiştir. Ancak fizik tedavi grubunda ağrıda iyileşme ve EPZM test değerlerinde artış bildirilmiştir. Fonksiyonel dizabilite skorlarında iyileşme yaşandığı kaydedilmiştir. Ayrıca MST sonuçlarında gruplar arasında fark bulunmadığı bildirilmiştir (Yılmaz, 2015). Bizde  alışmamızda MST sonuçlarında, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı. Başka bir çalışmada, bel ağrılı hastalara çalışmamızla benzer süre ve tedavi programı uygulanan grupta EHA, esneklik, ağrı, fonksiyonel kapasitede, kas kuvveti ve depresyon skorlarında iyileşme olduğu bildirilmiştir (Atilgan ve Erbahçeci, 2018). Aydoğan (2009) bel ağrısında farklı fizyoterapi programlarını uyguladıkları çalışmada ağrının azalması ile lomber bölge

hareket genişliğini iyileşme sağlanmıştır (Aydoğan, 2009). Yapılan başka bir çalışmada fizik tedavi programına aldıkları hastada gruplar arasında gövde fleksiyon ve ekstansiyon sonuçlarında fark belirtilmedi (Huang ve diğerleri, 2015). Buna göre TENS uygulamalarının mobilite ve EHA üzerine etkileri çelişkili olduğu görülmektedir. Buna karşın uzun dönemde farklı sonuçlarla karşılaşılabılır. Ancak bizim çalışmamızda, uzun döneme ait sonuçlar bulunmadığı için klinik etkisiyle ilgili kesin bir şey söyleyemeyiz. Bir çalışmada hareket kısıtlılığı, ağrıya bağlı kas spazmı ile birlikte yumuşak dokudaki değişikliklerden kaynaklanabileceği belirtilmiştir. Ayrıca ağrı azalsa da eklem hareketinde bu artış anlamlı olarak yansımadağı bildirilmiştir (Güzelant, Sarıfakıoğlu ve Can, 2014). Bizim araştırmamızda bu durumu destekler niteliktedir. Tedavi sonuçlarına göre her iki grupta gövde EHA ve mobilitesini değerlendiren parametrelerde artış belirlendi. Ancak istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı.

Mevcut kanıtlar, bel ağrısı ile gövde kas gücünün ilişkili olduğu bildirilmiştir (Cho ve diğerleri, 2014). Bir çalışmada lomber ekstansör kas yapısının bozulması ile KBA'nın gelişimi arasında bir ilişki olduğu saptanmıştır (Steele ve diğerleri, 2014). Gövde kas gücü değerlendirmesi, izokinetik dinamometreler, el tipi dinamometreler ve manuel kas değerlendirme yöntemleri kullanılabilmektedir. Ancak çalışmalarda ağrı korkusunun bel ağrılı bireylerde, gövde kas gücü testinin geçerliliğini etkileyebileceğini bildirmiştir (Dvir ve Keating, 2003). Bizde çalışmamızda gövde kas gücünü değerlendirirken el dinamometresi kullandık. Tedavi sonuçları incelendiğinde, gövde fleksiyon kas gücü artışı VSS uygulanan ikinci grupta diğer gruba kıyasla istatistiksel olarak daha yüksek bulundu. Ekstansiyon kas gücü ölçümleri, tedavi sonrasında benzer sonuçlar göstererek vagus uygulanan ikinci grupta daha hızlı bir artış gösterdi. Çalışmamızda birinci grupta, ağrı algısındaki iyileşmenin daha az olmasından dolayı gövde kas gücündeki artış hızını etkileyebileceğini düşünmekteyiz.

KBA olan bireylerde gövdenin kas güçsüzlüğü, alt ekstremitayı de etkileyebilmektedir. Bir çalışmada KBA'lı deneklerde, alt ekstremita ve gövde kuvveti zayıflama olduğu tespit edilmiştir (Lee ve diğerleri, 1995; Suter ve Lindsay, 2001). İlgili kas güçsüzlüğü, oluşan psikolojik kaygılardan dolayı olduğu öne sürülmektedir. Zayıf gövde kuvvetinin, kuadriseps kası inhibisyonu ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Ho ve

diğerleri, 2005; Suter ve Lindsay, 2001). Kas aktivasyonları ile ilgili birçok çalışmada, statik ve dinamik testlerin kullanılması önerilmiştir. İzokinetik dinamometreler, diz kuvveti ölçüm açısından oldukça güvenilir bulunmuştur (Malliou ve diğerleri, 2006). Bu yüzden biz de değerlendirme sonuçlarına alt ekstremite kas gücünü dahil ettik ve alt ekstremite kas kuvveti ölçümlerini için izokinetik dinamometre kullandık.

Lomber disk hernisi olan hastalarda gövde ve diz kas gücünü izokinetik testler ile değerlendiren bir çalışmada kas gücü benzer oranlarda azaldığı kaydedilmiştir. Tek taraflı siyatik ağrılı hastarda, her iki alt ekstremitede zayıf diz kuvveti bulunmuştur (Ho ve diğerleri, 2005). Başka bir çalışmada KBA'lı hastalarda, gövde ve kuadriseps kas gücü manuel el dinamometresi ile değerlendirmiş ve uygulanan egzeriz programının kas gücünde ve kas enduransunda iyileşme sağladığı bildirilmiştir (Durmuş ve diğerleri, 2014). Çalışmamızda konvansiyonel tedavi alan birinci grupta, izokinetik bazı parametrelerde iyileşme istatistiksel olarak anlamlıydı. Ancak VSS uygulanan ikinci grupta izokinetik skorlarda anlamlı iyileşme kayıt edilemedi. Bu durumun konvansiyonel tedavilerin peliferik etki sağlarken, VSS'nun santral etkisinden kaynaklı olduğunu düşünmekteyiz.

Mevcut verilerde, bel ağrısının kas gücü ve dayanıklılığında azalması sonucunda gecikmeli bir kas performansı olduğu bildirilmiştir. Bu durum diz ve kalça fleksör kas esneklikliğinin azalması; diz ekstansörlerinde ise maksimal istemli kasılma gücünün azalması sonucuna dayandırılmıştır (Cai ve Kong, 2015). Gövde enduransını içeren statik kas aktivasyon testlerinin kolay uygulanabilir ve güvenilir olduğu bulunmuştur (Malliou ve diğerleri, 2006). Bizde çalışmamızda, gövde endurans testlerini kullanılarak tedavisi sonuçlarına etkisini inceledik. Çalışma sonuçlarına göre fleksiyon endurans süresinde VSS uygulanan ikinci grupta istatistiksel olarak yüksek bulunurken, ekstansiyon endurans süresinde her iki grupta da anlamlı bir artış bulunamadı. Bu sonuçlara göre VSS uygulanan ikinci grupta, fleksör kas dayanıklılığında daha fazla artış yaşandığı tespit edildi.

Araştırmalar, KBA'sının tedavisinde, kas dayanıklılığı ve koordinasyonun önemli olduğunu bildirilmiştir (Roy ve diğerleri, 1989). Ebrahimi vd. (2014) çalışmasında, KBA'lı hastalarda; egzersiz grubu ve konvansiyonel tedavi grubu olarak ikiye ayrılmıştır.

Tedavi sonrası egzersiz grubunda ağrı ve endurans skorlarında iyileşme sağlarken diğer grupta bir fark olmadığı sonucuna ulaşılmıştır (Ebrahimi ve diğerleri, 2014). Erol (2020) KBA'lı hastalar üzerinde yaptığı çalışmada, uygulanan egzersizin gövde kaslarının enduransında istatistiksel olarak anlamlı bir artış belirtilmiştir (Erol, 2020). Literatürle benzer çalışmamızda da, diğer tedavilere ek olarak her iki gruba egzersizler verildi. Ancak egzersizler, düşük maliyet ve pratik olmasından dolayı ev egzersizi olarak vermeyi tercih sebebiydi.

Literatürde uygulanan VSS tedavisinin özellikle bel ağrısı üzerinde kas gücü ve dayanıklılığına etkisini inceleyen böyle bir çalışmayla karşılaşmamıştır. Ancak VSS kas gücüne etkilerini değerlendiren çalışmalara bakıldığında; Dawson vd. (2016) çalışmasında kronik iskemik inmeli hastalarda, verilen görevler sırasında rehabilitasyona ek uygulanan VSS tedavisini, sadece rehabilitasyon ile karşılaştırdı. Tedaviye yönelik analizde üst ekstremité fonksiyonu ve kas gücü değerlerinde sadece rehabilitasyon grubuna kıyasla önemli ölçüde bir fark bulunamamıştır (Dawson ve diğerleri, 2016). Ünal vd. (2019) miyofasiyal ağrı sendromlu hastalarda vagus stimülasyon grubu kavrama kuvveti parametrelerinde iyileşme sağlanmıştır. Ancak kontrol grubu ve vagus stimülasyon grubu arasında anlamlı bir fark olmadığı bildirilmiştir. Azalan ağrıya bağlı kuvvet artışı sağlandığı belirtilmiştir (Ünal ve diğerleri, 2022). Torlak (2022) boyun ağrılı hastalarda VSS uyguladığı çalışmada, bazı kas gücü parametrelerinde artış sağladığı bildirilmiştir (Torlak, 2022).

Bildiğimiz kadarıyla, sadece birkaç çalışma KBA'lı hastalarda otonomik tutulumu araştırmıştır. Tilki vd. çalışmasında lomber radikülopatili hastalarda, VSS uygulanan grupta kontrol grubuna göre sempatik cilt tepkisi biraz daha uzun ancak anlamlı şekilde değişmediğini göstermiştir (Tilki ve diğerleri, 2014). Yeater vd. (2021), kronik ağrısı olan kişilerde tipik ve karmaşık yürüme görevleri sırasında, deri iletkenliğindeki değişiklikleri ölçmüşler ve SSS aktivitesi ile gri madde hacminin ilişkilerini MR ile incelemişlerdir. Sonuç olarak, kronik ağrının beyin üzerindeki potansiyel etkisinin yürüme performansı için gereken otonomik tepkileri olumsuz etkileyebileceğini bildirmiştir (Yeater ve diğerleri, 2021). Çoşkun ve Can çalışmasında, kassal ve postural değişiklikleri daha duyarlı ölçüm yöntemleri ile değerlendiren cihazlara gereksinim olduğunu belirtmiştir

(Çoşkun ve Can, 2012). Bizde çalışmamızda postural kontrol ve denge değerlendirmesini Biodex Denge Sistemini kullanarak statik ve dinamik dengeyi tedavi sonrası objektif verilerle karşılaştırmayı hedefledik.

Mevcut çalışmalar, KBA'lı bireylerde azalan kas kuvveti, esneklik, endurans ve fiziksel birçok değişikliğe bağlı olarak, statik ve dinamik dengeyi olumsuz etkilediğini göstermiştir (Lee ve diğerleri, 1995). Propriyoseptif duyudaki azalma sonucunda, ağırlık taşıyan eklemlerde ağrıyı kronikleştirdiği bildirilmiştir (Laskowski ve diğerleri, 1997). Bunun aksine başka bir çalışmada; KBA'lı hastalarda, ağırlı ve ağrısız bacak postural stabilite parametrelerinde farklılık göstermedi. Kronik kas-iskelet ağrısı, postural stabiliteyi etkilemediği bildirilmiştir (Mikkonen ve diğerleri, 2022).

