

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

**MULTİPL SKLEROZ HASTALARINDA VERTİKALİTE  
ALGISININ İNCELENMESİ VE MENTAL ROTASYON  
YETENEĞİ İLE İLİŞKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Fzt. Merve ÜNAL**

**Nöroloji Fizyoterapistliği Programı  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ANKARA**

**2023**



T.C  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MULTİPL SKLEROZ HASTALARINDA VERTİKALİTE  
ALGISININ İNCELENMESİ VE MENTAL ROTASYON  
YETENEĞİ İLE İLİŞKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Fzt. Merve ÜNAL

Nöroloji Fizyoterapistliği Programı  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEZ DANIŞMANI  
Doç. Dr. Yeliz SALCI

ANKARA  
2023

**ONAY SAYFASI****MULTİPL SKLEROZ HASTALARINDA VERTİKALİTE ALGISİNİN İNCELENMESİ VE  
MENTAL ROTASYON YETENEĞİ İLE İLİŞKİSİNİN ARAŞTIRILMASI****Merve ÜNAL****Doç. Dr. Yeliz SALCI**

Bu tez çalışması 28.12.2023 tarihinde jürimiz tarafından "Nöroloji Fizyoterapistliği Programı" nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

<b>Jüri Başkanı:</b>	Prof. Dr Öznur Yılmaz (Hacettepe Üniversitesi )
<b>Tez Danışmanı:</b>	Doç. Dr. Yeliz Salcı (Hacettepe Üniversitesi )
<b>Üye:</b>	Prof. Dr. Sevil Bilgin (Hacettepe Üniversitesi )
<b>Üye:</b>	Doç. Dr. Ayla Fil Balkan (Hacettepe Üniversitesi )
<b>Üye:</b>	Dr Öğr. Üyesi Ayşegül Usta Yüksek İhtisas Üniversitesi

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

18 Ocak 2024

**Prof. Dr. Müge YEMİŞÇİ ÖZKAN****Enstitü Müdürü**

## YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

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

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

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

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

28 /12/2023

(İmza)

Merve ÜNAL

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

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

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

## ETİK BEYAN

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

(İmza)

*Fzt. Merve ÜNAL*

## TEŞEKKÜR

“Türk milletinin, yürümekte olduğu terakki ve medeniyet yolunda, elinde ve kafasında tuttuğu meşale, müspet ilimdir.”

Mustafa Kemal Atatürk

Bizlere ilim yolunda ilerleme fırsatını veren ve bunun önemini her fırsatta aşlamaktan yorulmayan başta Ulu Önder Mustafa Kemal Atatürk’e,

Akademik ve klinik hayatta her zaman örnek aldığım, olaylara bakış açısına hayran kaldığım, fikirleriyle yoluma ışık saçan, yanında olmaktan sonsuz huzur ve mutluluk duyduğum, iyi ki de dediğim canım danışman hocam Doç. Dr. Yeliz Salcı’ya,

Desteğini her daim hissettiğim, sevgi ve şefkatiyle çocuklaştığım, sorunları çözme hızına ve yoluna hayran kaldığım, iyi ki de dediğim canım hocam Doç. Dr. Ayla Fil Balkan’a,

Çalışmama uygun MS hastalarının yönlendirilmesini sağlayarak tezime önemli katkılarda bulunan sayın hocalarım Prof. Dr. Aslı Tuncer’e ve Öğr. Gör. Pınar Acar Özen’e,

Çalışmamda vertikalite algısı ile ilgili bilgi ve deneyimini benimle paylaşmaktan çekinmeyen değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül Usta’ya,

Çalışmamda kognitif değerlendirme için BICAMS Bataryası’nı kullanmama izin veren başta değerli hocalarım Prof. Dr. Serkan Özakbaş ve Doç. Dr. Turhan Kahraman olmak üzere MS Araştırmaları Derneği’ne,

Bilgi ve deneyimlerini paylaşmaktan çekinmeyen, yardımlarını her zaman hissettiğim, içlerinde olup vakit geçirmekten keyif aldığım Nöroloji Bölüm 74 Fizyoterapistlerine,

Çalışmam için değerli vakitlerini ayırarak katılan tüm kıymetli katılımcılara,

Her zaman yanımda olduklarını bildiğim, omzumu yasladığım, birlikte güldüğüm ağladığım, isimlerini sayarak bitiremeyeceğim candan öte arkadaşlarıma,

Hiçbir zaman beni yalnız bırakmayan, her duyguma ortak olan, varlıklarıyla hayatımı güzel kılan canım babam Bilal Ünal, canım annem Nazlı Ünal, canım kardeşim Dr. Atakan Ünal ve biricik aileme

Sonsuz teşekkür ederim.

## ÖZET

**Ünal, M., Multipl Skleroz Hastalarında Vertikalite Algısının İncelenmesi ve Mental Rotasyon Yeteneği ile İlişkisinin Araştırılması, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Nöroloji Fizyoterapistliği Programı Yüksek Lisans Tezi, Ankara 2023.** Multipl Skleroz (MS) hastalarında vertikalite algısının incelenmesi ve mental rotasyon yeteneği ile ilişkisinin araştırılmasının amaçlandığı bu çalışmaya, 18-54 yaş arası, nörolog tarafından kesin MS tanısı almış 57 MS'li hasta, yaş ve cinsiyet bakımından benzer 40 sağlıklı birey katıldı. Vertikalite algısı, subjektif vizüel vertikale (SVV) bakılarak kova testi ile değerlendirildi. Bu değerlendirmede mutlak değer SVV saat yönü, SVV saat yönünün tersi ve yön ayırt etmeksizin SVV ortalaması derece cinsinden belirlendi. Mental rotasyon yeteneği ise Recognise Hand App™, Recognise Foot App™, Recognise Neck App™ ve Motor İmgeleme Yeteneği Testi ile değerlendirildi. El, ayak ve boyna ait Recognise mobil uygulamalarının değişkenleri; reaksiyon süreleri (sn) ve doğru yanıt yüzdeleri (%) ile belirtilirken Motor İmgeleme Yeteneği Testi'nin skoru puan cinsinden belirtildi. Tüm katılımcıların kognitif düzeyleri; bilgi işlem hızı, sözel bellek ve görsel-uzaysal bellek için ayrı değerlendirme parametrelerinden oluşan MS için Kısa Uluslararası Bilişsel Değerlendirme Bataryası (BICAMS) ile değerlendirilirken baş, boyun ve üst torakal bölgeye ait postür değerlendirmesi ölçümleri; Kinovea yazılımı ile hesaplandı. MS hastalarında %26,3'ü anormal SVV saat yönü ortalaması, %66,7'si anormal SVV saat yönü tersinin ortalaması, %49,1'i ise yön ayırt etmeksizin anormal SVV ortalamasına sahipti. MS hastalarında SVV saat yönü tersinin ortalaması ( $p=0,002$ ) ve yön ayırt etmeksizin SVV ortalamasında ( $p=0,037$ ) sağlıklı bireylere göre daha büyük sapma derecelerine sahipti. MS hastaları sağ el reaksiyon süresi ( $p=0,042$ ), sağ el doğru yanıt yüzdesi ( $p<0,001$ ), sağ ayak doğru yanıt yüzdesi ( $p=0,035$ ) ve Motor İmgeleme Yeteneği Testinde ( $p<0,001$ ) daha düşük performansa sahipti. MS hastalarında yön ayırt etmeksizin SVV ortalama sapma derecesi ile sağ el doğru yanıt %'si ( $\rho=-0,318$  ve  $p=0,016$ ), sol el doğru yanıt %'si ( $\rho=-0,381$  ve  $p=0,003$ ), sağ ayak doğru yanıt %'si ( $\rho=-0,370$  ve  $p=0,005$ ) ve sol ayak doğru yanıt %'si ( $\rho=-0,350$  ve  $p=0,008$ ) arasında negatif yönde, düşük-orta düzeyde bir ilişki bulundu. Sağlıklı bireylerde ise SVV değişkenleri ile mental rotasyon yeteneği değişkenleri arasında anlamlı bir ilişki bulunamadı ( $p>0,05$ ). MS hastaları, BICAMS Bataryasının her parametresi ile SVV değişkenleri arasında düşük ve orta derecede değişen bir korelasyona sahipti ( $p<0,05$ ). Postür değişkenleri ile SVV değişkenleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamadı ( $p>0,05$ ). MS hastalarının sağlıklı bireylere göre SVV ve mental rotasyon yeteneğinde performanslarının düşük olduğu ve her iki parametre arasında bir ilişkinin olduğu sonucuna varıldı. MS hastalarında değerlendirme ve rehabilitasyon protokolleri planlanırken bu iki parametrenin birbiriyle olan ilişkisi dikkate alınmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** mental rotasyon, multipl skleroz, subjektif vizüel vertikal, vertikalite algısı

## ABSTRACT

**Unal, M., Investigation the Perception of Verticality and Its Relationship Between Mental Rotation in Multiple Sclerosis Patients, Hacettepe University, Graduated School of Health Sciences, Neurology Physiotherapist Program M.Sc. Thesis, Ankara, 2023.** In this study, which aims to examine the verticality perception in Multiple Sclerosis (MS) patients and to investigate its relationship with mental rotation ability, 57 MS patients between the ages of 18-54, who were diagnosed with MS by a neurologist, and 40 healthy individuals similar in age and gender participated. Verticality perception was evaluated with the bucket test by looking at subjective visual vertical (SVV). In this evaluation, the absolute value was determined as SVV clockwise, SVV counterclockwise, and the average of SVV in degrees regardless of direction. Mental rotation ability was evaluated with Recognise Hand App™, Recognise Foot App™, Recognise Neck App™ and Test of Ability in Movement Imagery. While the variables of Recognise mobile applications for hand, foot and neck were specified with reaction times (sec) and correct response percentages (%), the score of the Test of Ability in Movement Imagery was stated in points. While the cognitive levels of all participants were evaluated with the Brief International Cognitive Assessment for MS, which consists of separate assessment parameters for information processing speed, verbal memory, and visuospatial memory, posture assessment measurements of the head, neck and upper thoracic region were calculated with Kinovea software. 26.3% of MS patients had an abnormal SVV clockwise average, 66.7% had an abnormal SVV counterclockwise average, and 49.1% had an abnormal SVV average regardless of direction. MS patients had greater degrees of deviation in the SVV counterclockwise mean ( $p=0.002$ ) and SVV mean ( $p=0.037$ ) than healthy individuals. MS patients had lower performance in right hand reaction time ( $p=0.042$ ), right hand correct response percentage ( $p<0.001$ ), right foot correct response percentage ( $p=0.035$ ) and Test of Ability in Movement Imagery ( $p<0.001$ ). A negative, low-to-medium level relationship was found between SVV average deviation degree of MS patients and right hand correct response % ( $\rho=-0.318$  and  $p=0.016$ ), left hand correct response % ( $\rho=-0.381$  and  $p=0.003$ ), right foot correct response % ( $\rho=-0.370$  and  $p=0.005$ ) and left foot correct response percentage ( $\rho=-0.350$  and  $p=0.008$ ). In healthy individuals, no significant relationship was found between SVV variables and mental rotation ability variables ( $p>0,05$ ). In MS patients, each parameter of the BICAMS Battery had low to moderate correlations with both SVV variables and mental rotation variables ( $p<0,05$ ). There was no statistically significant relationship between posture variables and SVV variables ( $p>0,05$ ). It was concluded that MS patients had lower performance in SVV and mental rotation ability than healthy individuals and that there was a relationship between both parameters. The relationship between these two parameters should be taken into account when planning evaluation and rehabilitation protocols in MS patients.

**Keywords:** mental rotation, multiple sclerosis, subjective visual vertical, verticality perception

## 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	xii
ŞEKİLLER	xiv
TABLolar	xv
<b>1. GİRİŞ</b>	1
<b>2. GENEL BİLGİLER</b>	3
2.1. Multipl Skleroz	3
2.1.1. Epidemiyoloji	3
2.1.2. Etyoloji	4
2.1.3. Patofizyoloji	6
2.1.4. Klinik Seyir Tipleri	7
2.1.5. Klinik Belirtiler	9
2.2. Vertikalite Algısı	11
2.2.1. Vertikalite Algısının Nörolojik Temsilleri	12
2.2.2. Vertikalite Algısının Değerlendirilmesi	15
2.2.3. Subjektif Vizüel Vertikal ve Değerlendirme Yöntemleri	17
2.2.4. MS’de Subjektif Vizüel Vertikal	20
2.3. Mental Rotasyon Yeteneği	22
2.3.1. Mental Rotasyonun Nörolojik Temsilleri	23
2.3.2. Mental Rotasyon Yeteneğinin Değerlendirilmesi	25
2.3.3. MS’de Mental Rotasyon Yeteneği	27
2.4. Subjektif Vizüel Vertikal ve Mental Rotasyon Yeteneği İlişkisi	28
<b>3. BİREYLER VE YÖNTEM</b>	30
3.1. Bireyler	30
3.2. Yöntem	32

3.2.1. Çalışma Dizaynı	32
3.2.2. Demografik Bilgilerin Kaydedilmesi	32
3.2.3. Dahil Edilme Kriterlerine Yönelik Değerlendirmeler	33
3.2.4. Hastalığa Ait Özelliklerin Değerlendirilmesi	35
3.2.5. Vertikalite Algısının Değerlendirilmesi	37
3.2.6. Mental Rotasyon Yeteneğinin Değerlendirilmesi	39
3.3. İstatistiksel Analiz	40
<b>4. BULGULAR</b>	42
4.1. Tanımlayıcı Bulgular	43
4.2. Vertikalite Algısına İlişkin Bulgular	45
4.3. Mental Rotasyon Yeteneğine İlişkin Bulgular	49
4.4. Vertikalite Algısı ile Mental Rotasyon Yeteneği Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular	57
<b>5. TARTIŞMA</b>	59
5.1. Demografik ve Hastalığa Ait Veriler	59
5.2. MS’de Vertikalite Algısının Değerlendirilmesi	62
5.3. MS’de Mental Rotasyon Yeteneğinin Değerlendirilmesi	66
5.4. Vertikalite Algısı ile Mental Rotasyon Yeteneği Arasındaki İlişki	70
5.5. Çalışmanın Güçlü Yönleri	71
5.6. Çalışmanın Limitasyonları	72
5.7. Çalışmanın Zorlukları	72
<b>6. SONUÇ ve ÖNERİLER</b>	73
6.1. Sonuçlar	73
6.2. Öneriler	74
<b>7. KAYNAKLAR</b>	76
<b>8. EKLER</b>	93
EK-1: Tez Çalışması ile İlgili Etik Kurul İzni	
EK-2: Aydınlatılmış Onam Formu	
EK-3: Değerlendirme Formu	
EK-4: Sağ-Sol Ayırım Testi	
EK-5: Edinburgh El Tercihi Anketi	
EK-6: Standardize Mini Mental Test	

EK-7: Hastane Anksiyete ve Depresyon Ölçeği

EK-8: Yorgunluk Şiddet Ölçeği

EK-9: Genişletilmiş Engellilik Durum Ölçeği

EK-10: MS için Kısa Uluslararası Bilişsel Değerlendirme

EK-11: Motor İmgeleme Yeteneği Testi

EK-12: Bildiri Özeti

EK-13: Tez Çalışması Orjinallik Raporu

EK-14: Dijital Makbuz

## **9. ÖZGEÇMİŞ**

129



## SİMGELER VE KISALTMALAR

°	: Derece
	: Mutlak Değer
%	: Yüzde
<b>BOS</b>	: Beyin Omurilik Sıvısı
<b>BICAMS</b>	: MS İçin Kısa Uluslararası Bilişsel Değerlendirme
<b>BVMT-R</b>	: Kısa Görsel-Uzaysal Bellek Testi-Revize
<b>cm</b>	: Santimetre
<b>CVLT-II</b>	: Kaliforniya Sözel Öğrenme Testi-II
<b>dk</b>	: Dakika
<b>EBV</b>	: Epstein-Barr Virüsü
<b>EDSS</b>	: Genişletilmiş Engelilik Durum Ölçeği
<b>FHT</b>	: Frontal Baş Tilti Açısı
<b>fMRI</b>	: Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme
<b>FSA</b>	: Frontal Omuz Açısı
<b>FSS</b>	: Yorgunluk Şiddet Ölçeği
<b>HADS</b>	: Hastane Anksiyete ve Depresyon Ölçeği
<b>kg</b>	: Kilogram
<b>kg/m<sup>2</sup></b>	: Kilogram Bölü Metrekare
<b>KİS</b>	: Klinik İzole Sendrom
<b>M1</b>	: Primer Motor Korteks
<b>MMSE</b>	: Standardize Mini Mental Test
<b>MRG</b>	: Manyetik Rezonans Görüntüleme
<b>MS</b>	: Multipl Skleroz
<b>MSIF</b>	: Uluslararası Multipl Skleroz Federasyonu
<b>MSS</b>	: Merkezi Sinir Sistemi
<b>PPMS</b>	: Primer Progresif Multipl Skleroz
<b>PRMS</b>	: Progresif Relapsing Multipl Skleroz
<b>RİS</b>	: Radyolojik İzole Sendrom
<b>RRMS</b>	: Tekrarlayan-Düzelen Multipl Skleroz
<b>SCA</b>	: Skapular Açığı
<b>SDMT</b>	: Sembol Basamak Modaliteleri Testi

<b>SHV</b>	: Subjektif Haptik Vertikal
<b>sn</b>	: Saniye
<b>SPMS</b>	: Sekonder Progresif Multipl Skleroz
<b>SPV</b>	: Subjektif Postüral Vertikal
<b>SVV</b>	: Subjektif Vizüel Vertikal
<b>TAMI</b>	: Motor İmgeleme Yeteneği Testi
<b>VKI</b>	: Vücut Kütle İndeksi



## ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
2.1. MS sınıflandırmaları	9
2.2. Akut tek taraflı vestibüler hasarın seviyesine bağlı olarak ipsilateral ve kontralateral lezyonlar için SVV eğim miktarı	14
2.3. Farklı SVV test paradigmaları	18
2.4. Farklı mental rotasyon test paradigmaları	26
3.1. Postür değerlendirmesinde referans alınan anatomik noktalar ve bu noktalara bağlı olarak elde edilen postüral değişkenler	37
3.2. Uygulanan kova testi	38
3.3. Uygulanan mental rotasyon testi	39
4.1. Çalışmanın akış şeması	42

## TABLOLAR

<b>Tablo</b>	<b>Sayfa</b>
<b>2.1.</b> MS'nin Klinik Seyir Tipleri	7
<b>2.2.</b> MS'nin Belirti ve Semptomları	10
<b>4.1.</b> MS'li ve Sağlıklı Bireylerin Sosyo-Demografik Bulguları	43
<b>4.2.</b> MS'li Bireylerin Hastalık ile İlgili Bulguları	44
<b>4.3.</b> MS'li ve Sağlıklı Bireylerin Kognitif Bulguları	44
<b>4.4.</b> MS'li ve Sağlıklı Bireylerin Postür Değerlendirmesine İlişkin Bulguları	44
<b>4.5.</b> MS'li ve Sağlıklı Bireylerin Normal ve Anormal SVV Bulguları	45
<b>4.6.</b> MS'li ve Sağlıklı Bireylerin SVV Bulguları	45
<b>4.7.</b> MS'li Bireylerin Hastalık Durasyonu ve Şiddetine Göre SVV Bulguları	46
<b>4.8.</b> MS'li Bireylerin EDSS ve EDSS Alt Sistem Skorları ile SVV Bulguları Arasındaki İlişki	47
<b>4.9.</b> MS'li ve Sağlıklı Bireylerin Kognitif Bulguları ile SVV Bulguları Arasındaki İlişki	48
<b>4.10.</b> MS'li ve Sağlıklı Bireylerde Postür Parametreleri ve SVV Arasındaki İlişki	48
<b>4.11.</b> MS'li ve Sağlıklı Bireylerin Mental Rotasyon Bulguları	49
<b>4.12.</b> MS'li Bireylerin Hastalık Durasyonu ve Şiddetine Göre Mental Rotasyon Bulguları	50
<b>4.13.</b> MS'li Bireylerin EDSS ve EDSS Alt Sistem Skorları ile Mental Rotasyon Yeteneği Reaksiyon Süreleri Arasındaki İlişki	52
<b>4.14.</b> MS'li Bireylerin EDSS ve EDSS Alt Sistem Skorları ile Mental Rotasyon Yeteneği Doğru Yanıt Verileri Arasındaki İlişki	54
<b>4.15.</b> MS'li Bireylerin Kognitif Bulguları ile Mental Rotasyon Bulguları Arasındaki İlişki	55
<b>4.16.</b> Sağlıklı Bireylerin Kognitif Bulguları ile Mental Rotasyon Bulguları Arasındaki İlişki	56
<b>4.17.</b> MS'li ve Sağlıklı Bireylerin SVV Bulguları ile Mental Rotasyon Yeteneği Bulguları Arasındaki İlişki	58

## 1. GİRİŞ

Multipl Skleroz (MS), dünya çapında iki milyondan fazla kişiyi etkileyen patolojik olarak mononükleer inflamatuvar hücrelerin perivasküler infiltrasyonu, demiyelinizasyon, aksonal kayıp ve gliosis ile karakterize merkezi sinir sisteminin sık görülen kompleks nörodejeneratif hastalığıdır (1, 2). MS’de vestibüler sistem, hem merkezi olarak (vestibüler çekirdek, serebellum veya duyu yollarındaki lezyonlar) hem de periferik olarak etkilenebilmektedir (3).

