

T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ATAKSİK MULTİPL SKLEROZ HASTALARINDA SPİNAL
STABİLİZASYON EĞİTİMİ İLE BİRLİKTE FARKLI
BÖLGELERE UYGULANAN LOKAL VİBRASYONUN
POSTÜRAL KONTROL ÜZERİNE ETKİLERİNİN
İNCELENMESİ

Uzm. Fzt. Güngör Beyza ÖZVAR ŞENÖZ

Nöroloji Fizyoterapistliği Programı
DOKTORA TEZİ

ANKARA

2024

T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ATAKSİK MULTİPL SKLEROZ HASTALARINDA SPİNAL
STABİLİZASYON EĞİTİMİ İLE BİRLİKTE FARKLI
BÖLGELERE UYGULANAN LOKAL VİBRASYONUN
POSTÜRAL KONTROL ÜZERİNE ETKİLERİNİN
İNCELENMESİ

Uzm. Fzt. Güngör Beyza ÖZVAR ŞENÖZ

Nöroloji Fizyoterapistliği Programı
DOKTORA TEZİ

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Muhammed KILINÇ

ANKARA

2024

**Ataksik Multipl Skleroz Hastalarında Spinal Stabilizasyon Eğitimi ile Birlikte Farklı
Bölgelere Uygulanan Lokal Vibrasyonun Postüral Kontrol Üzerine Etkilerinin
İncelenmesi**

Güngör Beyza ÖZVAR ŞENÖZ

Danışman: Prof. Dr. Muhammed KILINÇ

Bu tez çalışması 14.02.2024 tarihinde jürimiz tarafından "Nöroloji Fizyoterapistliği Programı" nda doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:

*Prof. Dr. Öznur YILMAZ
(Hacettepe Üniversitesi)*

Üye:

*Prof. Dr. Sibel AKSU YILDIRIM
(Hacettepe Üniversitesi)*

Üye:

*Prof. Dr. Bülent ELBASAN
(Gazi Üniversitesi)*

Üye:

*Prof. Dr. Zeliha Özlem YÜRÜK
(Başkent Üniversitesi)*

Üye:

*Doç. Dr. Ender AYVAT
(Hacettepe Üniversitesi)*

Bu tez, Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun bulunmuştur.

20 Şubat 2024

Prof. Dr. Müge YEMİŞÇİ ÖZKAN

Enstitü Müdürü

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan **“Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”** kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- Enstitü / Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. ⁽¹⁾
- ✗ Enstitü / Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 6 ay ertelenmiştir. ⁽²⁾
- Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. ⁽³⁾

14 /02/2024

Güngör Beyza ÖZVAR ŞENÖZ

i

ⁱ“Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”

- (1) Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve **enstitü anabilim dalının** uygun görüşü üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulu** iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.
- (2) Madde 6. 2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internette paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve **enstitü anabilim dalının** uygun görüşü üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulunun** gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.
- (3) Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, **tezin yapıldığı kurum** tarafından verilir *. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, **ilgili kurum ve kuruluşun önerisi** ile **enstitü** veya **fakültenin** uygun görüşü üzerine **üniversite yönetim kurulu** tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.
Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir

* Tez danışmanının önerisi ve **enstitü anabilim dalının** uygun görüşü üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulu** tarafından karar verilir.

ETİK BEYAN

Bu çalışmadaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu, Prof. Dr. Muhammed KILINÇ danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Yönergesine göre yazıldığını beyan ederim.

Uzm. Fzt. Güngör Beyza ÖZVAR ŞENÖZ

TEŞEKKÜR

Tezimin planlanmasında, yürütülmesinde ve yazım aşamasında akademik bilgi ve deneyimleriyle büyük katkılar sağlayan, akademik hayatımdaki en büyük şansım olan, desteğini her daim hissettiğim ve örnek aldığım tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Muhammed KILINÇ’a,

Tezimin planlanması ve yürütülmesi sürecindeki katkılarıyla çalışmamı olgunlaştıran saygıdeğer hocalarım Prof. Dr. Sibel AKSU YILDIRIM ve Prof. Dr. Bülent ELBASAN’a,

Tezimin yürütülmesinde gerekli cihazları kullanabilmem için bana imkân sağlayan değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Özlem ÜLGER ve Dr. Tuncay BATUK’a,

Lisansüstü eğitime adım attığım ilk günden doktora tez sürecimin sonuna kadar her aşamada sabrı, samimiyeti ve bilgisiyle bana destek olan değerli hocam Sayın Doç. Dr. Ender AYVAT’a,

Tez çalışmamın yürütülmesinde klinikte yardımcı olan, desteğini esirgemeyen değerli hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Fatma AYVAT’a,

Tezimin yürütülmesinde benimle birlikte çalışan, her aşamada bilgisini ve desteğini esirgemeyen, bu süreci samimiyeti ve güler yüzü ile güzelleştiren değerli hocam Sayın Uzm. Fzt. Özge ONURSAL KILINÇ’a,

Tez çalışmam süresince desteğini ve sevgisini her zaman hissettiğim, en büyük destekçim olan ve bu süreçte sayısız fedakârlıkta bulunan değerli eşim Emrecaan ŞENÖZ’e,

Hayatımın her aşamasında sevgisini, sabrını ve desteğini esirgemeyen bugünlere gelmemi sağlayan, tüm başarılarımın mimarı olan, hayattaki en büyük şansım canım aileme,

Doktora sürecim boyunca TÜBİTAK BİDEB 2211-A Genel Yurt İçi Doktora Burs Programı kapsamında burs aldığım Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, Bilim İnsanı Destekleme Daire Başkanlığı’na en içten teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Şenöz, GBÖ. Ataksik Multipl Skleroz Hastalarında Spinal Stabilizasyon Eğitimi ile Birlikte Farklı Bölgelere Uygulanan Lokal Vibrasyonun Postüral Kontrol Üzerine Etkilerinin İncelenmesi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Nöroloji Fizyoterapistliği Programı Doktora Tezi, Ankara, 2024. Bu çalışma, ataksik Multipl Skleroz hastalarında spinal stabilizasyon eğitimine ek olarak gastrosoleus kas kompleksine ve servikal-lumbal paraspinal kaslara uygulanan lokal vibrasyonun (LV) postüral kontrol üzerindeki etkilerini karşılaştırmalı olarak incelemek amacıyla tek kör, randomize kontrollü olarak planlandı. Çalışmaya dâhil edilen 36 hasta randomize olarak Gastrosoleus LV, Paraspinal LV ve Egzersiz Grubu olmak üzere üç gruba dağıtıldı. Her grup 8 hafta boyunca, haftada 3 gün tedaviye alındı ve bir tedavi seansı 60 dk sürdü. Egzersiz grubuna spinal stabilizasyon eğitimi verildi. Gastrosoleus LV grubuna, spinal stabilizasyon eğitimine ek olarak sağ ve sol gastrosoleus kas kompleksine 5'er dk LV uygulandı. Paraspinal LV grubuna ise spinal stabilizasyon eğitimine ek olarak servikal ve lumbal paraspinal kaslara 5'er dk LV uygulandı. LV, her iki gruba da 80 Hz frekans ve 1 mm amplitüde uygulandı. Gövde kontrolü, ataksi şiddeti, performans dayalı denge, kor endurans, stabilite limitleri-postüral salınımlar ve yürüyüşün zaman-mesafe karakteristikleri değerlendirildi. Her gruptan ikişer kişi farklı nedenlerle çalışma dışı bırakıldı ve çalışmayı 30 hasta tamamladı. Gruplardaki hastaların vücut kitle indeksi, hastalık durasyonu, son atak tarihi ve klinik tipleri benzerdi ($p>0,05$). Paraspinal LV grubunun yaş ortalamaları ve EDSS skorları Egzersiz grubuna göre düşüktü ($p<0,05$). Çalışmanın sonucunda tüm gruplarda gövde kontrolü, ataksi şiddeti, performans dayalı denge ve kor endurans parametrelerinin geliştiği görüldü ($p<0,05$). Grupların, stabilite limitlerini farklı yönlerden geliştirdiği görüldü. Gastrosoleus LV grubunun kompozit reaksiyon zamanı, hareket hızı, son nokta ekskürsyonu ve maksimum ekskürsyon parametrelerini; Paraspinal LV grubunun kompozit son nokta ekskürsyonu ve maksimum ekskürsyon parametrelerini; Egzersiz grubunun ise kompozit hareket hızı, yön kontrolü, son nokta ekskürsyonu ve maksimum ekskürsyon parametrelerini geliştirdiği bulundu ($p<0,05$). LV gruplarının yürüyüş değişkenliğini, Egzersiz grubunun ise yürüyüş hızı ve duruş fazını geliştirmede etkili olduğu görüldü ($p<0,05$). Çalışmamızın sonuçları, spinal stabilizasyon eğitiminin ve spinal stabilizasyon eğitimine ek olarak uygulanan LV'nin postüral kontrol üzerinde olumlu etkileri olduğunu göstermiştir. Detaylı incelemelerde gastrosoleus kas kompleksine uygulanan LV'nin daha çok dinamik denge ve yürüyüş parametrelerinde etkili olduğu, paraspinal kaslara uygulanan LV'nin ise daha çok statik denge, koordinasyon ve endurans parametrelerinde etkili olduğu bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Multipl Skleroz, ataksi, spinal stabilizasyon, lokal vibrasyon, postüral kontrol

ABSTRACT

Şenöz, GBÖ. Investigation of the Effects of Local Vibration Applied to Different Regions with Spinal Stabilization Training on Postural Control in patients with Ataxic Multiple Sclerosis, Hacettepe University Graduate School Health Sciences Neurology Physiotherapy Programme Doctor of Philosophy Thesis, Ankara, 2024. This study was planned as a single-blind, randomized controlled trial to comparatively investigate the effects of local vibration (LV) applied to the gastrosoleus muscle complex and cervical-lumbar paraspinal muscles on postural control in addition to spinal stabilization training in ataxic Multiple Sclerosis patients. The 36 patients included in the study were randomly assigned to three groups: Gastrosoleus LV, Paraspinal LV and Exercise Group. Each group was treated 3 days a week for 8 weeks and one treatment session lasted 60 minutes. The exercise group received spinal stabilization training. In the gastrosoleus LV group, LV was applied to the right and left gastrosoleus muscle complex for 5 min each in addition to spinal stabilization training. In the paraspinal LV group, LV was applied to the cervical paraspinal muscles for 5 min and to the lumbar paraspinal muscles for 5 min in addition to spinal stabilization training. LV was applied with a frequency of 80 Hz and an amplitude of 1 mm in both groups. The trunk control, the severity of ataxia, the performance-based balance, the core endurance, limits of stability and postural sways and temporo-spatial parameters of gait were assessed. Two patients from each group were excluded for different reasons and 30 patients completed the study. Body mass index, disease duration, date of last attack and clinical types of the patients in the groups were similar ($p>0.05$). Age and EDSS scores of the Paraspinal LV group were lower than the Exercise group ($p<0.05$). As a result of the study, trunk control, severity of ataxia performance-based balance and core endurance parameters improved in all groups ($p<0.05$). It was observed that all groups improved the limits of stability in different directions. The Gastrosoleus LV group improved composite reaction time, movement velocity, endpoint excursion, and maximum excursion parameters; the Paraspinal LV group improved composite end point excursion and maximum excursion parameters; the Exercise group improved composite movement velocity, direction control, endpoint excursion, and maximum excursion parameters ($p<0.05$). LV groups were effective in improving gait variability, and the Exercise group was effective in improving gait velocity and stance phase ($p<0.05$). The results of our study showed that spinal stabilization training and LV in addition to spinal stabilization training had positive effects on postural control. In detailed investigations, it was found that LV applied to the gastrosoleus muscle complex was more effective in dynamic balance and gait parameters, while LV applied to the paraspinal muscles was more effective in static balance, coordination, and endurance parameters.

Keywords: Multiple Sclerosis, ataxia, spinal stabilization, local vibration, postural control

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
ETİK BEYAN	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
ŞEKİLLER	xiii
TABLolar	xiv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Postüral Kontrol	4
2.1.1. Postüral Kontrolün Santral Organizasyonu ve Serebellumun Rolü	6
2.2. Ataksi	9
2.3. Multipl Skleroz	11
2.3.1. Etiyoloji	11
2.3.2. Patogenez	11
2.3.3. Klinik Tipler	12
2.3.4. Multipl Skleroz’da Görülen Semptomlar	16
2.4. MS’de Fizyoterapi ve Rehabilitasyon	23
2.4.1. Değerlendirme	23
2.4.2. Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Yöntemleri	26
3. BİREYLER VE YÖNTEM	35
3.1. Bireyler	35
3.2. Yöntem	36
3.3. Değerlendirmeler	37
3.3.1. Fiziksel Özellikler ve Hikâye	37
3.3.2. Genişletilmiş Özürlülük Durum Ölçeği (EDSS)	37

3.3.3. Ataksi Şiddetinin Değerlendirilmesi	38
3.3.4. Performansa Dayalı Dengenin Değerlendirilmesi	38
3.3.5. Gövde Kontrolünün Değerlendirilmesi	38
3.3.6. Lumbopelvik/Kor Enduransın Değerlendirilmesi	39
3.3.7. Stabilite Limitleri ve Postüral Salınımların Değerlendirilmesi	41
3.3.8. Yürüyüşün Zaman-Mesafe Karakteristiklerinin Değerlendirilmesi	45
3.4. Tedavi Programları	47
3.4.1. Spinal Stabilizasyon Eğitimi	47
3.4.2. Gastrosoleus Kas Kompleksine Lokal Vibrasyon Uygulaması	56
3.4.3. Paraspinal Kaslara Lokal Vibrasyon Uygulaması	57
3.5. İstatistiksel Analiz	58
4. BULGULAR	59
4.1. Tanımlayıcı Bulgular	59
4.2. Klinik Bulgular	60
4.2.1. Gövde Kontrolü	60
4.2.2. Ataksi Şiddeti	63
4.2.3. Lumbopelvik/Kor Endurans	65
4.2.4. Denge	67
4.2.5. Yürüyüş	85
5. TARTIŞMA	88
5.1. Gövde ile İlgili Bulguların Tartışılması	90
5.2. Ataksi ile İlgili Bulguların Tartışılması	92
5.3. Lumbopelvik/Kor Endurans ile İlgili Bulguların Tartışılması	93
5.4. Denge ile İlgili Bulguların Tartışılması	95
5.5. Yürüyüş ile İlgili Bulguların Tartışılması	99
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	105
7. KAYNAKLAR	108
8. EKLER	
EK 1. Tez Çalışması ile İlgili Etik Kurul İzni	
EK 2. Tez Çalışması Orijinallik Raporu ve Dijital Makbuz	
9. ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER VE KISALTMALAR

$\bar{X}$	: Aritmetik Ortalama
a	: Gastrosoleus Vibrasyon Grubu ve Paraspinal Vibrasyon Grubu Arası Anlamlı Farklılık
b	: Gastrosoleus Vibrasyon Grubu ve Egzersiz Grubu Arası Anlamlı Farklılık
BDÖ	: Berg Denge Ölçeği
BMS	: Benign Multipl Skleroz
c	: Paraspinal Vibrasyon Grubu ve Egzersiz Grubu Arası Anlamlı Farklılık
cm	: Santimetre
CSP	: Kortikal Sessiz Periyod
CV	: Varyasyon Katsayısı
dk	: Dakika
DKUDET	: Dengenin Kliniğe Uyarlanmış Duyusal Etkileşim Testi
EDSS	: Genişletilmiş Özürlülük Durum Ölçeği
F	: Tek Yönlü Varyans Analizi
FS	: Fonksiyonel Sistem
GBÖ	: Gövde Bozukluk Ölçeği
GMSH	: Gravite Merkezi Salınım Hızı
HH	: Hareket Hızı
Hz	: Hertz
ICF	: İşlevsellik, Yeti Yitimi ve Sağlığın Uluslararası Sınıflandırılması
IN	: İnternöronlar
IQR	: 25-75. Yüzdelikler
kg	: Kilogram
KİS	: Klinik İzole Sendrom
kk	: Ki-Kare testi
km/h	: kilometre/saat
kw	: Kruskal Wallis Varyans Analizi
LV	: Lokal Vibrasyon
m/s	: metre/saniye

M1	: Primer Motor Korteks
MAS	: Modifiye Ashworth Skalası
ME	: Maksimum Ekskürsiyon
Med	: Ortanca
MEP	: Motor Uyarılmış Potansiyel
MHC	: Major Doku Uygunluk Kompleksi
mm	: Milimetre
ms	: Milisaniye
MS	: Multipl Skleroz
p	: İstatistiksel Yanılma Payı
PPMS	: Primer Progresif Multipl Skleroz
RİS	: Radyolojik İzole Sendrom
RPMS	: Relapsing Progresif Multipl Skleroz
RRMS	: Relapsing Remitting Multipl Skleroz
RZ	: Reaksiyon Zamanı
S.S	: Standart Sapma
S1	: Sensorimotor Korteks
SL	: Stabilite Limitleri
SLT	: Stabilite Limitleri Testi
SMA	: Suplemer Motor Alan
SNE	: Son Nokta Ekskürsiyonu
SPMS	: Sekonder Progresif Multipl Skleroz
t	: Bağımlı Gruplarda t Testi
TVR	: Tonik Vibrasyon Refleksi
UAAOÖ	: Uluslararası Ataksi Oranlama Ölçeği
USD	: Uzun Süreli Depresyon
USP	: Uzun Süreli Potansiyalizasyon
VIB	: Lokal Vibrasyon Cihazı
VKİ	: Vücut Kitle İndeksi
VOR	: Vestibulo-Oküler Refleks
YK	: Yön Kontrolü
z	: Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi

ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
2.1. Postüral kontrolün kaynakları	4
2.2. Postüral kontrolün santral organizasyonu	7
2.3. Relapsing Remitting Multipl Skleroz (RRMS) 'un seyri	14
2.4. Sekonder Progresif Multipl Skleroz (SPMS) 'un seyri	15
2.5. Primer Progresif Multipl Skleroz (PPMS) 'un seyri	15
2.6. Güncel progresif MS fenotip sınıflandırması	16
2.7. BESTest (A) ve Fizyolojik Denge Profili (B) parametreleri	25
2.8. Spinal stabilizasyonun alt sistemleri	26
2.9. Spinal stabilizasyon modeli	27
2.10. Lokal vibrasyonun duyuşal sistem üzerindeki etkileri ve oluşun sinaptik değışiklikler	31
2.11. Lokal vibrasyon ile oluşun adaptasyonlar	32
3.1. Çalışmanın akış şeması	36
3.2. Plank endurans testi	39
3.3. Lateral köprü testi	40
3.4. Sorensen testi	40
3.5. Gövde fleksörleri testi	41
3.6. Stabilite limitleri testi	43
3.7. Stabilite limitleri testi sonuç ekranı	43
3.8. Dengenin Kliniğe Uyarlanmış Duyuşal Etkileşim Testi	44
3.9. Dengenin Kliniğe Uyarlanmış Duyuşal Etkileşim Testi sonuç ekranı	45
3.10. OptoGait sistemi ile yürüyüş analizi	46
3.11. Spinal stabilizasyon eğitiminden örnek egzersizler	48
3.12. Gastrosoleus kas kompleksine LV uygulaması	56
3.13. Paraspinal kaslara LV uygulaması	57

TABLOLAR

Tablo	Sayfa
2.1. Serebellar lezyon semptomları	8
4.1. Bireylerin demografik özellikleri	58
4.2. Bireylerin hastalığa ilişkin tanımlayıcı özellikleri	59
4.3. Grupların gövde kontrolüne ait tedavi öncesi-sonrası değerlendirmelerinin karşılaştırılması	61
4.4. Grupların ataksi şiddetine ait tedavi öncesi-sonrası değerlendirmelerinin karşılaştırılması	63
4.5. Grupların kor endurans testlerine ait tedavi öncesi-sonrası değerlendirmelerinin karşılaştırılması	65
4.6. Grupların Berg Denge Ölçeği skorlarına ait tedavi öncesi-sonrası değerlendirmelerinin karşılaştırılması	66
4.7. Grupların reaksiyon zamanı skorlarına ait tedavi öncesi-sonrası değerlendirmelerinin karşılaştırılması	68
4.8. Grupların hareket hızı skorlarına ait tedavi öncesi-sonrası değerlendirmelerinin karşılaştırılması	71
4.9. Grupların yön kontrolü skorlarına ait tedavi öncesi-sonrası değerlendirmelerinin karşılaştırılması	74
4.10. Grupların son nokta ekskürsiyonu skorlarına ait tedavi öncesi-sonrası değerlendirmelerinin karşılaştırılması	77
4.11. Grupların maksimum ekskürsiyon skorlarına ait tedavi öncesi-sonrası değerlendirmelerinin karşılaştırılması	80
4.12. Grupların salınım hızı skorlarına ait tedavi öncesi-sonrası değerlendirmelerinin karşılaştırılması	83
4.13. Grupların yürüyüş parametrelerine ait tedavi öncesi-sonrası değerlendirmelerinin karşılaştırılması	85

1. GİRİŞ

Multipl Skleroz (MS), demyelinizasyon, kronik inflamasyon, nöron-oligodendrosit kaybı ve reaktif astroglizis ile karakterize santral sinir sistemini etkileyen immün aracılı kompleks bir nörodejeneratif hastalıktır (1). Santral sinir sisteminde oluşan demyelinizan plaklar kuvvet kaybı, duyu bozukluklar, ağrı, spastisite, yürüyüş bozuklukları, yorgunluk, sıcaklık intoleransı, kognitif disfonksiyonlar ve üriner sistem problemleri gibi geniş bir spektrumda çeşitli semptomlara neden olmaktadır.

Postüral kontrol yetersizliği ile karakterize ataksi, hastaların %80'inde görülmekte ve günlük yaşam aktivitelerini etkileyen, kişilerin bağımsızlığını çeşitli derecelerde kısıtlayan hastalığın en önemli semptomu olarak karşımıza çıkmaktadır (2, 3). Özellikle hafif-orta şiddetli atakside fizyoterapi önemli bir tedavi seçeneğidir. Ataksi rehabilitasyonunda, duyu stratejilerin fasilasyonu, proksimal kasların kuvvetinin artırılması ve postüral stabilitenin geliştirilmesi oldukça önemlidir (4).

Spinal stabilizasyon eğitimi; stabilizatör kasların aktivasyonunu ve zamanlamasını optimal hale getirmeyi amaçlayan motor öğrenme prensiplerinin kullanıldığı bir motor kontrol yaklaşımıdır (5). Spinal stabilizasyon egzersizlerinin primer şikayeti postüral kontrol yetersizliği olan ataksik MS hastaları için etkili bir yaklaşım olduğu kısıtlı sayıda çalışma ile gösterilmiştir (6, 7).

Lokal vibrasyon (LV), mekanik portatif bir cihaz ile spesifik bir kasa veya tendonuna vibrasyon stimulusunun uygulandığı bir tekniktir. Nörolojik rehabilitasyonda; spastisiteyi azaltmak, kas kontraksiyonunu arttırmak, sensorimotor organizasyonu düzenlemek, postüral kontrol ve yürüyüşü geliştirmek amaçlarıyla kullanılmaktadır (8). LV'nin postüral kontrol üzerindeki etkisinin somatosensöriyel yapıların uyarılmasıyla ortaya çıktığı, özellikle kas içiğinin uyarılarak grup Ia afferentlerinin deşarjını arttırdığı ve tonik vibrasyon refleksini aktive ederek postüral kontrolü geliştirdiği belirtilmektedir (9).

Literatürde MS hastalarında LV uygulamasının postüral kontrolü geliştirmek amacıyla kullanıldığı çok az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda da piramidal bulguları baskın olan hastalara odaklanılmış ve triseps surae, kuadriseps, gluteus medius ve paraspinal kaslara uygulanan LV'nin ve spastisiteyi azalttığı, statik-dinamik denge ve yürüyüş parametrelerini geliştirdiği belirtilmiştir (10-12). Bu

alışmalar dikkatli incelendiğinde; tedavi süresinin kısıtlı olması, egzersiz uygulanmadan birkaç seans sadece LV'nin uygulanması, vibrasyonun hasta tarafından evde yapılması ve hasta sayısının çok az olması gibi metodolojik limitasyonlar dikkat çekmektedir.

Konu ile ilişkili çalışmalar incelendiğinde MS hastalarında çeşitli bögelere uygulanan LV'nin postüral kontrolü geliştirmede etkili olabileceği gösterilmekle birlikte, hangi bölgeye uygulanan LV'nin daha etkili olduğu konusunda bir fikir birliği bulunmamaktadır.

Literatürde gastrosoleus kas kompleksi ve servikal-lumbal paraspinal kasların postüral kontroldeki önemi vurgulanmaktadır. Gastroknemiusun pertürbasyondan sonra aktive olan ilk kas olduğu ve soleus aktivasyonunun ise ayakta stabil bir duruş için şart olduğu belirtilmektedir (13, 14). Ayrıca servikal bölgenin yoğun reseptör içerdiği ve paraspinal kasların tonik aktivitesinin postüral kontrolün sağlanması için kritik olduğu da ifade edilmektedir (15, 16). Bu kasların postüral kontroldeki rolü ve LV'nin postüral kontrol üzerindeki etki mekanizması düşnldĞnde, primer problemlerinin postüral kontrol yetersizliği olduğu bilinen ataksik MS hastalarında, postüral kontrolü geliştirmeye yönelik yapılan LV'nin uygulama bölgesi önem taşımaktadır.

Çalışmamızın primer amacı, ataksik MS hastalarında spinal stabilizasyon eğitimine ek olarak gastrosoleus kas kompleksine ve servikal-lumbal paraspinal kaslara uygulanan LV'nin postüral kontrol üzerindeki etkilerini karşılaştırmalı olarak incelemektir.

Çalışmamızın hipotezleri:

H1: Ataksik MS hastalarında spinal stabilizasyon egzersizlerinin postüral kontrol üzerinde etkisi vardır.

H2: Ataksik MS hastalarında spinal stabilizasyon egzersizlerine ek olarak servikal ve lumbal paraspinal kaslara uygulanan lokal vibrasyonun postüral kontrol üzerinde etkisi vardır.

H3: Ataksik MS hastalarında spinal stabilizasyon egzersizlerine ek olarak gastrosoleus kompleksine uygulanan lokal vibrasyonun postüral kontrol üzerinde etkisi vardır.

H4: Ataksik MS hastalarında spinal stabilizasyon egzersizlerinin yürüyüşün zaman-mesafe karakteristikleri üzerinde etkisi vardır.

H5: Ataksik MS hastalarında spinal stabilizasyon egzersizlerine ek olarak servikal ve lumbal paraspinal kaslara uygulanan lokal vibrasyonun yürüyüşün zaman-mesafe karakteristikleri üzerinde etkisi vardır.

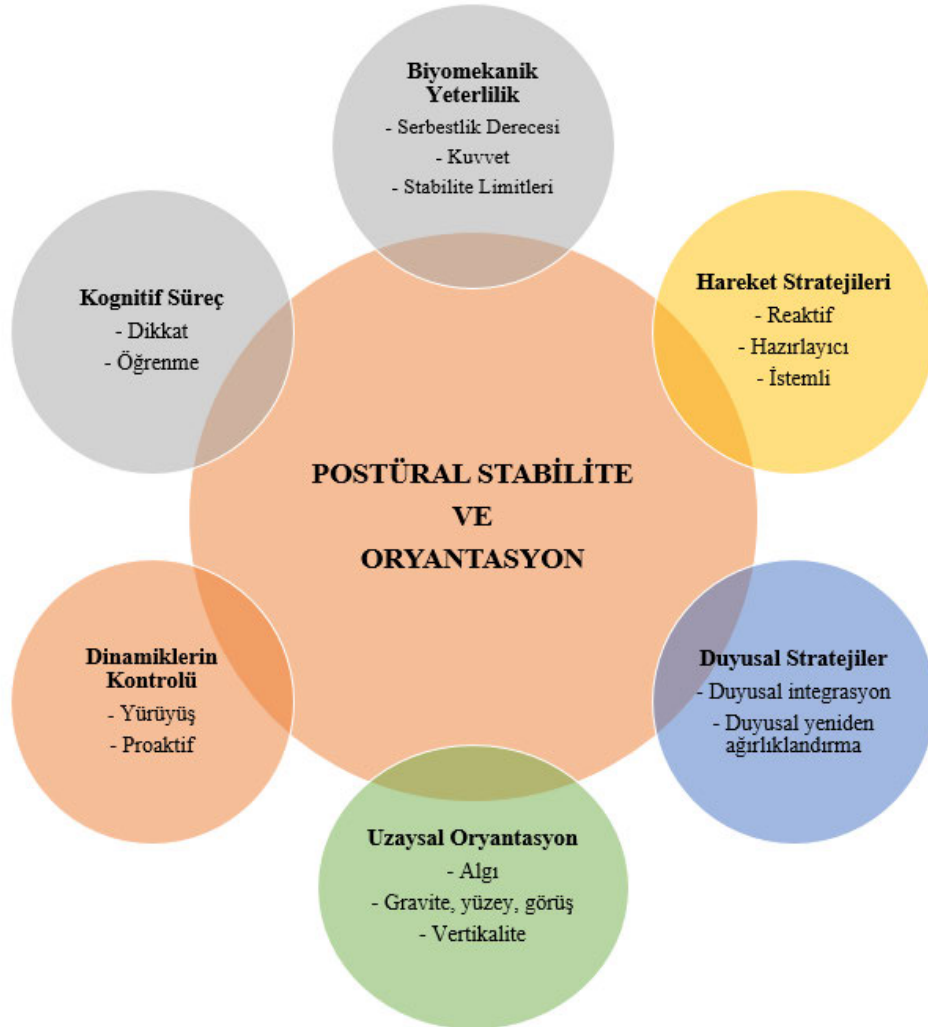
H6: Ataksik MS hastalarında spinal stabilizasyon egzersizlerine ek olarak gastrosoleus kompleksine uygulanan lokal vibrasyonun yürüyüşün zaman-mesafe karakteristikleri üzerinde etkisi vardır.

H7: Ataksik MS hastalarında spinal stabilizasyon egzersizlerine ek olarak paraspinal ve gastrosoleus kaslarına uygulanan lokal vibrasyonun postüral kontrol ve yürüyüşün zaman-mesafe karakteristikleri üzerine olan etkileri farklıdır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Postüral Kontrol

Vücudun uzayda kontrol edilmesi olarak tanımlanan postüral kontrol, çoklu sensorimotor süreçlerin etkileşiminden türetilen kompleks bir motor beceridir (17). Postüral oryantasyon ve postüral stabilitenin birleşiminden oluşmaktadır. Destek yüzeyi, görsel çevre, gravite ve internal referanslara göre vücut diziliminin ve tonusun aktif kontrolünü içeren **postüral oryantasyon**, vücut segmentlerinin birbirleriyle ve çevreyle olan ilişkisini sürdürebilmesidir. **Postüral stabilite** ise, denge olarak da bilinmekte olup internal ve eksternal pertürbasyonlar sırasında ağırlık merkezini destek yüzeyi içerisinde tutabilme becerisidir (18). Postüral kontrol için gerekli olan 6 kaynağın özeti Şekil 2.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Postüral kontrolün kaynakları (18).

Bu kaynakların bir veya birkaçındaki bozukluk/yetersizlik postüral instabiliteye neden olmaktadır.

Biyomekanik Yeterlilik

Postüral kontrol üzerindeki en önemli biyomekanik yeterlilik, destek yüzeyinin genişliği ve kalitesidir. Ayak bileğindeki eklem hareket kısıtlılığı, ağrı ve kuvvet kaybı postüral kontrolü etkiler (19). Ağırlık merkezinin destek yüzeyine göre kontrol edilmesi, biyomekanik yeterlilik gerektirmektedir. Ayakta duruş sırasında kişinin destek yüzeyini değiştirmeden ve dengesini kaybetmeden ağırlık merkezini hareket ettirmesi stabilite limitleri olarak tanımlanmaktadır (20). Stabilite limitleri biyomekanik yeterlilik olmakla birlikte aynı zamanda bir dinamik denge göstergesidir. Stabilite limitleri koni şeklindedir ve santral sinir sisteminde internal temsili bulunmaktadır. Denge problemi yaşayan hastalarda stabilite konisinin küçüldüğü ya da kortikal temsilin bozulduğu belirtilmektedir (18).

Hareket Stratejileri

Duruş sırasında postüral kontrolü korumak için 4 farklı hareket stratejisi kullanılmaktadır. Destek yüzeyi daraldığında postüral kontrol, salınımların artması ile sağlanmaktadır. Ayak bileği stratejisi, sağlam bir yüzeyde dururken minimal translasyonlara yanıt olarak anterior-posterior salınımı kontrol etmek için kullanılmaktadır. Kalça stratejisi, özellikle ayak bileği torku üretmenin zor ancak ayakların yüzeyle temas halinde olduğu koşullarda hızlı ve büyük pertürbasyonlara yanıt olarak kullanılmaktadır (21). Postüral kontrolü sürdürebilmek için bu 3 strateji yetersiz kaldığında adım alma veya uzanma stratejisi devreye girmektedir. Adım alma veya uzanma stratejisi, pertürbasyon ağırlık merkezinin destek yüzeyi dışına çıkmasına neden olacak büyüklükte olduğunda gerçekleşmektedir (18, 22).

Duyusal Stratejiler

Somatosensöriyel, görsel ve vestibüler sistemlerden gelen duyuusal bilgiler, karmaşık duyuusal ortamları yorumlamak için entegre edilmelidir. Kişilerin duyuusal ortamı değiştiğinde, her bir duyuya olan ihtiyacın yeniden ağırlıklandırılması gerekir. Sağlıklı kişiler, sert zeminde ve iyi aydınlatılmış bir ortamda; % 70 somatosensöriyel, %20 vestibüler ve % 10 görsel bilgiyi kullanırlar. İnstabil zeminde ise postüral oryantasyonun sağlanabilmesi için kişiler somatosensöriyel bilgidaki azalmayı vestibüler ve görme oranını arttırarak kompanse ederler (23). Değişen ortama ve

göreve göre duyuşal bilgilerin yapılandırılabilmesi postüral kontrolün sürdürülebilmesi için önemlidir.

Uzaysal Oryantasyon

Vücut segmentlerinin destek yüzeyine, görsel çevreye, internal referanslara ve graviteye göre oryantasyonu, postüral kontrolün önemli bir bileşenidir. Sağlıklı sinir sistemi, görev ve çevreye göre vücudun uzaydaki oryantasyonunu otomatik olarak değiştirmektedir. Sağlıklı bireylerin, karanlıkta gravitasyonel vertikaliteyi 0,5° derece kadar tanımlayabildiği gösterilmiştir (18). Araştırmalar, vertikalite algısının birden fazla nöral temsile sahip olduğunu göstermiştir (24). Vertikalitenin yanlış internal temsiline, gravite ile uyumlu olmayan otomatik postüral dizilimle sonuçlanacağı ve bunun da kişiyi instabil hale getireceği belirtilmiştir (18, 25).

Dinamiklerin Kontrolü

Yürüyüş veya pozisyon değişikliği gibi dinamik aktivitelerde, hareketli olan ağırlık merkezinin kontrolü karmaşık olup çoğunlukla destek yüzeyi aşılmaktadır (26). Yürüyüş sırasında anterior postüral stabilite, sallanma fazındaki ekstremitenin ağırlık merkezinin iz düşümüne yerleştirilmesiyle sağlanırken lateral stabilite, lateral gövde kontrolü ve ayakların lateral yerleşiminin kombinasyonu ile sağlanır (18, 27). Düşme riski olan kişilerde, lateral ayak yerleşiminin daha düzensiz olduğu belirtilmiştir (28).

Kognitif Süreç

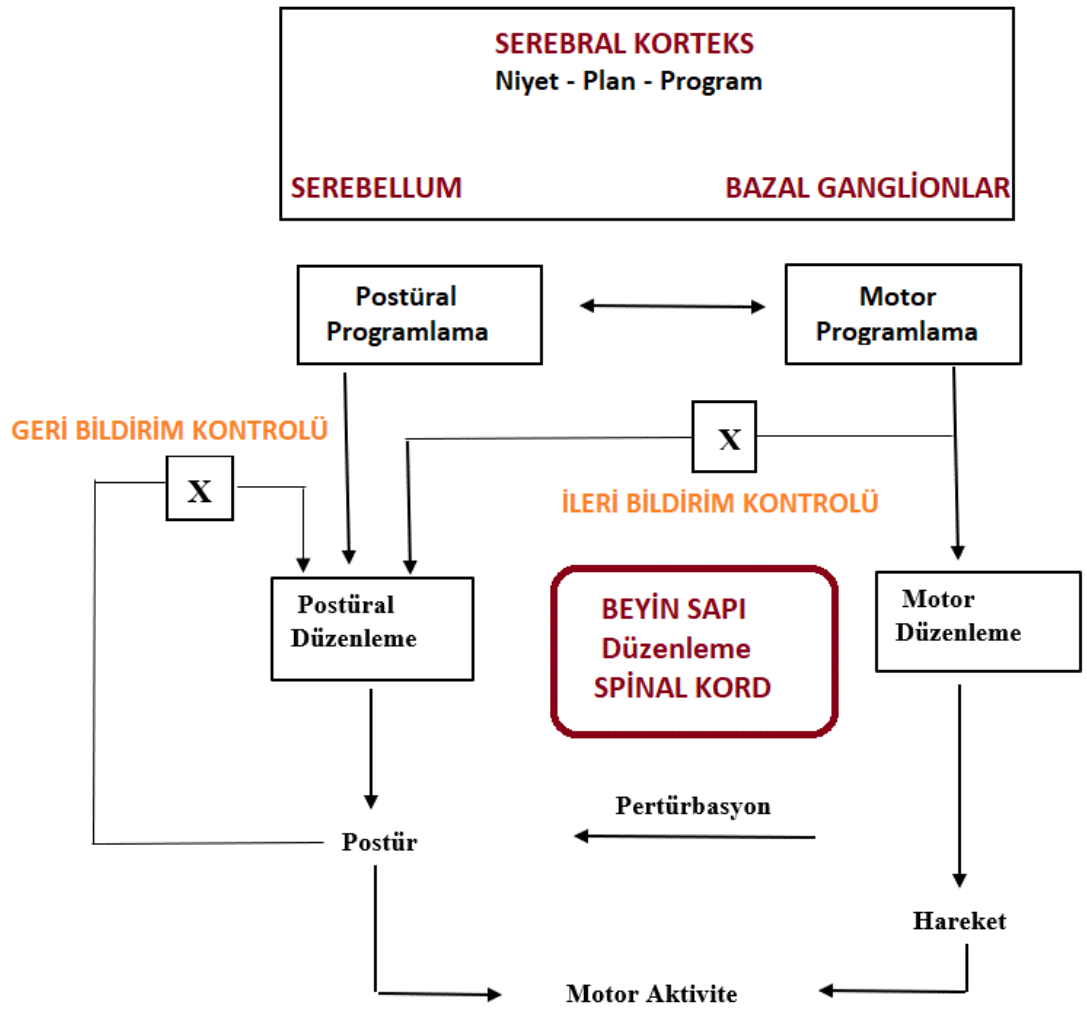
Sabit ayakta duruş sırasında bile kognitif süreç gerekmektedir. Postüral görev zorlaştıkça kognitif performans ve tepki süresi azalmaktadır. Postüral kontrol ve diğer kognitif süreçler, kognitif kaynakları paylaştığı için nörolojik disfonksiyonu olan hastalarda kognitif ek görevlerin performansın bozulmasına ve düşmelere neden olduğu belirtilmiştir (18, 29, 30).

2.1.1. Postüral Kontrolün Santral Organizasyonu ve Serebellumun Rolü

Postüral kontrolün yürütülmesi ve programlanması, motor kontrol hiyerarşisinin tüm seviyelerinde farklı sinir sistemlerinin entegrasyonu ile gerçekleşir (Şekil 2.2.). Niyet, planlama ve programlama postüral kontrolün sağlanabilmesi için gerekli ön koşullar olup serebral korteksin kontrolünde gerçekleşmektedir. Herhangi bir istemli hareket ile farklı postüral cevaplar oluşturulabilmekte ve bu cevaplar geri bildirim ve ileri bildirim mekanizmaları ile ortaya çıkmaktadır. İleri bildirim

mekanizması; serebral korteks, serebellum ve bazal gangliyonların kontrolü altında olup adaptif öğrenmeyi sağlamaktadır (31). Farklı koşullarda stabilite ve oryantasyonun adaptasyonu serebral korteksin kontrolü altındadır. Serebellum, değişen çevre ve görevlere verilen cevapların tutarlılığını kontrol etmekte ve sensorimotor öğrenmede kritik rol oynamaktadır (32). Değişen koşullara göre postüral düzeltmelerin kontrolü ise bazal gangliyonlar tarafından sağlanmaktadır (33). Beyin sapı ve spinal kordun entegrasyonu ile oluşan geri bildirim mekanizması ise duyuşsal bilgileri kullanarak pertürbasyonlara hızlı cevap oluşturulmasını sağlamaktadır (34).

Vestibülospinal ve medial retikülospinal traktuslar, aksiyal ve proksimal kasların tonusunu düzenleyerek, rubrospinal ve kortikospinal traktuslar ise distal kaslar aracılığıyla hareketin doğruluğunu kontrol ederek postüral kontrole katkı sağlamaktadır (35).



Şekil 2.2. Postüral kontrolün santral organizasyonu (31).

Bağlantılarına göre spinoserebellum, serebroserebellum ve vestibüloserebellum olmak üzere 3 fonksiyonel bölgeye ayrılan serebellumun her bölgesi, farklı görevler üstlenerek postüral kontrolde kritik rol oynamaktadır. Spinoserebellum, ekstremiteler ve postüral kasların motor kontrolünü, istemli hareketin düzgün sürdürülmesini ve tonusun regüle edilmesini sağlayarak postüral kontrole katkı sağlamaktadır. Serebroserebellum, hareketin planlanmasını, zamanlamasını ve başlatılmasını kontrol ederek, vestibüloserebellum ise vestibüler reflekslerin düzenlenmesini, baş-göz hareketlerinin koordinasyonu ile birlikte postürün sürdürülebilmesini sağlayarak postüral kontrole katkı sağlamaktadır (36). Etkilenim bölgesine göre serebellar lezyon semptomları Tablo 2.1.' de gösterilmiştir.

Tablo 2.1. Serebellar lezyon semptomları (37)

Semptom	Lezyon Lokalizasyonu
Nistagmus	Flocculus/paraflocculus Uvula ve nodulus
Sakkadik takipte dismetri	Dorsal vermis/fastigial nukleus Flocculus/paraflocculus Uvula ve piramid
Anormal VOR (vestibulo-oküler refleks)	Flocculus/paraflocculus Uvula ve piramid
Ekstremiteler dismetrisi	Dentate nukleus Interpositus nukleus Lateral serebellar korteks
Hareketin dekompozisyonu	Dentate nukleus Interposed nuclei Intermediate bölge
Ataksik duruş	Medial ve intermediate serebellum Fastigial ve interposed nuclei
Ataksik yürüyüş	Flokkulonodüler lob Posterior inferior serebellar vermis Superior vermis
Dizartri	Superior paravermal alan Intermediate serebellar korteks Dentate nukleus

2.2. Ataksi

Ataksi, Yunanca köklerden (“a-” olumsuzluk ön eki ve “taxia” düzen içinde olmak) türetilmiş olup “düzensiz” anlamına gelmektedir ve geçmişte düzensiz hareket içeren her şey için medikal bir terim olarak kullanılmıştır. Ataksi, serebellum ve/veya bağlantılarının (somatosensoriyel, görsel, vestibüler sistemler ve bu sistemlerin ara bağlantıları) disfonksiyonu sonucu oluşan postüral kontrol yetersizliği ve koordinasyon kaybı ile karakterize bir klinik tablodur. Anormal göz hareketleri, uzamış reaksiyon süresi, hipotoni, dismetri, dissinerji ve tremor gibi semptomların eşlik ettiği sonuçta hareket kompozisyonunun bozulduğu görülmektedir (38).

Ataksilerin sınıflandırılması konusunda fikir birliği olmamasına rağmen sistem tutulumuna göre literatürde; serebellar, duyusal, vestibüler, frontal, ataksik-hemiparezi, optik, görsel ve mikst olmak üzere 8 farklı ataksi tipinden bahsedilmiştir.

Serebellar Ataksi

Serebellum disfonksiyonu sonucu görülür. Bulgular serebellumun etkilenen bölgesine göre farklılık göstermekle birlikte; postüral kontrol yetersizliği, yürüyüş bozuklukları (destek yüzeyi, yürüyüş değişkenliği ve postüral salınımların arttığı, adım uzunluğu asimetrisinin görüldüğü “sarhoş denizci” yürüyüşü) hipotoni, diskronometri, dismetri, asinerji, nistagmus, disdiadokokinezi, tremor ve kognitif disfonksiyon ile karakterizedir (38, 39).

Duyusal Ataksi

Posterior kolon, talamus ve parietal lob lezyonu sonucu propriosepsiyon kaybına bağlı oluşan ataksi tipidir. Duyusal ataksi, gözler kapandığında artan postüral instabilite ile karakterizedir. Romberg testi pozitifdir. Duyusal ataksisi olan hastalar, propriosepsiyon kaybını görsel ve işitsel bilgi ile kompanse etmeye çalıştıkları için “damgalama yürüyüşü” ile artmış destek yüzeyinde, gözlerini zeminden ayırmadan ve şiddetli topuk-taban vuruşu ile ayaklarını yere çarparak yürürler (38).

Vestibüler Ataksi

Vestibüler nuklueslarda ya da nukleusların bağlantılarında olan lezyonlar sonucu gelişmektedir. Unilateral- akut başlangıçlı lezyonlarda bulantı, vertigo, kusma, nistagmus ve bulanık görme tipik olarak görülürken, bilateral-yavaş başlangıçlı lezyonlarda bu bulgular görülmeyip denge kaybı tek semptom olarak ortaya çıkmaktadır (40). Vestibüler atakside, oturma ve ayakta duruş sırasında postüral

kontrol bozuklukları görülmektedir. Vestibüler atakside, robotik bir yürüyüş görülür. Hastalar gövde fiksasyonu ve azalmış kol salınımı ile geniş destek yüzeyinde yürümektedirler. Baş-boyun hareketleri ile postüral instabilitenin arttığı ve denge bozukluğunun genellikle ipsilezyonel tarafa doğru olduğu görülmektedir (38, 41). Ayrıca vestibüler atakside derin tendon refleksleri normal olup ektremite ataksisi görülmemektedir (42).

Frontal Ataksi

Frontal ataksi, yürüyüş apraksisi olarak da bilinmekte olup frontal lob lezyonlarında görülmektedir. Frontal ataksi; artmış postüral salınımlar, azalmış gövde kontrolü, geniş destek yüzeyi, yürüyüşü başlatamama-donma ve küçük adımlar ile karakterizedir. Hastalar, graviteye karşı koymakta özellikle de ayakta dik duruş pozisyonunda zorlanırlar. Frontal ataksili hastalarda, yürüyüş sırasında kalça-diz fleksiyonu yerine hastaların ayaklarını zeminde kaydardıkları “manyetik yürüyüş” tipik olarak görülmektedir (38).

Ataksik-Hemiparezi

Ataksik hemiparezi, kortikospinal traktus etkileniminin eşlik ettiği homolateral ataksi tablosudur. Esasen internal kapsül/korona radiata lezyonlarından kaynaklanmakla birlikte parietal lob, precentral gyrus ve talamus lezyonlarında da görülür. Çoğunlukla iskemik enfarktüs sonucu oluşur (38).

Optik Ataksi

Optik ataksi, posterior parietal korteks hasarı sonrası görsel navigasyonda bozukluk olarak tanımlanmaktadır. Optik ataksili hastalar; bir hedefe veya nesneye doğru bakarak, özellikle kontralezyonel elleri ile uzandıklarında beceriksizce ve yanlış hareketler yaparlar. Optik ataksi, Balint’s Sendromu’nun yaygın görülen semptomlarından biridir (38, 43).

Görsel Ataksi

Görme bozuklukları sonucu oluşur. Görme keskinliği bozuklukları, postüral instabilitiyi arttırır. Görme keskinliğindeki anomaliler ve görme alanı defisitleri, postüral salınımların artmasına ve düşmelere neden olmaktadır (38).

Mikst Ataksi

Mikst ataksi, iki veya daha fazla ataksi türüne ait semptomların birlikte görüldüğü tablodur (38).