Yapılan çalışmalarda KBA'lı hastalarda uygulanan fizik tedavi uygulamaları ile statik ve dinamik dengede artış sağlanmıştır (Atılgan ve Erbahçeci, 2018; Aydoğan, 2009). Başka çalışmada, KBA tanılı hastalarda, bir gruba uyguladıkları konvansiyonel fizyoterapiye etkilerini inceleyen çalışmada, değerlendirmeler sonucunda; VAS, Algometre ve OSİ değerlerinde iyileşme görülmüştür. Ancak konvansiyonel terapi grubunda denge parametreleri çalışma sonrasında değişim göstermemiştir (Barut, 2020). Literatürde bel ağrısında, VSS uygulanan ve denge üzerindeki etkilerini karşılaştıran başka bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bali vd. (2022) çalışmasında, KBA'lı hastaları konvansiyonel ve mulligan tedavi grubu olarak ikiye ayırmış ve denge parametrelerinde konvansiyonel fizyoterapi grubunda iyileşme olmamıştır. Mulligan grubunda postural stabilite indekslerindeki iyileşmeyi, propiosepsiyon ve duyusal-motor kontrolü geliştirebilen faset eklemlerin ve çevredeki mekanoreseptörlerden uyarılmasıyla açıklanmıştır (Bali ve diğerleri, 2022). Çalışmamızda VSS grubundaki katılımcılarda, postural stabilite test skoru ile elde tüm parametreler azaldı. Ancak zaman ve gruplarda istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir. Tedavi gruplarında literatürde belirtildiği gibi mekanoreseptörlerin uyarılmasına ilişkin bir uygulama yapılmadığı için etkili olmadığını düşünmekteyiz. Dinamik denge platformunda değerlendirilen düşme riski test skoru ile elde edilen parametrelerde VSS uygulanan ikinci grupta için ilk ve son skorlar farklılık göstermezken; konvansiyonel rehabilitasyon uygulanan birinci grupta tedavi sonrası değerler istatistiksel olarak daha

düşüktü. Konvansiyonel uygulamalarda tedavi lokal (periferik) etki gösterirken vagus sinir uyarımı santral bir etki göstermektedir. Bu yüzden herhangi bir parametrede farklı olabilir. Ayrıca tedavi takip süresinin az olması, denge skorlarında bir iyileşme sağlamamış olabilmektedir. Uzun dönem takipli çalışmalara ihtiyaç olduğunu düşünmekteyiz.

KBA'lı hastaları değerlendirirken ağrı, kas kuvveti, esneklik ve mobilitayı incelemek tek başına yeterli değildir. KBA ile fonksiyonel yetersizlik düzeyleri arasında bir ilişki olduğu bildirilmiştir. ODİ tedavi sonuçlarını ilk ve son değerlendirmeleri ve farklı tedavileri karşılaştırmak için de kullanılmaktadır (Descarreaux ve diğerleri, 2002; Roland ve Fairbank, 2000). Bizde çalışmamızda KBA'lı bireylerin GYA değerlendirmek için ODİ kullandık. Literatürde çok sayıda çalışma, ağrıyı fonksiyonel durumla birlikte değerlendirmiştir. Ağrının fonksiyonel kısıtlama ile ilişkili olduğu görüşüne varılmıştır (Pengel ve diğerleri, 2003; Şahin ve diğerleri, 2011). Şahin vd. (2011) KBA'lı hastaları bir gruba uygulanan konvansiyonel fizik tedavi modaliteleri (TENS, ultrason, sıcak paket) sonrası VAS ve ODI puanlarında istatistiksel olarak anlamlı olarak iyileşme bildirilmiştir (Şahin ve diğerleri, 2011). Bunun aksine, aktif TENS'in KBA'da fonksiyonel durum üzerinde anlamlı bir iyileşme olmadığı rapor edilmiştir (Yakşı ve diğerleri, 2021; Jarzem ve diğerleri, 2005; Topuz ve diğerleri, 2004). Yılmaz vd. (2012) KBA hastalarda düzenli egzersiz ile ağrı ve fonksiyonel durumda anlamlı artış saptamıştır (Yılmaz ve diğerleri, 2012). VSS uygulanan kronik boyun ağrılı hastalarda fonksiyonel durumu değerlendiren skorlarda, konvansiyonel gruptan daha fazla iyileşme olduğunu göstermiştir (Torlak, 2022) Biz de benzer süre ve uygulama yaptığımız çalışmamızda, VSS uyguladığımız ikinci grupta ODİ skorlarında konvansiyonel rehabilitasyon uygulanan birinci gruba göre iyileşme daha hızlıydı. Benzer şekilde tedavi sonrası kontrollerde, ağrıda anlamlı bir azalma olması fonksiyonel kısıtlamada anlamlı bir iyileşme sağlamış olabilir.

Kronik ağrılı durumlarda fiziksel semptomlar ek olarak psikolojik ve sosyal problemlerde etkilenebilir. (Merskey, 1986; Uyar ve Köken, 2017). Ağrı, depresyonun bir belirtisi olabileceği gibi aynı zamanda ağrı durumlarında depresif durumlar karşımıza çıkabilmektedir (Kara 2000). Kronik ağrılı hastalarda; anksiyete, stres ve somatizasyon varlığı, ağrı gelişimi ile ilişkilendirilmiştir (Andersson, 1999; Oksuz, 2006). Kronik

stresin de sempatik sistemi harekete geçirdiği, bu durumun ağrının gelişiminde neden olduğu düşünülmektedir. OSS'nin meydana gelen disfonksiyon ağrı sebebi olmasa dahi, ağrının farklı olarak hissedilmesinde yol açtığı bildirilmiştir (Aschbacher ve diğerleri, 2012a; Özden, 2015). KBA'lı hastalarda, fonksiyonel yetersizlik nedeniyle depresyonun skorlarında artış yaşanabileceği bildirilmiştir (Li ve diğerleri, 2022; Yılmaz ve diğerleri, 2012).

Yapılan bir çalışmada KBA'lı olgularda egzersiz eğitimiyle birlikte uygulanan fizik tedavi modalitelerinde ağrıda azalma, depresif bulgularda da iyileşme sağladığı tespit edilmiştir (Gunduz ve Ercalik, 2014). Smeets vd. (2006) çalışmasında, tedavi sonrası depresyon skorlarında, fizik tedavi uygulanan grupta anlamlı bir azalma olduğu bildirilmiştir (Smeets ve diğerleri, 2006). Bir sistematik derlemede, kronik ağrı kontrolü için placebo grubu ile TENS uygulanan grup karşılaştırıldığında depresyon üzerinde etkili olmadığı belirtilmiştir (Khadilkar ve diğerleri, 2008). Benzer sonuçlar Yakşi vd. (2021), KBA olan hastalar için TENS tedavilerini uyguladığı çalışmada da gösterilmiştir. (Yakşi ve diğerleri, 2021) Mevcut çalışmamızda tedavi sonrası BDÖ skorlarında her iki grupta da tedavi öncesi skorlara göre istatistiksel olarak daha düşüktü. Hastanın ağrı durumu, stres seviyesi ve günlük yaşam fonksiyonlarının sorgulanması tedavi modelini belirlemede yararlı olacağını düşünmekteyiz.

Literatürde VSS'nun depresyon tedavisi üzerine etkisi birçok çalışmada kanıtlanmıştır. Bir çalışmada, VSS ile tedavi edilen depresyonlu hastalardan elde edilen sonuçlar, ağrı hissinin azaldığı yönündeydi (Randich ve Gebhart, 1992). Fang vd. (2016) majör depresyondan olan hastalarda günde 2 kez 30 dakika uygulanan VSS ile semptomların hafiflettiğini bildirilmiştir (Fang ve diğerleri, 2016). Hein vd. (2013) 2 haftalık 15 dakika uygulanan VSS tedavisinin, sahte stimülasyona kıyasla BDÖ puanlarını önemli ölçüde azalma tespit etmişlerdir. (Hein ve diğerleri, 2013). Benzer bir çalışmada fibromiyalji hastalarında uyguladıkları VSS sonrasında alınan BDÖ puanları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur (Kutlu ve diğerleri, 2017). Bununla birlikte, kronik ağrılı hastalarda depresyon için kraniyal elektroakupunktur ile kombine transkutanöz auriküler VSS uyguladıkları bir çalışmada elektroakupunktur ile kombine VSS, en az 8 hafta süren depresyon ve kronik ağrılı hastalarda depresyon ve ağrı semptomları üzerinde olumlu etki

sağlamıştır (Li ve diğerleri, 2022). Bu çalışmada ayrıca elektroakupunktur tedavisi ile kombine edilen VSS, uyku durumunu değerlendiren PUKİ skorlarında iyileşme ile sonuçlandığını ve bu iyileşmenin yaygın olarak reçete edilen antidepresyon ilacıyla benzer etki yarattığı belirtilmiştir. (Li ve diğerleri, 2022) Çalışmamızda literatürle uyumlu olarak BDÖ puanlarında, VSS uygulanan ikinci grupta, konvansiyonel rehabilitasyon uygulanan birinci gruba göre daha hızlı bir düşüş yaşanmıştır. Bunun fonksiyonel yetersizlik ve ağrı durumlarında iyileşme ile ilgili olduğunu düşünmekteyiz.

Çalışmalarda KBA bireylerde, depresyonun uyku bozukluğu ile şiddetlendiği belirtilmiştir. Ancak uyku, ağrı ve psikolojik parametreler arasındaki ilişki tam olarak net ortaya koyulmamıştır (Aoyagi ve diğerleri, 2022). Genel popülasyonda hem kronik ağrı (Hoy ve diğerleri, 2012) hem de uyku bozuklukları (Bonvanie ve diğerleri, 2016) oldukça yaygın olarak bildirilmiştir. Ayrıca uyku bozuklukları ve kas-iskelet ağrısı birbiriyle çift yönlü bir etki sağladığı saptanmıştır. Özellikle KBA bireylerde uyku kalitesinin olumsuz olarak etkilenmektedir. Ayrıca kötü uyku kalitesinin, KBA'lı bireylerde kronik ağrı semptomlarına yol açtığı bilinmektedir (Edwards ve diğerleri, 2008; Hoy ve diğerleri, 2012; O'Brien ve diğerleri, 2011).

KBA ile ilişkili olarak toplam uyku süresinde önemli bir azalma, gece uyanmalarında artış, uykuya geçişte gecikme ve uykuyu sürdürmede güçlük yer almaktadır (Van de Water ve diğerleri, 2011). Çalışmalarda uyku kalitesini ve bozukluğunu değerlendiren PUKİ, kolay ve uygulanabilir bir test olarak sıkça kullanılmaktadır (Campanini ve diğerleri, 2022; Rasmussen-Barr ve diğerleri, 2017). Bizimde çalışmamızda uyku durumları PUKİ ile değerlendirildi ve tedavi öncesi her iki gruptaki hastalarda zayıf uyku kalitesi saptandı. Benzer başka bir çalışmada zayıf uyku kalitesi nedeniyle, KBA'lı bireyler gündüz işlevlerinde azalma yaşadıkları ve gündüz uykularında bir artış olduğunu bildirilmiştir (Kelly ve diğerleri, 2011). Klinisyenler, tedavilerinin bir parçası olarak uyku problemlerini ele alınması gerektiğini bildirmiştir (Pakpour ve diğerleri, 2018).

Konvansiyonel bel rehabilitasyonuna katılan KBA'lı hastalarda uyku kalitesini değerlendiren bir çalışmada, PUKİ skorunda tedavi sonrasında anlamlı artış olduğu görülmüştür (Erdal ve diğerleri, 2017). Başka bir çalışmada KBA'lı hastalarda TENS ile

kombine uygulanan sırt egzersizlerinin ağrı yoğunluğu, depresyon ve uyku bozukluğunda iyileşme göstermiştir (Aguilar-Ferrandiz ve diğerleri, 2022) Güzelant vd. (2014) çalışmasında, hastalar fizik tedavi sonrasında fonksiyonel durumda, depresyon seviyelerinde ve uyku kalitesinde anlamlı düzeltilmeler saptanmıştır (Güzelant ve diğerleri, 2014).