Vestibüler sistem, bakış stabilizasyonu ve postüral stabilizasyon başta olmak üzere günlük aktivitelerimiz için önemli olan motor refleksleri üreten bir duyu sistemidir. Ayrıca vestibüler sistem uzaydaki hareket ve yönelim duyumuz için çok önemlidir. Bu hareket ve yönelim duyumuzun işleyişine doğru yerçekimi bilgisi gerektiren vertikalite algısı eşlik eder (4).

Vertikalite yani dikeylik algısı yerçekimi alanında neyin yukarıda neyin aşağıda olduğunun ve dikeylikten sapmanın doğru bir şekilde tespit edilmesini sağlayan multisensoriyel bir kavramdır (5). Bir başka deyişle yerçekimi vektörü ve vücut ağırlık merkezinin ne şekilde hizalandığıyla ilgili bir kavramdır. Hem yerçekimi tahmininde hem de vertikalite algısının tayin edilmesinde görsel, vestibüler ve somatosensöriyel sistemlerden gelen bilgileri birleştirerek algının kesinliğini artırmaya ve duyuusal temsillerdeki belirsizlikleri çözmeye hizmet eden çoklu duyuusal kombinasyonlar vardır (6).

Klinik olarak çok sayıda deney, dikeylik algısını değerlendirmenin mümkün olduğunu göstermiştir. Bu da subjektif vizüel vertikal (SVV), subjektif postüral vertikal (SPV) ve subjektif haptik vertikal (SHV) kavramlarının açığa çıkmasına yol açmıştır. Bu ölçümlerin nörolojik hastalara uygulanması, uygulamalı sinirbilimin de verimli bir alanı olmuştur (5).

SVV, bir otolitik fonksiyon testidir ve hem periferik hem de merkezi vestibüler yolların bütünlüğü hakkında bilgi sağlayabilir (7, 8). Bu durum SVV testinin vestibüler ve duyuusal entegrasyonun değerlendirilmesinde yararlı bir araç olabileceğini düşündürmektedir (9, 10). Yapılan çalışmalarda MS’li bireylerin sağlıklı bireylere göre daha fazla SVV sapma değerleri gösterdikleri görülmüştür (9-11). Bunun yanı sıra, daha büyük SVV sapma dereceleri, Genişletilmiş Engellilik Durumu Ölçeği (EDSS) ile ölçülen engellilik derecesi ile ilişkilendirilerek beyin sapı

ve serebellar sistem fonksiyonları ile anlamlı derecede ilişkili bulunmuştur (9, 12). Klatt ve ark., MS'li bireylerdeki daha düşük SVV değerlerinin postüral kontroldeki azalma ile ilişkili olduğunu göstermiştir (13). Aynı zamanda MS'de bilişsel fonksiyonların da merkezi vestibüler fonksiyonlarla ilişkili olabileceği ileri sürülmüştür (14).

SVV, görsel ve vestibüler bilgiden kaynağını almaktadır. Vestibüler duyu, benliğin temsiline temel bir yönü olan uzaydaki yönelim duyumuz için temeldir. Ayrıca bilindiği gibi vestibüler bilgi, büyük bir subkortikal-kortikal sinir ağında işlenmektedir. Uzayda insan vücudunun mental rotasyonunu gerektiren görevlerin, bu ağ içindeki bölgeleri de aktive ettiği bilinmektedir. Bu da vestibüler işlemenin mental rotasyonun kontrolünde yer aldığını düşündürmektedir (15).

Mental rotasyon ise mental imgelemenin önemli bir komponentidir. Zihinsel bir görüntünün oluştuğu ve uzayda farklı bir yönelime döndüğü bilişsel bir işlemdir (16). MS hastalarında da el mental rotasyon yeteneği üzerine yapılan çalışmalarda sağlıklı bireylere göre reaksiyon süresinin arttığı ve yanıt doğruluğunun azaldığı saptanmıştır (17-19).

Literatürde az sayıda çalışma, MS'li bireylerin hem SVV hem de mental rotasyon yeteneğinin sağlıklı kontrollere göre performanslarının daha düşük olduğunu ayrı ayrı göstermiştir. Ancak literatürdeki çalışmaların hiçbiri MS'li ve sağlıklı bireylerdeki vertikalite algısı ile mental rotasyon yeteneği arasındaki ilişkiyi incelememiştir. Bu sebeple MS'de vertikalite algısı ve mental rotasyon yeteneği arasındaki ilişkiyi araştırmak istediğimiz çalışmamız; MS'nin motor temsiline yeni bir ışık tutmanın ve yeni terapötik yaklaşımlara dair yeni perspektifler sağlamanın anahtarı olabilir.

Çalışmamızın hipotezleri şu şekildedir:

H<sub>0,1</sub>: Multipl Skleroz hastaları ve sağlıklı bireyler arasında vertikalite algısı bakımından fark yoktur.

H<sub>0,2</sub>: Multipl Skleroz hastalarında, vertikalite algısı ile mental rotasyon arasında ilişki yoktur.

H<sub>0,3</sub>: Sağlıklı bireylerde, vertikalite algısı ile mental rotasyon arasında ilişki yoktur.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Multipl Skleroz

1868 yılında ilk olarak Jean-Martin Charcot tarafından tanımlanan MS (20), beyin ve omurilikte multifokal demiyelinizasyon alanları ile ilişkili inflamatuvar hücre infiltrasyonu, reaktif gliozis ve nöro-aksonal dejenerasyonla karakterize merkezi sinir sisteminin multifaktöriyel otoimmün aracılı bir hastalığıdır (1, 2). Coğrafi özelliklere göre prevalansı 100.000 popülasyonda 2 ile 200 arasında değişmektedir. Çoğunlukla genç yetişkinlerde görülmekle birlikte her yaşta görülme olasılığı bulunmaktadır (21). Klinik olarak MS'li bireyler, ataklarla ortaya çıkabilen veya sinsi ve ilerleyici tarzda olabilen çeşitli nörolojik belirti ve semptomlar gösterir. Semptomlar, lezyonların konumuna ve ciddiyetine bağlı olarak büyük ölçüde değişmekle birlikte görme problemleri, uyuşma veya karıncalanma, kas zayıflığı, spastisite, yorgunluk, denge ve koordinasyon bozukluğu, mesane-bağırsak disfonksiyonu, seksüel disfonksiyon ve bilişsel-davranışsal bozukluklar gibi geniş bir yelpazeye yayılan heterojeniteye sahiptir (22).

#### 2.1.1. Epidemiyoloji

MS hastalığında yapılan epidemiyolojik çalışmalara bakıldığında dünya genelindeki MS'li bireylerin sayısının 2013'te 2,3 milyondan, 2020'de 2,8 milyona ve 2023'te 2,9 milyona kadar çıktığı görülmektedir. Bu dünyadaki her üç bin kişiden birinin MS ile yaşadığını göstermektedir (23).

Kadınlar ağırlıklı olarak 2:1 oranında, bazı bölgelerin verilerine göre 3:1 oranında etkilenmektedir. Tipik olarak 20-50 yaş aralığındaki genç yetişkinlerde ortaya çıkarken dünya çapında ortalama tanı yaşı 30-32'dir. Ayrıca MS sadece yetişkin bireyleri etkilemekle kalmayıp 2020 MS atlasına göre 18 yaşın altında en az 30.000 pediatrik MS vakası rapor edilmiştir (21). Ayrıca pediatrik başlangıçlı MS epidemiyolojisine ilişkin sistematik bir inceleme, <18 yaş MS hastalarının %73,68 oranında kadın cinsiyet olduğunu bildirmiştir (24, 25). Fakat yaşlanmayla birlikte erkeklerin oranında bir artış eğilimi de gözlenmektedir (26, 27).

Coğrafya ve etnik kökene göre değişen yaygınlık ve görülme oranları bulunan MS'nin genel olarak ekvatorlardan uzak bölgelerde daha yaygın olduğu düşünülse de

ekvatordan uzaklığa bakılmaksızın aynı coğrafi bölgede yaşayan gruplar arasındaki yaygınlık oranları da önemli ölçüde farklılık gösterebilmektedir. 2020 MS atlasının verilerine paralel olarak, Multipl Skleroz Uluslararası Federasyonu'nun (MSIF) Eylül 2019 ile Mart 2020 arasında dünya nüfusunun %87'sini temsil eden 115 ülkeden topladığı epidemiyolojik verilere göre Avrupa ve Amerika bölgelerinde yaygınlık gözle görülür derecede daha yüksektir. Ardından bu yaygınlık sıralamasını Doğu Akdeniz, Güneydoğu Asya, Afrika ve Batı Pasifik ülkeleri takip etmektedir. Bu verilere göre Türkiye'deki MS yaygınlığı 51-100/100.000 aralığındadır (21).

Dünyanın çeşitli yerlerinde yıllar içerisinde MS insidans ve prevalansının arttığı gözlenirken ülkemizde ise MS yaygınlığı ile ilgili geniş çaplı çalışmalar bulunmamaktadır. Yapılan çalışmalar da beş yıl veya on yıl içerisindeki aynı veya farklı enlemlere sahip az sayıda lokal bölgeyi karşılaştırmıştır. Bu çalışmalar doğrultusunda prevalans küçük değişiklikler göstermekle birlikte yıllar içerisinde yerleşimler arasında büyük farklılıklar bulunamamıştır (28, 29).

Bazı yazarlara göre daha iyi sayım yapma yöntemleri ile veri kalitesinin artması, tanı tekniklerinin gelişmesi, daha uzun sağkalım ve sağlık hizmetlerine erişimin artması gibi faktörlerin MS prevalansındaki hızlı artışa katkı sağlamış olabileceği düşünülse de mevcut verilere göre MS gelişme riskinde de bir miktar artış olabileceği göz ardı edilmemelidir.

### **2.1.2. Etyoloji**

MS'nin otoimmün aracılı bir hastalık olduğu konusunda genel bir fikir birliği sağlanmış olmasına rağmen insanlarda neden MS geliştiği sorusu tartışmalı bir şekilde devam etmektedir. Çevresel faktörlerin genetik olarak duyarlı bireylerde otoimmün yanıtı tetikleyebileceğine inanılmaktadır. Bu durum hastalığın etyolojisinde genetik, çevresel ve immünolojik faktörlerin kombinasyonunun olduğu karmaşık bir ilişkiye işaret etmektedir.

MS'deki aile çalışmaları, MS'den etkilenen aile üyelerine sahip kişilerde riskin daha yüksek olduğunu ve etkilenen aile üyesiyle yakın akrabalık derecesine göre riskin arttığını göstermiştir. Birinci dereceden bir akrabanızın MS hastası olması durumunda, hastalığa yakalanma riskiniz %3 iken (kardeşlerde %5, ebeveynlerde %2, çocuklarda %2); ikinci ve üçüncü derece akrabalarda ise risk %1'e düşmektedir

(30). Genetiğin MS'deki karmaşık rolü, ikiz uyum/uyumsuzluk çalışmaları ile de vurgulanmıştır. Monozigotik ikizler genetik materyallerinin %100'ünü paylaşırlar ancak MS hastasının monozigotik ikizinin MS'ye geliştirme riski %25'dir (31), bu da genetik arka planın yanı sıra diğer faktörlerin de güçlü olduğuna işaret etmektedir (32). Buna karşılık dizigotik ikizlerde uyum oranı sadece %5 civarındadır (33), bu da monozigotik ikizlerdeki ortak genetik materyalin MS'ye yatkınlığı etkilediğini ima etmektedir. Duyarlılık poligenik olmakla birlikte (34), HLA sistemindeki DRB1\*1501 alelinin, hastalığın kalıtsallığının %11'ini oluşturarak MS riskiyle en güçlü ilişkiye sahip olduğu düşünülmektedir (35).

Sigara içmek veya pasif sigara içimine maruz kalmak, MS ile ilişkili olan HLA genleri ile önemli bir etkileşim göstermektedir. Sigara içmek MS riskini 1,5 kat artırırken HLA-DRB1\*1501 varlığında ve HLA-A\*02 yokluğunda genetik risk faktörlerinin birleşimiyle bu risk 5 kat artar (36). Yine sigara içme sonucunda proinflamatuvar bir yolla tetiklenen akciğer iltihabı da hastalığa genetik yatkınlığı olan kişilerde MS ile oldukça yüksek bir ilişki göstermektedir (37, 38).

Yüksek D vitamini seviyeleri ve erken yaşta aşırı güneş ışığına maruz kalmak, kolekalsiferolün bağışıklık sistemi üzerine yararlı etkileri nedeniyle daha düşük MS riski ile ilişkilendirilmiştir (39).

Obezitenin, MSS'ye bağışıklık saldırısı ile ilişkisine (40) ve ayrıca D vitamininin biyoayarlılığını bozduğuna (41) yönelik kanıtlar bulunmaktadır. Ergenlik döneminde obezitesi olan kişilerin normal kilolu insanlarla karşılaştırıldığında hastalığa yakalanma risklerinin iki kat arttığı gözlenmiştir (42, 43).

Human Herpes virüs 6, Epstein-Barr virüsü (EBV) ve Chlamydia pneumonia potansiyel MS tetikleyici patojenler olarak görülmektedir ve EBV, MS ile en güçlü ilişkiyi gösteren enfeksiyon ajanıdır (44). Büyük ölçüde zararsız olan bu virüsün patojenik potansiyelini tetikleyen sebeplerden birinin de genetik olarak MS geliştirmeye yatkın bireylerde EBV ile konağın bağışıklık sistemi arasında bir ilişkinin olabileceğidir (45).

Bağırsak mikrobiyomu da etyolojide rol oynayan bir diğer faktördür. Bunun üzerine yapılan ilk çalışmalar, sağlıklı kontrollerle karşılaştırıldığında MS hastalarının bağırsak mikrobiyotasında çoklu sistem değişiklikleri tespit etmiş ve

aktif MS hastalarının normal florasındaki çeşitliliğin azaldığına dair kanıtlar sağlamıştır (46-48).

### 2.1.3. Patofizyoloji

MS'de immün yanıtın birincil tetikleyicisi bilinmemektedir. İnflamatuar kaskadın başlarında bazı spesifik miyelin antijenlerine karşı uygunsuz bir hücresel yanıt tetiklenir ve süreç içerisinde beyinde ve omurilikte multifokal demiyelinizan alanlar ve gliotik skarlar oluşur. Plak adı verilen bu gliotik skarlar ölüm sonrası beyin dokusunda skleroz olarak görüntülediğinden *Multipl Skleroz* adı da buradan gelmektedir. Bu plakların klasik yerleşim yerleri; optik sinirler, periventriküler beyaz madde, derin beyaz madde, jukstakortikal beyaz madde, korpus kallozum, serebellar pedinküller ve dorsolateral omuriliktir (49).

Başlangıçta manyetik rezonans görüntüleme ile beyaz maddedeki demiyelinizasyon ve inflamasyonu saptamak gri maddeye göre görece daha kolay olduğu için MS'nin, beyaz cevherin veya nöronların miyelinli kısımlarının hasarı nedeniyle olduğu düşünülürken sonraki çalışmalar serebral kortekste (pial yüzey ve intrakortikal veya jukstakortikal) ve derin gri madde yapılarında da (özellikle talamusta) demiyelinizasyon, nöritik hasar ve atrofi olduğunu göstermiştir (49).

MS lezyonları histolojik olarak akut, kronik olarak aktif ve inaktif olarak sınıflandırılır. Akut lezyonlarda ağırlıklı olarak mononükleer hücreler, T hücreleri ve makrofajlardan oluşan (ara sıra B hücreleri ve plazma hücrelerinden oluşan) belirgin perivasküler inflamatuvar hücre infiltrasyonları bulunur. Zamanla miyelin artıklarının makrofajlar ve mikrogial hücreler tarafından fagositozuyla demiyelinizasyon meydana gelir. Miyelin üreten hücreler olan oligodendrositler çoğalır ancak inflamatuvar infiltrasyon ve gliosis nedeniyle yok edilir. Ortaya çıkan demiyelinizasyon, iletimin yavaşlamasına ve hatta iletim bloğunun yanı sıra semptomatolojiye yol açan ektopik sinyal iletimine yol açar (50). Remiyelinizasyon, hayatta kalan oligodendrositlerden değil, oligodendrosit progenitor hücreler tarafından aktive edilir. Şiddetli ve uzun süreli demiyelinizasyonda histolojik incelemede sıklıkla aksonal kayıp bulunur. Bu süreç muhtemelen MS hastalarında geçmeyen, kronik ve ilerleyici semptomlardan sorumludur. Aksonal hasarın boyutu, aktif MS lezyonlarındaki inflamasyonla ilişkilidir, ancak sonraki klinik çalışmalarda

sessiz akut lezyonların bile aksonal hasara katkıda bulunabileceği görülmüştür. Kortikal demiyelinizasyon, subpial gri madde lezyonları ile hastalığın erken dönemlerinde bile kalıcı sakatlığa sebep olabilir (51).

Bazı patologlar, aktif MS lezyonlarında dört farklı immünopatolojik patern tanımlamıştır. Patern I, humoral anormallikler olmaksızın belirgin makrofaj ve T hücreleri infiltrasyonu ile karakterize edilir. Patern II, kompleman aktivasyonu ve immünoglobulin (Ig) birikimi ile birlikte belirgin humoral anormallikleri gösterir. Patern III, birincil oligodendrosit dejenerasyonunu ve miyelinle ilişkili glikoproteininin belirgin kaybını içerir. Patern IV ise periplak beyaz maddede oligodendrosit distrofisini içerir (52, 53). Bu değişen patolojik özellikler hastalığın klinik alt tiplerini açıklamaya yardımcı olabilir.

#### 2.1.4. Klinik Seyir Tipleri

MS'nin paterni ve klinik seyri çeşitli fenotipik alt tiplere ayrılır (Tablo 2.1.). Belirli bir süre boyunca (tercihen en az 1 yıl) klinik nüksetmelerin ortaya çıkması ve/veya manyetik rezonans görüntüleme (MRG) yeni (veya genişleyen) T2 ve/veya gadolinyum tutan lezyonların varlığıyla aktivitenin aktif veya aktif olmadığı belirlenir. Progresyon/ilerleme ise belirli bir süre boyunca (örneğin 1 yıl) kesin bir iyileşme olmadan, sürekli artan, objektif olarak belgelenmiş nörolojik işlev bozukluğu olarak tanımlanır (54).