2.3. Multipl Skleroz

Multipl Skleroz (MS), demyelinizasyon, kronik inflamasyon, nöron-oligodendrosit kaybı ve reaktif astrogliazis ile karakterize santral sinir sistemini etkileyen immün aracılı kompleks bir nörodejeneratif hastalıktır (1). 2020 yılında yapılan bir epidemiyoloji çalışmasında dünya genelinde 2,8 milyon kişinin MS ile yaşadığı bildirilmiştir (100.000 nüfus başına 35,9). MS prevalansı 2013'ten bu yana dünyanın her bölgesinde artmış olup raporlama yapan 75 ülkedeki birleştirilmiş insidans oranı 100.000 kişi/yıl başına 2,1'dir ve ortalama tanı yaşı 32'dir (44) . Kadınlarda görülme sıklığı erkeklere oranla 2-3 kat daha fazladır (45).

2.3.1. Etiyoloji

MS etiyolojisi ve mekanizmaları tam olarak anlaşılamamış olsa da olası teoriler immünogenetik ve çevresel faktörler üzerinde durmaktadır. Epstein-Barr virüsü, insan herpes virüsü tip 6 ve mikoplazma pnömonisi gibi viral ve bakteriyel ajanların hastalık etiyolojisinde rol oynadığı bildirilmiştir (46). Sigara kullanımı, D vitamini eksikliği, adolesan obezitesi ve ultraviyole ışınına maruz kalmak MS başlangıcı ile yüksek oranda ilişkilendirilmiştir (47). Vardiyalı çalışmak, düşük güneş ışığına maruziyet, pasif içicilik, kahve ve alkol tüketimi de düşük risk faktörleri arasında yer almaktadır (47). Kromozom 6'nın HLA bölgesinde; HLA-DR2+, HLA-DQ6, DQA 0102 ve DQB1 0602, HLA-DRB1, DR15, DRB1*1501 ve DRB1*1503 genlerinin varlığının artmış MS riski ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (48). Bu alellere ek olarak, IL-7 ve IL-2 reseptör alfa genlerinin de MS riski ile yakın ilişkili olduğu bilinmektedir. (49). Yukarıda bahsedilen genlerin aksine, HLA-C554 ve HLA-DRB1*11 genlerinin ise MS üzerinde koruyucu etkilere sahip olduğu belirtilmiştir.(50).

2.3.2. Patogenez

MS patogenez, santral sinir sisteminde inflamasyon, demiyelinizasyon, aksonal hasar, aksonal kayıp ve plak oluşumu ile karakterize bir dizi karmaşık süreci içerir. Santral sinir sistemine giren otoreaktif lenfositler, demiyelinizasyon, nöroaksonal dejenerasyon, sinaptik kayıp, oligodendrosit apoptozu ve nihayetinde doku kaybı ve astrogliazis ile sonuçlanan patojenik bir süreci başlatır (51). Klonal ekspansiyon (B hücrelerinin çoğalması) ile birlikte artan B hücrelerinin bir kısmı IgG

Ab üreten plazma hücrelerine dönüşür. İnaktif olan T hücreleri artan IgG Ab ile uyarılır ve $CD8^+$ T hücrelerine dönüşür. $CD8^+$ T hücreleri santral sinir sistemine göç eder ve “Major Doku Uygunluk Kompleksi “ ne (MHC) bağlanır. MHC’ler HLA antijenleri olarak da bilinirler. Bozulmuş olan kan beyin bariyeri, kandaki proinflatuar sitokinlerin artmasıyla $CD4^+$ T_{H1} ve T_{H17} hücrelerine geçirgen hale gelir. Santral sinir sistemindeki $CD8^+$ T ve $CD4^+$ T_{H1} ve T_{H17} hücrelerinin aktivasyonu sitotoksik etki yaratır. Santral sinir sisteminin savunma mekanizmasının bir parçası olan mikroglialar, inflammatuar sürecin ilk aşamasından itibaren aktifleşir ve makrofaj benzeri hücrelere dönüşür. Ataklar ile bu nörodejeneratif süreç tekrarlı olarak yaşanmakta olup bu süreçte remiyelinizasyondan sorumlu oligodendrosit ve glial hücrelerin sayısı gittikçe azalmaktadır. İnflamatuar süreci takiben demiyelinizasyon alanlarında astrosit proliferasyonu ve gliosis gelişmektedir. Bu süreç dokuda plak oluşumu ile sonuçlanmaktadır (1, 52-54).

Plaklar, MS'in tüm formlarında görülür ancak zaman içerisinde niceliksel ve niteliksel olarak değişiklik gösterirler. MS'in relapsing remitting seyri ile progresif formları arasında demiyelinizasyon ve oligodendrosit apoptozunun immünopatolojik paternleri heterojenlik göstermektedir (55). Relapsing remitting tip MS (RRMS)’de yoğun lenfositik inflamasyonun olduğu ‘klasik aktif lezyon’ baskınken, progresif tipte aktif mikrogliya ve makrofajlar tarafından çevrelenmiş inaktif lezyon çekirdeği daha sık görülür (56). RRMS ve progresif MS arasındaki klinik farklılıklara rağmen, patolojik olarak tanımlanmış inflammatuar değişiklikler, RRMS’de daha fazla olmakla birlikte her iki tipte de görülür. Progresif tipte, B-hücreleri ve plazma hücrelerinin oranı daha yüksek olmasına rağmen her iki tipte de görülen inflammatuar infiltrasyonun bileşimi benzerdir (57). T ve B hücrelerinin sitokin profilinin veya aktivasyon aşamasının klinik MS türleri arasında farklılık gösterip göstermediği ise belirsizliğini korumaktadır (53). Ayrıca primer progresif MS’de sekonder progresif MS’e göre demiyelinizasyon alanlarındaki aksonal yoğunluğun daha fazla olduğu da belirtilmektedir (58).

2.3.3. Klinik Tipler

MS’in seyri ve klinik tipleri etkilenen santral sinir sistemi bölgesine göre değişiklik göstermektedir. Dr. Charcot’un tanımlamasından günümüze kadar klinik

tipler farklı şekillerde sınıflandırılmış ve revize edilmiştir. Literatürde bugüne kadar MS ile ilişkili 8 fenotipten söz edilmiştir.

Radyolojik İzole Sendrom (RİS)

RİS, klinik semptomları olmayan, radyolojik taramalar sırasında tesadüfi olarak demiyelizasyon bulguları tespit edilen hastaları tanımlayan bir tablodur (59). 2013 yılında yapılan son sınıflandırmaya göre hastalarda klinik semptomların olmaması ve görüntüleme bulgularının tek başına MS tanısı koymak için yetersiz olması nedeniyle RİS, MS fenotipleri spektrumunun bir parçası olarak kabul edilmemektedir (60). Bazı araştırmacılar, RİS'in erken tanı ve prognoz açısından önemli bir fırsat olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan bir çalışmada; RİS'li hastaların % 30'unun ortalama 5,4 yılda klinik izole sendrom veya klinik olarak kesin MS tanısı aldıkları belirtilmiştir. Ayrıca hastaların % 59'unda ortalama 2,7 yılda radyolojik progresyon da saptanmıştır (59). Başka bir çalışmada ise RİS'li hastaların % 9,6'sının progresif MS tanısı aldığı ve spinal kord lezyonu olan genç erkeklerin progresif MS açısından daha büyük risk altında olduğu belirtilmiştir (61).

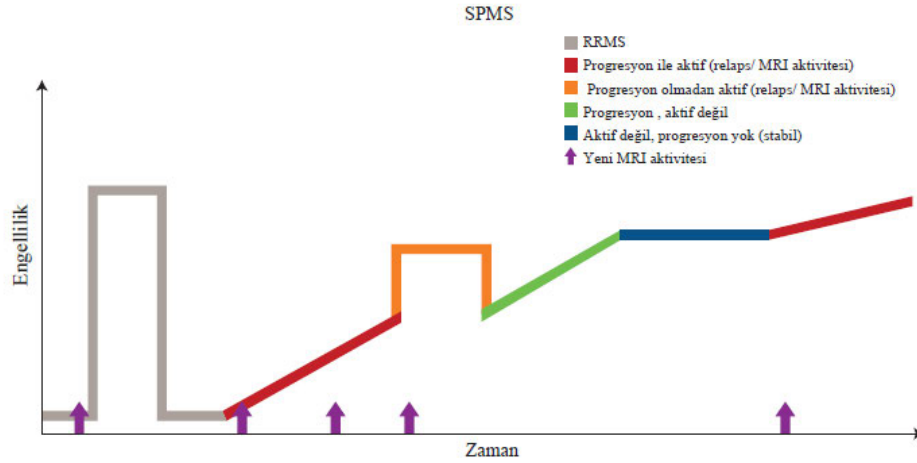
Klinik İzole Sendrom (KİS)

KİS, santral sinir sisteminde inflamatuvar demiyelinizan bir bozukluğu düşündüren semptom ve bulguların olduğu ilk klinik dönemi tanımlamak için kullanılan bir terimdir. KİS, genç erişkinlerde hızlıca zirveye ulaşan (2-3 hafta içerisinde), akut veya subakut başlangıçlı bir atakla görülür. Atığın en az 24 saat sürmesi ve enfeksiyon/ensefalopatiden bağımsız oluşması gerekmektedir. Ortaya çıkan semptomlar genellikle tek odaklıdır ve optik sinir, spinal kord, beyin sapı veya serebellum lezyonlarına bağlı oluşur (62). Yapılan bir takip çalışmasında, KİS'li hastaların %50-70'inin görüntülemelerinde demiyelinizan lezyonlarla uyumlu asemptomatik T2 beyaz cevher anomalileri görülmüş ve bu bulguya sahip hastaların ilerleyen yıllarda % 80 oranında MS tanısı aldığı belirtilmiştir (63). Ayrıca çalışmalar oligoklonal bantların varlığının ve diğer BOS biyobelirteçlerinin KİS'in RRMS'e dönüşmesinde önemli prediktörler olduğunu göstermiştir (64-66).

Benign Multipl Skleroz (BMS)

BMS, iyi huylu seyir olarak da tanımlanmakta olup, teşhisi takiben en az 10 yıllık süreçte minimal-orta düzeyde etkilenimin (EDSS <3) görüldüğü MS formudur (67). Görülme sıklığı MS popülasyonunun %6'sı ile %64'ü arasında geniş bir

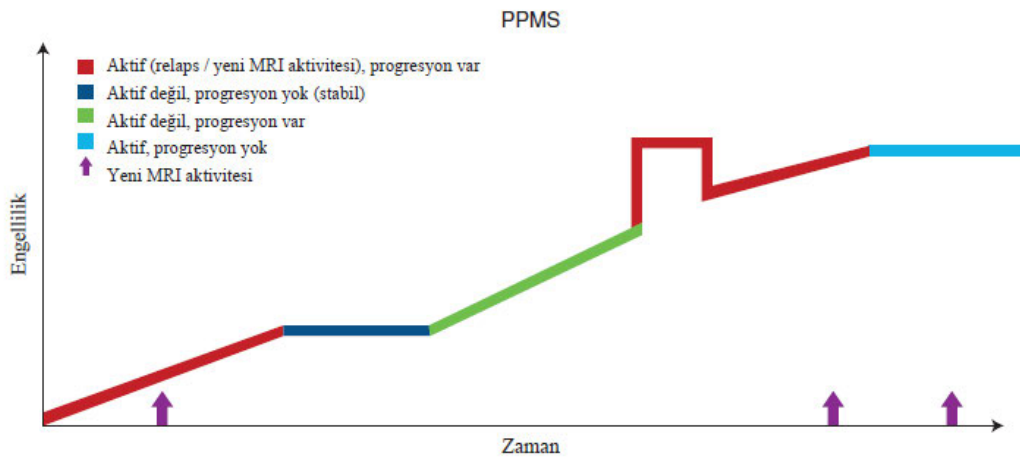
bölgelerini içerir (72) (Şekil 2.4). RRMS'li bireylerin % 40'ının yaklaşık 19 yıl içerisinde SPMS'e dönüştüğü bildirilmiştir (73). RRMS başlangıç yaşının yüksek olması ve erkek olmanın, RRMS'in SPMS'e dönüşmesinde prediktör olabileceği ayrıca spinal kord semptomlarının varlığı ve relaps sonrası iyileşmenin tamamlanmamasının da SPMS'e dönüşüm süresini kısalttığı belirtilmiştir (73).



Şekil 2.4. Sekonder Progresif Multipl Skleroz (SPMS) 'un seyri (71).

Primer Progresif Multipl Skleroz (PPMS)

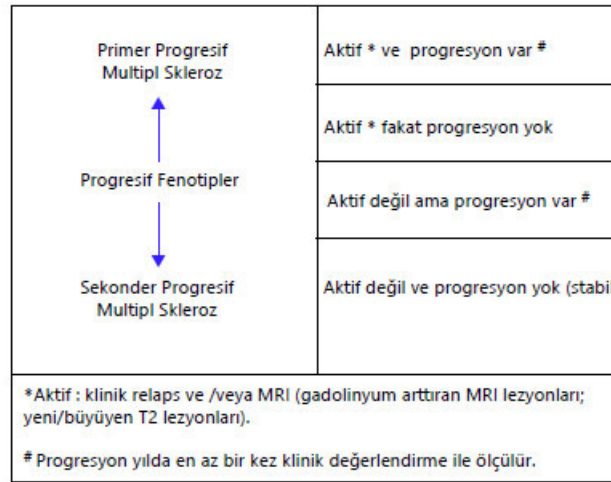
PPMS, MS popülasyonunun % 10- 20 'sinde görülen, sinsi olarak başlayan ve başlangıçtan itibaren aşamalı olarak fonksiyonel kötüleşmenin görüldüğü fenotiptir (50) (Şekil 2.5.). PPMS'de klinik hastalık, tipik olarak progresif miyelopati ve daha nadir beyin sapı veya serebellar sendrom olarak ortaya çıkmaktadır (74). PPMS tanı yaşının ortalama 40 olduğu ve net bir cinsiyet baskınlığının olmadığı belirtilmiştir (75).



Şekil 2.5. Primer Progresif Multipl Skleroz (PPMS) 'un seyri (71).

Relapsing Progresif Multipl Skleroz (RPMS)

RPMS, nadir görülmekle birlikte hastalığın başlangıcından itibaren ataklarla seyrettiği ve her atak sonrasında fonksiyonel olarak kötüleşmenin görüldüğü formdur (74). 2013 yılında yapılan son sınıflandırmada, RPMS klinik fenotiplerden çıkarılmış olup bu tanıyı almış kişiler yeni sınıflandırma çerçevesinde PPMS grubuna dahil edilmişlerdir (Şekil 2.6.) (60).



Şekil 2.6. Güncel progresif MS fenotip sınıflandırması (60).

Marburg Varyantı

MS'in bu nadir akut fulminant formu, beyaz cevherin masif demiyelinizasyonu, monofazik seyir ve hızlı progresyonla karakterizedir (76, 77). Başlangıçta küçük, fokal demiyelinizan lezyonlar beyaz cevherde büyük plaklara dönüşür. Patofizyolojisi MS ile aynıdır. Genellikle beyin sapı tutulumu ve bulber paraliziye bağlı olarak ölüm ile sonuçlanır (77).

2.3.4. Multipl Skleroz'da Görülen Semptomlar

Kuvvet Kayıpları

Kuvvet kayıpları MS hastalarının günlük yaşam aktivitelerini etkileyip bağımsızlıklarını azaltan önemli bir bozukluktur. MS hastalarında fonksiyonel kapasitenin bozulması ağırlıklı olarak alt ekstremitelerdeki kas kuvvet kaybıyla ilişkilendirilmiştir (78, 79). Kuvvet kayıplarının altında yatan mekanizmaların hem kas hem de nöral kökenli olduğu ifade edilse de demiyelinizasyon sonucu santral motor fonksiyonlardaki bozuklukların (kortikomotor nöron iletim süresinin artması) temel

mekanizma olduğu, santraldeki bu bozukluğun end-efektör organ değişikliklerine neden olduğu belirtilmiştir (80). Çalışmalar, MS hastalarında kas kütlesinde kayıp olduğunu ve maksimal kas kuvvetinin azaldığını göstermiştir (81-83). Hücresel düzeyde yapılan çalışmalarda, MS hastalarının kas lifi enine kesit alanlarının sağlıklı kontrollere kıyasla daha küçük olduğu ve lif sayısının daha az olduğu gösterilmiştir (84, 85). Ayrıca MS grubunda kas lifi tiplerinde de bir değişiklik olduğu tip I liflerinin tip II a ve IIax liflerine dönüştüğü belirtilmiştir (86). Güncel bir çalışmada kas mimarisindeki değişikliklerin kas kuvvetini negatif yönde etkilediği ve MS hastalarının rektus femoris ve tibialis anterior kaslarının pennasyon açısının sağlıklılara oranla azaldığı gösterilmiştir (87).

Duyusal Bozukluklar

Duyusal bozukluklar MS’de en sık görülen semptomlardandır. Sıklıkla; propiosepsiyon kaybı, parestezi, dizestezi, L’hermitte belirtisi ve ağrı görülür. Hastaların yaklaşık % 25’inde hastalığın saf duysal atakla başladığı ve başlangıç vakalarının % 40’ında parestezinin bulunduğu tahmin edilmektedir (88). Dizestezinin MS hastalarında; yüz, ekstremiteler ya da gövde gibi herhangi bir vücut bölümünde yanma, karıncalanma, hissizlik, kaşıntı, gıdıklanma veya ağrı şeklinde görüldüğü belirtilmiştir (89). L’hermitte belirtisi; boyun fleksiyonunu takiben servikal bölgede hissedilen, vücudun alt kısımlarına doğru yayılan ve normal duruşa dönüldüğünde kaybolan kısa süreli elektrik benzeri bir his olarak tanımlanmaktadır. MS hastalarının yaklaşık 1/3’ünde görülmektedir. Genellikle hastalığın erken evrelerinde başlamakta ve hastaların % 10’unda MS’in ilk klinik belirtisi olarak ortaya çıkmaktadır (90).

Ağrı

MS’te ağrı prevalansına ilişkin tahminler %29 ile %86 arasında değişmekle birlikte çok merkezli bir çalışmada, MS hastalarının % 43’ünün bir çeşit ağrı yaşadıkları belirtilmiştir (91, 92). MS ile ilişkili ağrılı durumlar; sürekli santral nöropatik ağrı (dizestetik ekstremitte ağrısı) , aralıklı santral nöropatik ağrı (L’hermitte belirtisi, trigeminal nevralji), muskuloskeletal ağrı (ağrılı tonik spazmlar, bel ağrısı), karışık nöropatik ve non-nöropatik ağrı (baş ağrısı) olmak üzere 4 farklı kategoride sınıflandırılmıştır (92). Santral nöropatik ekstremitte ağrısının MS’de en yaygın görülen ağrı sendromu olduğu belirtilmiştir. Bu ağrı tipi, genellikle kronik ağrı şeklinde olup bilateral alt ekstremiteleri etkileyen, geceleri artan ve fiziksel aktivite

ile şiddetlenebilen sürekli "yanma" ağrısı olarak tanımlanmaktadır (92, 93). Santral sinir sistemindeki demiyelinizasyon ve aksonal hasarın, hipereksitabiliteye ve spinotalamik yolların bozulmasına neden olarak bu ağrıyı oluşturduğu düşünülmektedir (92) .

Spastisite

MS’de, santral sinir sisteminin farklı bölgelerindeki demiyelinizan plakların kraniokaudal yolları kesintiye uğratması sonucu karşılaşılan spastisite, hastalarda en fazla engellilik oluşturan ve en sık görülen semptomlardan biridir (94). Geniş kapsamlı bir çalışmada, hastaların %16’sının spastisitesinin olmadığı, % 84’ünün (% 31’i minimal, % 19’u hafif-ara sıra, % 17’si orta-aktiviteleri sıklıkla etkileyen, % 13’ü şiddetli-aktiviteleri değiştirme ihtiyacı oluşan ve % 4’ü çok şiddetli -aktiviteleri engelleyen) ise farklı şiddetlerde spastisiteye sahip oldukları belirtilmiştir (95). Spastisitenin MS hastalarında ağrıya neden olduğu, hareket kabiliyetini özellikle mobilitayı azalttığı ve alt ekstremitte engelliliğine neden olan temel faktör olduğu belirtilmiştir (96-98). Ayrıca spastisitenin muskuloskeletal sistem üzerinde olumsuz etkilerinin yanı sıra yorgunluk, uyku bozukluğu ve mesane disfonksiyonu gibi diğer semptomları tetiklediği ve kötüleştirdiği gösterilmiştir (94, 99, 100). Bazı araştırmacılar spastisite ile ilişkili bu semptomları “Spastisite-Plus Sendromu” olarak tanımlamışlar ve bu tanımlamanın MS’in semptomatik medikal tedavisinde önemli bir ilerleme sağlayacağını belirtmişlerdir (94).

Yürüyüş Bozuklukları

MS hastalarının %70’i yürüyüş bozukluğunu hastalığın en zorlayıcı yönü olarak bildirmektedir (101). Hastaların % 50’si ilk 15 yıl içerisinde ambulasyon için yardımcı cihazlara ihtiyaç duymaktadır (102). MS’de kuvvet kaybı, spastisite, ataksi ve duyuusal bozukluklar gibi çeşitli nörolojik defisitlerin yürüyüş bozukluğuna neden olduğu belirtilmiştir (103). MS hastalarında, yürüyüş hızı ve kadansın azaldığı, adım uzunluğu ve çift adım uzunluğunun kısaldığı, destek yüzeyinin genişlediğini ve çift destek periyodu yüzdesinin uzadığı belirtilmiştir (104-106). Ayrıca sağlıklılara kıyasla MS’li hastalarda; adım uzunluğu, adım süresi ve tek destek periyodu süresi değişkenliğinin daha fazla olduğu gösterilmiştir (106, 107).

Kranial Sinir Tutulumları

483 MS hastasının incelendiği bir çalışmada hastaların % 10,4'ünde izole kranial sinir tutulumu tespit edilmiştir. Bu hastaların % 7,3'ünde kranial sinir tutulumu MS'in semptomu olarak ortaya çıkmışken % 3,1'inde atak bulgusu olarak görülmüştür. Aynı çalışmada, hastaların % 0,4'ünde okülomotor, % 4,8'inde trigeminal, %1 'inde abduzens, % 3,7'sinde fasiyal ve % 0,4'ünde vestibulokohlear sinir tutulumu olduğu bildirilmiştir (108). Kranial sinir tutulumuna göre farklı klinik tablolar ile karşılaşılmaktadır. Yeni MS vakalarının % 25'inde ilk klinik bulgu optik nörit olarak ortaya çıkmakta olup hastaların en sık hastaneye başvurma nedeni olarak da yine optik nörit gösterilmektedir (109). Ayrıca MS hastalarının % 50-70'inin hastalığın bir aşamasında optik nörit yaşayacağı da belirtilmiştir (110). Optik nörit, akut tek taraflı görme kaybı ile kendini göstermektedir. Retro-orbital ve göz hareketiyle ortaya çıkan ağrı karakteristiktir ve vakaların %92'sinde görülür (111). Diğer kranial sinir tutulumlarına bakıldığında, MS hastalarında trigeminal sinir tutulumuna bağlı olarak; trigeminal nöropati ve trigeminal nevralji, fasiyal sinir tutulumuna bağlı olarak; fasiyal paralizisi, vestibulokohlear sinir tutulumuna bağlı olarak; işitme kaybı ve vestibüler ataksi bulguları görülmektedir (108).

Yorgunluk

MS ile ilişkili yorgunluk; efordan bağımsız mevcut olan, istirahat ile azalmayan, fiziksel ve mental bitkinlik hali olarak ifade edilir (112). Yorgunluk yaygın görülen bir semptom olmakla birlikte hastaların üçte ikisinin de ana şikayetini oluşturmaktadır (113). MS'de yorgunluk santral ve periferik yorgunluk şeklinde görülmektedir. Santral yorgunluk, santral aktivasyondaki bozukluk nedeniyle istemli kas aktivasyonunda azalma olarak tanımlanmaktadır (112) ve sürekli bilişsel aktivite gerektiren görevler sırasında bilişsel performansta düşüş, konsantrasyon kaybı ve dikkat sürdürme zorluğu ile karakterize "kognitif yorgunluğu" da kapsamaktadır (114). MS'teki santral yorgunluğun altında yatan mekanizmalar net olarak bilinmemekle birlikte talamo-striato-kortikal teori üzerinde durulmaktadır. Bu teori, santral yorgunluğun kortikal ağların bozulmasından kaynaklandığını ifade etmektedir. Yorgunluğun bu bölgeler arasındaki iletişimin bozulmasından kaynaklandığı ve striatum ile prefrontal korteks arasındaki iletişimin özellikle nörotransmitter disfonksiyonu ile ilişkili olduğu belirtilmiştir (112). Periferik yorgunluk ise periferik

sinir sisteminin etkilenimi ile ortaya çıkmaktadır ve MS yorgunluğu ile doğrudan ilişkili değildir (115). MS'teki yıllık yorgunluk prevalansının kronik yorgunluk sendromu, sistemik lupus eritematozus ve kanser hastalarına kıyasla şiddet ve sıklık açısından daha yüksek olduğu belirtilmiştir (112). Yorgunluğun yüksek lezyon yükü ve demiyelinizasyon ile ilişkili olduğu da gösterilmiştir (116, 117).

Sıcaklık İntoleransı

MS hastalarının % 60-80'i, vücut sıcaklığı arttığında semptomlarında kötüleşme yaşamaktadır (118). Kor vücut sıcaklığındaki $\sim 0,5^{\circ}\text{C}$ kadar artışın bile semptomların geçici olarak kötüleşmesine neden olduğu belirtilmiştir. Bu durumun genellikle sıcak ortamda bulunma, sıcak banyolar veya egzersiz ile tetiklendiği ve kor sıcaklığın normal değerlere ($36,5$ ila 37°C) düşene kadar sürdüğü bildirilmiştir (119, 120). Sıcaklık intoleransının altında yatan mekanizma, kor sıcaklıktaki değişikliğin demiyelinize aksonların eksitabilitesini değiştirerek sinir iletiminin yavaşlamasına ya da bloklanmasına neden olması olarak belirtilmiştir (121). MS hastalarında sıcaklık intoleransının; yorgunluğu arttırdığı, fiziksel performansı düşürdüğü, denge kayıplarına yol açtığı, konsantrasyonu azalttığı ve ağrıya neden olduğu bildirilmiştir (122).

Kognitif Disfonksiyon

MS hastalarında hastalık seyrine göre değişmekle birlikte kognitif disfonksiyon %34-65 oranında görülmektedir. 291 hasta ile yapılan bir çalışmada, hastaların % 27-51'inde kognitif işleme hızının, %54-56'sında görsel hafızanın, %29-34'ünde sözel hafızanın, %15-28'inde yürütücü işlevin ve %22'sinde görsel-uzaysal işleme hızının etkilendiği belirtilmiştir (123). MS 'de gri cevher hacminin, talamustaki atrofi ve diffüzyivite değişikliklerinin kognitif performansla ilişkili olduğu belirtilmiştir. Talamus ve kortikal gri cevherin yanı sıra hipokampal hacim ve fonksiyonun MS hastalarında değiştiği gösterilmiştir (123-125).

Depresyon

Genel popülasyonla karşılaştırıldığında MS hastalarında depresyon prevalansının arttığı ve 45 yaşından küçük kadın MS hastalarında depresyon görülme sıklığının daha fazla olduğu belirtilmiştir (126). Ayrıca SPMS'de diğer fenotiplere göre daha sık görüldüğü de bildirilmiştir (127). MS ile ilişkili depresyonda proinflatuar sitokinlerin rol oynadığı gösterilmiş olup periferik kanda T4-H

hücrelerinin ve IL-6 ‘nın arttığı, IL-4 ve albuminin ise azaldığı belirtilmiştir (128, 129).

Mesane-Bağırsak-Cinsel Problemler

MS hastalarının yaklaşık % 75 ‘inde mesane disfonksiyonu görülmekte olup üriner semptomlar gelişmektedir. Detrüsör aşırı aktivitesi, mesane disfonksiyonunun altında yatan en yaygın neden olarak belirtilmiştir. MS hastalarında en sık görülen bağırsak disfonksiyonu, konstipasyon ve fekal inkontinanstır. Konstipasyonun MS ‘de % 35-54 oranında, fekal inkontinansın da % 29-51 oranında görüldüğü bildirilmiştir. Erkek MS hastalarında, % 70 oranında erektil disfonksiyon ve % 50 oranında ise ejakülasyon bozukluğu görüldüğü belirtilmiştir (130). Kadın MS hastalarının % 72 ‘sinde cinsel problemler görülmekte olup lubrikasyonun azalması, orgazma ulaşmada zorluk ve dispareni en sık görülen semptomlardandır (130, 131).

MS‘de Ataksi

MS hastalarının % 80‘inde farklı ataksi türleri görülmektedir (3). Hastaların yaklaşık $\frac{3}{4}$ ‘ü ataksinin, günlük yaşam aktivitelerini orta ila şiddetli düzeyde etkilediğini bildirmiştir (2, 132, 133). Daha öncede belirtildiği gibi ataksi, koordinasyon kaybı ve postüral kontrol yetersizliği ile karakterizedir. MS hastalarında postüral kontrol bozukluklarının; hastalığın erken evrelerinden itibaren görüldüğü, hastaların mobilite – bağımsızlığını azalttığı, düşmelere neden olduğu ve yaşam kalitesini olumsuz yönde etkilediği bildirilmiştir (134). MS santral sinir sisteminin birçok alanını etkilediği için, postüral kontrol bozuklukları kişiden kişiye farklılık göstermekte ve multifaktöriyel nedenlerle geniş bir yelpazede ortaya çıkmaktadır (135). MS hastalarında, ataksik yürüyüş ve serebellar lezyonların sıklığı dikkate alındığında postüral kontroldeki bozukluğun primer olarak serebellar lezyonlardan kaynaklandığı teorisi öne sürülmüştür (136). MS‘deki postüral kontrol problemlerinin altında yatan mekanizmaları inceleyen çalışmalara dayanarak Cameron ve ark. bu teorinin geçersiz olduğunu, postüral kontrol bozukluklarının primer olarak yavaşlamış somatosensöriyel iletim ve bozulmuş santral entegrasyondan kaynaklandığını belirtmiştir (137).

MS’de postüral kontrol bozuklukları;

- Pozisyonu sürdürmede zorluk,
- Stabilité limitlerinin azalması ve yavaş hareket,
- Postüral yer değiştirmelere ve pertürbasyonlara karşı gecikmiş cevaplar olarak karşımıza çıkmaktadır (137).

Pozisyonu Sürdürmede Zorluk

MS hastalarında ayakta dik duruş sırasında, sağlıklılara göre postüral salınımların daha fazla olduğu ve gözler kapandığında salınımların daha fazla arttığı belirtilmiştir. MS hastaları arasında ise progresif fenotipe ve daha büyük EDSS skoruna sahip olan hastaların postüral salınımlarının daha fazla olduğu bildirilmiştir (137) . Postüral salınımların her yönde arttığı (antero-posterior, medio-lateral), bu durumun da MS’de vestibüler ve somatosensöriyel bilgilerin entegrasyonunun bozulmasından kaynaklandığı düşünölmektedir (138). Ayrıca MS hastalarının, tandem/tek ayak üzerinde duruş gibi daraltılmış destek yüzeyindeki pozisyonlarda daha kısa süre durdukları da belirtilmiştir (139).

Stabilite Limitlerinin Azalması ve Yavaş Hareket

MS hastalarının, öne adım alma veya uzanma aktiviteleri sırasında sağlıklılara kıyasla daha yavaş ve daha az hareket ettikleri belirtilmiştir. Hastaların fonksiyonel uzanma testindeki, uzanma mesafelerinin ciddi derecede azalmış olduğu bildirilmiştir (104). Ayrıca eğilme ve uzanma sırasında da hastaların basınç merkezi değişimlerinin belirgin olarak azaldığı da gösterilmiştir (140, 141). Stabilité limitlerinin azalması dinamik denge içeren tüm aktivitelerin kısıtlanmasına neden olmaktadır. Hastaların postüral kontrolü sağlamak amacıyla gövdenin anteriora olan hareketini kısıtlaması fonksiyona yansımakta olup, yürüyüşün başlatılması için gerekli olan ağırlık merkezi hareketinin yetersiz ve temas süresinin uzun olduğu belirtilmektedir (142).

Postüral Yer Değiştirmelere ve Pertürbasyonlara Karşı Gecikmiş Cevaplar

MS hastalarının, destek yüzeyi hareket ettirildiğinde postüral cevaplarının geciktiği ve gövde kontrollerinin daha zayıf olduğu bildirilmiştir (137). Eksternal pertürbasyon sonucunda MS hastalarında ayak bileği stratejisinin geciktiği ve bu gecikmelerin somatosensöriyel uyarılmış potansiyel latanslarının uzamasıyla ilişkili olduğu gösterilmiştir (143). Ayrıca minimal etkilenimi olan hastalarda da öne-arkaya yer değiştirmelerde otomatik postüral cevapların yavaşladığı ve antero-posterior

salınımları kontrol etme becerilerinin azaldığı bildirilmiştir (144). Benzer şekilde MS hastalarında, posterior pertürbasyonlara verilen yanıtların geciktiği ve bu gecikmelerin spinal somatosensöriyel uyarılmış potansiyel latanslarının uzamasıyla ilişkili olduğu belirtilmiştir (145). Ayrıca MS hastalarının instabil bir zeminde otururken sağlıklılara kıyasla gövde kontrollerinin daha zayıf olduğu da gösterilmiştir (146). Genel olarak yukarıdaki çalışmalar, MS hastalarının pertürbasyonlara karşı otomatik postüral cevaplarının geciktiğini ve bu gecikmeler ile spinal somatosensöriyel iletimdeki gecikmeler arasında bir ilişki olduğunu göstermektedir. Oturma sırasında bozulmuş postüral kontrol bulgusu ise, alt ekstremitelerdeki somatosensöriyel iletimin yavaşlamasından ziyade, santral entegrasyondaki bozuklukların postüral kontrol yetersizliğine neden olabileceğini göstermektedir (137).

2.4. MS’de Fizyoterapi ve Rehabilitasyon

Fizyoterapi ve rehabilitasyon; tanı ile birlikte başlaması gereken, kişinin ihtiyaçları, semptomları ve beklentileri çerçevesinde şekillenen eğitici, koruyucu ve düzeltici yaklaşımları içermektedir. Rehabilitasyon, detaylı bir değerlendirme ile başlamalı ve kişiye özel tedavi programı ile devam etmelidir. Ayrıca MS’in progresif seyri düşünüldüğünde tedavi etkinliğinin belirlenmesi ve progresyonun tespit edilmesinde detaylı değerlendirme, rehabilitasyon programının başarısını arttıran önemli faktörler arasındadır.

2.4.1. Değerlendirme

Değerlendirme yapılırken öncelikle detaylı bir hikâye alınmalıdır. Hastalık durasyonu, MS tipi, son atak tarihi ve atak öncesi fiziksel kapasitesi, atak sıklığı, kullandığı ilaçlar, düşmeler ve beklentiler mutlaka sorgulanmalıdır.

Değerlendirmenin her aşamasında yorgunluğa dikkat edilmeli ve gerekirse değerlendirmeler bölünerek yapılmalıdır. Zaman yönetimi açısından primer problemler öncelikli olarak değerlendirilmelidir. Primer olarak; motor fonksiyonlar, yürüyüş, denge, postür, gövde, transferler, tonus ve serebellar problemlerin değerlendirmeleri karşımıza çıkmakla birlikte; ağrı, yorgunluk, yutma, mesane-bağırsak-cinsel problemler ve emosyonel-kognitif problemlerin de değerlendirilmesi bütüncül bir rehabilitasyon programı oluşturulabilmesi için gereklidir. MS’de değerlendirme çok yönlüdür ve hastalığın etkilerini değerlendirmek için çeşitli

ölçekler geliştirilmiştir. Bu bağlamda, İşlevsellik, Yeti Yitimi ve Sağlığın Uluslararası Sınıflandırılması (ICF), uygun değerlendirme yöntemlerinin seçilebilmesi için fizyoterapistlere bir çerçeve çizmektedir. Conrad ve ark. yaptıkları Delphi çalışmasında, MS için kapsamlı bir ICF çekirdek seti tanımlamışlardır. Bu ICF çekirdek setinde; 19 vücut fonksiyonu, 18 aktivite ve katılım kategorisi ve 6 çevresel faktör tanımlanmıştır (147).

Postüral Kontrolün Değerlendirilmesi

Horak, klinikte postüral kontrolü değerlendirmek için kullanılan nicel/norm değerleri olan araçların; postüral stratejilerin fonksiyonel kapasitesini ve kalitesini yansıtması, postüral kontrol anormallikleri için hassas ve seçici olması, geçerli-güvenilir ve pratik olması gerektiğini belirtmiştir (148). Ayrıca postüral kontrolün klinik değerlendirmelerini 3 sınıfa ayırmıştır;

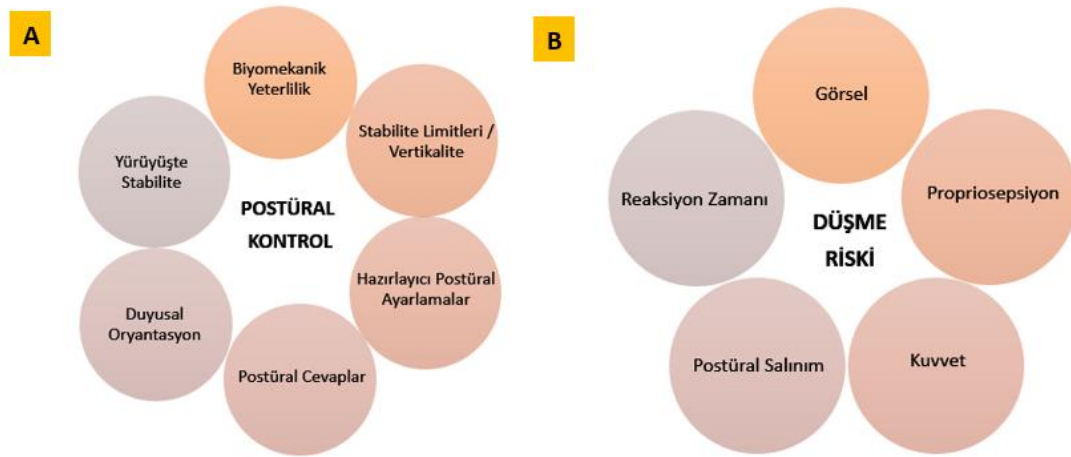
- Fonksiyonel değerlendirmeler
- Sistem / Fizyolojik değerlendirmeler
- Objektif değerlendirmeler (149).

Fonksiyonel Değerlendirmeler

Fonksiyonel değerlendirmeler, çeşitli motor görevlerdeki performansı belirli bir puan aralığında skorlayan ya da kişinin bir pozisyonu ne kadar süre koruyabileceğini ölçen değerlendirmelerdir. Bu değerlendirmeler, postüral kontrol durumunu ve tedavi ile olan değişiklikleri saptamakta etkilidir. Aktiviteye Özgü Denge Güven Ölçeği, Tinetti Denge ve Yürüme Testi, Berg Denge Ölçeği, Zamanlı Kalk ve Yürü Testi, Tek Bacak Duruş Testi, Fonksiyonel Uzanma Testi klinikte en sık kullanılan fonksiyonel değerlendirmelerdendir (150).

Sistem / Fizyolojik Değerlendirmeler

Sistem değerlendirmeleri, etkin bir tedavi programı oluşturabilmek için postüral kontrol yetersizliğinin altında yatan nedenleri saptamakta etkilidir. Horak ve ark tarafından geliştirilmiş BESTest ile Lord ve ark. tarafından geliştirilmiş Fizyolojik Denge Profili, bozulmuş postüral kontrolün nedenlerini karakterize etmek için sistem yaklaşımını kullanır. BESTest etkilenen denge sistemlerini ayırt etmeye odaklanırken, Fizyolojik Denge Profili düşme riskine yol açan fizyolojik mekanizmaları tanımlamaya odaklanmaktadır (Şekil 2.7.) (150) .



Şekil 2.7. BESTest (A) ve Fizyolojik Denge Profili (B) parametreleri (150).

Objektif Değerlendirmeler

Postürografi

Postürografiler, kuvvet platformu üzerinde basınç merkezini inceleyerek postüral kontrolü değerlendirir. Statik ve dinamik olmak üzere iki formu vardır. Statik postürografide, hareketsiz bir platform üzerinde ayak basınç merkezinin yer değiştirmesi ile dinamik postürografide ise eksternal pertürbasyonlar, değişen yüzey ve çevre koşulları kullanılarak kişinin ayakta durma dengesi değerlendirilir. Dinamik postürografide başlıca; duyuşsal organizasyon testi, adaptasyon testi, Stabilite limitleri testi, ritmik ağırlık aktarma testleri yapılmaktadır. Dinamik postürografi, postüral kontrole motor ve duyuşsal katkıların ölçülmesinde altın standart kabul edilmektedir. Ayrıca denge bozukluğunun tipi, fonksiyonel kompensasyonlar ve kişide denge kayıplarına neden olabilecek çevreler hakkında fikir vermektedir (150).

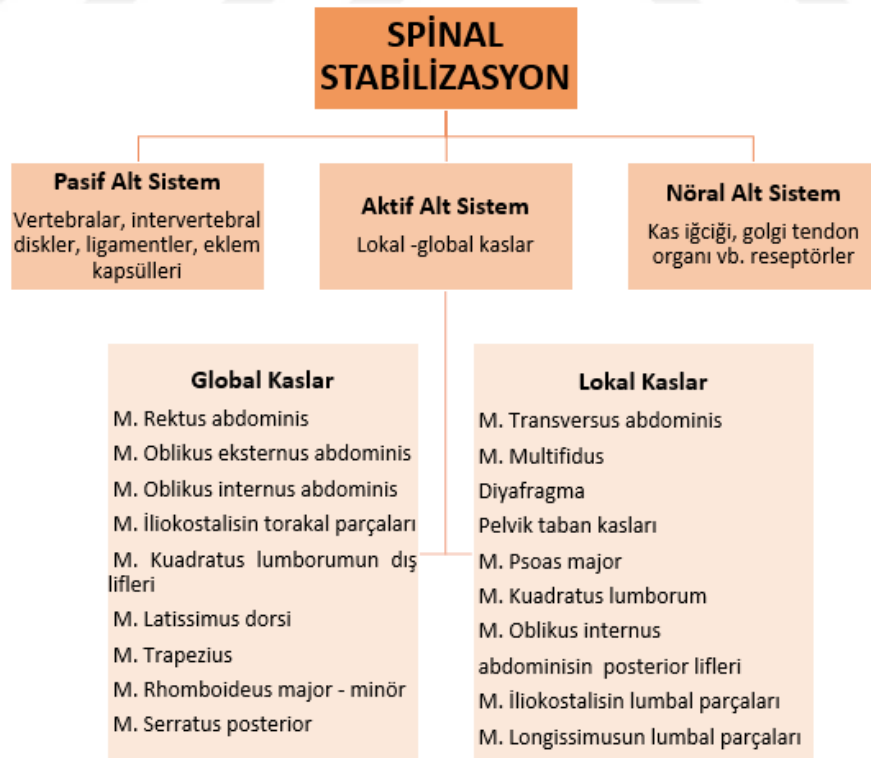
Atalet Sensörleri

Kablosuz veri aktarımına sahip atalet sensörleri, görev sırasında postüral salınım ve hareketlerin objektif ölçümünü sağlamaktadır. Bu sensörler, bireyler görevlerini yerine getirirken veya günlük aktivitelerini yaparken üst-alt ekstremiteler ve gövde hareketlerini ölçebilen lineer akselerometreler ve/veya jiroskoplardan oluşur (150).

2.4.2. Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Yöntemleri

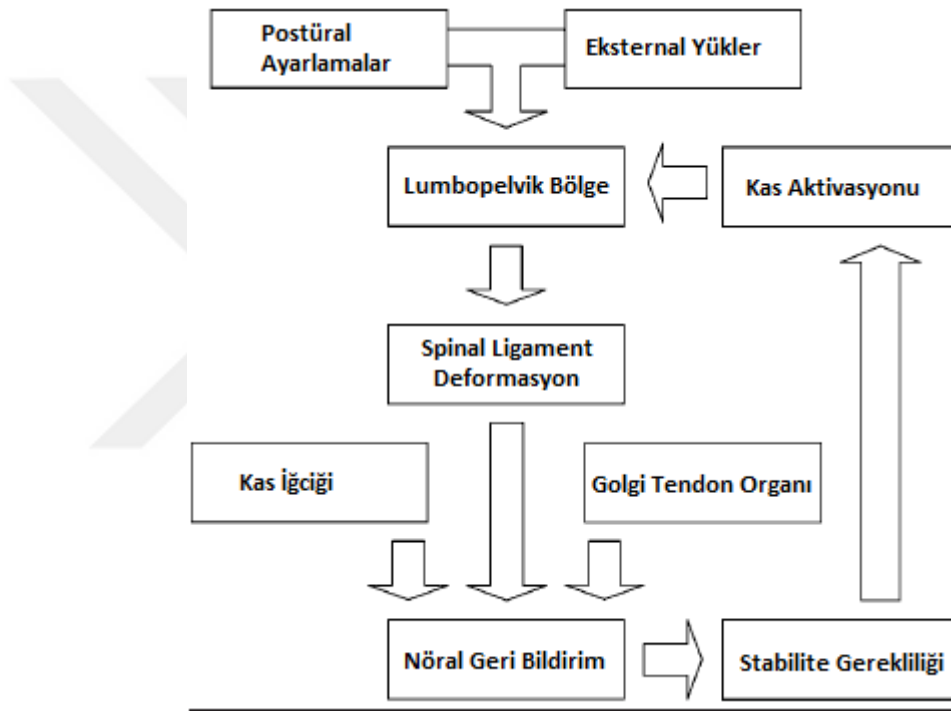
Spinal Stabilizasyon Eğitimi

Spinal stabilizasyon denildiğinde vertebral kolonun nötral alan ve nötral pozisyon terimleri karşımıza çıkmaktadır. Bu terimler birbirleri yerine sıkça kullanılsa da farklı anlamlara gelmektedir. Panjabi ve ark. tarafından tanımlanan nötral alan, normal eklem hareketinin başında kas sistemi veya spinal kolon tarafından etkin direnç gösterilmeden önce hareketin gerçekleştiği alandır. Nötral pozisyon ise, intervertebral segmentteki hareketten çok bütün omurganın hareketini ifade eden, vücut dokularına minimal stresin yüklendiği, postüral uyumun optimum olduğu ve gövde kaslarının en etkili çalıştığı pozisyonudur (151). Spinal stabilizasyon, intervertebral nötral alanların fizyolojik sınırlar içerisinde kontrol edilebilmesi olarak tanımlanmıştır (152). İnstabilite ise koruyucu kontrolün olmadığı anormal-aşırı hareket açıklığı olarak tanımlanmakta olup, hareketin kalitesini ve miktarını değiştirmektedir (151). Stabilizasyon; pasif alt sistem, aktif alt sistem ve nötral alt sistem ile sağlanmaktadır (Şekil 2.8.). Pasif alt sistem, vertebralar, intervertebral diskler, ligamentler ve eklem kapsülleri gibi statik dokuların yanı sıra kasların pasif özelliklerini de içerir.



Şekil 2.8. Spinal stabilizasyonun alt sistemleri.

Bu yapıların primer görevi, gerilme kuvvetleri arttıkça ve harekete karşı mekanik direnç oluştuğunda son hareket aralığında stabilize olmak ve mekanoreseptörler aracılığıyla pozisyon ve yük bilgilerini nöral alt sisteme iletmektir. Aktif alt sistem; lokal-global kaslardan oluşur, omurga ve proksimal pendiküler iskelete dinamik stabilizasyon ve nöral alt sisteme hareket bilgisi sağlamaktadır. Nöral alt sistem, spinal stabilizasyonu oluşturan ve sürdüren sinyallerin merkezidir. Stabilizasyonu sürdürmek için bu üç sistemin birbiriyle sürekli etkileşim içinde olması gerekmektedir. Sistemlerden birinin etkilenmesi stabilizasyonun etkilenmesine neden olur (Şekil 2.9.) (152-154).



Şekil 2.9. Spinal stabilizasyon modeli (154) .

Vertebral kolon fonksiyonel sinerjilerin merkezi olup ayakta durma, yürüme, bir obje kaldırma, taşıma ve sürüklenme gibi fonksiyonlarda stabilizasyonu sağlamaktadır. Stabilizasyonun, fonksiyonel olarak incelendiğinde egzersiz, spor ve günlük yaşam aktivitelerinde alt ve üst ekstremiteler arasındaki tork-momentum transferini kolaylaştırmaktan sorumlu olan kinetik zincirin temeli olduğu belirtilmektedir. Araştırmacılar, kinetik zincirin fonksiyonel olabilmesi için lumbopelvik stabilizasyonun sağlanmasının şart olduğunu belirtmişlerdir (155-159).

