

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MULTİPLE SKLEROZ HASTALARINDA SPASTİK
GASTROKNEMİUSA UYGULANAN LOKAL VİBRASYONUN
KASIN MİMARİ VE FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

Uzm. Fzt. Fatma AYVAT

**Nöroloji Fizyoterapistliği Programı
DOKTORA TEZİ**

ANKARA

2021

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MULTİPLE SKLEROZ HASTALARINDA SPASTİK
GASTROKNEMİUSA UYGULANAN LOKAL VİBRASYONUN
KASIN MİMARİ VE FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

Uzm. Fzt. Fatma AYVAT

**Nöroloji Fizyoterapistliği Programı
DOKTORA TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Muhammed KILINÇ**

**ANKARA
2021**

ONAY SAYFASI

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Multiple Skleroz Hastalarında Spastik Gastroknemiusa Uygulanan Lokal
Vibrasyonun Kasın Mimari ve Fonksiyonel Özelliklerine Etkisi
Fatma AYVAT
Danışman: Doç. Dr. Muhammed KILINÇ

Bu tez çalışması 19.04.2021 tarihinde jürimiz tarafından “Nöroloji Fizyoterapistliği Programı” nda doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Özlem ÜLGER
(Hacettepe Üniversitesi)

Üye: Prof. Dr. Levent ÖZÇAKAR
(Hacettepe Üniversitesi)

Üye: Prof. Dr. Arzu GÜÇLÜ GÜNDÜZ
(Gazi Üniversitesi)

Üye: Doç. Dr. Sevil BİLGİN
(Hacettepe Üniversitesi)

Üye: Doç. Dr. Zeliha Özlem YÜRÜK
(Başkent Üniversitesi)

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

27 Nisan 2021

Prof. Dr. Diclehan ORHAN
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⁾

20/04/2021

Fatma AYVAT

i

¹“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 internetten 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 tezlerle 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 zgn olduğunu, Doç. Dr. Muhammed Kılınç danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Yönergesine göre yazıldığını beyan ederim.

Uzm. Fzt. Fatma AYYAT

TEŞEKKÜR

Tezin tüm aşamalarında akademik deneyimleriyle büyük katkıda bulunan, desteğini her zaman hissettiğim hocam Sayın Prof. Dr. Sibel Aksu Yıldırım'a,

Tez danışmanım olarak çalışmanın tüm aşamalarındaki akademik ve manevi desteği ile öğrencilik hayatımın ilk yıllarından itibaren bana olan inancını her zaman gösteren hocam Sayın Doç. Dr. Muhammed Kılınç'a,

Tezin tüm aşamalarının yanısıra, yayına dönüşmesi sürecinde yaptığı mentörlük ile akademik hayatımda yeni bir bakış açısı kazanmamı sağlayan hocam Sayın Prof. Dr. Levent Özçakar'a,

Tezin planlanmasında, yürütülmesinde ve yazım aşamasında akademik desteğiyle bana yol gösteren, manevi desteğiyle beni yüreklendiren sevgili meslektaşım ve eşim Dr. Fzt. Ender Ayvat'a,

Çalışmanın planlanma ve yürütülmesi sürecinde akademik bilgi ve deneyimleriyle tezimin daha iyi olgunlaşmasını sağlayan hocalarım Sayın Doç. Dr. Sevil Bilgin ve Doç. Dr. Zeliha Özlem Yürük'e,

Propriosepsiyon ölçümlerinin planlanması ve uygulanmasını gerçekleştiren Dr. Öğr. Üyesi Serdar Demirci ve Uzm. Fzt. Taha İbrahim Yıldız'a,

Denge ve yürüyüş değerlendirmelerinin yapılması amacıyla cihazların kullanımı konusunda destek sağlayan hocam Doç. Dr. Semra Topuz'a,

Tezin yürütülme ve yazım aşamasında bana zaman yaratan, desteklerini her zaman hissettiğim değerli çalışma arkadaşlarım Uzm. Fzt. Özge Onursal Kılınç, Uzm. Fzt. Gülşah Sütçü ve Uzm. Fzt. Mert Doğan'a,

Tezin yürütülmesi sürecinde desteklerini her zaman hissettiğim Doç. Dr. Ayla Fil Balkan, Doç. Dr. Yeliz Salcı ve Uzm. Fzt. Ecem Karanfil'e,

Hayatımın her aşamasında olduğu gibi tezimin her aşamasında da yanımda olduklarını hissettiren sevgili aileme,

Çalışmaya gönüllü olarak katılan ve çalışmanın gerçekleşmesini sağlayan tüm katılımcılara,

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 teşekkür ederim.

ÖZET

Ayvat, F., Multiple Skleroz Hastalarında Spastik Gastroknemiusa Uygulanan Lokal Vibrasyonun Kasın Mimari ve Fonksiyonel Özelliklerine Etkisi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Nöroloji Fizyoterapistliği Programı Doktora Tezi, Ankara, 2021. Bu çalışma, Multiple Skleroz hastalarında bireye özgü egzersiz programına ek olarak spastik gastroknemius kasına uygulanan 50 ve 100 Hz frekanslarındaki lokal vibrasyon (LV) uygulamalarının spastisite şiddeti, kasın mimari ve viskoelastik özellikleri, propiosepsiyon, denge ve yürüyüş üzerine olan etkilerini karşılaştırmalı olarak araştırmak amacıyla planlandı. Çalışmaya dahil edilen 33 hasta randomize olarak Egzersiz+50 Hz LV (Grup 1), Egzersiz+100 Hz LV (Grup 2) ve Egzersiz grubu (Grup 3) olarak üç gruba dağıtıldı. Hastalar 8 hafta, haftada 3 gün, günde bir saat tedaviye alındı. LV, sağ ve sol medial gastroknemiusa 5'er dakika uygulandı. Spastisite şiddeti Modifiye Ashworth Ölçeği, kasın mimari özellikleri Ultrasonografi, kasın viskoelastik özellikleri Myotonometre, ayak bileği pozisyon hissi İzokinetik Dinamometre, denge Tek Bacak Duruş Testi ve Statik Posturografi, yürüyüş GaitRite Analiz Sistemi ve tedavi amacına ulaşma düzeyi Amaca Ulaşma Ölçeği ile değerlendirildi. Grup 1 ve Grup 2'den birer hasta ve Grup 3'ten dört hasta farklı nedenlerle çalışma dışı bırakıldı. Bu nedenle 27 hastanın verileri analizlere dahil edildi. Grupların yaş ortalamaları sırasıyla $37,70 \pm 9,70$; $38,40 \pm 11,07$; $33,86 \pm 6,74$ yıldır. Gruplardaki hastaların yaş, vücut kütle indeksi, hastalık durasyonu ve Genişletilmiş Özürlülük Durum Ölçeği sonuçları benzerdi ($p > 0,05$). Ayrıca tedavi öncesinde spastisite, kas mimarisi ve viskoelastik özellikleri, propiosepsiyon, denge, yürüme ve Amaca Ulaşma Ölçeği'ne ilişkin değerler de gruplar arasında benzerdi ($p > 0,05$). Çalışmanın sonucunda 50 Hz grubunda spastisite şiddetinde azalma, gastroknemius kası fasikül uzunluğunda ve sertliğinde görülen artış istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0,05$). Ayak bileği eklem pozisyon hissi, tek bacak duruş süreleri ve mediolateral yönde stabilite limitleri/postural salınım sonuçlarının vibrasyon uygulanan iki grupta da anlamlı olarak iyileştiği bulundu ($p < 0,05$). Anteroposterior yöndeki denge sonuçlarında tüm gruplarda anlamlı gelişme olduğu bulundu ($p < 0,05$). 50 Hz'lik grup tüm yürüyüş parametrelerinde, 100 Hz'lik grup hız, adım uzunluğu ve destek yüzeyinde, egzersiz grubu ise tek destek ve duruş fazı yüzdesinde anlamlı gelişme gösterdi ($p < 0,05$). Tüm gruplarda Amaca Ulaşma Ölçeği'nin tedavi sonrası sonuçlarında anlamlı gelişme elde edildi ($p < 0,05$). Çalışmamızın sonuçları, egzersiz tedavisine ek olarak uygulanan LV uygulamasının spastisite, kas mimarisi, propiosepsiyon, denge ve yürüyüş parametrelerinde olumlu etkileri olduğunu göstermiştir. Detaylı incelemelerde 50 Hz'lik LV uygulaması bu parametrelerin tümünde gelişim sağlarken, 100 Hz'lik uygulamanın daha çok propiosepsiyon ve statik denge becerilerinde etkili olduğu bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: postural denge, spastisite, ultrasound, vibrasyon, yürüyüş.

ABSTRACT

Ayvat, F., The Effect of Local Vibration Applied to Spastic Gastrocnemius on Muscle Architecture and Functional Properties in Patients with Multiple Sclerosis, Hacettepe University Graduate School Health Sciences Neurology Physiotherapy Programme Doctor of Philosophy Thesis, Ankara, 2021. This study was planned to compare the effects of 50 and 100 Hz local vibration applications in addition to an individualized exercise program on spastic gastrocnemius muscle on spasticity severity, architectural and viscoelastic properties of the muscle, proprioception, balance and gait in Multiple Sclerosis patients. Thirty three patients were included in the study and randomly divided into three groups as Exercise+50 Hz LV (Group 1), Exercise+100 Hz LV (Group 2) and Exercise group (Group 3). The patients were treated for 8 weeks, 3 days a week, one hour a day. Local vibration was applied to the right and left medial gastrocnemius for 5 minutes each. The severity of spasticity (Modified Ashworth Scale), the architectural features of the muscle (Ultrasonography), the viscoelastic properties of the muscle (Myotonometer), the ankle position sense (isokinetic dynamometer), the balance (Single Leg Stance Test and Static Posturography), the gait (GaitRite Analysis system), and satisfaction with the patients' expectations and goals (Goal Attainment Scale) were assessed. A patient from each Group 1 and Group 2 and four patients from Group 3 were excluded from the study for different reasons. Therefore, data of 27 patients were included in the analysis. The mean age of the groups was 37.70 ± 9.70 , 38.40 ± 11.07 , 33.86 ± 6.74 years, respectively. The age, body mass index, disease duration and EDSS results of the patients in the groups were similar ($p > 0.05$). In addition, values of spasticity, muscle architecture and viscoelastic properties, proprioception, balance, walking and the Goal Attainment Scale were similar between the groups before treatment ($p > 0.05$). As a result of the study, the decrease in the severity of spasticity and the increase in the fascicle length and stiffness of the gastrocnemius muscle were found to be statistically significant in the 50 Hz group ($p < 0.05$). Ankle joint position sense, one-leg stance durations, and mediolateral stability limits/postural sway range results were found to be significantly improved in both vibration groups ($p < 0.05$). Anteroposterior balance results were found to be significantly improved in all groups ($p < 0.05$). The 50 Hz group showed significant improvement in all gait parameters, the 100 Hz group in speed, step length and support surface, and the exercise group showed a significant improvement in the percentage of single support and stance phase ($p < 0.05$). Significant improvements were obtained in the post-treatment results of the Goal Attainment Scale in all groups ($p < 0.05$). The results of our study showed that LV application applied in addition to exercise therapy had positive effects on spasticity, muscle architecture, proprioception, balance and gait parameters. In detailed investigations, while 50 Hz LV application provides improvement in all of these parameters, it has been found that 100 Hz application is more effective in proprioception and static balance skills.

Keywords: postural balance, spasticity, ultrasound, vibration, gait.

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	xii
TABLolar	xiii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Multipl Skleroz	4
2.2. Etiyoloji	4
2.3. Patoloji	6
2.4. Klinik tipleri	7
2.5. Fonksiyonel Sınıflandırılma	10
2.6. Multipl Skleroz Semptomları	12
2.7. Multipl Skleroz’da Spastisite	19
2.7.1. Spastisite Değerlendirme Yöntemleri	20
2.7.2. Spastisitede Fizyoterapi ve Rehabilitasyon	27
2.7.3. Lokal Vibrasyon	30
3. BİREYLER VE YÖNTEM	34
3.1. Bireyler	34
3.2. Yöntem	35
3.3. Değerlendirmeler	36
3.3.1. Demografik Bilgiler ve Hikâye	36
3.3.2. Klinik Değerlendirmeler	36
3.3.3. Ultrasonografik Değerlendirme	41
3.4. Tedavi Programı	42
3.4.1. Egzersiz Tedavisi	42

3.4.2. Lokal Vibrasyon Uygulaması	43
3.5. İstatistiksel Yöntemler	43
4. BULGULAR	45
4.1. Tanımlayıcı Bulgular	45
4.2. Klinik Değerlendirmeler ile İlgili Bulgular	45
4.2.1. Spastisite Şiddeti	45
4.2.2. Kasın Viskoelastik Özellikleri (Tonus, Elastisite ve Sertlik)	46
4.2.3. Proprioepsiyon	49
4.2.4. Denge	50
4.2.5. Yürüyüş	55
4.2.6. Tedavi Amacına Ulaşma Düzeyi	57
4.3. Ultrasonografik Değerlendirmeler ile İlgili Bulgular	58
4.3.1. Kas Kalınlığı	58
4.3.2. Pennasyon Açısı	60
4.3.3. Fasikül Uzunluğu	61
5. TARTIŞMA	63
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	73
7. KAYNAKLAR	76
8. EKLER	
EK-1: Tez Çalışması ile İlgili Etik Kurul İzinleri	
EK-2: Tez Çalışması Orjinallik Raporu	
EK-3: Dijital Makbuz	
9. ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER ve KISALTMALAR

cm	: Santimetre
Hz	: Hertz
LV	: Lokal Vibrasyon
MAS	: Modifiye Ashworth Skalası
MS	: Multipl Skleroz
N	: Birey Sayısı
p	: İstatistiksel Yanılma Payı
sn	: Saniye
SPSS	: İstatistik Paket Programı
SS	: Standart Sapma
TÖ	: Tedavi Öncesi
TS	: Tedavi Sonrası
VKİ	: Vücut Kitle İndeksi
X	: Aritmetik Ortalama

ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
3.1. Akış şeması.	36
3.2. Stabilitate limitleri testi.	39
3.3. Bertec balance check screenertm kuvvet platformu ile elde edilen veriler.	40
3.4. Yürüyüşün zaman-mesafe karakteristiklerinin değerlendirilmesi.	41
3.5. A. Medial gastroknemius kas kalınlığı (Aksiyal görüntüleme). B. Medial gastroknemius pennasyon açısı ve fasikül uzunluğu (Longitudinal görüntüleme).	42
3.6. Medial gastroknemius kasına lokal vibrasyon uygulaması.	43

TABLOLAR

Tablo	Sayfa
2.1. EDSS sınıflandırılması	11
2.2. Modifiye ashworth ölçeği	22
2.3. Tardieu skalası	23
4.1. Bireylerin tanımlayıcı özellikleri.	45
4.2. Gruplar arası tedavi öncesi spastisite sonuçlarının karşılaştırılması.	45
4.3. Grup içinde spastisite şiddetinin tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılması.	46
4.4. Gruplar arasında tedavi öncesi ve sonrası spastisite şiddeti sonuçlarının karşılaştırılması.	46
4.5. Grupların tedavi öncesi tonus, elastisite ve sertlik sonuçlarının karşılaştırılması.	47
4.6. Grup içinde tonus, elastisite ve sertlik sonuçlarının tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılması.	48
4.7. Gruplar arasında tedavi öncesi ve sonrası tonus, elastisite ve sertlik sonuçlarının karşılaştırılması.	49
4.8. Gruplar arası tedavi öncesi ayak bileği pozisyon hissi sonuçlarının karşılaştırılması.	49
4.9. Grup içinde ayak bileği pozisyon hissi sonuçlarının tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılması.	50
4.10. Gruplar arasında tedavi öncesi ve sonrası ayak bileği pozisyon hissi sonuçlarının karşılaştırılması.	50
4.11. Gruplar arası tedavi öncesi tek bacak duruş süresi sonuçlarının karşılaştırılması.	51
4.12. Grup içinde tek bacak duruş süresi sonuçlarının tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılması.	52
4.13. Gruplar arasında tedavi öncesi ve sonrası tek bacak duruş sürelerinin karşılaştırılması.	53
4.14. Gruplar arası tedavi öncesi stabilite limitleri ve postural salınım sonuçlarının karşılaştırılması.	53
4.15. Grup içinde stabilite limitleri ve postural salınım sonuçlarının tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılması.	54
4.16. Gruplar arasında tedavi öncesi ve sonrası stabilite limitleri ve postural salınım sonuçlarının karşılaştırılması.	55
4.17. Gruplar arası tedavi öncesi yürüyüş parametrelerinin karşılaştırılması.	56
4.18. Grup içinde yürüyüş parametrelerinin tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılması.	56

4.19.	Gruplar arasında tedavi öncesi ve sonrası yürüyüş parametreleri sonuçlarının karşılaştırılması.	57
4.20.	Gruplar arası tedavi öncesi Amaca Ulaşma Ölçeği sonuçlarının karşılaştırılması.	57
4.21.	Grup içinde Amaca Ulaşma Ölçeği sonuçlarının tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılması.	58
4.22.	Gruplar arası Amaca Ulaşma Ölçeği sonuçlarının tedavi sonrası ve öncesi değişim farklarının karşılaştırılması.	58
4.23.	Gruplar arası tedavi öncesi kas kalınlığı sonuçlarının karşılaştırılması.	59
4.24.	Grup içinde kas kalınlığı sonuçlarının tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılması.	59
4.25.	Gruplar arasında tedavi öncesi ve sonrası kas kalınlığı sonuçlarının karşılaştırılması.	59
4.26.	Gruplar arası tedavi öncesi pennasyon açısı sonuçlarının karşılaştırılması.	60
4.27.	Grup içinde pennasyon açısı sonuçlarının tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılması.	60
4.28.	Gruplar arasında tedavi öncesi ve sonrası pennasyon açısı sonuçlarının karşılaştırılması.	61
4.29.	Gruplar arası tedavi öncesi fasikül uzunluğu sonuçlarının karşılaştırılması.	61
4.30.	Grup içinde fasikül uzunluğu sonuçlarının tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılması.	61
4.31.	Gruplar arasında tedavi öncesi ve sonrası fasikül uzunluğu sonuçlarının karşılaştırılması.	62

1. GİRİŞ

Multipl Skleroz (MS), demiyelinizasyon ve aksonal dejenerasyonun ayırt edici özelliklerine sahip olan merkezi sinir sistemini etkileyen kronik ve inflamatuvar bir hastalıktır (1). Bu hastalığın birçok semptomu bulunmakla birlikte, hastaların günlük yaşamını en çok etkileyen temel semptomlardan biri spastisitedir. Spastisite yönetiminde farklı farmakolojik ve farmakolojik olmayan yaklaşımlar kullanılmaktadır. Non-farmakolojik yaklaşımlar arasında yer alan fizyoterapi ve rehabilitasyon müdahaleleri, çok çeşitli olmakla birlikte literatürde kanıt düzeyiyle ilgili eksiklikler bulunmaktadır. Spastisite rehabilitasyonu ile ilgili yapılan bir derlemede, nöromusküler elektrik stimülasyonu ve elektroakapunktur uygulamalarının orta kanıt düzeyine sahip olduğu gösterilmiştir (2).

Lokal vibrasyon (LV); mekanik bir cihaz kullanılarak belirli bir kasa veya tendonuna titreşim uyarını göndererek kası uyarmayı hedefleyen bir fizyoterapi uygulamasıdır. Lokal kas vibrasyonu, bir kas tendon ünitesine uygulandığında kas iğciklerini aktive ederek Ia afferent deşarjları üretir (3). Bu şekilde kolaylaştırılan Ia duyusal girdileri, intrakortikal inhibisyonu yöneterek ve primer motor kortekse duyusal girişleri aktive ederek kortikospinal yolun uyarılabilirliğini değiştirebilir (4). LV, nörorehabilitasyon alanında spastisiteyi azaltmak, kas kasılmasını fasilite etmek, proprioseptif sistemi uyarmak ve sensorimotor organizasyonu restore etmek amaçlarıyla kullanılmaktadır (5).

Literatürde MS hastalarında LV'nin kullanıldığı kısıtlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda genellikle gastroknemius, quadriseps ve paraspinal kaslara vibrasyon uygulaması yapılmış ve hem spastisitede azalma, hem de yürüyüş ve denge parametrelerinde gelişme elde edildiği sonuçları literatürle paylaşılmıştır. Ancak yapılan bu çalışmalar detaylı bir şekilde incelendiğinde; tedavi süresinin kısa olması, LV uygulamasının evde hasta tarafından yapılması, egzersiz uygulaması yapılmadan sadece LV uygulamasının birkaç seans uygulanması, hasta sayısının az olması gibi metodolojik kısıtlılıklar olduğu dikkat çekmektedir. Ayrıca çalışmalarda spastisitenin sadece Modifiye Ashworth Skalası (MAS) ile değerlendirildiği ve kasın iç yapısındaki değişikliklerin objektif bir şekilde ele alınmadığı görülmüştür (6-8).

Literatürde konu ile ilgili çalışmalar incelendiğinde LV uygulamasının 50-120 Hz frekansında ve 0.01-1 mm genlikte uygulandığında spastisite inhibisyonu

için etkili olduğu gösterilmekle birlikte, hangi frekansın daha etkili olduğu konusunda henüz bir fikir birliğine varılamamıştır (9).

Multipl Skleroz (MS) hastalarında alt ekstremitelerdeki spastisite; denge ve yürüyüş becerilerini olumsuz yönde etkilemektedir. Hastalarda alt ekstremitte spastisitesi ile postural kontrol disfonksiyonu arasında ilişki olduğu çalışmalarda gösterilmiştir (10). Çalışmalarda ayrıca spastisite ile en güçlü ilişki kurulan fonksiyonel sürecin yürüyüş olduğu gösterilmiştir. Hastaların kendi sağlık durumlarına bakış açılarında yürüyüşün ne kadar önemli bir fonksiyonel süreç olduğu düşünüldüğünde, spastisite ile ilişkili yürüyüş problemlerinin iyileştirilmesi; günlük yaşam aktiviteleri açısından oldukça önemlidir (11). Tüm bu açılardan bakıldığında; MS hastalarında gastroknemius kası spastisitesine yönelik yapılan LV müdahalesinin etkinliğinin, spastisite değerlendirmelerine ek olarak denge ve yürüyüşün değerlendirilmesi de içermesi fonksiyonel açıdan önem taşımaktadır.

Çalışmamızın primer amacı, MS hastalarında bireye özgü fizyoterapi programına ek olarak spastik gastroknemius kasına uygulanan 50 ve 100 Hz frekanslarındaki LV uygulamalarının spastisite şiddeti, propriosepsiyon, kasın mimari ve viskoelastik özellikleri, denge ve yürüyüş üzerine olan etkilerini karşılaştırmalı olarak araştırmaktır. Çalışmamızın sekonder amacı ise, farklı frekanslarda uygulanan LV uygulamasının etkinliğini literatürde ilk kez kas ultrasonu kullanılarak objektif bir yöntemle ortaya koymaktır.

Çalışmamızın hipotezleri:

H0 hipotezi: Egzersiz programına ek olarak spastik gastroknemius kası üzerine uygulanan LV'nin kasın mimari ve fonksiyonel özellikleri üzerine olumlu etkileri yoktur.

H1 hipotezi: Egzersiz programına ek olarak spastik gastroknemius kası üzerine uygulanan LV'nin kasın mimari ve fonksiyonel özellikleri üzerine olumlu etkileri vardır.

H0 hipotezi: Egzersiz programına ek olarak spastik gastroknemius kası üzerine uygulanan 50 ve 100 Hz frekanslardaki LV uygulamalarının kasın mimari ve fonksiyonel özellikleri üzerine etkileri açısından fark yoktur.

H2 hipotezi: Egzersiz programına ek olarak spastik gastroknemius kası üzerine uygulanan 50 ve 100 Hz frekanslardaki LV uygulamalarının kasın mimari ve fonksiyonel özellikleri üzerine etkileri açısından fark vardır.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Multipl Skleroz

Multipl Skleroz (MS), demiyelinizasyon ve aksonal dejenerasyonun ayırt edici özelliklerine sahip olan merkezi sinir sistemini etkileyen kronik ve inflamatuvar bir hastalıktır. MS; görülen semptomlarda, hastalık seyrinde ve sonuçlarda heterojen karaktere sahip bir hastalıktır (1). Dünya çapında 2.5 milyon kişiyi etkileyen hastalık, tipik olarak 20 ile 40 yaşları arasında ortaya çıkmaktadır. Genç yetişkinlerde travmatik olmayan nörolojik yetersizliğin önde gelen nedeni olarak kabul edilmektedir (12). MS, tüm dünyada kadınlarda erkeklerden daha yüksek oranda görülmektedir. Bununla birlikte son 100 yılda kadınlarda erkeklere kıyasla, görülme oranı belirgin bir şekilde artmıştır (13).

2.2. Etyoloji

Multipl Skleroz'un (MS) nedeni çok faktörlüdür; hem genetik hem de çevresel faktörler hastalık riskine katkıda bulunur. Özellikle, Epstein-Barr virüsü enfeksiyonu ve sigara kullanımı, güçlü epidemiyolojik güvenilirliğe sahip kanıtlarla desteklenmesi nedeniyle temel risk faktörleri olarak görülmektedir. Bununla birlikte, MS'in nedenleri hala büyük ölçüde bilinmemekte ve hastalığın önlenmesine yardımcı olacak köklü bir risk faktörü bulunmamaktadır (14).

Genetik Faktörler

Multipl Skleroz (MS) genetik bir hastalık olmamasına rağmen, vakaların ailelerde kümelenmesi; MS etyolojisinin güçlü bir genetik bileşeni olduğunu göstermektedir. MS hastalarının birinci derece akrabaları arasında MS riski, genel popülasyondan 10-50 kat daha yüksektir (mutlak risk %2-5) (15).

Çevresel Faktörler

- **Epstein-Barr virüsü:** Literatürde birçok bakteriyel ve viral ajan MS ile ilişkilendirilmiştir. Bununla birlikte, Epstein-Barr virüsü, MS ile ilişkisi tutarlı kanıtlara sahip olan tek viral ajan olarak tanımlanmıştır. Enfeksiyöz mononükleoz ve anti-EBNA IgG seropozitifliğinin, MS ile anlamlı derecede

pozitif ilişkiye sahip olduğu kanıtlanmıştır (16). MS gelişme riski, çocukluk çağında Epstein-Barr virüsü enfeksiyonu öyküsü olan kişilerde yaklaşık 15 kat; ergenlik döneminde veya daha sonraki yaşlarda Epstein-Barr virüsü enfeksiyon öyküsü olanlar arasında ise yaklaşık 30 kat daha yüksektir. Epstein-Barr virüsünün MS riskini arttırdığına dair mekanizmaya ilişkin kanıtlar heterojen olmakla birlikte; yol açtığı B-hücreli ölümsüzleştirilmesi ve/veya transformasyonunun hastalık gelişiminde önemli bir rol oynadığı düşünülmektedir (17).

- **Sigara:** Sigara, Epstein-Barr virüsü enfeksiyonu dışında MS'le tutarlı olarak ilişkili olduğu gösterilen tek risk faktörüdür. Sigara ile MS arasındaki ilişkinin orta dereceli olduğu gösterilmiştir. Sigaranın MS üzerindeki olumsuz etkileri; bağışıklık sistemi, immünomodülatör etkiler, demiyelinizasyon ve kan-beyin bariyerinin bozulması gibi birçok mekanizma ile açıklanmaya çalışılmış; ancak bu mekanizmalar yorum düzeyinde kalmıştır (16). Sigara içen kişilerde, sigara içmeyenlere oranla hastalık riski yaklaşık olarak 1.5 kat daha fazladır. Sigara içmenin, MS gelişme riskini genetik ve diğer çevresel faktörlerle birlikte ortaya çıkardığı gösterilmiştir (18).
- **D Vitamini:** MS prevalansının enlem ile artması, vitamin D üretimini uyarıcı UVB maruziyeti ile yüksek derecede ilişkili olduğu gösterilmiştir. Düşük vitamin D seviyeleri, vitamin D alımında azalma, dış mekân aktivitesinde azalma ve düşük vitamin D düzeylerine neden olan genetik polimorfizmlerle ilişkili olarak MS duyarlılığının artması; vitamin D düzeyinin MS etyolojisinde yer aldığını göstermektedir (19). Bağışıklık sistemini düzenlemede D vitaminin önemi özellikle vurgulanmaktadır. Kesin mekanizma açığa kavuşmamakla birlikte; D vitamini T hücrelerinin, doğal öldürücü hücrelerin, B hücrelerinin ve antijen sunan hücrelerin işlevlerini modüle ederek bağışıklık yanıtlarını etkiler. Dendritik hücreler, makrofajlar ve monositlerin yanı sıra aktive T ve B lenfositlerinde yüksek düzeyde Vitamin D reseptörü ekspresyonu tanımlanmıştır. Ayrıca 1 α -hidroksilaz, aktive edilmiş makrofajlar ve dendritik hücreler tarafından eksprese edilmektedir (20).

2.3. Patoloji

Multipl Skleroz (MS) patolojisi, merkezi sinir sistemi ile sınırlı olmakla birlikte, iki ana patolojik süreç ile açıklanmaktadır. Birincisi; nörogörüntüleme yöntemleri ile kontrast pozitif lezyonlar olarak görüntülenen makroskopik plakların oluşumuna yol açan fokal inflamasyondur. Bu süreçte, kan beyin bariyeri lokal olarak ihlal edilir ve nükseden MS'in ayırt edici bir özelliğidir. İkinci süreç; aksonlar, nöronlar, sinapslar ve dendritlerde oluşan mikroskobik hasar ve sonraki doku hacmi kaybıyla ortaya çıkan nörodejenerasyon sürecidir. Bu sürecin progresif MS'in temeli olduğuna inanılmaktadır (21). Makroskopik ve mikroskopik lezyonlarla sonuçlanan bu iki patolojik süreç, zaman içinde ve hastalar arasında değişebilen bir tablo oluşmasına neden olmaktadır.

- **Makroskopik süreç:** Bu süreçte, fokal inflamasyondan kaynaklanan plak olarak adlandırılan lezyonlar, ataklar sırasında ortaya çıkmaktadır. MS plakları veya lezyonları; ağırlıklı olarak beyin, omurilik ve optik sinirlerin beyaz maddesini etkileyen, ayrıca subpial bölgeler de dahil olmak üzere serebral korteksi içerebilen, değişken, inflamasyon ve aksonal kayıp ile ilişkili odak demiyelinizasyon alanlarıdır (22). MS plakları; histolojik olarak aktif, kronik ve remiyelinize olarak sınıflandırılmaktadır. Aktif lezyonlar, relapsing tipteki MS hastalarında yaygındır ve miyelin yapısının bozulması (göreceli aksonal koruma ile), makrofaj infiltrasyonu, reaktif astrositler, perivasküler ve parankimal inflamasyon ile karakterizedir (23). Kronik veya inaktif plaklar, ilerleyici tipteki hastalarda daha sık görülür ve genellikle belirgin aksonal tükenme, oligodendrosit kaybı ve göreceli aktif inflamasyon yokluğu ile daha geniş demiyelinizasyon ile ilişkilidir. Remiyeline plaklar, aktif plakların kenarlarında görülür ve ince miyelinli aksonlar ve sıklıkla artan sayıda oligodendrosit öncü hücresi içerirler (22). Plak patolojisi; erken ödem ve iltihaplanma, değişken derecelerde miyelin kaybı ve aksonal hasar/kayıp, oligodendritit ve programlanmış hücre ölümü (apoptoz), mikrogial aktivasyon ve nöronal aktivasyon dahil olmak üzere nöronal kaybı içerir (24). Erken MR görüntülemedeki kontrast artışı, belirgin kan beyin bariyeri yıkımı sonucu meydana gelen hücre infiltrasyonunu göstermektedir. Bu yıkımı; proenflamatuar sitokin ve kemokin salınımı, lokal hücre

aktivasyonu, oligodendrositlerin yaralanması ile birlikte lokal bir immün cevap süreci takip eder. Perivasküler serum albümin, fibrinojen ve immünoglobulin birikimi ile kan damarı duvarlarında bozulma meydana gelir. Serum bileşenlerinin ödemi, Ranvier düğümlerinde sinir iletim bloğuna yol açar. Zamanla enflamatuvar hücreler temizlenir ve astrositik skarla çevrili kalıcı bir hasar alanı kalır. Bu makroskopik lezyonlar, MRG’da hiperintens odaklar olarak görülmektedir (25).