**Tablo 2.1.** MS'nin Klinik Seyir Tipleri

<b>Ataklarla Seyreden MS</b>	<b>KIS</b>	Aktif olmayan
		Aktif
	<b>RRMS</b>	Aktif olmayan
		Aktif
<b>Progresif Seyreden MS</b>	<b>PPMS</b>	Aktif, progresif
		Aktif, progresif olmayan
	<b>SPMS</b>	Aktif olmayan, progresif
		Aktif olmayan, progresif olmayan

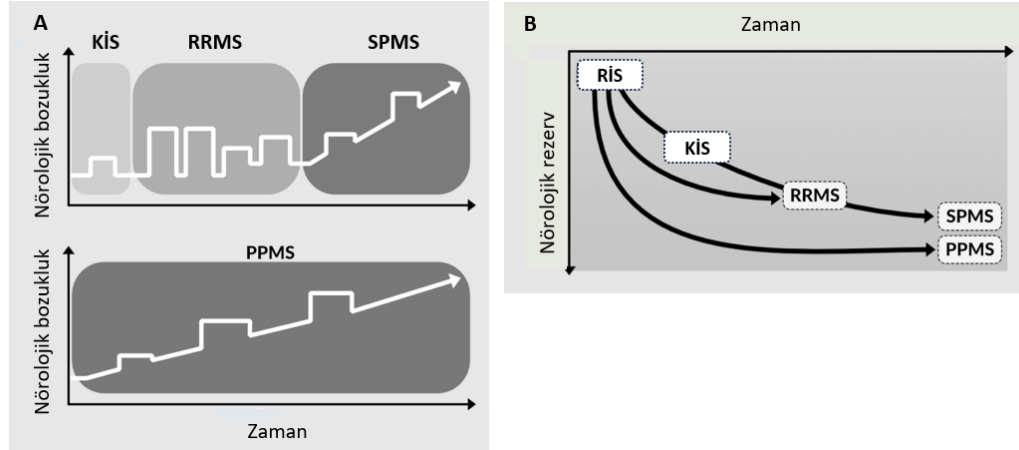
**Radyolojik İzole Sendrom (RİS):** Klinik öncesi bir faz olarak tanımlanmıştır ve MSS demiyelinizasyonunun klinik belirti ve semptomlarının yokluğunda, MS'yi yüksek oranda düşündüren radyolojik bulguların saptanmasını ifade eder (55, 56). Görüntüleme işaretleri tek başına MS tanı kriterlerini karşılamadığı için spesifik bir fenotip olarak kabul edilmemektedir. İlk klinik olay için risk faktörleri arasında <37 yaş, erkek cinsiyet, omurilik lezyonlarının varlığı, yüksek serebral lezyon yükü, gadolinyum tutan lezyonlar, pozitif BOS oligoklonal bantları ve anormal görsel uyarılmış potansiyeller yer alır (57-59). RİS hastası kabul edilen bireylerin yaklaşık yarısında 10 yıl sonra MS'nin klinik semptomları gelişir. Bu semptomlar, ilk akut inflamatuvar demiyelinizan olay veya PPMS kriterlerini karşılayan ilerleyici bir nörolojik sendromun başlangıcı gibi birçok biçimde olabilir (60-62).

**Klinik İzole Sendrom (KİS):** Tipik olarak optik nörit, serebellar veya beyin sapı sendromu şeklinde ilk demiyelinizan atağın ortaya çıkmasıyla tanımlanır. Bir atak sırasında nörolojik semptomlar saatler ile birkaç gün içinde gelişir, günler ile birkaç hafta arasında devam eder ve yavaş yavaş dağılır (63). KİS hastalarının üçte biri, daha fazla klinik veya subklinik demiyelinizan aktivite olmaksızın monofazik bir hastalık yaşamaktadır. Bir hastanın beyin MRG'si normale gelecekte MS geliştirme riski yaklaşık %10-30'a düşer (64). Bununla birlikte, KİS'li kişilerin yaklaşık %80'i ikinci bir klinik demiyelinizan olay yaşar ve 20 yıl içinde klinik olarak kesin MS tanısı alır (65).

**Ataklarla Seyreden Multipl Skleroz:** Tekrarlayan-düzelen MS (Relapsing-Remitting Multiple Skleroz, RRMS) en yaygın fenotipidir, çünkü hastaların yaklaşık %85'i stabil dönemlerden ayrılan ataklarla başvurur. Bu relaps veya nüks, ateş veya enfeksiyonla ilişkili olmayan, en az 24 saat süren ve muayeneyi yapan nörolog tarafından doğrulanan yeni nörolojik belirtilerin eşlik ettiği veya tekrarlayan nörolojik semptomlar olarak tanımlanır. RRMS'de genel hastalık seyri asemptomatiktir. RRMS'nin erken döneminde ataklar arasında semptomlar tamamen kaybolabilir. Hastaların %85-90'ında tekrarlayan-düzelen bir başlangıç gözlenir ve nükslerin süresi genellikle ortalama 4 hafta sürer. Ancak hastalık ilerledikçe hastalığın nüksetmesinin ardından iyileşme azalır ve kalıcı nörolojik defisitler oluşabilir (66).

**Progresif Seyreden Multipl Skleroz:** MS'nin ilerleyici evresi, 1 yıllık klinik ilerlemeden sonra belirlenir (57). Bu aşamada hastalar semptomatik nüksetmeler veya asemptomatik MRG aktivitesi ile aktif hastalık yaşamaya devam edebilirler (67). Bu aşama, önceki klinik relapsların varlığına veya yokluğuna göre alt gruplara ayrılır. SPMS, tekrarlayan-düzelen MS'yi ve ardından ilerleyen aşamayı ifade eder (57, 67). PPMS, semptomatik relapsların olmadığı durumlarda hastalığın başlangıçtan itibaren ilerlemesi ile karakterize edilir (57). İlerleyici MS alt tipleri arasındaki farkların, farklı ilerleme mekanizmalarından değil, bazı bireylerdeki subklinik hastalık aktivitesinden kaynaklandığı görülmektedir (68).

MS hakkındaki bilgiler, klinik nüks oranı ve görüntüleme verilerine ilişkin yeni bilgiler ışığında genişledikçe, ayrı fenotipik alt tiplerden ziyade bir süreklilik olarak MS fenotipleri kavramı önerilmiştir (Şekil 2.1.). Buna göre Vollmer ve arkadaşları 2021 yılında MS'de bilinen klinik ve fenotipik farklılıklara farklı nörolojik rezerv düzeylerinin neden olduğunu ve MS'in tekrarlayan formlardan ilerleyici formlara doğru bir süreklilik boyunca ilerlediğini ileri sürmektedir (68).



**Şekil 2.1.** MS sınıflandırmaları (A) Temel olarak nörolojik sakatlık tarafından belirlenen fenotipler olarak ve (B) Öncelikle nörolojik rezerv kaybının yönlendirdiği bir süreklilik olarak

### 2.1.5. Klinik Belirtiler

Klinik semptomlar, MSS lezyonlarının yeri ve boyutuna bağlı olarak farklı kombinasyonlarda görülebilirler. Demiyelinizasyon alanları hastadan hastaya değişir, bu da klinik görünümü oldukça tutarsız hale getirir. Semptomlar hastadan hastaya ve

aynı hastada zaman içinde büyük farklılıklar gösterdiği için geçerli, tipik bir semptom modeli yoktur. MS semptomlarının çoğu genellikle bir nüksetme ve ardından bir remisyon dönemi şeklinde ortaya çıkar. Hastalar tipik olarak nükslerden farklı derecelerde iyileşir, ancak zamanla nörolojik defisit gelişebilir (69).

MS'nin seyri sırasında bazı anormalliklerin daha baskın olduğu veya fonksiyonel yetenek üzerinde daha büyük bir etkiye sahip olduğu görülmektedir (22). MS'nin belirti ve semptomları şu üç kategoriye yerleştirilebilir: primer, sekonder ve tersiyer semptomlar (Tablo 2.2.). Primer semptomlar demiyelinize alanların doğrudan sonucudur ve beyin veya omuriliğin hasar gören alanını yansıtır. Sekonder semptomlar, primer bir semptomdan kaynaklanan komplikasyonlardır. Tersiyer semptomlar ise hastanın yaşam tarzını etkileyen semptomlardır (70).

**Tablo 2.2.** MS'nin Belirti ve Semptomları

<b>Primer semptomlar</b>	<b>Daha çok yaygın semptomlar</b>	Görme problemleri Yürüyüş problemleri Parestesi Ağrı Spastisite Kas güçsüzlüğü Ataksi Kognitif ve duygusal bozukluk Yorgunluk Mesane/bağırsak disfonksiyonu Seksüel disfonksiyon Tremor
	<b>Daha az yaygın semptomlar</b>	Disfaji Dizartri İşitme kaybı Solunum problemleri Epileptik nöbet Baş ağrısı
<b>Sekonder semptomlar</b>		Tekrar eden idrar yolu enfeksiyonu Böbrek taşı Hareketsizlik Kontraktür Solunum yolu enfeksiyonu Kötü beslenme
<b>Tersiyer semptomlar</b>		Finansal güçlük Kişisel problemler Sosyal problemler Mesleki problemler Anksiyete ve depresyon

*Uthoff fenomeni*, MS semptomlarının sıcakta geçici olarak kötüleşme eğilimidir (71). MS'li birçok kişi, ateşleri olduğunda veya sıcağa maruz kaldıklarında özellikle halsizlik ve yorgunluğun daha da kötüleştiğini ifade etmektedir. *Lhermitte fenomeni* ise dorsal kolon lezyonuna olarak, boynun fleksiyonu sırasında uzuvlarda görülen paresteziyi tanımlamak için kullanılan terimdir (72).

MS'in seyri öngörülemez olduğundan, hastalığın akut alevlenmelerinin ne zaman meydana geleceğini tahmin etmek zordur. Ancak bazı tetikleyicilerin akut alevlenme vakalarındaki artışla ilişkili olduğu bilinmektedir. Bu tetikleyiciler arasında enfeksiyonlar (Epstein-Barr virüsü, Herpes simpleks virüs, Chlamydia pneumonia vb.), sıcaklık artışı, uyku bozuklukları, stres, B12 vitamini yetersizliği, düşük D vitamini düzeyi, fiziksel ve duygusal efor ve doğum gösterilebilmektedir (73, 74).

## **2.2. Vertikalite Algısı**

Yerçekimi, mekanik formların evrimini yöneten, çevre algımızı şekillendiren ve sabitleyen tanımlayıcı bir güçtür ve dünyayla nasıl etkileşim kurduğumuza dair sınırlamalar getirir. İnsanda bipedal postüre geçişin yönelim ve yön bulma becerileri üzerinde pek çok etkisi olmuştur. Dikey konum, elleri serbest bırakmış, görüş açımızı yükselterek çevrenin ve bedenin algısını ve sosyal etkileşimi büyük ölçüde değiştirmiştir (75). Görsel, somatosensöriyel ve vestibüler bilginin çoklu duyuşal entegrasyonuna dayalı olarak, dikeyin temsili, yerçekimine göre çevredeki nesnelere yanı sıra vücudumuzun konumlarına ve yer değiştirmelerini algılamamızı kolaylaştırmaktadır (76-78). Ancak dikey duruşumuz destek tabanımızı daralttığı ve ağırlık merkezimizi yükselttiği için aynı zamanda quadripedal postüre göre daha az stabil olmamıza neden olmaktadır. Bu nedenle dik duruştan sapmalar, duruş ve güvenli hareketin sürdürülmesinde ciddi sonuçlar doğurabilmektedir ve bipedal postürde yerçekimi ve vertikalite algısının tahminini kritik bir seviyeye taşımaktadır. Yerçekimi tahmini, yerçekimi vektörünün yönünü tahmin etme sürecini ifade eder. Buna karşılık, vertikal oryantasyon yerçekimine paraleldir, horizontal oryantasyon ise yerçekimine diktir (4).

Vertikalite yani dikeylik algısı ise insanların yerçekimi alanında neyin yukarıda neyin aşağıda olduğunu ve bunların sapmasını doğru bir şekilde tespit

etmesini sağlayan multisensoriyel bir kavramdır (5). Bir başka deyişle yerçekimi vektörü ve vücut ağırlık merkezinin ne şekilde hizalandığıyla ilgili bir kavramdır. Yani vertikalite algısı için öncelikle doğru yerçekimi bilgisi gerekmektedir. Hem yerçekimi tahmininde hem de vertikalite algısının merkezinde görsel, vestibüler ve somatosensöriyel sistemlerden gelen bilgiler birleştirilerek algının kesinliği artırılmaya ve duyuşsal temsillerdeki belirsizlikler çözülmeye çalışılır (6).

### **2.2.1. Vertikalite Algısının Nörolojik Temsilleri**

Vestibüler girdinin, yerçekimi kuvvetine göre üç boyutlu uzayın vertikal oryantasyonu hakkında bilgi sağlayan görsel ve somatosensöriyel girdilerle bütünleşmesi gerekir. Yukarı-aşağı, sağ-sol ve ileri-geri yönlerin gerçek algısını yaratmak için, koordinat sisteminin bu yönlerle eşleştirilmesi gerekir. Bu algı ya çevredeki hedeflerin yönelimi ya da vücut pozisyonunun yönelimiyle kavranır. Çevredeki hedeflerin yönelimi ile oluşan referans çerçevesine allosentrik yönelim denilirken çevre içindeki vücut pozisyonunun veya vücut parçasının yönelimi ile oluşan referans çerçevesine ise benmerkezci (egosentrik) yönelim denilmektedir (79, 80).

İlgili duyuşsal modaliteler, görsel ve vestibüler olmak üzere farklı dikeyleri aynı anda bağımsız olarak algılayamaz. Bu çoklu duyuşsal girdi, aşağıdan yukarıya ve yukarıdan aşağıya süreçlerle sürekli güncellenen içsel (internal) bir dikeylik modeli oluşturur (79, 80). Bu içsel dikeylik modeline vestibüler sistem, postüral ve okülomotor reflekslerden uzaysal temsil ve biliş kadar geniş bir fonksiyon ağında katkıda bulunur. Vestibüler organlar olarak yarım daire kanalları ve otolitler sırasıyla başın açısal ve doğrusal ivmelerini ölçerek baş hareketlerinin uzayda kodlanmasını ve temsil edilmesini sağlar. Oküler ve spinal motor nöronlara yapılan projeksiyonlar, vestibüler sistemin uzayda bakışı, başı ve vücudu stabilize etmesini ve yönlendirmesini sağlar. Ayrıca vestibüler sinyaller, çeşitli kortikal alanlara yansır. Dolayısıyla, vestibüler sinyaller diğer duyu sistemleri gibi izole bilinçli duyuşlara neden olmaz, ancak iç mekansal temsilin de aralarında bulunduğu çeşitli üst düzey işlevlerde de rol alır (77). Sonuç olarak, vestibüler girdileri entegre eden yaygın bir kortiko-subkortikal ‘vestibüler ağ’ bulunmaktadır (81).

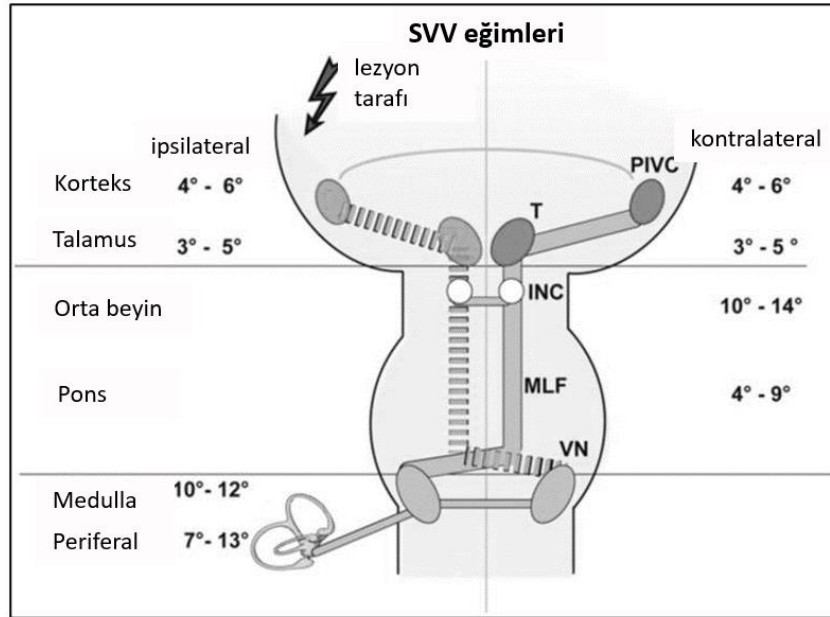
Görsel ipuçları da içsel dikeylik modelimizde nesnelere uzaydaki pozisyonu hakkında bilgi sağlar ve allosentrik referans çerçevesinin temelini oluşturur. Allosentrik referans çerçevesinin algılamadaki rolü, genellikle statik veya dinamik görsel uyarıcılarla kanıtlanır (77). Örneğin "çubuk ve çerçeve testi" olarak adlandırılan testte, görsel çerçevenin gerçek yerçekimi dikeyine göre eğimi, algılanan dikeyin çerçeve eğimi yönünde sapmasından sorumludur (82, 83).

Kas, eklem ve kutanöz reseptörler tarafından sağlanan somatosensoryel ipuçları ise uzaydaki göreceli baş, gövde ve uzuv pozisyonları hakkında kinestetik bilgi verir ve egosentrik referans çerçevesinin temelini oluşturur. Egosentrik referans çerçevesinin rolü sıklıkla titreşim yöntemleriyle araştırılmıştır (84, 85). Titreşen kas uzar ve postüral yönelime katılır ve vizüel vertikal yönelimin ayarlarını değiştirir (86). Tüm vücut duruşunun organizasyonunda gözlerden ayaklara kadar propriyoseptif bilgilerin önemli düzeyde katkısı vardır. (87). Plantar tabandaki kutanöz reseptörler de kişinin vücut yönelimini algılamada önemli bir rol oynar (88). Ek olarak, karın iç organlarındaki graviseptörler yerçekimi dikeyinin algılanmasına katkıda bulunur (89-91).

Uzayda kendimizi temelde *roll*, *pitch* ve *yaw* adı verilen üç ortogonal düzleme göre konumlandırırız. Bu üç düzlem sayesinde iki veya üç boyutlu algılamamız şekillenir. *Roll* ve *pitch* düzlemlerindeki vertikalite algısı, dikey yarım daire kanalları ve otolit organlardan gelen bütünleştirici *graviseptif girdiye* dayanmaktadır. Bu girdi, vestibüler çekirdekleri, rostral orta beyin tegmentumunda (Cajal'ın interstisyel çekirdeği), medial longitudinal fasikülün rostral interstisyel çekirdeği ve talamusta (özellikle paramedian ve dorsolateral alt çekirdekler) bulunan dikey ve torsiyonel göz-kafa koordinasyonu için entegrasyon merkezlerine bağlayan iki taraflı bir merkezi devre aracılığıyla sağlanır (Şekil 2.3.) (70).

Literatürde vizüel vertikal algının fonksiyonel nöroanatomisine yönelik bilgiler, genellikle çeşitli hastalık grupları üzerinde yapılan çalışmalardan elde edilmektedir. Sağlıklı katılımcılarda vertikal algının fonksiyonel nöroanatomisi yeteri kadar araştırılmadığı için bu konu hala belirsizliğini sürdürmekte ve çoklu entegrasyon sağlayan bu sistemlere ait var olan bilgiler hastalıklar üzerinden çıkarımlara dayanmaktadır (80).