Transversus abdominis, multifidus, diyafragma ve pelvik taban kasları spinal stabilizasyonun sağlanmasında anahtar rol oynamaktadır. Bu kaslar sinerjistik olarak

çalışmakta ve birlikte stabilizasyon silindirini (bazı kaynaklarda kas kutusu olarak da geçmektedir) oluşturmaktadır. Gövde kasları (transversus abdominis, multifidus, oblik kaslar, rektus abdominis, erektör spinalar), stabilizasyon ve mobilizasyon sağlayarak abdomen çevresinde korse/kemer görevi görmektedir. Transversus abdominis bu kaslar arasında stabilizasyon ve aktivasyon özellikleriyle ön plana çıkmaktadır. Transversus abdominis, hareketin yönünden bağımsız olarak üst ve alt ekstremiteler hareketleri sırasında aktive olan ilk kas olduğu, omuz hareketinden 30 ms, bacak hareketinden ise 110 ms önce kasıldığı ve lumbal spinal stabilizasyonu sağladığı gösterilmiştir (160). Diyafragma stabilizasyon silindirinin çatısı, pelvik taban kasları ise tabanı olarak görev yapar. Stabilizasyon silindirini oluşturan bu kasların torakolumbal fasya aracılığıyla intra-abdominal basıncı arttırarak lumbal bölge üzerindeki kompresyonu azalttığı ve lumbopelvik stabilizasyonu sağladığı gösterilmiştir (160).

Spinal stabilizasyon egzersiz konsepti, motor öğrenmenin temel prensiplerini kullanan, lokal kasların aktivasyonunu ve zamanlamasını optimal hale getirmeyi hedefleyen bir motor kontrol yaklaşımıdır (5). Spinal stabilizasyon eğitiminin ilk aşaması; lokal segmental kontrolün öğretilmesi olup lokal (derin) kasların izole ve istemli aktivasyonunu ve vertebral kolon pozisyonunun farkındalığını geliştirmeyi içerir. Bu aşamada; solunum ile kombine transversus abdominis ve multifidus aktivasyonu öğretilir daha sonra bu aktivasyonun farklı pozisyonlarda gerçekleştirilmesi istenir. Kas aktivasyonunun ortalama 8 saniye sürmesi gerektiği bildirilmiştir. İkinci aşamada, lokal segmental kontrol sağlanarak yüzeysel kas aktivasyonu yapılmaktadır. Amaç, günlük yaşam aktivitelerinde lokal kasların ekstremiteler hareketleri öncesinde aktifleşerek spinal stabilizasyonun sağlanması ve sürdürülmesidir. Ekstremiteler hareketlerinin egzersizlere eklenmesi, stabilizer kasların ekstremiteler ile koordineli çalışmasını sağlamaktadır. Ayrıca egzersizlerin serbest ağırlık ya da egzersiz lastiği ile dirençli hale getirilmesi de stabilizer kasların kuvvet üretme kapasitelerini arttırmaktadır. Üçüncü aşamada ise instabil zeminde, otomatik postüral yanıt gerektiren durumlarda lokal segmental kontrolün sağlanması hedeflenmektedir (161-164).

Literatüre bakıldığında, MS hastalarında lokal kasların stabilizasyonunun azaldığı ve minimal etkilenimi olan hastaların bile yürüyüş sırasında daha fazla kas

aktivasyonu sağlamaya çalıştıkları için dengesiz bir derin gövde kas aktivasyonu ortaya çıkardıkları belirtilmiştir. Bu asimetrik gövde etkileniminin, fonksiyona yansımada da kas aktivasyonunda değişikliğe neden olduğu ve bozulan kas aktivasyonu nedeniyle hastaların postüral kontrolü sağlamak için kompensatuar stratejiler geliştirdiği bildirilmiştir (146, 165, 166). Arntzen ve ark.'nın MS hastalarında yaptıkları çalışmada, 6 hafta/haftada 3 gün yapılan spinal stabilizasyon egzersizlerinin yürüyüşü geliştirdiği ve bu etkinin 24 haftaya kadar sürdüğü gösterilmiştir (167). Salcı ve ark.'nın ataksik MS hastalarında yaptıkları çalışmada, 6 hafta boyunca haftada 3 gün denge eğitimine ek olarak uygulanan spinal stabilizasyon eğitiminin postüral kontrolü geliştirdiği bildirilmiştir (6). Aynı şekilde Ali ve ark.'nın yaptıkları çalışmada da, ataksik MS hastalarında konvansiyonel denge egzersizlerine ek olarak uygulanacak spinal stabilizasyon eğitiminin konvansiyonel denge eğitimine göre daha etkili olduğu ve denge rehabilitasyonun multimodal olması gerektiği belirtilmiştir (7). Amiri ve ark.'nın farklı EDSS düzeyine sahip kadın MS hastalarında yaptıkları çalışmada, 10 hafta/haftada 3 gün uygulanan spinal stabilizasyon eğitiminin, statik ve dinamik dengeyi geliştirdiği ve EDSS skoru 3,5'in üzerinde olan hastalarda bu eğitimin daha etkili olduğu gösterilmiştir (168).

Literatürde MS hastalarında spinal stabilizasyon temelli pilates egzersizlerinin postüral kontrol üzerindeki etkilerinin inceleyen çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Arik ve ark.'nın yapmış oldukları güncel bir derleme ve meta-analizde, EDSS skoru < 6 olan MS hastalarında pilates egzersizlerinin dengeyi geliştirdiği ancak optimal yoğunluk, frekans ve sürenin belirlenebilmesi için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulduğu belirtilmiştir (169).

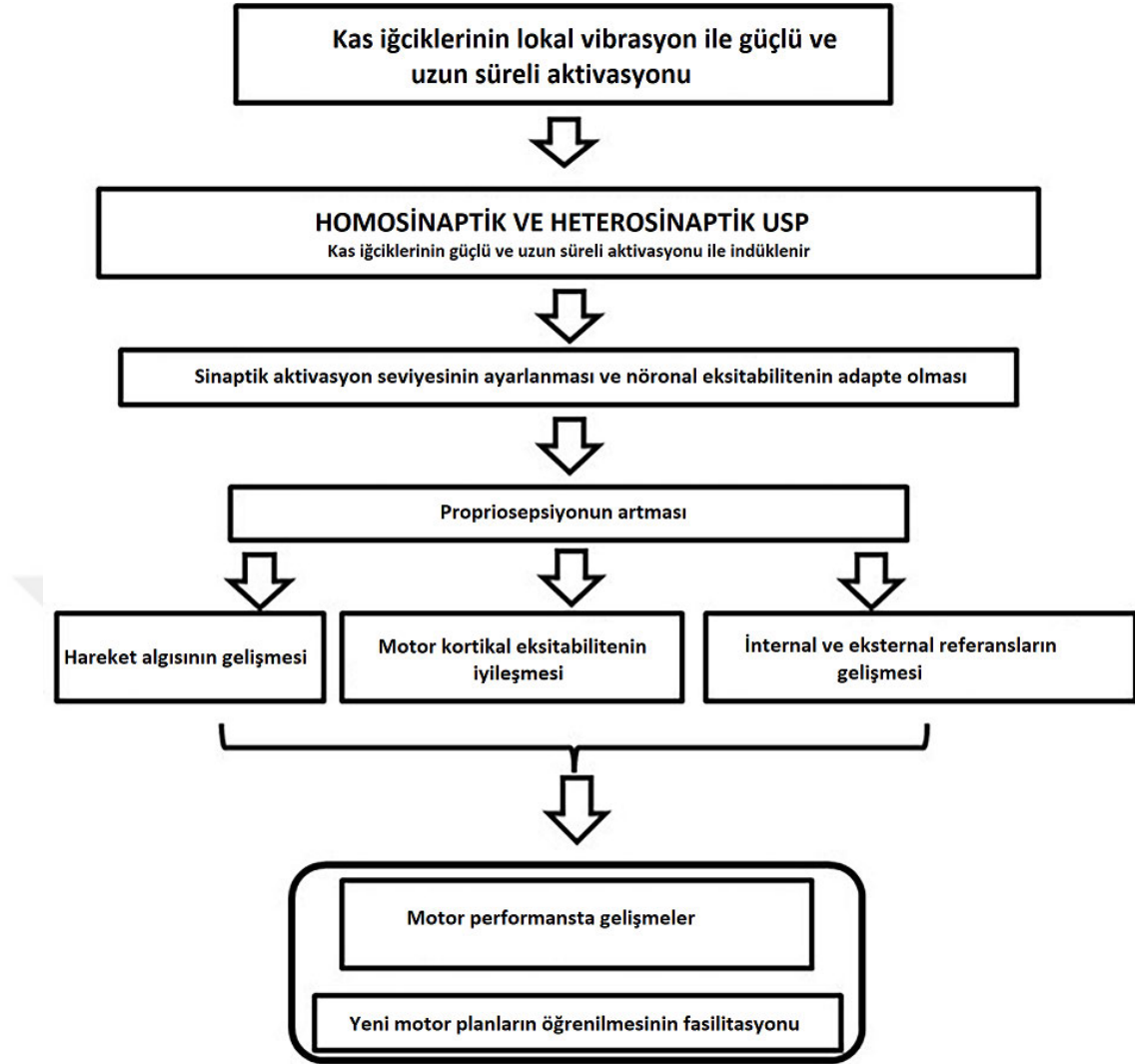
Lokal Vibrasyon

Lokal vibrasyon (LV), mekanik portatif bir cihaz ile spesifik bir kasa veya tendonuna vibrasyon stimulusunun uygulandığı bir tekniktir. Nörolojik rehabilitasyonda; spastisiteyi azaltmak, kas kontraksiyonunu arttırmak, sensorimotor organizasyonu düzeltmek, postüral kontrol ve yürüyüşü geliştirmek amacıyla kullanılmaktadır (8).

LV'nin postüral kontrol üzerindeki etkisinin, somatosensöriyel yapıların uyarılmasından kaynaklandığı belirtilmiştir. Yapılan çalışmalarda; Meissner, Ruffini,

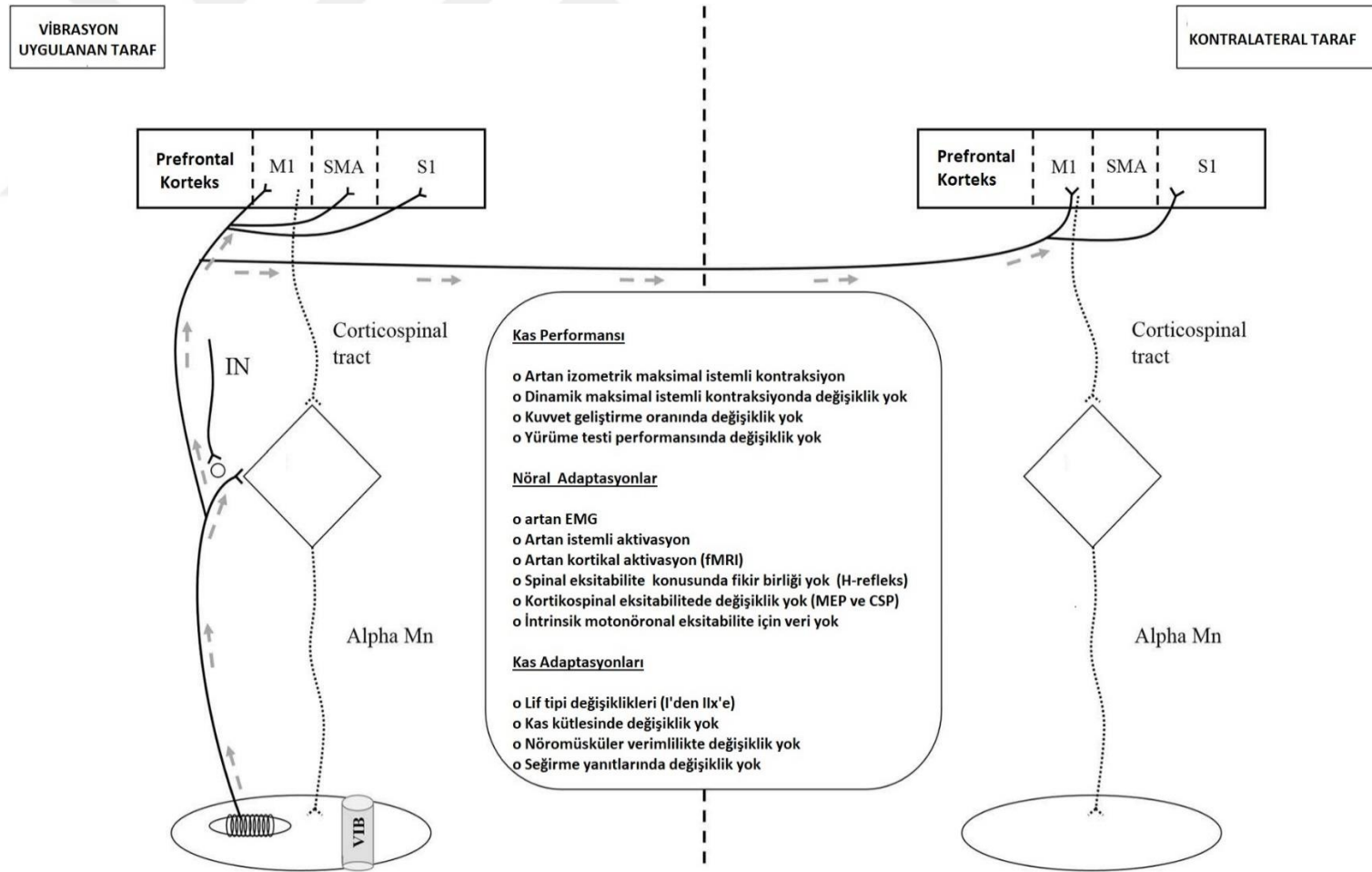
Merkel, Vanter-Pacini, golgi tendon organı ve kas içciği reseptörlerinin farklı frekanslardaki LV ile uyarıldığı ve bu yapıların uyarılmasının postüral stabiliteyi etkilediği belirtilmiştir. Merkel disklerinin düşük frekanslı vibrasyona (5-15 Hz), Meissner korpusküllerinin orta frekanslı vibrasyona (20-50 Hz) ve Vanter-Pacini korpusküllerinin ise yüksek frekanslı vibrasyona (60-400 Hz) cevap verdiği gösterilmiştir (9). Reseptörler arasında LV'ye en hassas yapının kas içcikleri olduğu ve afferentlerinden grup Ia'nın II'ye göre daha duyarlı olduğu gösterilmiştir. Grup Ia afferentlerinin çok küçük amplitüdlere bile (0,2-0,5 mm) uyarıldığı ayrıca deşarj hızlarının 120 Hz'e kadar tüm seviyelerde frekans ile orantılı olduğu belirtilmiştir (170). Muskulo-tendinoz yapıya uygulanan vibrasyon "Tonik Vibrasyon Refleksi (TVR)" olarak adlandırılan bir kas kontraksiyon fenomenini ortaya çıkarmaktadır. TVR, grup Ia afferentlerinin deşarjı alfa motor nöronlar üzerinde eksitator bir girdi oluşturduğu için vibrasyon uygulanan kasın refleks olarak kasılmasıdır. Vibrasyon frekansı ve amplitüdü TVR'yi etkileyen 2 temel faktördür. Araştırmacılar, 20 – 200 Hz aralığındaki her frekansta ve 1-2 mm amplitüd aralığında TVR'nin oluşabileceğini belirtmişlerdir. Optimal frekans ve amplitüd değerleri ile ilgili kesin bir bilgi olmamakla birlikte literatür, yüksek frekans-düşük amplitüd parametrelerine sahip vibrasyonun daha çabuk ve güçlü TVR oluşturduğu konusunda hemfikir (9, 170).

Tekrarlayan vibrasyon stimulusuyla ortaya çıkan etkilerin, afferent yollar boyunca primer ve sekonder somatosensöriyel alanlarda Uzun Süreli Potansiyalizasyon (USP) ve Uzun Süreli Depresyon (USD) mekanizmaları gibi sinaptik modifikasyonlardan kaynaklandığı belirtilmektedir. Özellikle yüksek frekansın, artmış glutamat sinaptik salınımı ile santral sinir ağlarının plastik reorganizasyonunu indüklediği belirtilmiştir. Araştırmacılar LV'nin postüral kontrol üzerindeki etkilerinin, propriyoseptif devrelerdeki USP mekanizması ile sinaptik güçlenmeden kaynaklandığını belirtmişlerdir (171). Bazı araştırmacılar LV sonrası görülen bu plastik reorganizasyon sürecini, nöral devrelerin "eğitimsiz öğrenme" mekanizması olarak tanımlamışlardır (172). LV'nin pozisyon ve hareket algısını geliştirdiği, vücut şemasını düzenlediği ve eklem stabilizasyonunu arttırdığı bildirilmiştir. LV'nin duyuusal sistem üzerindeki etkileri ve vibrasyon ile oluşan sinaptik değişiklikler Şekil 2.10.'da gösterilmiştir (171).



Şekil 2.10. Lokal vibrasyonun duyuşal sistem üzerindeki etkileri ve oluşun sinaptik değışiklikler (171). USP: Uzun süreli potansiyalizasyon.

Kasa uygulanan LV'nin kasın kortikal temsil alanındaki Gama-aminobutirik asit (GABA) aktivitesini değıştirerek kortikal devrelerde değışiklik oluşturduğu belirtilmiştir. Görüntüleme çalışmalarında, 70-80 Hz frekansta uygulanan LV'nin somatosensöriyel korteksin yanı sıra motor korteks, premotor korteks, suplementer ve singulat motor alanlarda aktivasyon oluşturduğu gösterilmiştir (8). LV sırasında ve sonrasında spinal–supraspinal seviyelerde meydana gelen nöromusküler adaptasyonlar Şekil 2.11.'de gösterilmektedir (170).



Şekil 2.11. Lokal vibrasyon ile oluşan adaptasyonlar (170). Ia afferentlerinin kas içiğinden spinal ve kortikal seviyelere doğru aktivasyonu ve projeksiyonu noktalı gri oklarla gösterilmiştir. M1: primer motor korteks, SMA: suplemer motor alan, S1:sensorimotor korteks, IN:internöronlar, CSP: kortikal sessiz periyod, MEP: motor uyarılmış potansiyel, VIB: lokal vibrasyon cihazı.

Literatürde MS hastalarında LV uygulamasının postüral kontrolü geliştirmek amacıyla kullanıldığı çok az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda da piramidal bulguları baskın olan hastalarda genellikle spastik kas üzerine odaklanılmıştır. Camerota ve ark.'nın alt ekstremitte spastisitesi şiddetli olan SPMS hastalarında yaptıkları çalışmada, kuadriseps ve lumbal paraspinal kaslara 3 ardışık gün 100 Hz frekansta uygulanan LV'nin yürüyüşün zaman-mesafe karakteristiklerini iyileştirdiği belirtilmiştir (12). Spina ve ark.'nın RRMS hastalarında yaptıkları çalışmada, her hastanın primer problemi dikkate alınarak uygulanan LV'nin (denge problemi olan hastalarda triceps surae tendonu ve servikal bölgeye bilateral uygulanırken, en az bir ekstremitesinde piramidal tutulum gösteren hastalarda; en fazla etkilenen yapılara - çoğunlukla triceps surae tendonu, patellar tendon ve gluteus medius – uygulanmış) statik–dinamik denge ve yürüyüş parametrelerini geliştirdiği gösterilmiştir (11). Ayvat ve ark.'nın MS hastalarında egzersize ek olarak spastik gastroknemiusa farklı frekanslarda uyguladıkları LV'nin etkisini inceledikleri çalışmada; 50 Hz-1mm uygulanan vibrasyon parametrelerinin 100 Hz-1mm'ye göre mediolateral stabilite limitlerini daha fazla geliştirdiği bildirilmiştir (173). Paoloni ve ark.'nın SPMS hastalarında botoks ile birlikte uygulanan LV'nin etkinliğini inceledikleri çalışmalarında ise; 4 hafta /haftada 3 gün boyunca 120 Hz frekansta rektus femoris ve medial-lateral gastroknemius kaslarına 30 dk uygulanan LV'nin tek başına veya botoks ile kombine uygulanmasının spastisiteyi ve yorgunluğu azalttığı bulunmuştur (10). Vibrasyonun etki mekanizması ve MS'de görülen ataksinin doğası düşünüldüğünde LV'nin bu hasta grubunda efektif olacağı öngörülmekle birlikte literatürde direkt olarak ataksik MS hastalarını hedef alan bir LV çalışması bulunmamaktadır. Sadece Özvar ve ark.'nın içerisinde MS hastalarının da yer aldığı ataksi popülasyonunda, farklı vibrasyon uygulamalarının postüral kontrol üzerindeki akut etkisini araştırdıkları çalışmalarında; 1 mm amplitüd 80 Hz frekansta gastrosoleus kas kompleksine uygulanan tek seans LV'nin postüral kontrolü akut olarak geliştirdiği bildirilmiştir (174).

Yapılan çalışmalar incelendiğinde MS hastalarında çeşitli bölgelere uygulanan LV'nin postüral kontrolü geliştirmede etkili olabileceği gösterilmekle birlikte, hangi bölgeye uygulanan LV'nin daha etkili olduğu konusunda bir fikir birliği bulunmamaktadır.

MS'in doğal seyri ve hastaların primer problemlerinin postüral kontroldeki yetersizlik olduğu düşünüldüğünde tek başına uygulanan bir tedavi yerine multimodal yaklaşımlarla desteklenen bir rehabilitasyon programının postüral kontrol üzerindeki etkilerinin daha fazla olacağı ve daha fazla fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Postüral kontrolü geliştirmede spinal stabilizasyon ve LV'nin efektif birer modalite olduğunu belirten çalışmalar mevcut olup, çalışmaların sonuçları bu uygulamaların birlikte kullanımı ve araştırılması için teşvik edici durumdadır. Sonuç olarak çalışmamızın amacı, ataksik MS hastalarında spinal stabilizasyon eğitimine ek olarak gastrosoleus kas kompleksine ve servikal-lumbal paraspinal kaslara uygulanan LV'nin postüral kontrol üzerindeki etkilerini karşılaştırmalı olarak incelemektir.



3. BİREYLER VE YÖNTEM

3.1. Bireyler

Ataksik MS hastalarında spinal stabilizasyon eğitimine ek olarak gastrosoleus kas kompleksine ve paraspinal kaslara uygulanan LV'nin postüral kontrol üzerindeki etkinliğini incelemek amacıyla tek kör, randomize kontrollü olarak planlanan bu çalışma; Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi Nörolojik Rehabilitasyon Ünitesi'nde gerçekleştirildi. Araştırmaya başlamadan önce, Hacettepe Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan (Karar No:2023/07-03, KA-21159) ve T.C. Sağlık Bakanlığı Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan (Araştırma No: E-85521274-000-2418584) onay alındı.

Çalışmanın başında, MS tanısı ile takip edilen 60 hasta ile iletişime geçildi. Bu hastaların 36'si dâhil edilme kriterlerini karşıladı. İki hasta, değerlendirmeleri yapıldıktan sonra tedavi seanslarına gelmediği için çalışmadan çıkarıldı. İki hasta, tedavi programına düzenli katılamayacağını belirterek çalışmadan ayrıldı. Bir hasta, atak geçirdiği için, başka bir hasta ise şehir dışı görevlendirmesi nedeniyle çalışmadan ayrılmak zorunda kaldı. Sonuç olarak, çalışma 30 hasta ile tamamlandı.

Dâhil edilme kriterleri:

- Nörolog tarafından MS tanısı ile takip edilen,
- 18-50 yaş aralığında olan,
- EDSS skoru 3-5 arasında olan,
- EDSS piramidal sistem puanı ≤ 3 olan
- Kortikosteroid kullanmayan ve/veya çalışmaya başlamadan en az 3 ay önce bırakan hastalar çalışmaya dâhil edildi.

Dâhil edilmeme kriterleri:

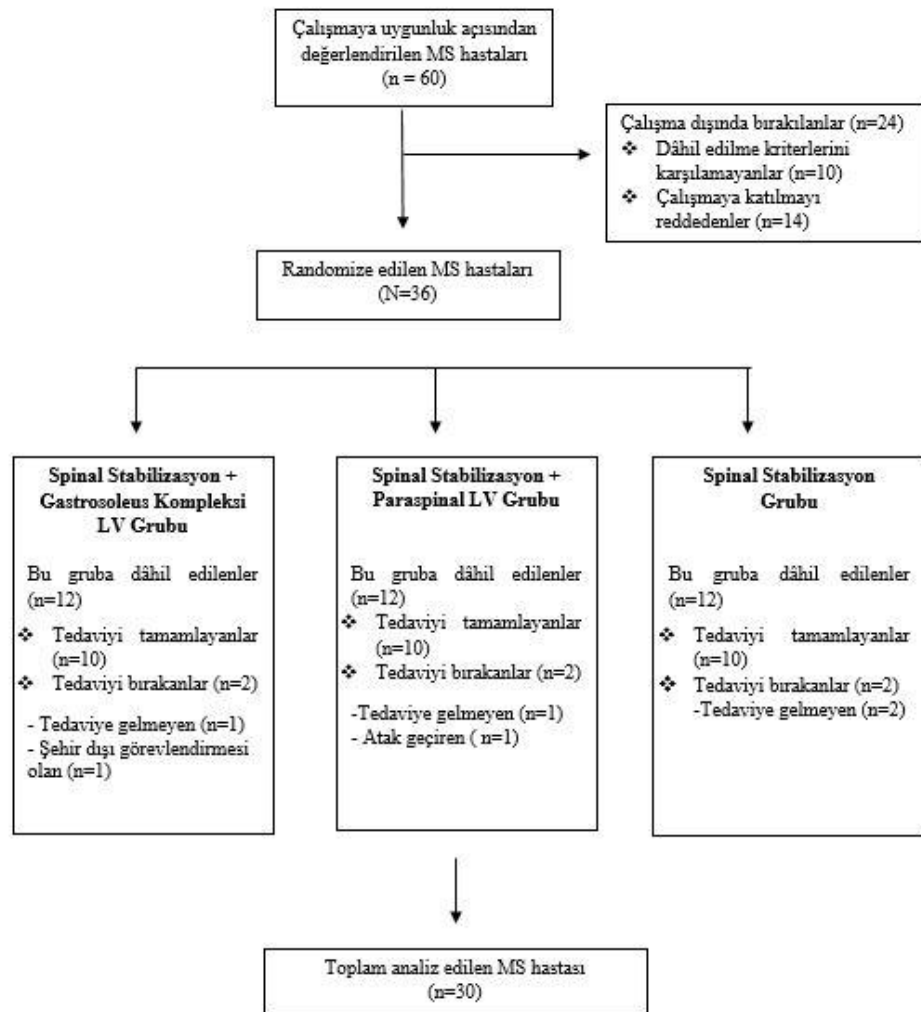
- Son 3 ay içerisinde atak öyküsü bulunan,
- Şiddetli spastisitesi olan (Modifiye Ashworth Skalası (MAS) > 3),
- Ortopedik veya sistemik sorunları olan,
- Periferik vestibüler şikâyetleri olan,
- Son 6 ay içerisinde başka bir egzersiz programına katılan,
- Mental etkilenimi olan (Mini Mental Test skoru < 24),
- Çalışmaya katılmayı kabul etmeyen hastalar dâhil edilmedi.

Çalışmaya katılmayı kabul eden hastalara, çalışma sözlü ve yazılı olarak detaylıca açıklandı ve yazılı onamları alındı.

3.2. Yöntem

Dâhil edilme kriterlerini sağlayan hastalar; kapalı zarf randomizasyon yöntemi kullanılarak spinal stabilizasyon + gastrosoleus LV grubu, spinal stabilizasyon + paraspinal LV grubu ve spinal stabilizasyon grubu olmak üzere 3 gruba ayrıldı. Her gruptaki hastalar, 8 hafta boyunca haftada 3 gün (toplam 24 seans) tedavi programına alındı. Değerlendirmeler, tedaviden önce ve 8 haftalık tedavi programı bittikten sonra olmak üzere 2 kere yapıldı. Hastaların yorgunluk durumu dikkate alınarak, değerlendirmeler 2 güne bölünerek yapıldı.

Çalışmanın akış şeması Şekil 3.1.'de gösterildi.



Şekil 3.1. Çalışmanın akış şeması.

3.3. Değerlendirmeler

Değerlendirmeler, tedavi gruplarına kör ve nörolojik rehabilitasyon alanında 10 yıllık deneyime sahip bir uzman fizyoterapist (ÖOK) tarafından yapıldı.

3.3.1. Fiziksel Özellikler ve Hikâye

Hastaların yaşı, boyu, vücut ağırlığı, cinsiyeti, dominant tarafları, kullandığı ilaçlar, hastalık durasyonu, son atak tarihi, daha önce katıldığı fizik tedavi programları ve eşlik eden hastalıkları ayrıntılı bir şekilde kaydedildi.

3.3.2. Genişletilmiş Özürllülük Durum Ölçeği (EDSS)

EDSS, MS hastalarının hastalık şiddetiyle ilişkili nörolojik düzeyinin belirlenmesinde en sık kullanılan ölçek olup piramidal, serebral, serebellar, beyin sapı, duyuşal, mesane-bağırsak ve görsel fonksiyonel sistemlerin (FS) değerlendirilmesini içerir. Fonksiyonel açıdan hastalar 0-10 arasında skorlanır. Sıfır puan normal nörolojik durumu gösterirken 10 puan MS'e bağlı ölümü gösterir (175).

EDSS, hastaların çalışmaya uygunluk durumunun değerlendirilmesi amacıyla sadece tedavi öncesinde uygulandı. EDSS skorunun 3-5 arasında olması ve piramidal FS puanının ≤ 3 olması dâhil edilme kriterleri arasındadır. Bu aralığın seçilmesinin nedeni, ataksik bulguların EDSS skoru 3 ve üzerindeki hastalarda daha baskın olması, 5'in üzerine çıktığında ise diğer FS etkilenimlerinin artıp ataksik bulgularla karışmasıdır. Ayrıca piramidal FS puanının 3 ve altında olması ile kuvvet kayıpları ve spastisite problemleri baskın olan hastalar çalışma dışında tutulmuştur. EDSS ve FS bazında dar bir aralığın seçilmesi ile homojen gruplar oluşturulmaya çalışılmıştır. Dâhil edilen hastaların bu puan aralıklarına göre fonksiyonel düzeyleri aşağıda verilmiştir.

- **3:** 1 FS'de orta dereceli özürllülük mevcut (1 FS'den 3 puan diğer FS'lerden 0 veya 1 puan alır) veya 3-4 FS'de minimal özürllülük mevcut (3-4 FS'den 2 puan alır, diğer FS'lerden 0 veya 1 puan alır) olup hasta tam ambulatuardır.
- **3.5:** 1 FS'deki orta dereceli özürllülüğe rağmen tam ambulasyon yapar (1 FS'den 3 puan alır veya 1-2 FS'den 2 puan alır, 2 FS'den 3 puan ya da 5 FS'den 2 puan alır, diğer FS'lerden 0-1 puan alır) .

- **4:** Hasta yardımsız ambulatuardır (1 FS'den 4 puan alır, diğerleri 0 veya 1 puandır) ve şiddetli özürlülüğe rağmen günde 12 saat veya daha fazla çalışabilir. Yardımsız ve dinlenmeden 500 m yürüyebilir.
- **4.5:** Yardımsız yürüyebilir ve tam gün çalışabilir, fakat 1 FS'den 4 puan almasından dolayı oluşan şiddetli özürlülük nedeniyle diğer günlük yaşam aktivitelerinde minimal yardıma ihtiyaç duyabilir. Yardımsız ve dinlenmeden 300 m yürüyebilir.
- **5:** Yardımsız ve dinlenmeden 200 m yürüyebilir. Şiddetli özürlülük tüm günlük yaşam aktivitelerini etkiler (FS'lerin birinden 5 puan ve diğerlerinden 0-1 puan veya birden fazla FS'den 4 puan alır).

3.3.3. Ataksi Şiddetinin Değerlendirilmesi

Ataksi şiddetini değerlendirmek için Uluslararası Ataksi Oranlama Ölçeği (UAAOÖ) kullanıldı. Postür - yürüyüş (34 puan), kinetik fonksiyonlar (52 puan) , konuşma bozuklukları (8 puan) ve okülomotor bozuklukların (6 puan) incelendiği bu ölçekte toplam puan aralığı 0-100 arasında olup puanın yükselmesi artmış ataksi şiddetini göstermektedir. MS hastaları için güvenilir ve geçerli bir ölçektir (176).

3.3.4. Performansa Dayalı Dengenin Değerlendirilmesi

Performansa dayalı dengeyi değerlendirmek için Berg Denge Ölçeği (BDÖ) kullanıldı. Ölçek, çeşitli görevlerden oluşan 14 madde içermekte olup her madde 0-4 arasında skorlanmaktadır. Toplam skor 0-56 arasındadır ve 0-20 arası skorlar şiddetli denge bozukluğunu, 21-40 arası skorlar kabul edilebilir denge bozukluğunu, 41-56 arası ise dengenin iyi olduğunu göstermektedir. Total skor düştükçe düşme riski de artmaktadır (177). MS hastaları için güvenilir ve geçerli bir ölçektir (178-180).

3.3.5. Gövde Kontrolünün Değerlendirilmesi

Gövde kontrolünü değerlendirmek için Gövde Bozukluk Ölçeği (GBÖ) kullanıldı. Ölçek, statik oturma dengesi, dinamik oturma dengesi ve koordinasyon parametrelerini içeren 17 maddeden oluşmaktadır. Bu maddelerin 3'ü statik oturma dengesini (0-7 puan), 10'u dinamik oturma dengesini (0-10 puan), 4'ü ise koordinasyonu (0-6 puan) değerlendirmekte olup alınabilecek maksimum puan 23'tür.

Yüksek puan daha iyi gövde kontrolünü göstermektedir. MS hastaları için güvenilir ve geçerli bir ölçektir (181).

3.3.6. Lumbopelvik/Kor Enduransın Değerlendirilmesi

Lumbopelvik/kor kasların enduransını değerlendirmek için; plank endurans testi (yüzüstü köprü testi), lateral köprü testi, Sorensen testi (gövde ekstansör testi) ve gövde fleksörleri testi kullanıldı.

Plank Endurans Testi (Yüzüstü Köprü Testi): Hastalardan yüzüstü pozisyonda, dirsekler fleksiyon alt ekstremiteler ekstansiyonda iken, ağırlıklarını ön kollarına ve ayak parmak uçlarına vererek vücut düz bir hat olana kadar gövdelerini yukarı kaldırmaları istendi ve bu pozisyonu korudukları süre saniye cinsinden kaydedildi (Şekil 3.2). Vücut düzgünlüğü bozulduğunda test sonlandırıldı (182, 183) .



Şekil 3.2. Plank endurans testi.

Lateral Köprü Testi: Hastalardan yan yatış pozisyonuna gelmeleri ve alt ekstremiteler ekstansiyonda iken yerde olan taraf ön kol ile ayak parmaklarına ağırlık vererek vücutlarını yukarı kaldırmaları istendi ve bu pozisyonu korudukları süre saniye cinsinden kaydedildi (Şekil 3.3). Vücut düzgünlüğü bozulduğunda test sonlandırıldı. Sağ ve sol olmak üzere her iki taraf test edildi (184, 185).



Şekil 3.3. Lateral köprü testi.

Sorensen Testi (Gövde Ekstansör Testi): Hastalardan baş ve gövdeleri sedyeden sarkacak şekilde yüzüstü yatmaları istendi ve pelvis, kalça, dizler sedyede fizyoterapist tarafından sabitlendi. Hastalardan ellerini ensede kenetli pozisyona alarak sedyenin kenarından vücut düz bir hat olana kadar üst gövdelerini ekstansiyona getirmeleri istendi ve bu pozisyonu korudukları süre saniye cinsinden kaydedildi (Şekil 3.4). Vücut düzgünlüğü bozulduğunda test sonlandırıldı (184, 185).



Şekil 3.4. Sorensen testi.

Gövde Fleksörleri Testi: Hastaların diz ve kalçaları 90°, gövdeleri ise 60° fleksiyonda olacak şekilde pozisyonlandı. Elleri destek almamaları için çaprazlandı ve ayaklar fizyoterapist tarafından sabitlendi. Bu pozisyonu korudukları süre saniye cinsinden kaydedildi (Şekil 3.5). Gövde fleksiyonu (60°) bozulduğunda test sonlandırıldı (185).



Şekil 3.5. Gövde fleksörleri testi.

3.3.7. Stabilite Limitleri ve Postüral Salınımların Değerlendirilmesi

Stabilite limitleri (SL) ve postüral salınımları değerlendirmek için NeuroCom® Balance Master® Statik Postürografi sistemi (Neurocom System Version 8.1, USA) kullanıldı. SL, Stabilite Limitleri Testi ile postüral salınımlar ise Dengenin Kliniğe Uyarlanmış Duyusal Etkileşim Testi ile değerlendirildi.

Stabilite Limitleri Testi (SLT)

SLT, hastaların destek yüzeyini değiştirmeden gravite merkezlerini farklı yönlerde hareket ettirebilme becerilerini değerlendirmektedir. Test, 45°'lik açılarla konumlandırılan anterior, anterior-sağ, sağ, posterior-sağ, posterior, posterior-sol, sol, anterior-sol olmak üzere 8 farklı yönde uygulandı. Hastalar platform üzerinde pozisyonlandıktan sonra (kalkaneus platform üzerindeki kareye, medial malleol ise

horizontal çizgiye gelecek şekilde) gravite merkezini ekranda gösterilen merkezde tutmaları istendi. Başlama sesi geldiğinde, hastalardan ayaklarını kaldırmadan mümkün olan en hızlı ve düzgün şekilde gravite merkezini ekranda belirtilen hedefe doğru hareket ettirmeleri istendi (Şekil 3.6). Sistem, hedeflerin (8 yöndeki) elips oluşturduğunu varsayar ve hastaların sonuçlarını boy uzunluğu ile oranlayıp yaşlarına uygun norm değerlerle kıyaslayarak stabilite limitlerini; her bir yön için reaksiyon zamanı (s), hareket hızı (derece/s), yön kontrolü (%), son nokta ekskürsyonu (%) ve maksimum ekskürsyon (%) parametreleri ile ölçer (Şekil 3.7) (186).

Reaksiyon Zamanı (RZ): hareket komutu ile hastanın ilk hareketi arasında geçen saniye cinsinden süredir.

Hareket Hızı (HH): gravite merkezi hareketinin saniyede yaptığı ortalama hızı, derece/s cinsinden ifade eder.

Yön Kontrolü (YK): hedeflenen yöndeki hareket miktarının, hedeften uzaklaşan/sapan hareket miktarıyla karşılaştırılmasıdır. Hareketin doğrultusunu bir nevi kalitesini gösterir. Hedef yönünde gidildiğinde değer % 100'e yaklaşır.

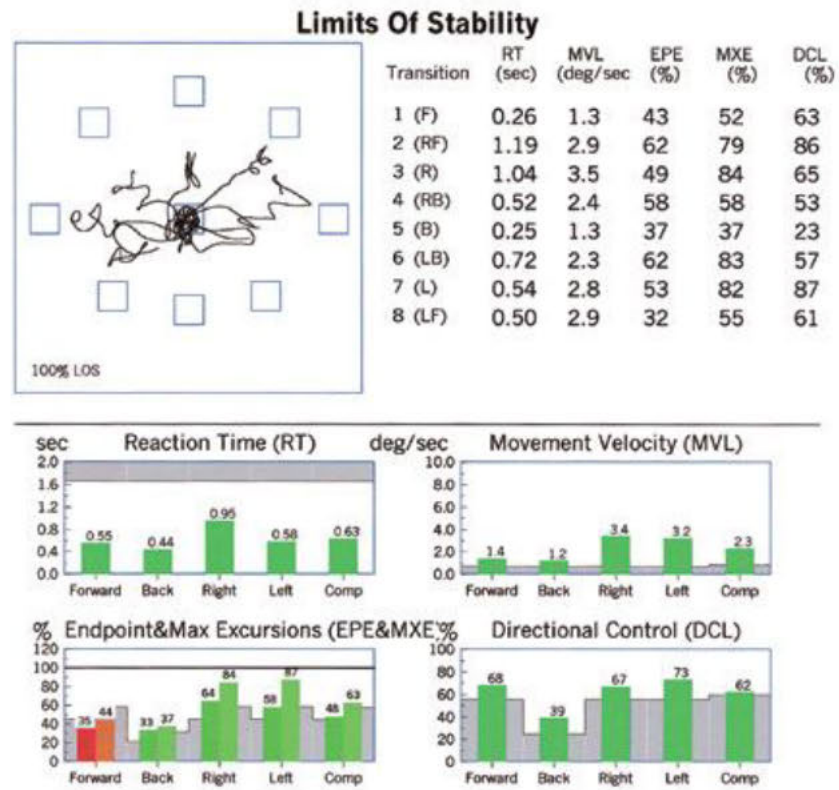
Son Nokta Ekskürsyonu (SNE) : Hedefe doğru ilk hareketin mesafesidir ve maksimum SL mesafesinin yüzdesi olarak ifade edilir. Bitiş noktası, hedefe doğru ilk hareketin sona erdiği nokta olarak kabul edilir başka bir deyişle dengeyi kaybetmeden gidilen son noktadır.

Maksimum Ekskürsyon (ME) : Ulaşılan maksimum mesafedir. Yüzde olarak ifade edilir.

Kompozit Skorlar: Yukarıda açıklanan her parametre için 8 yöndeki puanların ortalamasıdır.



Şekil 3.6. Stabilite limitleri testi.



Şekil 3.7. Stabilite limitleri testi sonuç ekranı.

Dengenin Kliniğe Uyarlanmış Duyusal Etkileşim Testi (DKUDET)

DKUDET, postüral salınımı sert zemin-gözler açık, sert zemin-gözler kapalı, yumuşak zemin-gözler açık, yumuşak zemin-gözler kapalı olmak üzere 4 koşulda değerlendirir (186). Hastaların ayakları platform ve yumuşak zemin üzerindeki karelere gelecek şekilde pozisyonlandı. Hastalardan her koşulda mümkün olduğunca sabit durmaları istendi. Her durumda 3 tekrar yaptırıldı ve her tekrar 10 s sürdü (Şekil 3.8.). Testin sonunda; gravite merkezi salınım hızı skorları elde edildi (Şekil 3.9.).

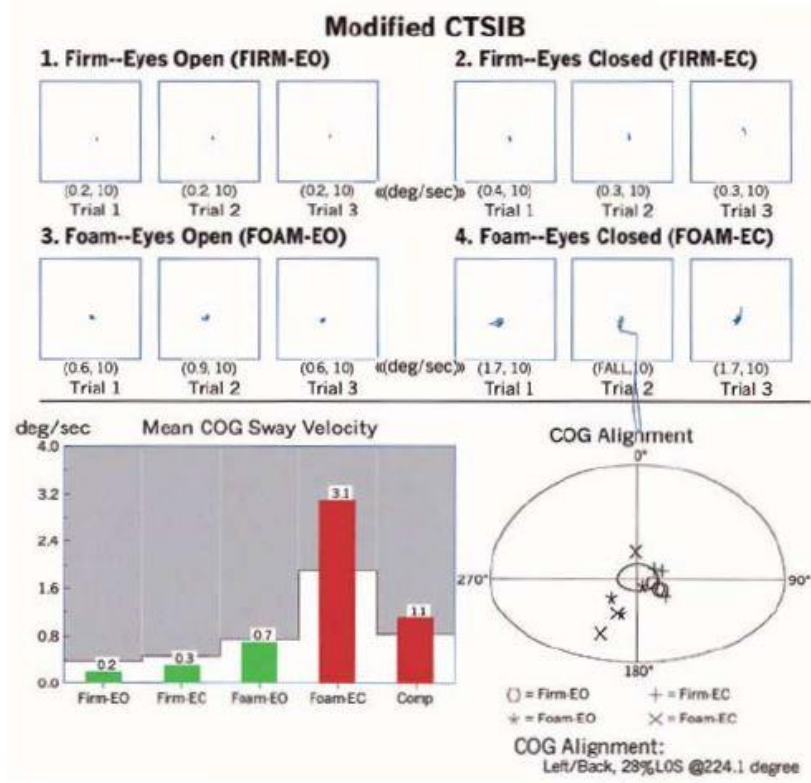
Gravite Merkezi Salınım Hızı (GMSH): gravite merkezinin, süre boyunca merkezden ne kadar uzaklaştığını derece/s cinsinden gösterir.

Kompozit GMSH: 12 tekrardaki (tüm koşullardaki 3 tekrarı içeren) puanların ortalamasıdır.

Skorların sıfıra yaklaşması, gravite merkezinin destek yüzeyi merkezine yaklaştığını ve daha iyi bir postüral stabiliteyi gösterir.



Şekil 3.8. Dengenin kliniğe uyarlanmış duyusal etkileşim testi.



Şekil 3.9. Dengenin kliniğe uyarlanmış duyuşsal etkileşim testi sonuç ekranı.

3.3.8. Yürüyüşün Zaman-Mesafe Karakteristiklerinin Değerlendirilmesi

Yürüyüşü değerlendirmek için OptoGait (Microgate S.r.l; Bolzano, İtalya) sistemi kullanıldı. OptoGait yürüyüşün zaman-mesafe karakteristiklerini, içinde fotoelektrik hücre sistemi bulunan karşılıklı yerleştirilmiş çubuk barlar ile ölçen bir sistemdir. Her çubuk bar 1 metredir ve üzerine yerden 3 mm yukarıda, 1 cm aralıkla, 96 LED diyot yerleştirilmiştir. Çubuk barlar yürüyüş bandının iki yanına yerleştirildikten sonra sistem, hastanın hareketinden kaynaklanan barlar arasındaki iletişim kesintilerini algılar ve süreyi-konumu hesaplar. Hastalar yürüyüş bandına çıktığında boyut-mesafe algılanır, zaman-mesafe karakteristikleri otomatik olarak hesaplanır ve OptoGait yazılım programı (Version 1.12.5, Microgate, Bolzano, Italy) kullanılarak 1000 Hz frekansında kaydedilir (187). Test sırasında hastalardan yürüyüş bandına çıkmaları ve bandın hızını kendilerine göre ayarlamaları rahat hissettiği, gündelik yürüyüş hızına en yakın yürüyüş hızını bulmaları istendi. Daha sonra hastalar 1 dk boyunca belirledikleri yürüyüş hızında yürüdüler ve yürüyüşlerine ait zaman-mesafe karakteristikleri kaydedildi (Şekil 3.10) (188). OptoGait ile yürüyüş hızı (m/s),

kadans (adım/dk), adım uzunluğu (cm), çift adım uzunluğu (cm), duruş fazı yüzdesi (%), adım uzunluğu değişkenliği (%) ve duruş fazı yüzdesi değişkenliği (%) değerlendirildi.

Yürüyüş hızı: belirli bir zaman diliminde alınan mesafedir ve birimi m/s'dir.

Kadans: dakikadaki adım sayısıdır ve birimi adım/dk'dır.

Adım uzunluğu: yürüyüş sırasında bir ayağın yere ilk temas ettiği nokta (topuk/parmak ucu) ile diğer ayağın yerle temas eden noktası arasındaki mesafedir ve cm cinsinden ölçülür.

Çift adım uzunluğu: bir ayağın yerle temas eden noktası ile aynı ayağın ikinci kez yerle temas eden noktası arasındaki mesafedir ve cm cinsinden ölçülür.

Duruş fazı: bir alt ekstremitenin ilk temastan parmak kalkışına kadar geçen süredir ve yürüyüş siklusunun yüzdesi cinsinden ifade edilir.

Yürüyüş değişkenliği: varyasyon katsayısı (CV) ile ifade edilir. CV, standart sapmanın ortalamaya oranının yüzde olarak ifadesidir ve azalması yürüyüş değişkenliğinin azaldığını kontrolün arttığını göstermektedir (189). Adım uzunluğu ve duruş fazı parametreleri için sistem tarafından hesaplandı.



Şekil 3.10. OptoGait sistemi ile yürüyüş analizi.