Bretherton vd. (2019) iki hafta boyunca her gün VSS uyguladıkları çalışmada, otonomik fonksiyonlarda ve uyku değişikliklerinde olumlu sonuçlara ulaşılmıştır. (Bretherton ve diğerleri, 2019). VSS uygulanan başka bir çalışmada toplam uyku skorlarında anlamlı iyileşme kaydedilmiştir (Jackowska ve diğerleri, 2022). Çalışmamızda da literatürle benzer sonuçlara ulaşıldı ve tedavi sonrasında, her iki grupta PUKİ toplam skorlarda anlamlı bir düşme yaşanmıştır. Ancak PUKİ toplam skor ölçümleri, konvansiyonel tedavi alan birinci grupta daha fazla iyileşme gözlemlendi. Normalde vagus sinir uyarımı santral etkili olduğu için ve sedasyon yaptığı için birinci gruba göre ikinci grupta daha fazla iyileşme olması beklenirdi. Değerlendirmeye alınmayan başka faktörler bu sonucun ortaya çıkmasına neden olmuş olabilir. PUKİ alt parametrelerinde uyku bozukluğu ve uyku dalma süresi alt parametresinde ikinci grupta son değerlendirmeler istatistiksel olarak daha düşük bulunurken; alışılmış uyku etkinliği öznel uyku kalitesi ve uyku süresi skorlarında son değerlendirmelerde birinci grupta istatistiksel olarak daha düşük bulundu.

Literatürde; TENS, ultrason, hotpack uygulamalarını içeren konvansiyonel rehabilitasyonun, kronik ağrı sonuçlarına ilişkin bir çok çalışma mevcuttur. Bizde çalışmamızda KBA'lı hastalarda uygulanan konvansiyonel rehabilitasyonun, ağrı üzerine etkili bir yöntem olduğunu düşünmekteyiz. Ancak bildiğimiz kadarıyla literatürde KBA üzerine VSS etkisini araştıran başka bir çalışmaya rastlanmamıştır. VSS uygulanan gruptaki sonuçlar dikkate alındığında; ağrı, günlük yaşam aktiviteleri, stres ve uyku durumlarını değerlendirilen bazı parametrelerde konvansiyonel rehabilitasyon grubundan daha üstün olduğu bulunmuştur.

Sonuç olarak çalışmamızda, tedavi sonrası değerlendirilen parametrelerin kısmen anlamlı bir sonuç olması tedavi süresinin kısa olması ile ilişkili olduğunu düşünmekteyiz. Seans sayısının arttırıldığı ve tedavinin etkilerinin uzak döneme ilişkin değerlendirdiği

sonuçlara ihtiyaç vardır. Tedavi süresi ve katılımcı sayısı artırılarak çalışmaların tekrarlanması önerilmektedir.

Çalışmamızda önemli bir yan etki veya kötü deneyim bulunmadı. VSS grubunda sadece üç katılımcı, kulak bölgesinde kızarıklık ve üç katılımcı da, ilk uygulamalarda baş ağrısı olduğunu bildirdi. Tedavi sonrasında kızarıklık hızla kayboldu. Bu bulgular önceki çalışmalarla benzerdir. (Torlak, 2022; Wu ve diğerleri, 2018; Zeiler ve diğerler, 2015) VSS grubundaki menepozal dönemde olan üç katılımcı, uygulama sonrasında menstrasyon siklusünde düzenleme ve buna bağlı karın bölgesinde şişlikte azalma olduğunu bildirdi. VSS grubundaki altı katılımcı da, diğer kas-iskelet sistemi ağrılarında azalma olduğuna dair etkileri sözel olarak belirtti.

VSS, otonomik fonksiyonlarının ötesinde anti-inflamatuar ve analjezik özellikler göstermektedir. Bu nedenle VSS, ağrı azaltarak diğer kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarında yeni bir tedavi stratejisi oluşturabilir. Kronik kas-iskelet sistemi hastalıklarında VSS etkinliği değerlendiren birçok çalışma mevcutken, bel ağrısı ile ilgili çalışmaya rastlanmamıştır. Non-invaziv olarak uygulanan bu cihazın kullanımı daha kolay, daha ucuz ve hastalar tarafından daha iyi tolere edilebilmektedir.

Bölüm 6

Sonuçlar ve Öneriler

KBA olan hastalarda uyguladığımız tedavi sonucuna göre;

- I. Ağrı parametrelerinde her iki grupta azalma gözlemlendi. Ancak ağrı skorlarında iyileşme Grup 2’de daha fazlaydı.
- II. Lomber bölgenin EHA değerlendiren parametrelerde her iki grupta gözlemlenen artış istatistiksel olarak anlamlı değildi.
- III. Lomber bölgenin mobilitesini değerlendiren parametrelerde; MST ve EPZM parametrelerinde her iki grupta anlamlı bir iyileşme sağlandı, ancak gruplar arasında bir anlamlı bir fark yoktu. LEPZM farkı skorunda her iki grupta da anlamlı bir fark bulunmadı.
- IV. Gövde fleksiyon ve ekstansiyon kas kuvvetinde Grup 2’de istatistiksel olarak anlamlı bir artış sağlandı.
- V. İzokinetik alt ekstremite fleksör ve ekstansör kas gücü bazı parametrelerinde Grup 1’de anlamlı iyileşme kaydedildi.
- VI. Gövde kas endurans sürelerindeki artış Grup 2’de daha anlamlı olarak bulundu.
- VII. Denge Testi Ölçümlerinde düşme riski skorlarında Grup 1’de anlamlı iyileşme sağlandı.
- VIII. Fonksiyonelliği değerlendiren skorlarda her iki grupta da artış gözlemlendi. Ancak Grup 2’de daha fazla iyileşme saptandı.
- IX. Depresyon ve uyku parametrelerinde her iki grupta iyileşme kaydedildi.

Yapılan çalışmalarda, VSS nöropsikolojik rahatsızlıklarda etkili olduğu belirtilirken, kas kuvveti, NEH gibi mekanik kökenli sorunlar da ise etkisi daha az olduğu görülmüştür. Bel ağrısı ve diğer kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarında, kronik ağrıyı değerlendirerek vagus sinirinin ağrı mekanizmaları üzerindeki etkisini daha iyi açığa çıkmasına yardım edeceğini düşünmekteyiz. Bunun için plesebo gruplarının yer aldığı randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç vardır. Bu sayede tedavinin doz ve sıklığı daha iyi belirlenecektir. Tedavisi zor olan kronik rahatsızlıklarda VSS'nin yeni bir tedavi seçeneği olabilir ve hangi endikasyonlarda kullanabileceği çalışmalarla desteklenmelidir.

KAYNAKÇA

- Abbey, H. (2015). Multidisciplinary biopsychosocial rehabilitation for chronic low back pain: Cochrane systematic review and meta-analysis. *International Journal of Osteopathic Medicine*, 18(3), 239-240. Advance online publication. Doi:10.1016/j.ijosm.2015.07.008
- Ağargün, M. Y., Kara, H. ve Anlar, O. (1996). The validity and reliability of the Pittsburgh Sleep Quality Index. *Türk Psikiyatri Derg*, 7(2), 107–115.
- Aguiar, L. T., Martins, J. C., Lara, E. M., Albuquerque, J. A., Teixeira-Salmela, L. F., ve Faria, C. D. C. M. (2016). Dynamometry for the measurement of grip, pinch, and trunk muscles strength in subjects with subacute stroke: Reliability and different number of trials. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 20(5), 395–404.
- Airaksinen, O., Brox, J. I., Cedraschi, C., Hildebrandt, J., Klaber-Moffett, J., Kovacs, F., ... COST B13 Working Group on Guidelines for Chronic Low Back Pain. (2006). Chapter 4. European guidelines for the management of chronic nonspecific low back pain. *European Spine Journal: Official Publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*. 15 Suppl 2, 192-300. Doi:10.1007/s00586-006-1072-1
- Akbari, A., ve Jahanshahi Javaran, P. (2013). Comparison of lumbar specific stabilization exercises and general exercises in reducing pain and disability in patients with

spondylolysis and spondylolisthesis. Journal of Birjand University of Medical Sciences, 20(1), 1-10.

Akgün, M. Y., İşler, C. (2019). Ağrı Cerrahisinde Güncel Gelişmeler ve Gelecek. *Türk Nöroşir Dergisi*, 29(2), 127–133.

Akyüz, G., & LeblebiCiEr, M. A. (n.d.). *Otonom Sinir Sistemi Anatomisi ve Değerlendirilmesi*. 5.

Albusoda, A., Ruffle, J. K., Friis, K. A., Gysan, M. R., Drewes, A. M., Aziz, Q., ve Farmer, A. D. (2018). Systematic review with meta-analysis: Conditioned pain modulation in patients with the irritable bowel syndrome. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*. Advance online publication. Doi:10.1111/apt.14965

Alleva, J., Hudgins, T., Belous, J., ve Origenes, A. K. (2016). Chronic low back pain. *Disease-a-Month*. Advance online publication. Doi:10.1016/j.disamonth.2016.05.012

Almoallim, H., Alwafi, S., Albazli, K., Alotaibi, M., ve Bazuhair, T. (2014). A Simple Approach of Low Back Pain. *International Journal of Clinical Medicine*. Advance online publication. Doi:10.4236/ijcm.2014.517139

Altuntaş, O., Ünlüer, N. Ö., Özdemir, O., Karahan, S., ve Yakut, Y. (2020). Adherence to Home Exercise Program in Patients with Low Back Pain. *Hacettepe University Faculty of Health Sciences Journal*, 7(3), Article 3.

Aoyagi, K., He, J., Clauw, D. J., ve Sharma, N. K. (2022). Sleep quality in individuals with chronic low back pain and central sensitization. *Physiotherapy Research*

International: The Journal for Researchers and Clinicians in Physical Therapy.

Advance online publication. <https://doi.org/10.1002/pri.1968>

Apkarian, A. V., Bushnell, M. C., Treede, R. D., ve Zubieta, J. K. (2005). Human brain mechanisms of pain perception and regulation in health and disease. *European Journal of Pain (London, England)*. Advance online publication. Doi:10.1016/j.ejpain.2004.11.001

Aschbacher, K., Adam, E. K., Crofford, L. J., Kemeny, M. E., Demitrack, M. A., ve Ben-Zvi, A. (2012a). Linking disease symptoms and subtypes with personalized systems-based phenotypes: A proof of concept study. *Brain, Behavior, and Immunity*. Advance online publication. Doi:10.1016/j.bbi.2012.06.002

Aschbacher, K., Adam, E. K., Crofford, L. J., Kemeny, M. E., Demitrack, M. A., ve Ben-Zvi, A. (2012b). Linking disease symptoms and subtypes with personalized systems-based phenotypes: A proof of concept study. *Brain, Behavior, and Immunity*. Advance online publication. Doi:10.1016/j.bbi.2012.06.002

Atamaz, F. C., Durmaz, B., Baydar, M., Demircioglu, O. Y., Iyiyapici, A., Kuran, B., Oncel, S., ve Sendur, O. F. (2012). Comparison of the efficacy of transcutaneous electrical nerve stimulation, interferential currents, and shortwave diathermy in knee osteoarthritis: A double-blind, randomized, controlled, multicenter study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. Advance online publication. Doi:10.1016/j.apmr.2011.11.037

- Atilgan, E., ve Erbahçeci, F. (2018). Kronik bel ağrılı bireylerde yoga ve fizyoterapi programının yaşam kalitesi, denge, ağrı düzeyi ve uyku kalitesi üzerine etkilerinin karşılaştırılması. *Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation*, 5(3), Article 3.
- Attal, N., Perrot, S., Fermanian, J., ve Bouhassira, D. (2011). The Neuropathic Components of Chronic Low Back Pain: A Prospective Multicenter Study Using the DN4 Questionnaire. *The Journal of Pain*. Advance online publication. Doi:10.1016/j.jpain.2011.05.006
- Aydin, O. N. (2002). Ağrı ve ağrı mekanizmalarına güncel bakış. *ADÜ Tıp Fakültesi Dergisi*, 3(2), 37–48.
- Aydoğan, S. (2009). *Bel ağrısında fizyoterapi programlarının etkinliğinin karşılaştırılması* (Yayınlanmamış doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Badran, B. W., ve Austelle, C. W. (2022). The Future Is Noninvasive: A Brief Review of the Evolution and Clinical Utility of Vagus Nerve Stimulation. *Focus (American Psychiatric Publishing)*. Advance online publication. Doi:10.1176/appi.focus.20210023
- Badran, B. W., Dowdle, L. T., Mithoefer, O. J., LaBate, N. T., Coatsworth, J., Brown, J., ... George, M. S. (2018). Neurophysiologic effects of transcutaneous auricular vagus nerve stimulation (taVNS) via electrical stimulation of the tragus: A concurrent taVNS/fMRI study and review. *Brain Stimulation*. Advance online publication. Doi:10.1016/j.brs.2017.12.009

Bali, K. (2022). *Kronik bel ağrılı hastalarda mulligan mobilizasyon tekniğinin denge, ağrı ve fonksiyonellik üzerine etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü İstanbul.