Vizüel vertikal algıdaki sapmalar, *roll* düzlemindeki iki taraflı vestibüler sistemdeki dengesizliğin en sık görülen işaretidir. Otolit organlardan ve dikey yarım daire kanallarından kaynaklanan, vestibüler çekirdekler ve talamusun vestibüler alt çekirdekleri yoluyla parieto-insular vestibüler kortekse giden graviseptif yolların akut tek taraflı lezyonları ile ortaya çıkarlar (Şekil 2.2.) (80).



**Şekil 2.2.** Akut tek taraflı vestibüler hasarın seviyesine bağlı olarak ipsilateral ve kontralateral lezyonlar için SVV eğim miktarı (derece cinsinden) ile birlikte şematik graviseptif yollar (80)

Vizüel vertikalın ayarlanması periferik ve kaudal ponto-medüller beyin sapı lezyonlarında ipsilateral, ponto-mezensefalik lezyonlarda ise kontralateraldir (80, 92-97). Serebellar lezyonlar ayrıca *roll* düzleminde vestibüler fonksiyon bozukluğuna neden olabilmektedir. Serebellar lezyon bölgesine bağlı olarak ipsilateral veya kontralateral SVV eğimleri görülebilmektedir (98). Ancak eğim miktarı talamo-kortikal lezyonlardan daha fazladır ve medüller beyin sapı lezyonlarına paraleldir (99). Buna karşılık, vestibüler talamus veya korteks alanlarının tek taraflı lezyonları, daha küçük SVV eğimleri ile kendini gösterir ve aynı tarafta veya karşı tarafta olabilir (80, 94, 100-102). Sonuç olarak, subkortikal yerleşimli bozukluklarda SVV sapması daha fazla iken kortikal seviyelere çıkıldıkça SVV sapma değerlerinin

azaldığı görülmüştür. Bunu parieto-insular kortekse olan projeksiyonların bilateral olması sebebiyle kompensasyonun daha fazla olabileceği, bu sayede eğimin azalabileceği yönünde yorumlayabiliriz. Böylece insanlar, vestibüler, somatosensoriyel ve görsel yer çekimi ipuçlarının entegrasyonu temelinde dikeyliğin içsel modellerini yaratır ve sürekli günceller. Posterolateral talamus, vestibüler ve somatosensoriyel girdinin bu entegrasyon sürecinde çok önemli bir rol oynamaktadır (103). Yaygın bağlantıları ile talamo-kortikal sistemin rolünün çok daha geniş olduğu giderek daha fazla kabul edilmektedir. Talamus, uzamsal yönelimi ve hareket algısını kapsayan çoklu duyuşsal ve bilişsel bütünleştirici bir merkez olarak bile adlandırılmıştır (104, 105).

Posterior parietal korteks ve temporal kortekste (106, 107) veya posterior insulada hasarı (93, 108) olan hastalarda dikey kararların bozulduğu yönünde raporlanan çalışmalar kortikal bölgelerin vertikal algı ağına katıldığını öne sürmüştür. Sağlıklı katılımcılar üzerinde fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) ile görüntüleme yapan bir çalışma, vizüel vertikal görev sırasında aktivasyonun temporo-okspital ve parieto-okspital kortekslere ve ayrıca serebellum ve beyin sapına yayıldığını göstermektedir. Son zamanlarda bu bölgelerin aynı zamanda vücut temsilinde (109), denge kontrolünde (110) ve navigasyonda (111) rol oynadığı iddia edilmiştir (112). Bu çalışma, görsel vertikal yargının nöroanatomik alt katmanlarının, iki taraflı olarak dağıtılan geniş bir kortikal ağı içerdiğini göstermektedir. Bu ağ da esas olarak cuneus ve lingual girus, precuneus, serebellum ve beyin sapı ile birlikte oksipital korteksi içerir.

### **2.2.2. Vertikalite Algısının Değerlendirilmesi**

Klinik olarak çok sayıda deney, dikeylik algısını değerlendirmenin mümkün olduğunu göstermiştir. Bu da subjektif vizüel vertikal (SVV), subjektif postüral vertikal (SPV) ve subjektif haptik vertikal (SHV) kavramlarına yol açmıştır. Bu ölçümlerin nörolojik hastalara uygulanması, uygulamalı sinirbilimin de verimli bir alanı olmuştur (5).

Subjektif vertikal görevler, vertikalite algısını değerlendirmek için kullanılan önemli deneysel paradigmalardır. Genel olarak bu görevler, katılımcıların dikey algılarıyla ya kendilerini ya da bir nesneyi yönlendirmelerini gerektirir. Yerçekimini

tahmin etmek için mevcut duyuşal girdiler bu görevler arasında farklılık gösterdiğinden, her görev, belirli duyuşal ipuçlarının vertikalite algısına ne zaman ve nasıl katkıda bulunduğuna dair bir içgörü sağlar (4).

Kullanılan yöntemeye bağılı olarak subjektif vertikal değerdendirilirken farklı duyu sistemleri devreye girmektedir. Gövde ve alt ekstremitelerden gelen somatosensoryel duyu, vestibüler duyu ve görsel duyu gibi farklı duyuların girdilerini ölçmeyi amaçlamaktadır (6). Ancak bilinen hiçbir ölçüm yalnızca tek bir duyu sistemine atfedilemez. Beyin, sinyalleri güvenilirlikleriyle orantılı olarak ağırlıklandırarak algısal belirsizliği azaltmak amacıyla gürültülü çoklu duyuşal sinyalleri entegre etmek için Bayes modelini kullanıyor gibi gözükmektedir (113, 114).

Subjektif vizüel vertikal (SVV) görevinde katılımcılar, görsel olarak sunulan bir çizgiyi, bir arayüz denetleyicisi kullanarak algıladıkları dikeye göre yönlendirirler. Çizgiye yönlendirmeye yönelik birden fazla denemeden sonra, vertikal algının doğruluğı ve kesinliğı, sırasıyla katılımcı tarafından belirlenen dikey yönelimlerinin ortalaması ve değışkenliğı kullanılarak değerdendirilir. Katılımcılar genellikle SVV görevini karanlıkta gerçekleştirirler. Yani mevcut tek görsel bilgi, dikeyi belirtmek için kullanılan çizgiden kaynaklanır. Bu paradigmada, SVV görsel ve vestibüler bilgiden kaynağını alır. SVV hakkında daha detaylı bilgi ilerleyen aşamalarda açıklanacaktır (5).

Subjektif postüral vertikal (SPV) görevinde katılımcılar, algılanan dikeye göre vücutlarının yönelimini belirtirler. SPV görevleri, katılımcının vücudunu ya aktif olarak kendi yönelimini kontrol ederek algıladığı dikeye getirmesi ya da pasif olarak vücudu yönlendirilirken dik olduğuna karar verdiğinde uyarıda bulunmasıyla hesaplanır. Bu paradigma eğilebilir bir masa, sandalye ya da jiroskopa benzer üç eksenli bir sistem olan space curl gibi cihazlar kullanılarak gerçekleştirilir (7, 115). Hatta üç eksenli cihazlar aynı zamanda vertikalite algısının rehabilitasyonunda da kullanılmaktadır (116). Tipik olarak, katılımcılar SPV görevlerini gözleri kapalı bir şekilde yani görsel geri bildirim olmadan gerçekleştirirler. Dolayısıyla performansı en doğrudan belirleyen duyuşal ipuçları vestibüler ve somatosensoryeldir (4).

Subjektif haptik vertikal (SHV) görevinde ise katılımcılar elde tutulan bir nesneyi veya dönebilen bir platforma yerleştirilen çubuğı algıladıkları dikeye göre

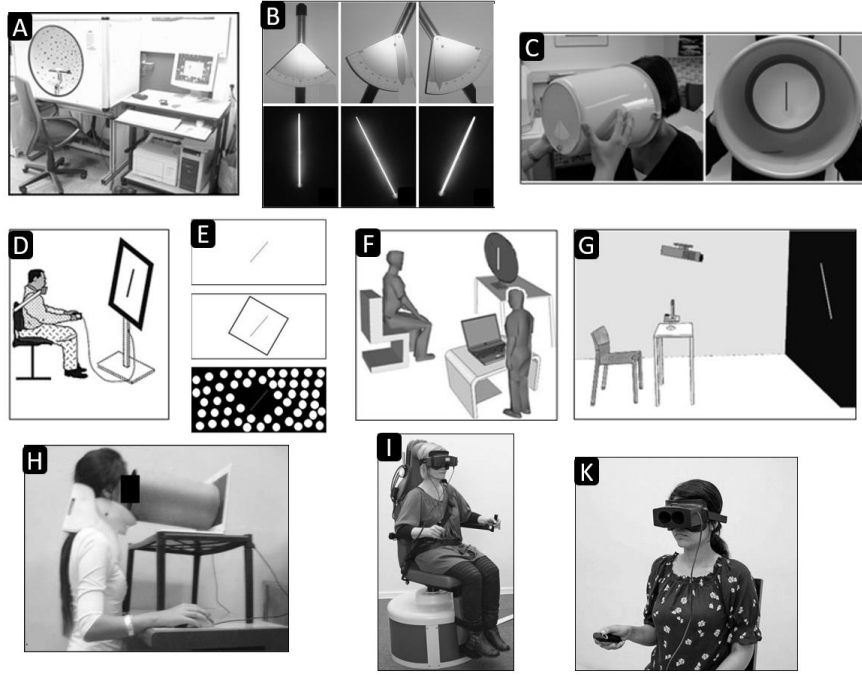
yönlendirirler. Görev karanlıkta gerçekleştirildiğinden, haptik vertikal öncelikli olarak somatosensoryel bilgiye bağlıdır (4).

### 2.2.3. Subjektif Vizüel Vertikal ve Değerlendirme Yöntemleri

Vertikalite algısının farklı çerçevelerde değerlendirildiğinden bahsetmiştik ancak vertikalite algısının en yaygın klinik değerlendirme yöntemi subjektif vizüel vertikaldir (SVV) (8, 96, 117, 118). Bunun yanı sıra az rastlanmakla birlikte subjektif vizüel yatay testler de uygulanmaktadır (119-121). Vizüel vertikal algılama, bir çizginin algılanan yerçekimi yönüne göre yönlendirilmesini veya değerlendirilmesini içermektedir. Otolit fonksiyonu değerlendirmek amacıyla SVV, graviseptif bilginin kortikal işlenmesini araştırır (96, 118, 119, 122). Bu yöntemler genellikle başka bir özelliği olmayan bir ortamda tek bir çizgi olarak uygulanmaktadır (123), ancak görsel bağımlılığın derecesini değerlendirmek için eğik bir çerçeve veya dönen bir disk gibi kafa karıştırıcı görsel ipuçlarıyla da sunulabilmektedir (124, 125).

Literatürdeki SVV değerlendirme yöntemleri deney düzeneği ve uyarının türü, metodoloji, deneğin pozisyonu ve konumlandırılması, deneme sayısı ve sonuçları bakımından değişkenlik göstermektedir. Metodolojideki farklılıklar, çalışmalar arasında sonuçların karşılaştırılmasını zorlaştırmaktadır (126) ancak bu farklılıklara rağmen, SVV geçerli ve güvenilir bir testtir (12, 123, 127, 128) ve klinik olarak uygulanmasının kolay olduğu bulunmuştur.

SVV; statik, dinamik ve sanal gerçeklik arka planında olmak üzere farklı türlerde değerlendirilebilmektedir.



Şekil 2.3. Farklı SVV test paradigmaları (11, 94, 123, 129, 130)

*Hemispheric Dome Method* (Şekil 2.4 A) ile SVV değerlendirilirken deneğin çenesi sabit bir mekanizma üzerine gelecek şekilde yerleştirilerek denekten rasgele bir desenle kaplı noktalardan oluşan yerçekimi yönelimine dair hiçbir ipucu vermeyen ekrana bakması istenmektedir. Denekten hedefteki dikeyi, algıladığı dikeye oyun konsolu veya fare yardımıyla ayarlaması istenmektedir (123).

Karanlık bir ortamda portatif floresan bir lambanın kullanıldığı, deneğin koyu camlı bir gözlük taktığı ve denetçi tarafından değişen açılarda döndürülen lambanın deneğin algılanan dikey pozisyonuna gelmesi durumunda dur komutu vermesiyle değerlendirilebilmektedir (131) (Şekil 2.4. B).

*Bucket Test* adı verilen kova testi ile SVV ölçülebilmektedir (123, 132). Görsel referansları azaltmak adına genellikle siyah bir kova tercih edilmektedir. Kovanın iç tabanında görülebilen bir çizgi yer alırken kovanın dış alt tabanında ise bir açıölçer bulunmaktadır (Şekil 2.4. C). Araştırmacı kovayı döndürürken denekten ne zaman çizgiyi dik konumda algırsa ‘Dik’ veya ‘Dur’ komutu vermesini istemektedir.

*Rod and Frame Test* diye adlandırılan çubuk ve çerçeve testinde (Şekil 2.4. D) bir çizgi etrafına yerleştirilen köşeli bir çerçeve yer alır. Ölçüm genellikle çerçeve

bir tarafa eğik iken ve ardından diğer tarafa eğik olmak üzere iki türlü yapılmaktadır. Denekten el tipi bir potansiyometre ile ortadaki çizgiyi algıladığı dik konuma getirmesi istenmektedir. Görsel bağımlılığı da değerlendirmek isteyen çalışmalar arka plan üzerine hareketli/hareketsiz bir çerçeve yerleştirebilmekte veya hareket eden desenlerden oluşan optokinetik yazılımlar kullanabilmektedir (Şekil 2.4. E) (130).

*Rod and Disc Test* diye adlandırılan çubuk ve disk testinde (Şekil 2.4. F) ise çizginin arkasına yerleştirilen dönen bir disk bulunur ve el tipi bir potansiyometre ile denekten çizgiyi algıladığı dikeye getirmesi istenmektedir (83).

Farklı düzeneklerle de SVV ölçümleri yapılmıştır. Bunlardan biri bilgisayar tabanlı bir yazılım ile görsel girdiyi azaltmak için kişi ile bilgisayar arasına silindirik bir düzeneğin eklendiği, kişinin başının sabitlendiği ve fare yardımıyla gördüğü çizgiyi algıladığı dikeye yönlendirmesinin istendiği yöntemdir (129) (Şekil 2.4. G). Bir diğerinde ise yine kişinin başı ve çenesi bir düzenek üzerinde sabitlenirken karanlık bir odada bir projektör yardımıyla uygulamayı yapan kişi çizgiyi döndürmeye başlamakta ve denekten çizgi, algıladığı dikeye geldiğinde sözlü uyarıda bulunması istenmektedir (Şekil 2.4. H) (133).

*Rotary Chair* adı verilen döner sandalye mekanizmalarında da SVV ölçümleri yapılmıştır. Aslında mekanizma vestibülo-oküler refleks gibi başka vestibüler değerlendirmeler için kullanılmakla birlikte literatürde bu mekanizma ile SVV ölçümlerine de rastlanmaktadır. Kişinin başı, gövdesi, kolları ve bacakları genellikle sandalyeye sabitlenmektedir. Burada SVV ölçüm prosedürü olarak lazer tabanlı yaklaşımlar (134) veya *hemispheric dome method* (135) tercih edilmektedir (Şekil 2.4. I).

Çeşitli bilgisayarlı görsel-uzaysal algı programları geliştirilerek sanal bir ortamda sanal gerçeklik gözlükleri kullanarak (Şekil 2.4. K) deneğin çizgiyi joystick yardımıyla algıladığı dikeye getirmesi de bir başka SVV değerlendirme yöntemidir (136).

Çizgiyi yeniden yönlendirmek ve eğim yönünü belirtmek (iki alternatifli zorunlu seçim) gibi veya deneğin yeniden yönlendirmeyi aktif olarak yapıp yapmadığı veya gözlemlenen yeniden yönlendirmeyi durdurup durdurmadığı gibi metodolojik farklılıklar vardır. Ayrıca literatürde SVV ölçümlerinin monoküler veya

binoküler yapıldığı gözlenmektedir. Bu durum bazı hastalıklar için önemli olabilmektedir. Örneğin göz kası parezisi olan hastalarda SVV eğimleri yalnızca monoküler test sırasında ortaya çıkarken binoküler test sırasında eğimler normal çıkmaktadır. Bu nedenle, SVV eğiminin monoküler ve binoküler ölçümleri, vestibüler bozuklukları periferik oküler motor bozukluklardan ayırmamıza yardımcı olabilmektedir (137, 138).

Deneğin duruşu yapılan çalışmalara göre farklılık göstermektedir. Kimi çalışmalarda oturma ya da ayakta durma pozisyonunda test gerçekleştirilirken kimi çalışmalarda her iki pozisyonda da test gerçekleştirilmiştir. SVV en sık oturma pozisyonunda incelenmektedir (83). Deneme sayısı ve referans çizgisinin başlangıç açısı da yine yapılan çalışmalar kapsamında farklılıklar göstermektedir.

#### **2.2.4. MS’de Subjektif Vizüel Vertikal**

MS’de vertikalite algısının değerlendirildiği çalışmalara bakıldığında yalnızca subjektif vizüel vertikal algıya yönelik çalışmalara rastlanmaktadır ve bu çalışmalar çok az sayıda olduğu için MS’de SVV’ye yönelik kapsamlı bir bilgi ağına ulaşılamamaktadır. İlk çalışma, Versino ve ark. tarafından MS’li bireylerde vestibüler fonksiyon değerlendirmesi kapsamında yapılmıştır. Bu çalışmaya göre hastaların %21’inde SVV anormal bulunmuş ve bu durumun otolit organlardan utrikulusa bağlı olabileceği öne sürülmüştür(139).

Serra ve ark., anormal göz hareketlerinin MS’li bireylerde beyin sapı ve serebellar tutulumun hassas bir ölçüsü olacağını düşünerek bireylere sakkad testleri, vestibülo-oküler refleks ve SVV ölçümleri yapmıştır (10). Bu çalışmada anormal SVV değerlerine sahip olan bireyler SVV sapma derecesi  $>5$  ve  $<5$  şeklinde tekrar gruplanmıştır. SVV sapma derecesi  $>5$  olan grubun, anormal oküler motor bulgular gösterdiği ve Kurtzke Fonksiyonel Sistem Skorlarında serebellar fonksiyonun yüksek olduğu gözlenmiştir. Dolayısıyla, MS’li bireylerde SVV değerlendirmesi, serebellar disfonksiyon için bir gösterge olabilir. Vestibüler şikayetleri olmayan MS hastalarında SVV ölçümlerine bakan bir başka çalışma ise diğer çalışmalarda da olduğu gibi MS’li bireylerin sağlıklı kontrollere göre daha fazla SVV sapma değerlerine sahip olduğunu belirtmiştir. Ayrıca SVV sapmalarının EDSS alt sistem

skorlarından beyin sapı ve serebellum fonksiyonları ile ilişkili olduğunu yinelemişlerdir (9).

İlerleyen çalışmalar MS’de denge bozukluğuna graviseptif yolların da dahil olabileceğini düşünerek SVV değerlendirmesi yapmıştır (11). Çalışmalar sağlıklı kontrollere göre MS’li bireylerde daha fazla SVV sapma değerlerini gösterirken SVV değerleri ile Dinamik Yürüme İndeksi skorları arasında anlamlı ve negatif bir korelasyon bulunmuştur. Bu da daha fazla düşme riskinin, bozulmuş vertikalite algısı ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Düşme riskinin önlenerek denge stratejilerinin geliştirilmesine yönelik rehabilitasyon yaklaşımlarında vertikalite algısının önemli olabileceği sonucuna varılmıştır. Bir başka çalışmada serebellar tutulumu olan MS’li bireylerde yapılan SVV ölçümlerinde, daha düşük SVV değerlerinin postüral kontroldeki azalmalarla ilişkili olduğu ve klinisyenlere denge işlevi ile ilgili bilgiler verebileceği belirtilmiştir (13).