3.4. Tedavi Programları

3.4.1. Spinal Stabilizasyon Eğitimi

Spinal stabilizasyon egzersizleri, 8 hafta/haftada 3 seans olmak üzere uzman bir fizyoterapist (GBÖŞ) tarafından yaptırıldı. Egzersizler sabah saatlerinde uygulandı ve bir tedavi seansı 60 dk sürdü. Egzersizlerde, kinestetik farkındalığa önem verilmiş olup hastaların tolere edebildikleri pozisyon ve açılarda çalışıldı. Egzersizler sırasında diyafragmatik solunuma ve abdominal duvarın gevşemesine dikkat edildi. Eğitime, hastalara görsel üzerinden stabilizasyon silindirin anatomisi ve önemi anlatılarak başlandı. Daha sonra transversus abdominis ve multifidus kaslarının aktivasyonu sırtüstü yatışta (çengel pozisyonunda) taktil ve sözel uyaranlar kullanılarak öğretildi. Hastalara “ıdrara sıkıştığınızı düşünün ve tutmaya çalışın, dar bir pantolonun fermuarını çekmeye çalışıyormuşsunuz veya iki çamurlu araba arasından üstünüz kirlenmeden geçmeye çalışıyormuşsunuz gibi düşünün” şeklinde farklı imgelemeler kullanılarak transversus abdominis izole kontraksiyonunu hissetmeleri sağlandı. Kontrolün artması ve geribildirim sağlanması amacıyla bu aktivasyon basınçlı biofeedback cihazı (Chatanooga, Avustralya) ile de çalışıldı. Çengel pozisyonunda aktivasyon öğrenildikten sonra farklı pozisyonlarda (yüzüstü, yan yatış, emekleme, oturma, ayakta durma vb.) da aktivasyon sağlanmaya çalışıldı. Bu kasların izole aktivasyonu öğrenildikten sonra otomatik stabilizasyonun sağlanması için hastalardan her egzersizde bu aktivasyonu koruyarak egzersizleri yapmaları istendi. Diyafragmanın etkin çalışabilmesi için transversus abdominis ve multifidus aktivasyonunda hastalardan ekspirasyon, gevşeme sırasında ise inspirasyon yapmaları istendi. Egzersizler kolaydan zora doğru ilerletildi. Stabilizatör kasların aktivasyonu egzersizler sırasında sürekli kontrol edildi ve gereken uyarılar yapıldı. Egzersizlere 10 tekrarlı olarak başlandı ve tekrar sayısı artırılarak 20’ye ulaşmak hedeflendi. Hastalar bir egzersizi efektif olarak 20 tekrar yapabildiklerinde sonraki aşamaya geçildi. Dirençli egzersizler, hastaların kas kuvvetine uygun egzersiz lastiği kullanılarak yapıldı. İlerleyen aşamalarda egzersiz topları ve instabil zeminler de kullanıldı (190, 191). Seansta hastaların yorgunlukları dikkate alınarak dinlenme araları verildi.

Hastalara uygulanan spinal stabilizasyon egzersizlerinden örnekler aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.11).

Başlangıç Seviyesi



Transversus Abdominis ve Multifidus aktivasyonu



Topuk kaydırma – unilateralden resiprokale ilerleyiş



Arka köprü – geniş destek yüzeyinden dar destek yüzeyine, üst ekstremité elevasyonu ile



Kalça diz fleksiyonu



Ön köprü



Kalça abduksiyonu



Emeklemede kol, bacak kaldırma



Top üzerinde duruş – geniş destek yüzeyinden dar destek yüzeyine, gözler açıktan kapalıya ilerleme



Ayakta duruş – sert zeminden yumuşak zemine, gözler açıktan kapalıya ilerleme

Orta Seviye- Başlangıç Düzeyi



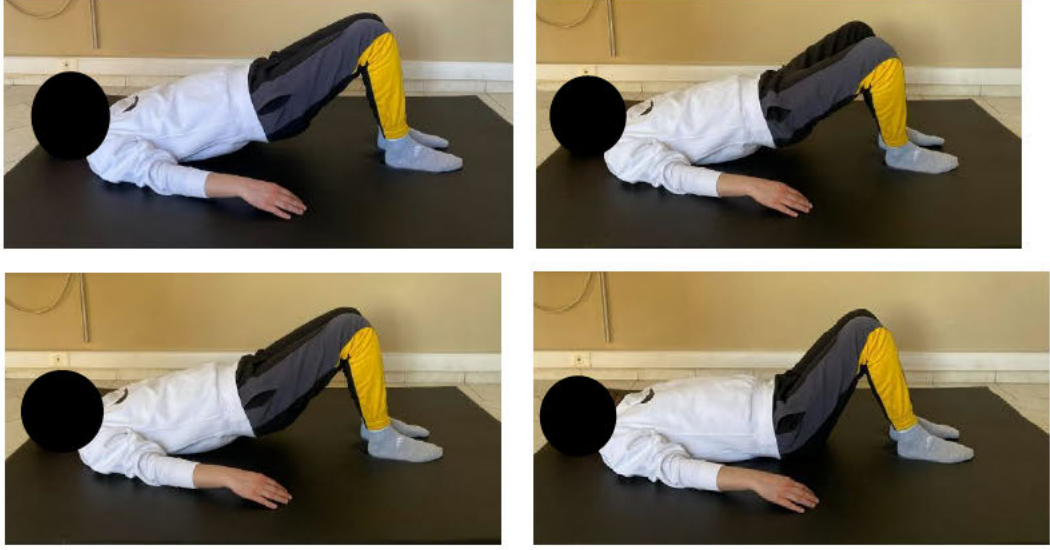
Bir taraf kalça abduksiyonu diğer taraf
kalça fleksiyonu



Düz bacak kaldırma



Plank - üç nokta temasına ilerleme



4 aşamalı köprü



Top üzerinde bilateral
omuz fleksiyonu



Top üzerinde gövde rotasyonu



Topla arka köprü



Topla ön köprü



Tek ayak üzerinde duruş – sert zeminden yumuşak zemine, gözler açıktan kapalıya ilerleme

Orta Seviye- İleri Düzey



Tek bacak köprü



Yan köprü



Emeklemede apraz kol-bacak



Gluteus maksimus kuvvetlendirme



Ayvat egzersizi



Top ile abdominal kuvvetlendirme



Top üzerinde tek nokta teması

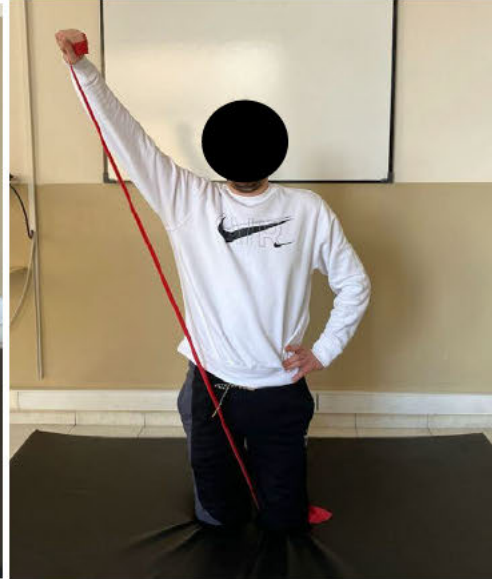
İLERİ DÜZEY



Egzersiz lastiği ile kalça abduksiyonu



Yan köprüde kalça abduksiyonu



Dizüstüne kalkarken egzersiz lastiği ile omuz fleksiyon ve abduksiyonu



Topta abdominal kuvvetlendirme



Arka köprüde tek bacak ekstansiyonu



Sırt ekstansörleri kuvvetlendirme



Topta ön köprü



BOSU üzerinde duruş – geniş destek yüzeyinden dar destek yüzeyine, tek ayak duruşa ilerleme

Şekil. 3.11. Spinal stabilizasyon eğitiminden örnek egzersizler.

3.4.2. Gastrosoleus Kas Kompleksine Lokal Vibrasyon Uygulaması

Çalışmamızda ikinci gruptaki hastalara, spinal stabilizasyon eğitime ek olarak gastrosoleus kas kompleksine LV uygulandı. LV, Vibrasens[®] cihazı ile 80 Hz frekans ve 1mm amplitüd parametreleri seçilerek uygulandı (174). Duruş sırasında postüral salınımı ilk kontrol eden paternin; ayak bileği stratejisi ve ilgili kasların sinerjisi olduğu belirtilmiş ve 10°'lik salınım periyodunda postüral kontrolün sağlanması için sadece ayak bileği stratejisinin kullanıldığı belirtilmiştir (192, 193). Eksternal pertürbasyondan 90-100 ms sonra aktivasyonunun ilk gastroknemiusta başladığı ve dik duruş sırasında kalça-diz eklemlerinin pasif stabilitesi sayesinde bu eklemlerde kas aktivitesi gerekmez iken ayak bileği ekleminde soleus aktivasyonunun şart olduğu gösterilmiştir (13, 14). Gastrosoleus kas kompleksinin postüral kontroldeki rolü nedeniyle LV ardışık olarak bilateral gastrosoleus kas kompleksine uygulandı. LV yapılacak bölge, kalkaneusun posterior yüzeyi ile femurun posterior medial kondili arasındaki uzaklığın 1/3 proksimali olarak belirlendi ve ayak bileğinin dirençli plantar fleksiyonu ile de belirlenen bölge teyit edildi (174, 194). LV egzersizlerden önce, hastalar yüzüstü pozisyonda yatarken sağ ve sol 5'er dk olacak şekilde toplamda 10 dk uygulandı (Şekil 3.12) ve bir tedavi seansı 60 dk sürdü.



Şekil 3.12. Gastrosoleus kas kompleksine LV uygulaması.

3.4.3. Paraspinal Kaslara Lokal Vibrasyon Uygulaması

Çalışmamızda üçüncü gruptaki hastalara, spinal stabilizasyon eğitimine ek olarak servikal ve lumbal paraspinal kaslara LV uygulandı. LV, Vibrasens® cihazı ile 80 Hz frekans ve 1mm amplitüd parametreleri seçilerek uygulandı (174). Vertebral kolonun, vücudun fonksiyonel sinerjilerinin temel merkezi olduğu ve stabilite sağladığı belirtilmiştir (195, 196). Servikal bölgedeki propriyoseptif afferentlerin, eklem reseptörlerinin, golgi tendon organlarının ve yüksek yoğunlukta kas içiği içeren intervertebral ve dorsal kasların, postüral reflekslerin oluşmasını sağlayarak postüral kontrolün oluşturulması ve sürdürülmesinde kritik rol oynadığı gösterilmiştir. Ayrıca statik duruş sırasında servikal ve lumbal paraspinal kasların tonik olarak aktif olduğu ve pertürbasyonlardan sonra postüral kontrolü sağlayabilmek için kullanılan stratejilerde lumbal paraspinal kasların aktivasyonunun gastroknemius ve hamstring aktivasyonunu takiben oluştuğu belirtilmiştir (13-16). Paraspinal kasların postüral kontroldeki önemi nedeniyle LV bilateral, ardışık servikal ve lumbal paraspinal kaslara uygulandı. LV egzersizlerden önce, servikal paraspinal kaslar için oturma pozisyonunda 5 dk, lumbal paraspinal kaslar için ise hastalar yüzüstü pozisyonda yatarken 5 dk olacak şekilde toplamda 10 dk uygulandı (Şekil 3.13.) ve bir tedavi seansı 60 dk sürdü.



Şekil 3.13. Paraspinal kaslara LV uygulaması.

3.5. İstatistiksel Analiz

Veriler SPSS 25.0 (IBM SPSS Statistics 25 software, Armonk, NY: IBM Corp) paket programıyla analiz edildi. Sürekli değişkenler ortalama $\pm$ standart sapma, ortanca (25. ve 75. yüzdelikler) ve kategorik değişkenler frekans, yüzde olarak verildi. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro Wilk testi ile incelendi. Parametrik test varsayımları sağlandığında bağımsız grup farklılıkların karşılaştırılmasında Tek Yönlü Varyans Analizi (post hoc: Tukey testi); parametrik test varsayımları sağlanmadığında ise bağımsız grup farklılıkların karşılaştırılmasında Kruskal Wallis Varyans Analizi (post hoc: Bonferroni düzeltmeli Mann Whitney U testi) kullanıldı. Bağımlı grup karşılaştırmalarında parametrik test varsayımları sağlandığında Bağımlı gruplarda t testi; parametrik test varsayımları sağlanmadığında ise Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi kullanıldı. Kategorik verilerin karşılaştırılmasında ise Ki-kare testi kullanıldı. Tüm incelemelerde $p < 0.05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Referans makale (173) incelendiğinde 8 hafta sonunda gruplarda gözlenecek değişimler arasındaki farklılığın (etki büyüklüğünün) yüksek düzeyde olacağı öngörüsü altında etki büyüklüğü (f) 0.60 olarak güç analizi gerçekleştirildi. Gruplardaki kişi sayıları dengeli olacak şekilde %5 Tip I hata, %80 güç ve tek yönlü ANOVA testi için yapılan güç analizine göre çalışmaya dâhil edilmesi gereken hasta sayısı 30 (gruplarda 10'ar kişi) olarak hesaplandı. Çalışmaya 30 kişi (her grupta 10 kişi) dâhil edildi. Bu kişilerden elde edilen anterior-sağ maksimum ekskürsiyon (%) sonucuna göre çalışmamızda elde edilen etki büyüklüğü kuvvetli ($F=0,628$) düzeydedir. Bu etki büyüklüğü için, çalışmamızda %95 güven düzeyinde %84 güç elde edildiği hesaplandı. Güç analizi G-Power (versiyon 3.1.9.7, Universitat Kiel, Almanya) yazılımı ile yapıldı.

4. BULGULAR

4.1. Tanımlayıcı Bulgular

Ataksik MS hastalarında farklı bölgelere uygulanan LV'nin etkinliğini incelediğimiz çalışmaya 36 hasta (25 kadın, 11 erkek) dâhil edildi. Çalışmaya 6 hastanın farklı sebeplerle devam edememesi nedeniyle, çalışma her grupta 10 kişi olmak üzere toplamda 30 hasta (21 kadın, 9 erkek) ile tamamlandı. Çalışmaya alınan hastaların yaşlarının üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği tespit edildi ($p<0,05$). Paraspinal vibrasyon grubunun yaş değerlerinin egzersiz grubuna göre anlamlı şekilde düşük olduğu görüldü. Üç grubun boy, vücut ağırlığı, vücut kitle indeksi (vki) , cinsiyet, dominant taraf ve öğrenim durumları arasında ise farklılık bulunmadı ($p>0,05$). Bireylerin demografik özellikleri Tablo 4.1.'de gösterildi.

Tablo 4.1. Bireylerin demografik özellikleri

		Gastrosoleus LV Grubu	Paraspinal LV Grubu	Egzersiz Grubu	Gruplar arası p
Yaş (yıl)	$\bar{X} \pm S.S$	44,3 $\pm$ 6,41	36 $\pm$ 7,32	43,7 $\pm$ 8,63	0,024* (kw=7,495) c
	Med (IQR)	46,5 (39,25 - 50)	37 (29,5 - 41,5)	47 (39,75 - 50)	
	min - maks	31 - 50	25 - 46	23 - 50	
Boy (cm)	$\bar{X} \pm S.S$	161 $\pm$ 12,88	168 $\pm$ 7,86	166,3 $\pm$ 12,32	0,362 (F=1,054)
	Med (IQR)	156 (150,75 - 175,75)	169 (161,5 - 173,75)	166,5 (154,25 - 177,75)	
	min - maks	146 - 182	155 - 180	150 - 186	
Vücut Ağırlığı (kg)	$\bar{X} \pm S.S$	67,6 $\pm$ 13,91	69,8 $\pm$ 16,39	65,6 $\pm$ 11,26	0,8 (F=0,225)
	Med (IQR)	64,5 (54,5 - 81,75)	66,5 (57,75 - 78)	70,5 (55,75 - 73,25)	
	min - maks	51 - 87	51 - 105	45 - 80	
VKİ (kg/m²)	$\bar{X} \pm S.S$	26,29 $\pm$ 6,09	24,78 $\pm$ 5,83	24 $\pm$ 5,35	0,533 (kw=1,257)
	Med (IQR)	24,68 (21,51 - 29,05)	23,65 (20,29 - 27,94)	23,92 (19,94 - 26,61)	
	min - maks	20,69 - 38,16	18,04 - 37,2	16,94 - 33,3	
Cinsiyet	Kadın	7 (%70)	8 (%80)	6 (%60)	0,617 (kk=0,966)
	Erkek	3 (%30)	2 (%20)	4 (%40)	
Dominant taraf	sağ	10 (%100)	9 (%90)	10 (%100)	0,322 (kk=2,267)
	sol	0 (%)	1 (%10)	0 (%)	

* $p<0,05$ istatistiksel olarak anlamlı farklılık; $\bar{X}$: Aritmetik ortalama; S.S: Standart sapma; Med (IQR): Ortanca (25. – 75. Yüzdelikler); LV: Lokal Vibrasyon; VKİ: Vücut Kitle İndeksi; kk: Ki-kare testi; F: Tek Yönlü Varyans Analizi; kw: Kruskal Wallis Varyans Analizi; c: Paraspinal vibrasyon grubu ve Egzersiz grubu arası anlamlı farklılık.

Hastalık durasyonu, son atak tarihi ve MS tipleri incelendiğinde üç grup arasında istatistiksel olarak herhangi bir farklılık tespit edilmedi ($p>0,05$). EDSS skoruna bakıldığında ise paraspinal vibrasyon grubunun EDSS skorlarının egzersiz grubuna göre anlamlı şekilde düşük olduğu görüldü ($p<0,05$). Bireylerin hastalığa ilişkin tanımlayıcı özellikleri Tablo 4.2.'de gösterildi.

Tablo 4.2. Bireylerin hastalığa ilişkin tanımlayıcı özellikleri

		Gastrosoleus LV Grubu	Paraspinal LV Grubu	Egzersiz Grubu	Gruplar arası p
Hastalık durasyonu (yıl)	$\bar{X} \pm S.S$	11,2 $\pm$ 4,37	7,55 $\pm$ 5,35	10,8 $\pm$ 5,61	0,237 (F=1,519)
	Med (IQR)	12 (8,5 - 15)	7,5 (3,25 - 10,5)	11,5 (5,75 - 17)	
	min - maks	3 - 18	1 - 18	2 - 18	
Son atak tarihi (ay)	$\bar{X} \pm S.S$	62,4 $\pm$ 64,2	26,4 $\pm$ 44,01	26,3 $\pm$ 31,85	0,424 (kw=1,717)
	Med (IQR)	54 (0 - 117)	5,5 (0 - 42)	15,5 (0 - 42)	
	min - maks	0 - 180	0 - 120	0 - 96	
EDSS skoru	$\bar{X} \pm S.S$	3,6 $\pm$ 0,77	3,15 $\pm$ 0,34	4,3 $\pm$ 0,67	0,003* (kw=11,733) c
	Med (IQR)	3,5 (3 - 3,88)	3 (3 - 3,13)	4,5 (3,88 - 5)	
	min - maks	3 - 5	3 - 4	3 - 5	
MS klinik tipi	PP	2 (%20)	1 (%10)	2 (%20)	0,577 (kk=2,885)
	RR	8 (%80)	9 (%90)	7 (%70)	
	SP	0 (%0)	0 (%0)	1 (%10)	

* $p<0,05$ istatistiksel olarak anlamlı farklılık; $\bar{X}$: Aritmetik ortalama; S.S: Standart sapma; Med (IQR): Ortanca (25. – 75. Yüzdelikler); LV: Lokal Vibrasyon; EDSS: Genişletilmiş Özürlülük Durum Ölçeği; RRMS: Relapsing Remitting; PP: Primer Progresif, SP: Sekonder Progresif; kk: Ki-kare testi; F: Tek Yönlü Varyans Analizi; kw: Kruskal Wallis Varyans Analizi; c: Paraspinal vibrasyon grubu ve Egzersiz grubu arası anlamlı farklılık.

4.2. Klinik Bulgular

4.2.1. Gövde Kontrolü

Gövde kontrolü analizlerine bakıldığında GBÖ–statik oturma dengesi, koordinasyon ve total skor parametrelerinin tedavi öncesi incelemelerde üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği tespit edildi ($p<0,05$). Statik oturma dengesi ve total skor parametrelerinde paraspinal vibrasyon grubu değerlerinin egzersiz grubuna göre anlamlı şekilde yüksek olduğu görüldü ($p<0,05$). Koordinasyon parametresinde ise her iki vibrasyon grubu değerlerinin egzersiz grubuna göre anlamlı şekilde yüksek olduğu görüldü ($p<0,05$). Dinamik oturma dengesi parametresinde tedavi öncesi incelemelerde üç grup arasında anlamlı farklılık bulunmadı ($p>0,05$).

Tedavi sonrası analizlerde, total skorda üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edildi ($p<0,05$). Paraspinal LV grubunun değerlerinin egzersiz grubuna göre anlamlı şekilde yüksek olduğu görüldü ($p<0,05$).

Grup içi analizlere bakıldığında, tedavi sonrasında Gastrosoleus LV grubunda, dinamik oturma dengesi ve total skor parametrelerinde tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu bulundu ($p<0,05$). Paraspinal LV grubunda tedavi sonrasında, dinamik oturma dengesi, koordinasyon ve total skor parametrelerinde tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu bulundu ($p<0,05$). Egzersiz grubunda ise tedavi sonrasında statik oturma dengesi, dinamik oturma dengesi, koordinasyon ve total skor parametrelerinde tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu bulundu ($p<0,05$).

Gruplar arası analizlerde, tedavi öncesi ve sonrası değerlerden elde edilen delta değerlerinde 3 grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmedi ($p>0,05$).

Grupların gövde kontrolüne ait tedavi öncesi-sonrası değerleri ve istatistiksel karşılaştırmaları Tablo 4.3.'de gösterildi.

Tablo 4.3. Grupların gövde kontrolüne ait tedavi öncesi-sonrası değerlendirmelerinin karşılaştırılması

GBÖ – STATİK OTURMA DENGESİ							
	Gastrosoleus LV Grubu		Paraspinal LV Grubu		Egzersiz Grubu		
	$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	Gruplar arası p
Tedavi Öncesi	6,1 $\pm$ 1,52	7 (4,75 - 7)	6,9 $\pm$ 0,32	7 (7 - 7)	5,8 $\pm$ 1,14	6 (4,75 - 7)	0,036* (kw=6,673) c
Tedavi Sonrası	6,7 $\pm$ 0,67	7 (6,75 - 7)	7 $\pm$ 0	7 (7 - 7)	6,7 $\pm$ 0,48	7 (6 - 7)	0,212 (kw=3,106)
Grup içi p	0,109 (z=-1,604)		0,317 (z=-1)		0,024* (z=-2,264)		
Delta	-0,6 $\pm$ 1,07	0 (-1,25 - 0)	-0,1 $\pm$ 0,32	0 (0 - 0)	-0,9 $\pm$ 0,99	-1 (-1,25 - 0)	0,074 (kw=5,218)
GBÖ - DİNAMİK OTURMA DENGESİ							
Tedavi Öncesi	3 $\pm$ 1,49	2 (2 - 4,25)	4,2 $\pm$ 2,39	4 (2 - 4,5)	2,9 $\pm$ 1,66	3 (2 - 3,5)	0,316 (kw=2,301)
Tedavi Sonrası	8 $\pm$ 1,56	8 (6 - 9,25)	8,4 $\pm$ 2,07	9 (7,5 - 10)	6,4 $\pm$ 2,41	6 (5,75 - 8)	0,088 (kw=4,853)
Grup içi p	0,0001* (t=-8,385)		0,001* (t=-4,583)		0,001* (t=-4,869)		
Delta	-5 $\pm$ 1,89	-5 (-6,25 - -3,75)	-4,2 $\pm$ 2,9	-4 (-6,5 - -1,5)	-3,5 $\pm$ 2,27	-3 (-5,25 - -1,75)	0,386 (F=0,987)
GBÖ – KOORDİNASYON							
Tedavi Öncesi	3,3 $\pm$ 1,49	4 (2 - 4)	3,3 $\pm$ 1,34	3,5 (2 - 4)	1,9 $\pm$ 0,32	2 (2 - 2)	0,016* (kw=8,213) b,c
Tedavi Sonrası	4,1 $\pm$ 1,66	4 (2 - 6)	4,8 $\pm$ 1,69	6 (3,5 - 6)	3,6 $\pm$ 1,58	4 (2 - 4,5)	0,247 (kw=2,797)
Grup içi p	0,153 (t=-1,562)		0,041* (z=-2,041)		0,024* (z=-2,264)		
Delta	-0,8 $\pm$ 1,62	-0,5 (-2 - 0)	-1,5 $\pm$ 1,72	-1 (-3,25 - 0)	-1,7 $\pm$ 1,77	-2 (-2,5 - 0)	0,557 (kw=1,17)
GBÖ - TOTAL SKOR							
Tedavi Öncesi	12,4 $\pm$ 2,84	12 (10 - 15,25)	14,4 $\pm$ 3,69	14 (11,75 - 15,5)	10,6 $\pm$ 2,46	10,5 (9,5 - 12,5)	0,032* (F=3,915) c
Tedavi Sonrası	18,8 $\pm$ 2,94	19,5 (15,75 - 21)	20,2 $\pm$ 2,35	20 (18,5 - 23)	16,7 $\pm$ 2,87	16,5 (15 - 19,25)	0,027* (F=4,162) c
Grup içi p	0,005* (z=-2,823)		0,0001* (t=-5,813)		0,0001* (t=-5,705)		
Delta	-6,4 $\pm$ 2,32	-5,5 (-7,25 - -5)	-5,8 $\pm$ 3,16	-5,5 (-8 - -4)	-6,1 $\pm$ 3,38	-5 (-10,25 - -3)	0,801 (kw=0,445)

*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı farklılık; GBÖ: Gövde Bozukluk Ölçeği; LV: Lokal Vibrasyon; $\bar{X}$: Aritmetik ortalama; S.S: Standart sapma; Med (IQR): Ortanca (25. – 75. Yüzdelikler); t: Bağımlı gruplarda t testi; z: Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi; F: Tek Yönlü Varyans Analizi; kw: Kruskal Wallis Varyans Analizi; Delta: Tedavi öncesi ve tedavi sonrası değerler arasındaki fark değeri; b: Gastrosoleus vibrasyon grubu ve Egzersiz grubu arası anlamlı farklılık; c: Paraspinal vibrasyon grubu ve Egzersiz grubu arası anlamlı farklılık.

4.2.2. Ataksi Şiddeti

Grupların UAAOÖ skorları karşılaştırıldığında, tedavi öncesi incelemelerde üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmedi grupların ataksi şiddeti açısından homojen olduğu görüldü ($p>0,05$).

Tedavi sonrası analizlere bakıldığında, okülomotor bozukluklar parametresinde total skorda üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edildi ($p<0,05$). Paraspinal LV grubunun değerlerinin egzersiz grubuna göre anlamlı şekilde düşük olduğu görüldü ($p<0,05$).

Grup içi analizlerde, tedavi sonrasında Gastrosoleus LV grubunda, postür ve yürüyüş ile total skor parametrelerinde tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir azalma olduğu bulundu ($p<0,05$). Paraspinal LV grubunda tedavi sonrasında, postür ve yürüyüş, kinetik fonksiyonlar ve total skor parametrelerinde tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir azalma olduğu bulundu ($p<0,05$). Egzersiz grubunda tedavi sonrasında, postür ve yürüyüş, kinetik fonksiyonlar ve total skor parametrelerinde tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir azalma olduğu bulundu ($p<0,05$).

Gruplar arası analizlere bakıldığında; kinetik fonksiyonlar ve total skor parametrelerinin, tedavi öncesi ve sonrası değerlerden elde edilen delta değerlerinde üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edildi ($p<0,05$). Egzersiz grubunun, bu parametreleri Gastrosoleus LV grubuna göre daha fazla azalttığı bulundu ($p<0,05$).

Grupların ataksi şiddetine ait tedavi öncesi-sonrası değerleri ve istatistiksel karşılaştırmaları Tablo 4.4.'de gösterildi.

Tablo 4.4. Grupların ataksi şiddetine ait tedavi öncesi-sonrası değerlendirmelerinin karşılaştırılması

UAAOÖ – POSTÜR VE YÜRÜYÜŞ							
	Gastrosoleus LV Grubu		Paraspinal LV Grubu		Egzersiz Grubu		
	$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	Gruplar arası p
Tedavi Öncesi	7,7 $\pm$ 4,11	7,5 (3,75 - 11,5)	6,7 $\pm$ 3,23	6 (4,75 - 9)	10,7 $\pm$ 6,17	10 (5,75 - 13,5)	0,156 (F=1,989)
Tedavi Sonrası	4,4 $\pm$ 3,27	4 (1,75 - 7,25)	3,7 $\pm$ 3,37	3 (1,75 - 4,5)	6,9 $\pm$ 6,33	8 (0,75 - 10,5)	0,653 (kw=0,853)
Grup içi p	0,001* (t=4,714)		0,001* (t=4,5)		0,005* (z=-2,825)		
Delta	3,3 $\pm$ 2,21	3 (2 - 3,75)	3 $\pm$ 2,11	3 (1,5 - 5)	3,8 $\pm$ 1,93	3 (2 - 5)	0,765 (kw=0,535)
UAAOÖ – KİNETİK FONKSİYONLAR							
Tedavi Öncesi	7,5 $\pm$ 6,42	7 (2 - 9,5)	8,2 $\pm$ 5,69	8,5 (2,75 - 13)	12 $\pm$ 5,58	11 (7,5 - 16,25)	0,156 (kw=3,713)
Tedavi Sonrası	4,8 $\pm$ 4,29	6 (0 - 8)	2,6 $\pm$ 3,41	2 (0 - 3,5)	3,6 $\pm$ 2,84	3,5 (1,75 - 4,5)	0,397 (kw=1,845)
Grup içi p	0,084 (t=1,941)		0,002* (t=4,391)		0,0001* (t=7,088)		
Delta	2,7 $\pm$ 4,4	2 (1 - 6)	5,6 $\pm$ 4,03	5 (1,75 - 9)	8,4 $\pm$ 3,75	8 (4,75 - 12,25)	0,015* (F=4,908) b
UAAOÖ – KONUŞMA BOZUKLUKLARI							
Tedavi Öncesi	0,3 $\pm$ 0,95	0 (0 - 0)	-	-	0,1 $\pm$ 0,32	0 (0 - 0)	0,595 (kw=1,038)
Tedavi Sonrası	0,2 $\pm$ 0,63	0 (0 - 0)	-	-	0 $\pm$ 0	0 (0 - 0)	0,368 (kw=2)
Grup içi p	0,317 (z=-1)		-		0,317 (z=-1)		
Delta	0,1 $\pm$ 0,32	0 (0 - 0)	-	-	0,1 $\pm$ 0,32	0 (0 - 0)	0,596 (kw=1,036)
UAAOÖ – OKÜLOMOTOR BOZUKLUKLAR							
Tedavi Öncesi	1 $\pm$ 1,15	1 (0 - 1,5)	1 $\pm$ 1,15	1 (0 - 1,5)	1,9 $\pm$ 1,2	2 (0,75 - 3)	0,185 (kw=3,377)
Tedavi Sonrası	0,7 $\pm$ 0,82	0,5 (0 - 1,25)	0,5 $\pm$ 0,53	0,5 (0 - 1)	1,7 $\pm$ 1,16	2 (0,75 - 3)	0,035* (kw=6,709) c
Grup içi p	0,496 (t=0,709)		0,244 (t=1,246)		0,414 (z=-0,816)		
Delta	0,3 $\pm$ 1,34	0 (-1 - 1,25)	0,5 $\pm$ 1,27	0 (-0,25 - 1,25)	0,2 $\pm$ 0,79	0 (0 - 0,25)	0,853 (kw=0,319)
UAAOÖ – TOTAL SKOR							
Tedavi Öncesi	16,5 $\pm$ 8,3	15 (12,5 - 17,75)	15,9 $\pm$ 8,5	16 (7 - 22,25)	24,7 $\pm$ 9,52	25 (19,25 - 32,25)	0,062 (kw=5,573)
Tedavi Sonrası	10,1 $\pm$ 6,62	9 (6,25 - 12,75)	6,8 $\pm$ 6,03	4,5 (2,75 - 10,25)	12,2 $\pm$ 8,84	14 (2,75 - 19,75)	0,298 (kw=2,422)
Grup içi p	0,003* (t=4,108)		0,001* (t=5,01)		0,0001* (t=9,082)		
Delta	6,4 $\pm$ 4,93	5,5 (3,75 - 10,25)	9,1 $\pm$ 5,74	10 (4,25 - 13,5)	12,5 $\pm$ 4,35	12,5 (8,5 - 16,25)	0,039* (F=3,678) b

*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı farklılık; UAAOÖ: Uluslararası Ataksi Oranlama Ölçeği; LV: Lokal Vibrasyon; $\bar{X}$: Aritmetik ortalama; S.S: Standart sapma; Med (IQR): Ortanca (25.–75. Yüzdelikler); t: Bağımlı gruplarda t testi; z: Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi; F: Tek Yönlü Varyans Analizi; kw: Kruskal Wallis Varyans Analizi; Delta: Tedavi öncesi ve tedavi sonrası değerler arasındaki fark değeri; b: Gastrosoleus vibrasyon grubu ve Egzersiz grubu arası anlamlı farklılık; c: Paraspinal vibrasyon grubu ve Egzersiz grubu arası anlamlı farklılık.

4.2.3. Lumbopelvik/Kor Endurans

Grupların endurans testleri sonuçları karşılaştırıldığında, tedavi öncesi incelemelerde üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmedi grupların kor endurans değerleri açısından homojen olduğu görüldü ($p>0,05$).

Tedavi sonrası analizlere bakıldığında, Sorensen ve gövde fleksörleri testi skorlarında üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edildi ($p<0,05$). Sorensen testi skorlarında Gastrosoleus LV grubu ve gövde fleksörleri testi skorlarında Paraspinal LV grubunun değerlerinin egzersiz grubuna göre anlamlı şekilde yüksek olduğu görüldü ($p<0,05$).

Grup içi analizlerde, tedavi sonrasında Gastrosoleus LV grubunda, plank endurans ve Sorensen testi skorlarında tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu bulundu ($p<0,05$). Paraspinal LV grubunda tedavi sonrasında, plank endurans, sağ lateral köprü, sol lateral köprü, Sorensen ve gövde fleksörleri testi skorlarında tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu bulundu ($p<0,05$). Egzersiz grubunda ise tedavi sonrasında, plank endurans, sağ lateral köprü, sol lateral köprü, Sorensen testi skorlarında tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu bulundu ($p<0,05$).

Gruplar arası analizlere bakıldığında; Sorensen ve gövde fleksörleri testi skorlarının, tedavi öncesi ve sonrası değerlerden elde edilen delta değerlerinde üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edildi ($p<0,05$). Gastrosoleus LV grubunun Sorensen testi skorlarını, Paraspinal LV grubunun da gövde fleksörleri testi skorlarını egzersiz grubundan daha fazla arttırdığı bulundu ($p<0,05$).

Grupların kor endurans testlerine ait tedavi öncesi-sonrası değerleri ve istatistiksel karşılaştırmaları Tablo 4.5.'de gösterildi.

Tablo 4.5. Grupların kor endurans testlerine ait tedavi öncesi-sonrası değerlendirmelerinin karşılaştırılması

PLANK ENDURANS TESTİ							
	Gastrosoleus LV Grubu		Paraspinal LV Grubu		Egzersiz Grubu		
	$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	Gruplar arası p
Tedavi Öncesi	16,14 $\pm$ 14,64	10,2 (7,33 - 21,24)	16,08 $\pm$ 15,1	10,26 (4,8 - 24,44)	8,89 $\pm$ 6,37	8,13 (3,24 - 13,68)	0,546 (kw=1,21)
Tedavi Sonrası	31,61 $\pm$ 18,8	30,33 (13,08 - 47,81)	29,59 $\pm$ 14,83	30,77 (15,29 - 41,47)	18,39 $\pm$ 13,67	13,09 (9,9 - 28,15)	0,155 (F=2,002)
Grup içi p	0,013* (t=-3,071)		0,005* (z=-2,803)		0,004* (t=-3,759)		
Delta	-15,47 $\pm$ 15,93	-10,22 (-25,46 - -4,34)	-13,52 $\pm$ 12,31	-9,7 (-19,74 - -3,96)	-9,5 $\pm$ 8	-6,8 (-16,24 - -4,91)	0,584 (kw=1,076)
SAĞ LATERAL KÖPRÜ TESTİ							
Tedavi Öncesi	9,11 $\pm$ 7,85	6,24 (2,43 - 17)	10,13 $\pm$ 10,98	6,03 (3,41 - 14,61)	5,97 $\pm$ 5,25	5,39 (2,61 - 7,5)	0,703 (kw=0,705)
Tedavi Sonrası	14,09 $\pm$ 10,19	11,38 (7,48 - 18,19)	19,22 $\pm$ 14,62	15,34 (7,14 - 33,89)	10,98 $\pm$ 9,76	8,53 (5,41 - 12,36)	0,285 (kw=2,512)
Grup içi p	0,118 (t=-1,726)		0,005* (z=-2,803)		0,014* (t=-3,053)		
Delta	-4,98 $\pm$ 9,13	-4,55 (-10,74 - 1,91)	-9,1 $\pm$ 9,41	-5,2 (-13,19 - -3,12)	-5,01 $\pm$ 5,19	-3,78 (-7,1 - -1,1)	0,519 (kw=1,311)
SOL LATERAL KÖPRÜ TESTİ							
Tedavi Öncesi	8,33 $\pm$ 5,67	7,03 (3,11 - 12,14)	9,48 $\pm$ 9,65	8,31 (0,99 - 14,82)	6,57 $\pm$ 4,23	6,7 (2,08 - 10,75)	0,643 (F=0,449)
Tedavi Sonrası	12,65 $\pm$ 7,93	10,44 (5,85 - 18,91)	18,34 $\pm$ 12,16	11,93 (9,71 - 30,89)	10,11 $\pm$ 5,27	11,21 (5,65 - 14,47)	0,127 (F=2,231)
Grup içi p	0,162 (t=-1,524)		0,007* (t=-3,432)		0,001* (t=-4,614)		
Delta	-4,32 $\pm$ 8,97	-3,73 (-10,99 - 1,57)	-8,86 $\pm$ 8,17	-8,57 (-15,22 - -1,27)	-3,54 $\pm$ 2,43	-3,93 (-5,07 - -1,84)	0,217 (F=1,618)
SORENSEN TESTİ							
Tedavi Öncesi	14,19 $\pm$ 15,07	9,51 (5,69 - 18,46)	13,77 $\pm$ 10,68	10,71 (7,31 - 19,51)	5,89 $\pm$ 3,55	5,21 (3,24 - 7,63)	0,074 (kw=5,21)
Tedavi Sonrası	31,03 $\pm$ 23,78	22,15 (12,75 - 52,69)	23,34 $\pm$ 13,87	25,01 (10,75 - 30,06)	9,81 $\pm$ 5,72	9,28 (4,4 - 14,83)	0,023* (F=4,381) b
Grup içi p	0,004* (t=-3,897)		0,025* (t=-2,694)		0,028* (t=-2,617)		
Delta	-16,84 $\pm$ 13,66	-14,55 (-31,38 - -4,76)	-9,56 $\pm$ 11,22	-5 (-17,24 - -0,7)	-3,92 $\pm$ 4,73	-4,02 (-6,28 - -1,44)	0,036* (F=3,759) b
GÖVDE FLEKSÖRLERİ TESTİ							
Tedavi Öncesi	22,75 $\pm$ 31,44	6,68 (4,12 - 38,96)	14,62 $\pm$ 12,1	9,78 (7,69 - 21,68)	6,4 $\pm$ 6,53	3,9 (1,12 - 11,29)	0,119 (kw=4,253)
Tedavi Sonrası	30,59 $\pm$ 36,1	16 (7,92 - 42,8)	31,5 $\pm$ 26,29	23,12 (11,73 - 45,44)	8,81 $\pm$ 9,42	6,42 (3,71 - 9,37)	0,008* (kw=9,757) c
Grup içi p	0,072 (t=-2,038)		0,007* (z=-2,701)		0,139 (z=-1,478)		
Delta	-7,84 $\pm$ 12,17	-7,65 (-11,95 - -2,35)	-16,88 $\pm$ 17,91	-9,09 (-24,8 - -6,69)	-2,41 $\pm$ 4,89	-1,22 (-3,77 - 0,37)	0,017* (kw=8,183) c

*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı farklılık; LV: Lokal Vibrasyon; $\bar{X}$: Aritmetik ortalama; S.S: Standart sapma; Med (IQR): Ortanca (25. – 75. Yüzdelikler); t: Bağımlı gruplarda t testi; z: Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi; F: Tek Yönlü Varyans Analizi; kw: Kruskal Wallis Varyans Analizi; Delta: Tedavi öncesi ve tedavi sonrası değerler arasındaki fark değeri; b: Gastrosoleus vibrasyon grubu ve Egzersiz grubu arası anlamlı farklılık; c: Paraspinal vibrasyon grubu ve Egzersiz grubu arası anlamlı farklılık.

4.2.4. Denge

Performansa Dayalı Denge

Grupların BDÖ skorları karşılaştırıldığında, tedavi öncesi incelemelerde üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edildi ($p<0,05$). Paraspinal LV grubunun değerlerinin egzersiz grubuna göre anlamlı şekilde yüksek olduğu bulundu ($p<0,05$).

Tedavi sonrası analizlere bakıldığında, üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmedi ($p>0,05$).

Grup içi incelemelerde, tüm grupların ölçümlerinde tedavi sonrası ölçümlerin tedavi öncesine göre anlamlı şekilde yüksek olduğu bulundu ($p<0,05$).

Gruplar arası analizlere bakıldığında; tedavi öncesi ve sonrası değerlerden elde edilen delta değerlerinde üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edildi ($p<0,05$). Egzersiz grubunun BDÖ skorunu vibrasyon gruplarından daha fazla arttırdığı bulundu ($p<0,05$).

Grupların BDÖ skorlarına ait tedavi öncesi-sonrası değerleri ve istatistiksel karşılaştırmaları Tablo 4.6.'da gösterildi.

Tablo 4.6. Grupların Berg Denge Ölçeği skorlarına ait tedavi öncesi-sonrası değerlendirmelerinin karşılaştırılması

BERG DENGİ ÖLÇEĞİ							
	Gastrosoleus LV Grubu		Paraspinal LV Grubu		Egzersiz Grubu		
	$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	Gruplar arası p
Tedavi Öncesi	50 $\pm$ 3,94	51 (48 - 53)	50,7 $\pm$ 4,5	52,5 (46,25 - 53,5)	41 $\pm$ 12,37	45 (36,75 - 49,5)	0,018* (kw=8,018) c
Tedavi Sonrası	53,1 $\pm$ 3	54,5 (50,75 - 55,25)	54,6 $\pm$ 1,9	55,5 (52,75 - 56)	49,3 $\pm$ 12,04	53 (49,25 - 55,25)	0,211 (kw=3,116)
Grup içi p	0,002* (t=-4,294)		0,006* (t=-3,612)		0,0001* (t=-6,223)		
Delta	-3,1 $\pm$ 2,28	-2,5 (-4,25 - -1,75)	-3,9 $\pm$ 3,41	-3 (-8 - -0,75)	-8,3 $\pm$ 4,22	-7,5 (-10,25 - -4,75)	0,004* (F=6,787) b, c

* $p<0,05$ istatistiksel olarak anlamlı farklılık; LV: Lokal Vibrasyon; $\bar{X}$: Aritmetik ortalama; S.S: Standart sapma; Med (IQR): Ortanca (25. – 75. Yüzdelikler); t: Bağımlı gruplarda t testi; F: Tek Yönlü Varyans Analizi; kw: Kruskal Wallis Varyans Analizi; Delta: Tedavi öncesi ve tedavi sonrası değerler arasındaki fark değeri; b: Gastrosoleus vibrasyon grubu ve Egzersiz grubu arası anlamlı farklılık; c: Paraspinal vibrasyon grubu ve Egzersiz grubu arası anlamlı farklılık.

Stabilite Limitleri

SL, 8 farklı yönde (anterior, anterior-sağ, sağ, posterior-sağ, posterior, posterior-sol, sol, anterior-sol) tüm bileşenleriyle (RZ, HH, YK, SNE, ME) analiz edildi.

Grupların RZ skorları karşılaştırıldığında, tedavi öncesi incelemelerde üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmedi grupların RZ değerleri açısından homojen olduğu görüldü ($p>0,05$).

Tedavi sonrası analizlere bakıldığında, üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmedi ($p>0,05$).

Grup içi analizlerde, tedavi sonrasında Gastrosoleus LV grubunda kompozit RS skorlarında tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir azalma olduğu bulundu ($p<0,05$). Paraspinal LV grubunda tedavi sonrasında, anterior ve anterior-sol RZ skorlarında tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir azalma olduğu bulundu ($p<0,05$). Egzersiz grubunda ise tedavi sonrasında anterior-sağ RZ skorlarında tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir azalma olduğu bulundu ($p<0,05$).

Gruplar arası analizlere bakıldığında; anterior-sol RZ skorlarında tedavi öncesi ve sonrası değerlerden elde edilen delta değerlerinde üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edildi ($p<0,05$). Paraspinal LV grubu anterior-sol RZ değerlerinin egzersiz grubuna göre anlamlı şekilde yüksek olduğu bulundu ($p<0,05$).

Grupların RZ skorlarına ait tedavi öncesi-sonrası değerleri ve istatistiksel karşılaştırmaları Tablo 4.7.'de gösterildi.

Tablo 4.7. Grupların reaksiyon zamanı skorlarına ait tedavi öncesi-sonrası değerlendirmelerinin karşılaştırılması

		Gastrosoleus LV Grubu		Paraspinal LV Grubu		Egzersiz Grubu		
		$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	Gruplar arası p
Anterior RZ (s)	Tedavi Öncesi	1,16 $\pm$ 0,48	1,16 (0,74 - 1,49)	1,52 $\pm$ 0,38	1,5 (1,25 - 1,77)	1,31 $\pm$ 0,36	1,33 (1,02 - 1,61)	0,172 (F=1,885)
	Tedavi Sonrası	0,85 $\pm$ 0,35	0,77 (0,54 - 1,2)	1,08 $\pm$ 0,44	1,05 (0,76 - 1,5)	1,04 $\pm$ 0,4	1,02 (0,8 - 1,33)	0,409 (F=0,925)
	Grup içi p	0,172 (t=1,482)		0,046* (t=2,308)		0,188 (t=1,438)		
	Delta	0,31 $\pm$ 0,65	0,33 (-0,22 - 0,82)	0,44 $\pm$ 0,6	0,36 (-0,13 - 0,83)	0,27 $\pm$ 0,57	0,32 (0,09 - 0,49)	0,82 (F=0,2)
Anterior-sağ RZ (s)	Tedavi Öncesi	1,1 $\pm$ 0,6	0,93 (0,62 - 1,44)	1,03 $\pm$ 0,45	0,92 (0,64 - 1,47)	1,42 $\pm$ 0,29	1,44 (1,19 - 1,7)	0,177 (F=1,852)
	Tedavi Sonrası	0,95 $\pm$ 0,41	0,96 (0,66 - 1,28)	1,06 $\pm$ 0,47	1,11 (0,81 - 1,33)	0,89 $\pm$ 0,32	0,98 (0,55 - 1,19)	0,662 (F=0,419)
	Grup içi p	0,391 (t=0,9)		0,907 (t=-0,12)		0,016* (t=3,042)		
	Delta	0,15 $\pm$ 0,51	0,1 (-0,15 - 0,39)	-0,03 $\pm$ 0,76	-0,03 (-0,77 - 0,43)	0,53 $\pm$ 0,52	0,48 (0,12 - 1,01)	0,152 (F=2,025)
Sağ RZ (s)	Tedavi Öncesi	1,11 $\pm$ 0,59	1,02 (0,64 - 1,43)	1,05 $\pm$ 0,37	1,13 (0,77 - 1,31)	1,17 $\pm$ 0,57	1,41 (0,65 - 1,6)	0,872 (F=0,138)
	Tedavi Sonrası	0,95 $\pm$ 0,53	0,86 (0,53 - 1,23)	0,94 $\pm$ 0,42	1,1 (0,62 - 1,25)	0,91 $\pm$ 0,43	0,75 (0,55 - 1,21)	0,977 (F=0,023)
	Grup içi p	0,599 (t=0,545)		0,33 (t=1,03)		0,265 (t=1,197)		
	Delta	0,16 $\pm$ 0,92	0,26 (-0,39 - 0,63)	0,1 $\pm$ 0,32	0,15 (-0,18 - 0,34)	0,26 $\pm$ 0,66	0,33 (-0,28 - 0,85)	0,875 (F=0,134)
Posterior-sağ RZ (s)	Tedavi Öncesi	1,2 $\pm$ 0,53	1,24 (0,92 - 1,34)	0,93 $\pm$ 0,69	0,86 (0,3 - 1,51)	1,12 $\pm$ 0,66	1,1 (0,54 - 1,62)	0,61 (F=0,504)
	Tedavi Sonrası	0,86 $\pm$ 0,35	0,96 (0,49 - 1,04)	1,09 $\pm$ 0,7	1,07 (0,53 - 1,32)	1,05 $\pm$ 0,53	1,11 (0,54 - 1,52)	0,601 (F=0,519)
	Grup içi p	0,074 (z=-1,784)		0,623 (t=-0,509)		0,806 (t=0,254)		
	Delta	0,35 $\pm$ 0,67	0,24 (0,05 - 0,47)	-0,17 $\pm$ 1,02	-0,13 (-1,04 - 0,65)	0,08 $\pm$ 0,92	0,35 (-0,79 - 0,91)	0,438 (kw=1,653)
Posterior RZ (s)	Tedavi Öncesi	0,95 $\pm$ 0,42	1,03 (0,53 - 1,25)	0,68 $\pm$ 0,41	0,56 (0,41 - 0,89)	0,67 $\pm$ 0,44	0,53 (0,27 - 0,96)	0,278 (F=1,348)
	Tedavi Sonrası	0,74 $\pm$ 0,39	0,71 (0,41 - 1,16)	0,9 $\pm$ 0,38	0,98 (0,58 - 1,21)	0,92 $\pm$ 0,41	0,89 (0,57 - 1,28)	0,525 (F=0,661)
	Grup içi p	0,255 (t=1,216)		0,414 (t=-0,862)		0,303 (t=-1,1)		
	Delta	0,22 $\pm$ 0,56	0,12 (-0,24 - 0,75)	-0,19 $\pm$ 0,66	-0,41 (-0,76 - 0,38)	-0,25 $\pm$ 0,69	-0,41 (-0,74 - 0,19)	0,235 (F=1,535)

*p<0,05 istatistiksel anlamlı farklılık; LV: Lokal Vibrasyon; RZ: Reaksiyon Zamanı; $\bar{X}$: Aritmetik ortalama; S.S: Standart sapma; Med (IQR): Ortanca (25. – 75. Yüzdelikler); t: Bağımlı gruplarda t testi; z: Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi; F: Tek Yönlü Varyans Analizi; kw: Kruskal Wallis Varyans Analizi; Delta: Tedavi öncesi ve tedavi sonrası değerler arasındaki fark değeri.