Barbanti, P., Grazzi, L., Egeo, G., Padovan, A. M., Liebler, E., ve Bussone, G. (2015). Non-invasive vagus nerve stimulation for acute treatment of high-frequency and chronic migraine: An open-label study. *The Journal of Headache and Pain*. Advance online publication. Doi:10.1186/s10194-015-0542-4

Barut, K. (2020). *Kronik bel ağrısında lomber stabilizasyon egzersizlerinin denge ve klinik iyileşmeye etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi, Aydın.

Battipaglia, I., ve Lanza, G. A. (2015). The Autonomic Nervous System of the Heart. In R. H. J. A. Slart, R. A. Tio, P. H. Elsinga, & M. Schwaiger (Eds.), *Autonomic Innervation of the Heart: Role of Molecular Imaging*. Advance online publication. Doi:10.1007/978-3-662-45074-1_1

Bekis, Ö. (2017). *Kronik bel ağrısı olan hastalarda ağrı süresinin yaşam kalitesi üzerine etkisi / The effect of duration of pain on quality of life in patients with chronic low back pain* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü İstanbul.

- Bergman, S., Herrström, P., Jacobsson, L. T., ve Petersson, I. F. (2002). Chronic widespread pain: A three year followup of pain distribution and risk factors. *The Journal of Rheumatology*, 29(4), 818–825.
- Berthoud, H. R., & Neuhuber, W. L. (2000). Functional and chemical anatomy of the afferent vagal system. *Autonomic Neuroscience: Basic & Clinical*. Advance online publication. Doi:10.1016/S1566-0702(00)00215-0
- Beyazova, M., & Kutsal, Y. (2016). *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon*. (3rd ed.). Ankara: Güneş Tıp Kitapevi.
- Biering-Sørensen, F. (1984). Physical measurements as risk indicators for low-back trouble over a one-year period. *Spine*. Advance online publication. Doi:10.1097/00007632-198403000-00002
- Binny, J., Joshua Wong, N. L., Garga, S., Lin, C.-W. C., Maher, C. G., McLachlan, A. J., Traeger, A. C., Machado, G. C., ve Shaheed, C. A. (2019). Transcutaneous electric nerve stimulation (TENS) for acute low back pain: Systematic review. *Scandinavian Journal of Pain*. Advance online publication. Doi:10.1515/sjpain-2018-0124
- Birkmeyer, N. J., & Weinstein, J. N. (1999). Medical versus surgical treatment for low back pain: Evidence and clinical practice. *Effective Clinical Practice: ECP*, 2(5), 218–227.
- Bogduk, N. (2009). On the definitions and physiology of back pain, referred pain, and radicular pain. *Pain*. Advance online publication. Doi:10.1016/j.pain.2009.08.020

Bonaz, B., Sinniger, V., ve Pellissier, S. (2016). Anti-inflammatory properties of the vagus nerve: Potential therapeutic implications of vagus nerve stimulation. *The Journal of Physiology*. Advance online publication. Doi:10.1113/JP271539

Bonaz, B., Sinniger, V., ve Pellissier, S. (2021). Therapeutic Potential of Vagus Nerve Stimulation for Inflammatory Bowel Diseases. *Frontiers in Neuroscience*. Advance online publication. Doi:10.3389/fnins.2021.650971

Bonvanie, I. J., Oldehinkel, A. J., Rosmalen, J. G. M., ve Janssens, K. A. M. (2016). Sleep problems and pain: A longitudinal cohort study in emerging adults. *Pain*. Advance online publication. Doi:10.1097/j.pain.0000000000000466

Bretherton, B., Atkinson, L., Murray, A., Clancy, J., Deuchars, S., & Deuchars, J. (2019). Effects of transcutaneous vagus nerve stimulation in individuals aged 55 years or above: Potential benefits of daily stimulation. *Aging*. Advance online publication. Doi:10.18632/aging.102074

Brodie, D. J., Burnett, J. V., Walker, J. M., & Lydes-reid, D. (1990). Evaluation of Low Back Pain by Patient Questionnaires and Therapist Assessment. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. Advance online publication. Doi:10.2519/jospt.1990.11.11.519

- Bruce, M. L. (2002). Psychosocial risk factors for depressive disorders in late life. *Biological Psychiatry*. Advance online publication. Doi:10.1016/S0006-3223(02)01410-5
- Brumitt, J., Matheson, J. W., & Meira, E. P. (2013). Core stabilization exercise prescription, part I: Current concepts in assessment and intervention. *Sports Health*. Advance online publication. Doi:10.1177/1941738113502451
- Busch, V., Zeman, F., Heckel, A., Menne, F., Ellrich, J., & Eichhammer, P. (2013). The effect of transcutaneous vagus nerve stimulation on pain perception—An experimental study. *Brain Stimulation*. Advance online publication. Doi:10.1016/j.brs.2012.04.006
- Butt, M. F., Albusoda, A., Farmer, A. D., ve Aziz, Q. (2020). The anatomical basis for transcutaneous auricular vagus nerve stimulation. *Journal of Anatomy*. Advance online publication. Doi:10.1111/joa.13122
- Buyse, D. J., Reynolds, C. F., Monk, T. H., Berman, S. R., ve Kupfer, D. J. (1989). The Pittsburgh Sleep Quality Index: A new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Research*. Advance online publication. Doi:10.1016/0165-1781(89)90047-4
- Cai, C., ve Kong, P. W. (2015). Low back and lower-limb muscle performance in male and female recreational runners with chronic low back pain. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. Advance online publication. Doi:10.2519/jospt.2015.5460

- Campanini, M., González, A., Andrade, S., Giroto, E., Cabrera, M., Guidoni, C., Araujo, P., & Mesas, A. (2022). Bidirectional associations between chronic low back pain and sleep quality: A cohort study with schoolteachers. *Physiology & Behavior*. Advance online publication. Doi:10.1016/j.physbeh.2022.113880
- Can, H., Çolak, T. K., & Acar, G. (2020). Nonspesifik Bel Ağrısında Konservatif Tedavi Yaklaşımları. *Haliç Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 3(1), Article 1
- Caña-Pino, A., Espejo-Antúnez, L., Adsuar, J. C., ve Apolo-Arenas, M. D. (2021). Test-Retest Reliability of an iPhone® Inclinator Application to Assess the Lumbar Joint Repositioning Error in Non-Specific Chronic Low Back Pain. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. Advance online publication. Doi: 10.3390/ijerph18052489
- Cavlak, U., Baş Aslan, U., Yağcı, N., & Altuğ, F. (2015). Kronik muskulo-skeletal ağrının fizyoterapi-rehabilitasyon ile yönetimi. *Türkiye Klinikleri J Physiotherapy Rehabil-Special*, 1(1):70-90
- Cerritelli, F., Frasca, M. G., Antonelli, M. C., Viglione, C., Vecchi, S., Chiera, M., ve Manzotti, A. (2021). A Review on the Vagus Nerve and Autonomic Nervous System During Fetal Development: Searching for Critical Windows. *Frontiers in Neuroscience*. Advance online publication. Doi:10.3389/fnins.2021.721605
- Cha, W. W., Song, K., ve Lee, H. Y. (2016). Persistent Geotropic Direction-Changing Positional Nystagmus Treated With Transcutaneous Vagus Nerve Stimulation. *Brain Stimulation*. Advance online publication. Doi:10.1016/j.brs.2016.03.011

- Chakravarthy, K., Chaudhry, H., Williams, K., & Christo, P. J. (2015). Review of the Uses of Vagal Nerve Stimulation in Chronic Pain Management. *Current Pain and Headache Reports*. Advance online publication. Doi:10.1007/s11916-015-0528-6
- Chakravarthy, K. V., Xing, F., Bruno, K., Kent, A. R., Raza, A., Hurlemann, R., ve Kinfe, T. M. (2019). A Review of Spinal and Peripheral Neuromodulation and Neuroinflammation: Lessons Learned Thus Far and Future Prospects of Biotype Development. *Neuromodulation: Journal of the International Neuromodulation Society*. Advance online publication. Doi:10.1111/ner.12859
- Chan, C. W., Mok, N. W., ve Yeung, E. W. (2011). Aerobic exercise training in addition to conventional physiotherapy for chronic low back pain: A randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. Advance online publication. Doi:10.1016/j.apmr.2011.05.003
- Chandran, P., ve Sluka, K. A. (2003). Development of opioid tolerance with repeated transcutaneous electrical nerve stimulation administration. *Pain*. Advance online publication. Doi:10.1016/s0304-3959(02)00381-0
- Chapman, C. R., ve Vierck, C. J. (2017). The Transition of Acute Postoperative Pain to Chronic Pain: An Integrative Overview of Research on Mechanisms. *The Journal of Pain*. Advance online publication. Doi:10.1016/j.jpain.2016.11.004
- Cho, H.-Y., Kim, E.-H., ve Kim, J. (2014). Effects of the CORE Exercise Program on Pain and Active Range of Motion in Patients with Chronic Low Back Pain. *Journal of Physical Therapy Science*. Advance online publication. Doi:10.1589/jpts.26.1237

- Chou, R. (2010). Pharmacological Management of Low Back Pain. *Drugs*. Advance online publication. Doi:10.2165/11318690-000000000-00000
- Chou, R., Qaseem, A., Snow, V., Casey, D., Cross, J. T., Shekelle, P., ve Owens, D. K. (2007). Diagnosis and Treatment of Low Back Pain: A Joint Clinical Practice Guideline from the American College of Physicians and the American Pain Society. *Annals of Internal Medicine*. Advance online publication. Doi:10.7326/0003-4819-147-7-200710020-00006
- Clarke, J. A., van Tulder, M. W., Blomberg, S. E. I., de Vet, H. C. W., van der Heijden, G. J. M. G., Bronfort, G., & Bouter, L. M. (2007). Traction for low-back pain with or without sciatica. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*. Advance online publication. Doi:10.1002/14651858.CD003010.pub4
- Çoşkun, G., ve Can, F. (2012). Kronik bel ağrısında dinamik ve statik stabilizasyon ve fonksiyonel düzeye etkileri. *Fizyoterapi Rehabilitasyon*. Advance online publication. Doi:10.21653/tfrd.156501
- Costa, L. da C. M., Maher, C. G., Hancock, M. J., McAuley, J. H., Herbert, R. D., ve Costa, L. O. P. (2012). The prognosis of acute and persistent low-back pain: A meta-analysis. *CMAJ*. Advance online publication. Doi:10.1503/cmaj.111271
- Coste, J., ve Paolaggi, J. B. (1989). Critical review of the epidemiology of backache. *Revue D'epidemiologie Et De Sante Publique*, 37(4), 371–383.