Uloziene ve ark., farklı değerlendirme ölçütlerini kullanarak MS’li bireylerde statik SVV, dinamik SVV ve sanal gerçeklik arka planında SVV ölçümü yapmıştır. Üç koşulda da MS’li bireyler, sağlıklı kontrollere göre daha büyük sapma değerlerine sahip çıkmıştır. EDSS>4.5 olan hastalar, dinamik ve sanal gerçeklik tabanlı koşullarda daha yüksek SVV değerleri göstermiştir. Aynı durum RRMS’e karşı PPMS’li bireylerde de görülmektedir. Bu çalışma statik SVV’den ziyade dinamik SVV’nin MS ile ilişkili engelliliğin daha hassas bir işareti olabileceğini vurgulamıştır (136).

MS’li bireylerde SVV değerlendirmesinin de olduğu vestibüler fonksiyon testlerine bakıldığında normal refleksif vestibüler fonksiyonların varlığında bile vestibüler bilginin merkezi entegrasyonunun bozulabileceğini ve bu entegrasyon yeteneğinin kişinin bildirdiği yorgunluk ve yürüme kapasitesi ile ilişkili olduğu gösterilmiştir. Dolayısıyla vestibüler rehabilitasyonun yürüme kapasitesinde olumlu gelişmelere yol açabilen duyuusal süreçleri iyileştirerek denge ve yorgunluğu aynı anda iyileştirebileceği tezi öne sürülmüştür (140).

Aynı zamanda MS’de bilişsel fonksiyonların da merkezi vestibüler fonksiyonlarla ilişkili olduğu bulunmuştur. Gelecekteki vestibüler rehabilitasyon çalışmalarında, merkezi duyu bütünleme süreçlerini yeniden eğitmenin bilişi

etkileyip etkilemediğini belirlemek için ikincil sonuç ölçütleri olarak kognitif değerlendirmelerin de yapılması önerilmiştir (14).

### 2.3. Mental Rotasyon Yeteneği

İnsan farklı yönlerde sunulan nesnelere tanıma yeteneğine sahiptir (141). Zihinsel döndürme diye de adlandırılan bu mental rotasyon yeteneği, bir nesnenin orijinal konumundan döndürülmesi durumunda nasıl görüneceğini hayal etmeye yönelik bilişsel bir süreçtir (142). Nesnelereki değişiklikleri ve mekansal düzenlerini hayal etme ve bunlar hakkında akıl yürütme yeteneği, hem günlük biliş (şifreli kilidi çevirmek, araba kullanmak, harita okumak, markette reyon bulmak, bulaşık makinesini doldurmak, lego yapmak vb.) hem de teknik alanlarda (hava trafik kontrolü, mimari vb.) akıl yürütmek için önemlidir (143, 144).

Zihinsel mekansal dönüşümler geometrileri, onları doğuran uyaranlar ve sinirsel uygulamaları açısından farklılık gösterebilmektedir. Mental rotasyonda, nesne tabanlı mekansal dönüşüm ve egosentrik (benmerkezci) perspektif dönüşümü olmak üzere iki çeşit dönüşüm vardır. Nesne tabanlı dönüşümler, nesnelere ortamın referans çerçevesine göre hayal edilen rotasyonları veya ötelemeleridir. Egosentrik perspektif dönüşümleri, kişinin bakış açısının bu referans çerçevesine göre hayali rotasyonları veya ötelemeleridir (143).

Mental rotasyonu etkileyen pek çok faktör bulunmaktadır. Bunlar arasında yaş, cinsiyet, sahip olunan beceri ve kabiliyet gösterilmektedir. Bilişsel işleyişin diğer ölçümleri gibi mental rotasyon performansı da yaşla birlikte azalmaktadır (145), ancak bu eksikliğin ciddiyeti çoğu zaman görevin türüne (nesne tabanlı/egosentrik perspektif) bağlı bulunmuştur. Devlin ve Wilson'nun çalışmasına göre yaşlı yetişkinler her iki görev türünde de düşük performans gösterirken, en büyük düşüşü beden uyaranlarından oluşan egosentrik perspektif görevinde göstermiştir (146).

Uzamsal yetenek ölçümlerinde cinsiyet farklılıkları hala bir tartışma konusu olmakla birlikte, ortalama olarak erkeklerin genellikle kadınlardan daha yüksek puan aldığı gösterilmiştir (147, 148). Bu farklılık, evrimsel farklılıkları yansıtır olabilir. Kadın çoğunlukla çocuk yetiştirme, ev içi görevlerde yer alırken, erkek daha fazla görsel-uzamsal işleme gerektiren avcılık ve yiyecek arama rolü sergilemiştir. Ayrıca

kadın ve erkekler arasındaki farklı bilişsel strateji türlerinin de etkileyen bir faktör olabileceği düşünülmektedir. Kadınlar genellikle daha analitik-sözel stratejileri tercih ederek tüm bulmacanın belli bölümlerine odaklanmaktadır. Erkekler ise daha bütüncül stratejileri tercih etmektedir. Ayrıca kadınlar daha muhafazakâr davranarak yanlış öğeleri iki kez kontrol etmek için daha uzun zaman harcama eğilimindedirler (149).

Atletizm ve sanatsal yeteneğin mental rotasyonu etkileyebileceği düşünülerek birçok çalışma yapılmıştır. Sporcu veya müzisyen olan kişilerin tepki sürelerinin, sporcu veya müzisyen olmayanlara göre daha hızlı olduğu gösterilmiştir (150). Mental rotasyonun postüral stabilite üzerindeki etkisine bakan bir çalışmada katılımcılara ayak, el ve araba uyarılarını içeren mental rotasyon görevleri yaptırılmış ve ardından tek ayak üzerinde dengede kalmaları istenmiştir. Sonuçta, ayak uyarılarını içeren mental rotasyon görevlerinin, 60 dakika sonra bile dengeyi geliştirmede el ve araba uyarılarına göre daha etkili olduğu gösterilmiştir (151). Bütün bu çalışmaların aksine, sanatçıların görsel uyarıları tanıma, yaratma ve harekete geçirme konusunda usta olduklarını ancak onları manipüle etmede yeterli olmadığı da bildirilmiştir (152).

Ayrıca bilişsel bozukluklar (17), depresyon gibi psikolojik bozukluklar (18) ve yorgunluğun (153) da mental rotasyonu değerlendirirken karıştırıcı bir faktör olabileceği dile getirilmektedir.

### **2.3.1. Mental Rotasyonun Nörolojik Temsilleri**

Mental rotasyon altında görsel-uzaysal yetenekle ilişkili, oksipital-parietal-frontal ağda aktivasyonlar gözlenmektedir (154, 155). Görsel işlem, görsel uyarıların optik sinir yoluyla lateral genikülat çekirdeğe iletilmesiyle başlar, bu daha sonra oksipital korteksin birincil görme merkezi V1'e ve ardından görsel merkez V2'ye yayılmaktadır. Ardından dorsal yol "nerede" (oksipito-parietal-prefrontal lob) ve "nasıl" ventral yol (oksipito-temporo-prefrontal lob) olarak ikiye ayrılmaktadır; dorsal yol, uzamsal çalışma belleğinden ve ventral yol ise görsel çalışma belleğinden sorumludur (156, 157). Mental rotasyonun etkinleştirdiği beyin bölgelerinin, uzamsal çalışma belleğinden sorumlu dorsal yollarla örtüştüğü gösterilmiştir (157).

Mental rotasyon görevi sırasında suplementer motor alan, premotor korteks, superior ve inferior parietal lob dahil olmak üzere intraparietal sulkusu merkezleyen yaygın beyin bölgelerinin aktive edildiği rapor edilmiştir. Uzamsal ve sayısal becerilerin beyinde nerede ve hangi koşullarda birleşip ayrıldığını derleyen bir çalışma, mental rotasyonun sağ intraparietal sulkusta, sağ precuneus/üst parietal lobdaki aktiviteyle daha fazla olmak üzere iki taraflı parietal ve frontal bölgelerdeki nöral aktiviteyle ilişkili olduğunu belirtmiştir (155). Precuneusa atfedilen birincil işlevlerden biri görsel-uzaysal imgelemedir. Precuneusun uzayda dikkati yönlendirmede ve hedefe yönelik hareketleri planlamada ve hayal etmede bir rol oynadığı ileri sürülmüştür (158-160).

Yaygın aktivasyonlar, mental rotasyonun anatomik olarak birbirine bağlı bir sistem aracılığıyla hem motor eylemlerin hem de duysal bilgilerin entegrasyonunu gerektiren bilişsel bir görev olduğunu vurgulamaktadır (161). Bu nedenle, bağlantı haritasını arasındaki etkileşimleri anlamak, bireysel beyin bölgelerini tanımlamak kadar önemlidir (162, 163). Çoğunluğu el mental rotasyonu görevini içeren ama içinde nesne tabanlı rotasyon görevlerinin de olduğu Zacks'ın derlemesine göre, mental rotasyonun motor bölgelerdeki beyin aktivasyonu ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (154) Tomasino ve ark.'nın yaptığı çalışma, primer motor korteks (M1) aktivasyonunun deneysel uyarana bağlı olduğunu ve bedensel uyarılar (örneğin vücut parçalarının rotasyonu) için aktive edildiğini bildirmiştir (164). Ayrıca bu çalışmada hemisferik lateralizasyon ile ilgili olarak bedensel uyarıların iki taraflı bir sensorimotor ağı aktive ettiğini, bedensel olmayan uyarıların (örneğin 3 boyutlu blokların rotasyonu) ise yalnızca sağ taraflı aktivasyonları içerdiği gösterilmiştir. Bazı görüntüleme çalışmalarında mental rotasyon sırasında M1'de bulunan aktivasyonun, deneklerin yanıt düğmesine basarak yanıt vermesiyle açıklanabileceği de söylenmiştir (165, 166).

Beyin aktivasyonlarını inceleyen çalışmalar, mental rotasyonun bir sinir ağı çemberi tarafından sağlandığını göstermektedir. Hiew ve ark.'nın meta analizine göre, mental rotasyon için suplementer motor alan, serebellum ve M1 gibi motor düğümleri ve superior parietal lob ve inferior temporal lob gibi bilişsel düğümleri içeren yaygın bölgelere odaklanan ortak ve önemli bir ağ ortaya çıkarmıştır. Ayrıca

analizler, mental rotasyonun dorsal dikkat ağına güçlü bir şekilde bağlandığını vurgulamaktadır (167).

### 2.3.2. Mental Rotasyon Yeteneğinin Değerlendirilmesi

Mental rotasyon testi, uzaydaki iki veya üç boyutlu nesnelere zihinsel olarak döndürme yeteneğini içeren, görsel-uzaysal işlevi değerlendirmek için iyi bilinen bir görevdir (142). İlk olarak 1978 yılında Vandenberg ve Kuse tarafından Shepard ve Metzler'in araştırmasına dayalı olarak mental rotasyon testi geliştirilmiştir. Mental rotasyonda, nesne tabanlı mekansal dönüşüm ve egosentrik (benmerkezci) perspektif dönüşümü olmak üzere iki çeşit dönüşüm vardır (143).

Nesneye dayalı zihinsel döndürme görevinde, genellikle bir uyaran diğerinin döndürülmüş versiyonudur. Bu uyaranlar birbirinin aynısı veya ayna versiyonu da olabilir ve burada katılımcılar uyaranların aynı veya farklı olup olmadığına karar vermektedir. Bu tür çalışmalarda katılımcının konumu sabit kalırken, nesnenin fiziksel bir yörünge boyunca hareket ettiğini hayal etmesi istenmektedir (168).

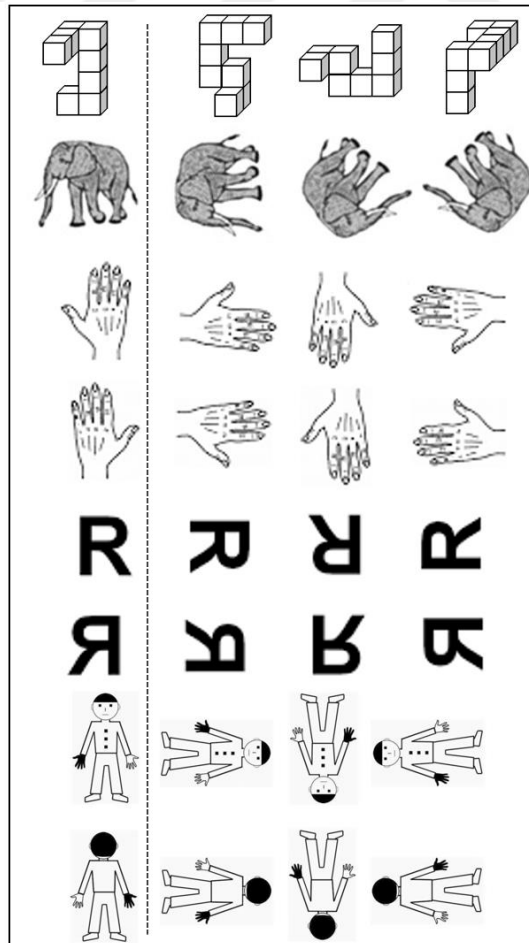
Egosentrik zihinsel döndürme görevinde ise katılımcılara kendilerinin veya vücut parçalarının döndüğünü hayal etmesini gerektiren bir insan figürü veya el, kol, bacak vb. görseller sunulmaktadır (145). Katılımcılardan bu görsellerin sağ tarafa mı yoksa sol tarafa mı ait olduğuna karar vermesi istenmektedir. Katılımcıların bu görevi tamamlayabilmeleri için kendilerini sunulan şeklin konumunda hayal etmeleri gerekir (169).

Her iki dönüşüm türü arasındaki temel farklardan biri, nesne tabanlı bir görevde gözlemcinin çevreye göre konumunun sabit kalması ve katılımcının mental rotasyon uyaranlarını birbirine göre yargılaması gerektiğidir. Egosentrik döndürmeler, kendi bedenimizin bir temsilini işe alan simülatif bir süreci içermektedir ve katılımcıların kendilerinin veya bir parçalarının döndüğünü hayal etmeleri gerekir. Bu durumda çevre ile nesne arasındaki ilişki sabit kalır. (170).

Shepard ve Metzler'in soyut 3 boyutlu nesnelere üzerindeki çalışmasından esinlenerek Vandenberg ve Kuse bloklardan oluşan mental rotasyon testini geliştirmiştir (142, 171). Daha sonra Cooper ve Shepard tarafından ellerin lateralizasyonunu test eden paradigma geliştirilmiştir (172). Literatürdeki çoğu çalışma blokların aynı mı ayna görüntü mü olduğunu seçmeye yönelik mental

rotasyon görevini ele almıştır. 3 veya 2 boyutlu blokların haricinde, noktasal çizimler, moleküler yapılar, alfanümerik nesnelere, araba görseli, hayvan görseli, el veya vücutu temsil eden çizimler veya fotoğraflar uyarı olarak kullanılmıştır (Şekil 2.4.).

Test prosedürleri, katılımcılardan iki uyarıyı; aynı veya ayna, aynı veya farklı, sağ veya sol şeklinde değerlendirmesine dayanmaktadır. Uyarılar belirli veya belirsiz açılarda değişen şekillerde ve rastgele sırayla katılımcıya sunulmaktadır. Katılımcılar seçimlerini sözlü, yazılı veya her iki duruma da atanan tuşlara basarak gerçekleştirmektedir. Genel olarak, reaksiyon süresi milisaniye cinsinden (uyarının ortaya çıkmasından katılımcının doğru cevabı verdiği tepkisine kadar geçen süre) ve katılımcının tepki doğruluk oranını gösteren doğru cevaplarının yüzdesi kaydedilmektedir. Tepki sürelerinin ve hata oranlarının çoğunlukla uyarının dönme açısı arttıkça arttığı görülmektedir (173-175).



Şekil 2.4. Farklı mental rotasyon test paradigmaları (173-175)

### 2.3.3. MS’de Mental Rotasyon Yeteneği

Literatür incelendiğinde MS’de mental rotasyonun değerlendirildiği sınırlı sayıda çalışma olduğu görülmüştür. Bu çalışmaların bir kısmı sağlıklı kontrollere karşı motor imgeleme kapsamında mental rotasyonu değerlendirirken bir kısmı da MS’de taktil stimlasyon ya da kortikal uyarılabilirliğin etkisini incelerken değerlendirme yöntemlerine mental rotasyonu da eklemiştir (17-19, 176-181).

MS’de mental rotasyonu değerlendiren ilk iki alışma Shepard ve Metzler’in kullandığı üç boyutlu blok uyarınının kullandığı Döndürülmüş Figürler Testi’ni (Rotated Figures Test (RFT)) kullanmıştır. Burada katılımcılardan iki figürün aynı/ayna veya aynı/farklı olup olmadığını seçmeleri istenmiştir (176, 182). Diğer alışmalar el veya ayak döndürme görevini içeren testler ile mental rotasyonu değerlendirmiştir (17-19, 177, 178, 180). Burada ise el ve ayağın palmar, dorsal, radyal/ulnar veya medial/lateral yönden çizimlerini içeren uyarılar sunulmuştur. Nesne tabanlı mental rotasyonu veya egosentrik perspektifteki mental rotasyonu değerlendiren bu çalışmalarda, uyarılar belli açılarda döndürülmüş vaziyette ve rastgele sırayla sunulmuştur. Çoğu çalışmada katılımcılara önce testi kısa süreli deneme imkn verilmiştir. Sonuç ıktısı olarak, katılımcıların tepki reaksiyon süreleri ve doğru yanıt yüzdeleri hesaplanmıştır (17-19, 176-181).

Yapılan alışmalar kapsamında, mental rotasyon görevinde MS’li bireyler, sağlıklı kontrollere göre daha uzun reaksiyon süreleri ve daha düşük doğru yanıt yüzdeleri göstermiştir (17, 19, 176-178, 182). Ayrıca katılımcıların yorgunluk ve depresyon profillerine bakan çalışmalar, yorgunluk ve depresyon skorlarının doğru yanıtı etkileyerek yüksek skorların daha az doğru cevap ile ilişkili olduğunu ortaya koymuştur (181, 182).

MS’de motor imgeleme yeteneğini etkileyen faktör ve stratejileri araştıran bir sistematik derlemeye göre MS’de motor imgeleme yeteneğini olumsuz etkileyen faktörler arasında en yaygın olanının bilişsel bozukluk olduğu belirtilmiştir. Bilişsel işlevlerdeki eksiklikle ilişkili motor imgeleme yeteneğindeki bozulma esas olarak mental rotasyon ve mental kronometriye atıfta bulunmaktadır. Dizabilite, kognitif yorgunluk, MS fenotipi, anksiyete ve depresyon da motor imgelemeyi olumsuz etkileyen diğer faktörler arasında gösterilmiştir (181).

MS'li bireylerde primer motor korteks üzerinden theta burst stimülasyonu uygulayan bir çalışma, el becerilerinde gelişme sağlarken el mental rotasyon görevinin reaksiyon süresinde ve yanıt doğruluk oranında iyileşme olmadığını kaydetmiştir. Motor imgeleme, primer motor korteks, premotor korteks, pre-supplementer motor alan, üst ve alt parietal loblar, primer görsel korteks ve serebellum gibi kortikal sahanın birçok alanında aktivasyon gösterdiği için tek başına primer motor korteks uyarımının, el mental rotasyonunu geliştirmeye yeterli olamayacağını öne sürmüşlerdir (178).

MS'li bireylerde duyu, motor ve kognitif fonksiyonlar üzerinde taktik stimülasyonun etkilerini inceleyen bir çalışma, ölçümleri arasında el mental rotasyon görevine de yer vermiştir. MS'li bireyleri müdahale ve kontrol grubu olarak ikiye ayıran çalışmada, müdahale sonrasında gruplar arasında fark bulunamamıştır. Her iki grubun da müdahale sonrası reaksiyon zamanı azalmış, doğru yanıt yüzdesi artmıştır (179). Bu durum öğrenme etkisinin varlığını ortaya koyuyor gibi gözükmektedir.