- **Mikroskopik süreç:** MS’te makroskopik plaklar arasında normal görünen ancak mikroskopik olarak anormal yapı sergileyen hücreler bulunmaktadır. Anormal değişiklikler arasında düşük dereceli inflamasyon, gliosis, mikrogliyal aktivasyon, aksonal hasar ve retinanın sinir lifi tabakasındaki hasar yer alır. Aksonal sferoidler ve terminal şişlikler ile karakterize edilen değişken aksonal yaralanma vardır. Hücrel ve moleküler değişiklikler aksonal taşıma bozuklukları, hipoksik hasar, nörit ve sinaps kaybına işaret eder (26).

2.4. Klinik tipleri

Klinik semptomları ve bulguları oldukça değişkendir; duyuşal, motor, görsel ve beyin sapı yollarının tutulumundan kaynaklanabilir. MS hastalarının çoğu başlangıçta yeni veya tekrarlayan nörolojik semptomların remisyona atakları ile başvururlar. Klinik izlenim ve konsensuslara dayalı olarak 1996 yılında oluşturulan MS alt tipleri 6 başlıkta sınıflandırılmıştır: bening MS, relapsing remitting MS, primer progresif, sekonder progresif, relapsing progresif, marburg tipi. MS klinik tipleri, 2013 yılında revize edilmiş ve iki yeni tanımlayıcı alt tip eklenmiştir: Radyolojik izole sendrom ve klinik izole sendrom (27).

A. Radyolojik İzole Sendrom

Radyolojik izole sendrom, ilk olarak 2009 yılında tanımlanmıştır. Tesadüfen saptanan MRG anormallikleri olan ve klinik belirti veya semptomların yokluğunda demiyelinizasyonu ileri derecede düşündüren hastaları tanımlamaktadır (28). Temelde ayrı bir MS fenotipi olarak kabul edilmemekle birlikte, bu hastalarda gelecekte klinik izole sendrom gelişme riski bulunduğundan, gelecekteki uzun

dönem sonuçları için prognostik önemi olan temel faktörlerin belirlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Radyolojik izole sendromun seyri ve ilişkili faktörlerin doğru anlaşılması sonucunda, sadece klinik izole sendroma dönüşme riski değil; aynı zamanda yanlış tanı sonucu tedaviye maruz kalma riskinin de önüne geçilmektedir. Radyolojik izole sendrom hastalarının üçte biri, beş yıllık takipte klinik olarak MS semptomları geliştirmektedirler (29). Bu nedenle radyolojik izole sendrom tanılı hastalar, MS gelişme riski altındadırlar; uygun şekilde bilgilendirilmeli ve takip önerilmelidir.

B. Klinik İzole Sendrom

Demyelinizan bir merkezi sinir sistemi hastalığını düşündüren ilk klinik olay anlamına gelmektedir. Ortaya çıkan semptomlar genellikle monofokaldır ve akut veya subakut olarak günler veya haftalar içinde gelişebilmektedir. Diğer MS atakları gibi en az 24 saat sürmesi beklenir (30). Klinik izole sendrom hastalarının çoğunda (%50-70), demiyelinizan lezyonlarla uyumlu olarak başlangıç beyin MRG'sinde asemptomatik T2 beyaz cevher anormallikleri bulunmaktadır. Bu bulgunun, gelecekte MS hastalığına dönüşme riski, gözlemsel uzun dönem çalışmalarla bildirilmiş ve 20 yıla yakın takipte %80'e kadar dönüşüm oranı olduğu bulunmuştur. MS'e dönüşüm riski, var olan lezyon sayısı ile de ilişkilidir (31).

C. Benign MS

Hastaların yaklaşık olarak %10-20'sinde görülen, hastalık seyrinde uzun bir süre boyunca hiç disabilite görülmeyen ya da orta düzeyde etkilenimin zaman içinde birikmesi ile kendini gösteren MS tipidir. Bening MS'in klinik prediktörleri; hastalığın 40 yaşından önce başlaması, optik nörit, piramidal belirtilerin olmaması, alevlenme sayısının az olması ve hastalığın ilk 5 yılı içerisinde minimal nörolojik bozukluk olmasıdır (32).

D. Relapsing Remitting MS

Hastaların %85'ini barındıran, en yaygın görülen MS fenotipidir. Nörolojik disfonksiyon dönemleri, nöksler, yeni nörolojik semptomlar ve remisyon dönemleri ile karakterizedir. Nüks sıklığı; hastadan hastaya değişmekle birlikte, genellikle 1,5

yılı geçmemektedir. Nüks sırasında enfeksiyon veya metabolik düzensizlik olmadan en az 24 saat süren zayıflık hissi, duyuşal problemler, denge bozukluğu, görme keskinliğinde bozulma ve çift görme gibi çeşitli nörolojik semptomlar görülebilir. Nüksün hemen ardından gerçekleşen semptom iyileşmesi, MS'in erken inflamatuvar fazında en aktif şekilde gerçekleşen remiyelinizasyonun varlığını gösterir (33).

E. Sekonder Progresif MS

Tedavi edilmeyen Relapsing Remiting MS hastalarının çoğu, sonunda Sekonder Progresif MS'ye ilerler. Tanı, gerçek ilerlemenin başlamasından yıllar sonra, çoğunlukla retrospektif olarak konur. Bireysel bir hasta düzeyinde, hastalık seyrinde tam olarak ne zaman geçişin başladığını belirlemek zordur ve klinisyenler birkaç yıl tanı belirsizliği yaşayabilirler. Sekonder Progresif MS ile ilişkili patoloji, henüz çok fazla anlaşılamamış ve karmaşık gözükmektedir. Bu alt tipte; mitokondriyal disfonksiyon ve sonuçta aksonal hasarın neden olduğu nörodejenerasyon ile birlikte kalıcı inflamasyon sürecinden bahsedilmektedir (34).

F. Primer Progresif MS

Hastaların yaklaşık olarak %10-20'sinde, başlangıçtaki relapsing-remiting fazı olmayan ve hastalığın başlangıcından itibaren ilerleme ile karakterize olan bu hastalık fenotipi gelişmektedir. Sekonder Progresif MS'ye benzer şekilde, Primer Progresif MS'deki patoloji de karmaşıktır, hafif ile orta derecede iltihaplanmayla birlikte ortaya çıkan nörodejenerasyonu içerir. Ortalama başlangıç yaşı 40 olan bu tipte, ortalama hastalık süresi 17 yıldır (35).

G. Relapsing Progresif MS

Bu klinik tipte hastalığın seyrinde progresif bir gidiş söz konusudur ve tamamen düzelmenin olmadığı relapslar mevcuttur.

H. Marburg Tip

Şiddetli demiyelinizan bozukluğun görüldüğü ve hızlı bir klinik seyir gösteren MS tipidir. Genellikle birkaç ay gibi kısa bir süre ile karakterize edilen

klirik seyir; hemipleji, hemianopsi, afazi, nöbetler ve konfüzyon gibi nörolojik belirtiler hızlı bir şekilde kendini göstermekte ve ölümle sonuçlanmaktadır (36).

2.5. Fonksiyonel Sınıflandırılma

Multipl Skleroz (MS) hastalarında nörolojik bozukluğun derecesini değerlendirmek için en sık kullanılan lek Genişletilmiş zrllk Durum leği (EDSS)'dir. 1983 yılında John F. Kurtzke tarafından geliştirilmiştir (37). Piramidal sistem, serebellar ve serebral sistem, beyin sapı, duyuşal problemler, mesane ve bağırsak problemleri, görme ve diğer fonksiyonları değerlendirmektedir. EDSS, 0-10 arasında puanlama sağlayan bir derecelendirme sistemidir. 0 normal bir nörolojik muayene anlamına gelirken, 10 MS'e bağlı ölüm anlamına gelmektedir. EDSS skoru en az 1 olduğunda hastalığın başlangıç dönemi, EDSS 1.5-5.5 arasında ise erken dönem, EDSS 6.0-7.0 arasında ise orta dönem, EDSS 7.0 ve üzerinde ise ileri dönem olarak derecelendirilmektedir (37).

Tablo 2.1. EDSS sınıflandırılması

0	Normal nörolojik muayene.
1.0	Disabilite yoktur, bir FS'de minimal belirti vardır.
1.5	Disabilite yoktur, birden fazla FS'de minimal belirti vardır (birden fazla FS 1 puan).
2.0	Bir FS'de minimal disabledite (bir FS 2 puan, diğerleri 0 ya da 1 puan).
2.5	İki FS'de minimal disabledite (iki FS 2 puan, diğerleri 0 ya da 1 puan).
3.0	Bir FS'de orta derecede disabledite (bir FS 3 puan, diğerleri 0 ya da 1 puan), veya üç ya da dört FS'de hafif disabledite (3/4 FS 2 puan, diğerleri 0 ya da 1 puan).
3.5	Tamamen ambulatuar, ancak bir FS 3 puan veya bir veya iki FS 2 puan (orta derecede disabledite), veya iki FS 3 puan, veya beş FS 2 puan (diğerleri 0 ya da 1 puan).
4.0	Şiddetli disablediteye rağmen tamamen ambulatuar, kendine yeten, günde yaklaşık 12 saat veya daha fazla çalışabilir. Bir FS 4 puan (diğerleri 0 ya da 1 puandır). Yardım almadan ve dinlenmeden 500 metre yürüyebilir.
4.5	Günün büyük bir bölümünde yardımsız tamamen ambulatuardır ve tam gün çalışabilir. Genellikle bir FS 4 puan (diğerleri 0 ya da 1 puan) oluşan şiddetli disablediteye nedeniyle, diğer günlük yaşam aktivitelerinde minimal yardıma ihtiyacı olabilir. Yardım almadan veya dinlenmeden yaklaşık 300 metre yürüyebilir.
5.0	Yardımsız ve dinlenmeden yaklaşık olarak 200 metre yürüyebilir. Şiddetli disabledite, tüm günlük yaşam aktivitelerini etkiler. (FS'lerden birinden 5 puan ve diğerlerinden 0 veya 1 puan veya birden fazla FS den 4 puan alır).
5.5	Yardımsız ve dinlenmeden yaklaşık olarak 100 metre yürüyebilir. Şiddetli disabledite tüm günlük yaşam aktivitelerini etkiler. (FS'lerden birinden 5 diğerlerinden 0 veya 1 puan veya birden fazla FS den 4 puan alır)
6.0	Aralıklı veya sürekli unilateral destek (baston, koltuk değneği) kullanarak, dinlenerek veya dinlenmeden yaklaşık 100 metre yürüyebilir. (Birden fazla FS 3 puandan büyük ve diğer FS ler eşit kombinasyondadır).
6.5	Sürekli bilateral destek (baston, koltuk değneği, yürüteç) ile dinlenmeksizin 200 metre yürüyebilir. (İkiden fazla FS 3 puan veya büyük ve diğer FS'ler eşit kombinasyondadır).
7.0	Yardımla bile yaklaşık 5 metreden fazla yürüyemez, mobilizasyon için tekerlekli sandalye kullanır. Tekerlekli sandalyeye transferini kendi yapabilir, bu durumda günde 12 saat çalışabilir. (Piramidal fonksiyondan tek başına 5 puan alırken, birden fazla FS 4 puan ve diğerleri eşit kombinasyondadır).
7.5	Birkaç adımdan fazla adım atamaz, tekerlekli sandalyeye bağımlıdır. Transferde yardıma ihtiyaç duyabilir. Standart tip TS'yi tam gün etkili olarak kullanamaz bu nedenle motorize TS'ye ihtiyaç duyar. (Birden fazla FS'den 4 ve üzeri puan alırken, diğer FS'ler eşit kombinasyondadır)
8.0	TS veya yatağa bağımlıdır, fakat günün büyük kısmını yatak dışında geçirebilir. Kendine bakım aktivitelerinin çoğunda yardım alır. (FS'lerden pek çoğu 4 ve üzeridir).
8.5	Günün büyük kısmını yatakta geçirir. Kollarını kullanabilir, fakat kendine bakım aktivitelerinde yardım alır. FS'lerden pek çoğu 4'ten büyük ve diğerleri eşit kombinasyondadır.
9.0	Yatak dışına çıkması zordur. İletişim kurabilir ve yemek yiyebilir. FS'lerin tamamı yakını 4'ten büyük ve diğerleri eşit kombinasyondadır.
9.5	Tamamen yatağa bağımlıdır. Etkili şekilde iletişim kuramaz, yemek yiyemez ve yutkunamaz. (Tüm FS'ler 4'ten büyüktür).
10.	MS nedeniyle ölüm.

2.6. Multipl Skleroz Semptomları

A. Kuvvet Kayıpları

Multipl Skleroz (MS) hastalarında sıklıkla bildirilen problemlerden biri, kasın mekanik fonksiyonundaki (izometrik güç, dinamik güç, patlayıcı güç ve kas gücündeki) etkilenimdir (38). Kasın mekanik fonksiyonundaki azalmanın, ICF'in tüm aşamalarında önemli etkiler açığa çıkarması kaçınılmazdır. Çalışmalar, özellikle azalmış alt ekstremité gücünün; yürüme performansını, dengeyi, merdiven inme ve çıkma gibi fonksiyonel aktivitelerdeki performansı ciddi oranda etkilediğini göstermektedir (39). Kas kuvvetindeki azalma sonucunda MS hastaları, sağlıklı bireylere kıyasla daha düşük fiziksel aktivite düzeyine sahip olmaktadır. Bu durum inaktiviteye bağlı olarak kardiyovasküler hastalık, osteoporoz gibi rahatsızlıkları tetiklemekte ve MS hastalarında yaşam kalitesinin ciddi oranda etkilenmesine neden olmaktadır (40).

Hastalarda kas zayıflığı, genellikle hastalığın en erken döneminde ortaya çıkmaktadır. Alt ekstremité kasları, üst ekstremité kaslarına göre daha fazla etkilenmektedir (41). Düşük ayak, hastalarda en sık görülen problemlerden biridir. Dorsifleksör kasların zayıflığının yanı sıra, plantar fleksör kaslarındaki spastisite de bu tabloya katkıda bulunmaktadır (42). Bu hastalar genellikle yürüyüş esnasında ayaklarının takılmasından kaçınmak için, pelvik elevasyon ve kalça abduksiyonu gibi telafi stratejilerini kullanırlar (43). Üst ekstremitelerde daha az olmak üzere görülen kas zayıflığı, hastaların günlük yaşam aktivitelerini ciddi oranda etkilemektedir (44).

Kas zayıflığının temel mekanizması, nöronal aksonların demiyelinizasyonu sonucu kortikomotonöron iletim süresinin uzamasıdır (45). Zamanla bu merkezi yapılardaki değişiklikler; kas boyutu, lif tipi dağılımı, kasılma işlevi ve nöromüsküler kavşaktaki süreçler gibi çevresel kuvvet üretim araçlarını etkileyebilmektedir. Temel mekanizmanın yanı sıra, MS hastalarında görülen spastisite ve fiziksel aktivite düzeyindeki azalma gibi faktörler de, kas zayıflığının artışına sebep olabilmektedir (46, 47).

B. Denge Problemleri

Multipl Skleroz (MS) hastalarında %50-80 oranında denge problemleri görülmektedir (48). Denge, birçok merkezi sinir sistemi yapısının kontrollü koordinasyonunu gerektirmektedir. Dengenin sağlanması ve sürdürülebilmesi için, vestibüler, görsel ve somatosensoriyel bilgilerin entegrasyonu gerekmektedir. Vestibüler sistemlerde açığa çıkan problemler sonucu, vestibüler ataksi karşımıza çıkmaktadır. Bu hastalar dengelerini sağlayabilmek amacıyla, mümkün olduğunca baş ve göz hareketlerini azaltmaya çalışırlar. Vestibüler sistem disfonksiyonundan kaynaklanan semptomlar MS hastalarında %49-59 oranında görülür. Semptomlar; vertigo, sersemlik hissi ve denge bozukluğunu içermektedir (49).

Somatosensorial problemler, MS hastalarında %80 oranında görülmektedir. Somatosensorial sistemin, postural kontrolü ve dengeyi sağlamada en temel faktörlerden biri olması nedeniyle bu hastalarda somatosensorial sistem etkilenimine bağlı olarak duyuşsal ataksi bulguları sıklıkla karşımıza çıkmaktadır. Bu hastalarda görülen en temel bulgu, hastalarda somatosensorial sistemden gelen bilgilerin yeterli olmaması nedeniyle, günlük yaşamdaki birçok aktiviteyi daha çok görsel sistemi kullanarak gerçekleştirmeleridir (50). Serebellum ve serebellumun efferent ve afferent yolları MS'te yaygın olarak etkilenir; ve serebellar ataksi, özellikle hastalığın ilerleyici döneminde en sık görülen semptomlardan birisidir. Yürüyüş ataksisinin, ağırlıklı olarak serebellumun ön lobundaki hasara bağlı olarak ortaya çıktığı düşünülmektedir. Gövde, ekstremiteler ya da yürüyüş ataksisi bulguları, serebellumun etkilenen bölgesine göre tek ve/veya bir arada bulunabilir (51).

MS hastalarında denge disfonksiyonu; temel olarak üç sorun temelinde şekillendirilir: var olan pozisyonu sürdürme yeteneğinde azalma, stabilite sınırlarına doğru yavaş ve limitli bir hareket, postural yer değiştirmelere gecikmiş yanıtlar. MS hastalarında ayrıca, fonksiyonel denge performansı çoklu görev gerektiren durumlarda da etkilenmektedir (52).

C. İnkoordinasyon ve Tremor

Hastaların yaklaşık olarak %45'i tremordan şikâyet etmektedir. Bazı hastalarda tremor, hastalığın en rahatsız edici ve zorlayıcı semptomu olarak karşımıza çıkmaktadır ve genellikle postural tremor ve intansiyonel tremor

görülmektedir. İstirahat tremoru, ileri dönemdeki hastalarda açığa çıkabilmektedir (53).

D. Yürüyüş Bozuklukları

Yürüyüş bozuklukları, MS hastalarında en sık bildirilen semptomlardan birisidir ve yaşam kalitesini ciddi oranda etkilemektedir (54). Yürüyüş bozukluğu MS'in önemli bir belirtisi olarak ele alındığında, yürüyüş bozukluğunun değerlendirilmesinin hastalığın ilerleyişinin analiz edilmesi ve rehabilitasyon programının planlanmasında önemli olduğu görülmektedir. MS hastalarında yürüyüş değişkenlerini incelerken, kısa süreli ve uzun süreli yürüyüşlerin her ikisini de incelemek önemlidir (55). MS hastalarında yürüyüş değişkenlerini incelemek amacıyla yapılan birçok araştırma, kısa mesafeli yürüyüşlere (<10 metre) odaklanmaktadır. Yürüme testlerinin dışında birçok yürüme analizi sistemi de, 10 metreden kısa uzunluktadır. Bu şekilde yapılan yürüyüş analizleri; hastaların yürüme davranışını, ev işi yürüme şeklini ve karşıdan karşıya nasıl geçtiğini anlamak gibi açılardan faydalı olabilmektedir. Kısa mesafeli yürüyüşlere odaklanarak yapılan araştırmalar, MS hastalarında hastalığın başlangıç zamanlarından itibaren yürüme parametrelerinde değişimler olduğunu ve bu değişimlerin disabilite düzeyi arttıkça arttığını göstermektedir (56). MS hastalarında uzun mesafeli yürüşü değerlendirmek amacıyla en sık kullanılan test, 6 Dakika Yürüme Testi'dir. Yapılan bir çalışmada; 6 Dakika Yürüme Testi sırasında yürüme yardımcısı kullanan MS hastaları, bağımsız yürüyebilen MS hastaları ile karşılaştırılmıştır. Hastaların yürüyüşlerinin ilk iki dakikası ile son iki dakikası karşılaştırıldığında, yürüme yardımcısı kullanan grupta adım süresi, uzunluğu, genişliği, çift destek periyodu gibi yürüyüş parametrelerinde önemli ölçüde artış olduğu bulunmuştur. Yazarlar, yürüyüş parametrelerindeki değişikliklerin, 6 dakikalık yürüme testi boyunca stabilite ve yorgunluktaki değişikliklerle ilişkili olabileceğini öne sürmüşlerdir. MS hastaları genel olarak postural instabiliteyi azaltmaya ve hareketin genel kontrolünü artırmaya çalıştıkları için, temkinli bir yürüyüş paterni gösterirler. Proaktif yanıtlarda meydana gelen gecikme ve yürüyüş değişkenlerinin kalitesindeki azalma sonucunda postural kontrol kaybı gerçekleşir ve bu süreç düşme ile sonuçlanır (57). Literatürdeki çalışmalarda, genel olarak MS hastalarının yürüyüş hızlarının azaldığı, adım uzunluğunun

kısıldığı, destek yüzeyinin genişlediği ve çift destek periyodunun uzadığı gösterilmiştir (58-60). Yürüyüş disfonksiyonunun nedenleri karmaşık olmakla birlikte, temel olarak lokomotor sistemdeki problemlerin neden olduğu belirtilmektedir. Bu bağlamda kuvvet kaybı, denge bozukluğu, inkoordinasyon ve duyu bozukluklarının yürüyüş bozukluğu üzerinde büyük etkisi vardır. Ayrıca yürüyüş döngüsünde, bilişsel süreçlerin de çok önemli olduğu çalışmalarda vurgulanmıştır. Yürüme esnasında, aynı anda bilişsel görevlerin yerine getirilmesi yürüme performansını olumsuz yönde etkilemektedir. MS hastalarında ikili görev zorluğu, yürüyüş sırasında belirgin derecede göze çarpmaktadır (61).

E. Kranial Sinir Tutulumları

Optik Nörit

Optik sinir tutulumuna bağlı olarak tipik olarak subakut fazda ortaya çıkan, sıklıkla hızlı ilerleyen görme keskinliği kaybı, renk görmede problem (özellikle kırmızı), göz hareketlerinde ağrı ile ortaya çıkmaktadır (62).

Göz Hareketi Anormallikleri

Serebral, serebellar ve beyin sapı yapılarının etkilenimine bağlı olarak göz hareketlerinin koordinasyonunda problemler açığa çıkmaktadır. MS hastalarında en sık görülen bulgulardan biri, pürüzsüz göz takip hareketlerinin bozulmasıdır. Etkilenim yerine göre, farklı yönlerde nistagmus görülebilmektedir. İnternükleer oftalmopleji, dorsal pons/orta beyin içinde yer alan medial longitudinal fasikülün hasarı ve okulomotor ve abduktor kranial sinir çekirdeği arasındaki zayıf entegrasyon nedeniyle ortaya çıkar. Bunun sonucunda hastalarda diplopi görülmesinin yanı sıra, görüntülerin bulanıklaşması, zıplaması veya gölgelenmesi gibi problemler de görülmektedir (63).

Diğer Kranial Sinirlere Ait Bulgular

Trigeminal tutulum MS hastalarında oldukça yaygındır, genellikle trigeminal sinirin 2. ve 3. dalları içeren trigeminal nevralji tablosu olarak ortaya çıkmaktadır. Facial sinirin izole olarak etkilenimi ya da diğer semptomlar ile birlikte ortaya çıkan

alt ya da üst motor nöron bulgularının görüldüğü yüz felci tablosu meydana gelebilmektedir (64).

Vestibulokohlear sistem de sıklıkla MS ile ilişkilidir ve baş dönmeleri hastaların temel şikayetlerindendir. Beyin sapı ve serebellar lezyonlar, baş dönmelerine eşlik eden bulantı ve kusma olaylarının açığa çıkmasına sebep olabilmektedir (65).

F. Duyu Problemleri

Duyusal problemler, MS hastalarında en yaygın görülen semptomlardan biri olarak görülmekte ve hastalarda ortalama %80 oranında karşımıza çıkmaktadır (66). Proprioseptif bozukluk, duysal problemler arasında en sık görülenidir ve alt ekstremitelerde üst ekstremitelerden daha çok etkilenmektedir (50). MS hastalarında genellikle ayak bileği hareketinin kontrolünde bozukluk açığa çıkmaktadır. Bu problemin, temel olarak ayak bileği seviyesindeki sensorimotor bozukluk nedeniyle açığa çıktığı düşünülmektedir (52). Ancak, klinikte proprioseptif bozukluğun değerlendirilmesinde duyarlılık ve tekrarlanabilirlik açısından sorunlar olması nedeniyle, genellikle hafife alınmaktadır (67). Ayak bileği propriyosepsiyonunun ayakta durma sırasında vücudun sallanmasına %58-69 oranında katkıda bulunduğu tahmin edilmektedir (68). Ayak bileği eklem propriyosepsiyonu, ayakta durma sırasında vücut salınımına ilişkin en belirgin bilgiyi sağlamaktadır ve MS hastalarında önemli ölçüde bozulmuş bir duysal geribildirim sistemidir. Ek olarak, dış faktörlere karşı propriyoseptif olarak tetiklenen postural yanıtlar, MS hastalarında önemli ölçüde gecikir; bu nedenle somatosensoriyel geribildirim sistemi, uygun motor düzeltmeleri yapabilmek amacıyla beyne çok geç ulaşır (69). MS hastalarında proprioseptif problemler dışında, paresteziler de çok yaygın olarak görülmektedir ve sıklıkla duysal problemler içeren nökslerden sonra devam etmektedir. Ayrıca eşlik eden nöropati veya radikülopati bulguları da, hastalarda sıklıkla görülmektedir (63).

G. Ağrı

Multipl Skleroz (MS) ile ilişkili ağrı dört kategoride sınıflandırmıştır: sürekli merkezi nöropatik ağrı; aralıklı merkezi nöropatik ağrı (Lhermitte işareti, trigeminal nevralji, glossofaringeal nevralji); kas-iskelet ağrısı (yani, ağırlı tonik spazmlar,

spastisiteye ikincil ağrı, tekerlekli sandalyeye bağlı olmakla ilgili ağrı) ve karışık nöropatik ve nöropatik olmayan ağrı (baş ağrısı) (70). Solaro ve ark., yüz yüze yapılandırılmış bir görüşmeye dayalı olarak yaptıkları büyük bir epidemiyolojik çalışmada, MS hastalarının %43'ünün en az bir tür ağrı yaşadığını bildirmişlerdir (71). Yazarlar; merkezi nöropatik ağrının MS'de yaklaşık %50 prevalansla en yaygın ağrı sendromu olduğunu bildirmiştir. MS ağrısının, ağrı algılamasında rol oynayan bölgelerdeki demiyelinizan lezyonlara bağlı bir tür merkezi ağrı olduğu düşünülmektedir. Hastaların yaklaşık %40'ı, proksimalden daha sık distalde olmak üzere, genellikle alt ekstremiteleri içeren sabit bir yanma hissi tanımlamaktadır (71). Trigeminal nevralji, MS'te muhtemelen en yaygın olarak tanınan aralıklı merkezi nöropatik ağrı sendromudur. Prevalans %1.9 ile %6.3 arasında değişmektedir (71). Trigeminal nevralji, duyuşal trigeminal bölgede meydana gelen ve sıklıkla dış uyaranlarla tetiklenen paroksizmal, epizodik yüz ağrısı ile karakterizedir (72). MS'de en yaygın görülen bir diğer aralıklı merkezi nöropatik ağrı sendromu, boyun fleksiyonuyla beraber üst ekstremiteye yayılan karıncalanma, titreşim veya elektrik çarpması gibi ani ve kısa süreli olarak ortaya çıkan bir his olan Lhermitte belirtisidir (73).

H. Yorgunluk

Ezici bir fiziksel ve/veya zihinsel enerji eksikliği duygusu olarak tanımlanan yorgunluk, MS hastalarını yaklaşık olarak %80 oranında etkilemekte ve genellikle hastalığın en fazla özür yaratan bulgusu olarak tanımlanmaktadır. MS yorgunluğu temel olarak; kas zayıflığı ve günlük görevleri yerine getirmede yaşanan fiziksel yorgunluk ve düşünme, konsantrasyon ve hafızadaki zorluklarla karakterize olan bilişsel yorgunluk olarak iki başlık altında sınıflandırılmaktadır. MS hastalarında yorgunluğun altında yatan patofizyolojik mekanizmalar tam olarak açıklanamamakla birlikte, temel olarak derin gri madde bölgelerindeki yapısal anormallikler ele alınmaktadır (74).

İ. Sıcak İntoleransı

Multipl Skleroz (MS) hastalarında otonomik disfonksiyona bağlı olarak, termoregülasyon işlev bozukluğu açığa çıkmaktadır. Sıcak intoleransı, hastalarda en

sık görülen ve günlük yaşamlarını ciddi anlamda etkileyen bir problemdir. Hastalar, farklı sebeplerle artan ortam veya çekirdek vücut sıcaklığı nedeniyle nörolojik semptomlarda geçici kötüleşmeler yaşarlar. Semptomların kötüleşmesi; fiziksel aktivite (egzersiz), pasif sığağa maruz kalma (ısı stresi) ya da bu iki parametrenin kombinasyonu ile açığa çıkmaktadır. Hem fiziksel (yürüme, koşma, araba kullanma gibi), hem de bilişsel (hafıza, çoklu görev, işlem yapma) görevler; çekirdek vücut sıcaklığını artırarak semptomların kötüleşmesine neden olabilmektedir. Gün içinde sabahdan akşama kadar olan ısı değişimleri, MS hastalarının semptomlarında dalgalanmalara yol açmaktadır. Hastaların sıcak intoleransı nedeniyle en çok zorlandıkları semptomları, yorgunluktur. Yorgunluk şikâyeti, hastalarda vücut sıcaklığının artmasıyla ciddi oranda artış göstermektedir (75). MS hastalarında ısı artışı, yorgunluk şikayetinden sonra en çok spastisite şiddetinin artmasına sebep olarak, hastaların günlük yaşam aktivitelerinde zorlanmalarına neden olmaktadır (76).

J. Kognitif Disfonksiyon

Multipl Skleroz (MS) hastalarında bilişsel bozukluk prevalansı, %43-70 arasında değişmektedir. Hastalarda en çok bilgi işleme hızı, çalışma belleği ve epizodik bellek etkilenmektedir. Hastalar, bazı zamanlarda kelimeleri bulmakta zorluk yaşamaktadırlar. Çalışmalar, henüz fiziksel problemlerin açığa çıkmadığı hastalığın erken dönemlerinde bile, bilişsel problemlerin var olduğunu göstermektedir (77). MRG’de hastalık yükü fazla olan, özellikle gri cevher atrofisi gibi beyinde hacim kaybı fazla olan hastalarda, daha fazla bilişsel bozukluk açığa çıktığı gösterilmiştir (78).

K. Depresyon

Hastalarda yaşam boyu görülen depresyon sıklığı %25-50 arasında değişmektedir. Depresyonun doğrudan hastalığın patofizyolojik etkileri ile ilişkili olduğu gösterilmiştir. Major depresyon bulguları gösteren hastalarda, depresyon bulguları olmayan hastalara göre daha fazla T2 ağırlıklı lezyon hacmi ve daha az gri madde hacmine rastlanmıştır (79).