- Costigan, M., Scholz, J., ve Woolf, C. J. (2009). Neuropathic pain: A maladaptive response of the nervous system to damage. *Annual Review of Neuroscience*. Advance online publication. Doi:10.1146/annurev.neuro.051508.135531
- Courties, A., Deprouw, C., Maheu, E., Gibert, E., Gottenberg, J.-E., Champey, J., Banneville, B., Chesnel, C., Amarenco, G., Rousseau, A., Berenbaum, F., ve Sellam, J. (2022). Effect of Transcutaneous Vagus Nerve Stimulation in Erosive Hand Osteoarthritis: Results from a Pilot Trial. *Journal of Clinical Medicine*. Advance online publication. Doi:10.3390/jcm11041087
- Crofford, L. J. (2015). Psychological aspects of chronic musculoskeletal pain. *Best Practice & Research. Clinical Rheumatology*. Advance online publication. Doi:10.1016/j.berh.2015.04.027
- Dagenais, S., Caro, J., ve Haldeman, S. (2008). A systematic review of low back pain cost of illness studies in the United States and internationally. *The Spine Journal: Official Journal of the North American Spine Society*. Advance online publication. Doi:10.1016/j.spinee.2007.10.005
- Dahlhamer, J., Lucas, J., Zelaya, C., Nahin, R., Mackey, S., DeBar, L., ... Helmick, C. (2018). Prevalence of Chronic Pain and High-Impact Chronic Pain Among Adults—United States, 2016. *MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report*. Advance online publication. Doi:10.15585/mmwr.mm6736a2

- Dahm, K. T., Brurberg, K. G., Jamtvedt, G., ve Hagen, K. B. (2010). Advice to rest in bed versus advice to stay active for acute low-back pain and sciatica. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*. Advance online publication. Doi:10.1002/14651858.CD007612.pub2
- Davarian, S., Maroufi, N., Ebrahimi, I., Farahmand, F., ve Parnianpour, M. (2012). Trunk muscles strength and endurance in chronic low back pain patients with and without clinical instability. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*. Advance online publication. Doi:10.3233/BMR-2012-0320
- Dawson, J., Pierce, D., Dixit, A., Kimberley, T. J., Robertson, M., Tarver, B., ... Engineer, N. (2016). Safety, Feasibility, and Efficacy of Vagus Nerve Stimulation Paired With Upper-Limb Rehabilitation After Ischemic Stroke. *Stroke*. Advance online publication. Doi:10.1161/STROKEAHA.115.010477
- Descarreaux, M., Normand, M. C., Laurencelle, L., ve Dugas, C. (2002). Evaluation of a specific home exercise program for low back pain. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. Advance online publication. Doi:10.1067/mmt.2002.127078
- Devereux, J. J., Buckle, P. W., ve Vlachonikolis, I. G. (1999). Interactions between physical and psychosocial risk factors at work increase the risk of back disorders: An epidemiological approach. *Occupational and Environmental Medicine*. Advance online publication. Doi:10.1136/oem.56.5.343

- Deyo, R. A., ve Tsui-Wu, Y. J. (1987). Descriptive epidemiology of low-back pain and its related medical care in the United States. *Spine*. Advance online publication. Doi:10.1097/00007632-198704000-00013
- Deyo, R. A., Walsh, N. E., Martin, D. C., Schoenfeld, L. S., ve Ramamurthy, S. (1990). A controlled trial of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) and exercise for chronic low back pain. *The New England Journal of Medicine*. Advance online publication. Doi:10.1056/NEJM199006073222303
- Dillworth, T., Mendoza, M. E., ve Jensen, M. P. (2012). Neurophysiology of pain and hypnosis for chronic pain. *Translational Behavioral Medicine*. Advance online publication. Doi:10.1007/s13142-011-0084-5
- Durmus, D., Durmaz, Y., ve Canturk, F. (2010). Effects of therapeutic ultrasound and electrical stimulation program on pain, trunk muscle strength, disability, walking performance, quality of life, and depression in patients with low back pain: A randomized-controlled trial. *Rheumatology International*. Advance online publication. Doi:10.1007/s00296-009-1072-7
- Durmus, D., Unal, M., ve Kuru, O. (2014). How effective is a modified exercise program on its own or with back school in chronic low back pain? A randomized-controlled clinical trial. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*. Advance online publication. Doi:10.3233/BMR-140481

Dvir, Z., ve Keating, J. L. (2003). Trunk extension effort in patients with chronic low back dysfunction. *Spine*. Advance online publication. Doi:10.1097/01.BRS.0000051917.04731.A4

Ebadi, S., Ansari, N. N., Naghdi, S., Jalaei, S., Sadat, M., Bagheri, H., Vantulder, M. W., Henschke, N., ve Fallah, E. (2012). The effect of continuous ultrasound on chronic non-specific low back pain: A single blind placebo-controlled randomized trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*. Advance online publication. Doi:10.1186/1471-2474-13-192

Ebadi, S., Henschke, N., Forogh, B., Nakhostin Ansari, N., van Tulder, M. W., Babaei-Ghazani, A., ve Fallah, E. (2020). Therapeutic ultrasound for chronic low back pain. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*. Advance online publication. Doi:10.1002/14651858.CD009169.pub3

Ebadi, S., Henschke, N., Nakhostin Ansari, N., Fallah, E., ve van Tulder, M. W. (2014). Therapeutic ultrasound for chronic low-back pain. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*. Advance online publication. Doi:10.1002/14651858.CD009169.pub2

Ebrahimi, H., Blaouchi, R., Eslami, R., ve Shahrokhi, M. (2014). Effect of 8-Week Core Stabilization Exercises on Low Back Pain, Abdominal and Back Muscle Endurance in Patients with Chronic Low Back Pain due to Disc Herniation. *Physical Treatments - Specific Physical Therapy Journal*, 4(1), 25–32.

- Edwards, R. R., Almeida, D. M., Klick, B., Haythornthwaite, J. A., ve Smith, M. T. (2008). Duration of sleep contributes to next-day pain report in the general population. *Pain*. Advance online publication. Doi:10.1016/j.pain.2008.01.025
- Ellrich, J. (2019). Transcutaneous Auricular Vagus Nerve Stimulation. *Journal of Clinical Neurophysiology: Official Publication of the American Electroencephalographic Society*, 36(6), 437–442.
- Erdal, R., Atalay, O. T., Altuğ, F., Türkmen, B., Çitişli, V., ve Baskan, E. (2017). Kronik Bel Ağrısı Olan Olgularda Fizik Tedavi ve Rehabilitasyonun Ağrı Özürlülük Depresif Bulgular ve Uyku Kalitesi Üzerine Etkisi. *Abant Tıp Dergisi*. Advance online publication. Doi:10.5505/abantmedj.2017.41275
- Erdem Tilki, H., Coşkun, M., Unal Akdemir, N., ve Incesu, L. (2014). Axon count and sympathetic skin responses in lumbosacral radiculopathy. *Journal of Clinical Neurology (Seoul, Korea)*. Advance online publication. Doi:10.3988/jcn.2014.10.1.10
- Erdine, S., Hamzaoglu, O., Özkan, Ö., Balta, E., ve Domaç, M. (2001). *Pain prevalence among adults in Turkey*, 13, 22–30.
- Erol, E. (2020). *Kronik spesifik olmayan bel ağrılı bireylerde omurgaya uygulanan farklı tedavi yöntemlerinin eklem hareket açıklığı, ağrı, propriosepsiyon, endurans, bel farkındalığı ve engellilik üzerine etkilerinin incelenmesi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Facci, L. M., Nowotny, J. P., Tormem, F., ve Trevisani, V. F. M. (2011). Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) and interferential currents (IFC) in patients with nonspecific chronic low back pain: Randomized clinical trial. *Sao Paulo Medical Journal = Revista Paulista De Medicina*. Advance online publication. Doi:10.1590/s1516-31802011000400003

Fang, J., Rong, P., Hong, Y., Fan, Y., Liu, J., Wang, H., Zhang, G., ... Kong, J. (2016). Transcutaneous Vagus Nerve Stimulation Modulates Default Mode Network in Major Depressive Disorder. *Biological Psychiatry*. Advance online publication. Doi:10.1016/j.biopsych.2015.03.025

Fernández-de-las-Peñas, C., Cuadrado, M. L., Arendt-Nielsen, L., Simons, D. G., ve Pareja, J. A. (2007). Myofascial trigger points and sensitization: An updated pain model for tension-type headache. *Cephalalgia: An International Journal of Headache*. Advance online publication. Doi:10.1111/j.1468-2982.2007.01295.x

Ferrandiz, A., Matarán-Peñarrocha, G., Tapia-Haro, R., Castellote-Caballero, Y., Martí-García, C., ve Castro-Sánchez, A. (2022). Effects of a supervised exercise program in addition to electrical stimulation or kinesio taping in low back pain: A randomized controlled trial. *Scientific Reports*. Advance online publication. Doi:10.1038/s41598-022-14154-5

Fischer, R., Ventura-Bort, C., Hamm, A., ve Weymar, M. (2018). Transcutaneous vagus nerve stimulation (tVNS) enhances conflict-triggered adjustment of cognitive control. *Cognitive, Affective & Behavioral Neuroscience*, 18(4), 680–693.

Frangos, E., Ellrich, J., ve Komisaruk, B. R. (2015). Non-invasive Access to the Vagus Nerve Central Projections via Electrical Stimulation of the External Ear: FMRI Evidence in Humans. *Brain Stimulation*. Advance online publication. Doi:10.1016/j.brs.2014.11.018

Frangos, E., ve Komisaruk, B. R. (2017). Access to Vagal Projections via Cutaneous Electrical Stimulation of the Neck: FMRI Evidence in Healthy Humans. *Brain Stimulation*. Advance online publication. Doi:10.1016/j.brs.2016.10.008

Andersson, Gb. Epidemiological features of chronic low-back pain. *Lancet (London, England)*. Advance online publication. Doi:10.1016/S0140-6736(99)01312-4

GBD 2017 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators. (2018). Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and injuries for 195 countries and territories, 1990-2017: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet (London, England)*. Advance online publication. Doi:10.1016/S0140-6736(18)32279-7

Gibbons, C. H. (2019). Basics of autonomic nervous system function. *Handbook of Clinical Neurology*. Advance online publication. Doi:10.1016/B978-0-444-64032-1.00027-8

Goats, G. C. (1990). Interferential current therapy. *British Journal of Sports Medicine*, 24(2), 87–92.

Gökçe, E. N., Cengiz, Z. P., ve Erbaş, O. (2018). Uzun ömrün sırrı: Vagus siniri. *İstanbul Bilim Üniversitesi Florence Nightingale Tıp Dergisi*, 4(3), Article 3.