Tablo 4.7. (Devam) Grupların reaksiyon zamanı skorlarına ait tedavi öncesi-sonrası değerlendirmelerinin karşılaştırılması

		Gastrosoleus LV Grubu		Paraspinal LV Grubu		Egzersiz Grubu		
		$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	Gruplar arası p
Posterior-sol RZ (s)	Tedavi Öncesi	1,08 $\pm$ 0,94	0,92 (0,34 - 1,47)	0,79 $\pm$ 0,71	0,68 (0,33 - 0,96)	1,03 $\pm$ 0,29	1,06 (0,78 - 1,25)	0,279 (kw=2,551)
	Tedavi Sonrası	0,85 $\pm$ 0,38	0,86 (0,5 - 1,19)	1,11 $\pm$ 0,33	1,21 (0,96 - 1,35)	0,99 $\pm$ 0,47	1,15 (0,56 - 1,37)	0,346 (kw=2,124)
	Grup içi p	0,678 (z=-0,415)		0,203 (z=-1,274)		0,797 (t=0,266)		
	Delta	0,22 $\pm$ 0,81	-0,03 (-0,31 - 0,66)	-0,32 $\pm$ 0,69	-0,49 (-0,84 - -0,04)	0,04 $\pm$ 0,46	0,06 (-0,41 - 0,49)	0,09 (kw=4,825)
Sol RZ (s)	Tedavi Öncesi	1,15 $\pm$ 0,39	1,22 (0,78 - 1,5)	0,81 $\pm$ 0,32	0,77 (0,59 - 1,07)	1,19 $\pm$ 0,47	1,21 (0,68 - 1,52)	0,088 (F=2,666)
	Tedavi Sonrası	0,87 $\pm$ 0,4	0,69 (0,59 - 1,25)	0,74 $\pm$ 0,34	0,66 (0,5 - 1,09)	0,97 $\pm$ 0,42	1,07 (0,59 - 1,37)	0,443 (F=0,84)
	Grup içi p	0,163 (t=1,521)		0,662 (t=0,452)		0,416 (t=0,857)		
	Delta	0,28 $\pm$ 0,59	0,06 (-0,18 - 0,98)	0,07 $\pm$ 0,47	0,1 (-0,37 - 0,36)	0,21 $\pm$ 0,74	0,04 (-0,38 - 0,99)	0,723 (F=0,329)
Anterior-sol RZ (s)	Tedavi Öncesi	1,24 $\pm$ 0,54	1,04 (0,8 - 1,69)	1,22 $\pm$ 0,48	1,24 (0,88 - 1,57)	0,85 $\pm$ 0,35	0,63 (0,54 - 1,25)	0,141 (kw=3,923)
	Tedavi Sonrası	0,99 $\pm$ 0,29	0,93 (0,74 - 1,22)	0,86 $\pm$ 0,25	0,83 (0,65 - 1,09)	1,09 $\pm$ 0,44	1,21 (0,68 - 1,37)	0,356 (F=1,074)
	Grup içi p	0,192 (t=1,412)		0,024* (t=2,722)		0,143 (t=-1,626)		
	Delta	0,25 $\pm$ 0,55	0,13 (-0,13 - 0,45)	0,36 $\pm$ 0,42	0,4 (-0,03 - 0,54)	-0,24 $\pm$ 0,44	-0,19 (-0,64 - 0,21)	0,027* (F=4,188) c
Kompozit Skor (s)	Tedavi Öncesi	1,12 $\pm$ 0,3	1,16 (0,88 - 1,26)	1,01 $\pm$ 0,25	0,96 (0,78 - 1,17)	1,1 $\pm$ 0,19	1,16 (0,93 - 1,27)	0,573 (F=0,569)
	Tedavi Sonrası	0,88 $\pm$ 0,19	0,93 (0,7 - 1,03)	0,97 $\pm$ 0,19	0,92 (0,86 - 1,04)	0,98 $\pm$ 0,24	0,93 (0,74 - 1,23)	0,728 (kw=0,636)
	Grup içi p	0,013* (z=-2,497)		0,714 (t=0,379)		0,208 (t=1,371)		
	Delta	0,24 $\pm$ 0,28	0,18 (0,07 - 0,32)	0,03 $\pm$ 0,27	-0,09 (-0,16 - 0,26)	0,11 $\pm$ 0,25	0,18 (-0,11 - 0,26)	0,32 (kw=2,282)

*p<0,05 istatistiksel anlamlı farklılık; LV: Lokal Vibrasyon; RZ: Reaksiyon Zamanı; $\bar{X}$: Aritmetik ortalama; S.S: Standart sapma; Med (IQR): Ortanca (25. – 75. Yüzdelikler); Tedavi Sonrası; t: Bağımlı gruplarda t testi; z: Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi; F: Tek Yönlü Varyans Analizi; kw: Kruskal Wallis Varyans Analizi; Delta: Tedavi öncesi ve tedavi sonrası değerler arasındaki fark değeri; c: Paraspinal vibrasyon grubu ve Egzersiz grubu arası anlamlı farklılık.

Grupların HH skorları karşılaştırıldığında, tedavi öncesi incelemelerde Posterior-sol ve anterior-sol HH skorlarında üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edildi ($p<0,05$). Paraspinal LV grubunun posterior-sol HH değerlerinde egzersiz grubuna göre, anterior-sol HH değerlerinde ise Gastrosoleus LV grubuna göre tedavi öncesi değerlerinin anlamlı şekilde yüksek olduğu bulundu ($p<0,05$).

Tedavi sonrası analizlerde, posterior-sol HH skorlarında üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edildi ($p<0,05$). Paraspinal LV grubunun değerlerinin, egzersiz grubuna göre anlamlı şekilde yüksek olduğu bulundu ($p<0,05$).

Grup içi analizlere bakıldığında, tedavi sonrasında Gastrosoleus LV grubunda sağ, posterior, anterior-sol ve kompozit HH skorlarında tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu bulundu ($p<0,05$). Paraspinal LV grubunda tedavi sonrasında, sağ HH skorlarında tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu bulundu ($p<0,05$). Egzersiz grubunda ise tedavi sonrasında anterior, anterior-sağ, posterior ve kompozit HH skorlarında tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu bulundu ($p<0,05$).

Gruplar arası analizlerde, HH skorlarında tedavi öncesi ve sonrası değerlerden elde edilen delta değerlerinde üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmedi ($p>0,05$).

Grupların HH skorlarına ait tedavi öncesi-sonrası değerleri ve istatistiksel karşılaştırmaları Tablo 4.8.'de gösterildi.

Tablo 4.8. Grupların hareket hızı skorlarına ait tedavi öncesi-sonrası değerlendirmelerinin karşılaştırılması

		Gastrosoleus LV grubu		Paraspinal LV grubu		Egzersiz Grubu		
		$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	Gruplar arası p
Anterior HH (der/s)	Tedavi Öncesi	2,4 $\pm$ 1,31	2,15 (1,43 - 3,9)	3,17 $\pm$ 1,34	2,8 (1,9 - 4,63)	2,18 $\pm$ 0,92	2,2 (1,5 - 2,7)	0,176 (kw=3,472)
	Tedavi Sonrası	3,53 $\pm$ 1,8	2,9 (2,15 - 4,53)	3,45 $\pm$ 1,59	3,05 (2,18 - 4,85)	2,88 $\pm$ 0,84	2,9 (2,35 - 3,65)	0,944 (kw=0,115)
	Grup içi p	0,055 (t=-2,207)		0,953 (z=-0,059)		0,03* (t=-2,625)		
	Delta	-1,13 $\pm$ 1,62	-1,15 (-2,05 - 0,08)	-0,28 $\pm$ 1,62	0,05 (-0,75 - 1,03)	-0,7 $\pm$ 0,8	-0,3 (-1,3 - -0,05)	0,219 (kw=3,036)
Anterior-sağ HH (der/s)	Tedavi Öncesi	3,48 $\pm$ 1,78	3,15 (2,2 - 4)	4,36 $\pm$ 1,96	4,1 (2,53 - 5,98)	2,87 $\pm$ 1	3 (2,4 - 3,5)	0,259 (kw=2,699)
	Tedavi Sonrası	4,88 $\pm$ 2,22	4,6 (2,7 - 6,55)	4,43 $\pm$ 2,1	3,7 (3,05 - 6,05)	4,57 $\pm$ 1,61	4,6 (3,6 - 5,9)	0,788 (kw=0,476)
	Grup içi p	0,144 (t=-1,602)		0,844 (t=-0,202)		0,006* (t=-3,72)		
	Delta	-1,4 $\pm$ 2,76	-0,85 (-3,05 - -0,05)	-0,07 $\pm$ 1,09	0,25 (-1,3 - 0,58)	-1,7 $\pm$ 1,37	-1,7 (-3,1 - -0,55)	0,154 (F=2,011)
Sağ HH (der/s)	Tedavi Öncesi	2,94 $\pm$ 1,31	2,65 (1,7 - 4,08)	3,3 $\pm$ 1,35	2,65 (2,18 - 4,5)	3,39 $\pm$ 1,52	3,1 (2,35 - 3,9)	0,756 (F=0,283)
	Tedavi Sonrası	4,89 $\pm$ 2,54	4,15 (3,05 - 6,15)	4,7 $\pm$ 2,66	3,65 (2,65 - 6,8)	4,37 $\pm$ 2,9	3,1 (2,35 - 6,25)	0,638 (kw=0,898)
	Grup içi p	0,017* (z=-2,397)		0,049* (t=-2,274)		0,424 (t=-0,842)		
	Delta	-1,95 $\pm$ 2,87	-1,05 (-2,35 - -0,35)	-1,4 $\pm$ 1,95	-1,45 (-2,73 - -0,25)	-0,98 $\pm$ 3,48	-0,6 (-3 - 0,6)	0,622 (kw=0,949)
Posterior-sağ HH (der/s)	Tedavi Öncesi	2,81 $\pm$ 1,4	3,15 (1,18 - 4,03)	2,79 $\pm$ 1,56	2,15 (1,68 - 3,65)	2,01 $\pm$ 0,8	2 (1,7 - 2,1)	0,507 (kw=1,358)
	Tedavi Sonrası	3,3 $\pm$ 1,94	2,8 (1,73 - 5,15)	3,39 $\pm$ 0,85	3,35 (3 - 4,15)	2,84 $\pm$ 1,11	2,8 (2 - 3,8)	0,465 (kw=1,529)
	Grup içi p	0,342 (t=-1,002)		0,222 (t=-1,311)		0,131 (t=-1,682)		
	Delta	-0,49 $\pm$ 1,55	-0,5 (-1,95 - 1,13)	-0,6 $\pm$ 1,45	-0,45 (-2,15 - 0,33)	-0,83 $\pm$ 1,49	-0,8 (-2,35 - 0,55)	0,879 (F=0,129)
Posterior HH der/s	Tedavi Öncesi	1,52 $\pm$ 0,61	1,3 (1,08 - 1,9)	1,72 $\pm$ 1,15	1,7 (0,75 - 2,83)	1,27 $\pm$ 0,45	1,3 (0,85 - 1,75)	0,636 (kw=0,904)
	Tedavi Sonrası	2,44 $\pm$ 1,09	2,4 (1,7 - 3,2)	2,44 $\pm$ 1,22	2,25 (1,38 - 3,68)	2,08 $\pm$ 0,79	1,8 (1,5 - 2,8)	0,699 (F=0,364)
	Grup içi p	0,05* (t=-2,26)		0,217 (t=-1,328)		0,021* (t=-2,87)		
	Delta	-0,92 $\pm$ 1,29	-0,7 (-1,8 - 0,05)	-0,72 $\pm$ 1,71	-0,55 (-1,7 - 0,28)	-0,81 $\pm$ 0,85	-1,1 (-1,55 - 0,05)	0,946 (F=0,055)

*p<0,05 istatistiksel anlamlı farklılık; LV: Lokal Vibrasyon; HH: Hareket Hızı; $\bar{X}$: Aritmetik ortalama; S.S: Standart sapma; Med (IQR): Ortanca (25. – 75. Yüzdelikler); t: Bağımlı gruplarda t testi; z: Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi; F: Tek Yönlü Varyans Analizi; kw: Kruskal Wallis Varyans Analizi; Delta: Tedavi öncesi ve tedavi sonrası değerler arasındaki fark değeri.

Tablo 4.8. (Devam) Grupların hareket hızı skorlarına ait tedavi öncesi-sonrası değerlendirmelerinin karşılaştırılması

		Gastrosoleus LV grubu		Paraspinal LV grubu		Egzersiz Grubu		
		$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	Gruplar arası p
Posterior-sol HH (der/s)	Tedavi Öncesi	2,92 $\pm$ 1,72	2,15 (1,45 - 4,88)	4,32 $\pm$ 1,22	4,35 (3,6 - 5,1)	2,76 $\pm$ 0,94	2,4 (1,95 - 3,75)	0,031* (F=3,999) c
	Tedavi Sonrası	3,78 $\pm$ 1,38	3,4 (3,2 - 3,88)	3,85 $\pm$ 1,27	3,45 (2,98 - 4,48)	2,84 $\pm$ 0,78	2,7 (2,25 - 3,15)	0,041* (kw=6,384) c
	Grup içi p	0,133 (t=-1,654)		0,205 (t=1,366)		0,838 (t=-0,211)		
	Delta	-0,86 $\pm$ 1,64	-1,4 (-2,23 - 0,63)	0,47 $\pm$ 1,09	0,45 (-0,43 - 1,35)	-0,09 $\pm$ 1,27	-0,3 (-1,2 - 1,15)	0,108 (F=2,424)
Sol HH (der/s)	Tedavi Öncesi	3,54 $\pm$ 1,66	3,65 (2,05 - 5,03)	4,01 $\pm$ 1,66	3,7 (3 - 5,18)	3,11 $\pm$ 1,26	2,8 (1,95 - 4,2)	0,459 (F=0,803)
	Tedavi Sonrası	4,29 $\pm$ 1,54	3,6 (3,05 - 5,75)	4,86 $\pm$ 1,42	4,3 (3,8 - 6,33)	3,84 $\pm$ 0,75	4,1 (3,05 - 4,4)	0,251 (F=1,46)
	Grup içi p	0,319 (t=-1,055)		0,258 (t=-1,208)		0,236 (t=-1,282)		
	Delta	-0,75 $\pm$ 2,25	-0,85 (-1,2 - 0,58)	-0,85 $\pm$ 2,22	-1,6 (-2,75 - 0,83)	-0,73 $\pm$ 1,72	-1,4 (-2,1 - 1,3)	0,991 (F=0,009)
Anterior-sol HH (der/s)	Tedavi Öncesi	2,83 $\pm$ 1,11	2,9 (1,63 - 3,93)	4,32 $\pm$ 1,43	4,1 (3 - 5,63)	3,41 $\pm$ 0,9	3,5 (2,5 - 4,05)	0,029* (F=4,082) a
	Tedavi Sonrası	4,06 $\pm$ 0,98	3,65 (3,45 - 4,6)	5,12 $\pm$ 2,01	4,6 (3,28 - 7,2)	4,34 $\pm$ 1,21	4 (3,35 - 5,75)	0,597 (kw=1,03)
	Grup içi p	0,026* (t=-2,655)		0,229 (t=-1,29)		0,138 (t=-1,647)		
	Delta	-1,23 $\pm$ 1,47	-1,05 (-1,88 - -0,18)	-0,8 $\pm$ 1,96	-0,65 (-2 - 0,23)	-0,93 $\pm$ 1,7	-1,6 (-2,15 - 0,9)	0,85 (F=0,163)
Kompozit skor (der/s)	Tedavi Öncesi	2,81 $\pm$ 0,92	2,68 (2,07 - 3,64)	3,5 $\pm$ 0,99	3,14 (2,72 - 4,61)	2,62 $\pm$ 0,66	2,45 (2,1 - 3,18)	0,084 (F=2,722)
	Tedavi Sonrası	3,9 $\pm$ 1,18	3,79 (2,84 - 4,86)	4,03 $\pm$ 1,14	4,02 (3,19 - 4,85)	3,47 $\pm$ 0,75	3,44 (2,78 - 3,88)	0,495 (F=0,724)
	Grup içi p	0,014* (t=-3,06)		0,068 (t=-2,077)		0,04* (t=-2,451)		
	Delta	-1,09 $\pm$ 1,13	-0,81 (-1,88 - -0,32)	-0,53 $\pm$ 0,81	-0,68 (-1,14 - -0,01)	-0,85 $\pm$ 1,04	-0,98 (-1,6 - 0,02)	0,464 (F=0,79)

*p<0,05 istatistiksel anlamlı farklılık; LV: Lokal Vibrasyon; HH: Hareket Hızı; $\bar{X}$: Aritmetik ortalama; S.S: Standart sapma; Med (IQR): Ortanca (25. – 75. Yüzdelikler); t: Bağımlı gruplarda t testi; z: Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi; F: Tek Yönlü Varyans Analizi; kw: Kruskal Wallis Varyans Analizi; Delta: Tedavi öncesi ve tedavi sonrası değerler arasındaki fark değeri; a: Gastrosoleus vibrasyon grubu ve Paraspinal vibrasyon grubu arası anlamlı farklılık c: Paraspinal vibrasyon grubu ve Egzersiz grubu arası anlamlı farklılık.

Grupların YK skorları karşılaştırıldığında, tedavi öncesi ve sonrası incelemelerde üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmedi ($p>0,05$).

Grup içi analizlere bakıldığında tedavi sonrasında Paraspinal LV grubunda, posterior-sol YK skorlarında tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu bulundu ($p<0,05$). Egzersiz grubunda ise tedavi sonrasında posterior-sol ve kompozit YK skorlarında tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu bulundu ($p<0,05$).

Gruplar arası analizlerde, YK skorlarında tedavi öncesi ve sonrası değerlerden elde edilen delta değerlerinde üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmedi ($p>0,05$).

Grupların YK skorlarına ait tedavi öncesi-sonrası değerleri ve istatistiksel karşılaştırmaları Tablo 4.9.'da gösterildi.

Tablo 4.9. Grupların yön kontrolü skorlarına ait tedavi öncesi-sonrası değerlendirmelerinin karşılaştırılması

		Gastrosoleus LV grubu		Paraspinal LV grubu		Egzersiz Grubu		
		$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	Gruplar arası p
Anterior YK (%)	Tedavi Öncesi	81,2 $\pm$ 11,65	84,5 (71,5 - 91,25)	86,4 $\pm$ 10,74	90 (84,25 - 94)	77,56 $\pm$ 14,91	79 (75 - 86,5)	0,12 (kw=4,235)
	Tedavi Sonrası	83,7 $\pm$ 9,55	86 (78,75 - 89,25)	83,5 $\pm$ 15,17	89 (80 - 92,25)	81,22 $\pm$ 7,19	81 (75,5 - 88)	0,31 (kw=2,341)
	Grup içi p	0,55 (t=-0,621)		0,602 (t=0,54)		0,906 (z=-0,119)		
	Delta	-2,5 $\pm$ 12,72	0,5 (-13 - 8,25)	2,9 $\pm$ 16,98	1,5 (-5,25 - 9)	-3,67 $\pm$ 18,06	1 (-9 - 8)	0,939 (kw=0,127)
Anterior-sağ YK (%)	Tedavi Öncesi	73,4 $\pm$ 11,11	73,5 (63 - 81,75)	81,7 $\pm$ 10,15	86,5 (74,5 - 87,75)	77,89 $\pm$ 12,92	78 (73,5 - 88)	0,26 (kw=2,697)
	Tedavi Sonrası	80 $\pm$ 7,15	80,5 (74,5 - 86,5)	83,6 $\pm$ 10,42	85,5 (81,75 - 90,5)	80,89 $\pm$ 9,29	84 (78 - 88)	0,268 (kw=2,63)
	Grup içi p	0,114 (z=-1,582)		0,456 (t=-0,779)		0,516 (t=-0,679)		
	Delta	-6,6 $\pm$ 10,21	-11,5 (-13 - -1,5)	-1,9 $\pm$ 7,71	-1 (-8,75 - 4,5)	-3 $\pm$ 13,25	-1 (-11 - 5)	0,5 (kw=1,386)
Sağ YK (%)	Tedavi Öncesi	81,3 $\pm$ 8,17	83 (73,5 - 88)	81,4 $\pm$ 7,76	82 (75,75 - 87)	78,56 $\pm$ 7,58	80 (70,5 - 86)	0,679 (F=0,394)
	Tedavi Sonrası	81,2 $\pm$ 5,05	81,5 (78,75 - 83)	81 $\pm$ 9,67	83,5 (76,5 - 86,25)	82,56 $\pm$ 6,6	82 (76,5 - 88)	0,885 (F=0,122)
	Grup içi p	0,975 (t=0,033)		0,766 (z=-0,297)		0,114 (t=-1,774)		
	Delta	0,1 $\pm$ 9,64	1,5 (-8 - 7,75)	0,4 $\pm$ 10,41	-1,5 (-5 - 4)	-4 $\pm$ 6,76	-1 (-9 - 1,5)	0,513 (kw=1,335)
Posterior-sağ YK (%)	Tedavi Öncesi	54,7 $\pm$ 25,83	62 (38,75 - 70,5)	58,7 $\pm$ 24,42	66,5 (44,25 - 78,75)	62 $\pm$ 19,16	66 (44 - 78,5)	0,795 (F=0,231)
	Tedavi Sonrası	61,8 $\pm$ 14,65	62,5 (53,5 - 72,75)	69,3 $\pm$ 15,94	71,5 (57,5 - 81)	64,56 $\pm$ 16,84	67 (49,5 - 79)	0,569 (F=0,576)
	Grup içi p	0,477 (t=-0,741)		0,334 (t=-1,021)		0,565 (t=-0,6)		
	Delta	-7,1 $\pm$ 30,28	-7,5 (-21,5 - 21,25)	-10,6 $\pm$ 32,82	-8,5 (-26 - 11,25)	-2,56 $\pm$ 12,77	4 (-9,5 - 6)	0,814 (F=0,207)
Posterior YK (%)	Tedavi Öncesi	60,5 $\pm$ 26,12	65 (45,5 - 83,5)	69,11 $\pm$ 15,51	71 (61 - 82,5)	53 $\pm$ 18,47	56 (38,5 - 66,5)	0,276 (F=1,355)
	Tedavi Sonrası	51 $\pm$ 22,12	59,5 (47,5 - 61)	59 $\pm$ 28,04	62,5 (34,25 - 82,5)	66,33 $\pm$ 21,73	72 (50 - 85)	0,181 (kw=3,413)
	Grup içi p	0,419 (t=0,848)		0,341 (t=1,012)		0,147 (t=-1,604)		
	Delta	9,5 $\pm$ 35,44	11 (-15,5 - 33,25)	10,33 $\pm$ 30,65	2 (-14,5 - 43,5)	-13,33 $\pm$ 24,93	-4 (-34 - 7,5)	0,197 (F=1,733)

*p<0,05 istatistiksel anlamlı farklılık; LV: Lokal Vibrasyon; YK: Yön Kontrolü; $\bar{X}$: Aritmetik ortalama; S.S: Standart sapma; Med (IQR): Ortanca (25. – 75. Yüzdelikler); t: Bağımlı gruplarda t testi; z: Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi; F: Tek Yönlü Varyans Analizi; kw: Kruskal Wallis Varyans Analizi; Delta: Tedavi öncesi ve tedavi sonrası değerler arasındaki fark değeri.

Tablo 4.9. (Devam) Grupların yön kontrolü skorlarına ait tedavi öncesi-sonrası değerlendirmelerinin karşılaştırılması

		Gastrosoleus LV grubu		Paraspinal LV grubu		Egzersiz Grubu		
		$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	Gruplar arası p
Posterior-sol YK (%)	Tedavi Öncesi	50,2 $\pm$ 26,52	56 (26,25 - 70,25)	51,5 $\pm$ 20,71	55 (45,5 - 62,5)	48,33 $\pm$ 17,25	50 (31,5 - 64,5)	0,874 (kw=0,27)
	Tedavi Sonrası	59,8 $\pm$ 17,74	67,5 (41 - 70,75)	63,3 $\pm$ 20,16	66,5 (49,5 - 83,25)	68,67 $\pm$ 10,48	69 (65,5 - 77)	0,524 (F=0,663)
	Grup içi p	0,292 (t=-1,118)		0,043* (t=-2,354)		0,004* (t=-3,917)		
	Delta	-9,6 $\pm$ 27,14	-13 (-20 - 17,25)	-11,8 $\pm$ 15,85	-16 (-24,5 - -2)	-20,33 $\pm$ 15,57	-19 (-31,5 - -5)	0,496 (F=0,72)
Sol YK (%)	Tedavi Öncesi	79,2 $\pm$ 7,24	80 (72 - 83)	82,4 $\pm$ 8,38	82,5 (74,5 - 89,75)	81,11 $\pm$ 7,03	83 (75,5 - 86,5)	0,643 (F=0,449)
	Tedavi Sonrası	82,2 $\pm$ 7,32	83,5 (80,25 - 86,25)	81,8 $\pm$ 6,43	82 (79 - 87)	82,22 $\pm$ 11,48	82 (77 - 91)	0,87 (kw=0,279)
	Grup içi p	0,202 (t=-1,376)		0,827 (t=0,225)		0,811 (t=-0,247)		
	Delta	-3 $\pm$ 6,9	-2 (-10,25 - 2)	0,6 $\pm$ 8,42	1 (-6,5 - 8,25)	-1,11 $\pm$ 13,51	-3 (-11,5 - 6,5)	0,719 (F=0,334)
Anterior-sol YK (%)	Tedavi Öncesi	82,9 $\pm$ 8,14	84 (77,5 - 89,75)	81 $\pm$ 8,33	80,5 (73,75 - 88,75)	78 $\pm$ 12,64	83 (64 - 89)	0,557 (F=0,598)
	Tedavi Sonrası	81,8 $\pm$ 7,64	83,5 (76 - 88,25)	80,5 $\pm$ 9,79	82 (73,25 - 88,25)	79,89 $\pm$ 8,13	80 (75,5 - 85,5)	0,884 (F=0,124)
	Grup içi p	0,628 (t=0,502)		0,906 (t=0,122)		0,535 (t=-0,647)		
	Delta	1,1 $\pm$ 6,94	0 (-6,25 - 9)	0,5 $\pm$ 13,01	4,5 (-11,75 - 11,5)	-1,89 $\pm$ 8,75	0 (-10 - 5,5)	0,791 (F=0,236)
Kompozit skor (%)	Tedavi Öncesi	70,43 $\pm$ 6,94	71,38 (64,31 - 75,16)	73,97 $\pm$ 7,65	75,06 (65,04 - 79,13)	69,56 $\pm$ 7,17	70,5 (63,5 - 76,38)	0,38 (F=1,005)
	Tedavi Sonrası	72,69 $\pm$ 6,04	73,81 (67,44 - 77)	75,25 $\pm$ 9,12	77 (67,53 - 81,88)	75,79 $\pm$ 8,57	79 (69 - 83)	0,663 (F=0,418)
	Grup içi p	0,338 (t=-1,011)		0,505 (t=-0,695)		0,002* (t=-4,626)		
	Delta	-2,26 $\pm$ 7,08	-1,75 (-7,13 - 3,22)	-1,28 $\pm$ 5,83	-3,44 (-6,21 - 2,72)	-6,24 $\pm$ 4,04	-5,75 (-9,75 - -3,06)	0,173 (F=1,881)

*p<0,05 istatistiksel anlamlı farklılık; LV: Lokal Vibrasyon; YK: Yön Kontrolü; $\bar{X}$: Aritmetik ortalama; S.S: Standart sapma; Med (IQR): Ortanca (25. – 75. Yüzdelikler); t: Bağımlı gruplarda t testi; z: Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi; F: Tek Yönlü Varyans Analizi; kw: Kruskal Wallis Varyans Analizi; Delta: Tedavi öncesi ve tedavi sonrası değerler arasındaki fark değeri;

Grupların SNE skorları karşılaştırıldığında, tedavi öncesi incelemelerde anterior-sağ, anterior-sol ve kompozit SNE skorlarında üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edildi ($p<0,05$). Paraspinal LV grubunun anterior-sağ SNE skorlarının diğer gruplara göre anlamlı şekilde yüksek olduğu bulundu ($p<0,05$). Paraspinal LV grubunun anterior-sol ve kompozit SNE değerlerinin egzersiz grubuna göre anlamlı şekilde yüksek olduğu bulundu ($p<0,05$).

Tedavi sonrası analizlere bakıldığında, kompozit SNE skorunda üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edildi ($p<0,05$). Paraspinal LV grubunun değerlerinin, egzersiz grubuna göre anlamlı şekilde yüksek olduğu bulundu ($p<0,05$).

Grup içi analizlerde, tedavi sonrasında Gastrosoleus LV grubunda anterior-sağ, sol, anterior-sol, kompozit SNE skorlarında tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu bulundu ($p<0,05$). Paraspinal LV grubunda tedavi sonrasında, posterior-sağ ve kompozit SNE skorlarında tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu bulundu ($p<0,05$). Egzersiz grubunda ise tedavi sonrasında kompozit SNE skorlarında tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu bulundu ($p<0,05$).

Gruplar arası analizlere bakıldığında, SNE skorlarında tedavi öncesi ve sonrası değerlerden elde edilen delta değerlerinde üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmedi ($p>0,05$).

Grupların SNE skorlarına ait tedavi öncesi-sonrası değerleri ve istatistiksel karşılaştırmaları Tablo 4.10.'da gösterildi.

Tablo 4.10. Grupların son nokta ekskürsiyon skorlarına ait tedavi öncesi-sonrası değerlendirmelerinin karşılaştırılması

		Gastrosoleus LV grubu		Paraspinal LV grubu		Egzersiz Grubu		
		$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	Gruplar arası p
Anterior SNE (%)	Tedavi Öncesi	74,5 $\pm$ 25,47	75,5 (53 - 93)	77,9 $\pm$ 19,75	76 (61,5 - 98)	56,11 $\pm$ 20,01	49 (39 - 77,5)	0,089 (F=2,654)
	Tedavi Sonrası	85 $\pm$ 19,15	91 (63,75 - 101)	80,9 $\pm$ 18,94	78,5 (74,25 - 91)	72,33 $\pm$ 20,89	73 (58,5 - 87,5)	0,376 (F=1,017)
	Grup içi p	0,181 (t=-1,45)		0,516 (t=-0,676)		0,082 (t=-1,986)		
	Delta	-10,5 $\pm$ 22,9	-12 (-25,25 - 2,75)	-3 $\pm$ 14,03	-3 (-15 - 8,25)	-16,22 $\pm$ 24,51	-17 (-31,5 - 7)	0,394 (F=0,964)
Anterior-sağ SNE (%)	Tedavi Öncesi	74,1 $\pm$ 17,34	66,5 (60,5 - 92,25)	101,1 $\pm$ 16,13	95 (88,25 - 119,25)	73,11 $\pm$ 24,73	79 (48,5 - 90,5)	0,005* (F=6,472) a,c
	Tedavi Sonrası	94,8 $\pm$ 19,1	98 (74,5 - 110,75)	102,2 $\pm$ 15,08	101 (90 - 115,25)	85,56 $\pm$ 16,84	85 (78,5 - 92)	0,126 (F=2,249)
	Grup içi p	0,016* (t=-2,943)		0,773 (t=-0,297)		0,123 (t=-1,725)		
	Delta	-20,7 $\pm$ 22,24	-20,5 (-37,5 - -6,5)	-1,1 $\pm$ 11,72	-0,5 (-9,25 - 6,25)	-12,44 $\pm$ 21,65	-8 (-33,5 - 4)	0,088 (F=2,666)
Sağ SNE (%)	Tedavi Öncesi	73,1 $\pm$ 27,32	66,5 (48,5 - 101,75)	80,8 $\pm$ 16,3	76,5 (71,25 - 97)	73,67 $\pm$ 20,81	78 (52,5 - 92)	0,691 (F=0,376)
	Tedavi Sonrası	74,1 $\pm$ 25,35	74,5 (65,5 - 92,75)	86,8 $\pm$ 12,83	88 (79,5 - 96,5)	78 $\pm$ 18,19	82 (57 - 94)	0,346 (F=1,107)
	Grup içi p	0,878 (z=-0,153)		0,431 (t=-0,824)		0,332 (t=-1,032)		
	Delta	-1 $\pm$ 27,7	-11 (-24,25 - 31,75)	-6 $\pm$ 23,02	-2 (-22,25 - 16,5)	-4,33 $\pm$ 12,6	-4 (-13,5 - 6)	1 (kw=0,001)
Posterior-sağ SNE (%)	Tedavi Öncesi	55,6 $\pm$ 23,97	52 (37 - 76)	59,6 $\pm$ 15,88	58,5 (45,75 - 69)	48,44 $\pm$ 19,31	46 (33,5 - 66,5)	0,483 (F=0,749)
	Tedavi Sonrası	60,5 $\pm$ 26,6	54,5 (36,25 - 85,75)	75,5 $\pm$ 22,14	75,5 (56 - 92,75)	61 $\pm$ 24,62	68 (41 - 75,5)	0,321 (F=1,189)
	Grup içi p	0,503 (t=-0,698)		0,038* (t=-2,424)		0,211 (t=-1,36)		
	Delta	-4,9 $\pm$ 22,21	-13 (-21,25 - 16,75)	-15,9 $\pm$ 20,74	-12,5 (-34 - 6)	-12,56 $\pm$ 27,7	-13 (-26,5 - 9)	0,572 (F=0,57)
Posterior SNE (%)	Tedavi Öncesi	44,1 $\pm$ 13,14	42 (35 - 51,75)	45,4 $\pm$ 25,68	44 (27,5 - 70)	39,33 $\pm$ 13,77	37 (28,5 - 47)	0,762 (F=0,275)
	Tedavi Sonrası	54 $\pm$ 19,3	53 (33,75 - 74,75)	64,4 $\pm$ 25,46	65,5 (49,5 - 77,5)	51 $\pm$ 15,48	51 (36,5 - 64,5)	0,341 (F=1,122)
	Grup içi p	0,166 (t=-1,508)		0,166 (t=-1,508)		0,135 (t=-1,664)		
	Delta	-9,9 $\pm$ 20,77	-13 (-26 - 9)	-19 $\pm$ 39,85	-11,5 (-35,75 - 9,5)	-11,67 $\pm$ 21,03	-23 (-29,5 - 11,5)	0,76 (F=0,277)

*p<0,05 istatistiksel anlamlı farklılık; LV: Lokal Vibrasyon; SNE: Son Nokta Ekskürsiyonu; $\bar{X}$: Aritmetik ortalama; S.S: Standart sapma; Med (IQR): Ortanca (25. – 75. Yüzdelikler); t: Bağımlı gruplarda t testi; z: Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi; F: Tek Yönlü Varyans Analizi; kw: Kruskal Wallis Varyans Analizi; Delta: Tedavi öncesi ve tedavi sonrası değerler arasındaki fark değeri; a: Gastrosoleus vibrasyon grubu ve Paraspinal vibrasyon grubu arası anlamlı farklılık c: Paraspinal vibrasyon grubu ve Egzersiz grubu arası anlamlı farklılık.

Tablo 4.10. (Devam) Grupların son nokta ekskürsiyon skorlarına ait tedavi öncesi-sonrası değerlendirmelerinin karşılaştırılması

		Gastrosoleus LV grubu		Paraspinal LV grubu		Egzersiz Grubu		
		$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	Gruplar arası p
Posterior-sol SNE (%)	Tedavi Öncesi	62,7 $\pm$ 23,89	66 (47,5 - 79,5)	77 $\pm$ 18,06	80 (60,25 - 90,5)	61,67 $\pm$ 18,15	62 (45 - 75)	0,194 (F=1,746)
	Tedavi Sonrası	72 $\pm$ 17,27	73,5 (56,75 - 86)	88,1 $\pm$ 26,21	85,5 (76,75 - 101,75)	72,67 $\pm$ 20,04	79 (63,5 - 82)	0,192 (F=1,758)
	Grup içi p	0,298 (t=-1,104)		0,113 (t=-1,754)		0,174 (t=-1,491)		
	Delta	-9,3 $\pm$ 26,65	-7 (-29,75 - 12,75)	-11,1 $\pm$ 20,01	-9,5 (-26 - 7,5)	-11 $\pm$ 22,14	-13 (-28,5 - 8)	0,981 (F=0,019)
Sol SNE (%)	Tedavi Öncesi	68 $\pm$ 15,27	62 (56,75 - 78,25)	77,9 $\pm$ 13,52	80 (64,5 - 92,25)	73,33 $\pm$ 16,12	76 (70,5 - 81)	0,237 (kw=2,876)
	Tedavi Sonrası	89,6 $\pm$ 15,69	88 (78 - 105,25)	85,1 $\pm$ 19,44	84 (72 - 103)	72,78 $\pm$ 18,29	78 (54,5 - 87,5)	0,128 (F=2,225)
	Grup içi p	0,005* (t=-3,716)		0,255 (t=-1,214)		0,947 (t=0,069)		
	Delta	-21,6 $\pm$ 18,38	-19 (-33,5 - -6,5)	-7,2 $\pm$ 18,75	-7 (-20,25 - 3,5)	0,56 $\pm$ 24,19	2 (-14,5 - 22)	0,073 (F=2,896)
Anterior-sol SNE (%)	Tedavi Öncesi	82 $\pm$ 14,53	83 (71,5 - 90,75)	90,8 $\pm$ 16,35	92,5 (76,25 - 107)	72,67 $\pm$ 11,72	74 (65,5 - 80)	0,037* (F=3,748) c
	Tedavi Sonrası	100,5 $\pm$ 10,47	97 (92 - 105,5)	99,4 $\pm$ 25,46	101 (95,75 - 118,5)	83,22 $\pm$ 21,29	80 (67,5 - 104)	0,126 (kw=4,141)
	Grup içi p	0,001* (t=-4,924)		0,328 (t=-1,035)		0,176 (t=-1,484)		
	Delta	-18,5 $\pm$ 11,88	-15 (-28 - -7,25)	-8,6 $\pm$ 26,29	-11 (-21,25 - 4)	-10,56 $\pm$ 21,34	-14 (-29,5 - 12,5)	0,537 (F=0,637)
Kompozit skor (%)	Tedavi Öncesi	66,76 $\pm$ 12,9	64,38 (56,84 - 77)	76,31 $\pm$ 8,79	74,63 (70,09 - 86,5)	62,29 $\pm$ 7,17	65,25 (54,56 - 68,44)	0,015* (F=4,923) c
	Tedavi Sonrası	78,81 $\pm$ 10,11	77,63 (68,88 - 90,34)	85,3 $\pm$ 9,78	84,75 (78,56 - 91,81)	72,07 $\pm$ 13,19	74,13 (69,06 - 77,5)	0,049* (F=3,4) c
	Grup içi p	0,003* (t=-4,104)		0,007* (t=-3,492)		0,017* (t=-3,019)		
	Delta	-12,05 $\pm$ 9,28	-10,5 (-20,41 - -3,16)	-8,99 $\pm$ 8,14	-7,94 (-13,59 - -1,47)	-9,78 $\pm$ 9,71	-9,75 (-18,25 - -4,44)	0,738 (F=0,307)

*p<0,05 istatistiksel anlamlı farklılık; LV: Lokal Vibrasyon; SNE: Son Nokta Ekskürsiyonu; $\bar{X}$: Aritmetik ortalama; S.S: Standart sapma; Med (IQR): Ortanca (25. – 75. Yüzdelikler); t: Bağımlı gruplarda t testi; z: Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi; F: Tek Yönlü Varyans Analizi; kw: Kruskal Wallis Varyans Analizi; Delta: Tedavi öncesi ve tedavi sonrası değerler arasındaki fark değeri; c: Paraspinal vibrasyon grubu ve Egzersiz grubu arası anlamlı farklılık.

Grupların ME skorları karşılaştırıldığında, tedavi öncesi incelemelerde anterior-sağ ME skorlarında üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edildi ($p<0,05$). Gastrosoleus LV grubunun değerlerinin Paraspinal LV grubuna göre anlamlı şekilde düşük olduğu bulundu ($p<0,05$).

Tedavi sonrası analizlere bakıldığında, üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmedi ($p>0,05$).

Grup içi analizlerde, tedavi sonrasında Gastrosoleus LV grubunda anterior, anterior-sağ, sağ, sol, anterior-sol ve kompozit ME skorlarında tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu bulundu ($p<0,05$). Paraspinal LV grubunda tedavi sonrasında sağ, posterior-sağ, posterior-sol, sol, anterior-sol ve kompozit ME skorlarında tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu bulundu ($p<0,05$). Egzersiz grubunda ise tedavi sonrasında anterior, posterior, sol ve kompozit ME skorlarında tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu bulundu ($p<0,05$).

Gruplar arası analizlere bakıldığında anterior-sağ ME skorlarında tedavi öncesi ve sonrası değerlerden elde edilen delta değerlerinde üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edildi ($p<0,05$). Gastrosoleus LV grubunun anterior-sağ ME skorunu Paraspinal LV grubundan daha fazla arttırdığı bulundu ($p<0,05$).

Grupların ME skorlarına ait tedavi öncesi-sonrası değerleri ve istatistiksel karşılaştırmaları Tablo 4.11.'de gösterildi.

Tablo 4.11. Grupların maksimum ekskürsiyon skorlarına ait tedavi öncesi-sonrası değerlendirmelerinin karşılaştırılması

		Gastrosoleus LV grubu		Paraspinal LV grubu		Egzersiz Grubu		
		$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	Gruplar arası p
Anterior ME (%)	Tedavi Öncesi	85,7 $\pm$ 20,54	84 (73,25 - 106,5)	93,9 $\pm$ 13,39	98,5 (82,75 - 105,75)	79,22 $\pm$ 19,49	68 (63 - 102,5)	0,228 (kw=2,952)
	Tedavi Sonrası	100,2 $\pm$ 12,47	99,5 (91,5 - 108,25)	99,8 $\pm$ 9,83	98,5 (93,75 - 105,25)	93,67 $\pm$ 10,72	91 (84,5 - 103,5)	0,375 (F=1,018)
	Grup içi p	0,01* (t=-3,229)		0,157 (t=-1,542)		0,018* (t=-2,964)		
	Delta	-14,5 $\pm$ 14,2	-20,5 (-25,75 - -1,75)	-5,9 $\pm$ 12,1	-7,5 (-16,25 - 5,75)	-14,44 $\pm$ 14,62	-18 (-27 - 0)	0,291 (F=1,293)
Anterior-sağ ME (%)	Tedavi Öncesi	90 $\pm$ 12,62	87,5 (80,75 - 105,5)	108,1 $\pm$ 13,4	110,5 (96,75 - 119,25)	93,44 $\pm$ 14,87	93 (79,5 - 108)	0,015* (F=4,945) a
	Tedavi Sonrası	108,8 $\pm$ 9,24	109 (104 - 116,25)	111,1 $\pm$ 10,33	110,5 (101,75 - 120,5)	101,44 $\pm$ 9,82	100 (94,5 - 108,5)	0,104 (F=2,472)
	Grup içi p	0,0001* (t=-7,212)		0,39 (t=-0,904)		0,097 (t=-1,881)		
	Delta	-18,8 $\pm$ 8,24	-17 (-27,25 - -12,75)	-3 $\pm$ 10,5	-4,5 (-11,25 - 3,5)	-8 $\pm$ 12,76	-5 (-22 - 1)	0,008* (F=5,818) a
Sağ ME (%)	Tedavi Öncesi	86,4 $\pm$ 20,06	81,5 (72,75 - 105,5)	92,1 $\pm$ 7,99	90,5 (86,75 - 98,5)	86,89 $\pm$ 13,64	88 (78,5 - 100)	0,642 (F=0,451)
	Tedavi Sonrası	99,6 $\pm$ 13,85	106 (87,5 - 110,75)	100,7 $\pm$ 8,82	100 (94,75 - 107)	97,22 $\pm$ 13,1	99 (88 - 109)	0,818 (F=0,203)
	Grup içi p	0,01* (t=-3,276)		0,047* (t=-2,294)		0,086 (t=-1,956)		
	Delta	-13,2 $\pm$ 12,74	-15,5 (-22,5 - -1,5)	-8,6 $\pm$ 11,85	-9 (-17,75 - 1,75)	-10,33 $\pm$ 15,85	-11 (-27 - 4)	0,746 (F=0,296)
Posterior-sağ ME (%)	Tedavi Öncesi	75 $\pm$ 23,19	80,5 (58,75 - 89,5)	72,8 $\pm$ 13,29	70,5 (66,25 - 85,75)	69,89 $\pm$ 20,72	68 (52 - 88,5)	0,85 (F=0,164)
	Tedavi Sonrası	83,9 $\pm$ 15,28	86,5 (76 - 92,5)	93,6 $\pm$ 24,91	92 (72,25 - 119,25)	87,56 $\pm$ 19,98	93 (67,5 - 106,5)	0,571 (F=0,573)
	Grup içi p	0,267 (t=-1,184)		0,009* (t=-3,326)		0,111 (t=-1,79)		
	Delta	-8,9 $\pm$ 23,77	-14 (-21 - 9,25)	-20,8 $\pm$ 19,78	-27,5 (-35 - -1,25)	-17,67 $\pm$ 29,61	-33 (-40,5 - 14)	0,54 (F=0,63)
Posterior ME (%)	Tedavi Öncesi	56,7 $\pm$ 17,98	54 (46 - 72)	56,9 $\pm$ 23,63	53,5 (40 - 76)	46,89 $\pm$ 12,48	43 (37,5 - 57)	0,433 (F=0,864)
	Tedavi Sonrası	68,4 $\pm$ 14,49	72 (61,25 - 81)	76,1 $\pm$ 24,96	78 (58,25 - 95)	78 $\pm$ 19,95	82 (58 - 94,5)	0,551 (F=0,61)
	Grup içi p	0,082 (t=-1,958)		0,093 (t=-1,882)		0,001* (t=-4,929)		
	Delta	-11,7 $\pm$ 18,9	-14 (-29,5 - 8,5)	-19,2 $\pm$ 32,26	-17,5 (-31 - 9,25)	-31,11 $\pm$ 18,94	-42 (-45,5 - -13)	0,238 (F=1,518)

*p<0,05 istatistiksel anlamlı farklılık; LV: Lokal Vibrasyon; ME: Maksimum Ekskürsiyon; $\bar{X}$: Aritmetik ortalama; S.S: Standart sapma; Med (IQR): Ortanca (25. – 75. Yüzdelikler); t: Bağımlı gruplarda t testi; F: Tek Yönlü Varyans Analizi; kw: Kruskal Wallis Varyans Analizi; Delta: Tedavi öncesi ve tedavi sonrası değerler arasındaki fark değeri; a: Gastrosoleus vibrasyon grubu ve Paraspinal vibrasyon grubu arası anlamlı farklılık.