L. Mesane, Bağırsak Problemleri ve Cinsel Sorunlar

Mesane, barsak ve cinsel disfonksiyon prevalansı %50-80 arasındadır ve sağlıkla ilgili yaşam kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir (80).

M. Konuşma Bozuklukları

Hastaların yaklaşık olarak %40-50'sinde motor konuşma problemlerinin mevcut olduğu düşünülmektedir. Dizartri tipi, bireysel nörolojik profili yansıtacak şekilde değişir, ancak ataksik (serebellar) ve spastik (üst motor nöron) bileşenler en yaygın olanıdır (81). MS hastaları genellikle yaşam kalitelerini etkileyen dil güçlükleri tanımlamaktadırlar (82). MS'te dil becerilerinin kapsamlı değerlendirmesini yapan araştırmacılar; hastaların adlandırma, kelime tanımı, kelime akıcılığı, cümle tekrarı, sözlü açıklama, sözlü akıl yürütme gibi çeşitli dil ölçütlerindeki performanslarının sağlıklı bireylere oranla önemli ölçüde etkilendiğini bulmuşlardır (83).

2.7. Multipl Skleroz'da Spastisite

Spastisite, 1980 yılında Lance tarafından "Germe refleksinin aşırı uyarılabilirliğinden kaynaklanan abartılı tendon cevapları ile tonik germe refleksinde hıza bağlı bir artışla karakterize edilen bir motor bozukluk" şeklinde tanımlanmıştır (84). Süreç içerisinde spastisitenin tanımı değişerek, "kasların aralıklı veya sürekli istemsiz aktivasyonu olarak ortaya çıkan üst motor nöron lezyonundan kaynaklanan düzensiz sensori-motor kontrolü" olarak yeniden tanımlanmıştır (85). Bununla birlikte bu tanımların hiçbiri, MS hastaları için spastisitenin ne anlama geldiğini ve spastisitenin günlük yaşamları üzerindeki etkisini açıklamamaktadır. Rizzo ve ark., spastisiteyi MS hastaları düzeyinde ele alarak "Kasların olağandışı kasılması ile birlikte hissedilen kas sertliği, bacağın zıplaması, ayakta tekrarlı olarak gerçekleşen sıçrama hareketi, bacaklarda ve kollarda kas krampları" şeklinde tanımlamışlardır (86). Spastisite, MS hastalarında en sık görülen semptomlardan birisidir. MS hastalarına yönelik yapılan büyük ölçekli anketler sonucunda, hastaların %80'inden fazlası hastalık boyunca spastisite yaşadıklarını bildirmişlerdir. Spastisite şiddeti, hastaların %35'i ile %54'ü arasında orta veya yüksek şiddette olarak rapor edilmiştir.

Özellikle alt ekstremitelerde spastisite; sertlik hissi, spazmlar ve ağrı ile ilişkili bulunmuştur (87, 88). Hastalar, spastisitenin temel olarak yürüme, merdiven çıkma ve uyku becerilerini olumsuz yönde etkilediğini bildirmişlerdir (87). Ancak spastisite; yürüme, ayakta durma, transferler gibi farklı durumlarda hastalara yardımcı olarak fonksiyonun gerçekleşmesine katkıda bulunabilmektedir. Bu nedenle spastisite yönetimi planlanırken, hastanın fonksiyonel durumunun analizi çok önemlidir (89).

Multipl Skleroz'da (MS) spastisite yönetimi, kısmen beyin ve omuriliğin farklı yerlerinde açığa çıkan lezyonlar ve hastalığın ilerleyici doğası nedeniyle, inme ve spinal kord yaralanması gibi diğer nörolojik hastalıklardan daha zordur. Spastisite yönetimi planlanırken dikkat edilmesi gereken diğer bir husus, spastisitenin sadece merkezi sinir sistemi düzeyinde değil, periferdeki yapılarda da değişikliklere neden olduğunun unutulmamasıdır. Muskulotendinöz üniteye fizyolojik değişiklikler; sertlik, kontraktür, atrofi ve fibrozise yol açan gerilmeye karşı artan bir direnç ile sonuçlanır. Bu yumuşak doku değişiklikleri, normal ekstremit hareketini ve pozisyonunu etkiler ve bu durum spastisiteyi şiddetlendirebilir. Spastisitenin etkili değerlendirilmesi ve yönetimi, nöral girdilerin anormalliklerinin ve yumuşak dokuların fiziksel özelliklerinin de belirlenmesi ile mümkün olacaktır (90). Spastisitenin kötüleşmesiyle; hastaların semptomlarında artış, yaşam kalitesinde kötüleşme ve günlük yaşam aktivitelerinde problemler meydana gelir. Hastalarda görülen orta ve şiddetli düzeydeki spastisiteye toplumsal açıdan bakıldığında, sağlık ekonomisinde ciddi maliyetlere neden olduğu dikkat çekmektedir (91).

Spastisitenin tanımı ele alındığında; spastisiteyi değerlendirmenin en doğru yolu, nörofizyolojik yöntemler aracılığıyla özellikle kortikospinal uyarılabilirliği değerlendiren germe refleksinin kaydını değerlendirmektir. Ancak buna ek olarak mutlaka hastaların spastisite ile ilgili öznel algılarını değerlendiren ölçekler de kullanılmalıdır.

2.7.1. Spastisite Değerlendirme Yöntemleri

Spastisite değerlendirmesinin başlangıcında, öncelikle hastanın ayrıntılı olarak hikayesinin alınması çok önemlidir. Spastisite ile ilgili güncel semptomları ve şikayetleri, ne zaman başladığı, gün içerisindeki seyri, artıran ve azaltan etmenler,

kullandığı ilaçlar, aldığı tedaviler, enfeksiyon öyküsü, geçirdiği ameliyatlara veya diğer müdahaleler sorgulanmalıdır. MS hastalarında spastisiteyi artırdığı bilinen çeşitli faktörler bulunmaktadır. Egzersiz, çevre sıcaklığının yüksek olması gibi farklı sebeplerle vücut ısısının yükselmesi, enfeksiyonlar, şişkin mesane ve kolon, kırık, sıkı giysiler, psikolojik stres ve MS'in ilerlemesi gibi faktörler; spastisite şiddetini arttırmaktadır. Bu faktörler, çoğu zaman hastalar tarafından doğrudan ifade edilmeyebilir, bu nedenle doktorların bu faktörleri ayrıntılı bir şekilde sorgulaması gerekmektedir (92, 93).

Spastisite değerlendirilirken; günün saatine, hastanın pozisyonuna, postural desteğin varlığına göre değişkenlik göstereceği unutulmamalıdır. Bu nedenle, klinisyenlerin değerlendirme sırasında gördükleri tablo, hastanın günlük yaşamında yaşadığı zorlukları tam olarak yansıtamayabilmektedir. Bu nedenle hastaların günlük yaşamını anlayabilmek için, transferler, denge ve yürüme becerileri, kişisel bakım aktiviteleri de incelenerek fonksiyonel durum mutlaka değerlendirilmelidir (90).

A. Klinik Tabanlı Spastisite Ölçekleri

a) Ashworth/Modifiye Ashworth Ölçeği

Ashworth Ölçeği (AS) ve Modifiye Ashworth Ölçeği (MAS), klinikte en sık kullanılan spastisite değerlendirme yöntemleridir. Bu ölçekler, spastisiteyi normal ve artmış kas tonusu olarak tanımlar. Her ikisi de 0-4 arasında puanlanır. İki ölçek arasındaki fark, MAS'ın 1 ve 2 puan arasında 1⁺ ek puanına sahip olmasıdır. Değerlendiren kişi, tonus artışı beklenen kasın hareketinin tersi yönünde hızlı bir hareket gerçekleştirir ve bu sırada hissedilen dirence göre spastisite şiddeti puanlanır. Değerlendirmeler sırtüstü yatış pozisyonunda yapılır (94). MS hastalarında psikometrik özellikleri açısından iyi bir iç tutarlılık ve test-tekrar test güvenilirliği göstermiştir (95).

Tablo 2.2. Modifiye ashworth ölçeği

Skor	
0	Tonus artışı yok
1	Hafifçe artmış kas tonusu,hareketin sonunda minimal direnç
1⁺	Hafifçe artmış kas tonusu, hareketin son yarısına yakın kısmında minimal direnç
2	Kas tonusunda eklem hareketinin tamamına yakın kısmında kolayca hissedilebilen artış, etkilenen ekstremitte hareketi kolay
3	Önemli derecede artmış kas tonusu,zorlaşmış pasif hareket Etkilenmiş ekstremitenin fleksiyon veya ekstansiyon pozisyonunda sabitleşmesi
4	Etkilenmiş ekstremitenin fleksiyon veya ekstansiyon pozisyonunda sabitleşmesi

b) Tardieu Ölçeği/Modifiye Tardieu Ölçeği

Tardieu Skalası (TÖ) ve çeşitli modifikasyonları (MTÖ), farklı hızlarda gerçekleşen gerilmeye kasın tepkisini değerlendirir ve hem yavaş, hem de hızlı olarak yapılan pasif harekete karşı direnci dikkate alır. Alt ekstremitelerde spastisiteyi test etmek için sırtüstü pozisyonunda değerlendirme yapılır. Her eklem pasif olarak üç farklı hızda hareket ettirilir: V1=olabildiğince yavaş, V2=ekstremitenin yerçekimine karşı var olan hızı ve V3=ekstremitayı olabildiğince hızlı hareket ettirme. Spastisite, bu harekete karşı meydana gelen direncin kalitesine ve bu direncin meydana geldiği açıya göre derecelendirilir. Direnç kalitesi 0-4 aralığında (veya kullanılan versiyona bağlı olarak 0-5 aralığında) puanlanır (96). TÖ/MTÖ çoğunlukla SP'li çocuklarda spastisitenin derecelendirilmesi için kullanılır. Yetişkinlerde nadiren kullanılmasına rağmen inmeli kişilerde valide edilmiştir. MS hastalarında çok az çalışma yapılmış olmasına rağmen, özellikle alt ekstremitte kaslarının değerlendirilmesinde güvenilir bulunmuştur (97).

Tablo 2.3. Tardieu skalası

Hızlar	
V1	Olabildiğince yavaş, ekstremit segmentinin yerçekimi etkisiyle doğal düşüşünden daha yavaş hızda
V2	Ekstremit segmentinin, yerçekimi etkisi ile doğal düşüş hızında
V3	Olabildiğince hızlı, ekstremit segmentinin yerçekimi etkisiyle doğal düşüşünden daha hızlı
Skor	
0	Pasif hareket boyunca hiç direnç yok
1	Pasif hareket boyunca minimal direnç, belli açıda yakalama hissi yok
2	Belli açıda yakalama hissi, sonra gevşeme
3	10 saniyeden az süren ve belli açıda ortaya çıkan klonus
4	10 saniyeden uzun süren ve belli açıda ortaya çıkan kuvvetli klonus
5	Eklem hareket ettirilemez

B. Hasta Tarafından Bildirilen Spastisite Ölçümleri

a) Spastisite Sayısal Değerlendirme Ölçeği

Sayısal Değerlendirme Ölçeği, aslında ağrı değerlendirmesinde standart bir değerlendirme aracı olarak kullanılmaktadır. Sonrasında, MS spastisitesinin değerlendirmesinde hastaların bakış açısını değerlendirmek amacıyla kullanılmıştır. İyi kurulmuş bir standart ağrı değerlendirme aracı olan Sayısal Derecelendirme Ölçeği, önceki 24 saat boyunca ortalama spastisite seviyesinin hastanın kendi kendini değerlendirmesi esasına dayanan, güvenilir, geçerli ve basitleştirilmiş bir ölçektir (0=spastisite yok; 10=en şiddetli spastisite) (98).

b) Multipl Skleroz Spastisite Ölçeği-88

Multipl Skleroz Spastisite Ölçeği-88 (MSSS-88), MS hastalarının spastisite konusundaki deneyimlerini anlamak ve MS spastisitesinin günlük yaşam aktiviteleri ve fonksiyonel aktiviteler üzerindeki etkilerini algılamak amacıyla geliştirilmiş bir ölçektir. Bu ölçek, “Spastisitenin sonucu olarak, son iki haftada ne kadar rahatsız oldunuz?” sorusu ile başlayan 88 sorudan oluşan bir öz bildirim anketidir. Her soru

“1: hiç rahatsız etmez”, “4: son derece rahatsız edicidir” puanları arasında cevaplanır. Hasta, herhangi bir semptomdan rahatsız olmuyorsa toplam puan 88, tarif edilen tüm semptomlardan aşırı derecede rahatsız oluyorsa toplam puan 352 olur. Semptomlar klinik olarak ilgili alanlarda sekiz alt ölçeğe ayrılmıştır: spastisiteye özgü semptomlar (kas sertliği, ağrı-rahatsızlık ve kas spazmları), fiziksel işlevsellik (günlük yaşam, yürüyüş ve vücut hareketlerinin faaliyetleri), duygusal sağlık ve sosyal işlevsellik. MSSS-88; güvenilir ve geçerli bir derecelendirme ölçeği olarak kabul edilir, ancak öğelerin sayısı düşünüldüğünde, ölçeğin tamamlanması uzun sürmektedir (99).

C. Cihaz ile Yapılan Spastisite Değerlendirmeleri

Bir alet ya da cihaz yardımıyla gerçekleştirilen spastisite değerlendirme yöntemleridir. Bu yöntemler, spastisite değerlendirmesinin objektifliğini, güvenilirliğini ve geçerliliğini artırmak amacıyla kullanılmaktadır. Elektrofizyolojik değerlendirme, ultrasonografik değerlendirme yöntemleri, myotonometrik değerlendirme gibi yöntemler objektif yöntemler olmakla birlikte; ekipmanlara erişim, bu testleri yapmak ve yorumlamak için ihtiyaç duyulan uzman kişilere ulaşım gibi zorluklar nedeniyle klinik ortamda kullanımları kısıtlı olmaktadır (100).

a) Elektrofizyolojik Değerlendirme

Spastisite değerlendirmesinde, refleks uyarılabilirliği, elektrofizyolojik yöntemler ile değerlendirilir. Refleks yolu güvenilir bir şekilde incelemek için basit, invaziv olmayan bir yöntemdir (101). Klinik testlerin kullanımına ek olarak, Hofmann’ın refleksi veya H-refleksi, MS hastalarındaki spastisiteyi değerlendirmek için kullanılmaktadır. H-refleksi, alfa motor nöron uyarılabilirliğinin göstergesi olduğuna inanılan periferik sinirin elektriksel uyarılmasından sonra kaslarda var olan eşik spinal refleks reaksiyonunu ölçer. Hmax/Mmax oranı ve latansı, H refleksinin geleneksel göstergeleridir ve kas spastisitesini objektif olarak incelemek için kullanılır. Kas spastisitesi olan hastalarda H-refleks latansı genellikle azalır ve Hmax/Mmax oranı artar (102). Bu yaklaşım, germe refleksinin güvenilir ve hassas bir ölçümü olarak çalışmalarda kullanılmakla birlikte, maksimum dalga formlarının tahmininde hatalar açığa çıkabilmektedir. Tek bir kastaki germe refleksini

ölçmektedir, bu nedenle klinik değerlendirmeler ile ilişkisinin az olduğu gösterilmiştir (100).

b) Ultrasonografik Değerlendirme

Spastisite nöral kökenli bir problem olmasına rağmen, zaman içerisinde spastik kasın kas gücünün azalması, eklem hareket açıklığının azalması, eklem sertliğinin artması gibi non-nöral problemler açığa çıkmaktadır (103). Motor kontrolün bozulmasına ek olarak, spastik kaslarda görülen bu mimari ve yapısal değişiklikler, hastaların motor performanslarını ciddi oranda etkilemektedir. Bu değişiklikler konusunda bilgi sahibi olmak, tanı koyma ve rehabilitasyon sürecini planlamakta oldukça önemlidir (104). Spastisitesi olan hastaların yaşam kalitesinin iyileştirilmesi, spastisiteye ikincil olarak ortaya çıkan kasın iç yapısındaki değişikliklerle ilgili yeni bir anlayışının oluşturulmasına ve bu değişiklikleri önlemek veya tersine çevirmek için rasyonel müdahalelerin geliştirilmesine bağlıdır (105). Eklem seviyesinde meydana gelen değişiklikleri anlamamanın en iyi yolu, kaslar ve tendonlar gibi yapıların mimari ve mekanik özelliklerini incelemektedir (106).

Ultrasonografi bu amaçla nörolojik bozukluklarda spastik kasların kas boyutunu (kas göbeği uzunluğu ve hacmi), mimari özelliklerini (kalınlık, kesit alanı, fasikül uzunluğu ve pennasyon açısı) ve ayrıca spastik kasların farklı özelliklerini (örneğin sertlik) tespit etmek amacıyla kullanılmaktadır (107, 108).

Literatürde nörolojik hastalıklarda spastik kas mimarisini inceleyen çalışmalar bulunmaktadır. Lif uzunluğu, iskelet kasının fonksiyonel olarak en önemli özelliğidir. Spastisiteye sekonder olarak ortaya çıkan kas kontraktürlerinin kas lifi uzunluğunda azalmaya ve dolayısıyla kas lifi içindeki seri sarkomer sayısındaki azalmaya bağlı olduğu gösterilmiştir (109).

Gastroknemius kas mimarisindeki farklılıklar, SP'li çocuklarda da incelenmiş ve gastroknemius kasının fasikül uzunluğunun sağlıklı çocukların gastroknemius kasından önemli ölçüde kısa olduğu bulunmuştur (110). İnme hastalarında yapılan bir çalışmada da, benzer şekilde sağlıklı kontrollere göre gastroknemius kasında fasikül uzunluğunda azalma, bunun yanı sıra fasikül sertliğinde artış bulunmuştur (111).

İnme sonrasında brakialis kasının mimari özelliklerini inceleyen araştırmacılar, hastalarda etkilenen taraftaki brakialis kaslarının etkilenmeyen tarafa göre pennasyon açısında artış ve fasikül uzunluğunda azalma bulmuşlardır (112). On beş inme hastasının ve 15 sağlıklı bireyin dahil edildiği başka bir çalışmada, ultrasonografi ile bireylerin medial gastroknemius kasları değerlendirilmiştir. Etkilenen tarafın sağlam tarafa ve sağlıklı bireylere göre, fasikül uzunluğunda kısalma ve kas kalınlığında azalma bulunmuştur (113). SP'li çocukların ve adölesanların rektus femoris ve vastus lateralis kaslarının mimari özelliklerinin aynı yaşlardaki sağlıklı bireylerle karşılaştırıldığı bir çalışmada, rektus femoris ve vastus lateralis kaslarının kas kalınlığının %30 oranında daha düşük olduğu ve rektus femoris kası fasikül uzunluğunun %27 oranında daha kısa olduğu bulunmuştur (114).

c) Myotonometrik Değerlendirme

Spastik kasın objektif bir şekilde değerlendirilmesini sağlayan yöntemlerden bir diğeri, geçerlilik ve güvenilirliği gösterilmiş olan myotonometrik değerlendirme yöntemidir. Bu yöntemde kasın tonus, sertlik ve elastisiteden oluşan viskoelastik özellikleri değerlendirilmektedir (115).

Elde tutulan bir myotonometre yardımıyla, kas özelliklerinin kantitatif ve objektif değerlendirmelerini sağlayan bu yöntem, ağrısız ve invazif olmayan bir yöntemdir. Myotonometre ile ölçülen iskelet kasının mekanik karakterizasyonu, kas fonksiyonuna yeni bakış açıları sağlayabilmekte ve kaslarda meydana gelen patolojik süreçlerin aşamalarını teşhis etmede yardımcı olabilmektedir (116). Myoton-3'ün duyarlılığı, tedavi rehberliği ve değerlendirmesinin temeli olarak müdahalelerden sonra önemli bir sonuç ölçüsüdür. Uygulanan müdahalelerden sonra myotonometrik ölçümlerin değişimi sayısal veriler aracılığıyla hesaplanabilir, kas parametrelerinin zaman içindeki değişikliklerinin istenen yönde olup olmadığına dair tahminler için bir temel sağlar ve böylece rehabilitasyon süreçlerinin ayarlanmasına izin verir (117).

Myotonometri ile geleneksel kas tonusu ölçümleri arasındaki temel farklar; tonus, elastikiyet ve sertliği aynı anda ölçebilmesi, test cihazının uygulayan kişinin gücünden etkilenmemesi ve küçük değişiklikleri tespit etmede daha duyarlı olmasıdır (118, 119).

2.7.2. Spastisitede Fizyoterapi ve Rehabilitasyon

Multipl Skleroz (MS) hastalarında spastisite yönetimi, rehabilitasyonun en temel parametrelerinden birisidir. Spastisite yönetiminde temel amaçlar şunlardır:

- Semptomları hafifletme (örn. ağrıyı azaltmak, uyku bozuklukları ve buna bağlı rahatsızlıklar, kas spazmları, tendon ağrıları, postural etkiler)
- Ekstremiteler kullanımı becerilerinin geliştirilerek, fonksiyonel seviyenin artırılması
- Fonksiyonel seviyenin artmasıyla birlikte hastanın ve hastaya bakan kişilerin yaşam kalitesinin artırılması (94).

Hastalarda spastisite en temel şikayetlerden biri olmasına rağmen, literatürde spastisite yönetimi ile ilgili kanıta dayalı çalışmalar ile ilgili eksiklikler bulunmaktadır. Spastisite yönetiminde daha etkili tedavilere ihtiyaç duyulmakta, var olan tedavi yöntemlerinin de kanıta dayalı çalışmalar ile desteklenmesi gerekmektedir (120).

Spastisite yönetim stratejileri planlanırken, başlangıçta tedavi amaçlarının ve kabul edilebilir sonuçların belirlenmesi çok önemlidir. Zaman, planlanan tedavi seçeneğinin başarıya ulaşmasını kısıtlayabilir. Aynı zamanda, hastanın sosyoekonomik durumu da tedavi stratejilerinin belirlenmesinde oldukça önemlidir. Spastisite gün, hafta, ay ve yıllar boyunca dinamik olarak devam eden bir süreçtir. Başarılı bir yönetim için, MS hastalarının değişen ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde iyi bir takip süreci ve ince ayarlamalar gerekmektedir (90).

Literatür incelendiğinde; MS hastalarında spastisite yönetim yöntemlerini inceleyen meta-analiz ve derlemeler bulunmaktadır. Amatya ve ark. yaptığı derlemede, 9 çalışma ele alınmıştır. Çalışma, farklı fiziksel aktivite programlarını, tekrarlı manyetik stimülasyon tekniklerini, elektromanyetik terapi yaklaşımlarını, TENS ve tüm vücut vibrasyonun uygulamalarını incelemiştir. Sonuç olarak; fiziksel aktivite programlarının tek başına ya da diğer farmakolojik ve nonfarmakolojik yöntemlerle birlikte spastisite yönetiminde düşük kanıt düzeyine sahip olduğu gösterilmiştir. Ayrıca tekrarlı manyetik stimülasyon yöntemlerinin destekleyici egzersiz tedavisi ile birlikte ya da tek başına düşük kanıt düzeyine sahip oldukları bulunmuştur (121). Başka bir derlemede, egzersiz tedavisinin özellikle robotik yürüyüş tedavisi ve ayaktan alınan fizik tedavi programları şeklinde uygulandığında,

en yüksek düzeyde kanıt düzeylerine ulaştığı gösterilmiştir (122). Çalışmaların ortak olarak belirttiği nokta; MS hastalarında spastisite tedavisi üzerine birçok çalışma yapıldığı, ancak bu çalışmalarda kullanılan yöntemlerin kanıt düzeylerinin oldukça düşük olduğu yönündedir. Spastisite yönetiminde kullanılan kanıt düzeyi araştırılan yöntemler şunlardır:

A. Egzersiz Tedavileri

Egzersiz tedavileri, ayaktan alınan ve yatarak alınan egzersiz programları olarak ayrılmıştır. Ayaktan alınan egzersizler, aktif ve pasif germeler, kuvvet, stabilite, denge, koordinasyon, endurans, yürüyüş ve mobilizasyon egzersizleri ve aquatik egzersizleri içermektedir. Ayaktan alınan egzersizlerin, kas tonusunda ve hastaların spastisite öz bildirim sonuçlarında anlamlı iyileşme gösterdiği bulunmuştur (6, 7, 123-128).

Yatarak alınan egzersizler ise; çok disiplinli merkezlerde gerçekleştirilen yatan hasta rehabilitasyonu ve hastalara verilen öneriler sonucunda evde yapılan egzersizleri kapsamaktadır. Bu egzersizlerin MS hastalarında spastisite üzerine olumlu bir etkisi olmamıştır (129, 130).

Egzersiz tedavisi farklı yaklaşımlarla bir arada kullanılarak, spastisite yönetimi konusunda çalışmalar yapılmıştır. Bir çalışmada, botulinum toksin uygulamasına ek olarak uygulanan fizyoterapi müdahalesinin spastisiteyi azaltma etkisini artırıp artırmayacağı araştırılmıştır. Kontrol grubuna sadece botoks uygulaması yapılırken, tedavi grubuna 15 gün boyunca ek olarak fizyoterapi uygulaması yapılmıştır. Sonuç olarak; MAS skoru ile ölçülen spastisitede tedavi grubunda anlamlı azalma ve gruplar arasında anlamlı fark bulunmuştur (125).

Fizyoterapi yaklaşımları; TENS, kuvvetlendirme egzersizleri, germe egzersizleri, statik pozisyonlama, ortezler, nörogelişimsel yaklaşımlar, hidroterapi, cryoterapi, vibrasyon uygulamaları, sürekli pasif hareket robotları, biofeedback elektromyografi, psikolojik ve eğitimsel müdahaleler gibi yöntemlerden ve eklem mobilizasyonlarından oluşmaktadır (121).

B. Robot Destekli Çalışmalar

Multipl Skleroz (MS) hastalarında spastisite yönetiminde robot destekli egzersiz programlarını inceleyen araştırmalarda, hastaların spastisite algı düzeylerinde, ayak bileği eklem hareket açıklığı ve MAS sonuçlarında anlamlı iyileşmeler olduğu rapor edilmiştir (129, 131-133).

C. Transkraniyal Manyetik Stimülasyon Yöntemleri

Transkraniyal manyetik stimülasyon, motor alanın kortikal uyarılabilirliğini modüle etmek için kullanılabilen, spinal devrelerin uyarılabilirliği üzerinde etkilere neden olan, invazif olmayan bir araçtır. H refleksi, germe refleksinin güvenilir bir elektrofizyolojik ölçüsüdür ve önceki çalışmalarda motor korteksin rTMS'sinin spinal devreler üzerindeki etkilerini test etmek için kullanılmıştır. Bu bilgilere dayanarak, sağlıklı bireylerde yapılan fizyolojik çalışmalar, motor korteksin rTMS'sinin kortikospinal yol uyarılabilirliğini artırarak ve H refleksi genliğini azaltarak, spastisitenin yönetiminde faydalı olabileceğini göstermiştir. Bir çalışmada, spastik alt ekstremitte kortikal motor alanı üzerinden 5 Hz rTMS 2 hafta boyunca art arda beş gün boyunca günde bir kez uygulandığında, MS hastalarında spastisiteye olumlu yönde katkıları olduğu H/M oranı ve MAS ile gösterilmiştir (134). Başka bir çalışmada, 20 MS hastası iki gruba ayrılarak iki hafta boyunca bir gruba gerçek iTBS, diğer gruba sahte iTBS uygulanmıştır. Stimülasyondan 1 hafta sonra H/M amplitüd oranında ve MAS skorlarında önemli bir azalma gösterilmiş ve stimülasyon protokolünün bitiminden sonra 2 haftaya kadar da devam etmiştir. Sonuç olarak bu bulgular; güvenli, invazif olmayan, iyi tolere edilen ve uygulanabilir bir protokol olan iTBS'nin MS'de spastisite tedavisi için umut verici bir araç olduğu şeklinde yorumlanmıştır (135). Çalışmaların kalitesi incelendiğinde, transkraniyal manyetik stimülasyon yöntemlerinin kanıt düzeyinin düşük olduğu vurgulanmıştır (121).

D. Transkutanöz Elektriksel Sinir Stimülasyonu

Transkutanöz elektriksel sinir stimülasyonu (TENS), ciltteki geniş çaplı mekanosensitif sinir liflerini uyarır ve yaygın olarak ağrı kontrolünde kullanılan non-invaziv bir tedavidir (136). Birçok çalışmada, MS hastalarında TENS uygulamasının

spastisiteyi azalttığı gösterilmiştir. Armutlu ve ark.'larının yaptıkları çalışmada, dört hafta boyunca günde 20 dakika ayak bileği plantar fleksör dermatomuna TENS uygulaması (100 Hz, 0.3 ms) yapılmıştır. Sonuç olarak, dört hafta sonunda spastisitede istatistiksel olarak anlamlı bir azalma olduğu bulunmuştur (137). TENS'in MS hastalarında spastisite üzerindeki etkinliğini değerlendiren başka bir çalışmada; iki hafta boyunca bir gruba günde 60 dakika, diğer gruba günde 8 saat TENS uygulaması (100 Hz ve 0.125 ms darbe genişliği) yapılmıştır. Günde 60 dakika veya sekiz saat uygulanan TENS sonucunda Global Spastisite Skoru'nda istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Kas spazmında ve ağrı sonuçlarında sekiz saatlik uygulama süresinin etkili olduğu bulunmuştur (138). Çalışmalarda, TENS'in spastisiteyi azalttığı gösterilmiş olmasına rağmen; çalışmaların kör olmaması, küçük örneklem büyüklüğü, kısa süreli takip, kontrol grubunun olmaması gibi nedenlerle kanıt düzeyinin düşük olduğu ve MS'te spastisite tedavisinde önerilemeyeceği gösterilmiştir (139).

2.7.3. Lokal Vibrasyon

Lokal vibrasyon (LV); mekanik bir cihaz kullanılarak belirli bir kasa veya tendonuna titreşim uyarını göndererek kası uyarmayı hedefleyen bir fizyoterapi uygulamasıdır. LV, nörorehabilitasyon alanında spastisiteyi azaltmak, kas kasılmasını fasilite etmek, proprioseptif sistemi uyarmak ve sensorimotor organizasyonu restore etmek amaçlarıyla kullanılmaktadır (5).

Lokal vibrasyonun (LV) spastisiteyi azaltma etkisinin altında yatan mekanizma, literatürde farklı şekillerde açıklanmaktadır. Literatürdeki birçok çalışma, LV uygulamasının spastik kaslarda H refleksi inhibisyonu gerçekleştirerek spastisiteyi azalttığını göstermiştir (140). Vibrasyon sırasında H refleksinin azalması, aktivasyon sonrası gerçekleşen depresyon ve dendritik depolarizasyon mekanizması ile açıklanmaktadır (141). Sağlıklı bireylerde de gastrocnemius kasına farklı frekans ve amplitüdlerde (40,80,120 Hz, 0.1,0.3,0.5 mm) LV verildiğinde, 80 Hz'lik uygulama sonucunda Hmax değerindeki düşüşün diğer uygulamalara göre, daha fazla olduğu bulunmuştur. Ancak terapatik ve fonksiyon üzerine etkilerinin daha detaylı araştırılması gerektiği vurgulanmıştır (142). Spinal kord yaralanmalı hastalarda rectus femoris kasına 10 dk boyunca uygulanan 50 Hz frekansındaki LV

uygulaması sonucunda, MAS şiddetinde ve Hmax/Mmax oranında azalma bulunmuştur (143).