- Gold, M. S., ve Gebhart, G. F. (2010). Nociceptor sensitization in pain pathogenesis. *Nature Medicine*, 16(11), 1248–1257.
- Gunduz, O. H., ve Ercalik, T. (2014). Exercise Prescription in Chronic Low Back Pain. *Türkiye Fiziksel Tip ve Rehabilitasyon Dergisi*. Advance online publication. Doi:10.5152/tftrd.2014.73659
- Hahne, A. J., Ford, J. J., ve McMeeken, J. M. (2010). Conservative management of lumbar disc herniation with associated radiculopathy: A systematic review. *Spine*, 35(11), E488-504.
- Hallman, D. M., Olsson, E. M. G., von Schéele, B., Melin, L., ve Lyskov, E. (2011). Effects of heart rate variability biofeedback in subjects with stress-related chronic neck pain: A pilot study. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, Advance online publication. Doi:10.1007/s10484-011-9147-0
- Hartvigsen, J., Hancock, M. J., Kongsted, A., Louw, Q., Ferreira, M. L., Genevay, S., Hoy, D., ... Lancet Low Back Pain Series Working Group. (2018). What low back pain is and why we need to pay attention. *Lancet (London, England)*. Advance online publication. Doi:S0140-6736(18)30480-X
- Hayden, J. A., Ellis, J., Ogilvie, R., Malmivaara, A., ve Tulder, M. W. (2021). Exercise therapy for chronic low back pain. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*. Advance online publication. Doi:10.1002/14651858.CD009790.pub2
- Hein, E., Nowak, M., Kiess, O., Biermann, T., Bayerlein, K., Kornhuber, J., ve Kraus, T. (2013). Auricular transcutaneous electrical nerve stimulation in depressed patients:

- A randomized controlled pilot study. *Journal of Neural Transmission (Vienna, Austria: 1996)*. Advance online publication. Doi:10.1007/s00702-012-0908-6
- Hisli şahin, N. (1989). Use of the Beck Depression Inventory with Turkish University Students: Reliability, validity and Factor Analysis. *Türk Psikoloji Dergisi*, 7.
- Ho, C.-W., Chen, L.-C., Hsu, H.-H., Chiang, S.-L., Li, M.-H., Jiang, S.-H., ve Tsai, K.-C. (2005). Isokinetic muscle strength of the trunk and bilateral knees in young subjects with lumbar disc herniation. *Spine*, 30(18), E528-533.
- Hong, G.-S., Zillekens, A., Schneiker, B., Pantelis, D., de Jonge, W. J., Schaefer, N., Kalff, J. C., ve Wehner, S. (2019). Non-invasive transcutaneous auricular vagus nerve stimulation prevents postoperative ileus and endotoxemia in mice. *Neurogastroenterology and Motility: The Official Journal of the European Gastrointestinal Motility Society*, 31(3), e13501.
- Horn, L. B., Rice, T., Stoskus, J. L., Lambert, K. H., Dannenbaum, E., ve Scherer, M. R. (2015). Measurement Characteristics and Clinical Utility of the Clinical Test of Sensory Interaction on Balance (CTSIB) and Modified CTSIB in Individuals With Vestibular Dysfunction. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 96(9), 1747–1748.
- Hosseinifar, M., Akbari, A., Mahdavi, M., ve Rahmati, M. (2018). Comparison of balance and stabilizing trainings on balance indices in patients suffering from nonspecific chronic low back pain. *Journal of Advanced Pharmaceutical Technology & Research*. Advance online publication. Doi:10.4103/japtr.JAPTR_130_18

- Hoy, D., Bain, C., Williams, G., March, L., Brooks, P., Blyth, F., ... Buchbinder, R. (2012). A systematic review of the global prevalence of low back pain. *Arthritis and Rheumatism*, 64(6), 2028–2037. Advance online publication. Doi:10.1002/art.34347
- Hoy, D., March, L., Brooks, P., Woolf, A., Blyth, F., Vos, T., ve & Buchbinder, R. (2010). Measuring the global burden of low back pain. *Best Practice & Research. Clinical Rheumatology*. Advance online publication. Doi:10.1016/j.berh.2009.11.002
- Huang, Z., Ma, J., Chen, J., Shen, B., Pei, F., ve Kraus, V. B. (2015). The effectiveness of low-level laser therapy for nonspecific chronic low back pain: A systematic review and meta-analysis. *Arthritis Research & Therapy*. Advance online publication. Doi:10.1186/s13075-015-0882-0
- Icagasioglu, A., Yumusakhuylu, Y., Ketenci, A., Toraman, N. F., Kaymak Karatas, G., Kuru, O., Kirazli, Y., Capaci, K., Eriman, E., ve Haliloglu, S. (2015). Burden of Chronic Low Back Pain in the Turkish Population. *Türkiye Fiziksel Tip ve Rehabilitasyon Dergisi*. Advance online publication. Doi:10.5152/tftrd.2015.23921
- İnanoğlu, D., ve Baltacı, G. (2016). Nörolojik defisiti olmayan bel ağrılı hastalarda farklı bantlama tekniklerinin yaşam kalitesi ve ağrı üzerine etkisi. *Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation*, 1(1), Article 1.
- Jackowska, M., Koenig, J., Vasendova, V., ve Jandackova, V. K. (2022). A two-week course of transcutaneous vagal nerve stimulation improves global sleep: Findings

from a randomised trial in community-dwelling adults. *Autonomic Neuroscience: Basic & Clinical*. Advance online publication. Doi:10.1016/j.autneu.2022.102972

Jarzem, P. F., Harvey, E. J., Arcaro, N., ve Kaczorowski, J. (2005). Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation [TENS] for Short-Term Treatment of Low Back Pain—Randomized Double Blind Crossover Study of Sham versus Conventional TENS. *Journal of Musculoskeletal Pain*, 13(2), 11–17.

Jauregui, J. J., Cherian, J. J., Gwam, C. U., Chughtai, M., Mistry, J. B., ve Mont, M. A. (2016b). A Meta-Analysis of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation for Chronic Low Back Pain. *Surgical Technology International*, 28, 296–302.

Jensen, T. S., Baron, R., Haanpää, M., Kalso, E., Loeser, J. D., Rice, A. S. C., ve Treede, R.-D. (2011). A new definition of neuropathic pain. *Pain*. Advance online publication. Doi:10.1016/j.pain.2011.06.017

Johnson, R. L., & Wilson, C. G. (2018). A review of vagus nerve stimulation as a therapeutic intervention. *Journal of Inflammation Research*. Advance online publication. Doi:10.2147/JIR.S163248

Kampusch, S., Kaniusas, E., & Széles, J. C. (2015). Modulation of Muscle Tone and Sympathovagal Balance in Cervical Dystonia Using Percutaneous Stimulation of the Auricular Vagus Nerve. *Artificial Organs*. Advance online publication. Doi:10.1111/aor.12621

- Kelly, G. A., Blake, C., Power, C. K., O'keeffe, D., ve Fullen, B. M. (2011). The association between chronic low back pain and sleep: A systematic review. *The Clinical Journal of Pain*, 27(2), 169–181.
- Kendall, F. P., McCreary, E. K., Provance, P. G., Rodgers, M. M., & Romani, A. (2005). *Muscles: Testing and Function with Posture and Pain* (5th edition). Lippincott Williams & Wilkins,. https://www.oandp.org/page/BookRev_FPeterson
- Ketenci, A., ve Zure, M. (2021). Kronik Bel Ağrılarında Tedavi Yaklaşımı. *Türkiye Klinikleri Physical Medicine Rehabilitation - Special Topics*, 14(2), 92–97.
- Khadilkar, A., Odebiyi, D. O., Brosseau, L., ve Wells, G. A. (2008). Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) versus placebo for chronic low-back pain. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*. Advance online publication. Doi:10.1002/14651858.CD003008.pub3
- Kibar, S., Konak, H. E., Ay, S., ERDOĞAN, B. D., & EVCİK, D. (2020). Transkutanöz elektrik sinir stimülasyonu ve interferansiyel akımın kombine tedavisinin kronik bel ağrısına etkisi: Randomize, çift kör, sham kontrollü çalışma. *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Bilimleri Dergisi*, 23, 32-40.
- Koes, B. W., van Tulder, M. W., & Thomas, S. (2006). Diagnosis and treatment of low back pain. *BMJ: British Medical Journal*, 332(7555), 1430–1434.
- Koldaş Doğan, S., Sonel Tur, B., Kurtaiş, Y., ve Atay, M. B. (2008). Comparison of three different approaches in the treatment of chronic low back pain. *Clinical Rheumatology*. Advance online publication. Doi:10.1007/s10067-007-0815-7

- Kolt, G. S., Brewer, B. W., Pizzari, T., Schoo, A. M. M., & Garrett, N. (2007). The Sport Injury Rehabilitation Adherence Scale: A reliable scale for use in clinical physiotherapy. *Physiotherapy*. Advance online publication. Doi:10.1016/j.physio.2006.07.002
- Krekoukias, G., Gelalis, I. D., Xenakis, T., Gioftsos, G., Dimitriadis, Z., ve Sakellari, V. (2017). Spinal mobilization vs conventional physiotherapy in the management of chronic low back pain due to spinal disk degeneration: A randomized controlled trial. *The Journal of Manual & Manipulative Therapy*. Advance online publication. Doi:10.1080/10669817.2016.1184435
- Soykan, A., & Kumbasar, H. (1999). Kronik ağrı tedavisinde psikiyatrik yaklaşımlar. *Klinik Psikiyatri Dergisi*, 2(2), 109-116.
- Erdoğanoglu, Y., Günel, M. K., & Çetin, A. (2012). Kronik bel ağrısı olan kadınlarda farklı egzersiz programlarının etkinliğinin araştırılması. *Fizyoter Rehabil*, 23, 125-36. Advance online publication. Doi:10.21653/tfrd.156497
- Kulaber, A., Yilmaz, H., ve Yavuzer, M. G. (2019). Kronik Bel ağrılı Hastalarda Fizyoterapi Uygulamalarının Etkinliği. *Haliç Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2(1), Article 1.
- Kutlu, D. (2017). *Lomber disk hernisine bağlı bel ağrısında yüksek yoğunluklu lazer terapi'nin (HILT) etkinliğinin araştırılması* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Kutlu, N., Özden, A., alptekin, kerem, ve Öncü, J. (2020). The Impact of Auricular Vagus Nerve Stimulation on Pain and Life Quality in Patients with Fibromyalgia Syndrome. *BioMed Research International*, 2020, 1–10.
- Kutsal, Y., İnancı, F., Oğuz, K., ve Alanay, A. (2008). Bel ağrıları. *Hacettepe Tıp Dergisi*, 39, 180–193.
- Kuwabara, C., Shiba, Y., Sakamoto, M., ve Sato, H. (2013). The Relationship between the Movement Patterns of Rising from a Supine Position to an Erect Stance and Physical Functions in Healthy Children. *Advances in Physical Education*. Advance online publication. Doi:10.4236/ape.2013.32016
- Laird, R. A., Gilbert, J., Kent, P., ve Keating, J. L. (2014). Comparing lumbo-pelvic kinematics in people with and without back pain: A systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskeletal Disorders*. Advance online publication. Doi:10.1186/1471-2474-15-229
- Lange, G., Janal, M. N., Maniker, A., Fitzgibbons, J., Fobler, M., Cook, D., ve Natelson, B. H. (2011). Safety and efficacy of vagus nerve stimulation in fibromyalgia: A phase I/II proof of concept trial. *Pain Medicine (Malden, Mass.)*, 12(9), 1406–1413.
- Laqua, R., Leutzow, B., Wendt, M., ve Usichenko, T. (2014). Transcutaneous vagal nerve stimulation may elicit anti- and pro-nociceptive effects under experimentally-induced pain—A crossover placebo-controlled investigation. *Autonomic*

Neuroscience: Basic & Clinical. Advance online publication.

Doi:10.1016/j.autneu.2014.07.008

Laskowski, E. R., Newcomer-Aney, K., ve Smith, J. (1997). Refining rehabilitation with proprioception training: Expediting return to play. *The Physician and Sportsmedicine.* Advance online publication. Doi:10.3810/psm.1997.10.1476

Lee, J. H., Ooi, Y., ve Nakamura, K. (1995). Measurement of muscle strength of the trunk and the lower extremities in subjects with history of low back pain. *Spine.* Advance online publication. Doi:10.1097/00007632-199509150-00006

Li, S., Zhang, Z., Jiao, Y., Jin, G., Wu, Y., Xu, F., Zhao, Y., Jia, H., Qin, Z., Zhang, Z., ve Rong, P. (2022). An assessor-blinded, randomized comparative trial of transcutaneous auricular vagus nerve stimulation (taVNS) combined with cranial electroacupuncture vs. Citalopram for depression with chronic pain. *Frontiers in Psychiatry.* Advance online publication. Doi:10.3389/fpsyt.2022.902450

Liddle, S. D., Baxter, G. D., ve Gracey, J. H. (2004). Exercise and chronic low back pain: What works? *Pain*, 107(1–2), 176–190.