#### **2.4. Subjektif Vizüel Vertikal ve Mental Rotasyon Yeteneği İlişkisi**

Tüm bu bilgiler ışığında, sağlıklı kontrollerle karşılaştırıldığında MS'li bireylerde hem vertikalite algısının (9, 136) hem de mental rotasyon yeteneğinin (19, 177) etkilenebileceği gösterilmektedir. Vestibüler duyu, benliğin temsiline temel bir yönü olan uzaydaki yönelim duyumuz için temeldir. Ayrıca, vestibüler bilgi, büyük bir subkortikal-kortikal sinir ağında işlenmektedir. Uzayda insan vücudunun mental rotasyonunu gerektiren görevlerin, bu ağ içindeki bölgeleri de aktive ettiği bilinmektedir. Dolayısıyla özellikle vestibüler duyu ve duysal entegrasyon hem vertikalite algısı için hem de mental rotasyon için çok önemlidir. Ayrıca bu iki önemli görevin açığa çıkartılmasında primer görsel korteks, posterior parietal korteks, temporal korteks, precuneus ve serebellum gibi ortak anatomik bölgeler aktivasyon göstermektedir. Bu da bu iki fonksiyonun ilişkili olabileceğini düşündürmektedir (15).

Hem vertikalite algısı hem de mental rotasyon yeteneği çoklu duysal entegrasyon gerektirmektedir. Her iki parametre de *roll* düzlemindeki hareketleri referans almaktadır. Her iki parametre de egosentrik tabanlı referans çerçevesini baz alan değerlendirme yöntemlerine olanak sağlamaktadır. Her iki parametrenin de

kognisyon (14, 181) ve yorgunluk (19, 140, 179) ile ilişkili olabileceği ortaya koyulmuştur. Ancak literatürdeki çalışmaların hiçbiri MS'li ve sağlıklı bireylerdeki vertikalite algısı ile mental rotasyon yeteneği arasındaki ilişkiyi incelememiştir. Bu sebeple MS'de vertikalite algısını araştırıp hem MS'li bireylerde hem de sağlıklı bireylerde vertikalite algısı ile mental rotasyon yeteneği arasındaki ilişkiyi araştırmak istediğimiz çalışmamız; MS'nin motor temsiline yeni bir ışık tutmanın ve yeni terapötik yaklaşımlara dair perspektifler sağlamanın anahtarı olabilir.



### 3. BİREYLER VE YÖNTEM

“Multipl Skleroz Hastalarında Vertikalite Algısının İncelenmesi ve Mental Rotasyon Yeteneği ile İlişkisinin Araştırılması” isimli bu çalışma, 21 Eylül 2022-21 Kasım 2023 tarihleri arasında Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi’nde gerçekleştirildi. Çalışmaya başlamadan önce, Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu’na gerekli izin ve onay için başvuruldu. Çalışma, 20 Eylül 2022 tarihinde kurul tarafından tıbbi etik açısından uygun bulundu. Kayıt numarası GO22/832 olan bu çalışmanın Etik Kurul Onayı EK-1’de yer almaktadır.

#### 3.1. Bireyler

Çalışma için Hacettepe Üniversitesi Hastanesi Nöroloji Anabilim Dalı’na başvuran ve nörolog tarafından kesin MS tanısı almış 108 MS’li birey değerlendirildi ve dahil edilme kriterlerini sağlayan 57 MS’li birey çalışma kapsamına alındı. Yaş ve cinsiyet bakımından benzer olan 40 sağlıklı katılımcı ise MS’li bireylerin ve araştırmacıların yakınları arasından gönüllülük esası ile seçilerek çalışmaya dahil edildi.

Değerlendirme öncesinde, çalışma içeriği ve uygulanacak olan değerlendirme yöntemleri katılımcılara detaylı bir şekilde anlatıldı. Çalışmaya katılmayı kabul eden gönüllülere Aydınlatılmış Onam Formu (EK-2) sunulurken izinleri alındı. Daha sonra onam veren katılımcılar aşağıdaki dahil edilme kriterleri açısından değerlendirildi ve uygun olanlar çalışmaya dahil edildi.

#### Multipl Sklerozlu bireyler için dâhil edilme kriterleri:

- 18–54 yaş aralığında okur-yazar olmak,
- Nörolog tarafından kesin MS tanısı almış olmak,
- 10 dakika boyunca bağımsız oturabiliyor ve ayakta durabiliyor olmak,
- Son 3 ay içinde atak geçirmemiş olmak,
- Sağ-Sol Ayırımı Testi’nden tam puan almış olmak,
- Edinburgh El Tercihi Anketine göre sağ elini kullanıyor olmak,
- Snellen Görme Keskinliği Testi’ne göre görme problemi olmamak,

- Standardize Mini Mental Test'ten  $\geq 24$  puan almış olmak,
- Hastane Anksiyete ve Depresyon Ölçeği'nden  $< 8$  puan almış olmak,
- Yorgunluk Şiddet Ölçeği'nden  $< 4$  puan almış olmak.

**Multipl Sklerozlu bireyler için hariç tutulma kriterleri:**

- Araştırmaya katılmayı engelleyecek kadar ciddi muskuloskeletal, kardiyovasküler, pulmoner veya metabolik hastalığa sahip olmak,
- MS dışında başka nörolojik bozukluğa, kafa travması öyküsüne, kronik psikiyatrik bozukluğa sahip olmak,
- 6 aydan uzun süren kronik ağrıya sahip olmak,
- Daha öncesinde motor imgeleme veya mental rotasyonu inceleyen bir çalışmaya katılmış olmak,
- Dikkat veya uyanıklık seviyesini etkileyen psikiyatrik ilaç kullanmak.

**Sağlıklı bireyler için dâhil edilme kriterleri:**

- 18–54 yaş aralığında okur-yazar olmak,
- Sağ-Sol Ayırımı Testi'nden tam puan almış olmak,
- Edinburgh El Tercihi Anketine göre sağ elini kullanıyor olmak,
- Snellen Görme Keskinliği Testi'ne göre görme problemi olmamak,
- Standardize Mini Mental Test'ten  $\geq 24$  puan almış olmak,
- Hastane Anksiyete ve Depresyon Ölçeği'nden  $< 8$  puan almış olmak.

**Sağlıklı bireyler için hariç tutulma kriterleri:**

- Muskuloskeletal, kardiyovasküler, pulmoner veya metabolik hastalığa sahip olmak,
- Nörolojik bozukluğa, kafa travması öyküsüne, kronik psikiyatrik bozukluğa sahip olmak,
- Daha öncesinde motor imgeleme veya mental rotasyonu inceleyen bir çalışmaya katılmış olmak.

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Çalışma Dizaynı

Onam formunu imzalayarak çalışmaya katılmayı kabul eden MS hastaları ve sağlıklı katılımcıların öncelikle demografik bilgileri kaydedildi. Ardından her iki popülasyon için de dahil etme kriterlerini oluşturan testler gerçekleştirildi: Sağ-Sol Ayırım Testi, Edinburgh El Tercihi Anketi, Snellen Görme Keskinliği Testi, Standardize Mini Mental Test ve Hastane Anksiyete ve Depresyon Ölçeği. Ayrıca MS'li hastalar için Yorgunluk Şiddet Ölçeği'ne bakıldı.

Kriterleri sağlayan hasta grubunun hastalık şiddeti, daha çok etkilenen taraflarının tayini ve kognitif durumu gibi hastalığa ait özellikleri değerlendirildi. Ardından her iki gruba da mental rotasyon yeteneğini değerlendirmek üzere NOI Group™-Recognise Hand App™/Recognise Foot App™/Recognise Neck App™ uygulamalarındaki test içeriği ve kişilerin nasıl görsellerle karşı karşıya kalacağı gösterildikten sonra test aşamasına geçildi. Sırasıyla el, ayak ve boyun için geçerli olan testler birer tekrar şeklinde yapıldı. Katılımcılar, Motor İmgeleme Yeteneği Testi'ni (TAMI) de yanıtladıktan sonra subjektif vizüel vertikalite değerlendiren kova testine tabi tutuldu. Kova testi, saat yönünde ve saat yönünün tersinde beşer tekrar olacak şekilde tamamlandı.

Daha çok etkilenen tarafı belirlemek için el dinamometresi ile alt ekstremitel kas grubu değerlendirildi. Son olarak, postür değerlendirmesine geçildi. Belirli referans noktalarına işaretleyiciler yerleştirilerek tüm katılımcıların belirli bir mesafe ve yükseklikten fotoğrafları çekilerek dizüstü bilgisayara aktarıldı. Bilgisayar tabanlı yazılım ile detaylı postür ölçümleri hesaplandı.

### 3.2.2. Demografik Bilgilerin Kaydedilmesi

Katılımcıların yaş, cinsiyet, boy, vücut ağırlığı, vücut kütle indeksi (VKİ) gibi demografik verileri kaydedildikten sonra öğrenim durumu, medeni durum ve çalışma durumu sorgulanarak mesleki bilgileri kaydedildi. Geçmişte veya şu anda herhangi bir aktivite, hobi vs. gibi uğraşları olup olmadığı sorgulandı. Özgeçmiş, soy geçmişi ve kullanılan ilaç bilgisi ve son altı ay boyunca devam eden kronik ağrı varlığı sorgulandı. MS'li bireyler için hastalık durasyonu, atak öyküsü, aktif fizik tedavi alıp

almadığı bilgisi sorgulanarak kaydedildi. Sosyo-demografik verilere ait tüm parametrelerin yer aldığı değerlendirme formu, EK-3'de verildi.

### 3.2.3. Dahil Edilme Kriterlerine Yönelik Değerlendirmeler

**Sağ-Sol Ayırımı Testi:** Bu testte, katılımcıya “Sağ elinizle beni gösteriniz”, “Bu kalemi sol eliniz ile tutunuz” gibi 10 komut verilerek aynısını tekrar etmesi istenilir (EK-4). Test için puanlama ilk üç saniyede doğru cevap verirse 2, on saniyede cevap verirse 1, cevap veremezse 0 puan olarak yapılır. Testteki 10 sorudan kişinin aldığı tüm alt puanlar toplanarak toplam puan kaydedilir (183, 184). Bu testten tam puan alan katılımcılar çalışmaya dahil edildi.

**Edinburgh El Tercih Anketi:** Kişilerin dominant ellerinin belirlenmesinde sadece yazı yazma eylemine bakılması sonuçları yanılttığı için geniş kapsamlı el tercih anketleri oluşturulmuştur (185). Olfield’ın geliştirdiği Edinburgh El Tercih Anketi (EK-5) en yaygın olarak kullanılan anketlerden biridir (186). Anketin Türkçe versiyonunun geçerlilik ve güvenilirliği Atasavun Uysal ve arkadaşları tarafından yapılmıştır (187). Anket kapsamında yazı yazma eyleminin yanı sıra resim çizme, fırlatma, diş fırçalama ve makas kullanma gibi on farklı aktivite sırasında kişilerin el tercihleri sorgulanmaktadır. Kişi sorulan aktiviteyi her iki eliyle de yapıyorsa hem sağ hem de sol bölüme birer artı, sadece sağ veya sadece sol eliyle gerçekleştiriyorsa bağlı olduğu bölüme ikişer artı koyularak puan hesaplamasına gidilir. Aynı bölümde ikişer artı olan aktivitelere 10 puan, ayrı bölümlerde artıları olan aktivitelere 5 puan verilir. En son toplam puan aralığı +100 ile -100 arasında olur. +40 puandan fazla alan bireyler sağ el; 40 ile -40 dahil olmak üzere bu puan aralığındaki bireyler her iki elini aktif kullananlar -40 puan aşağısında puan alan bireyler ise sol el tercihli olarak kaydedilir (186, 188). Bu test sonucuna göre sağ el tercihli katılımcılar çalışmaya dahil edildi.

**Snellen Görme Keskinliği Testi:** Testte katılımcıların sol ve sağ gözleriyle Snellen çizelgesindeki harfleri okuması istenir. Endikasyona bağlı olarak görme keskinliği testi düzeltilmiş lensli veya lenssiz yapılabilir (189). MS hastaları için görme keskinliğinin değerlendirildiği çalışmalarda kişi gözlükleriyle veya lensleri ile testi gerçekleştirebilir (190). 20/20’lik bir Snellen gösterimi normal görme

keskinliğini ifade etmektedir. Bu teste göre görme ile ilgili problemi olmayan katılımcılar çalışmaya dahil edildi.

**Standardize Mini Mental Test (Mini-Mental State Examination (MMSE)):** Oryantasyon, kayıt hafızası, dikkat ve hesap yapma, hatırlama ve lisan alt başlıklarından oluşan beş basamaklı bu test, ilk kez 1975 yılında Folstein ve arkadaşları tarafından yayınlanmıştır (191). Güngen ve arkadaşları tarafından Türk toplumunda hafif demans grubunda geçerlilik ve güvenilirliği yapılmıştır (192) (EK-6). 11 sorudan oluşan testin toplam puanı 30'dur. Hafif bilişsel bozukluktan şiddetli bilişsel bozukluğa ayırt etmek için 24 puanlık kesme noktası iyi bir özgüllük ve kabul edilebilir bir duyarlılık göstermiştir (193). MMSE temel alınarak hastaların global bilişsel değerlendirmedeki puanları ölçüldü ve testten  $\geq 24$  puan alan katılımcılar çalışmaya dahil edildi.

**Hastane Anksiyete ve Depresyon Ölçeği (Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS)):** Zigmond ve Snaith tarafından 1983 yılında geliştirilen testin amacı, klinisyenlere depresyon ve anksiyeteyi ölçmek için kabul edilebilir, geçerli ve kullanımı kolay pratik bir araç sağlamaktır (194). Genel uygulama ve toplum ortamları da dahil olmak üzere birçok dile çevrilerek geçerliliği test edilmiştir (195-197). Ülkemizde ise Türkçe geçerlilik ve güvenilirliği Aydemir ve arkadaşları tarafından yapılmıştır (198) (EK-7). Ölçeğin MS hastalarında da geçerli olduğu gösterilmiştir (199, 200). Toplam 14 sorudan oluşan 7'si anksiyete ve 7'si depresyon ile ilgili sorular olan bu öz-bildirim ölçeği, 5 dakika gibi kısa sürede doldurulabilir. Her bir soru için seçim yapılmasını gerektiren dördümlü Likert tipte şıklar bulunur ve bu şıklar 0-3 puan arasında puanlanır. 0-7 puan aralığı normal, 8-10 puan aralığı sınırda, 11 ve üstü anormal aralık olarak kabul edilir. Ölçekten  $>8$  puan alan katılımcılar çalışmaya dahil edildi.

**Yorgunluk Şiddet Ölçeği (Fatigue Severity Scale (FSS)):** Genel olarak fiziksel yorgunluğu ölçen MS'e özel geliştirilmiş bir ölçektir. Yorgunluğun neden olduğu problemleri ifade eden "Yorgun olduğum zaman motivasyonum azalır.", "Yorgunluk fiziksel fonksiyonumu etkiler." gibi 9 maddeden oluşur (EK-8). Her soru için hastadan 1'den 7'ye kadar olan ifadelerden birini seçmesi istenir. Burada '1-kesinlikle katılmıyorum' ve '7-kesinlikle katılıyorum'u ifade eder. 4 ve üstü puan değeri, genellikle şiddetli yorgunluğu gösterir. Ölçeğin Türkçe geçerlilik ve

güvenilirliği 2007 yılında Armutlu ve arkadaşları tarafından yapılmıştır (201). Ölçekten <4 puan alan katılımcılar çalışmaya dahil edildi.

### 3.2.4. Hastalığa Ait Özelliklerin Değerlendirilmesi

**Genişletilmiş Engellilik Durum Ölçeği (Expanded Disability Status Scale (EDSS)):** MS hastalarında klinik uygulamalarda nörolojik bozukluğun derecesini değerlendirmek için en yaygın olarak kullanılan ölçektir (202). 0 (normal nörolojik muayene) ile 10 (MS nedeniyle ölüm) arasında değişen son puan, farklı fonksiyonel sistemler (FS) ve mobilite değerlendirilerek elde edilen ara puanların değerlendirilmesiyle elde edilir. Fonksiyonel sistemler piramidal fonksiyonlar, serebellar fonksiyonlar, beyin sapı fonksiyonları, duyu fonksiyonlar, mesane-bağırsak fonksiyonları, göz fonksiyonları, bilişsel fonksiyonlar ve diğer olmak üzere 8 ayrı kategoriden oluşmaktadır (EK-9). 0-3 puan minimal engellilik düzeyini, 6 puan tek taraflı destek ile ambule olan hastayı, 6.5 puan çift taraflı destek ile ambule olan hastayı, 7 puan tekerlekli sandalye ile mobil olan hastayı, 10 puan ise MS'ye bağlı ölümü göstermektedir. Çalışmada herhangi bir EDSS kısıtlaması getirilmedi ancak hastalar bağımsız 10 dakika ayakta durabiliyor olmalarına göre çalışmaya dahil edildi.

**Kümülatif Kas Kuvveti Ölçümü:** MS hastalarında daha çok etkilenen tarafın belirlenebilmesi için alt ekstremitte kas gruplarına *Lafayette Manual Muscle Tester, Made in the USA* cihazı ile kas kuvveti ölçümü yapıldı. Ölçüm yöntemi olarak *break test* adı verilen kırılma yöntemi kullanıldı. *Break test* ile uygulayıcı, hasta tarafından üretilen maksimum kuvveti geçersiz kılan bir kuvvet üretir ve böylece eklemin spesifik açısı bozulur (203). Bu ölçüm, diğer ölçüm yöntemlerine kıyasla daha fazla kas kuvveti ürettiği gösterildiği için seçildi (204). Standardize ölçüm prosedürü uygulandı (205). Kalça fleksör, diz fleksör-ekstansör ve ayak dorsi fleksörlerinin her biri için 3 tekrarlı ölçüm yapıldı. Ölçümlerin ortalamaları alınıp sağ tarafa ait olanlar ve sol tarafa ait olanlar şeklinde ayrı ayrı toplanarak kümülatif kas kuvveti bulundu. Sağ ve sol taraf arasında toplam skor değeri düşük olan taraf, daha çok etkilenen taraf olabilir şeklinde yorumlandı ve kaydedildi.

**MS için Kısa Uluslararası Bilişsel Değerlendirme (Brief International Cognitive Assessment for Multiple Sclerosis (BICAMS)):** MS'e yönelik geliştirilen batarya, kısa uygulama süresine sahip olmasına rağmen bilişsel bozulmaya duyarlı bir araçtır (206). Herhangi bir resmi nöropsikolojik eğitim olmadan sağlık uzmanları tarafından uygulanabilen, yaklaşık 15 dk gibi bir uygulama süresine sahip olan BICAMS, üç ayrı testten oluşmaktadır: Sembol Basamak Modaliteleri Testi (Symbol Digit Modalities Test (SDMT)), Kaliforniya Sözel Öğrenme Testi-II (California Verbal Learning Test-II (CVLT-II)) ve Kısa Görsel-Uzaysal Bellek Testi-Revize (Brief Visuospatial Memory Test-Revised (BVMT-R)). SDMT'de her biri bir rakamla eşleştirilmiş dokuz farklı sembol bulunur. Hastadan sayfanın alt kısmında karışık halde bulunan sembollerin karşılığındaki rakamları söylemeleri istenir. Dikkati ve bilgi işleme hızını ölçen bu testte 90 sn boyunca verilen doğru yanıt sayısı, nihai puanı belirtir. CVLT-II, öğrenmeyi ve sözel hafızayı değerlendirir. Hastadan 16 kelimelik bir listeyi öğrenmesi ve beş denemede bunları hatırlama yeteneği değerlendirilir. Beş hatırlama denemesinin puanlarından toplam puan elde edilir. Görsel hafızayı ölçen BVMT-R de ise hastaya 10 sn süren üç deneme üzerinden altı basit, soyut çizimden oluşan bir kağıt sunulur. Toplam puan, üç öğrenme denemesinin puanlarının toplanmasıyla elde edilir. Bataryanın Türkçe geçerlilik ve güvenilirliği 2017 yılında Özakbaş ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilmiştir (EK-10) (207).