Lokal vibrasyon (LV), ayrıca temel nörofizyolojik mekanizmalardan olan resiprokal inhibisyon amacıyla da kullanılmaktadır. Spastik kasın antagonist kasına uygulanan LV sonucunda, antagonist kasın motor uyarılabilirliği artmakta, spastik kasın motor uyarılabilirliği azalmaktadır (144). Hemiplejik hastalarda üst ekstremitte fleksör antagonisti olan triseps braki kasına uygulanan 100 Hz frekansında 2 mm genişliğindeki LV sonucunda, biceps braki kasında spastisitenin azaldığı MAS sonuç ölçümü ile gösterilmiştir (145).

Vibrasyon muskulotendinöz bir yapıya uygulandığında, tonik vibrasyon refleksi adı verilen kas kasılması ile sonuçlanır (146). Tonik vibrasyon refleksi, birçok farklı faktöre bağlıdır. Vibrasyon frekansı ana faktördür. Düşük frekansların (20-50 Hz) kasın gevşemesini sağladığı, 80-120 Hz arasındaki frekansların tonik vibrasyon refleksini açığa çıkardığı gösterilmiştir (147).

Lokal kas vibrasyonu, bir kas tendon ünitesine uygulandığında kas içciklerini aktive ederek Ia afferent deşarjları üretir (3). Bu şekilde kolaylaştırılan Ia duyusal girdileri, intrakortikal inhibisyonu yöneterek ve primer motor kortekse duyusal girişleri aktive ederek kortikospinal yolun uyarılabilirliğini değiştirebildiği belirtilmektedir (4). Bir çalışmada, kronik inme hastalarında fleksör karpi radialis ve biceps braki kaslarına uygulanan LV'nin, transkraniyal manyetik stimülasyon yöntemi ile uzun süreli değişiklikleri sağlayıp sağlayamayacağı incelenmiştir. Hastalar, sadece LV ve LV+fizik tedavi gruplarına ayrılmışlardır. Müdahaleden önce, müdahale bitiminden 1 saat sonra, 1 hafta sonra ve 2 hafta sonra TMS ile kasların dinlenme motor eşiği, harita alanı, harita hacmi, kısa aralıklı intrakortikal inhibisyon ve intrakortikal kolaylaştırma parametreleri değerlendirilmiştir. Öncesi-sonrası analizde, dinlenme motor eşiğinde azalma ve tüm kasların harita hacimlerinde artışla birlikte, sadece LV+fizik tedavi grubunda motor harita alanlarında artış gözlenmiştir. Gözlenen değişiklikler, tedavi bitiminden en az 2 hafta boyunca devam etmiş ve spastisitedeki azalma ve motor fonksiyondaki artışla paralel seyretmiştir. Sonuçlar; LV'nin hafif ve orta şiddetteki inme hastalarının nörorehabilitasyonunda farmakolojik olmayan bir müdahale olarak kullanılabileceği şeklinde yorumlanmıştır (148).

İnmeli hastalarda üst ekstremitte spastik kaslarına uygulanan LV'nin etkinliğini araştıran bir çalışmada, 5 dakika boyunca 91 Hz ve 1.0 mm amplitüde uygulama yapılmıştır. Müdahaleden hemen önce, hemen sonra ve 30 dakika sonra MAS skorları ve F dalgası parametreleri kaydedilmiştir. Sonuç olarak; LV müdahalesinden hemen sonra ve 30 dakika sonra parametrelerde anlamlı değişimler elde edilmiştir. LV'nin üst ekstremitte spastik gruba uygulanmasının anti-spastik etkiye sahip olduğu vurgulanmıştır (149).

Kronik inme hastalarında tekrarlı fokal kas vibrasyonunun üst ekstremitte motor fonksiyonları üzerine etkisini araştıran bir çalışmada, pectoralis minor, biceps braki ve fleksör karpi kaslarına 10'ar dakika 100 Hz'lik frekansta ardışık 3 gün boyunca uygulama yapılmıştır. Sonuç olarak, spastisite şiddetinde azalma ve motor fonksiyon becerilerinde artış bulunmuştur (150).

Literatürde MS hastalarında LV uygulamasının spastisite inhibisyonu amacıyla kullanıldığı kısıtlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan ilki; 4 hafta, haftada 3 gün olmak üzere 1. gruba LV, 2. gruba botoks+LV ve 3. gruba da sadece botoks uygulanmıştır. LV uygulaması 120 Hz'lik frekansta 30 dk boyunca rektus femoris, medial gastroknemius ve lateral gastroknemius kaslarına uygulanmıştır. Tedavinin sonucunda LV uygulamasının tek başına ve botoks uygulaması ile beraber, spastisiteyi azalttığı ve yorgunluk semptomlarını iyileştirdiği bulunmuştur. Bu çalışmada, MS hastalarında LV uygulaması ilk defa spastisite inhibisyonu amacıyla kullanılmış ve sonuç olarak tüm vücut vibrasyonu uygulamalarına göre, LV'nin kaslara özgü olarak uygulandığı ve spastisite tedavisinde katkıda bulunduğu vurgulanmıştır. Çalışmada; sadece spastisitenin değerlendirilmesi ve spastisitedeki iyileşmenin işlevsellikte bir kazanç elde etmediğinin araştırılmaması, limitasyon olarak ele alınmıştır (6). İkinci çalışmada, 20 MS hastası vibrasyon grubu ve sham grubu olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Vibrasyon grubuna günde 1 saat, haftada 5 gün, 3 hafta boyunca yedinci servikal vertebra ve triseps surae kasının tendonuna iki taraflı olacak şekilde uygulama yapılmıştır. Uygulama şekli ilk seansta hastaya öğretilmiş ve sonraki seanslarda evde uygulama yapması istenmiştir. Çalışmanın sonucunda, vibrasyonun yürüyüş parametrelerinde iyileşme sağladığı bulunmuştur (7). Diğer çalışmada, alt ekstremitte spastisitesi şiddetli olan 14 sekonder progresif MS hastasına, ard arda 3

gün quadriceps kasları ve lomber paraspinal kaslara 100 Hz'lik LV uygulaması yapılmıştır. Sonuç olarak; yürüyüşün spatiotemporal parametrelerinde iyileşmenin yanısıra, ağrı şikayetlerinin azaldığı ve yaşam kalitesinin arttığı bulunmuştur. LV'nin; güvenli, tolere edilebilir, tekrarlanabilir, kullanımı kolay bir yaklaşım olduğu ve MS hastalarında özellikle alt ekstremitelerde spastisite yönetiminde rehabilitasyona dahil edilmesinin avantajlı olacağı vurgulanmıştır (8). MS hastalarında yapılan bu çalışmalarda; tedavi süresinin kısa olması, LV uygulamasının evde hasta tarafından yapılması, egzersiz uygulaması yapılmadan sadece LV uygulamasının birkaç seans uygulanması, hasta sayısının az olması gibi metodolojik kısıtlılıklar olduğu görülmektedir. Ayrıca çalışmalarda spastisitenin sadece MAS ile değerlendirildiği ve kasın iç yapısındaki değişikliklerin objektif bir şekilde ele alınmadığı dikkati çekmiştir.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde LV uygulamasının 50-120 Hz frekansında ve 0.01-1 mm genlikte uygulandığında spastisite inhibisyonu için etkili olduğu gösterilmekle birlikte, hangi frekansın daha etkili olduğu konusunda henüz bir fikir birliğine varılamamıştır (9).

Sonuç olarak çalışmamızın primer amacı, MS hastalarında bireye özgü fizyoterapi programına ek olarak spastik gastroknemius kasına uygulanan 50 ve 100 Hz frekanslarındaki LV uygulamalarının spastisite şiddeti, propriosepsiyon, kasın mimari ve viskoelastik özellikleri, denge ve yürüyüş üzerine olan etkilerini karşılaştırmalı olarak araştırmaktır. Çalışmamızın sekonder amacı ise, farklı frekanslarda uygulanan LV uygulamasının etkinliğini literatürde ilk kez kas ultrasonu kullanılarak objektif bir yöntemle ortaya koymaktır.

3. BİREYLER VE YÖNTEM

3.1. Bireyler

Multipl Skleroz (MS) hastalarında spastik gastroknemius kasına farklı frekanslarda uygulanan LV'nin etkinliğini araştırmak amacıyla tek kör, randomize kontrollü olarak planlanan bu çalışma; Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi ve Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı'nda gerçekleştirildi. Çalışmaya başlamadan önce, Hacettepe Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan gerekli izin ve onay alındı (Kayıt numarası: KA-19018)

Çalışma için nöroloji uzmanı tarafından MS tanısı konmuş 50 hasta ile görüşüldü. 33 hasta dahil edilme kriterlerini karşıladı. Üç hasta COVID-19 pandemisinin başlaması sonrasında, çalışmadan ayrıldı. Bir hasta MS atağı geçirdiği için, çalışmadan ayrılmak zorunda kaldı. Bir hasta, herhangi bir sebep göstermeden çalışmadan ayrıldı. Bir hasta ise, ayak bileği burkulması sonrası çalışmadan ayrılmak zorunda kaldı. Sonuç olarak, çalışma 27 hasta ile tamamlandı (Şekil 3.1.).

Dahil edilme kriterleri:

- McDonald kriterlerine göre bir nörolog tarafından MS tanısı konulan,
- 18 yaşından büyük olan,
- EDSS $\leq$ 5,5 (bağımsız yürüyebilen)
- Her iki taraf gastroknemius kasındaki spastisitesi MAS'a göre 1, 1+, 2 olan,
- Mini Mental Durum Testi puanı 24 ve üzeri olan hastalar çalışmaya dahil edildi.

Dahil edilmeme kriterleri:

- Son 6 ay içerisinde spastisiteye yönelik cerrahi ya da botoks uygulaması yapılan,
- Hastaların bağımsız yürümesini ve bağımsız ayakta durmasını etkileyebilecek MS dışında nörolojik bir hastalığı olan ya da alt ekstremit eklemlerinde ağrısı olan ve son 6 ay içerisinde alt ekstremitelerde kırık öyküsü olan,

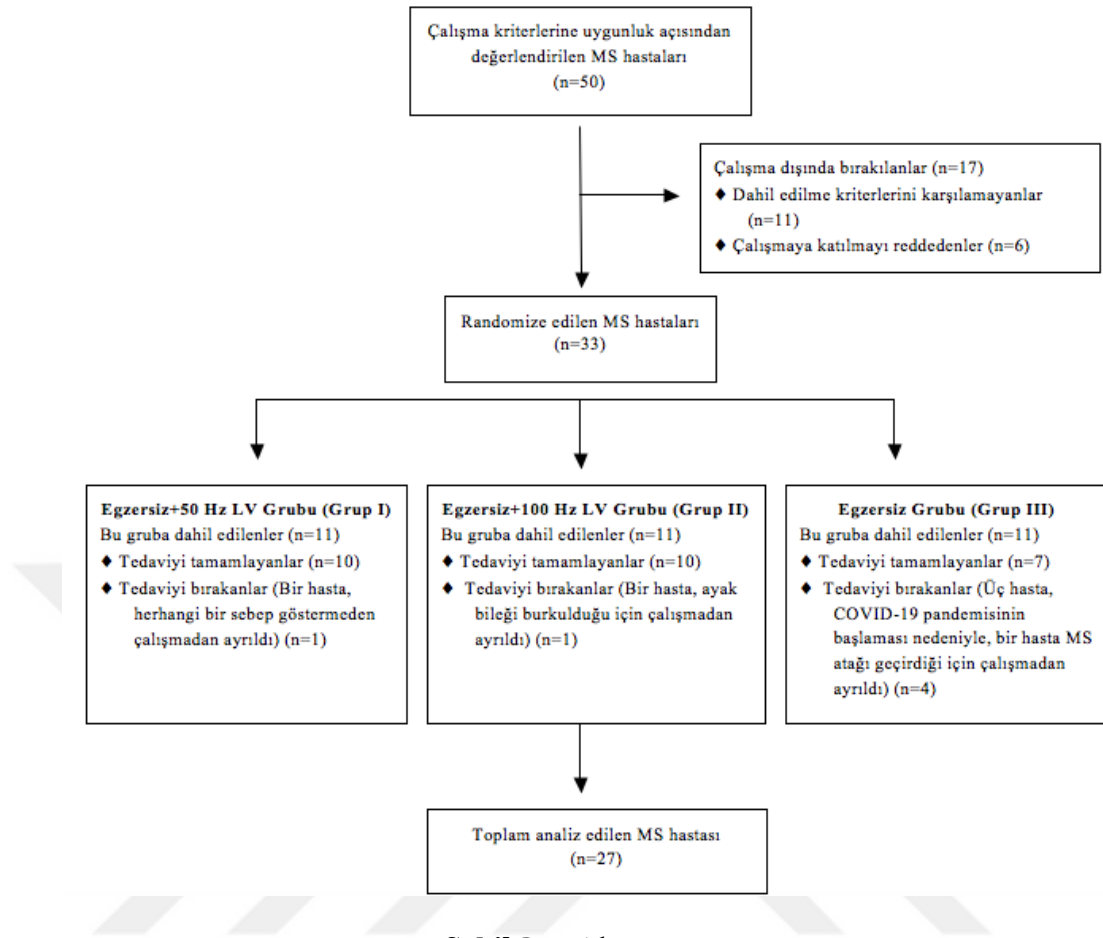
- Başka bir rehabilitasyon programına devam eden,
- Çalışmaya katılmaya kabul etmeyen ve yazılı onam vermeyen hastalar çalışma dışı bırakıldı.

Çalışmaya dahil edilmeyi kabul eden bireylere, çalışma ayrıntılı bir şekilde anlatıldı ve aydınlatılmış onam formu imzalatılarak, yazılı onamları alındı.

3.2. Yöntem

Çalışmaya dahil edilme kriterlerini karşılayan hastalar; basit rastgele örnekleme metodu kullanılarak, bilgisayar programı (<https://www.randomizer.org>) aracılığıyla Egzersiz+50 Hz LV grubu (Grup I), Egzersiz+100 Hz LV grubu (Grup II) ve Egzersiz grubu (Grup III) olmak üzere randomize olarak üç gruba ayrıldı. Hastalar günde bir saat, haftada üç gün, toplam sekiz hafta boyunca tedavi programına alındı. Hastaların değerlendirmeleri, tedavi programına başlamadan hemen önce ve 8 haftalık tedavi programından hemen sonra yapıldı. Hastaların yorgunluk şikayetleri düşünülerek, değerlendirmeler iki ayrı güne bölünerek yapıldı.

Çalışmanın akış diyagramı, Şekil 3.1.'de gösterildi.



Şekil 3.1. Akış şeması.

3.3. Değerlendirmeler

3.3.1. Demografik Bilgiler ve Hikâye

Hastaların yaşı, cinsiyeti, kilosu, boyu, hastalık hikayesi, EDSS skoru ve kullandığı ilaçlar kaydedildi.

3.3.2. Klinik Değerlendirmeler

Hastaların klinik değerlendirmeleri, tedavi gruplarına kör bir fizyoterapist (EA) tarafından yapıldı.

A. Spastisitenin Değerlendirilmesi

Spastisite şiddeti, MAS ile değerlendirildi. MAS, klinikte en sık kullanılan spastisite değerlendirme yöntemidir. Değerlendiren kişi, tonus artışı beklenen kasın hareketinin tersi yönünde hızlı bir hareket gerçekleştirir ve bu sırada hissedilen

dirence göre spastisite şiddeti puanlanır. 0=Normal kas tonusu, 1=Hafifçe artmış kas tonusu, hareketin sonunda minimal direnç, 1+=Hafifçe artmış kas tonusu, hareketin son yarısına yakın kısmında minimal direnç, 2=Kas tonusunda eklem hareketinin tamamına yakın kısmında kolayca hissedilebilen artış, etkilenen ekstremitte hareketi kolay, 3=Önemli derecede artmış kas tonusu, zorlaşmış pasif hareket, 4=Etkilenmiş ekstremitenin fleksiyon veya ekstansiyon pozisyonunda sabitleşmesi şeklinde puanlanmaktadır (151). MS hastalarında psikometrik özellikleri açısından test-tekrar test güvenilirliği ve iyi bir iç tutarlılık göstermiştir (95).

B. Kasın Viskoelastik Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Kas elastisitesi; bir kasın uzayabilme yeteneği değil, kasta deformasyon yaratan bir kuvvetin ardından kasın ilk şekline dönebilme yeteneğini ifade etmektedir. Kas sertliği ise, bir kasın dış kuvvetlerin neden olduğu tahribata karşı gösterdiği direnç anlamına gelmektedir. Kasların viskoelastik özelliklerinin değerlendirilmesinde Myoton-3 myotonometrik medikal cihaz (Müomeetria AS, Estonia, EU) kullanıldı. Cihaz, kasın üzerindeki cilt yüzeyine dik olarak tutulduğunda, aletin uç kısmındaki prob ani bir mekanik uyarı açığa çıkarmaktadır. Myotonometrik ölçümler; salınım frekansı (Hz), logaritmik azalma ve sertliği (Newton/metre) değerlendirmektedir. Katılımcılar 5 dakika dinlendirildikten sonra, yüzüstü pozisyonda ayak bileği sünger kama ile desteklenerek gastroknemius kasının en şişkin yerinden ölçüm yapıldı. Bu noktanın aşıl tendonunun orta noktasına olan uzaklığı, son değerlendirmede aynı noktayı bulabilmek amacıyla not alındı. Konulan işaretin olduğu noktadan Myoton-3 ile 10 kez ölçüm yapıldı. 10 ölçümün ortalamaları alınarak kaydedildi (117, 152).

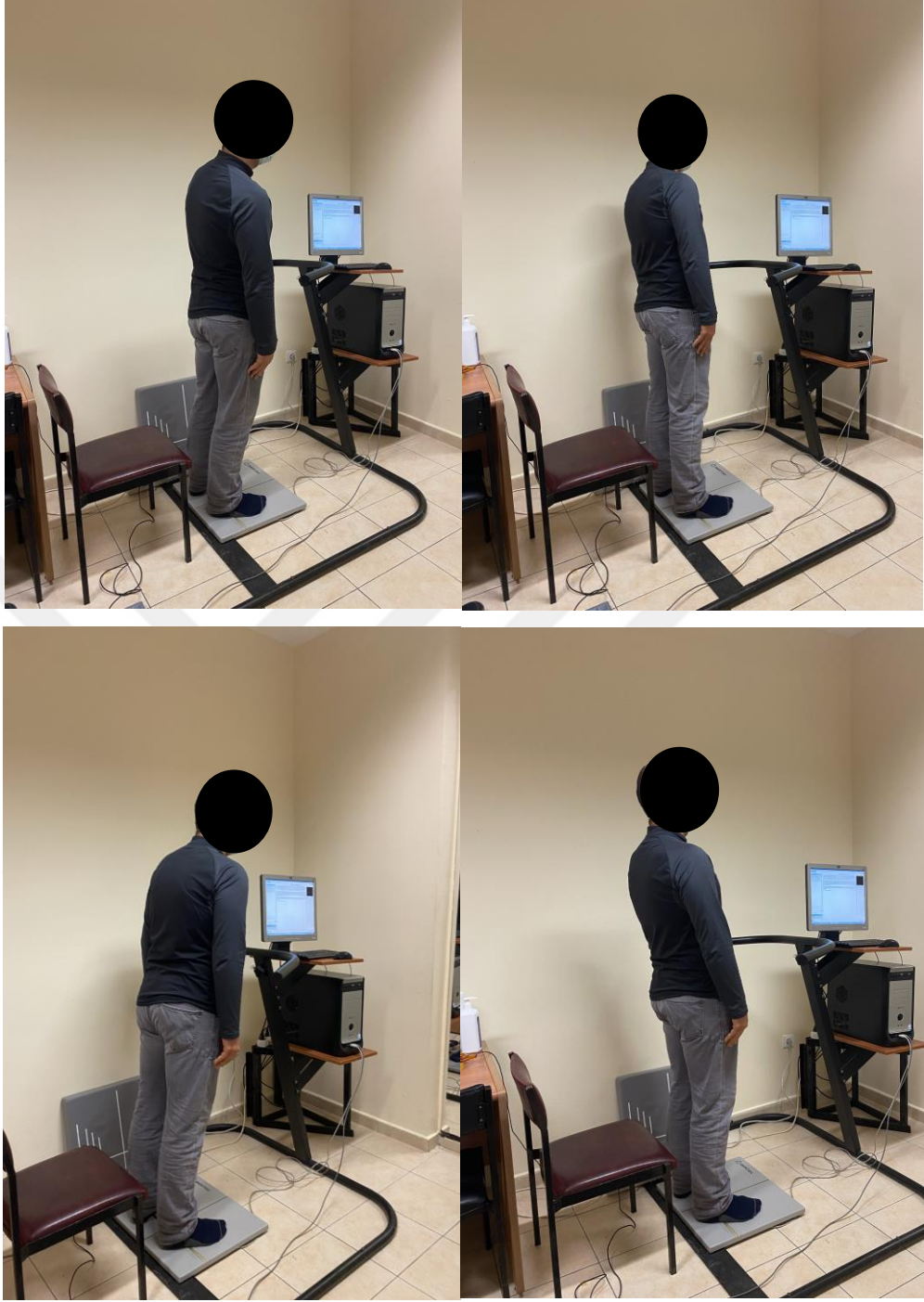
C. Proprioepsiyonun Değerlendirilmesi

Ayak bileği pasif eklem pozisyonu hissi, izokinetik dinamometre ile değerlendirildi (IsoMed 2000, D&R Ferstl GmbH, Almanya). Ayak bileği nötral pozisyona getirildi ve bu pozisyondayken hastalara açığı akıllarında tutmaları için 15 saniye verildi. Daha sonra cihaz hareket ettirildi ve hastalardan hedeflenen pozisyona (nötral pozisyona) ulaştıklarında düğmeye basmaları istendi ve değer kaydedildi. Bu değerlendirme 3 kez tekrarlandı ve değerlerin ortalaması hesaplandı. Görsel ve işitsel

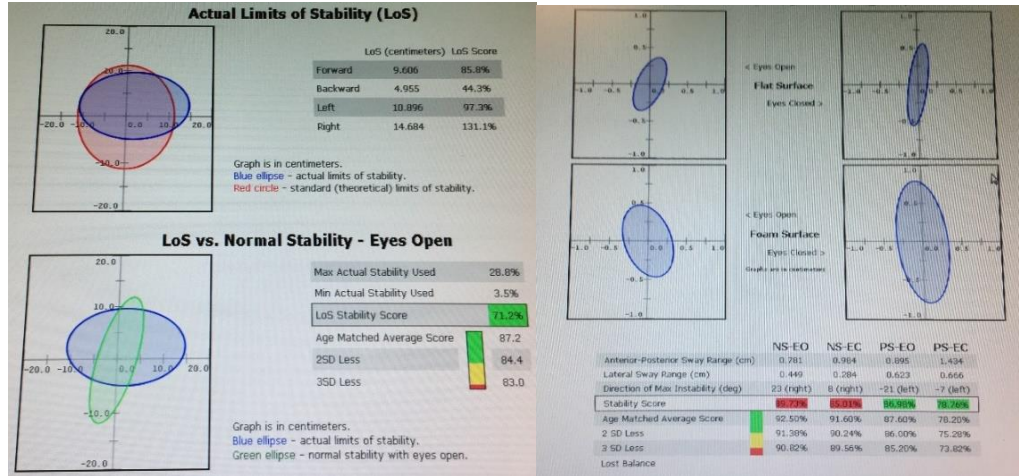
uyarılardan etkilenmelerini önlemek için hastaların gözleri ve kulakları kapalı bir şekilde değerlendirme yapıldı (153).

D. Denge Değerlendirmesi

Denge değerlendirme, *Tek Bacak Duruş Testi* ve *Posturografik değerlendirme* ile yapıldı. *Tek bacak duruş testi*, statik dengeyi değerlendirmek amacıyla kullanıldı. Hastalara ellerini kalçalarına koymaları, ayaklarını yerden kaldırmaları ve diğer bacaklarından ya da herhangi bir yerden destek almadan sabit durmaları söylendi ve bu süre saniye cinsinden kaydedildi. Sağ ve sol bacak için 3 tekrar yapıldı ve bu değerlerin ortalaması alındı (154). *Posturografik değerlendirme*, Bertec Balance Check Screener™ kuvvet platform sistemi (BP5050, Bertec Co., Columbus, OH, ABD) kullanılarak yapıldı. Hastaların 4 farklı yönde (ön, arka, sağ, sol yönde) stabilite limitleri değerlendirildi. Postural salınımlar sert zemin gözler açık ve sert zemin gözler kapalı olmak üzere 2 farklı şekilde değerlendirildi (155). Stabilite limitleri testi, Şekil 3.2.'de, kuvvet platformundan elde edilen veriler Şekil 3.3.'de gösterilmiştir.



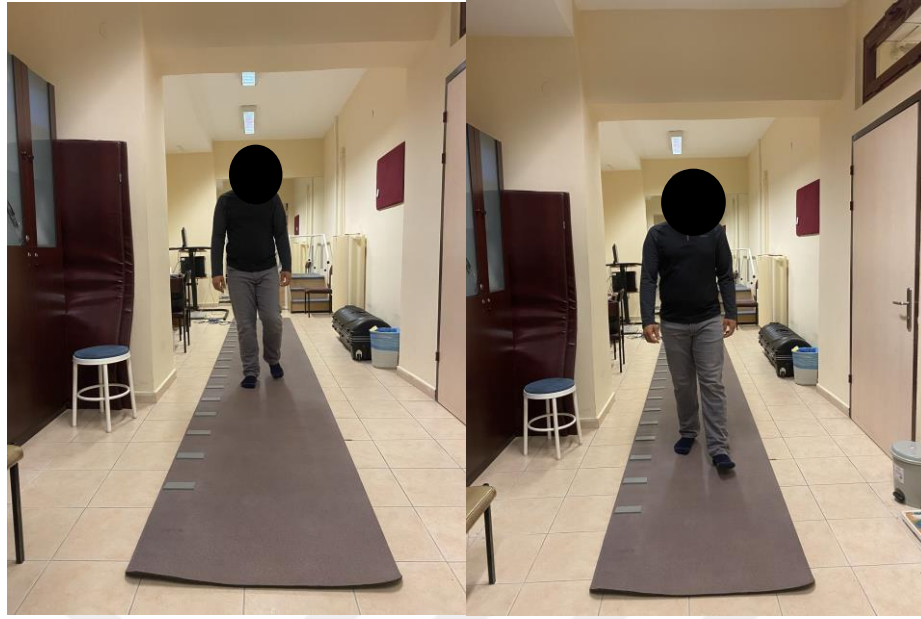
Şekil 3.2. Stabilité limitleri testi.



Şekil 3.3. Bertec balance check screenertm kuvvet platformu ile elde edilen veriler.

E. Yürüyüşün Değerlendirilmesi

Yürüyüşün spatiotemporal parametreleri, GAITRite Yürüyüş Analiz Sistemi (CIR System Inc., Clifton, NJ, USA) ile değerlendirildi. GAITRite® sistemi, 4,6 m boyunca yürüdükçe ayak izlerini algılayan gömülü basınç sensörleri bulunan taşınabilir bir 'mat' yürüyüş yoludur. Kişi mat üzerinde yürür ve yürüyüş boyunca veriler hızlı ve kolay bir şekilde elde edilir. Mat, sensör aktivasyonunun zamanlamasını ve ayrıca aktive edilmiş sensörler arasındaki göreceli mesafeleri tespit eder ve bu bilgiyi, bağımsız ayak izleri için temporal ve spatial parametrelerin ve her parametrenin genel bir ortalaması hesaplayan yazılıma gönderir. Hastalar, kendi seçtikleri yürüyüş hızlarında bu sistem üzerinde 5 kez yürüdü. Bu sırada; hastaların yürüyüş hızı, adım uzunluğu, yürüyüş döngüsünde tek destek ve çift destek oranı, duruş fazı, sallanma fazı ve destek yüzeyi kaydedildi ve her ekstremitenin için 5 tekrarın ortalaması alındı. Toplam değerler, sağ ve sol alt ekstremitenin ortalaması alınarak hesaplandı (58) (Şekil 3.4.).



Şekil 3.4. Yürüyüşün zaman-mesafe karakteristiklerinin değerlendirilmesi.

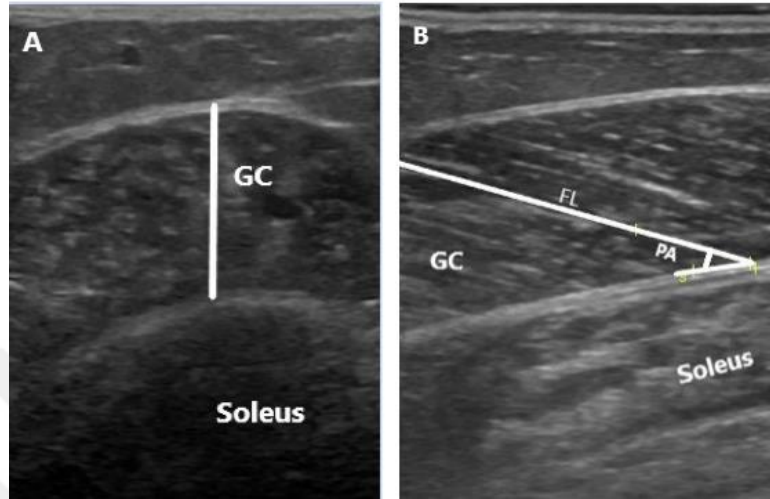
F. Tedavi Amacına Ulaşma Düzeyinin Değerlendirilmesi

Hastaların tedaviye katılımı, Amaca Ulaşma Ölçeği ile değerlendirildi. Bu ölçek, tedavi sonrasında hastaların bireysel hedeflerine ne ölçüde ulaşıldığının puanlanmasını sağlamaktadır. Tedavi öncesinde hedefleri, fizyoterapist ve hasta birlikte oluşturmaktadır. Her hedef, 5 puanlık (-2, -1, 0, +1, +2) bir ölçekle derecelendirilir. 0, hastanın belirlenen hedef için beklenen seviyeye ulaştığı anlamına gelir. -2=beklenenden çok daha düşük, -1=beklenenden biraz daha az, +1=beklenenden biraz fazla, +2=beklenenden çok daha fazla anlamına gelmektedir (156). Her hasta, toplam 5 hedef seçti. Hedefler, hasta ve fizyoterapist tarafından önem ve zorluk derecelerine göre ağırlıklandırıldı ve toplam skor hesaplandı (157).

3.3.3. Ultrasonografik Değerlendirme

Ultrasonografik değerlendirmeler, klinik değerlendirmelere ve tedavi gruplarına kör, muskuloskeletal ultrason konusunda 20 yıllık deneyime sahip Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon hekimi (LÖ) tarafından yapıldı. Gastrocnemius kasının ultrasonografik ölçümü, hastalar yüzükoyun pozisyondayken 5-12 MHz doğrusal prob (Logiq P5, GE Medical Systems, Wisconsin, ABD) kullanılarak iki taraflı olarak gerçekleştirildi. Aksiyal görüntüleme sırasında, derin ve yüzeysel aponevrozlar arasında medial gastrocnemius kasının en şişkin yerinden kas kalınlığı

ölçüldü (Şekil 3.5.A.). Longitudinal görüntüleme sırasında, medial gastroknemius kasının en şişkin yeri bulundu, pennasyon açısı (kas fasiküllerinin derin aponevroz içine girme açısı) ve fasikül uzunluğu (yüzeyel ve derin aponevrozlar arasında fasiküler yolun uzunluğu) ölçüldü (Şekil 3.5.B.).



Şekil 3.5. A. Medial gastroknemius kas kalınlığı (Aksiya görüntüleme). B. Medial gastroknemius pennasyon açısı ve fasikül uzunluğu (Longitudinal görüntüleme).