Tablo 4.11. (Devam) Grupların maksimum ekskürsiyon skorlarına ait tedavi öncesi-sonrası değerlendirmelerinin karşılaştırılması

		Gastrosoleus LV grubu		Paraspinal LV grubu		Egzersiz Grubu		
		$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	Gruplar arası p
Posterior-sol ME (%)	Tedavi Öncesi	71,8 $\pm$ 22,74	71 (59 - 93,25)	87,7 $\pm$ 15,47	90,5 (78,5 - 101)	80 $\pm$ 15,17	80 (70 - 90,5)	0,17 (F=1,901)
	Tedavi Sonrası	85,8 $\pm$ 13,21	85 (74,5 - 93,75)	104,1 $\pm$ 22,83	101,5 (92,25 - 127,25)	91,67 $\pm$ 9,3	92 (85,5 - 97)	0,055 (F=3,257)
	Grup içi p	0,11 (t=-1,77)		0,009* (t=-3,349)		0,099 (t=-1,864)		
	Delta	-14 $\pm$ 25,01	-15,5 (-34,5 - 6,75)	-16,4 $\pm$ 15,49	-12,5 (-30 - -2,5)	-11,67 $\pm$ 18,78	-10 (-18,5 - 2)	0,878 (F=0,13)
Sol ME (%)	Tedavi Öncesi	82 $\pm$ 14,97	83,5 (71,75 - 96)	89,5 $\pm$ 9,01	87,5 (82,5 - 98,75)	81 $\pm$ 14,09	78 (74,5 - 91)	0,299 (F=1,264)
	Tedavi Sonrası	99,8 $\pm$ 14,55	105 (85 - 111,25)	101,3 $\pm$ 11,01	97 (93,5 - 110)	92,22 $\pm$ 8,42	96 (88 - 98,5)	0,205 (kw=3,165)
	Grup içi p	0,008* (t=-3,399)		0,001* (t=-4,707)		0,045* (t=-2,371)		
	Delta	-17,8 $\pm$ 16,56	-17 (-30,25 - -3,75)	-11,8 $\pm$ 7,93	-12,5 (-16,5 - -6)	-11,22 $\pm$ 14,2	-12 (-24 - 2,5)	0,493 (F=0,726)
Anterior-sol ME (%)	Tedavi Öncesi	91,3 $\pm$ 17,88	95,5 (77,5 - 105)	100,1 $\pm$ 11,9	101,5 (93,75 - 110,25)	98,78 $\pm$ 12,06	95 (89,5 - 108)	0,351 (F=1,091)
	Tedavi Sonrası	105,5 $\pm$ 11,69	101,5 (96,75 - 113,25)	110,7 $\pm$ 9,29	112,5 (102 - 118,5)	100,44 $\pm$ 13,33	99 (90,5 - 110,5)	0,171 (F=1,892)
	Grup içi p	0,027* (t=-2,644)		0,032* (t=-2,53)		0,694 (t=-0,409)		
	Delta	-14,2 $\pm$ 16,98	-19 (-23,75 - 0,5)	-10,6 $\pm$ 13,25	-11,5 (-21,5 - 1,5)	-1,67 $\pm$ 12,24	1 (-8 - 8)	0,172 (F=1,887)
Kompozit skor (%)	Tedavi Öncesi	79,86 $\pm$ 13,8	77,06 (69,84 - 93,13)	87,64 $\pm$ 7,03	87,69 (81,13 - 93)	79,51 $\pm$ 6,06	78,88 (76,44 - 84,5)	0,132 (F=2,191)
	Tedavi Sonrası	94 $\pm$ 9,22	96,31 (83,06 - 101,34)	99,68 $\pm$ 10,34	99,13 (90,72 - 109,47)	92,78 $\pm$ 7,85	93,25 (87,13 - 97,88)	0,233 (F=1,541)
	Grup içi p	0,001* (t=-5,06)		0,001* (t=-4,828)		0,0001* (t=-5,988)		
	Delta	-14,14 $\pm$ 8,84	-14,44 (-23,63 - -4,38)	-12,04 $\pm$ 7,88	-9,88 (-18,66 - -5,88)	-13,26 $\pm$ 6,65	-15,5 (-18,38 - -9,06)	0,837 (F=0,179)

*p<0,05 istatistiksel anlamlı farklılık; LV: Lokal Vibrasyon; ME: Maksimum Ekskürsiyon; $\bar{X}$: Aritmetik ortalama; S.S: Standart sapma; Med (IQR): Ortanca (25. – 75. Yüzdelikler); t: Bağımlı gruplarda t testi; F: Tek Yönlü Varyans Analizi; kw: Kruskal Wallis Varyans Analizi; Delta: Tedavi öncesi ve tedavi sonrası değerler arasındaki fark değeri.

Postüral Salınımlar

Grupların GMSH skorları karşılaştırıldığında, tedavi öncesi ve sonrası incelemelerde üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmedi ($p>0,05$).

Grup içi analizlere bakıldığında tedavi sonrasında Paraspinal LV grubunda, yumuşak zemin-gözler açık koşulundaki GMSH skorunda tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir azalma olduğu bulundu ($p<0,05$). Egzersiz grubunda ise tedavi sonrasında yumuşak zemin-gözler açık koşulundaki ve kompozit GMSH skorlarında tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir azalma olduğu bulundu ($p<0,05$).

Gruplar arası analizlerde, GMSH skorlarında tedavi öncesi ve sonrası değerlerden elde edilen delta değerlerinde üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmedi ($p>0,05$).

Grupların GMSH skorlarına ait tedavi öncesi-sonrası değerleri ve istatistiksel karşılaştırmaları Tablo 4.12.'de gösterildi.

Tablo 4.12. Grupların salınım hızı skorlarına ait tedavi öncesi-sonrası değerlendirmelerinin karşılaştırılması

		Gastrosoleus LV grubu		Paraspinal LV grubu		Egzersiz Grubu		Gruplar arası p
		$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	
Sert zemin - Gözler açık GMSH (der/s)	Tedavi Öncesi	0,28 $\pm$ 0,1	0,28 (0,21 - 0,33)	0,38 $\pm$ 0,27	0,33 (0,18 - 0,48)	0,33 $\pm$ 0,12	0,27 (0,23 - 0,45)	0,481 (F=0,754)
	Tedavi Sonrası	0,27 $\pm$ 0,18	0,28 (0,14 - 0,37)	0,23 $\pm$ 0,13	0,17 (0,15 - 0,32)	0,29 $\pm$ 0,11	0,27 (0,18 - 0,38)	0,629 (F=0,471)
	Grup içi p	0,84 (t=0,208)		0,054 (t=2,218)		0,278 (t=1,163)		
	Delta	0,01 $\pm$ 0,1	0,03 (-0,07 - 0,08)	0,15 $\pm$ 0,21	0,08 (-0,01 - 0,37)	0,04 $\pm$ 0,11	0,07 (-0,02 - 0,13)	0,106 (F=2,444)
Sert zemin - Gözler kapalı GMSH (der/s)	Tedavi Öncesi	0,49 $\pm$ 0,29	0,43 (0,3 - 0,68)	0,88 $\pm$ 0,99	0,42 (0,25 - 1,38)	0,56 $\pm$ 0,34	0,6 (0,25 - 0,8)	0,969 (kw=0,063)
	Tedavi Sonrası	0,44 $\pm$ 0,22	0,48 (0,23 - 0,68)	0,51 $\pm$ 0,47	0,37 (0,27 - 0,58)	0,49 $\pm$ 0,25	0,53 (0,25 - 0,65)	0,844 (kw=0,34)
	Grup içi p	0,411 (t=0,862)		0,373 (z=-0,89)		0,235 (t=1,283)		
	Delta	0,05 $\pm$ 0,2	0,05 (-0,06 - 0,17)	0,37 $\pm$ 0,68	0,02 (-0,06 - 1,01)	0,07 $\pm$ 0,16	0,07 (-0,05 - 0,23)	0,96 (kw=0,081)
Yumuşak zemin - Gözler açık GMSH (der/s)	Tedavi Öncesi	0,48 $\pm$ 0,16	0,48 (0,38 - 0,55)	0,73 $\pm$ 0,42	0,65 (0,48 - 0,88)	0,71 $\pm$ 0,29	0,77 (0,48 - 0,93)	0,093 (kw=4,753)
	Tedavi Sonrası	0,42 $\pm$ 0,11	0,43 (0,37 - 0,47)	0,43 $\pm$ 0,21	0,38 (0,25 - 0,62)	0,54 $\pm$ 0,22	0,57 (0,33 - 0,73)	0,31 (F=1,226)
	Grup içi p	0,44 (z=-0,772)		0,041* (z=-2,04)		0,003* (t=4,195)		
	Delta	0,06 $\pm$ 0,17	0 (-0,04 - 0,12)	0,3 $\pm$ 0,49	0,2 (0,01 - 0,44)	0,17 $\pm$ 0,12	0,2 (0,08 - 0,23)	0,112 (kw=4,373)
Yumuşak zemin - Gözler kapalı GMSH (der/s)	Tedavi Öncesi	1,11 $\pm$ 0,58	1,08 (0,73 - 1,37)	1,35 $\pm$ 0,78	1,23 (0,52 - 2,21)	1,39 $\pm$ 0,81	1,37 (0,72 - 2,08)	0,665 (F=0,414)
	Tedavi Sonrası	0,91 $\pm$ 0,45	0,8 (0,51 - 1,24)	1,1 $\pm$ 0,71	1,05 (0,44 - 1,87)	1,03 $\pm$ 0,5	1,03 (0,5 - 1,57)	0,748 (F=0,294)
	Grup içi p	0,215 (t=1,334)		0,635 (z=-0,474)		0,06 (t=2,19)		
	Delta	0,2 $\pm$ 0,47	0,12 (-0,1 - 0,5)	0,25 $\pm$ 0,83	0,02 (-0,34 - 0,56)	0,36 $\pm$ 0,49	0,13 (-0,02 - 0,88)	0,615 (kw=0,973)
Kompozit GMSH (der/s)	Tedavi Öncesi	0,59 $\pm$ 0,23	0,61 (0,41 - 0,67)	0,83 $\pm$ 0,56	0,68 (0,41 - 1,28)	0,75 $\pm$ 0,34	0,72 (0,5 - 1,02)	0,399 (F=0,952)
	Tedavi Sonrası	0,51 $\pm$ 0,2	0,5 (0,35 - 0,69)	0,57 $\pm$ 0,34	0,48 (0,29 - 0,84)	0,59 $\pm$ 0,23	0,64 (0,36 - 0,75)	0,804 (F=0,22)
	Grup içi p	0,208 (t=1,357)		0,241 (z=-1,172)		0,023* (t=2,793)		
	Delta	0,08 $\pm$ 0,19	0,03 (-0,03 - 0,21)	0,27 $\pm$ 0,52	0,08 (-0,08 - 0,66)	0,16 $\pm$ 0,17	0,13 (0,04 - 0,33)	0,559 (kw=1,165)

*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı farklılık; LV: Lokal Vibrasyon; GMSH: Gravite Merkezi Salınım Hızı; $\bar{X}$: Aritmetik ortalama; S.S: Standart sapma; Med (IQR): Ortanca (25. – 75. Yüzdelikler); t: Bağımlı gruplarda t testi; z: Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi; F: Tek Yönlü Varyans Analizi; kw: Kruskal Wallis Varyans Analizi; Delta: Tedavi öncesi ve tedavi sonrası değerler arasındaki fark değeri.

4.2.5. Yürüyüş

Grupların yürüyüş parametreleri karşılaştırıldığında, tedavi öncesi incelemelerde seçilen yürüyüş bandı hızı, yürüyüş hızı, adım uzunluğu, çift adım uzunluğu ve duruş fazı CV skorlarında üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edildi ($p<0,05$). Seçilen yürüyüş bandı hızı, yürüyüş hızı, adım uzunluğu, çift adım uzunluğu parametrelerinde Paraspinal LV grubunun tedavi öncesi değerlerinin egzersiz grubuna göre anlamlı şekilde yüksek olduğu bulundu ($p<0,05$). Duruş fazı CV skorunda ise Gastrosoleus LV grubunun tedavi öncesi değerlerinin egzersiz grubuna göre anlamlı şekilde yüksek olduğu bulundu ($p<0,05$).

Tedavi sonrası analizlere bakıldığında, seçilen yürüyüş bandı hızı, yürüyüş hızı, adım uzunluğu, çift adım uzunluğu skorlarında üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edildi ($p<0,05$). Paraspinal LV grubunun değerlerinin egzersiz grubuna göre anlamlı şekilde yüksek olduğu bulundu ($p<0,05$).

Grup içi analizlerde, tedavi sonrasında Gastrosoleus LV grubunda sağ ve sol adım uzunluğu ile sağ çift adım uzunluğu skorlarında tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu bulunurken, adım uzunluğu ve duruş fazı CV skorlarında tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir azalma olduğu bulundu ($p<0,05$). Paraspinal LV grubunda tedavi sonrasında, sağ adım uzunluğu skorlarında tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu bulunurken, adım uzunluğu CV skorlarında tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir azalma olduğu bulundu ($p<0,05$). Egzersiz grubunda ise tedavi sonrasında ise yürüyüş hızı ve duruş fazı yüzdesi skorlarında tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu bulundu ($p<0,05$).

Gruplar arası analizlere bakıldığında, yürüyüş parametrelerinde tedavi öncesi ve sonrası değerlerden elde edilen delta değerlerinde üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmedi ($p>0,05$).

Grupların yürüyüş parametrelerine ait tedavi öncesi-sonrası değerleri ve istatistiksel karşılaştırmaları Tablo 4.13.'de gösterildi.

Tablo 4.13. Grupların yürüyüş parametrelerine ait tedavi öncesi-sonrası değerlendirmelerinin karşılaştırılması

		Gastrosoleus LV grubu		Paraspinal LV grubu		Egzersiz Grubu		
		$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	Gruplar arası p
Seçilen yürüyüş bandı hızı (km/h)	Tedavi Öncesi	2,04 $\pm$ 0,69	2,05 (1,4 - 2,63)	2,26 $\pm$ 0,65	2,15 (1,73 - 2,78)	1,39 $\pm$ 0,56	1,5 (0,78 - 1,78)	0,014* (F=5,033) c
	Tedavi Sonrası	1,94 $\pm$ 0,56	2,1 (1,35 - 2,33)	2,24 $\pm$ 0,6	2,15 (1,88 - 2,65)	1,44 $\pm$ 0,53	1,55 (0,95 - 1,8)	0,013* (F=5,145) c
	Grup içi p	0,389 (z=-0,862)		0,817 (t=0,238)		0,397 (t=-0,889)		
	Delta	0,1 $\pm$ 0,28	0,05 (-0,1 - 0,15)	0,02 $\pm$ 0,27	-0,05 (-0,2 - 0,33)	-0,05 $\pm$ 0,18	-0,05 (-0,13 - 0,05)	0,509 (kw=1,35)
Yürüyüş hızı (m/s)	Tedavi Öncesi	0,48 $\pm$ 0,19	0,5 (0,27 - 0,63)	0,57 $\pm$ 0,21	0,49 (0,38 - 0,78)	0,34 $\pm$ 0,16	0,39 (0,17 - 0,47)	0,036* (F=3,758) c
	Tedavi Sonrası	0,55 $\pm$ 0,16	0,61 (0,35 - 0,65)	0,66 $\pm$ 0,23	0,66 (0,55 - 0,85)	0,38 $\pm$ 0,16	0,43 (0,18 - 0,5)	0,009* (F=5,581) c
	Grup içi p	0,139 (t=-1,624)		0,139 (t=-1,624)		0,04* (t=-2,393)		
	Delta	-0,06 $\pm$ 0,12	-0,06 (-0,18 - 0)	-0,09 $\pm$ 0,17	-0,07 (-0,21 - 0,02)	-0,04 $\pm$ 0,05	-0,04 (-0,07 - 0)	0,651 (F=0,437)
Kadans (adım/dk)	Tedavi Öncesi	81,8 $\pm$ 25,36	95,11 (53,09 - 102,45)	79,84 $\pm$ 23,86	78,48 (61,14 - 102,65)	64,77 $\pm$ 24,18	75,56 (50,32 - 83,06)	0,316 (kw=2,302)
	Tedavi Sonrası	77,5 $\pm$ 18,45	82,44 (58,49 - 93,43)	82,49 $\pm$ 29,29	90,48 (60,78 - 102,34)	66,27 $\pm$ 24,96	72,97 (47,77 - 88,08)	0,336 (F=1,136)
	Grup içi p	0,484 (t=0,73)		0,661 (t=-0,453)		0,459 (t=-0,773)		
	Delta	4,29 $\pm$ 18,61	5,69 (-11,02 - 12,13)	-2,64 $\pm$ 18,42	-4,49 (-12,68 - 11,09)	-1,5 $\pm$ 6,13	-1,05 (-6,25 - 1,32)	0,57 (F=0,574)
Adım uzunluğu – sağ (cm)	Tedavi Öncesi	36,44 $\pm$ 10,31	36,83 (29,79 - 41,75)	41,9 $\pm$ 5,66	40,92 (37,88 - 45,68)	31,87 $\pm$ 7,61	30,55 (25,68 - 38,42)	0,034* (F=3,85) c
	Tedavi Sonrası	42,9 $\pm$ 7,73	41,68 (39,41 - 45,88)	47,51 $\pm$ 7,73	50,58 (40,58 - 52,13)	35,96 $\pm$ 10,44	35,1 (28,78 - 41,63)	0,022* (F=4,434) c
	Grup içi p	0,017* (t=-2,927)		0,05* (t=-2,238)		0,081 (t=-1,963)		
	Delta	-6,47 $\pm$ 6,99	-5,75 (-12,88 - -4,26)	-5,61 $\pm$ 7,93	-5,35 (-13,25 - 1,75)	-4,09 $\pm$ 6,59	-0,9 (-11,43 - 0,05)	0,758 (F=0,28)
Adım uzunluğu – sol (cm)	Tedavi Öncesi	34,47 $\pm$ 10,1	33,85 (29,58 - 41,33)	44,53 $\pm$ 5,68	44,5 (40,38 - 49,75)	31,59 $\pm$ 9,89	30 (24,8 - 37,5)	0,007* (F=5,969) a,c
	Tedavi Sonrası	42,18 $\pm$ 5,74	41,17 (38,83 - 44,58)	48,98 $\pm$ 8,79	52,08 (40,88 - 53,78)	34,5 $\pm$ 9,39	33,45 (28,28 - 42,98)	0,002* (F=7,93) c
	Grup içi p	0,008* (t=-3,406)		0,103 (t=-1,816)		0,221 (z=-1,224)		
	Delta	-7,71 $\pm$ 7,16	-6,34 (-11,75 - -5,38)	-4,45 $\pm$ 7,74	-4,15 (-10 - 0,76)	-2,91 $\pm$ 6,16	-1,35 (-4,1 - 0,94)	0,106 (kw=4,494)

*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı farklılık; LV: Lokal Vibrasyon; $\bar{X}$: Aritmetik ortalama; S.S: Standart sapma; Med (IQR): Ortanca (25. – 75. Yüzdelikler); t: Bağımlı gruplarda t testi; z: Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi; F: Tek Yönlü Varyans Analizi; kw: Kruskal Wallis Varyans Analizi; Delta: Tedavi öncesi ve tedavi sonrası değerler arasındaki fark değeri; a: Gastrosoleus vibrasyon grubu ve Paraspinal vibrasyon grubu arası anlamlı farklılık; b: Gastrosoleus vibrasyon grubu ve Egzersiz grubu arası anlamlı farklılık; c: Paraspinal vibrasyon grubu ve Egzersiz grubu arası anlamlı farklılık.

Tablo 4.13. (Devam) Grupların yürüyüş parametrelerine ait tedavi öncesi-sonrası değerlendirmelerinin karşılaştırılması

		Gastrosoleus LV grubu		Paraspinal LV grubu		Egzersiz Grubu		Gruplar arası p
		$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	$\bar{X} \pm S.S$	Med (IQR)	
Çift adım uzunluğu-sağ (cm)	Tedavi Öncesi	72,41 $\pm$ 21,11	71,7 (59,63 - 93,5)	88,67 $\pm$ 11,74	89,5 (80,37 - 100,1)	64,69 $\pm$ 15,97	62,65 (54,5 - 75,93)	0,011* (F=5,359) c
	Tedavi Sonrası	84,66 $\pm$ 15,28	82,87 (76,12 - 89,5)	97,21 $\pm$ 13,02	100,32 (82 - 109,13)	70,12 $\pm$ 19,38	66,8 (57,15 - 84,2)	0,003* (F=7,084) c
	Grup içi p	0,019* (t=-2,869)		0,111 (t=-1,767)		0,067 (t=-2,081)		
	Delta	-12,25 $\pm$ 13,5	-11,25 (-20,83 - -5,12)	-8,55 $\pm$ 15,3	-8,85 (-21,78 - 4,25)	-5,43 $\pm$ 8,26	-3,55 (-13,28 - -0,35)	0,495 (F=0,721)
Çift adım uzunluğu-sol (cm)	Tedavi Öncesi	74,46 $\pm$ 28,03	70,9 (54,5 - 86,83)	92,17 $\pm$ 15,24	89,35 (81,38 - 107,37)	62,5 $\pm$ 18,57	62,7 (48,03 - 76,87)	0,015* (F=4,905) c
	Tedavi Sonrası	84,69 $\pm$ 13,41	82,7 (78,37 - 89,37)	98,05 $\pm$ 19,94	102,32 (81,46 - 105,75)	70,51 $\pm$ 19,5	67,62 (57,4 - 84,33)	0,007* (F=5,94) c
	Grup içi p	0,109 (t=-1,778)		0,261 (t=-1,2)		0,059 (z=-1,886)		
	Delta	-10,23 $\pm$ 18,19	-15 (-24,29 - 1,25)	-5,88 $\pm$ 15,5	-7,05 (-21,88 - 5,38)	-8,01 $\pm$ 14,82	-3,55 (-12,6 - 0,28)	0,514 (kw=1,332)
Duruş fazı - sağ (%)	Tedavi Öncesi	61,33 $\pm$ 21,8	64,88 (56,62 - 74,65)	65,86 $\pm$ 9,28	65,14 (58,73 - 75,11)	65,18 $\pm$ 7,61	67,75 (57,35 - 71,28)	0,988 (kw=0,024)
	Tedavi Sonrası	70,72 $\pm$ 6,89	71,2 (64,66 - 74,28)	63,79 $\pm$ 9,3	66,05 (54,08 - 72,4)	69,72 $\pm$ 9,6	70,55 (64,43 - 74,26)	0,174 (F=1,864)
	Grup içi p	0,169 (z=-1,376)		0,451 (t=0,788)		0,028* (z=-2,191)		
	Delta	-9,39 $\pm$ 21,5	-3,6 (-10,15 - 1,36)	2,07 $\pm$ 8,33	4,45 (-3,69 - 5,76)	-4,54 $\pm$ 7,1	-1,95 (-7,08 - 0,33)	0,116 (kw=4,307)
Duruş fazı - sol (%)	Tedavi Öncesi	70,14 $\pm$ 13,96	70,08 (60,36 - 77,43)	70,18 $\pm$ 12,72	66,68 (64 - 77,7)	65,12 $\pm$ 8,52	66,75 (59,75 - 71,73)	0,561 (F=0,591)
	Tedavi Sonrası	66,61 $\pm$ 11,13	70,22 (64,3 - 71,85)	60,71 $\pm$ 11,44	60,35 (49,95 - 72,5)	68,57 $\pm$ 9,63	70,75 (64,58 - 75,07)	0,229 (kw=2,946)
	Grup içi p	0,435 (t=0,817)		0,125 (t=1,694)		0,029* (t=-2,595)		
	Delta	3,54 $\pm$ 13,69	4,39 (-6,83 - 9,82)	9,47 $\pm$ 17,69	3,25 (-4,09 - 18,63)	-3,45 $\pm$ 4,2	-2,55 (-5,25 - -0,5)	0,108 (F=2,423)
Adım uzunluğu CV (%)	Tedavi Öncesi	38,37 $\pm$ 13,77	42,55 (29,75 - 47,13)	31,14 $\pm$ 14,15	32,8 (19,85 - 45,18)	19,9 $\pm$ 14,58	12,8 (11,2 - 25,7)	0,057 (kw=5,732)
	Tedavi Sonrası	19,05 $\pm$ 14,31	14,9 (6,93 - 36,15)	19,25 $\pm$ 15,65	12,75 (6,13 - 31,7)	13,66 $\pm$ 8,87	10,2 (8,15 - 16,38)	0,941 (kw=0,122)
	Grup içi p	0,002* (t=4,383)		0,048* (t=2,289)		0,139 (z=-1,478)		
	Delta	19,32 $\pm$ 13,94	22,15 (4 - 32,08)	11,89 $\pm$ 16,43	9,95 (-1,08 - 23,43)	6,24 $\pm$ 13,88	3,65 (0,35 - 8,5)	0,179 (kw=3,442)
Duruş fazı CV (%)	Tedavi Öncesi	54,68 $\pm$ 26,94	51,8 (38,9 - 81,65)	41,57 $\pm$ 23,71	40,7 (17,3 - 66,3)	25,82 $\pm$ 20,95	20,05 (11,25 - 37,18)	0,04* (F=3,627) b
	Tedavi Sonrası	24,63 $\pm$ 23,16	15,65 (6,88 - 39,53)	29,22 $\pm$ 27,12	19,95 (6,43 - 58,2)	16,25 $\pm$ 11,84	13,95 (6,45 - 23,73)	0,411 (F=0,919)
	Grup içi p	0,0001* (t=5,411)		0,161 (t=1,527)		0,147 (t=1,587)		
	Delta	30,05 $\pm$ 17,56	31,45 (18,13 - 43,55)	12,35 $\pm$ 25,58	7,4 (0,83 - 24,6)	9,57 $\pm$ 19,07	5,55 (-2,4 - 17,23)	0,079 (F=2,791)

*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı farklılık; LV: Lokal Vibrasyon; $\bar{X}$: Aritmetik ortalama; S.S: Standart sapma; Med (IQR): Ortanca (25. – 75. Yüzdelikler); t: Bağımlı gruplarda t testi; z: Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi; F: Tek Yönlü Varyans Analizi; kw: Kruskal Wallis Varyans Analizi; Delta: Tedavi öncesi ve tedavi sonrası değerler arasındaki fark değeri; CV: Varyasyon Katsayısı; a: Gastrosoleus vibrasyon grubu ve Paraspinal vibrasyon grubu arası anlamlı farklılık; b: Gastrosoleus vibrasyon grubu ve Egzersiz grubu arası anlamlı farklılık; c: Paraspinal vibrasyon grubu ve Egzersiz grubu arası anlamlı farklılık.

5. TARTIŞMA

Ataksik MS hastalarında spinal stabilizasyon eğitime ek olarak uygulanan LV'nin postüral kontrol üzerindeki etkilerini; objektif ve klinik testlerle inceleyen, randomize kontrollü bu çalışmanın sonuçları; LV'nin, ataksi şiddeti, gövde kontrolü, kor endurans, statik-dinamik denge ve yürüyüşün zaman-mesafe parametrelerinde olumlu etkileri olduğunu gösterdi. Her iki vibrasyon uygulaması da tüm parametrelerde gelişim sağlarken, gastrosoleus vibrasyon uygulamasının daha çok dinamik denge ve yürüyüş, paraspinal vibrasyon uygulamasının ise daha çok statik denge, koordinasyon ve endurans iyileşmesinde etkili olduğu bulunmuştur. Bu çalışma, ataksik MS hastalarında spinal stabilizasyon eğitime ek olarak farklı bölgelere (gastrosoleus kas kompleksi / servikal-lumbal paraspinal kaslar) uygulanan LV'nin postüral kontrol üzerindeki etkilerini klinik ve laboratuvar testleriyle inceleyen ve karşılaştıran ilk çalışmadır.

Çalışmamızda LV ile elde edilen tüm olumlu etkilerin gruplar arası farklılığa yansımamış olması, sadece egzersiz uygulanan gruptaki iyileşmeler düşünüldüğünde, üç gruba da bireye özgü ve iyi yapılandırılmış spinal stabilizasyon eğitiminin uygulanması ile ilişkilendirilmiştir. Çalışma içerisinde ev programı ile takip edilen bir grup olsaydı, gruplar arasındaki farklılık daha net olarak ortaya çıkabilirdi. Ancak, araştırmanın sürdürülebilirliği ve sürenin kısıtlı olması dördüncü grubun dâhil edilmesini mümkün kılmamıştır. Çalışmamızda egzersiz grubunun bazı parametreleri (BDÖ, UAAOÖ kinetik fonksiyonlar ve total skoru) vibrasyon gruplarına göre daha fazla geliştirmesinin, bu gruptaki tedavi öncesi skorların daha kötü (BDÖ skoru daha düşük, UAAOÖ skorları daha yüksek) olup rehabilitasyon sürecinde benzer hedeflere ilerlerken (ölçeklerin total skorları baz alındığında) kat edilebilecek daha uzun bir yol olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Çalışmamızda, hastalar 8 hafta boyunca haftada 3 gün (24 seans) fizyoterapi ve rehabilitasyon programına alınmıştır. Zech ve ark., sağlıklı ve fiziksel olarak aktif kişilerde 6-12 hafta süren egzersiz programlarının 4 hafta süren programlara göre dengeyi daha iyi geliştirdiğini ifade ederken (197), geriatrik popülasyonda yapılan başka bir çalışma ise seans sayısı ile denge iyileşmesi arasında lineer bir ilişki olduğunu göstermiştir (198). Corrini ve ark.'nın, MS hastalarında optimal tedavi dozajını araştırdıkları sistematik derleme ve meta-analizde; rehabilitasyon

programlarının 4 ila 12 hafta arasında değiştiği, egzersiz sıklığının haftada 2-3 ve bir seans süresinin 30 ila 60 dk arasında olduğu belirtilmiştir. Ancak MS hastalarında, dengenin geliştirilebilmesi için rehabilitasyon programının durasyonu ile ilgili minimum süre belirtilmemiş olup en az 40 dk seans süresi olan yoğun tedavilerin klinik olarak daha anlamlı bir iyileşme ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (199). Spinal stabilizasyon egzersizleri ise çoğunlukla grup egzersizleri şeklinde 8-12 hafta olarak uygulanmaktadır (165, 200-203). Salcı ve ark.'nın 18 seans (6 hafta, haftada 3 gün), Ali ve ark.'nın ise 12 seans (6 hafta, haftada 2 gün) bire-bir şekilde uyguladıkları spinal stabilizasyon egzersizlerinin ataksik MS hastalarında dengeyi geliştirdiği bildirilmiştir (6, 7). Bire-bir eğitim yaptığımız çalışmamızda, grup egzersizlerine kıyasla daha yoğun program izleyerek ve ilerleme şeklini hastaya göre düzenlediğimiz düşünöldüğünde 24 seanslık eğitim süresinin yeterli olduğunu düşünmekteyiz. Eğitim süresinden bağımsız, hastalık şiddetine bağlı olarak her hastada egzersizler istenildiği gibi ilerletilememiştir. Bu durum bize, spinal stabilizasyon eğitiminin, grup eğitiminden ziyade hastanın ihtiyaçlarına göre bire-bir şekilde uygulanmasının daha uygun olacağını göstermiştir.

Literatür incelendiğinde; fizyoterapi uygulamalarının postüröl kontrol üzerindeki etkilerini araştıran çalışmalarda çoğunlukla ambulatuar hastaların seçildiği ve EDSS skor aralığının değişken olduğu görölmüştür. EDSS aralığı geniş olan (1-6,5) çalışmalarda olduğu gibi çok dar aralıkların (5-6) da seçildiği çalışmalarda bulunmaktadır (201, 204-207). EDSS skoru 5'den büyük ve piramidal fonksiyonel sistem puanı 3'ün üzerinde olan hastalarda spastisite, kuvvet kayıpları gibi piramidal sistem tutulumunun artacağı, EDSS skoru 3'den küçük olan hastalarda ise ataksinin belirgin olmayacağı düşünölerek çalışmamıza ataksik bulguları baskın olan hastaların dahil edilebilmesi adına EDSS skoru 3-5 aralığında tutulmuştur. Bu açıdan çalışmamızdaki EDSS aralığı literatürdeki ataksik MS hastalarının EDSS aralığı ile uyumludur (6, 7). Her ne kadar skor aralığı açısından literatürle uyumlu olsak da çalışmamızdaki gruplar EDSS skoru açısından heterojenlik göstermektedir. Bu durum da sonuçların yorumlanmasını zorlaştırmaktadır.

Farklı nörolojik hastalıklarda, farklı vibrasyon parametreleri ile uygulanan LV'nin somatosensöriyel yapıları uyararak postüröl kontrolü geliştirdiği gösterilmiştir (8, 208). Literatürde farklı frekans ve amplitütte yapılmış çalışmalarda bulunmaktadır.

birlikte, fizyolojik çalışmalar kas içgiğinin optimal cevabı 20-100 Hz arasında verdiğini, proprioseptif aktivasyonun sağlanması için ise yüksek frekansta (80-100 Hz) LV uygulamasının etkili olacağını belirtmektedir. Ancak 100 Hz ve üzeri vibrasyon uygulamalarının proprioseptif illüzyonu arttırarak etkiyi azaltabileceği de ifade edilmektedir (9, 170, 171, 209, 210). Ayrıca düşük amplitüd (1-2 mm) değerlerinin postüral kontrolü geliştirmek için daha efektif olacağı da belirtilmektedir (9). Araştırmamızdaki LV parametreleri, bu çalışmalar dikkate alınarak 80 Hz frekans-1 mm amplitüd olarak seçilmiştir. Ayvat ve ark.'nın MS hastalarında yaptıkları çalışmada, gastroknemius üzerine uygulanan LV'nin denge ve yürüyüşü geliştirdiği belirtilmiştir (173). Cotey ve ark., spinal kord yaralanması olan hastalarda kuadriseps kaslarına uyguladıkları LV'nin yürüyüş sırasındaki kas aktivasyon zamanlamasını değiştirerek koordinasyonu arttırdığını göstermişlerdir (211). Nunzio ve ark.'nın parkinson hastalarında yaptıkları çalışmada, paraspinal kaslara uygulanan LV'nin yürüyüş hızını, kadansı ve çift adım uzunluğunu arttırdığı bildirilmiştir (212). Kawahira ve ark., inme hastalarında gluteus medius ve tibialis anterior kaslarına uyguladıkları LV'nin yürüyüş hızını arttırdığını belirtmişlerdir (213). Leonardi ve ark., herediter serebellar ataksi hastalarında giyilebilir LV ile yaptıkları çalışmada, 7. servikal vertebra ve soleus kaslarına uygulanan LV'nin yürüyüş ve ekstremitate ataksisini azalttığını göstermişlerdir (214). Çalışmaların hepsinde LV'nin postüral kontrolü geliştirdiği gösterilmekle birlikte, uygulama bölgelerinin çeşitliliği dikkat çekmektedir. Bu nedenle postüral kontrolü geliştirmek amacıyla kullanılacak olan LV modalitesinde hangi uygulama bölgesinin daha etkili olacağı, hastanın rehabilitasyon programından elde edeceği kazanımı etkilemesi açısından önemlidir. Çalışmamızın sonuçlarının, MS rehabilitasyonu ve postüral kontrol alanında çalışan akademisyen ve klinisyenlere yol göstereceği öngörülmektedir.

5.1. Gövde ile İlgili Bulguların Tartışılması

Gövde kontrolü; denge, koordinasyon ve yürüyüşün sağlanmasında kilit bir rol oynar. MS hastalarında gövde kontrolünün çeşitli düzeylerde etkilendiği belirtilmektedir (215). Araştırmalar, düşük EDSS skoruna sahip minimal etkilenimi olan hastalarda bile gövde kontrolünün etkilendiğini göstermektedir (167, 215). Hastanın takibi ve denge, koordinasyon, yürüyüş ve günlük yaşam aktivitelerini

optimize etmeyi hedefleyen rehabilitasyon programlarının klinik karar verme süreçleri açısından gövde kontrolü değerlendirmelerinin rutin değerlendirmeler arasında yer alması oldukça önemlidir (215, 216).

MS hastalarında 6 hafta, haftada 3 gün grup eğitimi şeklinde yapılan spinal stabilizasyon eğitiminin gövde kontrolünü arttırdığı ve bu etkinin 30 haftaya kadar sürdüğü bildirilmiştir (167). Benzer olarak çalışmamızda da bire-bir uygulanan spinal stabilizasyon eğitiminin, GBÖ statik oturma dengesi, dinamik oturma dengesi, koordinasyon ve toplam skor parametrelerinin hepsinde gelişme sağlayarak gövde kontrolünü iyileştirdiği görüldü.

Bilgimiz dâhilinde, LV'nin ataksik MS hastalarının gövde bozukluğuna etkilerini inceleyen bir çalışma bulunmamaktadır. Önal ve ark.'nın inme hastalarında konvansiyonel egzersizlere ek olarak plantar bölgeye uyguladıkları 12 seanslık (4 hafta, haftada 3 gün) LV'nin gövde kontrolünü geliştirmede (217), Ayvat ve ark.'nın serebellar ataksi hastalarında egzersiz programına ek olarak uyguladıkları 24 seanslık (8 hafta, haftada 3 gün) tüm vücut vibrasyonun ise gövde kontrolünü iyileştirdiği tespit edilmiştir (218). Çalışmamızda, gastrosoleus ve paraspinal vibrasyon uygulamaları GBÖ-dinamik oturma dengesi ve toplam skor parametrelerinde, paraspinal vibrasyon uygulaması ayrıca koordinasyon parametresinde de iyileşme sağlayarak gövde kontrolünü geliştirdi. Sonuçlar arasındaki farklılığın rehabilitasyon programının durasyonu ve seans sayısından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Düşük EDSS skoruna sahip minimal etkilenimi olan hastalarda bile GBÖ'nün dinamik oturma dengesi parametresinin etkilendiği, hastaların statik oturma dengesi ve koordinasyon parametrelerinden tam puan alırken dinamik oturma dengesinde zorlandıkları bildirilmiştir (215). İki vibrasyon uygulamasının da özellikle dinamik oturma dengesini iyileştirmesi, diğer parametrelere göre nispeten daha zor görevler içeren maddeleri dikkate alındığında son derece değerlidir. Dinamik oturma dengesi parametresi, pelvik elevasyon ve alt gövde rotasyonu gibi küçülen destek yüzeyi içerisinde pelvis ve kalça stabilizasyonu ile birlikte gövde kontrolünün sağlanmaya çalışıldığı karmaşık motor kontrol görevleri içermektedir ve bu görevler, mobilite içeren günlük yaşam aktivitelerinin temelini oluşturmaktadır (215, 216). MS hastalarının % 60'ının yürüyüş , % 80'inden fazlasının ise transferler sırasında düştüğü

bildirilmiştir (219). Bu nedenlerle, dinamik oturma dengesi parametresindeki azalma mobilite yetersizliğine ve düşmeye sebep olabilme riski nedeniyle tehlikelidir.

Çalışmamızda dinamik oturma dengesindeki gelişim, vibrasyon uygulanan gruplarda açığa çıkmış ancak gruplar arası anlamlılık istatistiksel olarak oluşmasa da farklara baktığımızda klinik açıdan vibrasyon gruplarında daha fazla artış görülmesi LV'nin dinamik gövde kontrolünü arttırması ve düşme riskini azaltması açısından önemli olabileceğini göstermiştir.

Çalışmamızdaki tüm tedavi gruplarında gövde kontrolü iyileşmekle birlikte gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Bu durumun, her gruba iyi yapılandırılmış bir spinal stabilizasyon eğitiminin verilmiş olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Ayrıca vibrasyon gruplarında sadece egzersiz uygulanan grupla kıyaslandığında artışın klinik olarak daha fazla olduğu görülmekte ancak hasta sayısının az olması nedeniyle bu artış istatistiksel anlamlılık düzeyinde gösterilememiştir.

5.2. Ataksi ile İlgili Bulguların Tartışılması

Ataksi, MS hastalarının % 80'ini etkilemekte olup şiddetinin artması hastaların günlük yaşam aktivitelerindeki bağımsızlığını ve katılımını ciddi oranda kısıtlamaktadır (7). Salcı ve ark., ataksik MS hastalarında spinal stabilizasyon eğitiminin ataksi semptomlarını ve şiddetini azaltmada etkili olduğunu bildirmiştir (6). Elshafey ve ark. serebellar ataksili serebral palsi hastalarında uyguladıkları spinal stabilizasyon eğitiminin ataksi şiddetini azalttığını göstermişlerdir (220). Benzer olarak çalışmamızda da, spinal stabilizasyon eğitiminin ataksik MS hastalarının postür ve yürüyüş, kinetik fonksiyonlar ve toplam skor açısından ataksi semptomlarını iyileştirmede etkili olduğu görüldü. Spinal stabilizasyon eğitiminin literatürle uyumlu olarak ataksi şiddeti ve semptomları üzerindeki olumlu etkilerinin; büyük bir kısmını kapalı kinetik egzersizlerin oluşturduğu egzersiz programının gövde, omuz kuşağı ve pelvisteki kuvveti ve kontrolü arttırmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Ayrıca ekstremiteler ataksisini ve koordinasyonu değerlendiren kinetik fonksiyonlar parametresindeki iyileşme de proksimal stabilizasyonun distal hareketi geliştirmesi bilginizle tutarlıdır.

Leonardi ve ark. herediter serebellar ataksi hastalarında, yedinci servikal vertebra ve soleus kaslarına uygulanan giyilebilir LV'nin ataksi şiddetini azalttığını rapor etmiştir (214). Çalışmamızda da benzer şekilde gastrosoleus ve paraspinal vibrasyon uygulamalarının ataksik MS hastalarının postür ve yürüyüş, kinetik fonksiyonlar ve toplam skor açısından ataksi semptomlarını iyileştirmede etkili olduğu görüldü. Vibrasyon uygulamalarının ataksi şiddeti özellikle de yürüyüş ve ekstremiteler üzerindeki olumlu etkilerinin; propioseptif akış ve uyarılan TVR ile birlikte nöromusküler eksitasyonun sağlanmasından kaynaklandığını düşünüyoruz.

Literatürde UAAOÖ'nin MS hastalarında minimal klinik anlamlılık düzeyi ile ilgili bir çalışma bulunmamakla birlikte araştırmacılar bu ölçekteki çok küçük bir değişikliğin bile ataksi şiddeti için anlamlı bir farklılık yaratacağını belirtmiştir (221). Bir çalışmada Friedreich ataksili hastalarda UAAOÖ 'ndeki 2,5 ve 5 puanlık (6. ve 12. aylardaki) bir değişim klinik olarak anlamlı kabul edilmiştir (222). Bu çalışmalar baz alındığında, araştırmamızdaki tüm gruplarda UAAOÖ total skorunun 5 puandan fazla değiştiği ve ataksi şiddetinin klinik olarak azaldığı görüldü. Grupların etkileri karşılaştırıldığında ise kinetik fonksiyonlar ve total skor parametrelerinde egzersiz grubunun ataksi şiddetini azaltmada daha etkili olduğu görüldü. Bu farklılığın, egzersiz grubunun EDSS skoru ile tedavi öncesindeki ataksi şiddetinin (ortalama toplam UAAOÖ skoru) gastrosoleus ve paraspinal vibrasyon grubuna göre daha yüksek (1,5 kat) olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Amiri ve ark.'nın yaptıkları çalışmada spinal stabilizasyon eğitiminin nöromusküler re-edükasyonu kolaylaştırdığı bu nedenle fonksiyonel düzeyi daha kötü hastalarda daha etkili olduğunu belirtmeleri de düşüncemizi destekler niteliktedir (168).

5.3. Lumbopelvik/Kor Endurans ile İlgili Bulguların Tartışılması

Kor, vücut hareketlerinin gerçekleştirilmesi sırasında üst ve alt ekstremiteler arasında torkların ve açısal momentumların transferini kolaylaştıran kinetik bir bağlantı olarak kabul edilmekte ve dengenin sağlanması için gerekli ana unsurlardan biri olarak gösterilmektedir (223). Lumbo-pelvik-kalça kompleksinin koordineli stabilizasyonunun sağlanabilmesi için de aktif bileşenlerin yani kasların yeterli kuvvet ve enduransa sahip olması gerektiği belirtilmektedir (224). MS hastalarında kor enduransın azaldığı, bu durumun statik pozisyonlar ve hareket sırasında vücut

segmentlerinin inkoordinasyonuna neden olarak denge kaybına yol açtığı bildirilmiştir (225-228). Minimal etkilenime sahip EDSS skoru 1 olan hastalarda bile sağlıklı bireylere göre kor enduransın azaldığı gösterilmiştir (227). Bu nedenlerle, MS hastalarında kor enduransın rutin değerlendirmeler arasında yer alması, postüral kontrolün arttırılmasını hedefleyen rehabilitasyon programlarının oluşturulması ve hastanın takibi açısından oldukça önemlidir.

Amiri ve ark. özellikle EDSS skoru 3,5 ile 5,5 arasında olan MS hastalarında spinal stabilizasyon eğitiminin Sorensen, gövde fleksörleri, plank ve lateral köprü testleri ile değerlendirdikleri kor enduransı arttırdığını göstermiştir (168). Güngör ve ark. MS hastalarında fizyoterapist eşliğinde yapılan pilates temelli spinal stabilizasyon eğitiminin aynı testlerle değerlendirdikleri kor enduransı arttırdığını bildirmiştir (229). Çalışmamızda da benzer şekilde spinal stabilizasyon eğitiminin plank, sağ-sol lateral köprü ve Sorensen endurans testi skorlarını arttırarak kor enduransı geliştirdiği görüldü.

Bilgimiz dâhilinde literatürde ataksik MS hastalarında LV'nin kor endurans üzerine etkilerini inceleyen bir çalışma bulunmamaktadır. Abbasi ve ark., MS hastalarında tüm vücut vibrasyon uygulamasının kor endurans üzerindeki etkisini Sorensen, gövde fleksörleri ve lateral köprü testleri ile incelemişlerdir. Araştırmalarının sonucunda 6 hafta boyunca haftada 3 gün uyguladıkları tüm vücut vibrasyonun (20 Hz, 2 mm) kor enduransı geliştirdiği bildirilmiştir (230). Benzer şekilde çalışmamız sonucunda da paraspinal vibrasyon uygulamasının tüm endurans testlerinin, gastrosoleus vibrasyon uygulamasının ise Sorensen ve plank testlerinin skorlarını arttırarak kor enduransı geliştirdiği görüldü.

Grupların etkileri karşılaştırıldığında ise Sorensen ve gövde fleksörleri testlerinde vibrasyon uygulamalarının kor enduransı arttırmada egzersiz grubuna göre daha etkili olduğu görüldü. Bu durumun LV'nin TVR'yi aktive ederek nöromusküler eksitasyonu arttırmasından kaynaklandığını düşünüyoruz. Halihazırda spinal stabilizasyon eğitimi ile artan kor enduransın, vibrasyon uygulanan kasların nöromusküler performansının artmasıyla daha da geliştiği kanaatindeyiz. Kor enduransın postüral kontroldeki kinetik zincir rolü ve vibrasyon uygulamalarının kor endurans üzerindeki etkileri düşünüldüğünde her iki vibrasyon uygulamasının da

postüral kontrolü geliştirmek için etkili tamamlayıcı modaliteler olduğunu düşünmekteyiz.

5.4. Denge ile İlgili Bulguların Tartışılması

Performansa Dayalı Denge

Denge bozukluğu, ataksik MS hastalarında primer problem olarak karşımıza çıkan, düşmelere ve sekonder yaralanmalara neden olan önemli bir aktivite-katılım kısıtlılığı sebebidir (17, 231). Salcı ve ark. ile Ali ve ark. ataksik MS hastalarında spinal stabilizasyon eğitimi ile görev odaklı eğitimi kıyasladıkları çalışmalarında 6 hafta boyunca uygulanan her iki tedavinin de BDÖ skorlarını arttırarak performansa dayalı dengeyi geliştirdiğini ve tedavilerin birbirlerine üstünlüğü olmadığını bildirmişlerdir (6, 7). Tushar ve ark. yaptıkları çalışmada, MS hastalarında spinal stabilizasyon, ikili görev ve duyuşsal stratejilerin birlikte kullanıldığı rehabilitasyon programının BDÖ skorunu arttırdığını tespit etmişlerdir (207). Aynı şekilde Gheitasi ve ark.'nın yaptıkları çalışmada, 12 hafta boyunca haftada 3 gün uygulanan pilates eğitiminin MS hastalarında BDÖ skorunu arttırdığı bildirilmiştir (232). Çalışmamızda da benzer şekilde spinal stabilizasyon eğitiminin BDÖ skorlarını arttırarak performansa dayalı dengeyi geliştirdiği görüldü.