**Postür Değerlendirmesi:** Çalışmamızda postürden kaynaklı oluşabilecek eşitsizliklerin bireylerin sağ/sol SVV sapma değerlerini etkileyebileceği düşünülerek değerlendirme kapsamına alındı.

Katılımcıların fotoğrafları çekilerek görüntüler bir dizüstü bilgisayara aktarılıp hareket ve postür analizi için imkan sağlayan ücretsiz, açık erişimli bir kaynak olan *Kinovea* yazılımı ile analiz edildi. Bu yazılım omuz (208), el bileği (209) ve servikal bölge (210) de dahil olmak üzere vücudun farklı eklemlerindeki hareket açıklığını ölçmek için geçerli ve güvenilir bulunmuştur. Ayrıca baş postürünü değerlendiren çalışmalarda da bu yazılım kullanılmıştır (211).

Fotoğraf çekimi için *PETRIX SN 2111, Made in China* markalı su terazili bir tripod kullanıldı. Tripod, katılımcıdan 1,5 metre uzağa yerleştirildi ve yerden 1 metre

yükseklikte tripod üzerine yerleştirilen bir *Samsung Galaxy M52 5G* marka telefon kullanılarak çekim gerçekleştirildi (212).

Değerlendirme için referans alınan anatomik noktalara küçük bir işaretleyici yerleştirilerek fotoğraf analizi sırasında daha doğru veriler elde edilebilmesi hedeflendi. Ardından katılımcılara rahat bir postürde durmaları talimatı verilerek fotoğrafları çekildi. Referans alınan anatomik noktalar ve bu noktalara bağlı oluşan postüral değişkenler Şekil 3.1.'te görülmektedir.

	Anatomik noktalar	Postüral değişkenler
<b>Koronal plan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kulağın alt kenarı</li> <li>▪ Acromion</li> <li>▪ Skapula'nın medial kenarının inferioru</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Frontal baş tilti açısı</li> <li>▪ Frontal omuz açısı</li> <li>▪ Skapular açısı</li> </ul>

**Şekil 3.1.** Postür değerlendirmesinde referans alınan anatomik noktalar ve bu noktalara bağlı olarak elde edilen postüral değişkenler

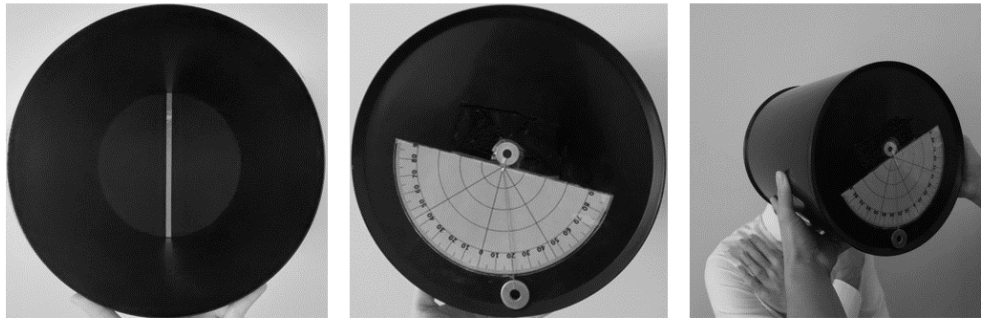
- Frontal baş tilti açısı (Frontal head tilt angle (FHT)): Her iki kulağın alt kenarlarını ve yatay çizgiyi birleştiren ve lateral tilte ilişkin bilgi sağlayan çizginin oluşturduğu açıdır (213, 214).
- Frontal omuz açısı (Frontal shoulder angle (FSA)): İki akromial çıkıntı ile yatay çizgi arasında kalan açıdır (215).
- Skapular açısı (Scapular angle (SCA)): İki skapulanın inferior uçlarını birleştiren çizgi ile yatay çizgi arasında kalan açıdır (216).

Belirtilen postüral değişkenler derece cinsinden ölçülerek kaydedildi. Sağa ve sola eğimler; saat yönünün tersi için pozitif değerler ve saat yönü için negatif değerler kullanılarak matematiksel standardın benimsendiği işaretlerle (+,-) ifade edildi (217).

### 3.2.5. Vertikalite Algısının Değerlendirilmesi

Çalışmada vertikalite algısı, alt parametrelerinden biri olan Subjektif Vizüel Vertikal Algıya bakılarak değerlendirildi. Bu değerlendirme, Zwergal ve

arkadaşlarının bulduğu bucket test adı verilen kova testi ile yapıldı (123). Kova testi; klinikte hızlı, maliyet etkin ve kolay bir yöntemdir (Şekil 3.2). Literatürdeki çalışmalara bakıldığında kovanın boyutları ve rengi değişiklik göstermektedir. Çalışmamızda dışarıdan gelebilecek görsel girdiyi en aza indirmek için siyah plastik malzemeli bir kova seçilmiş olup 29,7x25 cm ebatında olan kova, kişinin yüzü ile temas etmeyecek genişlikte seçildi. Kovanın iç yüzeyinde merkezine fosforlu bir şerit yerleştirildi. Kovanın dış alt yüzeyine, içerideki şeriti referans alan açıölçer yerleştirildi, açıölçerin merkezine ise bir ipe çekül monte edildi (218).



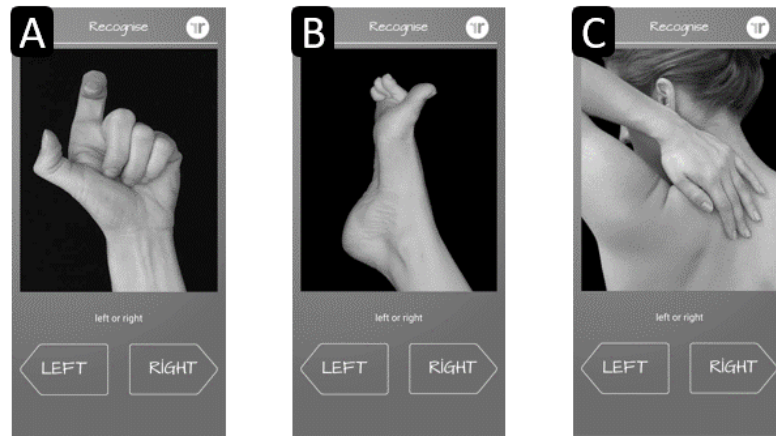
**Şekil 3.2.** Uygulanan kova testi

Katılımcı ayakları yere temas etmeyecek şekilde, sırt desteği olmayan bir yerde, elleri gövde önünde çapraz olacak şekilde oturtuldu. Bu pozisyon proprioseptif girdiyi olabildiğinde azaltmak için tercih edildi. Katılımcının görme alanı tamamen kovanın kenarı ile kaplanacak şekilde katılımcının yüzüne yaklaştırılarak konumlandırıldı. Uygulamaya başlamadan önce katılımcılara kovanın saat yönünde veya saat yönünün tersinde çevrileceği anlatıldı. Katılımcılara test sırasında içeride bulunan çizgiyi ne zaman kendilerine göre dik olarak algıarlarsa testi yapan kişiye ‘Dur’ şeklinde komut vermeleri istenildi. Test sırasında kovanın yere paralel olmasına ve döndürme hızına dikkat edildi.

Ölçümler her katılımcıda rastgele başlangıç açısı seçilerek önce 5 tekrar saat yönünde ardından 5 tekrar saat yönünün tersinde olmak üzere toplam 10 tekrar sayısı elde edilerek yapıldı (123). Denemelerin mutlak değerinin ortalamaları alınarak kaydedildi.

### 3.2.6. Mental Rotasyon Yeteneğinin Değerlendirilmesi

**Recognise Mobil Uygulaması™:** Aşamalı motor imgeleme rehabilitasyon programının bir parçası olarak, sağ-sol lateralizasyonuna karar vermenin hızını ve doğruluğunu ölçen bir mobil uygulamadır. Uygulama *NOI Group™* tarafından geliştirilmiştir ve yayınlanmıştır. Kullanımının kolaylığının yanı sıra resim sayısını ve kullanıcının her bir görüntüyü izlemesi gereken süreyi değiştirme gibi seçenekler sunmaktadır (219). Araştırmada ve ilgili dokümanlarda kullanılmak üzere *NOI Group™*'den (<https://www.noigroup.com/>) gerekli izinler alınmıştır. Çalışmada sırasıyla önce el mental rotasyon görevi *Recognise Hand App™*, ardından ayak mental rotasyon görevi *Recognise Foot App™* ve son aşamada da boyun mental rotasyon görevi *Recognise Neck App™* ile değerlendirildi (Şekil 3.3.). Katılımcılardan sağ ve sol tarafa ait 3 boyutlu el, ayak ve boyun resimlerinin sağ tarafa aitse uygulamada 'RIGHT' yazısına tıklayarak, sol tarafa aitse 'LEFT' yazısına tıklayarak cevaplama istenildi. Teste başlamadan önce kısa bir test prosedürü denetildi ve ardından kişilerden olabildiğince hızlı ve doğru bir şekilde cevap vererek testi gerçekleştirmeleri istenildi. Her bölge için sadece bir kez test gerçekleştirildi ve her biri görev için toplamda 50'şer adet resim sorgulandı. Uygulamanın hesaplamış olduğu reaksiyon süresi ve doğru yanıt yüzdeleri kaydedildi (220).



**Şekil 3.3.** Uygulanan mental rotasyon testi (A: *Recognise Hand App™*, B: *Recognise Foot App™*, C: *Recognise Neck App™*)

### **Motor İmgeleme Yeteneği Testi (Test of Ability Movement Imagery (TAMI)):**

Madan ve Singhal tarafından geliştirilen test, diğer motor imgeleme testlerinden farklı olarak motor imgeleme yeteneğini objektif olarak değerlendirmektedir (221). Motor imgelemenin kontrol edilebilirlik bileşenini ölçen bu testin geçerli ve güvenilir bir test olduğu belirtilmiştir. Test, bir tane doğru cevabı olan 10 sorudan oluşmaktadır (EK-11). Sorular, kol, bacak, gövde ve baş gibi vücut bölümlerinin ardışık hareketlerinin rastgele birleştirilmesiyle oluşturulmuştur. Sözlü talimatlarla aktarılan yargıları, katılımcının içsel olarak görselleştirerek doğru vücut şemasını bulması istenmektedir. Testte bir adet alıştırma sorusuyla başlanır. Her soruda katılımcıların 5 adet ardışık hareketten oluşan bir seriyi imgelemeleri sonrasında da aralarında hiçbiri ve belirsiz şıkları da olan 7 seçenekten birini seçmesi istenir. Seçeneklerde doğru cevaba yakın çeldirici seçenekler de mevcuttur. Araştırmacılar tarafından zor hareket serilerine, daha fazla puan atfedilmiştir (222). Testten alınabilecek maksimum puan 24'tür (221, 223). Testte belirtilen yargılar, vücut parçalarını rotasyona uğratarak doğru cevaba ulaşmayı hedeflediği için mental rotasyonu da değerlendirmeye imkan sağlayan bir motor imgeleme testi olabileceği düşünceyiyle hem MS'li bireylere hem de sağlıklı bireylere test uygulandı.

### **3.3. İstatistiksel Analiz**

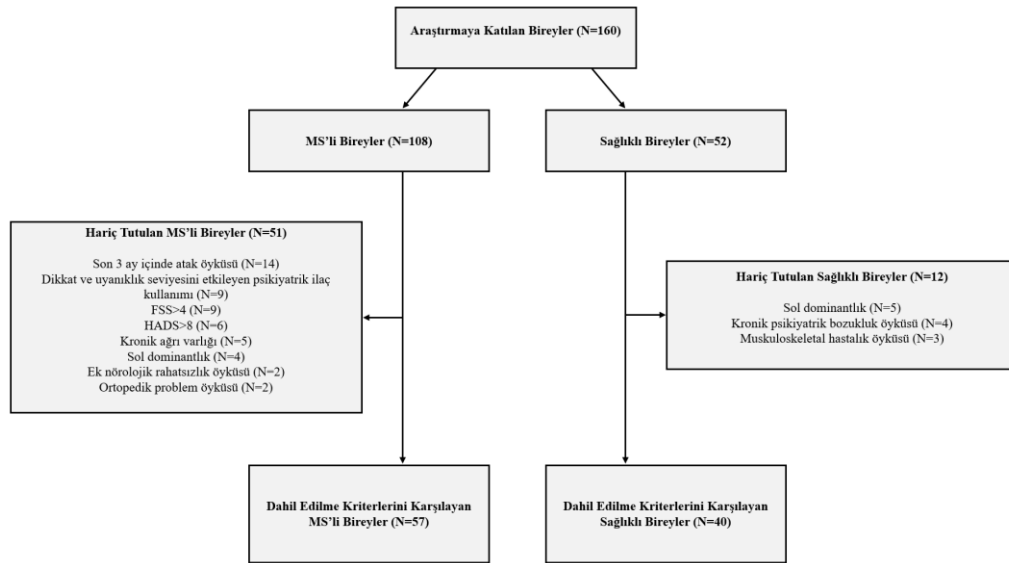
İstatistiksel analizler SPSS versiyon 23.0 yazılımını kullanılarak yapıldı. Ölçülen veriler, nitel değerışkenler için sayı (N) ve yüzde (%), nicel değerışkenler için ortalama±standart sapma ( $X \pm SS$ ) veya median (minimum-maksimum) olarak ifade edildi. Veriler elde edildikten sonra normalite testleri yapıldı. Kategorik değerışkenler için Ki-kare Testi yapıldı. MS'li bireylerin SVV parametreleri normal dağılım göstermez iken sağlıklı bireylerin SVV parametreleri normal dağılım göstermekteydi. MS'li bireylerin sağ el, sol el, sol ayak, sağ boyun ve sol boyun reaksiyon süreleri ile Motor İmgeleme Yeteneği Test skorları normal dağılım gösterirken sağlıklı bireylerin de sağ el, sol el, sol ayak reaksiyon süreleri ile Motor İmgeleme Yeteneği Test skorları normal dağılım göstermekteydi. Değerışen normalite düzeyi nedeniyle her iki grubun verilerini daha iyi karşılaştırabilmek adına çalışmanın temel değerışkenlerinin median (minimum-maksimum) değerleri verildi.

Normal dağılım gösteren veriler için Bağımsız Örneklem için T Testi, normal dağılım göstermeyen veriler için ise Mann-Whitney U Testi kullanıldı. Katılımcı verilerinin birbirleri ile olan ilişkisi parametrik koşullar sağlandığı durumda Pearson Korelasyon Testi, parametrik olmayan koşullarda ise Spearman Korelasyon Testi kullanılarak incelendi. Korelasyon katsayıları, 0,05-0,30 düşük korelasyon, 0,30-0,40 düşük-orta derecede korelasyon, 0,40-0,60 orta derecede korelasyon, 0,60-0,70 iyi derecede korelasyon, 0,70-0,75 çok iyi derecede korelasyon, 0,75-1,00 mükemmel korelasyon derecelendirmesine göre yorumlandı (224). Tüm istatistiksel analizlerde “p” anlamlılık değeri 0.05 olarak alındı.

Çalışmada vertikalite değerlendirmesinin primer ölçütü olan subjektif vizüel vertikalın klinik değerlendirmesine göre çalışmanın gücü G\*Power 3.1 programı kullanılarak post-hoc güç hesabı yapıldı. Çalışmada 57 hasta ile % 75 güce ulaşıldı (Etki büyüklüğü d: 0,554).

#### 4. BULGULAR

Çalışmamızda Hacettepe Üniversitesi Hastanesi Nöroloji Anabilim Dalı'na başvuran ve nörolog tarafından kesin MS tanısı almış 108 MS hastası değerlendirildi ve dahil etme kriterlerini sağlayan 57 MS'li birey çalışmaya dahil edildi. MS grubu içinden son 3 ay içinde atak geçirmiş olan, sol dominant olan, yüksek yorgunluk, anksiyete ve depresyon düzeyi olan, ek nörolojik rahatsızlığı olan, ortopedik problemleri olan, kronik ağrı varlığı olan, dikkat ve uyanıklık seviyesini etkileyen psikiyatrik ilaç kullanan toplamda 51 kişi çalışma kriterlerini karşılamadığı için dahil edilmedi. Yaş ve cinsiyet bakımından benzer olan 40 sağlıklı katılımcı ise MS'li bireyler ve araştırmacıların yakınları arasından gönüllülük esasıyla çalışmaya dahil edildi. Sağlıklı katılımcılardan ise sol dominant olan, kronik psikiyatrik bozukluk öyküsü olan ve muskuloskeletal hastalık öyküsü olan toplamda 12 kişi çalışma kriterlerini karşılamadığı için dahil edilmedi. Çalışmanın akış şeması Şekil 4.1.'de gösterilmiştir.



**Şekil 4.1.** Çalışmanın akış şeması (N:sayı, FSS:Yorgunluk Şiddet Ölçeği, HADS:Hastane Anksiyete ve Depresyon Ölçeği).

#### 4.1. Tanımlayıcı Bulgular

Çalışmada yer alan iki gruba ait yaş, boy, vücut ağırlığı, VKİ, cinsiyet, öğrenim durumu, medeni durum ve çalışma durumu verileri arasında anlamlı bir fark bulunamadı ( $p>0,05$ ). Her iki gruba ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 4.1.'de verildi.

**Tablo 4.1.** MS'li ve Sağlıklı Bireylerin Sosyo-Demografik Bulguları

	MS'li Bireyler (N=57)	Sağlıklı Bireyler (N=40)	p
	(X±SS)	(X±SS)	
<b>Yaş (yıl)</b>	38,98±10,64	39,65±10,23	p=0,755 <sup>a</sup>
<b>Boy (cm)</b>	165,95±9,33	166,9±9,46	p=0,662 <sup>a</sup>
<b>Vücut ağırlığı (kg)</b>	69,6±15,45	68,9±13,63	p=0,915 <sup>a</sup>
<b>VKİ (kg/m<sup>2</sup>)</b>	25,38±5,66	24,63±3,83	p=0,953 <sup>a</sup>
	N (%)	N (%)	
<b>Cinsiyet</b>			
Kadın	39 (68,4)	29 (72,5)	p=0,66 <sup>b</sup>
Erkek	18 (31,6)	11 (27,5)	
<b>Öğrenim durumu</b>			
İlköğretim	9 (15,8)	5 (12,5)	p=0,073 <sup>b</sup>
Ortaöğretim	24 (42,1)	9 (22,5)	
Üniversite ve üstü	24 (42,1)	26 (65,0)	
<b>Medeni durum</b>			
Evli	38 (66,6)	21 (52,5)	p=0,33 <sup>b</sup>
Bekar	16 (28,1)	17 (42,5)	
Boşanmış	3 (5,3)	2 (5)	
<b>Çalışma durumu</b>			
Çalışıyor	21 (36,8)	21 (52,5)	p=0,126 <sup>b</sup>
Çalışmıyor	36 (63,2)	19 (47,5)	

(N:sayı, cm:santimetre, kg:kilogram, kg/m<sup>2</sup>:kilogram/metrekaare, X±SS:ortalama±standart sapma, a:Mann-Whitney U Testi, b:Ki-kare Testi, \*:p<0,05, VKİ:Vücut Kütle İndeksi)

Çalışmaya katılan MS'li bireylerin EDSS skorlarının medyanı 3 olup 1 ve 7 arasında değişmekteydi. Hastalık durasyonunun medyanı ise 8 yıl olup 0 ve 27 yıl arasında değişmekteydi. MS tipleri gözden geçirildiğinde popülasyonun çoğunluğunu %78,9 oranında RRMS oluşturmaktaydı. Ardından bireylerin %19,3'ünü SPMS ve %1,8'ini PPMS oluşturmaktaydı. MS'li bireylerin 23'ü daha çok sağ taraf etkilenimli iken 34'ü daha çok sol taraf etkilenimliydi (Tablo 4.2.).