3.4. Tedavi Programı

3.4.1. Egzersiz Tedavisi

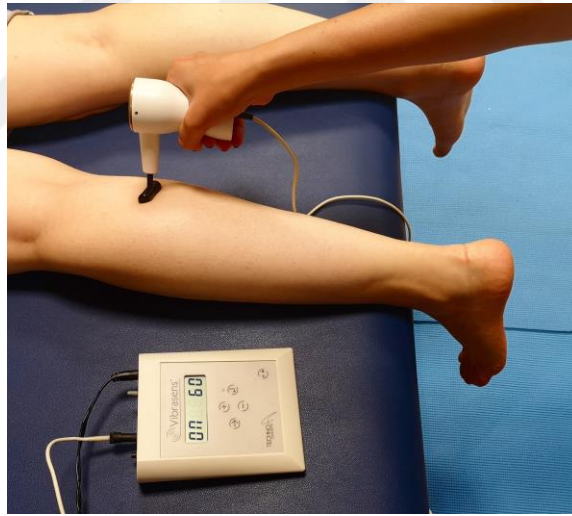
Hastalar, değerlendirmelere kör bir fizyoterapist (FA) tarafından günde bir saat, haftada 3 gün, toplam 8 hafta boyunca (toplam 24 saat) tedaviye alındı. Egzersiz programı, bireylere özgü olarak farklı pozisyonlarda gövde stabilizasyonu, koordinasyon, denge ve fonksiyonel egzersizlerden oluşacak şekilde planlandı. Egzersizlerin zorluk derecesi, hastaların bireysel performanslarına göre belirlendi. Egzersiz programı, temel olarak aşağıdaki şekilde uygulandı:

- Mat egzersizleri (Köprü egzersizi, counter rotasyon, emekleme pozisyonunda farklı yönlerde ağırlık aktarımı)
- Fonksiyonel egzersizler (Oturmadan ayağa kalkma, ayakta durma pozisyonundan oturmaya geçme, merdiven inip çıkma, ayakta durma pozisyonunda top ile yapılan aktiviteler)

- Statik ve dinamik denge aktiviteleri (Farklı yönlerde uzanma aktiviteleri, ağırlık aktarımı, sabit-hareketli ve sert-yumuşak zeminlerde denge egzersizleri, farklı zeminlerde farklı şekillerde yürüme egzersizleri)

3.4.2. Lokal Vibrasyon Uygulaması

Lokal vibrasyon (LV) uygulaması, Vibrasens© (Techno Concept, Mane, Fransa) cihazı ile yapıldı. Vibrasens©, duyuşal-motor rehabilitasyonunda kullanılan transkutanöz vibrasyon stimölasyonlarını üreten mekanik bir vibratördür. Vibrasens©; non-invaziv, terapötik bir cihazdır. Vibrasens©, 1 pilot ünite, 1 manual vibratör VB200, tendon uygulaması için 4 düz cilt kontaktörü, cilt uygulaması için 4 yuvarlak cilt kontaktörü, 1 güç kaynağı, 1 kullanma kılavuzu ve 1 protokol kılavuzu içerir. LV uygulaması, sağ ve sol medial gastroknemius kaslarının en şişkin yerine, her birine 5 dakika olacak şekilde uygulandı. LV, 1 mm genlikte tedavi gruplarından birine 50 Hz frekansında, diğetine 100 Hz frekansında uygulandı (Şekil 3.3.).



Şekil 3.6. Medial gastroknemius kasına lokal vibrasyon uygulaması.

3.5. İstatistiksel Yöntemler

Verilerin istatistiksel analizleri IBM SPSS 20.0 istatistik paketiyle (Armonk, NY, ABD) yapıldı. Elde edilen verilerin normal dağılımı, Kolmogorov-Smirnov/Shapiro-Wilk testleri kullanılarak değerlendirildi. Nicel ve nitel veriler ortalama±standart sapma ($X \pm SD$) ve median (%25-75 interquartile range) olarak ifade edildi. Normal dağılım gösteren verilerin grup içi analizi Bağımlı Örneklem T

testi, normal dağılım göstermeyen veriler grup içi Wilcoxon İşaretli Sıralar testi ile değerlendirildi. Gruplar arası demografik özellikler ve tedavi öncesi sonuçlar normal dağılım gösteren veriler için Tek Yönlü Varyans Analizi, normal dağılım göstermeyen veriler için Kruskal Wallis testi ile yapıldı. Tüm gruplarda sayısal değişkenlerin zaman içindeki değişimi ve grup-zaman etkileşimi Tekrarlı Ölçümler Varyans Analizi ile incelendi. Tüm analizler için istatistiksel anlamlılık $p<0,05$ olarak kabul edildi.

Örneklem büyüklüğü hesabı, mediolateral stabilite limitleri verileri göz önüne alınarak hesaplandı (Gpower 3.0.10 program). Buna göre, tüm gruplarda toplam 27 hasta ile %95 güven aralığında %99 güce (etki büyüklüğü $f=0,62$, kritik $f=4,26$) ulaşıldı.

4. BULGULAR

4.1. Tanımlayıcı Bulgular

Multipl Skleroz (MS) hastalarında spastik gastroknemius kasına farklı frekanslarda uygulanan LV'nin etkinliğini araştırdığımız çalışmaya; 33 hasta (23 kadın, 10 erkek) dahil edildi. Çalışmaya farklı sebeplerle devam edemeyen hastalar nedeniyle, çalışma 27 hasta ile tamamlandı. On hasta Egzersiz+50 Hz grubunda (Grup I), 10 hasta Egzersiz+100 Hz grubunda (Grup II) ve 7 hasta Egzersiz grubunda (Grup III) olacak şekilde çalışma sonlandırıldı. Üç grubun yaş, vücut kütle indeksi, hastalık durasyonu ve EDSS skorları arasında anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0,05$). Bireylerin tanımlayıcı özellikleri Tablo 4.1.'de gösterildi.

Tablo 4.1. Bireylerin tanımlayıcı özellikleri.

	Grup I (n=10) X±SS	Grup II (n=10) X±SS	Grup III (n=7) X±SS	p
Yaş (yıl)	37,70±9,70	38,40±11,07	33,86±6,74	0,577
VKİ (kg/m²)	23,58±3,21	23,75±4,61	20,25±2,76	0,123
Hastalık Durasyonu (ay)	135,60±77,15	84,00±56,92	127,00±84,36	0,206
EDSS (0-10)	3,00±1,08	2,75±1,00	3,00±0,81	0,779

* $p<0,05$. Tek Yönlü Varyans Analizi.

VKİ: Vücut Kütle İndeksi; EDSS: Expanded Disability Status Scale.

4.2. Klinik Değerlendirmeler ile İlgili Bulgular

4.2.1. Spastisite Şiddeti

Grupların gastroknemius kası spastisite şiddeti sonuçları karşılaştırıldığında, spastisite şiddeti açısından tedavi öncesinde grupların homojen olduğu görüldü ($p>0,05$) (Tablo 4.2.).

Tablo 4.2. Gruplar arası tedavi öncesi spastisite sonuçlarının karşılaştırılması.

Spastisite Şiddeti (0-4)	Grup I (n=10) Ortanca (IQR %25-75)	Grup II (n=10) Ortanca (IQR %25-75)	Grup III (n=7) Ortanca (IQR %25-75)	p
Sağ	1,50 (1,00-2,25)	1,50 (1,00-2,00)	1,00 (1,00-2,00)	0,669
Sol	2,00 (2,00-2,00)	1,50 (1,00-3,00)	2,00 (2,00-2,00)	0,672

* $p<0,05$. Kruskal-Wallis Testi.

Tedavi sonrasında ise sadece Grup I’de sol gastroknemius kasının spastisite şiddetinde tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir azalma olduğu bulundu ($p<0,05$) (Tablo 4.3.)

Tablo 4.3. Grup içinde spastisite şiddetinin tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılması.

Spastisite Şiddeti (0-4)	Grup I (n=10)		Grup II (n=10)		Grup III (n=7)	
	Ortanca (IQR %25-75)		Ortanca (IQR %25-75)		Ortanca (IQR %25-75)	
	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol
TÖ	1,50 (1,00-2,25)	2,00 (2,00-2,00)	1,50 (1,00-2,00)	1,50 (1,00-3,00)	1,00 (1,00-2,00)	2,00 (2,00-2,00)
TS	1,00 (1,00-2,25)	1,00 (1,00-1,25)	1,00 (1,00-2,00)	1,00 (1,00-1,25)	1,00 (1,00-2,00)	1,00 (1,00-2,00)
p	0,317	0,014*	0,157	0,059	0,083	0,083

* $p<0,05$. Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi.

TÖ: Tedavi Öncesi; TS: Tedavi Sonrası.

Sağ ve sol gastroknemius kası spastisite şiddetinin gruplar arası karşılaştırması sonucunda, grup zaman etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p>0,05$) (Tablo 4.4.).

Tablo 4.4. Gruplar arasında tedavi öncesi ve sonrası spastisite şiddeti sonuçlarının karşılaştırılması.

Spastisite Şiddeti (0-4)	Grup I (n=10) Ortanca (IQR %25-75)	Grup II (n=10) Ortanca (IQR %25-75)	Grup III (n=7) Ortanca (IQR %25-75)	F	p
SAG					
TÖ	1,50 (1,00-2,25)	1,50 (1,00-2,00)	1,00 (1,00-2,00)	0,175	0,841
TS	1,00 (1,00-2,25)	1,00 (1,00-2,00)	1,00 (1,00-2,00)		
SOL					
TÖ	2,00 (2,00-2,00)	1,50 (1,00-3,00)	2,00 (2,00-2,00)	1,276	0,297
TS	1,00 (1,00-1,25)	1,00 (1,00-1,25)	1,00 (1,00-2,00)		

* $p<0,05$. Tekrarlı Ölçümler Varyans Analizi.

TÖ: Tedavi Öncesi; TS: Tedavi Sonrası.

4.2.2. Kasın Viskoelastik Özellikleri (Tonus, Elastisite ve Sertlik)

Grupların tedavi öncesi tonus, elastisite ve sertlik değerlerinin benzer olduğu bulundu ($p>0,05$) (Tablo 4.5.).

Tablo 4.5. Grupların tedavi öncesi tonus, elastisite ve sertlik sonuçlarının karşılaştırılması.

		Grup I (n=10) X±SS	Grup II (n=10) X±SS	Grup III (n=7) X±SS	p
Tonus (Hz)	Sağ	16,50±2,59	15,59±1,69	15,86±2,73	0,679
	Sol	16,03±2,36	15,52±1,62	14,81±2,71	0,547
Elastisite	Sağ	1,93±0,39	1,92±0,27	1,98±0,28	0,056
	Sol	1,86±0,28	1,93±0,32	2,08±0,23	0,181
Sertlik (N/m)	Sağ	226,10±48,30	246,67±30,22	225,86±24,28	0,388
	Sol	226,01±30,72	248,00±29,46	246,14±29,34	0,224

*p<0,05. Tek Yönlü Varyans Analizi.

Grup içi tedavi öncesi ve sonrası sonuçları incelendiğinde; tedavi sonrasında sertliğin Grup I’de anlamlı olarak arttığı bulundu (p<0,05) (Tablo 4.6.).

Tablo 4.6. Grup içinde tonus, elastisite ve sertlik sonuçlarının tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılması.

		Grup I (n=10) X±SS		Grup II (n=10) X±SS		Grup III (n=7) X±SS	
		Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol
Tonus (Hz)	TÖ	16,50±2,59	16,03±2,36	15,59±1,69	15,52±1,62	15,86±2,73	14,81±2,71
	TS	16,62±2,22	16,01±2,47	16,46±2,87	15,87±2,44	14,61±1,77	14,40±1,90
	p	0,893	0,985	0,199	0,465	0,302	0,532
Elastisite	TÖ	1,93±0,39	1,86±0,28	1,92±0,27	1,93±0,32	1,98±0,28	2,08±0,23
	TS	1,84±0,28	1,84±0,38	1,79±0,21	1,87±0,24	1,85±0,30	1,91±0,28
	p	0,614	0,919	0,129	0,434	0,229	0,072
Sertlik (N/m)	TÖ	226,10±48,30	226,01±30,72	246,67±30,22	248,00±29,46	225,86±24,28	246,14±29,34
	TS	257,38±42,81	261,65±42,00	259,95±32,50	257,46±25,57	256,70±53,03	259,24±27,44
	p	0,001*	0,001*	0,261	0,432	0,142	0,284

*p<0,05. Bağımlı Örneklem T Testi.

TÖ: Tedavi Öncesi; TS: Tedavi Sonrası.

Sağ ve sol gastroknemius kasının tonus, elastisite ve sertlik sonuçlarının gruplar arası karşılaştırılması sonucunda, grup zaman etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p>0,05$) (Tablo 4.7.).

Tablo 4.7. Gruplar arasında tedavi öncesi ve sonrası tonus, elastisite ve sertlik sonuçlarının karşılaştırılması.

		Grup I (n=10) X±SS	Grup II (n=10) X±SS	Grup III (n=7) X±SS	F	p
Tonus (Hz)	SAG ^ç					
	TÖ	16,50±2,59	15,59±1,69	15,86±2,73	1,435	0,258
	TS	16,62±2,22	16,46±2,87	14,61±1,77		
	SOL					
	TÖ	16,03±2,36	15,52±1,62	14,81±2,71	0,254	0,778
	TS	16,01±2,47	15,87±2,44	14,40±1,90		
Elastisite	SAG ^ç					
	TÖ	1,93±0,39	1,92±0,27	1,98±0,28	2,912	0,074
	TS	1,84±0,28	1,79±0,21	1,85±0,30		
	SOL					
	TÖ	1,86±0,28	1,93±0,32	2,08±0,23	0,953	0,400
	TS	1,84±0,38	1,87±0,24	1,91±0,28		
Sertlik (N/m)	SAG ^ç					
	TÖ	226,10±48,30	246,67±30,22	225,86±24,28	0,838	0,445
	TS	257,38±42,81	259,95±32,50	256,70±53,03		
	SOL					
	TÖ	226,01±30,72	248,00±29,46	246,14±29,34	2,049	0,151
	TS	261,65±42,00	257,46±25,57	259,24±27,44		

* $p<0,05$. Tekrarlı Ölçümler Varyans Analizi.

TÖ: Tedavi Öncesi; TS: Tedavi Sonrası.

4.2.3. Propriosepsiyon

Grupların tedavi öncesi ayak bileği pozisyon hissi sonuçları karşılaştırıldığında, her üç grubun sonuçlarının benzer olduğu bulundu ($p>0,05$) (Tablo 4.8.).

Tablo 4.8. Gruplar arası tedavi öncesi ayak bileği pozisyon hissi sonuçlarının karşılaştırılması.

Ayak Bileği Pozisyon Hissi (°)	Grup I (n=10) X±SS	Grup II (n=10) X±SS	Grup III (n=7) X±SS	p
Sağ	6,19±2,34	6,79±2,93	6,79±2,93	0,859
Sol	6,42±2,08	6,56±2,48	6,94±1,87	0,888

* $p<0,05$. Tek Yönlü Varyans Analizi.

Grupların kendi içlerinde tedavi öncesi ve sonrası sonuçları incelendiğinde, Grup I ve II’de sağ ve sol ayak bileği pozisyon hissinin tedavi sonrasında geliştiği bulundu ($p<0,05$) (Tablo 4.9.).

Tablo 4.9. Grup içinde ayak bileği pozisyon hissi sonuçlarının tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılması.

Ayak Bileği Pozisyon Hissi (°)	Grup I (n=10) X±SS		Grup II (n=10) X±SS		Grup III (n=7) X±SS	
	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol
TÖ	6,19±2,34	6,42±2,08	6,79±2,93	6,56±2,48	6,52±1,50	6,94±1,87
TS	5,33±2,08	5,56±2,16	5,76±2,48	5,56±1,95	6,32±1,50	6,52±1,65
p	0,028*	0,009*	0,028*	0,023*	0,100	0,064

* $p<0,05$. Bağımlı Örneklem T Testi.

TÖ: Tedavi Öncesi; TS: Tedavi Sonrası.

Sağ ve sol ayak bileği pozisyon hissinin gruplar arası karşılaştırılması sonucunda, grup zaman etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p>0,05$) (Tablo 4.10.).

Tablo 4.10. Gruplar arasında tedavi öncesi ve sonrası ayak bileği pozisyon hissi sonuçlarının karşılaştırılması.

Ayak Bileği Pozisyon Hissi (°)	Grup I (n=10) X±SS	Grup II (n=10) X±SS	Grup III (n=7) X±SS	F	p
SAG					
TÖ	6,19±2,34	6,79±2,93	6,52±1,50	1,540	0,235
TS	5,33±2,08	5,76±2,48	6,32±1,50		
SOL					
TÖ	6,42±2,08	6,56±2,48	6,94±1,87	0,863	0,435
TS	5,56±2,16	5,56±1,95	6,52±1,65		

* $p<0,05$. Tekrarlı Ölçümler Varyans Analizi.

TÖ: Tedavi Öncesi; TS: Tedavi Sonrası.

4.2.4. Denge

A. Statik Denge

Grupların tedavi öncesinde tek bacak duruş sürelerinin benzer olduğu bulundu ($p>0,05$) (Tablo 4.11.).

Tablo 4.11. Gruplar arası tedavi öncesi tek bacak duruş süresi sonuçlarının karşılaştırılması.

Tek Bacak Duruş Süresi (sn)	Grup I (n=10) Ortanca (IQR %25-75)	Grup II (n=10) Ortanca (IQR %25-75)	Grup III (n=7) Ortanca (IQR %25-75)	p
Sağ	5,75 (3,55-19,86)	17,40 (1,98-34,21)	24,43 (3,12-32,54)	0,824
Sol	16,26 (6,00-38,27)	17,73 (2,82-40,83)	13,01 (2,31-28,03)	0,880

*p<0,05. Kruskal-Wallis Testi.

Grup içinde tek bacak duruş sürelerinin tedavi öncesi ve sonrası sonuçları incelendiğinde, Grup I ve II’de sağ ve sol alt ekstremité üzerindeki tek bacak duruş sürelerinin anlamlı şekilde arttığı bulundu (p<0,05) (Tablo 4.12.).

Tablo 4.12. Grup içinde tek bacak duruş süresi sonuçlarının tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılması.

Tek Bacak Duruş Süresi (sn)	Grup I (n=10)		Grup II (n=10)		Grup III (n=7)	
	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol
TÖ	5,75 (3,55-19,86)	16,26 (6,00-38,27)	17,40 (1,98-34,21)	17,73 (2,82-40,83)	24,43 (3,12-32,54)	13,01 (2,31-28,03)
TS	30,19 (30,19-60,00)	27,72 (14,52-60,00)	29,37 (29,37-60,00)	60,00 (60,00-60,00)	28,66 (28,66-48,84)	17,09 (17,09-24,46)
p	0,008*	0,017*	0,008*	0,012*	0,116	0,075

*p<0,05. Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi.

TÖ: Tedavi Öncesi; TS: Tedavi Sonrası.

Sağ ve sol alt ekstremitte üzerinde tek bacak duruş sürelerinin gruplar arası karşılaştırılması sonucunda, grup zaman etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p>0,05$) (Tablo 4.13.).

Tablo 4.13. Gruplar arasında tedavi öncesi ve sonrası tek bacak duruş sürelerinin karşılaştırılması.

Tek Bacak Duruş Süresi (sn)	Grup I (n=10) Ortanca (IQR %25-75)	Grup II (n=10) Ortanca (IQR %25-75)	Grup III (n=7) Ortanca (IQR %25-75)	F	p
SAG					
TÖ	5,75 (3,55-19,86)	17,40 (1,98-34,21)	24,43 (3,12-32,54)	2,212	0,131
TS	30,19 (30,19-60,00)	29,37 (29,37-60,00)	28,66 (28,66-48,84)		
SOL					
TÖ	16,26 (6,00-38,27)	17,73 (2,82-40,83)	13,01 (2,31-28,03)	2,081	0,147
TS	27,72 (14,52-60,00)	60,00 (60,00-60,00)	17,09 (17,09-24,46)		

* $p<0,05$. Tekrarlı Ölçümler Varyans Analizi.

TÖ: Tedavi Öncesi; TS: Tedavi Sonrası.

B. Stabilite Limitleri ve Postural Salınım

Grupların tedavi öncesi stabilite limitleri ve postural salınım sonuçları karşılaştırıldığında, grupların homojen olduğu bulundu ($p>0,05$) (Tablo 4.14.).

Tablo 4.14. Gruplar arası tedavi öncesi stabilite limitleri ve postural salınım sonuçlarının karşılaştırılması.

	Grup I (n=10) Ortanca (IQR %25-75)	Grup II (n=10) Ortanca (IQR %25-75)	Grup III (n=7) Ortanca (IQR %25-75)	p
SL Antero-posterior (cm)	15,02 (11,78-18,28)	13,53 (12,07-15,32)	15,11 (13,12-17,71)	0,388
SL Medio-lateral (cm)	19,20 (15,75-22,48)	17,28 (15,77-21,88)	21,47 (19,12-23,54)	0,342
SL Skoru	89,40 (76,60-94,10)	84,95 (76,72-91,22)	85,00 (83,20-89,30)	0,662
Antero-posterior Salınım GA (cm)	0,49 (0,36-0,58)	0,48 (0,40-0,74)	0,58 (0,38-0,61)	0,858
Medio-lateral Salınım GA (cm)	0,23 (0,18-0,30)	0,23 (0,17-0,36)	0,24 (0,15-0,48)	0,974
Antero-posterior Salınım GK (cm)	1,11 (0,68-1,32)	0,88 (0,68-1,20)	0,67 (0,57-1,30)	0,589
Medio-lateral Salınım GK (cm)	0,47 (0,30-0,69)	0,42 (0,22-0,67)	0,35 (0,17-0,42)	0,485

* $p<0,05$. Kruskal-Wallis Testi.

SL: Stabilite Limitleri; GA: Gözler Açık; GK: Gözler Kapalı.

Grup içinde stabilite limitleri ve postural salınım sonuçları incelendiğinde, tedavi sonrasında tüm gruplarda antero-posterior yöndeki stabilite limitleri ve gözler kapalı pozisyonda antero-posterior yöndeki postural salınım sonuçları iyileşirken, medio-lateral yöndeki stabilite limitleri ve gözler kapalı medio-lateral yöndeki postural salınım sonuçları sadece vibrasyon uygulamalarının yapıldığı Grup I ve II’de anlamlı iyileşme gösterdi ($p<0,05$) (Tablo 4.15.).

Tablo 4.15. Grup içinde stabilite limitleri ve postural salınım sonuçlarının tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılması.

		Grup I (n=10) Ortanca (IQR %25-75)	Grup II (n=10) Ortanca (IQR %25-75)	Grup III (n=7) Ortanca (IQR %25-75)
SL Antero-posterior (cm)	TÖ	15,02 (11,78-18,28)	13,53 (12,07-15,32)	15,11 (13,12-17,71)
	TS	16,52 (15,56-18,20)	15,21 (15,21-17,11)	16,56 (13,79-19,03)
	p	0,037*	0,028*	0,043*
SL Medio-lateral (cm)	TÖ	19,20 (15,75-22,48)	17,28 (15,77-21,88)	21,47 (19,12-23,54)
	TS	22,92 (20,90-25,94)	19,68 (18,49-23,09)	23,46 (17,26-23,99)
	p	0,007*	0,037*	0,735
SL Skoru	TÖ	89,40 (76,60-94,10)	84,95 (76,72-91,22)	85,00 (83,20-89,30)
	TS	89,60 (88,05-93,72)	91,10 (83,45-94,17)	92,00 (89,10-93,60)
	p	0,508	0,153	0,063
Antero-posterior Salınım GA (cm)	TÖ	0,49 (0,36-0,58)	0,48 (0,40-0,74)	0,58 (0,38-0,61)
	TS	0,44 (0,39-0,54)	0,38 (0,36-0,62)	0,45 (0,34-0,69)
	p	0,241	0,333	0,237
Medio-lateral Salınım GA (cm)	TÖ	0,23 (0,18-0,30)	0,23 (0,17-0,36)	0,24 (0,15-0,48)
	TS	0,21 (0,12-0,28)	0,21 (0,18-0,25)	0,23 (0,15-0,43)
	p	0,386	0,241	0,499
Antero-posterior Salınım GK (cm)	TÖ	1,11 (0,68-1,32)	0,88 (0,68-1,20)	0,67 (0,57-1,30)
	TS	0,54 (0,38-1,21)	0,68 (0,44-0,81)	0,63 (0,47-1,00)
	p	0,037*	0,028*	0,018*
Medio-lateral Salınım GK (cm)	TÖ	0,47 (0,30-0,69)	0,42 (0,22-0,67)	0,35 (0,17-0,42)
	TS	0,21 (0,15-0,52)	0,22 (0,17-0,28)	0,29 (0,21-0,36)
	p	0,022*	0,037*	0,866

* $p<0,05$. Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi.

SL: Stabilite Limitleri; GA: Gözler Açık; GK: Gözler Kapalı; TÖ: Tedavi Öncesi; TS: Tedavi Sonrası.

Gruplar arası stabilite limitleri ve postural salınım sonuçları karşılaştırmasında, sadece medio-lateral stabilite limitleri sonucunda istatistiksel olarak anlamlı grup zaman etkileşimi bulundu ($F_{2,24}=4,680$, $p=0,019$). Diğer sonuçlarda grup zaman etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p>0,05$) (Tablo 4.16.).

Bu fark sonucunda gruplar arası ikili karşılaştırmalar yapıldığında, Grup I'in Grup II ve III'e göre medio-lateral yöndeki stabilite limitini daha fazla artırdığı bulundu ($p=0,008$).

Tablo 4.16. Gruplar arasında tedavi öncesi ve sonrası stabilite limitleri ve postural salınım sonuçlarının karşılaştırılması.

		Grup I (n=10) Ortanca (IQR %25-75)	Grup II (n=10) Ortanca (IQR %25-75)	Grup III (n=7) Ortanca (IQR %25-75)	F	p
SL Antero-posterior (cm)	TÖ	15,02 (11,78-18,28)	13,53 (12,07-15,32)	15,11 (13,12-17,71)	0,101	0,904
	TS	16,52 (15,56-18,20)	15,21 (15,21-17,11)	16,56 (13,79-19,03)		
SL Medio-lateral (cm)	TÖ	19,20 (15,75-22,48)	17,28 (15,77-21,88)	21,47 (19,12-23,54)	4,680	0,019*
	TS	22,92 (20,90-25,94)	19,68 (18,49-23,09)	23,46 (17,26-23,99)		
SL Skoru	TÖ	89,40 (76,60-94,10)	84,95 (76,72-91,22)	85,00 (83,20-89,30)	0,012	0,988
	TS	89,60 (88,05-93,72)	91,10 (83,45-94,17)	92,00 (89,10-93,60)		
Antero-posterior Salınım GA (cm)	TÖ	0,49 (0,36-0,58)	0,48 (0,40-0,74)	0,58 (0,38-0,61)	0,319	0,730
	TS	0,44 (0,39-0,54)	0,38 (0,36-0,62)	0,45 (0,34-0,69)		
Medio-lateral Salınım GA (cm)	TÖ	0,23 (0,18-0,30)	0,23 (0,17-0,36)	0,24 (0,15-0,48)	0,490	0,619
	TS	0,21 (0,12-0,28)	0,21 (0,18-0,25)	0,23 (0,15-0,43)		
Antero-posterior Salınım GK (cm)	TÖ	1,11 (0,68-1,32)	0,88 (0,68-1,20)	0,67 (0,57-1,30)	0,498	0,614
	TS	0,54 (0,38-1,21)	0,68 (0,44-0,81)	0,63 (0,47-1,00)		
Medio-lateral Salınım GK (cm)	TÖ	0,47 (0,30-0,69)	0,42 (0,22-0,67)	0,35 (0,17-0,42)	1,395	0,267
	TS	0,21 (0,15-0,52)	0,22 (0,17-0,28)	0,29 (0,21-0,36)		

* $p<0,05$. Tekrarlı Ölçümler Varyans Analizi.

SL: Stabilite Limitleri; GA: Gözler Açık; GK: Gözler Kapalı; TÖ: Tedavi Öncesi; TS: Tedavi Sonrası.

4.2.5. Yürüyüş

Grupların tedavi öncesi yürüyüş parametreleri karşılaştırıldığında üç grubun benzer yürüyüş özelliklerine sahip olduğu bulundu ($p>0,05$) (Tablo 4.17.).

Tablo 4.17. Gruplar arası tedavi öncesi yürüyüş parametrelerinin karşılaştırılması.

	Grup I (n=10) X±SS	Grup II (n=10) X±SS	Grup III (n=7) X±SS	p
Hız (cm/s)	104,74±22,06	100,38±20,91	102,66±18,93	0,897
Adım Uzunluğu (cm)	56,14±7,90	55,44±5,96	56,10±5,67	0,967
Çift Destek Periyodu (%)	27,81±3,19	29,56±5,10	28,41±5,59	0,697
Tek Destek Periyodu (%)	36,00±1,69	34,95±2,79	35,69±2,63	0,613
Duruş Fazı (%)	64,01±1,68	65,06±2,79	64,30±2,63	0,608
Sallanma Fazı (%)	35,99±1,69	34,95±2,79	35,69±2,62	0,617
Destek Yüzeyi (cm)	9,69±2,31	10,11±3,87	10,87±2,55	0,738

*p<0,05. Tek Yönlü Varyans Analizi.

Tedavi sonrasında grup içi gelişmeler incelendiğinde Grup I ve II’de hız, adım uzunluğu ve destek yüzeyi parametrelerinde anlamlı artış olduğu görüldü (p<0,05). Ayrıca Grup I’de çift destek periyodu yüzdesi anlamlı olarak azalırken, sallanma fazı yüzdesi anlamlı olarak artış gösterdi (p<0,05). Grup I ve III’de tek destek periyodu yüzde sonuçları anlamlı olarak artarken, duruş fazı yüzdesi anlamlı olarak azaldı (p<0,05). (Tablo 4.18.).

Tablo 4.18. Grup içinde yürüyüş parametrelerinin tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılması.

		Grup I (n=10) X±SS	Grup II (n=10) X±SS	Grup III (n=7) X±SS
Hız (cm/s)	TÖ	104,74±22,06	100,38±20,91	102,66±18,93
	TS	115,78±27,27	115,75±17,42	118,55±17,19
	p	0,030*	0,028*	0,056
Adım Uzunluğu (cm)	TÖ	56,14±7,90	55,44±5,96	56,10±5,67
	TS	61,43±8,21	59,86±6,31	59,89±4,86
	p	0,008*	0,044*	0,054
Çift Destek Periyodu (%)	TÖ	27,81±3,19	29,56±5,10	28,41±5,59
	TS	25,89±4,17	27,45±4,81	26,00±3,90
	p	0,045*	0,113	0,068
Tek Destek Periyodu (%)	TÖ	36,00±1,69	34,95±2,79	35,69±2,63
	TS	36,97±2,13	35,96±2,29	36,95±1,94
	p	0,033*	0,193	0,039*
Duruş Fazı (%)	TÖ	64,01±1,68	65,06±2,79	64,30±2,63
	TS	63,03±2,16	64,04±2,29	63,04±1,94
	p	0,035*	0,192	0,038*
Sallanma Fazı (%)	TÖ	35,99±1,69	34,95±2,79	35,69±2,62
	TS	36,97±2,15	35,96±2,28	36,79±2,04
	p	0,034*	0,196	0,069
Destek Yüzeyi (cm)	TÖ	9,69±2,31	10,11±3,87	10,87±2,55
	TS	8,68±2,02	9,15±3,94	10,27±2,74
	p	0,021*	0,031*	0,395

*p<0,05. Bağımlı Örneklem T Testi.