Literatürde MS hastalarında LV'nin denge üzerine etkilerini inceleyen az sayıda çalışma bulunmaktadır. Camerota ve ark. yaptıkları çalışmada, MS hastalarında lumbal paraspinal ve kuadriseps kaslarına 3 ardışık gün boyunca 100 Hz frekansta uyguladıkları LV'nin BDÖ skorlarını arttırdığını bildirmişlerdir (12). Spina ve ark. yaptıkları çalışmada ise MS hastaları vibrasyon ve sham olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Vibrasyon grubundaki piramidal sistem tutulumu olmayan denge problemi yaşayan MS hastalarına 3 hafta boyunca, haftada 5 gün, günde 1 saat 7. servikal vertebra ve triseps surae tendonu üzerine bilateral olarak uygulama yapılmıştır. Araştırmanın sonucunda LV'nin BDÖ skorlarını arttırarak dengeyi iyileştirdiği bulunmuştur (11). Benzer şekilde çalışmamızda da gastrosoleus ve paraspinal vibrasyon uygulamalarının BDÖ skorlarını arttırarak performansa dayalı dengeyi geliştirdiği görüldü.

Çalışmamızın sonuçlarına bakıldığında tüm tedavi gruplarında BDÖ skorlarında anlamlı artışlar olduğu görüldü. Gervasoni ve ark.'nın yapmış olduğu

çalışmada, MS hastalarında BDÖ'nin minimal klinik anlamlılığının yatan hastalar için 3 puan ayakta tedavi gören hastalar için 2 puan olduğu belirtilmiştir (180). Çalışmamızda tüm gruplarda BDÖ skorlarında en az 3 puanlık artış sağlanarak klinik anlamlılık değeri yakalanmıştır. Grupların etkileri karşılaştırıldığında ise BDÖ skorunu arttırmada egzersiz grubunun daha etkili olduğu görüldü. Bu farklılığın egzersiz grubunun EDSS skoru ile tedavi öncesindeki BDÖ skorunun vibrasyon gruplarına göre daha kötü olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Çalışmamızda egzersiz grubunun EDSS skoru ortalama 4,3 iken vibrasyon gruplarının skorunun ortalama 3,5 olduğu, vibrasyon gruplarının başlangıç BDÖ puanları ortalama 50 puan iken egzersiz grubunun ortalama 41 puan olduğu ve tedavi sonrasında egzersiz grubunun yaklaşık 8 puan arttırarak vibrasyon gruplarının başlangıç değerine gelebildiği görülmektedir. Literatürde EDSS skoru 3,5-6 arasında olan hastaların rehabilitasyon programlarından mobilite ve denge açısından daha fazla fayda görebileceklerinin belirtilmesi de düşüncemizi destekler niteliktedir (233).

Stabilite Limitleri ve Postüral Salınımlar

Biyomekanik yeterliliğin önemli bir bileşeni olan SL, gravite merkezini destek yüzeyi içerisinde hareket ettirebilme becerisi olarak tanımlanmaktadır. Dinamik denge göstergesi olan SL'nin MS hastalarında her yönde azaldığı ve düşme için önemli bir prediktif olduğu bildirilmiştir (141, 234-237). EDSS skoru 0 ve 1 (herhangi bir semptomu olmayan) olan hastalarda bile sağlıklılara kıyasla SL'nin daha düşük, postüral salınımların ise daha fazla olduğu belirtilmiştir (238). Salcı ve ark.'nın MS hastalarında yaptıkları çalışmada; spinal stabilizasyon eğitiminin SLT'nin reaksiyon zamanı, hız, son nokta ekskürsiyonu, maksimum ekskürsiyon ve yön kontrolü parametrelerini geliştirdiği gösterilmiştir. Aynı araştırmada bu testin klinik versiyonu olan Fonksiyonel Uzanma Testi'nde de gelişme olduğu gösterilmiştir (6). Elshafey ve ark. serebellar ataksili serebral palsi hastalarında uyguladıkları spinal stabilizasyon eğitiminin SL total yüzde skorunu geliştirdiğini bildirmiştir (220). Çalışmamızda da benzer şekilde spinal stabilizasyon eğitiminin hareket hızı, yön kontrolü, son nokta ekskürsiyon ve maksimum ekskürsiyon parametrelerini geliştirdiği görüldü.

MS hastalarında LV'nin SL üzerine etkilerini inceleyen çok az sayıda çalışma bulunmaktadır. Ayvat ve ark.'nın yaptıkları çalışmada MS hastaları 3 gruba

ayrılmıştır. Kontrol grubuna sadece egzersiz, çalışma gruplarından birincisine egzersize ek olarak spastik gastroknemius kasına 50 Hz frekansta, ikinci çalışma grubuna ise egzersize ek olarak spastik gastroknemius kasına 100 Hz frekansta 8 hafta boyunca haftada 3 gün LV uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda her iki frekanstaki LV'nin de SL'yi arttırdığı, medio-lateral SL'yi 50 Hz frekansın daha iyi geliştirdiği bulunmuştur (173). Özvar ve ark.'nın MS hastalarının da içinde bulunduğu erişkin ataksi hastalarında yaptıkları çalışmada, 80 Hz-1 mm parametrelerindeki gastrosoleus kas kompleksine uygulanan tek seans LV'nin SL'yi akut olarak geliştirdiği gösterilmiştir (174). Önal ve ark. inme hastalarında egzersize ek olarak plantar bölgeye uygulanan 80 Hz'lik LV'nin Fonksiyonel Uzanma Testi skorlarını arttırarak SL'yi geliştirdiğini bildirmiştir (217). Çalışmamızda da benzer şekilde gastrosoleus vibrasyon uygulamasının reaksiyon zamanı, hareket hızı, son nokta ekskürsiyon ve maksimum ekskürsiyon parametrelerini; paraspinal vibrasyon uygulamasının da son nokta ekskürsiyon ve maksimum ekskürsiyon parametrelerini geliştirdiği görüldü.

Çalışmamızın sonuçlarına bakıldığında tüm grupların SL'yi farklı yönlerden geliştirdiği görüldü. Grupların etkileri karşılaştırıldığında, anterior-sağ maksimum ekskürsiyonu geliştirmede gastrosoleus vibrasyon grubunun paraspinal vibrasyon grubuna göre daha etkili olduğu görüldü. Ayrıca kompozit skorlara da baktığımızda gruplar arasında bir fark olmasa da reaksiyon zamanında yalnızca gastrosoleus grubunda anlamlı bir iyileşme olduğu, bu grupta hareket hızı, son nokta ekskürsiyon ve maksimum ekskürsiyon parametrelerindeki artışın klinik olarak diğer gruplara göre daha fazla olduğu görülmektedir. SL, günlük yaşam aktivitelerinin başarılı bir şekilde yürütülmesi ve sürdürülebilmesi için ön koşul olarak kabul edilmektedir (239). SL azaldıkça, herhangi bir fiziksel aktivite esnasında dinamik dengeyi sağlamak ve korumak için kullanılan destek yüzeyi zayıflamakta ve düşme riski artmaktadır (240). MS hastalarının büyük çoğunluğunun (%60-80) dinamik dengenin sağlanması ve korunması gereken transfer aktiviteleri ve yürüyüş sırasında düştüğü dikkate alındığında (219), gastrosoleus kas kompleksine uygulanan LV'nin SL'yi geliştirmede efektif bir tamamlayıcı modalite olduğunu düşünüyoruz.

Postüral salınımlar, statik dengenin ve postüral stabilitenin önemli bir göstergesidir. MS hastalarında farklı duyuşal koşullarda antero-posterior ve medio-lateral yönlerde postüral salınımların arttığı postüral stabilitenin bozulduğu

bilinmektedir (241, 242). Dahası postüral stabilitenin MS hastalarında, herhangi bir engel oluşmadan ve semptomlar açığa çıkmadan daha önce bozulduğu, hastalık şiddeti arttıkça da kötüleştiği gösterilmiştir (238, 243, 244). Ali ve ark., ataksik MS hastalarında 6 hafta boyunca haftada 2 kez uygulanan spinal stabilizasyon eğitiminin her yöndeki postüral stabiliteyi geliştirdiğini tespit etmişlerdir (7). Güngör ve ark.'nın yaptıkları çalışmada, 8 hafta boyunca haftada 2 gün fizyoterapist eşliğinde yapılan pilates temelli spinal stabilizasyon eğitiminin tüm duyuşal koşullardaki postüral salınımı azalttığı ve postüral stabiliteyi geliştirdiği gösterilmiştir (229). Aynı şekilde Elshafey ve ark., serebellar ataksili serebral palsi hastalarında 8 hafta boyunca haftada 3 gün uygulanan spinal stabilizasyon eğitiminin postüral salınımları azalttığını bildirmişlerdir (220). Çalışmamızda da benzer şekilde spinal stabilizasyon eğitiminin postüral salınımları azalttığı görüldü.

Literatürde MS hastalarında LV'nin postüral salınımlar üzerindeki etkilerini inceleyen çok az sayıda çalışma bulunmaktadır. Spina ve ark. denge problemi baskın olan RRMS'li hastalarda yaptıkları çalışmada, 7. servikal vertebra ve triseps surae kaslarına uygulanan giyilebilir LV'nin postüral salınımı azalttığı ancak bu azalmanın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını belirtmişlerdir (11). Ayvat ve ark.'nın MS hastalarında yaptıkları çalışmada ise spastik gastroknemius kaslarına uygulanan 50 Hz ve 100 Hz'lik LV'nin tüm koşullarda postüral salınımı azalttığı ancak sadece gözler kapalı koşuldaki antero-posterior ve mediola-lateral salınımlardaki azalmanın istatistiksel olarak anlamlı olduğu ve grupların birbirine üstünlüğü olmadığı bildirilmiştir (173). Literatürle benzer şekilde çalışmamızda da gastroleus ve paraspinal vibrasyon uygulamalarının postüral salınımları azalttığı ancak sadece yumuşak zeminde gözler açık koşuldaki salınımların azalmasının istatistiksel olarak anlamlı olduğu görüldü. Özellikle yumuşak zemindeki iyileşmenin anlamlı olmasının proprioseptif ağırlıklandırma oranından ve mekanik vibrasyonun kas içiğini uyarak proprioepsiyonu arttırmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Grupların postüral salınımlar üzerindeki etkileri karşılaştırıldığında gruplar arasında bir fark olmadığı görüldü. Ancak klinik açıdan tedavi öncesi ve sonrası farklara bakıldığında, paraspinal vibrasyon grubundaki deltaların diğer gruplara göre daha fazla olduğu görülmektedir. MS hastalarının postüral salınımlarının her yönde arttığı bilinmektedir. Sosnoff ve ark. piramidal bulguları baskın spastisitesi fazla olan

MS hastalarında medio-lateral yöndeki salınımların daha fazla olduğunu belirtirken (245), Gera ve ark. ataksik bulguları baskın MS hastalarında yaptıkları çalışmada orta şiddetli ataksisi olan hastalarda antero-posterior yöndeki salınım parametrelerinin tüm koşullarda daha fazla değiştiğini göstermiştir (246). Literatürde, sagittal denge kaybı olan kişilerde postüral kontrol stratejilerinin proprioseptif girdilere bağlı olduğu ve bu kişilerde paraspinal kaslardaki kas içiği aktivitesinin azaldığı belirtilmektedir (247-249). Ayrıca son çalışmalarda sagittal denge ve uygun spinopelvik dizilimin sağlıklılarda ve hastalarda enerji verimliliğine katkı sağladığı da gösterilmiştir (250, 251). Bu bilgiler dikkate alındığında yorgunluğun ön planda olduğu MS hastalarında spinal stabilizasyona ek olarak paraspinal kaslara uygulanan LV'nin postüral salınımları azaltmada efektif bir modalite olduğunu düşünmekteyiz.

5.5. Yürüyüş ile İlgili Bulguların Tartışılması

Yürüyüş problemleri; denge ve koordinasyon kaybı/bozukluğu, spastisite, kuvvet kaybı gibi semptomların birlikte görülmesi sonucunda MS hastalarının % 80'inden fazlasını etkilemektedir (252). Hastaların % 70'i günlük yaşamlarında yürüyüş bozukluğunun MS'in en zorlayıcı yönü olduğunu bildirmektedir (101). Yürüyüşün hastaların sağlık algılarında oluşturduğu yer düşünüldüğünde, bu problemlerin iyileştirilmesi günlük yaşam aktivitelerindeki bağımsızlığı sağlamakta önemlidir. Arntzen ve ark. MS hastalarında grup eğitimi şeklinde uyguladıkları spinal stabilizasyon eğitiminin yürüyüş üzerindeki etkilerini 2 dk yürüme testi, 10 m yürüme testi, 12 Maddeli MS Yürüme Ölçeği ve Rivermead Görsel Yürüme Değerlendirme Ölçeği ile değerlendirmişlerdir. Altı hafta boyunca haftada 3 kez uyguladıkları spinal stabilizasyon eğitiminin tüm değerlendirme parametrelerini iyileştirdiğini ve bu etkinin 24 hafta sürdüğünü tespit etmişlerdir (167). Salcı ve ark. ataksik MS hastalarında spinal stabilizasyon eğitiminin 2 dk yürüme testi ile değerlendirdikleri yürüyüş performansını geliştirdiğini bildirmişlerdir (6). Tushar ve ark. MS hastalarında yaptıkları çalışmada; spinal stabilizasyon, ikili görev ve duyuşal stratejilerin birlikte kullanıldığı rehabilitasyon programının yürüyüş üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda, multimodal rehabilitasyon programının Dinamik Yürüme İndeksi ile değerlendirdikleri yürüyüşü geliştirdiğini tespit etmişlerdir (207). Kalron ve ark. MS hastalarında uyguladıkları 12 haftalık pilates

eğitiminin yürüyüş hızını, adım uzunluğunu ve tek destek periyodu arttırdığını çift destek periyodunu ise azalttığını bildirmişlerdir (253). Mevcut çalışmalarda yürüyüşe yönelik uygulanan spinal stabilizasyon eğitiminin etkileri çoğunlukla ölçekler ve klinik testler kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışmamızda yürüyüşün bir yürüyüş analizi sistemi kullanılarak zaman-mesafe karakteristikleri gibi objektif verilerle değerlendirilmesinin, uygulanan tedavilerin etkinliğini göstermesi açısından anlamlı sonuçlar sağladığı düşünülmektedir. Literatürle benzer şekilde çalışmamızda spinal stabilizasyon eğitiminin, yürüyüş hızını ve duruş fazını arttırdığı görüldü.

MS hastalarında LV'nin yürüyüş üzerine etkilerini inceleyen çalışmaların sayısı diğer parametrelere göre nispeten daha fazladır. Camerota ve ark. SPMS hastalarında yaptıkları çalışmada; 3 ardışık gün boyunca lumbal paraspinal ve kuadriseps kaslarına 1 saat uyguladıkları tekrarlı LV'nin yürüyüş hızını, kadansı, adım uzunluğunu ve çift adım uzunluğunu arttırdığı, yürüyüş asimetrisini ise azalttığını tespit etmişlerdir (12). Spina ve ark. RRMS'li hastalarda 7. servikal vertebra ve triseps surae kaslarına uyguladıkları giyilebilir LV'nin çift adım uzunluğunu ve çift destek periyodunu geliştirdiğini bildirmişlerdir (11). Ayvat ve ark.'nın farklı frekanslardaki LV'nin etkilerini inceledikleri çalışmada, spastik gastroknemiusa uygulanan 50 Hz'lik LV'nin yürüyüş hızı, adım uzunluğu, destek yüzeyi genişliği, tek destek periyodu ve çift destek periyodu parametrelerini geliştirdiğini tespit etmişlerdir (173). Hardin ve ark.'nın EDSS skoru 6'nın üzerinde olan 3 hastada döngüsel LV'nin yürüyüş üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, 6 hafta boyunca haftada 2 kez rektus femoris, tensor fascia latae, biceps femoris ve tibialis anteriora bilateral olarak 2 saat uygulanan LV'nin yürüyüş hızını ve adım uzunluğunu geliştirdiği gösterilmiştir (254). Leonardi ve ark. hereditär serebellar ataksi hastalarında yaptıkları çalışmada; 3 hafta boyunca, haftada 5 gün, günde 3 saat 7. servikal vertebra ve soleus kaslarına uygulanan giyilebilir LV'nin yürüyüşün zaman-mesafe karakteristiklerini geliştirdiğini bildirmiştir (214). Çalışmamızda; spinal stabilizasyon eğitimine ek olarak gastrosoleus kompleksine uygulanan LV; adım uzunluğu (sağ ve sol), çift adım uzunluğu ve yürüyüş değişkenliği (adım uzunluğu ve duruş fazı CV) parametrelerinde iyileşme sağlarken paraspinal kaslara uygulanan LV'nin adım uzunluğu (sağ) ve adım uzunluğu değişkenliği (adım uzunluğu CV) parametrelerinde iyileşme sağladığı görüldü.

Gruplar arasında elde edilen iyileşme parametrelerindeki farklılığın propriosepsiyondaki artış ile ilişkili olabileceği kanaatindeyiz. Ataksik hastalarda geniş destek yüzeyinde düzensiz bir yürüyüşün olduğu, yürüyüş değişkenliğinin arttığı ve bu durumun propriosepsiyon eksikliğinden kaynaklanabildiği belirtilmektedir (255). Çalışmamızda propriosepsiyonu değerlendirmemiş olmamıza rağmen vibrasyon gruplarında görülen yürüyüş değişkenliğindeki iyileşme farklılığı, bu durumun propriosepsiyon kaynaklı olabileceğini bize düşündürmüştür. Ayrıca ataksik hastalarda yürüyüş değişkenliğinin en önemli düşme prediktiflerinden biri olduğu, tekrarlı düşen hastalarda zaman-mesafe karakteristiklerinin değişkenliğinin önemli ölçüde arttığı gösterilmiştir (256-258). Bu nedenle çalışmamızda; adım uzunluğu ve duruş fazı değişkenliğindeki iyileşmenin sadece LV yapılan gruplarda açığa çıkması, LV'nin yürüyüş değişkenliğini azaltarak postüral kontrolü artırması ve düşme riskini azaltması açısından önemli olduğunu göstermiştir.

Çalışmamızdaki tüm gruplarda yürüyüşün zaman-mesafe karakteristiklerinde gelişmeler görüldü ancak literatürden farklı olarak her parametrede bu gelişme istatistiksel anlamlılık düzeyine yansımadi. Bu durumun farklı analiz sistemlerinin kullanılmasından kaynaklandığını düşünüyoruz. Çalışmalarda sıklıkla GAITRite, BTS G-Walk ve optokinetik analiz sistemleri kullanılmış olup bu sistemler hastaların klinik ya da laboratuvar zeminindeki (düz ve sabit bir zeminde) yürüyüşlerini değerlendirmektedir. Çalışmamızda kullandığımız OptoGait analiz sistemi ise hastaların hareketi ile oluşan iletişim kesintilerini algılayan, yürüyüş bandına entegre bir fotoelektrik hücre sistemidir. Üç tedavi grubumuzda da hastalar yürüyüş değerlendirmesi sırasında yürüyüş bandının yanlarında bulunan barlardan tutunarak yürümüşlerdir. Literatürde yürüyüş sırasındaki resiprokal kol salınımlarının; stabiliteyi arttırdığı, enerji tüketimini azalttığı ve eklemlerin üzerine binen torkları minimize ederek alt ekstremitte hareketlerini optimize ettiği belirtilmektedir (259-262). Kol salınımı kısıtlandığında ise adım uzunluğunun, çift adım uzunluğunun, yürüyüş hızının ve kadansın azaldığı bildirilmiştir (263-265). Çalışmamızda da resiprokal kol salınımları kısıtlandığı için her parametredeki değişimin efektif olarak yansıtılamadığını düşünmekteyiz. Bu durumun ikinci sebebinin de OptoGait'in analiz algoritması olduğu kanaatindeyiz. Sistemin yürüyüş algoritması, bir ayağın diğer ayağın önüne yerleştirilmesi üzerinedir. Ancak hastalarımızın bir kısmında MS'in

doğası gereği kuvvet kaybı, eklem hareket açıklığının azalması ve spastisite gibi sebeplerden ötürü yürüyüş sırasında bir ayağın diğerinin önüne yerleştirilemediği görüldü. Adım uzunluğunun bu kadar kısalması da iletişim kesintilerini algılayarak çalışan bu sistem için normal olmadığından OptoGait iki adımı tek adım olarak görmüş ve analiz etmiştir. Bu nedenle OptoGait yazılım programı üzerinden hastaların yürüyüşleri sırasındaki ayak izleri ve süreleri incelenip uygun yürüyüş sekansları seçilerek analizler yapılmış olup bazı hastaların yürüyüş serileri (gastrosoleus vibrasyon grubunda 2 kişi, paraspinal vibrasyon grubunda 1 kişi, kontrol grubunda 1 kişi) kullanılamamıştır.

Çalışmamızın tüm sonuçlarını birlikte ele alarak dikkatlice analiz ettiğimizde, her iki LV uygulamasının da hemen hemen tüm parametrelerde gelişim sağladığı ancak gastrosoleus kas kompleksine uygulanan LV'nin daha çok dinamik denge ve yürüyüş parametrelerinde (GBÖ-dinamik denge ve total skor, BDÖ, UAAOÖ –postür ve yürüyüş, total skor, plank endurans testi, Sorensen testi, reaksiyon zamanı kompozit skoru, hareket hızı kompozit skoru, son nokta ekskürsionu kompozit skoru, maksimum ekskürsion kompozit skoru, sağ ve sol adım uzunluğu, çift adım uzunluğu, adım uzunluğu ve duruş fazı değişkenliği), paraspinal kaslara uygulanan LV'nin ise daha çok statik denge, koordinasyon ve endurans parametrelerinde (GBÖ-dinamik denge, koordinasyon ve total skor, BDÖ, UAAOÖ –postür ve yürüyüş, kinetik fonksiyonlar, total skor, tüm endurans testleri, son nokta ekskürsionu kompozit skoru, maksimum ekskürsion kompozit skoru, salınım hızı, sağ adım uzunluğu, adım uzunluğu değişkenliği) etkili olduğu görülmektedir. Bu sonuçların uygulama yapılan kasların yapısı ve fonksiyonelliği ile ilgili olduğunu düşünüyoruz. Yapılan çalışmalarda, yürüyüş veya ayakta dinamik dengenin sağlanması gereken herhangi bir aktivite sırasında ayak yerle temas halindeyken yer reaksiyon kuvveti ayak bileği ekleminin önünden geçtiği için öne doğru düşmeyi engelleyen primer etkenin gastrosoleus kas kompleksinin aktivasyonu olduğu ve ayakta duruş sırasında proprioseptif girdi oluşturan en önemli kaslardan birinin soleus olduğu belirtilmiştir (266-268). Araştırmacılar, servikal bölge kaslarının yüksek miktarda kas içiği içerdiğini (örneğin; rectus capitis posterior grama kas başına 98 iğ, sternokleidomastoideus 72,8 iğ içerir) ve bu bölgeden alınan proprioseptif girdilerin primer olarak duruş sırasında postüral-spasyal oryantasyonun sağlanması ve vücut

şemasının oluşturulmasında kullanıldığını belirtmişlerdir (269-271). Ayrıca lumbal paraspinal kasların yüksek oranda tip I lif içerdiği ve bu liflerin kesit alanının ekstremit ve diğer gövde kaslarına göre daha geniş olduğu, kasların tonik aktivasyon göstererek stabiliteye katkı sağladığı gösterilmiştir (272). Çalışmamızın sonucunda LV'nin uygulandığı kasta TVR'yi aktive edip literatürde yer alan gastrosoleus kas kompleksinin ve paraspinal kasların yapı-fonksiyonlarına uygun olarak nöromusküler performansı artırarak postüral kontrolü geliştirdiği bulunmuştur.

Nörolojik popülasyonda LV ile yapılan çalışmalar güvenlik açısından incelendiğinde uygulamalar sırasında veya sonrasında herhangi bir yan etki ya da olumsuz bir durum bildirilmemiştir (8, 208). MS hastalarında LV'nin güvenli bir şekilde uygulanabileceği belirtilmektedir (273). Benzer şekilde çalışmamızda da vibrasyon uyguladığımız iki grupta herhangi bir yan etki görülmemiştir ve bu konuda hastalardan olumsuz bir dönüt alınmamıştır.

Çalışmanın en önemli limitasyonu, tabakalı randomizasyonun yapılmamış olmasıdır. Grupların EDSS skorları açısından heterojenlik göstermesi nedeniyle tedavilerin etkinliğinin karşılaştırılması ve yorumlanmasının zor olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle gelecekteki çalışmalarda, EDSS skorları açısından homojen bir grubun/grupların oluşturulmasını öneriyoruz. Ek olarak paraspinal vibrasyon grubunda hem servikal hem de lumbal paraspinal kaslara uygulama yapılmıştır. Uygulamanın oluşturduğu etkilerin, hangi bölgeden kaynaklandığının bilinmemesi bir dezavantaj oluşturmaktadır. Bu bağlamda, sonraki LV çalışmalarında servikal ve lumbal bölgelerin ayrı gruplar halinde incelenmesinin daha net sonuçlar vereceğini düşünmekteyiz. Araştırma kapsamında yürüyüşü değerlendirmek için kullandığımız OptoGait analiz sisteminin yürüyüş bandına entegre olması ve kullandığı yürüyüş algoritmasının MS hastalarının yürüyüşünü değerlendirmek için yeterince hassas olmadığını düşünüyoruz. Yazılımından elde ettiğimiz yürüyüş sekanslarının analizini yapmak, yorumlamak karmaşık ve vakit alan bir süreçtir. Bu nedenle MS hastalarında yürüyüş bandına entegre OptoGait sistemini kullanacak olan araştırmacıların bu durumu dikkate alarak planlama yapmalarını öneriyoruz.

Bu çalışma, ataksik MS hastalarında gövde kontrolü, ataksi şiddeti, kor endurans, yürüyüş ve denge parametrelerinin geliştirilmesi amacıyla farklı bölgelere uygulanan LV'nin spinal stabilizasyon eğitimine katkısını çok boyutlu olarak

inceleyen kanıt düzeyi yüksek ilk tek kör-randomize kontrollü çalışmadır. Çalışmamızın sonuçları; ataksik MS hastalarında postüral kontrolü geliştirmek için spinal stabilizasyon egzersizlerinin etkili bir yaklaşım olduğunu ve rehabilitasyon sürecinin ilk aşamalarından itibaren tedavi programında yer alması gerektiğini göstermiştir. Ayrıca sonuçlarımız, egzersize ek olarak gastrosoleus kas kompleksine ve paraspinal kaslara uygulanan LV'nin postüral kontrolü geliştirdiği, postüral kontrolün farklı parametreleri üzerinde farklı etkilerinin olduğunu ve geliştirilmesi istenen parametreye göre iki bölgeden birinin seçilebileceğini göstermiştir. Bu bilgiler ışığında, primer problemi postüral kontrol yetersizliği olan ataksik MS hastalarında, spinal stabilizasyon eğitime ek olarak hastaya ve tedavi hedefine göre seçilen tedavi bölgesine uygulanan LV'nin, yan etki oluşturmada, rehabilitasyon programından elde edilen verimi arttırdığı, kolay uygulanması nedeniyle klinik kullanıma uygun olduğu ve gelecekte farklı nörolojik popülasyonlardaki etkilerinin incelenmeye değer olduğu sonucuna varılmıştır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ataksik MS hastalarında spinal stabilizasyon eğitimine ek olarak gastrosoleus kas kompleksine ve paraspinal kaslara uygulanan LV'nin postür al kontrol üzerine olan etkilerinin incelendiği çalışmamızın sonuçları şu şekildedir:

1. Spinal stabilizasyon eğitiminin ataksik MS hastalarında; gövde kontrolü, ataksi şiddeti, kor endurans, performansa dayalı denge, stabilite limitleri ve postür al salınımlar bakımından etkili sonuçlar oluşturduğu görölmektedir. Çalışmanın H1 hipotezi (*H1: Ataksik MS hastalarında spinal stabilizasyon egzersizlerinin postür al kontrol üzerinde etkisi vardır*) doğrulanmıştır. Bu durum spinal stabilizasyon eğitiminin postür al kontrolü geliştirmek için kullanılabileceğini göstermektedir.
2. Spinal stabilizasyon eğitimine ek olarak servikal ve lumbal paraspinal kaslara uygulanan LV'nin ataksik MS hastalarında; gövde kontrolü, ataksi şiddeti, kor endurans, performansa dayalı denge, stabilite limitleri ve postür al salınımlar bakımından etkili sonuçlar oluşturduğu görölmektedir. Çalışmanın H2 hipotezi (*H2: Ataksik MS hastalarında spinal stabilizasyon egzersizlerine ek olarak servikal ve lumbal paraspinal kaslara uygulanan lokal vibrasyonun postür al kontrol üzerinde etkisi vardır*) doğrulanmıştır. Bu durum spinal stabilizasyon eğitime ek olarak paraspinal kaslara uygulanan LV'nin postür al kontrolü geliştirmek için kullanılabileceğini göstermektedir.
3. Spinal stabilizasyon eğitimine ek olarak gastrosoleus kas kompleksine uygulanan LV'nin ataksik MS hastalarında; gövde kontrolü, ataksi şiddeti, kor endurans, performansa dayalı denge ve stabilite limitleri bakımından etkili sonuçlar oluşturduğu görölmektedir. Çalışmanın H3 hipotezi (*H3: Ataksik MS hastalarında spinal stabilizasyon egzersizlerine ek olarak gastrosoleus kompleksine uygulanan lokal vibrasyonun postür al kontrol üzerinde etkisi vardır*) doğrulanmıştır. Bu durum spinal stabilizasyon eğitime ek olarak gastrosoleus kas kompleksine uygulanan LV'nin postür al kontrolü geliştirmek için kullanılabileceğini göstermektedir.

4. Spinal stabilizasyon eğitiminin ataksik MS hastalarında, yürüyüş hızı ve duruş fazını geliştirdiği görülmektedir. Çalışmanın H4 hipotezi (*H4:Ataksik MS hastalarında spinal stabilizasyon egzersizlerinin yürüyüşün zaman-mesafe karakteristikleri üzerinde etkisi vardır*) doğrulanmıştır. Bu durum spinal stabilizasyon eğitiminin, ataksik MS hastalarında yürüyüş hızını ve duruş fazını arttırmak için etkili bir seçenek olabileceğini göstermektedir.
5. Spinal stabilizasyon eğitimine ek olarak servikal ve lumbal paraspinal kaslara uygulanan LV'nin ataksik MS hastalarında, adım uzunluğunu ve adım uzunluğu değişkenliğini geliştirdiği görülmektedir. Çalışmanın H5 hipotezi (*H5: Ataksik MS hastalarında spinal stabilizasyon egzersizlerine ek olarak servikal ve lumbal paraspinal kaslara uygulanan lokal vibrasyonun yürüyüşün zaman-mesafe karakteristikleri üzerinde etkisi vardır*) paraspinal LV'nin sadece mesafe karakteristikleri üzerindeki etkisi nedeniyle kısmen doğrulanmıştır. Paraspinal kaslara uygulanan LV'nin ataksik MS hastalarında adım uzunluğun ve adım uzunluğu simetrisini arttırmak için etkili bir seçenek olabileceğini göstermektedir.
6. Spinal stabilizasyon eğitimine ek olarak gastrosoleus kas kompleksine uygulanan LV'nin ataksik MS hastalarında; adım uzunluğunu, çift adım uzunluğunu, adım uzunluğu ve duruş fazı değişkenliğini geliştirdiği görülmektedir. Çalışmanın H6 hipotezi (*H6:Ataksik MS hastalarında spinal stabilizasyon egzersizlerine ek olarak gastrosoleus kompleksine uygulanan lokal vibrasyonun yürüyüşün zaman-mesafe karakteristikleri üzerinde etkisi vardır*) gastrosoleus kompleksine uygulanan LV'nin sadece mesafe karakteristikleri üzerindeki etkisi nedeniyle kısmen doğrulanmıştır. Yürüyüş değişkenliği üzerindeki bu etkileri nedeniyle gastrosoleus kompleksine uygulanan LV'nin yürüyüş stabilitesini ve simetrisini arttırmak için efektif bir modalite olabileceğini göstermektedir.
7. Gastrosoleus kas kompleksine ve paraspinal kaslara uygulanan LV'nin etkileri karşılaştırıldığında, ortaya çıkan sonuçlar iki LV'nin hastaya ve tedavi hedefine göre farklı amaçlarla kullanılabileceğini düşündürdü. Gastrosoleus kas kompleksine uygulanan LV'nin daha çok dinamik denge

ve yürüyüş parametrelerinde etkili olduğu, paraspinal kaslara uygulanan LV'nin ise daha çok statik denge, koordinasyon ve endurans parametrelerinde etkili olduğu görüldü. Bu sonuçlar düşünüldüğünde, postüral kontrolün tüm bileşenlerinin etkilendiği ataksik MS hastalarında, hangi parametre daha çok etkilendiyse o parametreye yönelik vibrasyon bölgesinin seçilmesi gerekmektedir. Ayrıca çalışmanın H7 hipotezi (*H7: Ataksik MS hastalarında spinal stabilizasyon egzersizlerine ek olarak paraspinal ve gastrosoleus kaslarına uygulanan lokal vibrasyonun postüral kontrol ve yürüyüşün zaman-mesafe karakteristikleri üzerine olan etkileri farklıdır*) de doğrulanmıştır.

8. LV'nin postüral kontrol ve yürüyüş üzerindeki olumlu etkileri, LV'nin efektif bir modalite olabileceğini göstermekle birlikte hangi bölgeye uygulanırsa uygulansın LV'nin mutlaka egzersiz programlarına ek, tamamlayıcı olarak uygulanması gerektiğini düşünüyoruz. Egzersiz programına ek olarak rehabilitasyon hedefine göre uygulanan LV'nin rehabilitasyondan elde edilen kazanımları arttıracığını düşünmekteyiz.
9. Gelecekte daha fazla sayıda hasta ile farklı bölgelere LV uygulamasının yapıldığı çalışmalardan elde edilecek sonuçlar, hem MS hem de postüral kontrol yetersizliği olan diğer nörolojik hastalıklarda LV'nin etkileri ve protokolleri hakkında fikir birliği oluşmasına katkı sağlayacaktır. Bu sayede MS rehabilitasyonu alanında çalışan akademisyen ve klinisyenlere tedavilerinde LV'yi daha etkin kullanabilmeleri için bir yol haritası çizilebilecektir.

7. KAYNAKLAR

1. Tobore TO. Towards a comprehensive etiopathogenetic and pathophysiological theory of multiple sclerosis. *International journal of neuroscience*. 2020;130(3):279-300.
2. L. Ford EG, MH Johnson, A. Tennant, H. Health status and quality of life of people with multiple sclerosis. *Disability and rehabilitation*. 2001;23(12):516-21.
3. Wilkins A. Cerebellar dysfunction in multiple sclerosis. *Frontiers in neurology*. 2017;8:312.
4. Armutlu K, Karabudak R, Nurlu G. Physiotherapy approaches in the treatment of ataxic multiple sclerosis: a pilot study. *Neurorehabilitation and neural repair*. 2001;15(3):203-11.
5. Liebson C. Spinal stabilization training: the transverse abdominus. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 1998;2(4):218-23.
6. Salcı Y, Fil A, Armutlu K, Yildiz FG, Kurne A, Aksoy S, et al. Effects of different exercise modalities on ataxia in multiple sclerosis patients: a randomized controlled study. *Disability and rehabilitation*. 2017;39(26):2626-32.
7. Ali AS, Darwish MH, Shalaby NM, Abbas RL, Soubhy HZ. Efficacy of core stability versus task oriented trainings on balance in ataxic persons with multiple sclerosis. A single blinded randomized controlled trial. *Multiple Sclerosis and Related Disorders*. 2021;50:102866.
8. Murillo N, Valls-Sole J, Vidal J, Opisso E, Medina J, Kumru H. Focal vibration in neurorehabilitation. *European journal of physical and rehabilitation medicine*. 2014;50(2):231-42.
9. Poenaru D, Cinteza D, Petrusca I, Liliana C, Dumitrascu D. Local application of vibration in motor rehabilitation—scientific and practical considerations. *Maedica*. 2016;11(3):227.
10. Paoloni M, Giovannelli M, Mangone M, Leonardi L, Tavernese E, Di Pangrazio E, et al. Does giving segmental muscle vibration alter the response to botulinum toxin injections in the treatment of spasticity in people with multiple sclerosis? A single-blind randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*. 2013;27(9):803-12.
11. Spina E, Carotenuto A, Aceto MG, Cerillo I, Silvestre F, Arace F, et al. The effects of mechanical focal vibration on walking impairment in multiple sclerosis patients: A randomized, double-blinded vs placebo study. *Restorative neurology and neuroscience*. 2016;34(5):869-76.
12. Camerota F, Celletti C, Di Sipio E, De Fino C, Simbolotti C, Germanotta M, et al. Focal muscle vibration, an effective rehabilitative approach in severe gait impairment due to multiple sclerosis. *Journal of the neurological sciences*. 2017;372:33-9.

13. Nashner LM. Fixed patterns of rapid postural responses among leg muscles during stance. *Experimental brain research*. 1977;30:13-24.
14. LM N, editor Sensory, neuromuscular, and biomechanical contributions to human balance. *Balance Proceedings of the APTA Forum*, 1990; 1990: APTA Publication.
15. Basmajian JV. *Muscles alive. Their functions revealed by electromyography*. 1985.
16. Sjöström H, Allum JH, Carpenter MG, Adkin AL, Honegger F, Ettlin T. Trunk sway measures of postural stability during clinical balance tests in patients with chronic whiplash injury symptoms. *Spine*. 2003;28(15):1725-34.
17. Fb H. Postural orientation and equilibrium. *Handbook of physiology*. 1996.
18. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and ageing*. 2006;35(suppl_2):ii7-ii11.
19. Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *New England journal of medicine*. 1988;319(26):1701-7.
20. McCollum G, Leen TK. Form and exploration of mechanical stability limits in erect stance. *Journal of Motor Behavior*. 1989;21(3):225-44.
21. Horak F, Kuo A. Postural adaptation for altered environments, tasks, and intentions. *Biomechanics and neural control of posture and movement*: Springer; 2000. p. 267-81.
22. McIlroy WE, Maki BE. Age-related changes in compensatory stepping in response to unpredictable perturbations. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 1996;51(6):M289-M96.
23. Peterka RJ. Sensorimotor integration in human postural control. *Journal of neurophysiology*. 2002;88(3):1097-118.
24. Karnath H-O, Ferber S, Dichgans J. The neural representation of postural control in humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2000;97(25):13931-6.
25. Karnath H-O, Fetter M, Niemeier M. Disentangling gravitational, environmental, and egocentric reference frames in spatial neglect. *Journal of Cognitive Neuroscience*. 1998;10(6):680-90.
26. Winter D, MacKinnon C, Ruder G, Wieman C. An integrated EMG/biomechanical model of upper body balance and posture during human gait. *Progress in brain research*. 1993;97:359-67.
27. Bauby CE, Kuo AD. Active control of lateral balance in human walking. *Journal of biomechanics*. 2000;33(11):1433-40.
28. Prince F, Corriveau H, Hébert R, Winter DA. Gait in the elderly. *Gait & posture*. 1997;5(2):128-35.

29. Teasdale N, Simoneau M. Attentional demands for postural control: the effects of aging and sensory reintegration. *Gait & posture*. 2001;14(3):203-10.
30. Demirci C, Kilinc M, Yildirim S. The effect of dual task on clinical balance performance in ataxia patients. *Turkish journal of physiotherapy rehabilitation-türk fizyoterapi ve rehabilitasyon dergisi*. 2016;27(1).
31. Lalonde R, Strazielle C. Brain regions and genes affecting postural control. *Progress in neurobiology*. 2007;81(1):45-60.
32. Llinás R, Welsh JP. On the cerebellum and motor learning. *Current opinion in neurobiology*. 1993;3(6):958-65.
33. Horak F, Nutt J, Nashner L. Postural inflexibility in parkinsonian subjects. *Journal of the neurological sciences*. 1992;111(1):46-58.
34. Massion J. Role of the motor cortex in the postural adjustment associated with movements. Igaku-Shoin Tokyo; 1979. p. 239-60.
35. Lawrence DG, Kuypers HG. The functional organization of the motor system in the monkey: II. The effects of lesions of the descending brain-stem pathways. *Brain*. 1968;91(1):15-36.
36. Taner D, Atasever A, Durgun B. Fonksiyonel nöroanatomi: ODTÜ Geliştirme Vakfı; 2008.
37. Grimaldi G, Manto M. Topography of cerebellar deficits in humans. *The Cerebellum*. 2012;11(2):336-51.
38. Tanburoğlu A, Karataş M. Ataxias: pathogenesis, types, causes and treatment. *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Tıp Dergisi*. 2017;4(2):32-9.
39. Marsden JF. Cerebellar ataxia. *Handbook of clinical neurology*. 2018;159:261-81.
40. Ghez C, Thach W. Principles of neuroscience. Elsevier New York, NY; 2000.
41. Borello-France DF, Gallagher JD, Redfern M, Furman JM, Carvell GE. Voluntary movement strategies of individuals with unilateral peripheral vestibular hypofunction. *Journal of Vestibular Research*. 1999;9(4):265-75.
42. Karatas M. Central vertigo and dizziness: epidemiology, differential diagnosis, and common causes. *The neurologist*. 2008;14(6):355-64.
43. Tekgöl Uzuner G, Keleş Ö, Uzuner N. Nadir Bir Sendrom: Balint Sendromu. 2016.
44. Walton C, King R, Rechtman L, Kaye W, Leray E, Marrie RA, et al. Rising prevalence of multiple sclerosis worldwide: Insights from the Atlas of MS. *Multiple Sclerosis Journal*. 2020;26(14):1816-21.
45. Català-Senent JF, Andreu Z, Hidalgo MR, Soler-Sáez I, Roig FJ, Yanguas-Casás N, et al. A deep transcriptome meta-analysis reveals sex differences in multiple sclerosis. *Neurobiology of Disease*. 2023;181:106113.
46. Fujinami RS, von Herrath MG, Christen U, Whitton JL. Molecular mimicry, bystander activation, or viral persistence: infections and autoimmune disease. *Clinical microbiology reviews*. 2006;19(1):80-94.

47. Nourbakhsh B, Mowry EM. Multiple sclerosis risk factors and pathogenesis. *Continuum: Lifelong Learning in Neurology*. 2019;25(3):596-610.
48. Ghasemi N, Razavi S, Nikzad E. Multiple sclerosis: pathogenesis, symptoms, diagnoses and cell-based therapy. *Cell Journal (Yakhteh)*. 2017;19(1):1.
49. Gregory SG, Schmidt S, Seth P, Oksenberg JR, Hart J, Prokop A, et al. Interleukin 7 receptor α chain (IL7R) shows allelic and functional association with multiple sclerosis. *Nature genetics*. 2007;39(9):1083-91.
50. Compston A, Winedl H, Kieseier B. Coles. Multiple sclerosis *Lancet*. 2008;372:1502-17.
51. Frohman EM, Racke MK, Raine CS. Multiple sclerosis—the plaque and its pathogenesis. *New England Journal of Medicine*. 2006;354(9):942-55.
52. Kurne A, Karabudak R, Aydın ÖF. Multipl skleroz patogenezinde basamaklar-I: Nöroinflamasyondan nörodejenerasyona. 2006.
53. Lassmann H. Pathology and disease mechanisms in different stages of multiple sclerosis. *Journal of the neurological sciences*. 2013;333(1-2):1-4.
54. Ward M, Goldman MD. Epidemiology and pathophysiology of multiple sclerosis. *Continuum: Lifelong Learning in Neurology*. 2022;28(4):988-1005.
55. Lucchinetti C, Brück W, Parisi J, Scheithauer B, Rodriguez M, Lassmann H. Heterogeneity of multiple sclerosis lesions: implications for the pathogenesis of demyelination. *Annals of Neurology: Official Journal of the American Neurological Association and the Child Neurology Society*. 2000;47(6):707-17.
56. Prineas JW, Kwon EE, Cho ES, Sharer LR, Barnett MH, Oleszak EL, et al. Immunopathology of secondary-progressive multiple sclerosis. *Annals of Neurology: Official Journal of the American Neurological Association and the Child Neurology Society*. 2001;50(5):646-57.
57. Frischer JM, Bramow S, Dal-Bianco A, Lucchinetti CF, Rauschka H, Schmidbauer M, et al. The relation between inflammation and neurodegeneration in multiple sclerosis brains. *Brain*. 2009;132(5):1175-89.
58. Tallantyre E, Bø L, Al-Rawashdeh O, Owens T, Polman C, Lowe J, et al. Greater loss of axons in primary progressive multiple sclerosis plaques compared to secondary progressive disease. *Brain*. 2009;132(5):1190-9.
59. Okuda D, Mowry E, Beheshtian A, Waubant E, Baranzini S, Goodin D, et al. Incidental MRI anomalies suggestive of multiple sclerosis: the radiologically isolated syndrome. *Neurology*. 2009;72(9):800-5.
60. Lublin FD. New multiple sclerosis phenotypic classification. *European neurology*. 2014;72(Suppl. 1):1-5.
61. Okuda DT, Siva A, Kantarci O, Inglese M, Katz I, Tutuncu M, et al. Radiologically isolated syndrome: 5-year risk for an initial clinical event. *PloS one*. 2014;9(3):e90509.
62. Miller DH, Chard DT, Ciccarelli O. Clinically isolated syndromes. *The Lancet Neurology*. 2012;11(2):157-69.

63. Fisniku L, Brex P, Altmann D, Miszkiel K, Benton C, Lanyon R, et al. Disability and T2 MRI lesions: a 20-year follow-up of patients with relapse onset of multiple sclerosis. *Brain*. 2008;131(3):808-17.
64. Tintoré M, Rovira A, Rio J, Tur C, Pelayo R, Nos C, et al. Do oligoclonal bands add information to MRI in first attacks of multiple sclerosis? *Neurology*. 2008;70(13 Part 2):1079-83.
65. Dobson R, Ramagopalan S, Davis A, Giovannoni G. Cerebrospinal fluid oligoclonal bands in multiple sclerosis and clinically isolated syndromes: a meta-analysis of prevalence, prognosis and effect of latitude. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*. 2013;84(8):909-14.
66. Kuhle J, Disanto G, Dobson R, Adiutori R, Bianchi L, Topping J, et al. Conversion from clinically isolated syndrome to multiple sclerosis: a large multicentre study. *Multiple Sclerosis Journal*. 2015;21(8):1013-24.
67. Mathey G, Pisché G, Soudant M, Pittion-Vouyovitch S, Guillemin F, Debouverie M, et al. Long-term analysis of patients with benign multiple sclerosis: new insights about the disability course. *Journal of Neurology*. 2021:1-9.
68. Ramsaransing G, De Keyser J. Benign course in multiple sclerosis: a review. *Acta Neurologica Scandinavica*. 2006;113(6):359-69.
69. Leray E, Coustans M, Le Page E, Yaouanq J, Oger J, Edan G. 'Clinically definite benign multiple sclerosis', an unwarranted conceptual hodgepodge: evidence from a 30-year observational study. *Multiple Sclerosis Journal*. 2013;19(4):458-65.
70. Ellenberger D, Flachenecker P, Haas J, Hellwig K, Paul F, Stahmann A, et al. Is benign MS really benign? What a meaningful classification beyond the EDSS must take into consideration. *Multiple Sclerosis and Related Disorders*. 2020;46:102485.
71. Klineova S, Lublin FD. Clinical course of multiple sclerosis. *Cold Spring Harbor perspectives in medicine*. 2018;8(9):a028928.
72. Katz Sand I, Krieger S, Farrell C, Miller AE. Diagnostic uncertainty during the transition to secondary progressive multiple sclerosis. *Multiple sclerosis journal*. 2014;20(12):1654-7.
73. Rovaris M, Confavreux C, Furlan R, Kappos L, Comi G, Filippi M. Secondary progressive multiple sclerosis: current knowledge and future challenges. *The Lancet Neurology*. 2006;5(4):343-54.
74. Sand IBK, Lublin FD. Diagnosis and differential diagnosis of multiple sclerosis. *Continuum: Lifelong Learning in Neurology*. 2013;19(4):922-43.
75. Koch M, Kingwell E, Rieckmann P, Tremlett H. The natural history of primary progressive multiple sclerosis. *Neurology*. 2009;73(23):1996-2002.
76. Cañellas AR, Gols AR, Izquierdo JR, Subirana MT, Gairin XM. Idiopathic inflammatory-demyelinating diseases of the central nervous system. *Neuroradiology*. 2007;49:393-409.