Liebano, R. E., Rakel, B., Vance, C. G. T., Walsh, D. M., ve Sluka, K. A. (2011). An investigation of the development of analgesic tolerance to TENS in humans. *Pain*, 152(2), 335–342.

Lin, T., Gargya, A., Singh, H., Sivanesan, E., & Gulati, A. (2020). Mechanism of Peripheral Nerve Stimulation in Chronic Pain. *Pain Medicine (Malden, Mass.).* Advance online publication. Doi:10.1093/pm/pnaa164

Liu, A., Rong, P., Gong, L., Song, L., Wang, X., Li, L., ve Wang, Y. (2018). Efficacy and Safety of Treatment with Transcutaneous Vagus Nerve Stimulation in 17 Patients with Refractory Epilepsy Evaluated by Electroencephalogram, Seizure Frequency, and Quality of Life. *Medical Science Monitor: International Medical Journal of Experimental and Clinical Research*, 24, 8439–8448.

Maitland, G. (2013). *Vertebral manipulation*. (3rd ed.). Butterworth-Heinemann.

Malliou, P., Gioftsidou, A., Beneka, A., ve Godolias, G. (2006). Measurements and evaluations in low back pain patients. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. Advance online publication. Doi:10.1111/j.1600-0838.2005.00504.x

Marchand, S. (2008). The physiology of pain mechanisms: From the periphery to the brain. *Rheumatic Diseases Clinics of North America*, 34(2), 285–309.

Martel, M. O., Shir, Y., ve Ware, M. A. (2018). Substance-related disorders: A review of prevalence and correlates among patients with chronic pain. *Progress in Neuro-Psychopharmacology & Biological Psychiatry*. Advance online publication. Doi:10.1016/j.pnpbp.2017.06.032

Martinez-Lavin, M. (2012). Fibromyalgia: When Distress Becomes (Un)sympathetic Pain. *Pain Research and Treatment*. Advance online publication. Doi:10.1155/2012/981565

- Mattiuzzi, C., Lippi, G., ve Bovo, C. (2020). Current epidemiology of low back pain. *Journal of Hospital Management and Health Policy*. Advance online publication. Doi:10.21037/jhmhp-20-17
- McCorry, L. K. (2007). Physiology of the Autonomic Nervous System. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 71(4), 78.
- Merskey, H. (Ed.). (1986). Classification of chronic pain: Descriptions of chronic pain syndromes and definitions of pain terms. *Pain, Suppl 3*, 226–226.
- Mikkonen, J., Leinonen, V., Kaski, D., Hartvigsen, J., Luomajoki, H., Selander, T., ve Airaksinen, O. (2022). Postural sway does not differentiate individuals with chronic low back pain, single and multisite chronic musculoskeletal pain, or pain-free controls: A cross-sectional study of 229 subjects. *The Spine Journal: Official Journal of the North American Spine Society*. Advance online publication. Doi:10.1016/j.spinee.2022.04.013
- Milby, A. H., Halpern, C. H., & Baltuch, G. H. (2008). Vagus nerve stimulation for epilepsy and depression. *Neurotherapeutics: The Journal of the American Society for Experimental NeuroTherapeutics*. Advance online publication. Doi:10.1016/j.nurt.2007.10.071
- Mills, S. E. E., Nicolson, K. P., ve Smith, B. H. (2019). Chronic pain: A review of its epidemiology and associated factors in population-based studies. *British Journal of Anaesthesia*. Advance online publication. Doi:10.1016/j.bja.2019.03.023

- Mirakaj, V., Dalli, J., Granja, T., Rosenberger, P., ve Serhan, C. N. (2014). Vagus nerve controls resolution and pro-resolving mediators of inflammation. *The Journal of Experimental Medicine*. Advance online publication. Doi:10.1084/jem.20132103
- Moseley, L. (2002). Combined physiotherapy and education is efficacious for chronic low back pain. *The Australian Journal of Physiotherapy*. Advance online publication. Doi:10.1016/s0004-9514(14)60169-0
- Moussa, A. Z. B., Zouita, S. B. S. F., Salah, F. B., Behm, D. G., & Chaouachi, A. (2020). Isokinetic trunk strength, validity, reliability, normative data and relation to physical performance and low back pain: a review of the literature. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 15(1), 160-174.
- Narin, S., Bozan, Ö., Cankurtaran, F., ve Bakirhan, S. (2008). Kronik Bel Ağrılı Hastalarda Fizyoterapi Programının Fonksiyonel Kapasite Ve Yaşam Kalitesi Üzerine Etkisi,. *Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 22(3), Article 3.
- Nicholson, W. C., Kempf, M.-C., Moneyham, L., ve Vance, D. E. (2017). The potential role of vagus-nerve stimulation in the treatment of HIV-associated depression: A review of literature. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*. Advance online publication. Doi:10.2147/NDT.S136065
- O'Brien, E. M., Waxenberg, L. B., Atchison, J. W., Gremillion, H. A., Staud, R. M., McCrae, C. S., ve Robinson, M. E. (2011). Intraindividual variability in daily sleep and pain ratings among chronic pain patients: Bidirectional association and the

role of negative mood. *The Clinical Journal of Pain*. Advance online publication.
Doi:10.1097/AJP.0b013e318208c8e4

Oksuz, E. (2006). Prevalence, risk factors, and preference-based health states of low back pain in a Turkish population. *Spine*. Advance online publication.
Doi:10.1097/01.brs.0000247787.25382.3c

Ozdemir, F., Karaoglu, L., ve Ozfirat, O. (2013). The Lifetime and Point Prevalences of Neck, Upper Back and Low Back Pain of the People Living in the Central Malatya with the Influencing Factors. *Ağrı - The Journal of The Turkish Society of Algology*. Advance online publication. Doi:10.5505/agri.2013.96977

Özden, A. V. (2015). *Bazen Her Şey Sinirsel* (Vol. 1). Agate Yayınevi.

Özdinçler, A. R., ve Akıncı, B. (2020). Ultrason. A. R. Özdinçler, (Ed.), *Elektroterapi ve Fiziksel Modaliteler: Kanıtlar ve Olgular Eşliğinde* (ss. 157–168). İstanbul: İstanbul Tıp Kitapevi.

Pakpour, A. H., Yaghoubidoust, M., ve Campbell, P. (2018). Persistent and Developing Sleep Problems: A Prospective Cohort Study on the Relationship to Poor Outcome in Patients Attending a Pain Clinic with Chronic Low Back Pain. *Pain Practice: The Official Journal of World Institute of Pain*. Advance online publication.
Doi:10.1111/papr.12584

Pengel, L. H. M., Herbert, R. D., Maher, C. G., ve Refshauge, K. M. (2003). Acute low back pain: Systematic review of its prognosis. *BMJ (Clinical Research Ed.)*. Advance online publication. Doi:10.1136/bmj.327.7410.323

Polat, M. (2017). Bel Ağrısına Yaklaşım: Tanıdan Tedaviye. *Klinik Tıp Aile Hekimliği*, 9(6), Article 6.

Prometti, P., Olivares, A., Gaia, G., Bonometti, G., Comini, L., & Scalvini, S. (2016). Biodex Fall Risk Assessment in the Elderly With Ataxia: A New Age-Dependent Derived Index in Rehabilitation: An Observational Study. *Medicine*. Advance online publication. Doi:10.1097/MD.0000000000002977

Randich, A., & Gebhart, G. F. (1992). Vagal afferent modulation of nociception. *Brain Research. Brain Research Reviews*. Advance online publication. Doi:10.1016/0165-0173(92)90009-b

Rasmussen-Barr, E., Grooten, W. J. A., Hallqvist, J., Holm, L. W., ve Skillgate, E. (2017). Are job strain and sleep disturbances prognostic factors for low-back pain? A cohort study of a general population of working age in Sweden. *Journal of Rehabilitation Medicine*. Advance online publication. Doi:10.2340/16501977-2249

Redgrave, J., Day, D., Leung, H., Laud, P. J., Ali, A., Lindert, R., ve Majid, A. (2018). Safety and tolerability of Transcutaneous Vagus Nerve stimulation in humans; a systematic review. *Brain Stimulation*. Advance online publication. Doi:10.1016/j.brs.2018.08.010

Resende, L., Merriwether, E., Rampazo, É. P., Dailey, D., Embree, J., Deberg, J., Liebano, R. E., ve Sluka, K. A. (2018). Meta-analysis of transcutaneous electrical nerve

stimulation for relief of spinal pain. *European Journal of Pain (London, England)*.

Advance online publication. Doi:10.1002/ejp.1168

Roland, M., ve Fairbank, J. (2000). The Roland-Morris Disability Questionnaire and the Oswestry Disability Questionnaire. *Spine*. Advance online publication. Doi:10.1097/00007632-200012150-00006

Roy, S. H., De Luca, C. J., ve Casavant, D. A. (1989). Lumbar muscle fatigue and chronic lower back pain. *Spine*. Advance online publication. Doi:10.1097/00007632-198909000-00014

Rubinstein, S. M., Terwee, C. B., Assendelft, W. J. J., de Boer, M. R., ve van Tulder, M. W. (2013). Spinal manipulative therapy for acute low back pain: An update of the cochrane review. *Spine*. Advance online publication. Doi:10.1097/BRS.0b013e31827dd89d

Rubinstein, S. M., van Middelkoop, M., Assendelft, W. J. J., de Boer, M. R., ve van Tulder, M. W. (2011). Spinal manipulative therapy for chronic low-back pain: An update of a Cochrane review. *Spine*. Advance online publication. Doi:10.1097/BRS.0b013e3182197fe1

Şahin, N., Albayrak, I., Karahan, A., ve Uğurlu, H. (2011). *Effectiveness of physical therapy in patients with chronic low back pain*. Advance online publication. Doi:10.13140/2.1.1329.9841

Seminowicz, D. A., ve Moayed, M. (2017). The Dorsolateral Prefrontal Cortex in Acute and Chronic Pain. *The Journal of Pain*. Advance online publication. Doi:10.1016/j.jpain.2017.03.008

Şener, S., Güngör, N., ve Kahraman, N. (2017). LOMBER DİSK HERNİASYONUNDA KONSERVATİF TEDAVİ YÖNTEMLERİ. *Sağlık Bilimleri ve Yaşam Dergisi*, 2(2), Article 2.

Sharifnia, S. H., Haghdoust, A. A., Ghorbani, M., HAJI, H. F., Nazari, R., ve Saat, S. S. (2010). The relationship of low back pain with psychosocial factors and psychological stress in nurses in Amol Hospitals. *Scientific Information Database*.

Sherafat, S., Salavati, M., Ebrahimi Takamjani, I., Akhbari, B., Mohammadirad, S., Mazaheri, M., ve Negahban, H. (2013). Intrasession and intersession reliability of postural control in participants with and without nonspecific low back pain using the Biodex Balance System. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. Advance online publication. Doi:10.1016/j.jmpt.2012.12.005

Silberstein, S. D., Mechtler, L. L., Kudrow, D. B., Calhoun, A. H., McClure, C., Saper, J. R., Liebler, E. J., Rubenstein Engel, E., Tepper, S. J., ve ACT1 Study Group. (2016). Non-Invasive Vagus Nerve Stimulation for the ACute Treatment of Cluster Headache: Findings From the Randomized, Double-Blind, Sham-Controlled ACT1 Study. *Headache*, 56(8), 1317–1332.