TÖ: Tedavi Öncesi; TS: Tedavi Sonrası.

Yürüyüş parametreleri sonuçlarının gruplar arası karşılaştırılmasında, grup zaman etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p>0,05$) (Tablo 4.19.).

Tablo 4.19. Gruplar arasında tedavi öncesi ve sonrası yürüyüş parametreleri sonuçlarının karşılaştırılması.

		Grup I (n=10) X±SS	Grup II (n=10) X±SS	Grup III (n=7) X±SS	F	p
Hız (cm/s)	TÖ	104,74±22,06	100,38±20,91	102,66±18,93	0,237	0,791
	TS	115,78±27,27	115,75±17,42	118,55±17,19		
Adım Uzunluğu (cm)	TÖ	56,14±7,90	55,44±5,96	56,10±5,67	0,180	0,837
	TS	61,43±8,21	59,86±6,31	59,89±4,86		
Çift Destek Periyodu (%)	TÖ	27,81±3,19	29,56±5,10	28,41±5,59	0,049	0,953
	TS	25,89±4,17	27,45±4,81	26,00±3,90		
Tek Destek Periyodu (%)	TÖ	36,00±1,69	34,95±2,79	35,69±2,63	0,066	0,936
	TS	36,97±2,13	35,96±2,29	36,95±1,94		
Duruş Fazı (%)	TÖ	64,01±1,68	65,06±2,79	64,30±2,63	0,059	0,943
	TS	63,03±2,16	64,04±2,29	63,04±1,94		
Sallanma Fazı (%)	TÖ	35,99±1,69	34,95±2,79	35,69±2,62	0,012	0,988
	TS	36,97±2,15	35,96±2,28	36,79±2,04		
Destek Yüzeyi (cm)	TÖ	9,69±2,31	10,11±3,87	10,87±2,55	0,222	0,803
	TS	8,68±2,02	9,15±3,94	10,27±2,74		

* $p<0,05$. Tekrarlı Ölçümler Varyans Analizi.
TÖ: Tedavi Öncesi; TS: Tedavi Sonrası.

4.2.6. Tedavi Amacına Ulaşma Düzeyi

Amaca Ulaşma Ölçeği'nin tedavi öncesi sonuçları karşılaştırıldığında, grupların benzer skorlara sahip olduğu bulundu ($p>0,05$) (Tablo 4.20.).

Tablo 4.20. Gruplar arası tedavi öncesi Amaca Ulaşma Ölçeği sonuçlarının karşılaştırılması.

	Grup I (n=10) Ortanca (IQR %25-75)	Grup II (n=10) Ortanca (IQR %25-75)	Grup III (n=7) Ortanca (IQR %25-75)	p
Amaca Ulaşma Ölçeği	35,15 (35,00-35,75)	35,60 (35,42-36,32)	35,20 (35,10-36,40)	0,128

* $p<0,05$. Kruskal-Wallis Testi.

Amaca Ulaşma Ölçeği'nin grup içi sonuçları Tablo 4.21.'de verildi. Sonuç olarak tedavi sonrasında tüm gruplarda hastaların amaçlarına ulaşma bağlamında anlamlı bir gelişim kaydettiği bulundu ($p<0,05$).

Tablo 4.21. Grup içinde Amaca Ulaşma Ölçeği sonuçlarının tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılması.

Amaca Ulaşma Ölçeği	Grup I (n=10) Ortanca (IQR %25-75)	Grup II (n=10) Ortanca (IQR %25-75)	Grup III (n=7) Ortanca (IQR %25-75)
TÖ	35,15 (35,00-35,75)	35,60 (35,42-36,32)	35,20 (35,10-36,40)
TS	57,95 (54,92-61,37)	56,95 (50,45-60,60)	52,80 (51,60-58,50)
p	0,005*	0,005*	0,018*

*p<0,05. Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi.

TÖ: Tedavi Öncesi; TS: Tedavi Sonrası.

Amaca Ulaşma Ölçeği sonuçlarının gruplar arası karşılaştırılmasında, grup zaman etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p>0,05$) (Tablo 4.22.).

Tablo 4.22. Gruplar arası Amaca Ulaşma Ölçeği sonuçlarının tedavi sonrası ve öncesi değişim farklarının karşılaştırılması.

Amaca Ulaşma Ölçeği	Grup I (n=10) Ortanca (IQR %25-75)	Grup II (n=10) Ortanca (IQR %25-75)	Grup III (n=7) Ortanca (IQR %25-75)	F	p
TÖ	35,15 (35,00-35,75)	35,60 (35,42-36,32)	35,20 (35,10-36,40)	1,789	0,189
TS	57,95 (54,92-61,37)	56,95 (50,45-60,60)	52,80 (51,60-58,50)		

*p<0,05. Tekrarlı Ölçümler Varyans Analizi.

TÖ: Tedavi Öncesi; TS: Tedavi Sonrası.

Çalışmamızda, bu ölçeğin sonuçlarına göre hastalar tarafından en çok seçilen tedavi hedefleri; yorgunluğun azalması, merdiven aktivitelerinin zorluğunun azalması, yürüme mesafesinin artması, ayakta durma süresinin uzaması ve yürürken ayağın yere takılmasının azalmasıdır.

4.3. Ultrasonografik Değerlendirmeler ile İlgili Bulgular

4.3.1. Kas Kalınlığı

Grupların tedavi öncesi sağ ve sol gastroknemius kas kalınlığı değerleri karşılaştırıldığında, sonuçların üç grupta benzer olduğu bulundu ($p>0,05$) (Tablo 4.23.).

Tablo 4.23. Gruplar arası tedavi öncesi kas kalınlığı sonuçlarının karşılaştırılması.

Kas Kalınlığı (cm)	Grup I (n=10) X±SS	Grup II (n=10) X±SS	Grup III (n=7) X±SS	p
Sağ	1,73±0,13	1,77±0,27	1,74±0,20	0,885
Sol	1,80±0,11	1,80±0,26	1,75±0,23	0,852

*p<0,05. Tek Yönlü Varyans Analizi.

Grup içi kas kalınlığı sonuçları incelendiğinde, tedavi sonrasında grupların kas kalınlıklarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim bulunmadı (p>0,05) (Tablo 4.24.).

Tablo 4.24. Grup içinde kas kalınlığı sonuçlarının tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılması.

Kas Kalınlığı (cm)	Grup I (n=10) X±SS		Grup II (n=10) X±SS		Grup III (n=7) X±SS	
	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol
TÖ	1,73±0,13	1,80±0,11	1,77±0,27	1,80±0,26	1,74±0,20	1,75±0,23
TS	1,73±0,22	1,85±0,18	1,67±0,38	1,83±0,27	1,74±0,22	1,81±0,19
p	0,919	0,363	0,073	0,369	0,797	0,196

*p<0,05. Bağımlı Örneklem T Testi.

TÖ: Tedavi Öncesi; TS: Tedavi Sonrası.

Kas kalınlığı sonuçlarının gruplar arası karşılaştırılmasında, grup zaman etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (p>0,05) (Tablo 4.25.).

Tablo 4.25. Gruplar arasında tedavi öncesi ve sonrası kas kalınlığı sonuçlarının karşılaştırılması.

Kas Kalınlığı (cm)	Grup I (n=10) X±SS	Grup II (n=10) X±SS	Grup III (n=7) X±SS	F	p
SAG					
TÖ	1,73±0,13	1,77±0,27	1,74±0,20	1,976	0,161
TS	1,73±0,22	1,67±0,38	1,74±0,22		
SOL					
TÖ	1,80±0,11	1,80±0,26	1,75±0,23	0,054	0,948
TS	1,85±0,18	1,83±0,27	1,81±0,19		

*p<0,05. Tekrarlı Ölçümler Varyans Analizi.

TÖ: Tedavi Öncesi; TS: Tedavi Sonrası.

4.3.2. Pennasyon Açısı

Grupların tedavi öncesi pennasyon açısı değerleri karşılaştırıldığında, grupların homojen olduğu bulundu ($p>0,05$) (Tablo 4.26.).

Tablo 4.26. Gruplar arası tedavi öncesi pennasyon açısı sonuçlarının karşılaştırılması.

Pennasyon Açısı (°)	Grup I (n=10) X±SS	Grup II (n=10) X±SS	Grup III (n=7) X±SS	p
Sağ	27,55±4,03	25,70±4,69	25,32±4,53	0,124
Sol	29,56±6,81	26,09±3,89	27,34±3,51	0,327

* $p<0,05$. Tek Yönlü Varyans Analizi.

Grupların kendi içlerinde pennasyon açısındaki değişimleri incelendiğinde, istatistiksel olarak anlamlı bir değişim bulunmadı ($p>0,05$) (Tablo 4.27.).

Tablo 4.27. Grup içinde pennasyon açısı sonuçlarının tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılması.

Pennasyon Açısı (°)	Grup I (n=10) X±SS		Grup II (n=10) X±SS		Grup III (n=7) X±SS	
	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol
TÖ	27,55±4,03	29,56±6,81	25,70±4,69	26,09±3,89	25,32±4,53	27,34±3,51
TS	27,05±5,27	29,20±4,41	24,76±4,21	28,07±3,80	25,42±2,79	26,35±2,13
p	0,734	0,885	0,519	0,367	0,960	0,575

* $p<0,05$. Bağımlı Örneklem T Testi.

TÖ: Tedavi Öncesi; TS: Tedavi Sonrası.

Gruplar arası pennasyon açısı sonuçları karşılaştırıldığında, grup zaman etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p>0,05$) (Tablo 4.28.).

Tablo 4.28. Gruplar arasında tedavi öncesi ve sonrası pennasyon açısı sonuçlarının karşılaştırılması.

Pennasyon Açısı (°)	Grup I (n=10) X±SS	Grup II (n=10) X±SS	Grup III (n=7) X±SS	F	p
<i>SAG</i>					
TÖ	27,55±4,03	25,70±4,69	25,32±4,53	0,104	0,902
TS	27,05±5,27	24,76±4,21	25,42±2,79		
<i>SOL</i>					
TÖ	29,56±6,81	26,09±3,89	27,34±3,51	0,510	0,607
TS	29,20±4,41	28,07±3,80	26,35±2,13		

*p<0,05. Tekrarlı Ölçümler Varyans Analizi.

TÖ: Tedavi Öncesi; TS: Tedavi Sonrası.

4.3.3. Fasikül Uzunluğu

Grupların tedavi öncesi fasikül uzunluğu değerleri karşılaştırıldığında, grupların fasikül uzunluklarının benzer düzeyde olduğu bulundu (p>0,05) (Tablo 4.29.).

Tablo 4.29. Gruplar arası tedavi öncesi fasikül uzunluğu sonuçlarının karşılaştırılması.

Fasikül Uzunluğu (cm)	Grup I (n=10) X±SS	Grup II (n=10) X±SS	Grup III (n=7) X±SS	p
Sağ	3,80±0,48	4,26±0,63	4,27±0,63	0,155
Sol	3,62±0,43	4,28±0,96	3,84±0,54	0,525

*p<0,05. Tek Yönlü Varyans Analizi.

Grup içi fasikül uzunluğu sonuçları, Tablo 4.30.'da verildi. Tedavi sonrasında sadece Grup I'de sol gastroknemius kasının fasikül uzunluğunun anlamlı derecede arttığı bulundu (p<0,05).

Tablo 4.30. Grup içinde fasikül uzunluğu sonuçlarının tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılması.

Fasikül Uzunluğu (cm)	Grup I (n=10) X±SS		Grup II (n=10) X±SS		Grup III (n=7) X±SS	
	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol
TÖ	3,80±0,48	3,62±0,43	4,26±0,63	4,28±0,96	4,27±0,63	3,84±0,54
TS	4,22±0,74	4,26±0,48	4,15±0,60	4,03±0,66	4,13±0,52	3,98±0,63
p	0,121	0,033*	0,429	0,385	0,452	0,533

*p<0,05. Bağımlı Örneklem T Testi.

TÖ: Tedavi Öncesi; TS: Tedavi Sonrası.

Fasikül uzunluğu sonuçlarının gruplar arası karşılaştırılmasında, grup zaman etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p>0,05$) (Tablo 4.31.).

Tablo 4.31. Gruplar arasında tedavi öncesi ve sonrası fasikül uzunluğu sonuçlarının karşılaştırılması.

Fasikül Uzunluğu (cm)	Grup I (n=10) X±SS	Grup II (n=10) X±SS	Grup III (n=7) X±SS	F	p
<i>SAG</i>					
TÖ	3,80±0,48	4,26±0,63	4,27±0,63	2,684	0,089
TS	4,22±0,74	4,15±0,60	4,13±0,52		
<i>SOL</i>					
TÖ	3,62±0,43	4,28±0,96	3,84±0,54	3,254	0,056
TS	4,26±0,48	4,03±0,66	3,98±0,63		

* $p<0,05$. Tekrarlı Ölçümler Varyans Analizi.

TÖ: Tedavi Öncesi; TS: Tedavi Sonrası.

5. TARTIŞMA

Çalışmamızın sonuçları, egzersiz tedavisine ek olarak uygulanan LV uygulamasının spastisite, kas mimarisi, proprioepsiyon, denge ve yürüyüş parametrelerinde olumlu etkileri olduğunu göstermiştir. Detaylı incelemelerde 50 Hz'lik LV uygulaması bu parametrelerin tümünde gelişim sağlarken, 100 Hz'lik uygulamanın daha çok proprioepsiyon ve statik denge becerilerinin iyileşmesinde etkili olduğu bulunmuştur. Bu çalışma, MS hastalarında LV'nin kas tonusunu azaltmasının yanı sıra, kas lifi uzunluğu ve ayak bileği proprioepsiyonun da değiştirdiğini gösteren ve bunu denge ve yürüyüş gibi fonksiyonel sonuç ölçümleriyle destekleyen ilk çalışmadır.

Literatürde farklı frekanslarda ve farklı nörolojik hastalıklarda LV uygulamasının temel olarak kortikospinal yolun uyarılabilirliğini değiştirerek spastisite inhibisyonu sağladığı gösterilmiştir (4). Murillo ve ark., spinal kord yaralanması olan hastaların rektus femoris kaslarına uyguladıkları 50 Hz'lik LV sonucunda spastisitenin azaldığını MAS, Hmax/Mmax oranı ve T dalga sonuçları ile göstermişlerdir (143). Başka bir çalışmada ise, inme hastalarında üst ekstremité fleksör kaslarına uygulanan 91 Hz'lik uygulama sonrası spastisitedeki azalma MAS skorları ve F/M oranı ile gösterilmiştir (149). Paoloni ve ark.; MS hastalarında 4 hafta, haftada 3 gün olmak üzere egzersize ek olarak 120 Hz'lik LV; rektus femoris ve gastroknemius kaslarına uygulamış ve her iki kas grubunda spastisitenin azaldığını bulmuşlardır (6). Bu çalışmaların hepsinde LV'nin spastisiteyi azalttığı gösterilmekle birlikte, uygulanan frekansların çeşitliliği dikkati çekmektedir. Bu nedenle spastisite inhibisyonu amacıyla kullanılacak olan LV uygulamasında hangi frekansın daha etkili olacağı konusu hastanın tedaviden elde edeceği kazanımları doğrudan etkilemesi açısından değerlidir. Çalışmamızın sonuçlarının literatüre katkı sağlayarak bu alanda çalışan akademik ve klinik sağlık profesyonellerine yol gösterici olacağı öngörülmektedir.

Multipl Skleroz (MS) hastalarında spastisite rehabilitasyonunun optimal şekilde planlanabilmesi için, değerlendirme yöntemlerinin mümkün olduğunca objektif yöntemlerden seçilmesi gerekmektedir (100). MAS, klinikte en sık kullanılan ve uygulaması en kolay yöntemdir. Bu nedenle, birçok çalışmada spastisite değerlendirmesinde karşımıza çıkmaktadır. MS hastalarında da psikometrik

özellikleri açısından test-tekrar test güvenilirliği ve iyi bir iç tutarlılık göstermiştir (95). Bu değerlendirme, objektif bir değerlendirme yöntemi ile desteklendiği takdirde; sonuçların güvenilirliği artacak ve tedavi planı daha etkili bir şekilde planlanabilecektir. Literatür incelendiğinde, son yıllarda spastik kasın mimari özelliklerinin kas tonusunun değerlendirmesinde kullanılmaya başlandığı göze çarpmaktadır (105). Bunun en temel sebebi, spastisitenin temelde nöral kökenli bir problem olmasına rağmen, kasın iç yapısında da kalıcı değişikliklere yol açmasıdır (103). Kasın iç yapısında meydana gelen bu değişiklikler, hastaların motor performansını ciddi bir şekilde etkilemektedir. Spastisitesi olan hastaların günlük yaşam aktivitelerine katılımlarını ve yaşam kalitelerini artırmanın en doğru yolu, spastisiteye bağlı olarak ortaya çıkan kasın iç yapısındaki değişiklikleri anlamak ve tedavi planını buna göre planlamaktır (105). Bu amaçla, ultrasonografi sıklıkla spastik kasın iç yapısının özelliklerini anlamak ve spastisiteye yönelik olarak uygulanan tedavilerin etkinliğini göstermek amacıyla kullanılmaktadır. Aşağıda bu çalışmalardan örnekler sunulmuştur. Serebral Palsili çocuklarda, spastik gastroknemius kasının mimari özellikleri incelenmiş, kas fasikül uzunluğunun sağlıklı çocuklara göre daha kısa olduğu bulunmuştur (110). Literatürde tedavi etkinliğini göstermek amacıyla yapılan farklı çalışmalara rastlanmaktadır. Tok ve ark. yaptıkları bir çalışmada, inme hastalarında botoks uygulamasından 10 gün ve 2 ay sonra yapılan değerlendirmelerde kasın mimari özellikleri incelenmiştir. Sonuç olarak; spastik gastroknemius kasının pennasyon açısı ve kas kalınlığında azalma, fasikül uzunluğunda ise artış bulunmuştur (158). Karabay ve ark. yaptıkları çalışmada ise, serebral palsili çocuklarda tibialis anterior kasına uygulanan nöromüsküler elektriksel stimülasyonunun tibialis anterior ve gastroknemius kaslarının boyutu ve mimarisi üzerindeki kısa dönemli etkileri ultrason kullanarak araştırılmıştır. Hastalar, iki gruba ayrılmış, bir gruba elektrik stimülasyonu+geleneksel fizyoterapi, diğer gruba sadece geleneksel fizyoterapi uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda, elektrik stimülasyonu uygulanan grupta tibialis anterior ve gastroknemius kaslarının kesit alanı değerlerinde artış bulunmuş ve bu etkinin özellikle fonksiyonel düzeyi düşük olan hastalarda oldukça anlamlı olduğu vurgulanmıştır (159).

Tüm bu çalışmalarda tedavi sonrası açığa çıkan kas lifi uzunluğundaki artma ve pennasyon açısındaki azalma sonuçları, spastisitenin azaldığının objektif bir göstergesi olarak kabul edilmiş ve bu sonuçlar uygulanan tedavilerin kasın iç yapısını değiştirerek kalıcı değişiklikler sağladığının kanıtı olmuştur. Bizim çalışmamızda da, 50 Hz'lik LV uygulamasının kas lifi uzunluğunun arttığının bulunması, kasın iç yapısında kalıcı bir değişiklik açığa çıkarıldığının kanıtıdır. Çalışmamızda 50 Hz'lik LV uygulaması ile kas tonusunun azalması sağlanmış ve bu gelişme tüm nörolojik hastalıklar grubunda ilk kez sadece MAS ile değil, kas lifi uzunluğundaki artış ile de gösterilmiştir.

Literatürde sağlıklı kasta düşük frekansta LV uygulaması sonrasında tonik vibrasyon refleksinin uyarılarak bu şekilde kasın gevşediği ve lif uzunluğunun arttığı gösterilmiştir (160). Bizim çalışmamızda da sadece 50 Hz'lik vibrasyon uygulanan grupta fasikül uzunluğunun artmış olması, bu bilgiyi destekler nitelikte olmuştur.

Çalışmamızın spastisite şiddetindeki azalma ve kas lifi uzunluğundaki artış sonuçlarının 50 Hz grubunda sadece sol gastroknemius kasında açığa çıktığı göze çarpmaktadır. Tedavi öncesi 50 Hz grubunda sağ ve sol gastroknemius kaslarının MAS ve kas lifi uzunluğu sonuçları incelendiğinde, sol gastroknemius kasının tedavi öncesi değerlerinin, sağ gastroknemius kasına göre daha kötü olduğu görülmektedir. Sol gastroknemius kasında spastisitenin daha şiddetli olduğu ve kas lifi uzunluğunun daha kısa olduğu sonuçlarda gösterilmiştir. Bu nedenle sağ gastroknemius kasında da tedavi sonrası gelişim olmasına rağmen, sol tarafın tedavi öncesi değerlerinin daha kötü olması nedeniyle istatistiksel olarak anlamlılığının gösterilebildiği düşünülmektedir. Çalışmamızdaki hasta sayısının az olması nedeniyle, sağ taraftaki gelişim, istatistiksel anlamlılık düzeyinde gösterilememiştir.

Kasların ve eklemlerin dış etkenlere karşı cevap verebilme yeteneklerinden biri de, tonus, sertlik ve elastisiteden oluşan kasın viskoelastik özellikleridir. Literatürde, spastik kasın viskoelastik özelliklerinin değerlendirilmesi amacıyla myotonometrik ölçüm yapılmaktadır (161). Chuang ve ark. yaptıkları çalışmada, subakut inme hastalarında biceps ve triseps kaslarının tonus, elastisite ve sertliğini değerlendirmesi açısından Myoton cihazı ile yapılan ölçümlerin güvenilir olduğu bulunmuştur (115). Spastisiteye yönelik tedavilerin etkinliğinin gösterilmesi amacıyla yapılan myotonometrik ölçüm çalışmaları bulunmaktadır. Havuç ve ark.

yaptıkları çalışmada, serebral palsili çocuklarda gastroknemius kasına uygulanan nöromusküler elektrik stimülasyonu öncesi ve sonrasında, Myoton cihazı ile kasın viskoelastik özellikleri değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, elektrik stimülasyonu uygulamasının kas tonusu, elastisite ve sertlik değerlerinde iyileşme sağladığı bulunmuştur (162). Çalışmamızın sonucunda 50 Hz grubunda sağ ve sol gastroknemius kasında sertliğin arttığı bulunmuştur. Literatürde myotonometrik ölçümlerde sertliğin artması sonucu, kasın günlük yaşamda fonksiyonel kullanılması sonucunda kas gücünün artmasına yol açması ve bu nedenle sertliğin artması şeklinde yorumlanmaktadır (163). Çalışmamızda 50 Hz grubunda sertliğin artmasının, bu grubun günlük yaşamda alt ekstremitelerini fonksiyonel olarak kullanmaya başlamaları nedeniyle olduğunu düşünmekteyiz. Bu sonuç, 50 Hz grubunda denge ve yürüyüş parametrelerinin hepsinde gelişim olması ve hastaların fonksiyonel açıdan bağımsız hale gelmeleri sonucu ile de desteklenmektedir.

Duyusal problemler, MS hastalarının sık görülen bulgularındandır. Proprioseptif bozukluk, en yaygın görülen duyuşal bozukluktur ve alt ekstremitelerde üst ekstremitelerden daha fazla oranda görülmektedir (50). MS hastalarında ayak bileğinin kontrol yeteneğinde ciddi anlamda problemler bulunmaktadır (164). Bu durum, gastroknemius kasındaki spastisite ve ayak bileği pozisyon hissindeki problemler nedeniyle açığa çıkmaktadır (52). LV, kortikospinal yolun uyarılabilirliğini değiştirerek spastisitenin azalmasını sağlamaktadır. Ayrıca proprioseptif sistemi uyarak, sensorimotor organizasyonu restore ederek bu sürece katkıda bulunmaktadır (5). Spastisite sadece motor bir problem olarak kabul edilmemekte, sensorimotor bir bozukluk olarak isimlendirilmektedir (85). Sağlıklı bireylerde yapılan bir çalışmada, boyun kaslarına uygulanan LV sonucunda servikal eklem pozisyon hissi hata değerlerinin azaldığı gösterilmiştir (165). Çalışmamızın sonucunda ise, 50 ve 100 Hz'lik LV uygulamasının ayak bileği pozisyon hissinin geliştirdiği gösterilmiştir.

Lokal vibrasyonun (LV) spastik kas üzerindeki etkisi geniş bir yelpazede ele alınmalıdır. Birincil olarak spastisite şiddetinin değerlendirmesi, ultrasonografik değerlendirme ve myotonometrik değerlendirme, kasta meydana gelen değişimleri ortaya koymamızı sağlamaktadır. İkincil olarak ise; spastisitenin sebep olacağı ve ayrı düşünülemeyeceği proprioepsiyon, denge ve yürüyüş problemleri ele

alınmalıdır (166). Bu açıdan çalışmamızda; 50 Hz'lik LV uygulaması sonrasında hem spastisite değerlerinde, hem de propiosepsiyonda elde edilen iyileşmeler hastaların ayak bileği kontrolünü artırarak, denge ve yürüyüş gibi günlük yaşam aktivitelerinde de gelişme ile sonuçlanmıştır.

Multipl Skleroz (MS) hastalarında spastisite rehabilitasyonunun temel amacı, hastaların günlük yaşamda fonksiyonel yönden bağımsızlığını sağlamaktır. Bu amaçla literatürde spastisitenin azaltılması yerine spastisite regülasyonu terimi kullanılmaktadır. Spastisite regülasyonu; hastaların spastisitelerini kanıta dayalı yöntemler ışığında mümkün olduğunca düzenlemeye çalışmak, kasın kontrol edilebilir kuvvetini artırmak, ancak bunu yaparken hastaların günlük yaşama her açıdan uyum sağlayabilmesi amacıyla spastisite nedeniyle açığa çıkan propiosepsiyon, denge ve yürüyüş gibi problemlerinin ne boyutta olduğunu araştırmaktadır (166). Bu amaçla çalışmamız, hastaların spastisite şiddetlerindeki azalmanın yanı sıra, fonksiyonel düzeyde de gelişimlerini göstermiştir.

Multipl Skleroz (MS) hastalarında alt ekstremitelerde spastisitenin varlığı, hastalarda mobilite ve dengeyi olumsuz yönde etkilemektedir (167, 168). Hastaların alt ekstremitte spastisitesi ile postural kontrol disfonksiyonu arasında ilişki olduğuna dair kanıtlar bulunmaktadır. Spastisitesi fazla olan hastaların, daha düşük spastisiteye sahip hastalara ve sağlıklı kontrollere göre daha fazla postural salınıma sahip oldukları ve bu salınının ağırlıklı olarak mediolateral yönde olduğu gösterilmiştir (10). Rougier ve ark. yaptıkları çalışmada, MS hastalarının sağlıklı bireylere göre daha fazla postural salınıma sahip olduklarını gösterilmiştir. Yazarlar, postural kontroldeki problemlerin, duyuşsal bilgi işleme ve/veya spastisite gibi motor bozukluklardan kaynaklandığını öne sürmüşlerdir (169). Spastisitenin, tonik gerilme reflekslerindeki hıza bağlı artış ve gerilme refleksinin aşırı duyarlılığından kaynaklanan abartılı tendon sarsıntıları nedeniyle, kişinin postural kontrolün birincil bileşeni olan ayak bileği sertliğini ayarlama yeteneğini azalttığına inanılmaktadır (170). Başka bir çalışmada, ayakta dururken ayak bileği kaslarında daha yüksek refleks aktivitesi (yani daha büyük H-refleks amplitüdü) gösteren yaşlı yetişkinlerin daha fazla postural salınım gösterdiği gösterilmiştir (171).

Spina ve ark. yaptıkları çalışmada, 20 MS hastası vibrasyon grubu ve sham grubu olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Vibrasyon grubuna günde 1 saat, haftada 5 gün,

3 hafta boyunca yedinci servikal vertebra ve triseps surae kasının tendonuna iki taraflı olacak şekilde uygulama yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda, LV'nin Fonksiyonel Uzanma Testi ve Berg Denge Testi sonuçlarında iyileşme sağladığı bulunmuştur (7). Var olan çalışmalarda genellikle spastisiteye yönelik olarak uygulanan LV sonucunda, spastisiteye ek olarak denge parametrelerindeki gelişim ölçekler kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışmamızda denge bir denge platformu yardımıyla stabilite limitleri ve postural salınım gibi objektif veriler açısından değerlendirilmiş olmasının tedavi yöntemlerinin etkinliğini göstermesi açısından anlamlı sonuçlar sağladığı düşünülmektedir. Çalışmamızda anteroposterior yönde stabilite limitleri ve postural salınım sonuçlarında tüm gruplarda iyileşme bulunurken, mediolateral yönde 50 Hz ve 100 Hz'lik vibrasyon uygulanan gruplarda iyileşme bulunmuştur. Denge becerileri detaylı incelendiğinde, anteroposterior ve mediolateral yönde dengeyi kontrol eden yapılarda farklılıklar olduğu göze çarpmaktadır. Alt ekstremitede bulunan birçok kas ve eklem, anteroposterior yöndeki dengeyi kontrol etmekte rol oynamaktadır (172). Bunun tersi olarak, mediolateral yöndeki denge sadece kalça abduktör ve addüktör kaslarının aktivasyonu ile sağlanmaktadır, ayak bileği ve diz eklemi mediolateral yöndeki ayarlamalara katkı sağlamamaktadır (173). Bu nedenlerle, mediolateral yönde postural kontrolde açığa çıkan problem, düşme ve kalça kırıklarına sebep olabilme riski nedeniyle daha tehlikelidir (174). Bu nedenlerle çalışmamızda; mediolateral yöndeki gelişimin LV uygulaması yapılan gruplarda açığa çıkması, dahası bu sonuçların tedavi sonrasında gruplar arası anlamlılığa ulaşması, LV'nin spastisite inhibisyonu yoluyla postural kontrolün geliştirilmesi ve düşme riskinin azaltılması açısından çok önemli olduğunu göstermiştir. Çalışmamız, LV'nin gastroknemius spastisitesini azaltarak anteroposterior ve mediolateral yöndeki denge parametrelerinin geliştiğini objektif yöntemlerle gösteren ilk çalışmadır.

Literatürde MS hastalarında spastisite ile en güçlü ilişki gösteren fonksiyonel sürecin yürüyüş olduğu vurgulanmaktadır. Yürüyüş bozukluğu ve spastisitenin prevalansı ve şiddeti, hastalığın ilerlemesi ile artmakta ve her iki semptom da yaşam kalitesini ciddi oranda düşürmektedir. Hastaların kendi bildirdikleri sağlık algılarında yürüyüşün ne kadar önemli bir yer kapladığı düşünüldüğünde, spastisite ile ilişkili yürüyüş problemlerinin iyileştirilmesi, hastaların günlük yaşamları için büyük öneme

sahiptir (11). Hastalarda yürüyüş bozukluğunun yorgunluk, bozulmuş denge ve koordinasyon becerileri gibi birçok faktörden etkilendiği, ancak spastisitenin tüm bu faktörlerden daha fazla derecede yürüyüş bozukluğuna sebep olduğu vurgulanmıştır (175). Bu nedenle MS hastalarında spastisite değerlendirmesinde, mutlaka yürüyüş de değerlendirilmelidir. Zamanlı yürüyüş testleri ve hastaların yürüyüşleri ile ilgili bildirim verdikleri Multipl Skleroz Yürüme Skalası-12 klinikte sıklıkla kullanılmaktadır. MS hastalarının üst ve alt ekstremitelerindeki spastisite varlığının, spastisite yokluğuna göre 6 dakikalık yürüme testinde daha kötü performansa neden olduğunu gösterilmiştir (176). Spastisitesi olan MS hastalarında, yalnızca 6 dakikalık yürüme testi gibi dayanıklılık testlerinde değil, aynı zamanda daha kısa yürüme görevleri içeren testlerde (Zamanlı Kalk Yürü Testi ve 25 Ayak Yürüme Testi) ve hastaların yürüme bozukluklarını rapor ettikleri testlerde (Multipl Skleroz Yürüme Skalası-12 gibi) daha kötü performans gösterdikleri bulunmuştur (177). Ancak, spastisite sonucunda açığa çıkan yürüyüş problemlerini incelemek açısından, yürüyüş analiz sistemleri yürüyüşün kinetik ve kinematik özelliklerini değerlendirdiği için daha objektif sonuçlar verecektir.