77. Taláb R, Kundra Z. Marburg Variant Multiple Sclerosis. *Neuroendocrinology Letters*. 2011;32(4).
78. Schwid SR, Thornton CA, Pandya S, Manzur KL, Sanjak M, Petrie MD, et al. Quantitative assessment of motor fatigue and strength in MS. *Neurology*. 1999;53(4):743-.
79. Thoumie P, Mevellec E. Relation between walking speed and muscle strength is affected by somatosensory loss in multiple sclerosis. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*. 2002;73(3):313-5.
80. Van der Kamp W, de Noordhout AM, Thompson P, Rothwell J, Day B, Marsden C. Correlation of phasic muscle strength and corticomotoneuron conduction time in multiple sclerosis. *Annals of Neurology: Official Journal of the American Neurological Association and the Child Neurology Society*. 1991;29(1):6-12.
81. de Haan A, de Ruiter CJ, van der Woude LH, Jongen PJ. Contractile properties and fatigue of quadriceps muscles in multiple sclerosis. *Muscle & nerve*. 2000;23(10):1534-41.
82. Ng A, Miller R, Gelinas D, Kent-Braun J. Functional relationships of central and peripheral muscle alterations in multiple sclerosis. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*. 2004;29(6):843-52.
83. Carroll CC, Gallagher PM, Seidle ME, Trappe SW. Skeletal muscle characteristics of people with multiple sclerosis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2005;86(2):224-9.
84. Garner DJ, Widrick JJ. Cross-bridge mechanisms of muscle weakness in multiple sclerosis. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*. 2003;27(4):456-64.
85. Wens I, Dalgas U, Vandenabeele F, Krekels M, Grevendonk L, Eijnde BO. Multiple sclerosis affects skeletal muscle characteristics. *PloS one*. 2014;9(9):e108158.
86. Kent-Braun J, Ng A, Castro M, Weiner M, Gelinas D, Dudley G, et al. Strength, skeletal muscle composition, and enzyme activity in multiple sclerosis. *Journal of Applied Physiology*. 1997;83(6):1998-2004.
87. Kirmaci ZİK, Firat T, Özkur HA, Neyal AM, Neyal A, Ergun N. Muscle architecture and its relationship with lower extremity muscle strength in multiple sclerosis. *Acta Neurologica Belgica*. 2022;122(6):1521-8.
88. Sanders E, Arts R. Paraesthesiae in multiple sclerosis. *Journal of the neurological sciences*. 1986;74(2-3):297-305.
89. Freiha J, Riachi N, Chalah MA, Zoghaib R, Ayache SS, Ahdab R. Paroxysmal symptoms in multiple sclerosis—A review of the literature. *Journal of Clinical Medicine*. 2020;9(10):3100.
90. Al-Araji AH, Oger J. Reappraisal of Lhermitte's sign in multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis Journal*. 2005;11(4):398-402.

91. Solaro C, Brichetto G, Amato M, Cocco E, Colombo B, D'aleo G, et al. The prevalence of pain in multiple sclerosis: a multicenter cross-sectional study. *Neurology*. 2004;63(5):919-21.
92. O'Connor AB, Schwid SR, Herrmann DN, Markman JD, Dworkin RH. Pain associated with multiple sclerosis: systematic review and proposed classification. *PAIN®*. 2008;137(1):96-111.
93. Moulin DE, Foley KM, Ebers GC. Pain syndromes in multiple sclerosis. *Neurology*. 1988;38(12):1830-.
94. Fernández Ó, Costa-Frossard L, Martínez-Ginés M, Montero P, Prieto JM, Ramió L. The broad concept of “spasticity-plus syndrome” in multiple sclerosis: a possible new concept in the management of multiple sclerosis symptoms. *Frontiers in Neurology*. 2020;11:152.
95. Rizzo M, Hadjimichael O, Preiningerova J, Vollmer T. Prevalence and treatment of spasticity reported by multiple sclerosis patients. *Multiple Sclerosis Journal*. 2004;10(5):589-95.
96. Barnes M, Kent R, Semlyen J, McMullen K. Spasticity in multiple sclerosis. *Neurorehabilitation and neural repair*. 2003;17(1):66-70.
97. Zwibel HL. Contribution of impaired mobility and general symptoms to the burden of multiple sclerosis. *Advances in therapy*. 2009;26:1043-57.
98. Sosnoff JJ, Gappmaier E, Frame A, Motl RW. Influence of spasticity on mobility and balance in persons with multiple sclerosis. *Journal of Neurologic Physical Therapy*. 2011;35(3):129-32.
99. Oreja-Guevara C, González-Segura D, Vila C. Spasticity in multiple sclerosis: results of a patient survey. *International Journal of Neuroscience*. 2013;123(6):400-8.
100. Flachenecker P, Henze T, Zettl U. Spasticity in patients with multiple sclerosis—clinical characteristics, treatment and quality of life. *Acta Neurologica Scandinavica*. 2014;129(3):154-62.
101. LaRocca NG. Impact of walking impairment in multiple sclerosis: perspectives of patients and care partners. *The Patient: Patient-Centered Outcomes Research*. 2011;4:189-201.
102. Noseworthy JH, Lucchinetti C, Rodriguez M, Weinshenker BG. Medical progress. *Mult Scler N Engl J Med*. 2000;343:938-52.
103. Shakespeare D, Boggild M, Young CA. Anti-spasticity agents for multiple sclerosis. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2003;2003(4).
104. Martin CL, Phillips BA, Kilpatrick T, Butzkueven H, Tubridy N, McDonald E, et al. Gait and balance impairment in early multiple sclerosis in the absence of clinical disability. *Multiple Sclerosis Journal*. 2006;12(5):620-8.
105. Givon U, Zeilig G, Achiron A. Gait analysis in multiple sclerosis: characterization of temporal–spatial parameters using GAITRite functional ambulation system. *Gait & posture*. 2009;29(1):138-42.

106. Sosnoff JJ, Sandroff BM, Motl RW. Quantifying gait abnormalities in persons with multiple sclerosis with minimal disability. *Gait & posture*. 2012;36(1):154-6.
107. Flegel M, Knox K, Nickel D. Step-length variability in minimally disabled women with multiple sclerosis or clinically isolated syndrome. *International Journal of MS Care*. 2012;14(1):26-30.
108. Zadro I, Barun B, Habek M, Brinar VV. Isolated cranial nerve palsies in multiple sclerosis. *Clinical neurology and neurosurgery*. 2008;110(9):886-8.
109. Dhanapalaratnam R, Markoulli M, Krishnan AV. Disorders of vision in multiple sclerosis. *Clinical and Experimental Optometry*. 2022;105(1):3-12.
110. LJ B. Clinical practice. Optic neuritis. *N Engl J Med*. 2006;354:1273-80.
111. Kale N. Optic neuritis as an early sign of multiple sclerosis. *Eye and brain*. 2016:195-202.
112. Newland P, Starkweather A, Sorenson M. Central fatigue in multiple sclerosis: a review of the literature. *The journal of spinal cord medicine*. 2016;39(4):386-99.
113. Schwid SR, Covington M, Segal BM, Goodman AD. Fatigue in multiple sclerosis: current understanding and future directions. *Journal of Rehabilitation Research & Development*. 2002;39(2).
114. Morrow SA, Rosehart H, Johnson AM. Diagnosis and quantification of cognitive fatigue in multiple sclerosis. *Cognitive and Behavioral Neurology*. 2015;28(1):27-32.
115. Cantor F. Central and peripheral fatigue: exemplified by multiple sclerosis and myasthenia gravis. *PM&R*. 2010;2(5):399-405.
116. Vercellino M, Masera S, Lorenzatti M, Condello C, Merola A, Mattioda A, et al. Demyelination, inflammation, and neurodegeneration in multiple sclerosis deep gray matter. *Journal of Neuropathology & Experimental Neurology*. 2009;68(5):489-502.
117. Lucchinetti CF, Popescu BF, Bunyan RF, Moll NM, Roemer SF, Lassmann H, et al. Inflammatory cortical demyelination in early multiple sclerosis. *New England Journal of Medicine*. 2011;365(23):2188-97.
118. Davis SL, Wilson TE, White AT, Frohman EM. Thermoregulation in multiple sclerosis. *Journal of Applied Physiology*. 2010;109(5):1531-7.
119. Romberg A, Ikonen A, Ruutiainen J, Virtanen A, Hämäläinen P. The effects of heat stress on physical functioning in persons with multiple sclerosis. *Journal of the neurological sciences*. 2012;319(1-2):42-6.
120. Hämäläinen P, Ikonen A, Romberg A, Helenius H, Ruutiainen J. The effects of heat stress on cognition in persons with multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis Journal*. 2012;18(4):489-97.
121. Christogianni A, Bibb R, Davis SL, Jay O, Barnett M, Evangelou N, et al. Temperature sensitivity in multiple sclerosis: an overview of its impact on sensory and cognitive symptoms. *Temperature*. 2018;5(3):208-23.

122. Flensner G, Ek A-C, Söderhamn O, Landtblom A-M. Sensitivity to heat in MS patients: a factor strongly influencing symptomology-an explorative survey. *BMC neurology*. 2011;11:1-8.
123. Benedict RH, Amato MP, DeLuca J, Geurts JJ. Cognitive impairment in multiple sclerosis: clinical management, MRI, and therapeutic avenues. *The Lancet Neurology*. 2020;19(10):860-71.
124. Sicotte N, Kern K, Giesser B, Arshanapalli A, Schultz A, Montag M, et al. Regional hippocampal atrophy in multiple sclerosis. *Brain*. 2008;131(4):1134-41.
125. Benedict RH, Hulst HE, Bergsland N, Schoonheim MM, Dwyer MG, Weinstock-Guttman B, et al. Clinical significance of atrophy and white matter mean diffusivity within the thalamus of multiple sclerosis patients. *Multiple Sclerosis Journal*. 2013;19(11):1478-84.
126. Pandya R, Metz L, Patten SB. Predictive value of the CES-D in detecting depression among candidates for disease-modifying multiple sclerosis treatment. *Psychosomatics*. 2005;46(2):131-4.
127. Solaro C, Trabucco E, Signori A, Martinelli V, Radaelli M, Centonze D, et al. Depressive symptoms correlate with disability and disease course in multiple sclerosis patients: an Italian multi-center study using the Beck Depression Inventory. *PloS one*. 2016;11(9):e0160261.
128. Kallaur AP, Lopes J, Oliveira SR, Simão ANC, Reiche EMV, de Almeida ERD, et al. Immune-inflammatory and oxidative and nitrosative stress biomarkers of depression symptoms in subjects with multiple sclerosis: increased peripheral inflammation but less acute neuroinflammation. *Molecular neurobiology*. 2016;53:5191-202.
129. Solaro C, Gamberini G, Masuccio FG. Depression in multiple sclerosis: epidemiology, aetiology, diagnosis and treatment. *CNS drugs*. 2018;32(2):117-33.
130. DasGupta R, Fowler CJ. Bladder, bowel and sexual dysfunction in multiple sclerosis: management strategies. *Drugs*. 2003;63:153-66.
131. Lilius H, Valtonen EJ, Wikström J. Sexual problems in patients suffering from multiple sclerosis. *Journal of chronic diseases*. 1976;29(10):643-7.
132. Hemmett L, Holmes J, Barnes M, Russell N. What drives quality of life in multiple sclerosis? *Qjm*. 2004;97(10):671-6.
133. van Emmerik RE, Jones SL, Busa MA, Remelius JG, Averill JL. Enhancing postural stability and adaptability in multiple sclerosis. *Progress in Motor Control: Skill Learning, Performance, Health, and Injury*. 2014:251-76.
134. Peterson EW, Cho CC, Finlayson ML. Fear of falling and associated activity curtailment among middle aged and older adults with multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis Journal*. 2007;13(9):1168-75.
135. Corradini ML, Fioretti S, Leo T, Piperno R. Early recognition of postural disorders in multiple sclerosis through movement analysis: a modeling study. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*. 1997;44(11):1029-38.

136. Society NMS. Multiple sclerosis information sourcebook.2006.
137. Cameron MH, Lord S. Postural control in multiple sclerosis: implications for fall prevention. *Current neurology and neuroscience reports*. 2010;10:407-12.
138. Huisinga JM, Yentes JM, Filipi ML, Stergiou N. Postural control strategy during standing is altered in patients with multiple sclerosis. *Neuroscience letters*. 2012;524(2):124-8.
139. Frzovic D, Morris ME, Vowels L. Clinical tests of standing balance: performance of persons with multiple sclerosis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2000;81(2):215-21.
140. Karst GM, Venema DM, Roehrs TG, Tyler AE. Center of pressure measures during standing tasks in minimally impaired persons with multiple sclerosis. *Journal of Neurologic Physical Therapy*. 2005;29(4):170-80.
141. Özvar GB, Ayvat E, Kiliç M. Multipl sklerozlu bireylerde stabilite limitleri ve düşme riski arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Türk Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi*. 2022;33(3):165-71.
142. Remelius JG, Hamill J, Kent-Braun J, Van Emmerik RE. Gait initiation in multiple sclerosis. *Motor Control*. 2008;12(2):93-108.
143. Diener H, Dichgans J, Hülser P-J, Buettner U-W, Bacher M, Guschbauer B. The significance of delayed long-loop responses to ankle displacement for the diagnosis of multiple sclerosis. *Electroencephalography and clinical neurophysiology*. 1984;57(4):336-42.
144. Jackson RT, Epstein CM, William R. Abnormalities in posturography and estimations of visual vertical and horizontal in multiple sclerosis. *Otology & Neurotology*. 1995;16(1):88-93.
145. Cameron MH, Horak FB, Herndon RR, Bourdette D. Imbalance in multiple sclerosis: a result of slowed spinal somatosensory conduction. *Somatosensory & motor research*. 2008;25(2):113-22.
146. Lanzetta D, Cattaneo D, Pellegatta D, Cardini R. Trunk control in unstable sitting posture during functional activities in healthy subjects and patients with multiple sclerosis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2004;85(2):279-83.
147. Conrad A, Coenen M, Schmalz H, Kesselring J, Cieza A. Validation of the comprehensive ICF core set for multiple sclerosis from the perspective of physical therapists. *Physical Therapy*. 2012;92(6):799-820.
148. Horak FB. Clinical measurement of postural control in adults. *Physical therapy*. 1987;67(12):1881-5.
149. Horak FB. Clinical assessment of balance disorders. *Gait & posture*. 1997;6(1):76-84.
150. Mancini M, Horak FB. The relevance of clinical balance assessment tools to differentiate balance deficits. *European journal of physical and rehabilitation medicine*. 2010;46(2):239.

151. Norris CM. Back stability: integrating science and therapy: Human Kinetics; 2008.
152. Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part II. Neutral zone and instability hypothesis. *Clinical Spine Surgery*. 1992;5(4):390-7.
153. Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *Journal of spinal disorders*. 1992;5:383-.
154. Willardson JM. Core stability training: applications to sports conditioning programs. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2007;21(3):979-85.
155. Akuthota V, Nadler SF. Core strengthening. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2004;85:86-92.
156. Behm DG, Drinkwater EJ, Willardson JM, Cowley PM. The use of instability to train the core musculature. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*. 2010;35(1):91-108.
157. Colston MA. Core stability, part 1: Overview of the concept. *International Journal of Athletic Therapy and Training*. 2012;17(1):8-13.
158. Colston MA. Core stability, part 2: The core-extremity link. *International Journal of Athletic Therapy and Training*. 2012;17(2):10-5.
159. Huxel Bliven KC, Anderson BE. Core stability training for injury prevention. *Sports health*. 2013;5(6):514-22.
160. Akuthota V, Ferreiro A, Moore T, Fredericson M. Core stability exercise principles. *Current sports medicine reports*. 2008;7(1):39-44.
161. Pavin LN, Gonçalves C. Principles of core stability in the training and in the rehabilitation: review of literature. *J Health Sci Inst*. 2010;28(1):53-5.
162. Micheo W, Baerga L, Miranda G. Basic principles regarding strength, flexibility, and stability exercises. *Pm&r*. 2012;4(11):805-11.
163. Sharma K, Yadav A. Dynamic neuromuscular stabilization-a narrative. *International Journal of Health Sciences and Research*. 2020;10(9):221-31.
164. Hlaing SS, Puntumetakul R, Wanpen S, Saiklang P. Updates on core stabilization exercise and strengthening exercise: A review article. *Asia Pac J Sci Technol*. 2021;26(APST-26-04-12).
165. Freeman J, Fox E, Gear M, Hough A. Pilates based core stability training in ambulant individuals with multiple sclerosis: protocol for a multi-centre randomised controlled trial. *BMC neurology*. 2012;12:1-6.
166. Ketelhut NB, Kindred JH, Manago MM, Hebert JR, Rudroff T. Core muscle characteristics during walking of patients with multiple sclerosis. *Journal of Rehabilitation Research & Development*. 2015;52(6).
167. Arntzen EC, Straume B, Odeh F, Feys P, Normann B. Group-based, individualized, comprehensive core stability and balance intervention provides immediate and long-term improvements in walking in individuals with

- multiple sclerosis: A randomized controlled trial. *Physiotherapy Research International*. 2020;25(1):e1798.
168. Amiri B, Sahebozamani M, Sedighi B. The effects of 10-week core stability training on balance in women with multiple sclerosis according to Expanded Disability Status Scale: a single-blinded randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2019;55(2):199-208.
 169. Arik MI, Kiloatar H, Saracoglu I. Do Pilates exercises improve balance in patients with multiple sclerosis? A systematic review and meta-analysis. *Multiple Sclerosis and Related Disorders*. 2022;57:103410.
 170. Souron R, Besson T, Millet GY, Lapole T. Acute and chronic neuromuscular adaptations to local vibration training. *European journal of applied physiology*. 2017;117:1939-64.
 171. Filippi GM, Rodio A, Fattorini L, Faralli M, Ricci G, Pettorossi VE. Plastic changes induced by muscle focal vibration: A possible mechanism for long-term motor improvements. *Frontiers in Neuroscience*. 2023;17:1112232.
 172. Beste C, Dinse HR. Learning without training. *Current biology*. 2013;23(11):R489-R99.
 173. Ayvat F, Özçakar L, Ayvat E, Yıldırım SA, Kılınç M. Effects of low vs. high frequency local vibration on mild-moderate muscle spasticity: Ultrasonographical and functional evaluation in patients with multiple sclerosis. *Multiple sclerosis and related disorders*. 2021;51:102930.
 174. Özvar GB, Ayvat E, Kılınç M. Immediate effects of local vibration and whole-body vibration on postural control in patients with ataxia: an assessor-blind, cross-over randomized trial. *The Cerebellum*. 2021;20(1):83-91.
 175. Kurtzke JF. Rating neurologic impairment in multiple sclerosis: an expanded disability status scale (EDSS). *Neurology*. 1983;33(11):1444-.
 176. Salcı Y, Fil A, Keklice H, Çetin B, Armutlu K, Dolgun A, et al. Validity and reliability of the International Cooperative Ataxia Rating Scale (ICARS) and the Scale for the Assessment and Rating of Ataxia (SARA) in multiple sclerosis patients with ataxia. *Multiple sclerosis and related disorders*. 2017;18:135-40.
 177. Berg K, Wood-Dauphine S, Williams J, Gayton D. Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument. *Physiotherapy Canada*. 1989;41(6):304-11.
 178. Sahin F, Yilmaz F, Ozmaden A, Kotevoglul N, Sahin T, Kuran B. Reliability and validity of the Turkish version of the Berg Balance Scale. *Journal of geriatric physical therapy*. 2008;31(1):32-7.
 179. Learmonth YC, Paul L, McFadyen AK, Mattison P, Miller L. Reliability and clinical significance of mobility and balance assessments in multiple sclerosis. *International Journal of Rehabilitation Research*. 2012;35(1):69-74.
 180. Gervasoni E, Jonsdottir J, Montesano A, Cattaneo D. Minimal clinically important difference of Berg Balance Scale in people with multiple sclerosis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2017;98(2):337-40. e2.

181. Verheyden G, Nuyens G, Nieuwboer A, Van Asch P, Ketelaer P, De Weerd W. Reliability and validity of trunk assessment for people with multiple sclerosis. *Physical therapy*. 2006;86(1):66-76.
182. McGill SM, Childs A, Liebenson C. Endurance times for low back stabilization exercises: clinical targets for testing and training from a normal database. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1999;80(8):941-4.
183. McGill SM. Low back stability: from formal description to issues for performance and rehabilitation. *Exercise and sport sciences reviews*. 2001;29(1):26-31.
184. Leetun DT, Ireland ML, Willson JD, Ballantyne BT, Davis IM. Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2004;36(6):926-34.
185. Bliss LS, Teeple P. Core stability: the centerpiece of any training program. *Current sports medicine reports*. 2005;4(3):179-83.
186. IU NI. Balance Manager Systems. Clinical Operations Guide. 2005.
187. S.r.l M. User Manual, Manual Version 1.12.5, Software Version 1.12.23 2022.
188. Lee M, Song C, Lee K, Shin D, Shin S. Agreement between the spatio-temporal gait parameters from treadmill-based photoelectric cell and the instrumented treadmill system in healthy young adults and stroke patients. *Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research*. 2014;20:1210.
189. Bernal AG, Becerro-de-Bengoa-Vallejo R, Losa-Iglesias ME. Reliability of the OptoGait portable photoelectric cell system for the quantification of spatial-temporal parameters of gait in young adults. *Gait & posture*. 2016;50:196-200.
190. Salcı Y. Ataksik Multipl Skleroz Hastalarında Farklı Egzersiz Yaklaşımlarının Etkilerinin Karşılaştırılması. 2015.
191. Ceren AN, Salcı Y, Fil Balkan A, Çalık Kütükçü E, Armutlu K, Erdem Özdamar S. The effects of spinal stabilization exercises in patients with myasthenia gravis: a randomized crossover study. *Disability and Rehabilitation*. 2022;44(26):8442-9.
192. Runge C, Shupert C, Horak F, Zajac F. Ankle and hip postural strategies defined by joint torques. *Gait & posture*. 1999;10(2):161-70.
193. Kavounoudias A, Roll R, Roll JP. Foot sole and ankle muscle inputs contribute jointly to human erect posture regulation. *The Journal of physiology*. 2001;532(3):869-78.
194. Seo HG, Oh B-M, Leigh J-H, Chun C, Park C, Kim CH. Effect of focal muscle vibration on calf muscle spasticity: a proof-of-concept study. *PM&R*. 2016;8(11):1083-9.
195. Hodges PW, Gurfinkel VS, Brumagne S, Smith T, Cordo P. Coexistence of stability and mobility in postural control: evidence from postural compensation for respiration. *Experimental brain research*. 2002;144:293-302.

196. Anderson K, Behm DG. The impact of instability resistance training on balance and stability. *Sports medicine*. 2005;35:43-53.
197. Zech A, Hübscher M, Vogt L, Banzer W, Hänsel F, Pfeifer K. Balance training for neuromuscular control and performance enhancement: a systematic review. *Journal of athletic training*. 2010;45(4):392-403.
198. Day L, Fildes B, Gordon I, Fitzharris M, Flamer H, Lord S. Randomised factorial trial of falls prevention among older people living in their own homes. *Bmj*. 2002;325(7356):128.
199. Corrini C, Gervasoni E, Perini G, Cosentino C, Putzolu M, Montesano A, et al. Mobility and balance rehabilitation in multiple sclerosis: A systematic review and dose-response meta-analysis. *Multiple Sclerosis and Related Disorders*. 2023;69:104424.
200. Freeman J, Gear M, Pauli A, Cowan P, Finnigan C, Hunter H, et al. The effect of core stability training on balance and mobility in ambulant individuals with multiple sclerosis: a multi-centre series of single case studies. *Multiple Sclerosis Journal*. 2010;16(11):1377-84.
201. Tarakci E, Yeldan I, Huseyinsinoglu BE, Zenginler Y, Eraksoy M. Group exercise training for balance, functional status, spasticity, fatigue and quality of life in multiple sclerosis: a randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*. 2013;27(9):813-22.
202. Marandi SM, Nejad VS, Shanazari Z, Zolaktav V. A comparison of 12 weeks of pilates and aquatic training on the dynamic balance of women with multiple sclerosis. *International journal of preventive medicine*. 2013;4(Suppl 1):S110.
203. Guclu-Gunduz A, Citaker S, Irkeç C, Nazliel B, Batur-Caglayan HZ. The effects of pilates on balance, mobility and strength in patients with multiple sclerosis. *NeuroRehabilitation*. 2014;34(2):337-42.
204. Kasser SL, Jacobs JV, Ford M, Tourville TW. Effects of balance-specific exercises on balance, physical activity and quality of life in adults with multiple sclerosis: a pilot investigation. *Disability and rehabilitation*. 2015;37(24):2238-49.
205. Farid R, Norasteh AA, Hatamian H. The effect of core stability exercise program on the balance of patients with multiple sclerosis. 2016.
206. Tollár J, Nagy F, Tóth BE, Török K, Szita K, Csutorás B, et al. Exercise effects on multiple sclerosis quality of life and clinical-motor symptoms. *Med Sci Sports Exerc*. 2020;52(5):1007-14.
207. Tushar D, Ujwal Y, Disha S. Effect Of Core Stability, Dual Tasking And Sensory Strategies On Balance And Gait In Multiple Sclerosis Patients. *Journal of Advanced Scientific Research*. 2020;11(01 Suppl 1):399-402.
208. Moggio L, de Sire A, Marotta N, Demeco A, Ammendolia A. Vibration therapy role in neurological diseases rehabilitation: an umbrella review of systematic reviews. *Disability and Rehabilitation*. 2022;44(20):5741-9.

209. Ito T, Sakai Y, Nishio R, Ito Y, Yamazaki K, Morita Y. Postural sway in adults and elderly individuals during local vibratory stimulation of the somatosensory system. *SN Comprehensive Clinical Medicine*. 2020;2:753-8.
210. Tahir S, Baig MO, Rathore FA, Aslam H. The emerging role of focal muscle vibration in rehabilitation of neurological disorders. *JPM The Journal of the Pakistan Medical Association*. 2022;72(10):2126-8.
211. Cotey D, George Hornby T, Gordon KE, Schmit BD. Increases in muscle activity produced by vibration of the thigh muscles during locomotion in chronic human spinal cord injury. *Experimental brain research*. 2009;196:361-74.
212. De Nunzio AM, Grasso M, Nardone A, Godi M, Schieppati M. Alternate rhythmic vibratory stimulation of trunk muscles affects walking cadence and velocity in Parkinson's disease. *Clinical Neurophysiology*. 2010;121(2):240-7.
213. Kawahira K, Higashihara K, Matsumoto S, Shimodozono M, Etoh S, Tanaka N, et al. New functional vibratory stimulation device for extremities in patients with stroke. *International Journal of Rehabilitation Research*. 2004;27(4):335-7.
214. Leonardi L, Aceto MG, Marcotulli C, Arcuria G, Serrao M, Pierelli F, et al. A wearable proprioceptive stabilizer for rehabilitation of limb and gait ataxia in hereditary cerebellar ataxias: a pilot open-labeled study. *Neurological Sciences*. 2017;38:459-63.
215. Raats J, Arntzen EC, Lamers I, Feys P, Normann B. What is the distribution of trunk impairments and its relationship with disability level in individuals with multiple sclerosis? *Multiple Sclerosis and Related Disorders*. 2022;57:103325.
216. Normann B, Arntzen EC. What are the relationships between trunk control, balance and walking in individuals with multiple sclerosis with minor to moderate disability? *European Journal of Physiotherapy*. 2021;23(6):377-83.
217. Önal B, Sertel M, Karaca G. Effect of plantar vibration on static and dynamic balance in stroke patients: a randomised controlled study. *Physiotherapy*. 2022;116:1-8.
218. Ayvat E. Ataksili Hastalarda Tüm Vücut Vibrasyonun Postüral Kontrol Üzerine Etkileri. 2017.
219. Matsuda PN, Shumway-Cook A, Bamer AM, Johnson SL, Amtmann D, Kraft GH. Falls in multiple sclerosis. *PM&R*. 2011;3(7):624-32.
220. Elshafey MA, Abdrabo MS, Elnaggar RK. Effects of a core stability exercise program on balance and coordination in children with cerebellar ataxic cerebral palsy. *Journal of musculoskeletal & neuronal interactions*. 2022;22(2):172.
221. Saute JAM, Donis KC, Serrano-Munuera C, Genis D, Ramirez LT, Mazzetti P, et al. Ataxia rating scales—psychometric profiles, natural history and their application in clinical trials. *The Cerebellum*. 2012;11:488-504.
222. Lynch DR, Perlman SL, Meier T. A phase 3, double-blind, placebo-controlled trial of idebenone in friedreich ataxia. *Archives of Neurology*. 2010;67(8):941-7.

223. Granacher U, Gollhofer A, Hortobágyi T, Kressig RW, Muehlbauer T. The importance of trunk muscle strength for balance, functional performance, and fall prevention in seniors: a systematic review. *Sports medicine*. 2013;43:627-41.
224. Lee NG, You JH, Kim TH, Choi BS. Intensive abdominal drawing-in maneuver after unipedal postural stability in nonathletes with core instability. *Journal of athletic training*. 2015;50(2):147-55.
225. White LJ, Dressendorfer RH. Exercise and multiple sclerosis. *Sports medicine*. 2004;34:1077-100.
226. Freund JE, Stetts DM, Vallabhajosula S. Relationships between trunk performance, gait and postural control in persons with multiple sclerosis. *NeuroRehabilitation*. 2016;39(2):305-17.
227. Yoosefinejad AK, Motealleh A, Khademi S, Hosseini SF. Lower endurance and strength of core muscles in patients with multiple sclerosis. *International Journal of MS Care*. 2017;19(2):100-4.
228. Jørgensen M, Dalgas U, Wens I, Hvid L. Muscle strength and power in persons with multiple sclerosis—a systematic review and meta-analysis. *Journal of the neurological sciences*. 2017;376:225-41.
229. Güngör F, Tarakci E, Özdemir-Acar Z, Soysal A. The effects of supervised versus home Pilates-based core stability training on lower extremity muscle strength and postural sway in people with multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis Journal*. 2022;28(2):269-79.
230. Abbasi M, Yoosefinejad AK, Poursadeghfard M, Jahromi FP, Motealleh A, Sobhani S. Whole body vibration improves core muscle strength and endurance in ambulant individuals with multiple sclerosis: A randomized clinical trial. *Multiple sclerosis and related disorders*. 2019;32:88-93.
231. Gunn HJ, Newell P, Haas B, Marsden JF, Freeman JA. Identification of risk factors for falls in multiple sclerosis: a systematic review and meta-analysis. *Phys Ther*. 2013;93(4):504-13.
232. Gheitasi M, Bayattork M, Andersen LL, Imani S, Daneshfar A. Effect of twelve weeks pilates training on functional balance of male patients with multiple sclerosis: Randomized controlled trial. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2021;25:41-5.
233. Kalb R, Brown TR, Coote S, Costello K, Dalgas U, Garmon E, et al. Exercise and lifestyle physical activity recommendations for people with multiple sclerosis throughout the disease course. *Multiple Sclerosis Journal*. 2020;26(12):1459-69.
234. Kasser SL, Jacobs JV, Foley JT, Cardinal BJ, Maddalozzo GF. A prospective evaluation of balance, gait, and strength to predict falling in women with multiple sclerosis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2011;92(11):1840-6.
235. Kasser SL, Jacobs JV, Littenberg B, Foley JT, Cardinal BJ, Maddalozzo GF. Exploring physical activity in women with multiple sclerosis: associations with

- fear of falling and underlying impairments. *American journal of physical medicine & rehabilitation*. 2014;93(6):461-9.
236. Ganesan M, Kanekar N, Aruin AS. Direction-specific impairments of limits of stability in individuals with multiple sclerosis. *Annals of physical and rehabilitation medicine*. 2015;58(3):145-50.
 237. Cameron MH, Nilsagard Y. Balance, gait, and falls in multiple sclerosis. *Handbook of clinical neurology*. 2018;159:237-50.
 238. Inojosa H, Schriefer D, Klödtz A, Trentzsch K, Ziemssen T. Balance testing in multiple sclerosis—improving neurological assessment with static posturography? *Frontiers in neurology*. 2020;11:135.
 239. Melzer I, Benjuya N, Kaplanski J, Alexander N. Association between ankle muscle strength and limit of stability in older adults. *Age and ageing*. 2009;38(1):119-23.
 240. Islam MM, Nasu E, Rogers ME, Koizumi D, Rogers NL, Takeshima N. Effects of combined sensory and muscular training on balance in Japanese older adults. *Preventive medicine*. 2004;39(6):1148-55.
 241. Cimino V, Chisari C, Raciti G, Pappalardo A, Zappia M, Patti F. Static postural control disturbances among the different multiple sclerosis phenotypes: A Neurocom Balance Manager® evaluation study. *Multiple sclerosis and related disorders*. 2018;26:46-51.
 242. Comber L, Sosnoff JJ, Galvin R, Coote S. Postural control deficits in people with multiple sclerosis: a systematic review and meta-analysis. *Gait & posture*. 2018;61:445-52.
 243. Findling O, Sellner J, Meier N, Allum JH, Vibert D, Lienert C, et al. Trunk sway in mildly disabled multiple sclerosis patients with and without balance impairment. *Experimental brain research*. 2011;213:363-70.
 244. Ayan H, Ertekin O, Kahraman T, Ozakbas S. Balance and gait impairment in persons with multiple sclerosis with the absence of clinical disability. *Turkish Journal of Neurology*. 2020.
 245. Sosnoff JJ, Shin S, Motl RW. Multiple sclerosis and postural control: the role of spasticity. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2010;91(1):93-9.
 246. Gera G, Fling BW, Horak FB. Cerebellar white matter damage is associated with postural sway deficits in people with multiple sclerosis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2020;101(2):258-64.
 247. Lao ML, Chow DH, Guo X, Cheng JC, Holmes AD. Impaired dynamic balance control in adolescents with idiopathic scoliosis and abnormal somatosensory evoked potentials. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2008;28(8):846-9.
 248. Gruber AH, Busa MA, Gorton III GE, Van Emmerik RE, Masso PD, Hamill J. Time-to-contact and multiscale entropy identify differences in postural control in adolescent idiopathic scoliosis. *Gait & Posture*. 2011;34(1):13-8.

249. Ito T, Sakai Y, Yamazaki K, Ito Y, Kawai K, Kato Y, et al., editors. Postural sway in older patients with sagittal imbalance and young adults during local vibratory proprioceptive stimulation. *Healthcare*; 2021: MDPI.
250. Rajnics P, Templier A, Skalli W, Lavaste F, Illés T. The association of sagittal spinal and pelvic parameters in asymptomatic persons and patients with isthmic spondylolisthesis. *Clinical Spine Surgery*. 2002;15(1):24-30.
251. Vaz G, Roussouly P, Berthonnaud E, Dimnet J. Sagittal morphology and equilibrium of pelvis and spine. *European spine journal*. 2002;11:80-7.
252. Andreopoulou G, Mercer TH, Enriquez JG, Justin M, MacLeod N, Harrison E, et al. Exercise-induced changes in gait kinematics in multiple sclerosis with minimal neurological disability. *Multiple Sclerosis and Related Disorders*. 2021;47:102630.
253. Kalron A, Rosenblum U, Frid L, Achiron A. Pilates exercise training vs. physical therapy for improving walking and balance in people with multiple sclerosis: A randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*. 2017;31(3):319-28.
254. Hardin EC, Bailey SN, Kobetic R, Lombardo LM, Foglyano KM, Schnellenger JR, et al. Development and deployment of cyclical focal muscle vibration system to improve walking performance in multiple sclerosis. *Journal of Medical Engineering & Technology*. 2022;46(5):393-401.
255. Cabaraux P, Agrawal SK, Cai H, Calabro RS, Casali C, Damm L, et al. Consensus paper: ataxic gait. *The Cerebellum*. 2023;22(3):394-430.
256. Schniepp R, Wuehr M, Schlick C, Huth S, Pradhan C, Dieterich M, et al. Increased gait variability is associated with the history of falls in patients with cerebellar ataxia. *Journal of neurology*. 2014;261:213-23.
257. Schlick C, Rasoul A, Wuehr M, Gerth J, Dieterich M, Brandt T, et al. Gait variability predicts a subset of falls in cerebellar gait disorders. *Journal of neurology*. 2017;264(11):2322-4.
258. Schniepp R, Huppert A, Decker J, Schenkel F, Dieterich M, Brandt T, et al. Multimodal mobility assessment predicts fall frequency and severity in cerebellar ataxia. *The Cerebellum*. 2023;22(1):85-95.
259. Elftman H. The function of the arms in walking. *Human biology*. 1939;11(4):529.
260. Arellano CJ, Kram R. The effects of step width and arm swing on energetic cost and lateral balance during running. *Journal of biomechanics*. 2011;44(7):1291-5.
261. Meyns P, Bruijn SM, Duysens J. The how and why of arm swing during human walking. *Gait & posture*. 2013;38(4):555-62.
262. Mirek E, Kubica JL, Szymura J, Pasiut S, Rudzińska M, Chwała W. Assessment of gait therapy effectiveness in patients with Parkinson's disease on the basis of three-dimensional movement analysis. *Frontiers in neurology*. 2016;7:102.

263. Eke-Okoro ST, Gregoric M, Larsson L-E. Alterations in gait resulting from deliberate changes of arm-swing amplitude and phase. *Clinical Biomechanics*. 1997;12(7-8):516-21.
264. Collins SH, Adamczyk PG, Kuo AD. Dynamic arm swinging in human walking. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2009;276(1673):3679-88.
265. Bruijn SM, Meijer OG, Beek PJ, Van Dieen JH. The effects of arm swing on human gait stability. *Journal of experimental biology*. 2010;213(23):3945-52.
266. Jack J, Roberts R. The role of muscle spindle afferents in stretch and vibration reflexes of the soleus muscle of the decerebrate cat. *Brain Research*. 1978;146(2):366-72.
267. Wegener L, Kisner C, Nichols D. Static and dynamic balance responses in persons with bilateral knee osteoarthritis. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 1997;25(1):13-8.
268. Donald A. Neumann ERK, Craig L. Kiefer, Kimberly Martens, Claudia M. Grosz. *Kinesiology of the musculoskeletal system: foundations for rehabilitation*: Elsevier; 2017.
269. Pettorossi VE, Schieppati M. Neck proprioception shapes body orientation and perception of motion. *Frontiers in human neuroscience*. 2014;8:895.
270. Leplaideur S, Leblong E, Jamal K, Rousseau C, Raillon AM, Coignard P, et al. Short-term effect of neck muscle vibration on postural disturbances in stroke patients. *Experimental brain research*. 2016;234:2643-51.
271. Chalimourdas A, Cuypers K, Gilles A, De Hertogh W, Michiels S. 'Does Vibration Frequency and Location Influence the Effect of Neck Muscle Vibration on Postural Sway? A Cross-Sectional Study in Asymptomatic Participants'. *A Cross-Sectional Study in Asymptomatic Participants*. 2022.
272. Hides J. Paraspinal mechanism and support of the lumbar spine. *Therapeutic exercise for Lumbopelvic Stabilization*, ed. 2004;2:59-74.
273. Alashram AR. The effects of focal muscle vibration on motor impairments in people with multiple sclerosis: A systematic review. *Physiotherapy Practice and Research*. (Preprint):1-10.

8. EKLER

EK 1. Tez Çalışması ile İlgili Etik Kurul İzni

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Ataksik Multipl Skleroz Hastalarında Spinal Stabilizasyon Eğitimi ile Birlikte Farklı Bölgelere Uygulanan Lokal Vibrasyonun Postüral Kontrol Üzerine Etkilerinin İncelenmesi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
	AÇIK ADRESİ	HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR KURULU 06100 Altındağ / ANKARA
	TELEFON	0312 305 34 98
	FAKS	0312 310 05 80
	E-POSTA	kluniketik@hacettepe.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Uzman Doktor Yahya DOĞAN
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı
	DESTEKLEYİCİ	
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)	
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ	
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1 ☐
		FAZ 2 ☐
		FAZ 3 ☐
		FAZ 4 ☐
		Gözlensel ilaç çalışması ☐
		Tıbbi cihaz klinik araştırması ☒
		In vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları ☐
		İlaç dışı klinik araştırma ☐
		Diger ise belirtiniz
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒ ÇOK MERKEZLİ ☐ ULUSAL ☒ ULUSLARARASI ☐

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili
	ARAŞTIRMA PLANI (CIP)	04.04.2023	4	Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	04.04.2023	4	Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	OLGU RAPOR FORMU	04.04.2023	3	Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe ☐ İngilizce ☐ Diğer ☐

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Türkan ELDEM

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

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Ataksik Multipl Skleroz Hastalarında Spinal Stabilizasyon Eğitimi ile Birlikte Farklı Bölgelere Uygulanan Lokal Vibrasyonun Postöral Kontrol Üzerine Etkilerinin İncelenmesi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı	Açıklama
	SIGORTA	☐
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	☒ 04.04.2023 imza tarihli.
	BIYOLOJİK MATERYAL TRANSFER FORMU	☐
	ILAN	☐
	YILLIK BİLDİRİM	☐
	SONUÇ RAPORU	☐
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	☐
	DİĞER:	☐
KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 2023/07-03 (KA-21159)	Toplantı Tarihi: 11.04.2023
	Üniversitemiz Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı öğretim üyesi Uzman Doktor Yahya DOĞAN'ın sorumlu araştırmacı olduğu, Uzm. Fzt. Güngör Beyza ÖZVAR ŞENÖZ'ün doktora tezi olan, KA-21159 kayıt numaralı ve "Ataksik Multipl Skleroz Hastalarında Spinal Stabilizasyon Eğitimi ile Birlikte Farklı Bölgelere Uygulanan Lokal Vibrasyonun Postöral Kontrol Üzerine Etkilerinin İncelenmesi" başlıklı akademik amaçlı araştırma başvurusuna ait yukarıda bilgileri verilen belge ve dokümanlar; araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve bilgi edinilmiş olup, tıbbi etik açıdan uygun bulunmuştur. <i>İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, Tıbbi Cihaz Klinik Araştırmaları Yönetmeliği ve Sağlık Hizmetleri Temel Kanunu (Ek Madde 10) kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumundan izin alınması gerekmektedir.</i>	

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU						
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI			İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu			
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:			Prof. Dr. Türkan ELDEM			
Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	Araştırma ile ilişkisi	Katılım	İmzası:
Prof. Dr. Türkan ELDEM Başkan	Farmasötik Biyoteknoloji	Hacettepe Üniv. Eczacılık Fakültesi	K	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. E. Pelin KELİCEN UĞUR Başkan Yardımcısı	Farmakoloji	Hacettepe Üniv. Eczacılık Fakültesi	K	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Erdem KARABULUT Bildirimlerden Sorumlu Üye	Biyoistatistik	Hacettepe Üniv. Tıp Fakültesi	E	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Nüket ÖRNEK BÜKEN	Tıp Tarihi ve Etik	Hacettepe Üniv. Tıp Fakültesi	K	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Mehmet UĞUR	Biyofizik	Ankara Üniv. Tıp Fakültesi	E	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Abdullah Cevdet AKMAN	Periodontoloji	Hacettepe Üniv. Diş Hekimliği F.	E	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Nilgün KURUCU	Çocuk Sağlığı ve Hast. (Onkoloji)	Hacettepe Üniv. Kanser Enstitüsü	K	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Berk BURGU	Üroloji Çocuk Ürolojisi	Ankara Üniv. Tıp Fakültesi	E	E ☐ H ☒	E ☒ H ☒	
Prof. Dr. Meltem KURT YÜKSEL	Hematoloji	Ankara Üniv. Tıp Fakültesi	K	E ☐ H ☒	E ☐ H ☐	
Av. Burcu DİLMEN	Avukat	Hacettepe Üniv. Hukuk Müşavirliği	K	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Tulay ATAÇ	Sivil Üye	Emekli	K	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	

*: Toplantıda Bulunma

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Türkan ELDEM

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



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu

Sayı : E-68869993-000-1137799
Konu : 2023-070

14.06.2023

Sayın Uzm. Dr. Yahya DOĞAN
Hacettepe Üniversitesi
Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi
Anafartalar, Talatpaşa Bld, No:47
06100 Altındağ/Ankara

İlgi : Kurum evrak kayıt 08.06.2023 tarihli ve E-85521274-000-2418584 sayılı başvurunuz.

Sorumlu araştırmacısı olduğunuz, aşağıdaki tabloda bilgileri verilen ilgede kayıtlı klinik araştırma başvuru dosyası ve belgeler; araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak 08.07.2022 tarihli ve 31890 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Tıbbi Cihaz Klinik Araştırmaları Yönetmeliği gereğince incelenmiş olup Tıbbi Cihaz Klinik Araştırmaları Başvuru Formunda belirtilen merkezde araştırmanın başlaması uygun bulunmuştur.

Araştırmanın Açık Adı	Ataksik Multipl Skleroz Hastalarında Spinal Stabilizasyon Eğitimi ile Birlikte Farklı Bölgelere Uygulanan Lokal Vibrasyonun Postural Kontrol Üzerine Etkilerinin İncelenmesi
Koordinatör Merkez	Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi
Koordinatör / Sorumlu Araştırmacı	Uzm. Dr. Yahya DOĞAN
Protokol tarihi / versiyon no	04.04.2023 V:4
BGOF tarihi / versiyon no	04.04.2023 V:4
ORF tarihi / versiyon no	04.04.2023 V:3
Araştırma Broşürü tarihi / versiyon no	-
Proje Yürütücüsü	-

Bu kapsamda yukarıda ayrıntıları verilen çalışma ile ilgili olarak;

- İthal edilecek araştırma cihazının ithalat izni için Kurumumuza müracaat edilmesi,
- CE işareti taşımayan klinik araştırma amaçlı cihazın araştırma haricinde kullanılmaması,
- Gönüllülerden alınan ve ülke dışına çıkarılacak olan numuneler için biyolojik materyal transfer formunda belirtilen şartların yerine getirilmesi,
- Araştırmanın başlamaması, iptali veya sonlandırılması halinde tarafınıza bilgi verilmesi,
- Araştırma süresince ortaya çıkan advers olayların/etkilerin tarafımıza bildirilmesi,

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Sığırızlı Mahallesi, 2176. Sokak No:5 06520 Çankaya/ANKARA
Telefon No: (0 312) 218 30 00 Faks No: (0 312) 218 34 60
e-Posta: halkla_iliskiler@titck.gov.tr İnternet Adresi: <https://www.titck.gov.tr>
Kep Adresi: titck@hs01.kep.tr



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu

- Araştırmanın Helsinki Bildirgesi'nin son metni, İyi Klinik Uygulamalar İlkeleri ve ilgili mevzuata uygun olarak yürütülmesi,
- Araştırmada kullanılan her türlü araştırma ürününün ve ürünlerin kullanılmasına mahsus her türlü malzeme ile muayene, tetkik, tahlil ve tedavilerin bedeli için gönüllüden herhangi bir ücret talep edilmemesi,
- Araştırmaya ait yıllık bildirim formunun düzenli olarak Kurumumuza gönderilmesi,
- Sorumlu araştırmacı olarak yazımızın bir örneğinin, ilgili etik kurula iletilmesi hususlarında bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Fatih TOPUZ
Kurum Başkanı a.
Daire Başkanı

EK 2. Tez Çalışması Orijinallik Raporu ve Dijital Makbuz



Dijital Makbuz

Bu makbuz ödevinizin Turnitin'e ulaştığını bildirmektedir. Gönderiminize dair bilgiler şöyledir:

Gönderinizin ilk sayfası aşağıda gönderilmektedir.

Gönderen: BEYZA ÖZVAR
 Ödev başlığı: ATAKSİK MULTİPL SKLEROZ HASTALARINDA SPİNAL STABİLİZ...
 Gönderi Başlığı: ATAKSİK MULTİPL SKLEROZ HASTALARINDA SPİNAL STABİLİZ...
 Dosya adı: G._Beyza_zvar_en_z_doktora_tezi.docx
 Dosya boyutu: 1.07M
 Sayfa sayısı: 96
 Kelime sayısı: 25,203
 Karakter sayısı: 161,764
 Gönderim Tarihi: 19-Şub-2024 12:16ÖÖ (UTC+0300)
 Gönderim Numarası: 2297892475



ATAKSİK MULTİPL SKLEROZ HASTALARINDA SPİNAL STABİLİZASYON EĞİTİMİ İLE BİRLİKTE FARKLI BÖLGELERE UYGULANAN LOKAL VİBRASYONUN POSTÜRAL KONTROL ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

ORJİNALLİK RAPORU

% 13	% 12	% 4	% 5
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	% 3
2	openaccess.hacettepe.edu.tr İnternet Kaynağı	% 3
3	openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	% 2
4	acikerisim.pau.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	% 1
5	Submitted to The Scientific & Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) Öğrenci Ödevi	% 1
6	Submitted to Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Öğrenci Ödevi	<% 1
7	Submitted to TechKnowledge Turkey Öğrenci Ödevi	<% 1

Submitted to Hacettepe University

9. ÖZGEÇMİŞ