Smeets, R. J. E. M., Vlaeyen, J. W. S., Hidding, A., Kester, A. D. M., van der Heijden, G. J. M. G., van Geel, A. C. M., ve Knottnerus, J. A. (2006). Active rehabilitation for

chronic low back pain: Cognitive-behavioral, physical, or both First direct post-treatment results from a randomized controlled trial [ISRCTN22714229]. *BMC Musculoskeletal Disorders*. Advance online publication. Doi:10.1186/1471-2474-7-5

Stavrakis, S., Humphrey, M. B., Scherlag, B. J., Hu, Y., Jackman, W. M., Nakagawa, H., Lockwood, D., Lazzara, R., ve Po, S. S. (2015). Low-level transcutaneous electrical vagus nerve stimulation suppresses atrial fibrillation. *Journal of the American College of Cardiology*, 65(9), 867–875.

Steele, J., Bruce-Low, S., ve Smith, D. (2014). A reappraisal of the deconditioning hypothesis in low back pain: Review of evidence from a triumvirate of research methods on specific lumbar extensor deconditioning. *Current Medical Research and Opinion*. Advance online publication. Doi:10.1185/03007995.2013.875465

Stefan, H., Kreiselmeier, G., Kerling, F., Kurzbuch, K., Rauch, C., Heers, M., ve Hopfengärtner, R. (2012). Transcutaneous vagus nerve stimulation (t-VNS) in pharmaco-resistant epilepsies: A proof of concept trial. *Epilepsia*. Advance online publication. Doi:10.1111/j.1528-1167.2012.03492.x

Suter, E., ve Lindsay, D. (2001). Back muscle fatigability is associated with knee extensor inhibition in subjects with low back pain. *Spine*. Advance online publication. Doi:10.1097/00007632-200108150-00013

- Tarakcı, E., ve Kısa, E. P. (2020). Transkutanöz Elektriksel Sinir Stimulasyon-TENS. A. R. Özdiñler (Ed.). *Elektroterapi ve Fiziksel Modaliteler: Kanıtlar ve Olgular Eşliğinde* (ss. 239–252). İstanbul: İstanbul Tıp Kitapevi.
- Tassorelli, C., Grazi, L., de Tommaso, M., Pierangeli, G., Martelletti, P., Rainero, I., ve PRESTO Study Group. (2018). Noninvasive vagus nerve stimulation as acute therapy for migraine: The randomized PRESTO study. *Neurology*. Advance online publication. Doi:10.1212/WNL.00000000000005857
- Topuz, O., Ozfidan, E., Ozgen, M., ve Ardic, F. (2004). Efficacy of transcutaneous electrical nerve stimulation and percutaneous neuromodulation therapy in chronic low back pain. *JOURNAL OF BACK AND MUSCULOSKELETAL REHABILITATION*. Advance online publication. Doi:10.3233/bmr-2004-173-407
- Torlak, S. (2022). *Non spesifik kronik boyun ağrısında auriküler vagus stimülasyonunun ağrı, özürlülük ve uyku üzerine etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Okan Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Tousignant, M., Poulin, L., Marchand, S., Viau, A., ve Place, C. (2005). The Modified-Modified Schober Test for range of motion assessment of lumbar flexion in patients with low back pain: A study of criterion validity, intra- and inter-rater reliability and minimum metrically detectable change. *Disability and Rehabilitation*. Advance online publication. Doi:10.1080/09638280400018411

- Deer, T., Jain, Sameer., Hunter, C., ve Chakravarthy, K. (2019). Neurostimulation for Intractable Chronic Pain. *Brain Sciences*. Advance online publication 10.3390/brainsci9020023
- Treede, R. D., Rief, W., Barke, A., Aziz, Q., Bennett, M. I., Benoliel, ... Wang, S.-J. (2015). A classification of chronic pain for ICD-11. *Pain*. Advance online publication. Doi:10.1097/j.pain.0000000000000160
- Tütüncü, R., ve Günay, H. (2011). Kronik ağrı, psikolojik etmenler ve depresyon. *Dicle Tıp Dergisi*. Advance online publication. Doi:10.5798/diclemedj.0921.2011.02.0028
- Ünal, S., Karagözoğlu Coşkun, D., Hatik, S. H., ve Özden, A. V. (2022). Short-term effectiveness of auricular vagus nerve stimulation in patients with myofascial pain syndrome. *The European Research Journal*. Advance online publication. Doi:10.18621/eurj.1005161
- Usichenko, T., Hacker, H., ve Lotze, M. (2017). Transcutaneous auricular vagal nerve stimulation (taVNS) might be a mechanism behind the analgesic effects of auricular acupuncture. *Brain Stimulation: Basic, Translational, and Clinical Research in Neuromodulation*. Advance online publication. Doi:10.1016/j.brs.2017.07.013
- Uyar, M., ve Köken, İ. (2017). Kronik ağrı nörofizyolojisi. *TOTBİD Dergisi*. Advance online publication. Doi:10.14292/totbid.dergisi.2017.12

- Uzunkulaoglu, A., Güneş Aytekin, M., Ay, S., ve Ergin, S. (2018). The effectiveness of Kinesio taping on pain and clinical features in chronic non-specific low back pain: A randomized controlled clinical trial. *Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*. Advance online publication. Doi:10.5606/tftrd.2018.1896
- Vadivelu, N., Urman, R. D., ve Hines, R. L. (2011). *Essentials of Pain Management*. Advance online publication. Doi:10.1007/978-0-387-87579-8
- Van de Water, A. T. M., Eadie, J., & Hurley, D. A. (2011). Investigation of sleep disturbance in chronic low back pain: An age- and gender-matched case-control study over a 7-night period. *Manual Therapy*. Advance online publication. Doi:10.1016/j.math.2011.05.00
- Van der Hulst, M., Vollenbroek-Hutten, M. M., Schreurs, K. M., Rietman, J. S., ve Hermens, H. J. (2010). Relationships between coping strategies and lumbar muscle activity in subjects with chronic low back pain. *European Journal of Pain*. Advance online publication. Doi:10.1016/j.ejpain.2009.10.011
- Van Middelkoop, M., Rubinstein, S. M., Kuijpers, T., Verhagen, A. P., Ostelo, R., Koes, B. W., ve van Tulder, M. W. (2011). A systematic review on the effectiveness of physical and rehabilitation interventions for chronic non-specific low back pain. *European Spine Journal: Official Publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*. Advance online publication. Doi:10.1007/s00586-010-1518-3

- Vázquez-Delgado, E., Cascos-Romero, J., ve Gay-Escoda, C. (2009). Myofascial pain syndrome associated with trigger points: A literature review. (I): Epidemiology, clinical treatment and etiopathogeny. *Medicina Oral, Patologia Oral Y Cirugia Bucal*. Advance online publication. Doi:10.4317/medoral.14.e494
- Verlinden, T. J. M., Rijkers, K., Hoogland, G., ve Herrler, A. (2016). Morphology of the human cervical vagus nerve: Implications for vagus nerve stimulation treatment. *Acta Neurologica Scandinavica*, 133(3), 173–182.
- Verma, N., Mudge, J. D., Kasole, M., Chen, R. C., Blanz, S. L., Trevathan, J. K., Lovett, E. G., Williams, J. C., & Ludwig, K. A. (2021). Auricular Vagus Neuromodulation—A Systematic Review on Quality of Evidence and Clinical Effects. *Frontiers in Neuroscience*, 15.
- Vos, T., Flaxman, A. D., Naghavi, M., Lozano, R., Michaud, C., Ezzati, M., ... Murray, C. J. (2012). Years lived with disability (YLDs) for 1160 sequelae of 289 diseases and injuries 1990–2010: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *The Lancet*. Advance online publication. Doi:10.1016/S0140-6736(12)61729-2
- Walsh, N. E., Santa Maria, D., & Eckmann, M. (2014). Treatment of the Patient with Chronic Pain. *Delisa's Physical Medicine and Rehabilitation*, 1, 1273–1318).

- Webster, B. S., ve Snook, S. H. (1994). The cost of 1989 workers' compensation low back pain claims. *Spine*. Advance online publication. Doi:10.1097/00007632-199405001-00001
- Wu, L.-C., Weng, P.-W., Chen, C.-H., Huang, Y.-Y., Tsuang, Y.-H., ve Chiang, C.-J. (2018). Literature Review and Meta-Analysis of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation in Treating Chronic Back Pain. *Regional Anesthesia and Pain Medicine*. Advance online publication. Doi:10.1097/AAP.0000000000000740
- Yağci, Ü., ve Saygin, M. (2019). AĞRI FİZYOLOGİSİ. *SDÜ Tıp Fakültesi Dergisi*. Advance online publication. Doi:10.17343/sdutfd.444237
- Yakşı, E., Ketenci, A., Baslo, M. B., ve Orhan, E. K. (2021). Does transcutaneous electrical nerve stimulation affect pain, neuropathic pain, and sympathetic skin responses in the treatment of chronic low back pain? A randomized, placebo-controlled study. *The Korean Journal of Pain*. Advance online publication. Doi:10.3344/kjp.2021.34.2.217
- Yakut, E., Düger, T., Oksüz, C., Yörükan, S., Ureten, K., Turan, D., ... Güler, C. (2004). Validation of the Turkish version of the Oswestry Disability Index for patients with low back pain. *Spine*. Advance online publication. Doi:10.1097/01.brs.0000113869.13209.03
- Yaraşır, E., Pirinçci, E., ve Deveci, S. E. (2018). Bel Ağrısında Tamamlayıcı ve Alternatif Tedavi. *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*. Advance online publication. Doi:10.17827/aktd.342583

Yeater, T. D., Clark, D. J., Hoyos, L., Valdes-Hernandez, P. A., Peraza, J. A., Allen, K. D., & Cruz-Almeida, Y. (2021). Chronic Pain is Associated With Reduced Sympathetic Nervous System Reactivity During Simple and Complex Walking Tasks: Potential Cerebral Mechanisms. *Chronic Stress (Thousand Oaks, Calif.)*. Advance online publication. Doi:10.1177/24705470211030273

Yılmaz, A., Altuğ, F., ve Coşkun, E. (2012). Kronik Bel Ağrısı Olan Hastalarda Ağrı, Özürlülük Durumu ve Psikolojik Faktörlerin İncelenmesi. *Türkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences*. Advance online publication. Doi:10.5336/medsci.2011-26406

Yıldırım, M. (2020). Isı Modaliteleri. A. R. Özdiñler (Ed.). *Elektroterapi ve Fiziksel Modaliteler: Kanıtlar ve Olgular Eşliğinde* (ss. 67–87). İstanbul: İstanbul Tıp Kitabevi.

Yılmaz, S. (2019). Kronik Bel Ağrısında ve Özürlü ile İlişkili Fiziksel Parametrelerin İncelenmesi Çimen, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Programı Doktora Tezi, Ankara.

Yılmaz, Ö., Eroğlu, P. K., Yurdakul, F. G., Çimen, Y. G., Eser, F., Alhan, A., ve Bodur, H. (2015). Comparing Physical Therapy Accompanying Exercise with Only Exercise Treatments in Patients with Chronic Mechanical Low Back Pain. *Türk Osteoporoz Dergisi*. Advance online publication. Doi:10.4274/tod.93064

Yuan, H., ve Silberstein, S. D. (2016). Vagus Nerve and Vagus Nerve Stimulation, a Comprehensive Review: Part II. *Headache*. Advance online publication. Doi:10.1111/head.12650

Yurdakul, O. V., Beydoğan, E., ve Yılmaz Yalçınkaya, E. (2019). Effects of physical therapy agents on pain, disability, quality of life, and lumbar paravertebral muscle stiffness via elastography in patients with chronic low back pain. *Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*. Advance online publication. Doi:10.5606/tftrd.2019.2373

Zeiler, F. A., Zeiler, K. J., Teitelbaum, J., Gillman, L. M., ve West, M. (2015). VNS for refractory status epilepticus. *Epilepsy Research*. Advance online publication. Doi:10.1016/j.eplepsyres.2015.02.014