Spastisitedeki azalmanın, hastaların yürüyüşlerindeki hız, adım uzunluğu, adım genişliği, duruş ve sallanma fazı gibi birçok spatiotemporal parametrenin iyileşmesini sağlaması beklenmektedir (178). Camerota ve ark., alt ekstremitte spastisitesi şiddetli olan 14 sekonder progresif MS hastasına, ard arda 3 gün boyunca quadriseps kasları ve lomber paraspinal kaslarına 100 Hz'lik LV uygulaması yapmışlardır. Sonuç olarak; yürüyüşün spatiotemporal parametrelerinde iyileşmenin yanı sıra, ağrı şikayetlerinin azaldığı ve yaşam kalitesinin arttığı bulunmuştur (8). Bizim çalışmamızda, bu çalışma ile tutarlı olarak egzersiz tedavisine ek olarak uygulanan 50 Hz'lik LV'nin yürüyüşün hız, adım uzunluğu, destek yüzeyi, tek destek, çift destek, duruş ve sallanma fazı gibi tüm parametrelerinde iyileşmeye neden olurken, 100 Hz'lik LV uygulamasının hız, adım uzunluğu ve destek yüzeyi parametrelerinde iyileşmeyi sağladığı gösterilmiştir. Tek başına egzersiz uygulaması ise, tek destek ve duruş fazı parametrelerinde iyileşme göstermiştir. Gruplar arasında yürüyüş parametrelerinde elde edilen iyileşme parametrelerindeki farklılığın spastisite ve kasın fasikül uzunluğundaki artış ile ilişkili olduğu kanaatindeyiz. Bu

nedenle 50 Hz'lik LV uygulaması yürüyüşün hemen her parametresinde iyileşmeye neden olurken, 100 Hz'lik uygulamada kısıtlı iyileşme elde edilmiştir.

Denge ve yürüyüş sonuçları birlikte ele alındığında, 50 Hz'lik LV uygulamasının hem stabilite limitleri ve postural salınım, hem de yürüyüş parametrelerinin tümünde iyileşmelere yol açtığı görülmektedir. Bu açıdan bakıldığında, 50 Hz'lik vibrasyon uygulamasının hem statik, hem dinamik denge becerilerini arttırdığı söylenebilir. 100 Hz'lik LV uygulaması sonucunda yürüyüş parametrelerindeki gelişimin ise limitli olduğu söylenebilir. Sonuçları dikkatli bir şekilde analiz ettiğimizde, 100 Hz'lik LV uygulamasının, dinamik denge becerilerinden ziyade, daha çok statik denge becerilerinde (stabilite limitlerinde, postural salınım ve tek bacak duruş süresi sonuçlarında) etkili olduğu görülmüştür. Bu sonuçların, düşük ve yüksek frekanslı vibrasyon uygulamalarının aktive ettikleri taktil somatosensoriyel reseptörlerin fonksiyonları ile ilgili olduğunu düşünüyoruz. Pacini korpuskülü, yüksek frekanslı vibrasyon (60-400 Hz) ile uyarılmaktadır. Meissner korpuskülü ise, düşük frekanslı vibrasyon (20-50 Hz) ile uyarılmaktadır (179). Literatürde denge becerilerinin gelişiminde, Meissner korpuskülünün uyarılmasının diğer taktil reseptörlere göre daha etkili olduğu vurgulanmıştır (180, 181). Çalışmamızın sonucunda literatürde yer alan taktil reseptörlerin uyarılma frekanslarına uygun olarak, 50 Hz'lik LV grubunda Meissner korpuskülü diğer taktil reseptörlere göre daha çok uyarılmış ve bunun sonucunda birçok açıdan denge becerilerinin 100 Hz'lik gruba göre daha fazla gelişim gösterdiği bulunmuştur. Literatürde ayrıca gastroknemius kasının 40-60 Hz frekans aralığındaki vibrasyon uygulaması sonucunda en iyi uyarılabilirlik düzeyine ulaştığı gösterilmiştir (182). Çalışmamızın sonucunda 50 Hz'lik gruptaki gelişim, bu bilgileri destekler niteliktedir. Denge ve yürüyüş sonuçlarımızın kas lifi uzunluğundaki artış ile ilişkili olduğunu düşünüyoruz. Gastroknemius kasında spastisitenin azalması, esnekliğin ve lif uzunluğunun artması sonucunda denge ve yürüyüş için çok önemli olan bu postural ayarlama kası, fonksiyonunu daha iyi bir şekilde açığa çıkarabilmiş ve böylece fonksiyonel düzeyde de gelişmeler ortaya konmuştur (183).

Çalışmamızda elde edilen bozukluk ve aktivite düzeyindeki tüm gelişmelerin, hastaların fonksiyonel açıdan yapmak istedikleri aktivitelerin gelişimi ve katılımlarının artması sonuçları ile desteklenmesi oldukça önemlidir. Tedavi

başarısını, sadece klinik ya da laboratuvar ölçümleri ile açıklamak yeterli değildir. Hedef/Amaç belirleme; hastaları kendi hedeflerini ve önceliklerini belirlemeye teşvik etmesi, ekip iletişimi ve koordinasyonunu desteklemesi açısından rehabilitasyon yaklaşımlarının ayrılmaz bir parçasıdır, ancak genellikle yapılan çalışmalarda göz ardı edilmektedir (184). Bir rehabilitasyon programının etkinliği, sadece klinik ölçümlerde elde edilen gelişmelerle değil; hastaların kendileri tarafından belirlenen hedeflere ulaşma derecesi ile de desteklenmelidir. Bizim istatistiksel analizlerle başarılı bulduğumuz bir tedavi yöntemi, hasta tarafından da olumlu bulunmazsa başarı gölgelemiş olur (185). Bu nedenle çalışmamızda tedavinin etkinliğini hastanın gözünden değerlendirmek amacıyla Amaca Ulaşma Ölçeği kullanılmıştır. Çalışmamızda, bu ölçeğin sonuçlarına göre hastalar tarafından en çok seçilen tedavi hedefleri; yorgunluğun azalması, merdiven aktivitelerindeki zorluğun azalması, yürüme mesafesinin artması, ayakta durma süresinin uzaması ve yürürken ayağın yere takılmasının azalmasıdır. Bu hedefler ışığında, çalışmamızdaki tüm tedavi gruplarında Amaca Ulaşma Ölçeği sonuçlarında gelişim elde edilmiştir. Bu sonuçlar uygulanan tedavi programı ile oluşan kazanımların klinik ölçümlerin yanı sıra, rehabilitasyonun başarısının değerlendirilmesinde nihai gösterge olan hastanın memnuniyet düzeyine de yansıdığını göstermektedir.

Çalışmamızda LV uygulamalarında elde edilen olumlu sonuçların gruplar arası farklılığa yansımamasının (sadece medio lateral stabilite limitlerinde gruplar arası farklılık elde edildi) her üç gruba da uygulanan iyi yapılandırılmış bireysel egzersiz programının varlığı ile ilişkilendirilmiştir. Sadece egzersiz uygulanan grupta stabilite limitleri, postural salınımlar, yürüyüşün bazı parametreleri ile hedefe ulaşma ölçeğindeki iyileşmeler bize bunu düşündürmüştür. Ev programı ile takip edilen bir grup çalışmada olsa idi, gruplar arası farklılığın daha net açığa çıkmasına neden olabilirdi. Ancak çalışma süresindeki sınırlılık, çalışmaya dördüncü bir grubun alınmasını mümkün kılmamıştır.

Çalışma sürecinde Covid pandemisinin başlaması ve bu süreçte otoimmün sistemi baskılayan birçok ilaç kullanan MS hastalarının tedaviye devam etmek istememeleri nedeniyle, çalışma daha fazla hasta ile planlanmasına rağmen, erken sonlandırılmak durumunda kalmıştır. Ayrıca çalışmada spastisiteyi etkileyebilecek çevresel faktörlerin (uygulama saati, uygulama basıncı, oda sıcaklığı, hastanın

yorgunluk düzeyi vb.) elimine edilmemiş olması, limitasyon olarak değerlendirilmiştir. Gelecekteki çalışmaların çevresel faktörler standardize edilerek yapılması, sonuçların objektifliğini artıracaktır.

Bu çalışmanın sonucunda “Egzersiz programına ek olarak spastik gastroknemius kası üzerine uygulanan LV’nin kasın mimari ve fonksiyonel özellikleri üzerine olumlu etkileri vardır” içeriğinde olan H1 hipotezi ve “Egzersiz programına ek olarak spastik gastroknemius kası üzerine uygulanan 50 ve 100 Hz. frekanslardaki LV uygulamalarının kasın mimari ve fonksiyonel özellikleri üzerine etkileri açısından fark vardır” içerikli H2 hipotezi kısmen (mediolateral stabilite limitleri açısından) doğrulanmıştır.

Bu çalışma, MS hastalarında spastisite, kas mimarisi, eklem pozisyon hissi, denge ve yürüyüş parametrelerinin geliştirilmesi ve bu parametrelerdeki gelişimin aktivite düzeyinde yorumlanması amacıyla düşük ve yüksek frekanstaki LV uygulamalarının egzersiz programına katkısını değerlendiren kanıt düzeyi yüksek ilk çalışmadır. Çalışmamızın sonuçları; düşük frekanslı LV uygulamasının, spastisite ve ayak bileği propriosepsiyonun iyileşmesine katkı sağlayarak denge ve yürüyüş fonksiyonlarını geliştirmede etkili olduğunu mümkün olan en objektif sonuç ölçümleri ile göstermiştir. Bu kazanımlar sadece klinik düzeyle sınırlı kalmamış, hastaların tedaviden beklentileri ile ilgili memnuniyet düzeylerine de yansımıştır. Bu kanıtlar ışığında, MS hastalarında egzersiz programına ek olarak uygulanan LV’nin, spastisite rehabilitasyonunda hastalarda herhangi bir yan etkiye yol açmadan, yüksek memnuniyet düzeyi ve motivasyon sağladığı, gelecekte farklı nörolojik hastalıklardaki etkilerinin araştırılmaya değer olduğu ve uygulama kolaylığı nedeniyle klinik kullanım açısından uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Multipl Skleroz (MS) hastalarında bireye özgü egzersiz programına ek olarak spastik gastroknemius kasına uygulanan LV'nin spastisite şiddeti, kasın mimari ve viskoelastik özellikleri, propiosepsiyon, denge ve yürüyüş üzerine olan etkilerinin araştırıldığı çalışmamızda elde edilen sonuçlar şu şekildedir:

1. Çalışmaya dahil edilen üç gruptaki bireylerin yaş, vücut kütle indeksi, hastalık durasyonu ve EDSS skorlarının benzer olması, üç grubun karşılaştırmalı çalışma için uygun örneklem grupları olduğunu göstermektedir.
2. Çalışmaya dahil edilen bireylerin tedavi öncesinde yapılan tüm değerlendirmelerinin gruplar arasında benzer olması, grupların homojen olduğunu ve tedavi sonuçlarının yorumlanması açısından uygun örneklem grupları olduğunu göstermektedir.
3. Egzersize ek olarak uygulanan 50 Hz'lik LV'nin gastroknemius kasında spastisite şiddetinin azalması ve bu bulguyu destekler nitelikte olan fasikül uzunluğunun artması sonucuna yol açması; düşük frekanslı LV uygulamalarının spastisite şiddetini azaltmada ve kasın mimari özelliklerini değiştirmede etkili olduğunu göstermektedir.
4. Bu sonuca paralel olarak, egzersize ek olarak uygulanan 50 Hz'lik LV'nin gastroknemius kasının sertliğini artırmış olmasının, bu gruptaki bireylerde gastroknemius kasındaki spastisitenin azalmasına bağlı olarak bireylerin günlük yaşam aktivitelerinde gastroknemius kaslarını aktif bir şekilde kullanabilmeleri nedeniyle olduğunu düşündürmüştür.
5. Lokal vibrasyon (LV) uygulanan her iki grupta, bireylerin ayak bileği eklem pozisyon hissini tedavi sonrasında geliştiğinin bulunması; literatürle uyumlu olarak LV'nin hem spastisiteyi azaltmada, hem de propioseptif girdi sağlamada etkili olduğunu düşündürmüştür.
6. Tek bacak duruş süresinin LV uygulanan gruplarda artmış olması, spastisitenin azalması ve ayak bileği pozisyon hissini bu gruplarda gelişmesinin bir sonucudur.
7. Tüm gruplardaki bireylerde anteroposterior yönde hem stabilite limitleri sonuçları, hem de gözler kapalı postural salınım sonuçlarının gelişim

göstermesi; tek başına egzersiz uygulamasının ya da egzersiz uygulamalarına ek olarak uygulanan LV uygulamalarının anteroposterior yöndeki denge becerilerinin arttığını, ancak fark yaratmadığını göstermektedir.

8. Sadece LV uygulanan gruplarda mediolateral yönde hem stabilite limitleri sonuçları, hem de gözler kapalı postural salınım sonuçlarının gelişim göstermesi ise; LV uygulamalarının mediolateral yöndeki denge sonuçları açısından daha etkili olduğunu göstermektedir.
9. Anteroposterior ve mediolateral yönde elde edilen bu sonuçlardan yola çıkarak, anteroposterior yöndeki dengeyi sağlamak amacıyla birçok kas ve eklemin rol aldığı, ancak mediolateral denge için böyle bir durum söz konusu olmaması nedeniyle mediolateral dengeyi sağlamanın daha zor olduğu ve düşmelerin altında yatan temel nedenin mediolateral dengedeki kayıplar olduğu vurgulanmalıdır. Egzersize ek olarak uygulanan LV'nin, tek başına egzersiz uygulamasına üstünlük sağlayarak mediolateral dengeyi geliştirmiş olması, LV uygulamalarının düşme riskini azaltmada daha etkili olduğunu düşündürmüştür.
10. Gruplar arası değerlendirme sonucunda, 50 Hz'lik LV uygulamasının mediolateral yöndeki stabilite limitlerini geliştirme açısından diğer gruplardan üstün bulunmuş olması; spastisite şiddetindeki azalma ve fasikül uzunluğunda artma gibi sadece 50 Hz grubunda açığa çıkan bulguları destekleyerek 50 Hz grubunda mediolateral yöndeki dengenin daha iyi bir şekilde gelişime yol açtığını göstermektedir.
11. Egzersiz tedavisine ek olarak uygulanan 50 Hz'lik LV'nin yürüyüşün hız, adım uzunluğu, destek yüzeyi, tek destek, çift destek, duruş ve sallanma fazı gibi tüm parametrelerinde iyileşmeye neden olurken, 100 Hz'lik LV uygulamasının hız, adım uzunluğu ve destek yüzeyi parametrelerinde iyileşmeyi sağladığı gösterilmiştir. Tek başına egzersiz uygulaması ise, tek destek ve duruş fazı parametrelerinde iyileşme göstermiştir.
12. Tüm gruplarda Amaca Ulaşma Ölçeği sonuçlarında gelişim elde edilmesi, uygulanan tedavi programı ile oluşan kazanımların klinik ölçümlerin yanı sıra, rehabilitasyonun başarısının değerlendirilmesinde nihai gösterge olan hastanın memnuniyet düzeyine de yansıdığını göstermektedir.

13. Bu çalışma, MS hastalarında spastisite, kas mimarisi, eklem pozisyon hissi, denge ve yürüyüş parametrelerinin geliştirilmesi ve bu parametrelerdeki gelişimin aktivite düzeyinde yorumlanması amacıyla düşük ve yüksek frekanstaki LV uygulamalarının egzersiz programına katkısını değerlendiren kanıt düzeyi yüksek ilk çalışmadır.
14. Gelecekte daha fazla hasta sayısı ve farklı frekanslarda LV uygulamasının yapıldığı randomize kontrollü araştırmalardan elde edilecek sonuçların; hem MS hem de diğer nörolojik hastalıklarda LV'nin spastisite şiddeti ve fonksiyonel kapasiteye olan etkileri hakkında bir fikir birliğine varılmasını sağlayacaktır. Bu sayede klinikte çalışan fizyoterapistler bu kanıtlar ışığında tedavilerinde daha etkin LV'yi uygulama konusunda daha kararlı olabilecektir.

7. KAYNAKLAR

1. Korn T. Pathophysiology of multiple sclerosis. *J Neurol*. 2008;255(6):2-6.
2. Khan F, Amatya B, Bensmail D, Yelnik A. Non-pharmacological interventions for spasticity in adults: an overview of systematic reviews. *Ann Phys Rehabil Med*. 2019;62(4):265-73.
3. Roll J, Vedel J, Ribot E. Alteration of proprioceptive messages induced by tendon vibration in man: a microneurographic study. *Exp Brain Res*. 1989;76(1):213-22.
4. Steyvers M, Levin O, Van Baelen M, Swinnen SP. Corticospinal excitability changes following prolonged muscle tendon vibration. *Neuroreport*. 2003;14(15):2001-4.
5. Murillo N, Valls-Sole J, Vidal J, Opisso E, Medina J, Kumru H. Focal vibration in neurorehabilitation. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2014;50(2):231-42.
6. Paoloni M, Giovannelli M, Mangone M, Leonardi L, Tavernese E, Di Pangrazio E, ve ark. 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. *Clin Rehabil*. 2013;27(9):803-12.
7. Spina E, Carotenuto A, Aceto MG, Cerillo I, Silvestre F, Arace F, ve ark. The effects of mechanical focal vibration on walking impairment in multiple sclerosis patients: a randomized, double-blinded vs placebo study. *Restor Neurol Neurosci*. 2016;34(5):869-76.
8. Camerota F, Celletti C, Di Sipio E, De Fino C, Simbolotti C, Germanotta M, ve ark. Focal muscle vibration, an effective rehabilitative approach in severe gait impairment due to multiple sclerosis. *J Neurol Sci*. 2017;372:33-9.
9. Liepert J, Binder C. Vibration-induced effects in stroke patients with spastic hemiparesis—a pilot study. *Restor Neurol Neurosci*. 2010;28(6):729-35.
10. Sosnoff JJ, Shin S, Motl RW. Multiple sclerosis and postural control: the role of spasticity. *Arch Phys Med Rehabil*. 2010;91(1):93-9.
11. Arroyo González R. A review of the effects of baclofen and of THC: CBD oromucosal spray on spasticity-related walking impairment in multiple sclerosis. *Expert Rev Neurother*. 2018;18(10):785-91.
12. Tullman MJ. Overview of the epidemiology, diagnosis, and disease progression associated with multiple sclerosis. *Am J Manag Care*. 2013;19(2 Suppl):S15-20.
13. Alonso A, Hernán MA. Temporal trends in the incidence of multiple sclerosis: a systematic review. *Neurology*. 2008;71(2):129-35.
14. Ramagopalan SV, Dobson R, Meier UC, Giovannoni G. Multiple sclerosis: risk factors, prodromes, and potential causal pathways. *Lancet Neurol*. 2010;9(7):727-39.

15. Kantarci OH, editor Genetics and natural history of multiple sclerosis. *Seminars in neurology*; 2008: © Thieme Medical Publishers.
16. Belbasis L, Bellou V, Evangelou E, Ioannidis JP, Tzoulaki I. Environmental risk factors and multiple sclerosis: an umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. *Lancet Neurol*. 2015;14(3):263-73.
17. Pakpoor J, Disanto G, Gerber JE, Dobson R, Meier UC, Giovannoni G, ve ark. The risk of developing multiple sclerosis in individuals seronegative for Epstein-Barr virus: a meta-analysis. *Mult Scler J*. 2013;19(2):162-6.
18. Wingerchuk DM. Smoking: effects on multiple sclerosis susceptibility and disease progression. *Ther Adv Neurol Disord*. 2012;5(1):13-22.
19. Sintzel MB, Rametta M, Reder AT. Vitamin D and multiple sclerosis: a comprehensive review. *Neurol Ther*. 2018;7(1):59-85.
20. Zhang H-L, Wu J. Role of vitamin D in immune responses and autoimmune diseases, with emphasis on its role in multiple sclerosis. *Neurosci Bull*. 2010;26(6):445-54.
21. Anderson J, Hampton D, Patani R, Pryce G, Crowther R, Reynolds R, ve ark. Abnormally phosphorylated tau is associated with neuronal and axonal loss in experimental autoimmune encephalomyelitis and multiple sclerosis. *Brain*. 2008;131(7):1736-48.
22. Popescu BFG, Lucchinetti CF. Pathology of demyelinating diseases. *Annual Review of Pathology: Mechanisms of Disease*. 2012;7:185-217.
23. Frischer JM, Bramow S, Dal-Bianco A, Lucchinetti CF, Rauschka H, Schmidbauer M, ve ark. The relation between inflammation and neurodegeneration in multiple sclerosis brains. *Brain*. 2009;132(5):1175-89.
24. Dhib-Jalbut S, Kalvakolanu DV. Microglia and necroptosis: The culprits of neuronal cell death in multiple sclerosis. *Cytokine*. 2015;76(2):583-4.
25. Trapp BD, Nave K-A. Multiple sclerosis: an immune or neurodegenerative disorder? *Annu Rev Neurosci*. 2008;31:247-69.
26. Matthews PM, Roncaroli F, Waldman A, Sormani MP, De Stefano N, Giovannoni G, ve ark. A practical review of the neuropathology and neuroimaging of multiple sclerosis. *Pract Neurol*. 2016;16(4):279-87.
27. Lublin FD, Reingold SC, Cohen JA, Cutter GR, Sørensen PS, Thompson AJ, ve ark. Defining the clinical course of multiple sclerosis: the 2013 revisions. *Neurology*. 2014;83(3):278-86.
28. Okuda D, Mowry EM, Beheshtian A, Waubant E, Baranzini S, Goodin D, ve ark. Incidental MRI anomalies suggestive of multiple sclerosis: the radiologically isolated syndrome. *Neurology*. 2009;72(9):800-5.
29. Okuda DT, Siva A, Kantarci O, Inglese M, Katz I, Tutuncu M, ve ark. Radiologically isolated syndrome: 5-year risk for an initial clinical event. *PloS one*. 2014;9(3):e90509.
30. Miller DH, Chard DT, Ciccarelli O. Clinically isolated syndromes. *Lancet Neurol*. 2012;11(2):157-69.

31. Brex PA, Ciccarelli O, O'Riordan JI, Sailer M, Thompson AJ, Miller DH. A longitudinal study of abnormalities on MRI and disability from multiple sclerosis. *N Engl J Med*. 2002;346(3):158-64.
32. Ramsaransing G, Maurits N, Zwanikken C, De Keyser J. Early prediction of a benign course of multiple sclerosis on clinical grounds: a systematic review. *Mult Scler J*. 2001;7(5):345-7.
33. Fisniku L, Brex P, Altmann D, Miszkiel K, Benton C, Lanyon R, ve ark. Disability and T2 MRI lesions: a 20-year follow-up of patients with relapse onset of multiple sclerosis. *Brain*. 2008;131(3):808-17.
34. Rovaris M, Confavreux C, Furlan R, Kappos L, Comi G, Filippi M. Secondary progressive multiple sclerosis: current knowledge and future challenges. *Lancet Neurol*. 2006;5(4):343-54.
35. Tremlett H, Paty D, Devonshire V. The natural history of primary progressive MS in British Columbia, Canada. *Neurology*. 2005;65(12):1919-23.
36. Wood D, Moscarello M, Bilbao J, O'Connors P. Acute multiple sclerosis (Marburg type) is associated with developmentally immature myelin basic protein. *Ann Neurol: Official Journal of the American Neurological Association and the Child Neurology Society*. 1996;40(1):18-24.
37. Kurtzke JF. Rating neurologic impairment in multiple sclerosis: an expanded disability status scale (EDSS). *Neurology*. 1983;33(11):1444-.
38. Armstrong LE, Winant DM, Swasey PR, Seidle ME, Carter AL, Gehlsen G. Using isokinetic dynamometry to test ambulatory patients with multiple sclerosis. *Phys Ther*. 1983;63(8):1274-9.
39. Yahia A, Ghroubi S, Mhiri C, Elleuch M. Relationship between muscular strength, gait and postural parameters in multiple sclerosis. *Ann Phys Rehabil Med*. 2011;54(3):144-55.
40. Motl RW, Arnett PA, Smith M, Barwick F, Ahlstrom B, Stover E. Worsening of symptoms is associated with lower physical activity levels in individuals with multiple sclerosis. *Mult Scler J*. 2008;14(1):140-2.
41. Schwid SR, Thornton CA, Pandya S, Manzur KL, Sanjak M, Petrie MD, ve ark. Quantitative assessment of motor fatigue and strength in MS. *Neurology*. 1999;53(4):743-50.
42. Esnouf J, Taylor P, Mann G, Barrett C. Impact on activities of daily living using a functional electrical stimulation device to improve dropped foot in people with multiple sclerosis, measured by the Canadian Occupational Performance Measure. *Mult Scler J*. 2010;16(9):1141-7.
43. Mount J, Dacko S. Effects of dorsiflexor endurance exercises on foot drop secondary to multiple sclerosis: a pilot study. *NeuroRehabilitation*. 2006;21(1):43-50.
44. Yozbatıran N, Baskurt F, Baskurt Z, Ozakbas S, Idiman E. Motor assessment of upper extremity function and its relation with fatigue, cognitive function and quality of life in multiple sclerosis patients. *J Neurol Sci*. 2006;246(1-2):117-22.

45. 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. *Ann Neurol: Official Journal of the American Neurological Association and the Child Neurology Society*. 1991;29(1):6-12.
46. Bonfiglio L, Rossi B, Sartucci F. Prolonged intracortical delay of long-latency reflexes: electrophysiological evidence for a cortical dysfunction in multiple sclerosis. *Brain Res Bull*. 2006;69(6):606-13.
47. Ng A, Kent-Braun J. Quantitation of lower physical activity in persons with multiple sclerosis. *Med Sci Sports Exerc*. 1997;29(4):517-23.
48. Mazumder R, Murchison C, Bourdette D, Cameron M. Falls in people with multiple sclerosis compared with falls in healthy controls. *PloS one*. 2014;9(9):e107620.
49. Marsden J, Pavlou M, Dennett R, Gibbon A, Knight-Lozano R, Jeu L, et al. Vestibular rehabilitation in multiple sclerosis: study protocol for a randomised controlled trial and cost-effectiveness analysis comparing customised with booklet based vestibular rehabilitation for vestibulopathy and a 12 month observational cohort study of the symptom reduction and recurrence rate following treatment for benign paroxysmal positional vertigo. *BMC neurol*. 2020;20(1):1-15.
50. Jamali A, Sadeghi-Demneh E, Fereshtenajad N, Hillier S. Somatosensory impairment and its association with balance limitation in people with multiple sclerosis. *Gait Posture*. 2017;57:224-9.
51. D'Ambrosio A, Pagani E, Riccitelli GC, Colombo B, Rodegher M, Falini A, et al. Cerebellar contribution to motor and cognitive performance in multiple sclerosis: an MRI sub-regional volumetric analysis. *Mult Scler J*. 2017;23(9):1194-203.
52. Cameron MH, Lord S. Postural control in multiple sclerosis: implications for fall prevention. *Curr Neurol Neurosci Rep*. 2010;10(5):407-12.
53. Rinker JR, Salter AR, Walker H, Amara A, Meador W, Cutter GR. Prevalence and characteristics of tremor in the NARCOMS multiple sclerosis registry: a cross-sectional survey. *BMJ open*. 2015;5(1).
54. LaRocca NG. Impact of walking impairment in multiple sclerosis. *Patient*. 2011;4(3):189-201.
55. Socie MJ, Sosnoff JJ. Gait variability and multiple sclerosis. *Mult Scler Int*. 2013;2013.
56. Moe-Nilssen R, Aaslund MK, Hodt-Billington C, Helbostad JL. Gait variability measures may represent different constructs. *Gait Posture*. 2010;32(1):98-101.
57. van Emmerik RE, Jones SL, Busa MA, Remelius JG, Averill JL. Enhancing postural stability and adaptability in multiple sclerosis. *Progress in Motor Control*: Springer; 2014. p. 251-76.

58. 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.
59. Sosnoff JJ, Sandroff BM, Motl RW. Quantifying gait abnormalities in persons with multiple sclerosis with minimal disability. *Gait Posture*. 2012;36(1):154-6.
60. Socie MJ, Motl RW, Sosnoff JJ. Examination of spatiotemporal gait parameters during the 6-min walk in individuals with multiple sclerosis. *Int J Rehabil Res*. 2014;37(4):311-6.
61. Sosnoff JJ, Boes MK, Sandroff BM, Socie MJ, Pula JH, Motl RW. Walking and thinking in persons with multiple sclerosis who vary in disability. *Arch Phys Med Rehabil*. 2011;92(12):2028-33.
62. Beck RW, Cleary PA, Anderson Jr MM, Keltner JL, Shults WT, Kaufman DI, ve ark. A randomized, controlled trial of corticosteroids in the treatment of acute optic neuritis. *N Engl J Med*. 1992;326(9):581-8.
63. Rosenthal JF, Stankiewicz JM, Buckle GJ. Clinical Features, Symptom Management, and Diagnosis. *Clinical Neuroimmunology*: Springer; 2020. p. 89-108.
64. Thömke F, Lensch E, Ringel K, Hopf HC. Isolated cranial nerve palsies in multiple sclerosis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1997;63(5):682-5.
65. Frohman E, Zhang H, Dewey RB, Hawker K, Racke M, Frohman T. Vertigo in MS: utility of positional and particle repositioning maneuvers. *Neurology*. 2000;55(10):1566-9.
66. Leocani L, Martinelli V, Natali-Sora MG, Rovaris M, Comi G. Somatosensory evoked potentials and sensory involvement in multiple sclerosis: comparison with clinical findings and quantitative sensory tests. *Mult Scler J*. 2003;9(3):275-9.
67. Maggioni S, Melendez-Calderon A, Van Asseldonk E, Klamroth-Marganska V, Lünenburger L, Riener R, ve ark. Robot-aided assessment of lower extremity functions: a review. *J Neuroeng Rehabil*. 2016;13(1):72.
68. Lord SR, Clark RD, Webster IW. Postural stability and associated physiological factors in a population of aged persons. *J Gerontol*. 1991;46(3):M69-M76.
69. Cameron MH, Horak FB, Herndon RR, Bourdette D. Imbalance in multiple sclerosis: a result of slowed spinal somatosensory conduction. *Somatosens Mot Res*. 2008;25(2):113-22.
70. 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.
71. Solaro C, Bricchetto G, Amato M, Cocco E, Colombo B, D'aleo G, ve ark. The prevalence of pain in multiple sclerosis: a multicenter cross-sectional study. *Neurology*. 2004;63(5):919-21.

72. Love S, Coakham HB. Trigeminal neuralgia: pathology and pathogenesis. *Brain*. 2001;124(12):2347-60.
73. Al-Araji AH, Oger J. Reappraisal of Lhermitte's sign in multiple sclerosis. *Mult Scler J*. 2005;11(4):398-402.
74. Tur C. Fatigue management in multiple sclerosis. *Curr Treat Options Neurol*. 2016;18(6):1-12.
75. Davis SL, Jay O, Wilson TE. Thermoregulatory dysfunction in multiple sclerosis. *Handbook of Clinical Neurology*. 157: Elsevier; 2018. p. 701-14.
76. Christogianni A, Bibb R, Davis SL, Jay O, Barnett M, Evangelou N, ve ark. Temperature sensitivity in multiple sclerosis: an overview of its impact on sensory and cognitive symptoms. *Temperature*. 2018;5(3):208-23.
77. Chiaravalloti ND, DeLuca J. Cognitive impairment in multiple sclerosis. *Lancet Neurol*. 2008;7(12):1139-51.
78. Rovaris M, Comi G, Filippi M. MRI markers of destructive pathology in multiple sclerosis-related cognitive dysfunction. *J Neurol Sci*. 2006;245(1-2):111-6.
79. Feinstein A, Roy P, Lobaugh N, Feinstein K, O'connor P, Black S. Structural brain abnormalities in multiple sclerosis patients with major depression. *Neurology*. 2004;62(4):586-90.
80. Nortvedt M, Riise T, Frugaård J, Mohn J, Bakke A, Skår A, ve ark. Prevalence of bladder, bowel and sexual problems among multiple sclerosis patients two to five years after diagnosis. *Mult Scler J*. 2007;13(1):106-12.
81. Duffy J. *Motor Speech Disorders: Substrates, Differential Diagnosis, and Management*, 3rd edn. St. Louis, MO: Elsevier, Mosby[Google Scholar]. 2013.
82. Klugman TM, Ross E. Perceptions of the impact of speech, language, swallowing, and hearing difficulties on quality of life of a group of South African persons with multiple sclerosis. *Folia Phoniatr Logop*. 2002;54(4):201-21.
83. Yorkston KM, Klasner ER, Bowen J, Ehde DM, Gibbons LE, Johnson K, ve ark. Characteristics of multiple sclerosis as a function of the severity of speech disorders. *J Med Speech Lang Pathol*. 2003;11(2):73-85.
84. Lance JW. Symposium synopsis. Spasticity: disordered motor control. 1980:487-9.
85. Pandyan A, Gregoric M, Barnes M, Wood D, Wijck Fv, Burrridge J, ve ark. Spasticity: clinical perceptions, neurological realities and meaningful measurement. *Disabil Rehabil*. 2005;27(1-2):2-6.
86. Rizzo M, Hadjimichael O, Preiningerova J, Vollmer T. Prevalence and treatment of spasticity reported by multiple sclerosis patients. *Mult Scler J*. 2004;10(5):589-95.
87. Bethoux F, Marrie RA. A cross-sectional study of the impact of spasticity on daily activities in multiple sclerosis. *Patient*. 2016;9(6):537-46.

88. Hemmett L, Holmes J, Barnes M, Russell N. What drives quality of life in multiple sclerosis? *Qjm*. 2004;97(10):671-6.
89. Rekand T. Clinical assessment and management of spasticity: a review. *Acta Neurol Scand*. 2010;122:62-6.
90. Haselkorn JK, Loomis S. Multiple sclerosis and spasticity. *Phys Med Rehabil Clin*. 2005;16(2):467-81.
91. Berger T. Multiple sclerosis spasticity daily management: retrospective data from Europe. *Expert Rev Neurother*. 2013;13(sup1):3-7.
92. Hutchinson B. What is spasticity and what causes it. *MS in Focus*. 2008;12:6-8.
93. Hughes C, Howard IM. Spasticity management in multiple sclerosis. *Phys Med Rehabil Clin*. 2013;24(4):593-604.
94. Haas J. Pathophysiology, assessment and management of multiple sclerosis spasticity: an update. *Expert Rev Neurother*. 2011;11(sup4):3-8.
95. Rasova K, Martinkova P, Vyskotova J, Sedova M. Assessment set for evaluation of clinical outcomes in multiple sclerosis: psychometric properties. *Patient Relat Outcome Meas*. 2012;3:59.
96. Haugh AB, Pandyan AD, Johnson GR. A systematic review of the Tardieu Scale for the measurement of spasticity. *Disabil Rehabil*. 2006;28(15):899-907.
97. Azarnia S, Abdollahi I, Minoo M, Naghdi S, Salavati M. The Inter-and Intra-rater Reliability of Modified Tardieu Scale in Assessing Spasticity of Knee Extensors in Patients with Multiple Sclerosis. *J Bodyw Mov Ther*. 2020.
98. Farrar JT, Troxel AB, Stott C, Duncombe P, Jensen MP. Validity, reliability, and clinical importance of change in a 0—10 numeric rating scale measure of spasticity: a post hoc analysis of a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Clin Ther*. 2008;30(5):974-85.
99. Hobart J, Riazi A, Thompson A, Styles I, Ingram W, Vickery P, et al. Getting the measure of spasticity in multiple sclerosis: the Multiple Sclerosis Spasticity Scale (MSSS-88). *Brain*. 2006;129(1):224-34.
100. Hugos CL, Cameron MH. Assessment and Measurement of Spasticity in MS: State of the Evidence. *Curr Neurol Neurosci Rep*. 2019;19(10):79.
101. Knikou M. The H-reflex as a probe: pathways and pitfalls. *J Neurosci Methods*. 2008;171(1):1-12.
102. Voerman GE, Gregorič M, Hermens HJ. Neurophysiological methods for the assessment of spasticity: the Hoffmann reflex, the tendon reflex, and the stretch reflex. *Disabil Rehabil*. 2005;27(1-2):33-68.
103. Gracies JM. Pathophysiology of spastic paresis. I: Paresis and soft tissue changes. *Muscle Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*. 2005;31(5):535-51.

104. Mathevon L, Michel F, Decavel P, Fernandez B, Parratte B, Calmels P. Muscle structure and stiffness assessment after botulinum toxin type A injection. A systematic review. *Ann Phys Rehabil Med*. 2015;58(6):343-50.
105. Foran JR, Steinman S, Barash I, Chambers HG, Lieber RL. Structural and mechanical alterations in spastic skeletal muscle. *Dev Med Child Neurol*. 2005;47(10):713-7.
106. Lieber RL, Fridén J. Clinical significance of skeletal muscle architecture. *Clin Orthop Relat Res*. (1976-2007). 2001;383:140-51.
107. Lieber RL, Roberts TJ, Blemker SS, Lee SS, Herzog W. Skeletal muscle mechanics, energetics and plasticity. *J Neuroeng Rehabil*. 2017;14(1):108.
108. Mathevon L, Michel F, Aubry S, Testa R, Lapole T, Arnaudeau L, et al. Two-dimensional and shear wave elastography ultrasound: A reliable method to analyse spastic muscles? *Muscle Nerve*. 2018;57(2):222-8.
109. Lieber RL, Fridén J. Functional and clinical significance of skeletal muscle architecture. *Muscle Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*. 2000;23(11):1647-66.
110. Mohagheghi AA, Khan T, Meadows TH, Giannikas K, Baltzopoulos V, Maganaris CN. In vivo gastrocnemius muscle fascicle length in children with and without diplegic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2008;50(1):44-50.
111. Gao F, Grant TH, Roth EJ, Zhang L-Q. Changes in passive mechanical properties of the gastrocnemius muscle at the muscle fascicle and joint levels in stroke survivors. *Arch Phys Med Rehabil*. 2009;90(5):819-26.
112. Li L, Tong KY, Hu X. The effect of poststroke impairments on brachialis muscle architecture as measured by ultrasound. *Arch Phys Med Rehabil*. 2007;88(2):243-50.
113. Dias CP, Freire B, Goulart NB, Onzi ES, Becker J, Gomes I, et al. Muscle architecture and torque production in stroke survivors: an observational study. *Top Stroke Rehabil*. 2017;24(3):206-13.
114. Moreau NG, Teefey SA, Damiano DL. In vivo muscle architecture and size of the rectus femoris and vastus lateralis in children and adolescents with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2009;51(10):800-6.
115. Chuang L-l, Wu C-y, Lin K-c, Lur S-y. Quantitative mechanical properties of the relaxed biceps and triceps brachii muscles in patients with subacute stroke: a reliability study of the myoton-3 myometer. *Stroke Res Treat*. 2012;2012.
116. Roja Z, Kalkis V, Vain A, Kalkis H, Eglite M. Assessment of skeletal muscle fatigue of road maintenance workers based on heart rate monitoring and myotonometry. *J Occup Med Toxicol*. 2006;1(1):20.
117. Chuang L-l, Wu C-y, Lin K-c. Reliability, validity, and responsiveness of myotonometric measurement of muscle tone, elasticity, and stiffness in patients with stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2012;93(3):532-40.

118. Leonard CT, Stephens JU, Stroppel SL. Assessing the spastic condition of individuals with upper motoneuron involvement: validity of the myotonometer. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001;82(10):1416-20.
119. Aarrestad DD, Williams MD, Fehrer SC, Mikhailenok E, Leonard CT. Intra- and interrater reliabilities of the myotonometer when assessing the spastic condition of children with cerebral palsy. *J Child Neurol.* 2004;19(11):894-901.
120. Pozzilli C. Overview of MS spasticity. *Eur Neurol.* 2014;71:1.
121. Amatyia B, Khan F, La Mantia L, Demetrios M, Wade DT. Non pharmacological interventions for spasticity in multiple sclerosis. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013(2).
122. Etoom M, Khraiweh Y, Lena F, Hawamdeh M, Hawamdeh Z, Centonze D, ve ark. Effectiveness of physiotherapy interventions on spasticity in people with multiple sclerosis: A systematic review and meta-analysis. *Am J Phys Med Rehabil.* 2018;97(11):793-807.
123. Negahban H, Rezaie S, Goharpey S. Massage therapy and exercise therapy in patients with multiple sclerosis: a randomized controlled pilot study. *Clin Rehabil.* 2013;27(12):1126-36.
124. 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. *Clin Rehabil.* 2013;27(9):813-22.
125. Giovannelli M, Borriello G, Castri P, Prosperini L, Pozzilli C. Early physiotherapy after injection of botulinum toxin increases the beneficial effects on spasticity in patients with multiple sclerosis. *Clin Rehabil.* 2007;21(4):331-7.
126. Mori F, Ljoka C, Magni E, Codecà C, Kusayanagi H, Monteleone F, ve ark. Transcranial magnetic stimulation primes the effects of exercise therapy in multiple sclerosis. *J Neurol.* 2011;258(7):1281-7.
127. Brar SP, Smith MB, Nelson LM, Franklin GM, Cobble ND. Evaluation of treatment protocols on minimal to moderate spasticity in multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil.* 1991;72(3):186-9.
128. Sosnoff J, Motl RW, Snook EM, Wynn D. Effect of a 4-week period of unloaded leg cycling exercise on spasticity in multiple sclerosis. *NeuroRehabilitation.* 2009;24(4):327-31.
129. Pompa A, Morone G, Iosa M, Pace L, Catani S, Casillo P, ve ark.. Does robot-assisted gait training improve ambulation in highly disabled multiple sclerosis people? A pilot randomized control trial. *Mult Scler J.* 2017;23(5):696-703.
130. Storr L, Sørensen P, Ravnborg M. The efficacy of multidisciplinary rehabilitation in stable multiple sclerosis patients. *Mult Scler J.* 2006;12(2):235-42.

131. Lee Y, Chen K, Ren Y, Son J, Cohen BA, Sliwa JA, ve ark.. Robot-guided ankle sensorimotor rehabilitation of patients with multiple sclerosis. *Mult Scler Relat Disord*. 2017;11:65-70.
132. Kozlowski AJ, Fabian M, Lad D, Delgado AD. Feasibility and safety of a powered exoskeleton for assisted walking for persons with multiple sclerosis: a single-group preliminary study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2017;98(7):1300-7.
133. Giesser B, Beres-Jones J, Budovitch A, Herlihy E, Harkema S. Locomotor training using body weight support on a treadmill improves mobility in persons with multiple sclerosis: a pilot study. *Mult Scler J*. 2007;13(2):224-31.
134. Centonze D, Koch G, Versace V, Mori F, Rossi S, Brusa L, ve ark. Repetitive transcranial magnetic stimulation of the motor cortex ameliorates spasticity in multiple sclerosis. *Neurology*. 2007;68(13):1045-50.
135. Mori F, Codecà C, Kusayanagi H, Monteleone F, Boffa L, Rimano A, ve ark. Effects of intermittent theta burst stimulation on spasticity in patients with multiple sclerosis. *Eur J Neurol*. 2010;17(2):295-300.
136. Walsh D. *TENS: Clinical Applications & Related Theory* Churchill Livingstone. 1997.
137. Armutlu K, Meriç A, Kirdi N, Yakut E, Karabudak R. The effect of transcutaneous electrical nerve stimulation on spasticity in multiple sclerosis patients: a pilot study. *Neurorehabil Neural Repair*. 2003;17(2):79-82.
138. Miller L, Mattison P, Paul L, Wood L. The effects of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on spasticity in multiple sclerosis. *Mult Scler J*. 2007;13(4):527-33.
139. Comi G, Solari A, Leocani L, Centonze D, Otero-Romero S, sclerosis ICGotosim, ve ark. Italian consensus on treatment of spasticity in multiple sclerosis. *Eur J Neurol*. 2020;27(3):445-53.
140. De Visser BO, Bour L, Koelman J, Speelman J. Cumulative vibratory indices and the H/M ratio of the soleus H-reflex: a quantitative study in control and spastic subjects. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1989;73(2):162-6.
141. Burke D, Ashby P. Are spinal “presynaptic” inhibitory mechanisms suppressed in spasticity? *J Neurol Sci*. 1972;15(3):321-6.
142. 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.
143. Murillo N, Kumru H, Vidal-Samso J, Benito J, Medina J, Navarro X, ve ark. Decrease of spasticity with muscle vibration in patients with spinal cord injury. *Clin Neurophysiol*. 2011;122(6):1183-9.
144. Desmedt J. Mechanisms of vibration-induced inhibition or potentiation: tonic vibration reflex and vibration paradox in man. *Adv Neurol*. 1983;39:671-83.
145. Casale R, Damiani C, Maestri R, Fundarò C, Chimento P, Foti C. Localized 100 Hz vibration improves function and reduces upper limb spasticity: a double-blind controlled study. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2014;50(5):495-504.

146. Hagbarth K, editor Motor effects of vibratory muscle stimuli in man. Noble Symposium I Muscular afferents and motor control; 1966: Almqvist & Wiksell.
147. Homma S. Integral pattern of coding during tonic vibration reflex. 1972.
148. Marconi B, Filippi GM, Koch G, Giacobbe V, Pecchioli C, Versace V, ve ark. Long-term effects on cortical excitability and motor recovery induced by repeated muscle vibration in chronic stroke patients. *Neurorehabil Neural Repair*. 2011;25(1):48-60.
149. Noma T, Matsumoto S, Shimodozono M, Etoh S, Kawahira K. Anti-spastic effects of the direct application of vibratory stimuli to the spastic muscles of hemiplegic limbs in post-stroke patients: a proof-of-principle study. *J Rehabil Med*. 2012;44(4):325-30.
150. Caliandro P, Celletti C, Padua L, Minciotti I, Russo G, Granata G, ve ark. Focal muscle vibration in the treatment of upper limb spasticity: a pilot randomized controlled trial in patients with chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2012;93(9):1656-61.
151. Meseguer-Henarejos A-B, Sanchez-Meca J, Lopez-Pina J-A, Carles-Hernandez R. Inter-and intra-rater reliability of the Modified Ashworth Scale: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2017;54(4):576-90.
152. Gapeyeva H, Vain A. Principles of applying Myoton in physical medicine and rehabilitation. Methodical Guide Tartu. 2008.
153. Steib S, Hentschke C, Welsch G, Pfeifer K, Zech A. Effects of fatiguing treadmill running on sensorimotor control in athletes with and without functional ankle instability. *Clin Biomech*. 2013;28(7):790-5.
154. Fry DK, Huang MH, Rodda BJ. Predictors of static balance in ambulatory persons with multiple sclerosis. *Int J Rehabil Res*. 2016;39(1):42-7.
155. Desai P, Kaur T, Dsouza P, Shah MR. Effectiveness of Perturbation Based Balance Training in an Older Individuals: A Randomized Clinical Trial. *Int J Health Sci Res*. 2018;8(7):122-34.
156. Malec JF. Goal attainment scaling in rehabilitation. *Neuropsychol Rehabil*. 1999;9(3-4):253-75.
157. Turner-Stokes L. Goal attainment scaling (GAS) in rehabilitation: a practical guide. *Clin Rehabil*. 2009;23(4):362-70.
158. Tok F, Özçakar L, Safaz I, Alaca R. Effects of botulinum toxin-A on the muscle architecture of stroke patients: an ultrasonographic study. *J Rehabil Med*. 2011;43(11):1016-9.
159. Karabay I, Öztürk GT, Malas FÜ, Kara M, Tiftik T, Ersöz M, ve ark. Short-term effects of neuromuscular electrical stimulation on muscle architecture of the tibialis anterior and gastrocnemius in children with cerebral palsy: preliminary results of a prospective controlled study. *Am J Phys Med Rehabil*. 2015;94(9):728-33.

160. Loram ID, Maganaris CN, Lakie M. Use of ultrasound to make noninvasive in vivo measurement of continuous changes in human muscle contractile length. *J Appl Physiol*. 2006;100(4):1311-23.
161. Ianieri G, Saggini R, Marvulli R, Tondi G, Aprile A, Ranieri M, ve ark. New approach in the assessment of the tone, elasticity and the muscular resistance: nominal scales vs MYOTON. *Int J Immunopathol Pharmacol*. 2009;22(3_suppl):21-4.
162. Havuc S, Aydeniz A, BAŞARAN S. Myotonometric evaluation of muscle spasticity in children with cerebral palsy and efficacy of electrical stimulation. *Cukurova Med J*. 2018;43(1):56-62.
163. Nosaka K, Sakamoto K, Newton M, Sacco P. How long does the protective effect on eccentric exercise-induced muscle damage last? *Med Sci Sports Exerc*. 2001;33(9):1490-5.
164. Filli L, Sutter T, Easthope CS, Killeen T, Meyer C, Reuter K, ve ark. Profiling walking dysfunction in multiple sclerosis: characterisation, classification and progression over time. *Sci Rep*. 2018;8(1):1-13.
165. Turkmen C, Kose N, Bilgin S, Cetin H, Dulger E, Altin B, ve ark. Effects of local vibration and cervical stabilization exercises on balance, joint position sense, and isometric muscle performance in young adults: A randomized controlled study. *Isokinet Exerc Sci*. 2020(Preprint):1-13.
166. Sosnoff JJ, Gappmaier E, Frame A, Motl RW. Influence of spasticity on mobility and balance in persons with multiple sclerosis. *J Neurol Phys Ther*. 2011;35(3):129-32.
167. Sinkjær T, Andersen JB, Nielsen JF, Nielsen J. Impaired stretch reflex and joint torque modulation during spastic gait in multiple sclerosis patients. *J Neurol*. 1996;243(8):566-74.
168. Johnson GR. Outcome measures of spasticity. *Eur J Neurol*. 2002;9:10-6.
169. Rougier P, Faucher M, Cantalloube S, Lamotte D, Vinti M, Thoumie P. How proprioceptive impairments affect quiet standing in patients with multiple sclerosis. *Somatosens Mot Res*. 2007;24(1-2):41-51.
170. Gatev P, Thomas S, Kepple T, Hallett M. Feedforward ankle strategy of balance during quiet stance in adults. *J Physiol*. 1999;514(3):915-28.
171. Koceja DM, Markus CA, Trimble MH. Postural modulation of the soleus H reflex in young and old subjects. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol /Electromyography and Motor Control*. 1995;97(6):387-93.
172. Horak FB, Nashner LM. Central programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configurations. *J Neurophysiol*. 1986;55(6):1369-81.
173. Winter DA, Prince F, Frank J, Powell C, Zabjek KF. Unified theory regarding A/P and M/L balance in quiet stance. *J Neurophysiol*. 1996;75(6):2334-43.

174. Yang Y, Mackey D, Liu-Ambrose T, Feldman F, Robinovitch S. Risk factors for hip impact during real-life falls captured on video in long-term care. *Osteoporos Int.* 2016;27(2):537-47.
175. Cameron MH, Wagner JM. Gait abnormalities in multiple sclerosis: pathogenesis, evaluation, and advances in treatment. *Curr Neurol Neurosci Rep.* 2011;11(5):507.
176. Kuspinar A, Andersen RE, Teng SY, Asano M, Mayo NE. Predicting exercise capacity through submaximal fitness tests in persons with multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2010;91(9):1410-7.
177. Sosnoff JJ, Goldman MD, Motl RW. Real-life walking impairment in multiple sclerosis: preliminary comparison of four methods for processing accelerometry data. *Mult Scler J.* 2010;16(7):868-77.
178. Balantrapu S, Sandroff BM, Sosnoff JJ, Motl RW. Perceived impact of spasticity is associated with spatial and temporal parameters of gait in multiple sclerosis. *ISRN Neurol.* 2012;2012.
179. Darian-Smith I. The sense of touch: performance and peripheral neural processes. *Compr Physiol.* 2011:739-88.
180. Hijmans JM, Geertzen JH, Dijkstra PU, Postema K. A systematic review of the effects of shoes and other ankle or foot appliances on balance in older people and people with peripheral nervous system disorders. *Gait Posture.* 2007;25(2):316-23.
181. Meyer PF, Oddsson LI, De Luca CJ. The role of plantar cutaneous sensation in unperturbed stance. *Exp Brain Res.* 2004;156(4):505-12.
182. Poenaru D, Cinteza D, Petrusca I, Cioc L, Dumitrascu D. Local application of vibration in motor rehabilitation—scientific and practical considerations. *Mædica.* 2016;11(3):227.
183. Kim T-G, Kim G-D, Choi C-H, Kim K-Y. Comparison of Ultrasonographic Architectural Properties and Balance Ability Based on the Muscle Contraction of Chronic Stroke Patients. *Age (Year).* 2014;65(6.34):66.10-4.45.
184. Wade DT. Evidence relating to goal planning in rehabilitation. Sage Publications Sage UK: London, England; 1998.
185. Khan F, Pallant JF, Turner-Stokes L. Use of goal attainment scaling in inpatient rehabilitation for persons with multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2008;89(4):652-9.

8. EKLER

EK-1: Tez Çalışması ile İlgili Etik Kurul İzinleri

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Multiple Skleroz Hastalarında Spastik Gastroknemiusa Uygulanan Lokal Vibrasyonun Kasın Mimar ve Fonksiyonel Özelliklerine Etkisi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	KA-19018

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
	AÇIK ADRESİ	Hacettepe Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu 06100 Altındağ / ANKARA
	TELEFON	0312 305 3498
	FAKS	0312 310 0580
	E-POSTA	klinetik@hacettepe.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Prof. Dr. Levent ÖZÇAKAR		
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon		
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı		
	VARSA İDARİ SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI			
	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	☐	
		Gözlemsel ilaç çalışması	☐	
		Tıbbi cihaz klinik araştırması	☐	
		İn vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları	☐	
		İlaç dışı klinik araştırma	☐	
	Diğer ise belirtiniz: Prospektif Randomize Kontrollü, Tek Kör Çalışma			
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒	ÇOK MERKEZLİ ☐	ULUSAL ☒ ULUSLARARASI ☐

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	04.11.2019	3	Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	04.11.2019	3	Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	OLGU RAPOR FORMU	04.11.2019	2	Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe ☐ İngilizce ☐ Diğer ☐

Etik Kurul Başkanı
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Mutlu HAYRAN
İmzası:

Not: Etik Kurul Başkanı'nın her sayfada imzası yer almalıdır.

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Multiple Skleroz Hastalarında Spastik Gastroknemiusa Uygulanan Lokal Vibrasyonun Kasın Mimari ve Fonksiyonel Özelliklerine Etkisi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	KA-19018

DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı		Açıklama
	SİGORTA	☐	
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	☒	04.11.2019 imza tarihli
	BIYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	☐	
	ILAN	☐	
	YILLIK BİLDİRİM	☐	
	SONUÇ RAPORU	☐	
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	☐	
	DİĞER:	☐	
	KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 2019/20-34 (KA-19018) Toplantı Tarihi: 28.11.2019 Üniversitemiz Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Prof. Dr. Levent ÖZÇAKAR'ın sorumlu araştırmacısı ve koordinatörü olduğu, Prof. Dr. Sibel AKSU YILDIRIM'ın danışmanlığını üstlendiği, Uzm. Fizyoterapist Fatma AYVAT'ın doktora tezi olan (KA-19018) kayıt numaralı ve "Multiple Skleroz Hastalarında Spastik Gastroknemiusa Uygulanan Lokal Vibrasyonun Kasın Mimari ve Fonksiyonel Özelliklerine Etkisi" başlıklı proje öneri dosyası ile ilgili belge ve dokümanlar araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve bilgi edinilmiş olup, tıbbi etik açıdan uygun bulunmuştur. İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumundan izin alınması gerekmektedir.	

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU									
ETİK KURULU'N ÇALIŞMA ESASI				İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu					
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:				Prof. Dr. Mutlu HAYRAN					
Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	Araştırma ile ilişkisi		Katılım*		İmzası:	
Prof. Dr. Mutlu HAYRAN Başkan	Preventif Onkoloji	Hacettepe Ü. Onkoloji Enstitüsü	E	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐		
Prof. Dr. Türkan ELDİRİ	Farmasötik	Hacettepe Ü. Ezc. F.	K	E ☐	H ☒	E ☐	H ☒	İZİNLI	
Prof. Dr. Erdem KARABULUT (Bildirimlerden Sorumlu Üye)	Biyostatistik	Hacettepe Ü. Tıp F.	E	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐		
Prof. Dr. Murat YURDAKÖK	Çocuk Sağl. ve Hst. (Neonatoloji)	Hacettepe Ü. Tıp F.	E	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐		
Prof. Dr. Nülgün SAYINALP	İç Hst. Hematoloji	Hacettepe Ü. Tıp F.	K	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐		
Prof. Dr. Nüket ÖRNEK BÜKEN	Tıp Tarihi ve Etik	Hacettepe Ü. Tıp F.	K	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐		
Prof. Dr. Ayşe KÜÇÜKDEVECİ	Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon	Ankara Ü. Tıp F.	K	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐		
Prof. Dr. Mehmet UĞUR	Biyofizik	Ankara Ü. Tıp F.	E	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐		
Prof. Dr. Mehmet Hakan ÖZSOY	Ortopedi ve Travmatoloji	Memorial Ankara Hastanesi	E	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐		
Prof. Dr. M. Yıldırım SARA	Tıbbi Farmakoloji	Hacettepe Ü. Tıp Fakültesi	E	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐		
Prof. Dr. Abdullah Cevdet AKMAN	Periodontoloji	Hacettepe Ü. Diş Hekimliği F.	E	E ☐	H ☒	E ☐	H ☒	İZİNLI	
Doç. Dr. Zafer ARIK	İç Hst. Tıbbi Onkoloji	Hacettepe Ü. Tıp Fakültesi	E	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐		
Av. Meltem ONURLU	Avukat	Hacettepe Ü. Hukuk Müşavirliği	K	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐		
Fatma Nesrin ŞEHİSMALIOĞLU	Sivil Üye	-	K	E ☐	H ☒	E ☐	H ☒	KATILMADI	

* Toplantıda Bulunma

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Mutlu HAYRAN
İmzası:

Not: Etik Kurul Başkanı'nın her sayfada imzası verilmelidir.



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

NORMAL

Sayı : 68869993-511.06-E.62479
Konu : 2020-29

10.03.2020

Sayın Prof. Dr. Levent ÖZÇAKAR
Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi
Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Ana Bilim Dalı
06100 Altındağ/ANKARA

İlgi : Kurumumuza 26.02.2020 tarih ve E.106486 sayılı başvurunuz.

Sorumlu araştırmacısı olduğunuz “Multiple Skleroz Hastalarında Spastik Gastroknemiusa Uygulanan Lokal Vibrasyonun Kasın Mimari ve Fonksiyonel Özelliklerine Etkisi” isimli ilgede kayıtlı başvurunuz incelenmiştir.

Tıbbi Cihaz Klinik araştırmaları 06.09.2014 tarihli ve 29111 sayılı resmi gazete de yayımlanan Tıbbi Cihaz Klinik araştırmaları hükümleri ve diğer meri mevzuat hükümlerine tabidir. İlgili yönetmelikte tıbbi cihaz klinik araştırması; Bir veya daha fazla merkezde, tıbbi cihazın güvenlik, etkinlik veya performansını değerlendirmek için gönüllüler üzerinde yürütülen sistematik araştırma veya çalışmalar olarak ifade edilmektedir.

Başvurunuzda yer alan belgelerde “Çalışmamızın amacı, Multiple Skleroz hastalarında geleneksel fizyoterapi programına ek olarak spastik gastroknemiusa uygulanan lokal vibrasyonun kasın mimari ve fonksiyonel özelliklerine etkisini incelemektedir.” ifadesinin yer aldığı görülmüştür.

Bu doğrultuda ilgili çalışmanın bir tıbbi cihazın cihazın güvenlik, etkinlik veya performansını değerlendirmeye yönelik tasarlanmadığı dolayısı ile ilgili çalışmanın 06.09.2014 tarihli ve 29111 sayılı resmi gazete de yayımlanan Tıbbi Cihaz Klinik araştırmaları yönetmeliği kapsamında değerlendirilemeyeceği mütalaa edilmiştir.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Dr. Asım HOCAOĞLU
Kurum Başkanı a.
Daire Başkanı

Söğütözü Mahallesi, 2176 Sokak No:5 06520 Çankaya/ANKARA
Tel: (0 312) 218 30 00- Fax : (0 312) 218 34 60 www.ticck.gov.tr

Bu belge 5070 sayılı Elektronik İmza Kanunu uyarınca elektronik olarak imzalanmıştır. Doküman <https://www.turkiye.gov.tr/saglik-ticck-ebys> adresinden kontrol edilebilir. Güvenli elektronik imza aslı ile aynıdır. Dokümanın doğrulama kodu : ZmXSHY3ZmxXZW56SHY3YnUyZW56

EK-2: Tez Çalışması Orjinallik Raporu

MULTİPLE SKLEROZ HASTALARINDA SPASTİK GASTROKİNETİK UYGULANAN LOKAL VİBRASYONUN KASIN MİMARİ VE FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

ORJİNALLİK RAPORU

% 7	% 7	% 2	% 3
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	% 2
2	www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	% 1
3	Submitted to TechKnowledge Turkey Öğrenci Ödevi	% 1
4	openaccess.hku.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
5	TARHAN, Belde. "Transüretal rezeksiyon uygulanan hastalarda spinal anesteziye levobupivakain ve levobupivakaine eklenmiş farklı fentanil dozlarının karşılaştırılması", Anesteziyoloji ve Reanimasyon Uzmanları Derneği, 2007. Yayın	<% 1
6	Submitted to Istanbul Medipol Üniversitesi Öğrenci Ödevi	<% 1

acikerisim.istanbulbilim.edu.tr:8080

EK-3: Dijital Makbuz



Dijital Makbuz

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

Gönderinizin ilk sayfası aşağıda gönderilmektedir.

Gönderen:	Fatma Ayvat
Ödev başlığı:	fatma ayvat
Gönderi Başlığı:	MULTİPLE SKLEROZ HASTALARINDA SPASTİK GASTROKNEMİ...
Dosya adı:	Fatma.Ayvat.24.04.2021.docx
Dosya boyutu:	6.46M
Sayfa sayısı:	75
Kelime sayısı:	16,581
Karakter sayısı:	118,827
Gönderim Tarihi:	24-Nis-2021 04:06PM (UTC+0300)
Gönderim Numarası:	1568504424



Copyright 2021 Turnitin. Tüm hakları saklıdır.