**Tablo 4.2.** MS'li Bireylerin Hastalık ile İlgili Bulguları

	<b>MS'li Bireyler (N=57)</b>	
	Median (min-max)	
<b>EDSS</b>	3 (1-7)	
<b>Hastalık durasyonu (yıl)</b>	8 (0-27)	
	N (%)	
<b>MS tipi</b>		
RRMS	45 (78,9)	
PPMS	1 (1,8)	
SPMS	11 (19,3)	
<b>Daha çok etkilenen taraf</b>	<b>Sağ</b> 23 (40,4)	<b>Sol</b> 34 (59,6)

(N:sayı, EDSS:Genişletilmiş Engellilik Durum Ölçeği)

MS'li bireyler kognitif testlerde, sağlıklı bireylere göre daha düşük skorlar aldı ve her iki grup arasında BICAMS bataryasını oluşturan SDMT, CVLT-II ve BVMT-R testleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardı ( $p<0,05$ ) (Tablo 4.3.).

**Tablo 4.3.** MS'li ve Sağlıklı Bireylerin Kognitif Bulguları

	<b>MS'li Bireyler</b> (N=57)	<b>Sağlıklı Bireyler</b> (N=40)	<b>p</b>
	Median (min-max)	Median (min-max)	
<b>SDMT (0-110)</b>	42 (9-74)	59,5 (29-86)	<b>&lt;0,001*</b>
<b>CVLT-II (0-80)</b>	50 (28-75)	59 (29-78)	<b>0,005*</b>
<b>BVMT-R (0-36)</b>	25 (3-36)	32 (14-36)	<b>&lt;0,001*</b>

(N:sayı, SDMT:Sembol Basamak Modaliteleri Testi, CVLT-II:Kaliforniya Sözel Öğrenme Testi-II, BVMT-R:Kısa Görsel-Uzaysal Bellek Testi-Revize, \*: $p<0,05$  Mann-Whitney U Testi)

Frontal baş tildi açısı bakımından her iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı (Tablo 4.4).

**Tablo 4.4.** MS'li ve Sağlıklı Bireylerin Postür Değerlendirmesine İlişkin Bulguları

	<b>MS'li Bireyler</b> (N=54)	<b>Sağlıklı Bireyler</b> (N=23)	<b>p</b>
	Median (min-max)	Median (min-max)	
<b>Frontal baş tildi açısı (FHT) (°)</b>	-1,70 (-9,80-5,00)	-1,30 (-3,30-2,80)	<b>0,021<sup>a*</sup></b>
<b>Frontal omuz açısı (FSA) (°)</b>	0,35 (-5,30-9,60)	1,20 (-3,40-3,80)	0,054 <sup>b</sup>
<b>Skapular açı (SCA) (°)</b>	-0,45 (-8,80-13,80)	0,00 (-6,00-7,20)	0,344 <sup>b</sup>

(N:sayı, FHT: Frontal baş tildi açısı, FSA: Frontal omuz açısı, SCA: Skapular açı, °:derece, \*: $p<0,05$  a:Bağımsız Örneklem için T Testi, b:Mann-Whitney U Testi)

## 4.2. Vertikalite Algısına İlişkin Bulgular

Katılımcıların normal SVV aralığı, Zwergal ve ark.'nın çalışması referans alınarak  $\pm 2,3^\circ$  (123) kesme noktasına göre normal ve anormal olarak ayrılıp değerlendirildiğinde; MS'li bireylerin %50,9'u (N=29) normal SVV ortalama değerine sahip iken %49,1'i (N=28) anormal SVV ortalama değerine sahipti. Sağlıklı bireylerde ise %80'i (N=32) normal, %20'si (N=8) anormal SVV ortalama derecelerine sahipti (Tablo 4.5.).

**Tablo 4.5.** MS'li ve Sağlıklı Bireylerin Normal ve Anormal SVV Bulguları

	MS'li Bireyler (N=57)		Sağlıklı Bireyler (N=40)	
	N (%)		N (%)	
	Normal	Anormal	Normal	Anormal
SVV saat yönü ortalaması ( $ \circ $ )	42 (73,7)	15 (26,3)	31 (77,5)	9 (22,5)
SVV saat yönü tersinin ortalaması ( $ \circ $ )	19 (33,3)	38 (66,7)	19 (47,5)	21 (52,5)
SVV ortalaması ( $ \circ $ )	29 (50,9)	28 (49,1)	32 (80,0)	8 (20,0)

(N:sayı, %:yüzde, SVV:Subjektif Vizüel Vertikal,  $|\circ|$ : Ortalama sapma derecesinin mutlak değeri)

MS'li bireyler, sağlıklı bireylere göre SVV saat yönünün tersinde ve yön ayırt etmeksizin SVV ortalama sapma değerinde daha büyük ortalama sapma derecesine sahipti ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu (sırasıyla  $p=0,002$  ve  $p=0,037$ ). Ancak SVV saat yönü ortalama sapma derecesi bakımından iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı ( $p=0,702$ ) (Tablo 4.6).

**Tablo 4.6.** MS'li ve Sağlıklı Bireylerin SVV Bulguları

	MS'li Bireyler (N=57)	Sağlıklı Bireyler (N=40)	p
	Median (min-max)	Median (min-max)	
SVV saat yönü ortalaması ( $ \circ $ )	1,4 (0,2-17,6)	1,6 (0,6-3,6)	0,702
SVV saat yönü tersinin ortalaması ( $ \circ $ )	3 (0,6-11,2)	2,4 (0,6-3,8)	<b>0,002*</b>
SVV ortalaması ( $ \circ $ )	2,3 (0,8-12,4)	2,05 (0,7-3,1)	<b>0,037*</b>

(N:sayı, SVV:Subjektif Vizüel Vertikal,  $|\circ|$ : Ortalama sapma derecesinin mutlak değeri, \*: $p<0,05$  Mann-Whitney U Testi)

MS'li bireylerin EDSS skorları 3 puanın altında ve 3 puanına eşit ve büyük olanlar şeklinde ikiye ayrıldığında SVV bulguları bakımından anlamlı bir fark bulunmadı. Hastalık durasyon süreleri 5 yıldan az ve 5 yıla eşit ve büyük şeklinde ikiye ayrıldığında SVV bulguları bakımından anlamlı bir fark saptanmadı (Tablo 4.7.).

**Tablo 4.7.** MS'li Bireylerin Hastalık Durasyonu ve Şiddetine Göre SVV Bulguları

MS'li Bireyler (N=57)	EDSS<3 (N=27)	EDSS≥3 (N=30)	p
	Median (min-max)	Median (min-max)	
SVV saat yönü ortalaması ( ° )	1,20 (0,40-3,80)	1,60 (0,20-17,60)	0,422
SVV saat yönü tersinin ortalaması ( ° )	3,00 (0,60-9,00)	3,10 (0,80-11,20)	0,637
SVV ortalaması ( ° )	2,30 (0,80-5,70)	2,40 (0,90-12,40)	0,295
	Durasyon<5 yıl (N=22)	Durasyon≥5 yıl (N=35)	p
SVV saat yönü ortalaması ( ° )	1,00 (0,20-3,80)	1,60 (0,20-17,60)	0,055
SVV saat yönü tersinin ortalaması ( ° )	2,70 (0,60-6,60)	3,20 (1,00-11,20)	0,184
SVV ortalaması ( ° )	1,80 (0,80-4,30)	2,60 (0,90-12,40)	0,059

(N:sayı, SVV:Subjektif Vizüel Vertikal, |°|: Ortalama sapma derecesinin mutlak değeri, \*:p<0,05 Mann-Whitney U Testi)

MS'li bireylerin EDSS skoru ve alt fonksiyonel sistem skorları ile SVV bulguları arasındaki ilişkiye bakıldığında serebellar sistem skoru ile SVV saat yönünün tersi ortalama sapma derecesi arasında pozitif yönde, düşük derecede bir ilişki bulundu ( $\rho=0,294$  ve  $p=0,027$ ). Serebellar sistem skoru ile SVV ortalama sapma derecesi arasında ise pozitif yönde, düşük-orta derecede bir ilişki bulundu ( $\rho=0,341$  ve  $p=0,009$ ). Diğer alt sistem skorları ve EDSS toplam skoru bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki gözlenmedi (Tablo 4.8.).

**Tablo 4.8.** MS'li Bireylerin EDSS ve EDSS Alt Sistem Skorları ile SVV Bulguları Arasındaki İlişki

MS'li Bireyler (N=57)	SVV saat yönü ortalaması ( $ \rho $ )		SVV saat yönü tersinin ortalaması ( $ \rho $ )		SVV ortalaması ( $ \rho $ )	
	rho	p	rho	p	rho	p
<b>EDSS skoru</b>	0,151	0,262	0,075	0,581	0,172	0,200
<b>Vizüel sistem skoru</b>	0,192	0,152	-0,020	0,881	0,148	0,272
<b>Beyin sapı sistem skoru</b>	0,224	0,095	-0,024	0,859	0,129	0,339
<b>Piramidal sistem skoru</b>	0,048	0,725	0,106	0,432	0,152	0,258
<b>Serebellar sistem skoru</b>	0,226	0,091	<b>0,294*</b>	<b>0,027</b>	<b>0,341**</b>	<b>0,009</b>
<b>Duyusal sistem skoru</b>	0,128	0,344	-0,259	0,052	-0,140	0,298
<b>Mesane-bağırsak sistem skoru</b>	0,160	0,234	0,024	0,861	0,125	0,354
<b>Serebral sistem skoru</b>	0,107	0,429	-0,103	0,448	0,013	0,924
<b>Ambulasyon sistem skoru</b>	0,166	0,218	-0,130	0,336	0,021	0,874

(N:sayı, SVV:Subjektif Vizüel Vertikal,  $|\rho|$ : Ortalama sapma derecesinin mutlak değeri, rho: Spearman Korelasyon Katsayısı, \*:p<0,05 Spearman Korelasyon Testi)

MS'li bireylerin Sembol Basamak Modaliteleri Testi (SDMT) ile SVV saat yönü ortalama sapma derecesi arasında negatif yönde, düşük derecede bir ilişki bulunurken (rho=-0,268 ve p=0,044) SDMT ile SVV saat yönünün tersi ortalama sapma derecesi arasında anlamlı bir ilişki bulunmadı. Ancak SDMT ile SVV ortalama sapma derecesi arasında negatif yönde, düşük-orta derecede bir ilişki saptandı (rho=-0,345 ve p=0,009). Kaliforniya Sözel Öğrenme Testi (CVLT-II) ile SVV ortalama sapma derceleri arasında negatif yönde, düşük-orta derecede bir ilişki bulunurken (rho=-0,309 ve p=0,019) SVV saat yönü veya saat yönünün tersinde anlamlı bir ilişki bulunmadı. SVV saat yönü, SVV saat yönünün tersi ve SVV ortalama sapma derceleri ile Kısa Görsel-Uzaysal Bellek Testi-Revize (BVMT-R) arasında negatif yönde, düşük-orta ve orta derecede değişen istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulundu (sırasıyla rho=-,373 ve p=0,004, rho=-,342 ve p=0,009, rho=-0,412 ve p=0,001). Sağlıklı bireylerin ise yalnızca BVMT-R ile SVV saat yönünün tersi ortalama sapma derecesi arasında negatif yönde, düşük-orta derecede bir ilişki olduğu gözlemlendi (rho=-0,328 ve p=0,039) (Tablo 4.9.).

**Tablo 4.9.** MS'li ve Sağlıklı Bireylerin Kognitif Bulguları ile SVV Bulguları Arasındaki İlişki

	SDMT		CVLT-II		BVMT-R	
	rho	p	rho	P	rho	p
<b>MS'li Bireyler (N=57)</b>						
SVV saat yönü ortalaması ( $ \circ $ )	<b>-0,268*</b>	<b>0,044</b>	-0,214	0,110	<b>-0,373**</b>	<b>0,004</b>
SVV saat yönü tersinin ortalaması ( $ \circ $ )	-0,244	0,068	-0,211	0,115	<b>-0,342**</b>	<b>0,009</b>
SVV ortalaması ( $ \circ $ )	<b>-0,345**</b>	<b>0,009</b>	<b>-0,309*</b>	<b>0,019</b>	<b>-0,412**</b>	<b>0,001</b>
<b>Sağlıklı Bireyler (N=40)</b>						
SVV saat yönü ortalaması ( $ \circ $ )	-0,237	0,141	-0,217	0,178	-0,119	0,463
SVV saat yönü tersinin ortalaması ( $ \circ $ )	-0,268	0,094	-0,229	0,155	<b>-0,328*</b>	<b>0,039</b>
SVV ortalaması ( $ \circ $ )	-0,242	0,132	-0,280	0,080	-0,253	0,115

(N:sayı, SVV:Subjektif Vizüel Vertikal,  $|\circ|$ : Ortalama sapma derecesinin mutlak değeri, rho: Spearman Korelasyon Katsayısı, \*:p<0,05 Spearman Korelasyon Testi)

MS'li bireylerin postür parametreleri ile SVV parametreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmadı (Tablo 4.10.).

**Tablo 4.10.** MS'li ve Sağlıklı Bireylerde Postür Parametreleri ve SVV Arasındaki İlişki

	Frontal baş tildi açısı (FHT) (°)		Frontal omuz açısı (FSA) (°)		Skapular açı (SCA) (°)	
	r/rho	p	r/rho	p	r/rho	p
<b>MS'li Bireyler (N=54)</b>						
SVV saat yönü ortalaması ( $ \circ $ )	0,132	0,342 <sup>b</sup>	0,040	0,774 <sup>b</sup>	0,061	0,663 <sup>b</sup>
SVV saat yönü tersinin ortalaması ( $ \circ $ )	0,098	0,480 <sup>b</sup>	0,180	0,192 <sup>b</sup>	-0,144	0,298 <sup>b</sup>
SVV ortalaması ( $ \circ $ )	0,109	0,433 <sup>b</sup>	0,157	0,255 <sup>b</sup>	-0,113	0,416 <sup>b</sup>
<b>Sağlıklı Bireyler (N=23)</b>						
SVV saat yönü ortalaması ( $ \circ $ )	-0,208	0,340 <sup>a</sup>	-0,092	0,675 <sup>a</sup>	0,108	0,624 <sup>a</sup>
SVV saat yönü tersinin ortalaması ( $ \circ $ )	-0,327	0,127 <sup>a</sup>	0,036	0,869 <sup>a</sup>	-0,172	0,432 <sup>a</sup>
SVV ortalaması ( $ \circ $ )	-0,386	0,069 <sup>a</sup>	-0,051	0,818 <sup>a</sup>	-0,027	0,903 <sup>a</sup>

(N:sayı, SVV:Subjektif Vizüel Vertikal,  $|\circ|$ : Ortalama sapma derecesinin mutlak değeri, FHT: Frontal baş tildi açısı, FSA: Frontal omuz açısı, SCA: Skapular açı, °:derece, r/rho: Pearson/Spearman Korelasyon Katsayısı, \*:p<0,05 a:Pearson Korelasyon Testi, b:Spearman Korelasyon Testi)

### 4.3. Mental Rotasyon Yeteneğine İlişkin Bulgular

Sağ el, sol ayak, sağ boyun ve sol boyun reaksiyon süreleri sağlıklı bireylere göre MS'li bireylerde daha uzundu. Ancak içlerinden yalnızca sağ el reaksiyon süresi iki grup arasında istatistiksel anlamlılık değerine sahipti ( $p=0,042$ ) (Tablo 4.11.).

Doğru yanıt yüzdelere bakıldığında ise sağ el, sol el ve sağ ayak doğru yanıt yüzdeleri MS'li bireylerde daha düşük değerlere sahipti. Her iki grup arasında sağ el doğru yanıt yüzdesi ( $p<0,001$ ) ve sağ ayak doğru yanıt yüzdeleri ( $p=0,035$ ) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardı (Tablo 4.11.).

Mental rotasyonu da değerlendirdiğini düşündüğümüz Motor İmgeleme Yeteneği Testi'nde ise MS'li bireyler sağlıklı bireylere göre daha düşük puanlar aldı ve aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p<0,001$ ) (Tablo 4.11.).

**Tablo 4.11.** MS'li ve Sağlıklı Bireylerin Mental Rotasyon Bulguları

	MS'li Bireyler (N=57)	Sağlıklı Bireyler (N=40)	p
Sağ el reaksiyon süresi (sn)	2,10 (1,0-3,70)	1,80 (1,10-2,90)	<b>0,042<sup>a*</sup></b>
Sağ el doğru yanıt yüzdesi (%)	80,00 (24,00-100,00)	92,00 (48,00-100,00)	<b>&lt;0,001<sup>b*</sup></b>
Sol el reaksiyon süresi (sn)	2,00 (0,80-3,20)	2,00 (1,10-3,10)	0,667 <sup>a</sup>
Sol el doğru yanıt yüzdesi (%)	80,00 (20,00-100,00)	88,00 (56,00-100,00)	0,532 <sup>b</sup>
Sağ ayak reaksiyon süresi (sn)	1,50 (0,80-3,40)	1,50 (0,90-2,70)	0,423 <sup>b</sup>
Sağ ayak doğru yanıt yüzdesi (%)	92,00 (56,00-100,00)	96,00 (56,00-100,00)	<b>0,035<sup>b*</sup></b>
Sol ayak reaksiyon süresi (sn)	1,70 (0,50-2,50)	1,50 (0,90-2,50)	0,216 <sup>a</sup>
Sol ayak doğru yanıt yüzdesi (%)	96,00 (24,00-100,00)	96,00 (64,00-100,00)	0,063 <sup>b</sup>
Sağ boyun reaksiyon süresi (sn)	1,5 (0,60-2,50)	1,35 (0,80-2,60)	0,296 <sup>b</sup>
Sağ boyun doğru yanıt yüzdesi (%)	84,00 (40,00-100,00)	84,00 (56,00-96,00)	0,113 <sup>b</sup>
Sol boyun reaksiyon süresi (sn)	1,50 (0,70-2,80)	1,40 (0,90-2,40)	0,366 <sup>b</sup>
Sol boyun doğru yanıt yüzdesi (%)	84,00 (44,00-100,00)	84,00 (56,00-100,00)	0,151 <sup>b</sup>
Motor İmgeleme Yeteneği Testi (puan)	10,00 (0,00-22,00)	15,00 (4,00-24,00)	<b>&lt;0,001<sup>a*</sup></b>

(N:sayı, sn:saniye, %:yüzde, \*:p<0,05 a:Bağımsız Örneklem için T Testi, b:Mann-Whitney U Testi)

MS'li bireylerin EDSS skorları 3 puanın altında ve 3 puanına eşit ve büyük olanlar şeklinde ikiye ayrıldığında sağ el ve sol boyun reaksiyon süresi; sol el, sol

ayak, sol boyun doğru yanıt yüzdeleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulundu. Hastalık durasyon süreleri 5 yıldan az ve 5 yıla eşit ve büyük şeklinde ikiye ayrıldığında sağ boyun ve sol boyun reaksiyon süreleri bakımından anlamlı bir fark bulundu (Tablo 4.12.).

**Tablo 4.12.** MS'li Bireylerin Hastalık Durasyonu ve Şiddetine Göre Mental Rotasyon Bulguları

MS'li Bireyler (N=57)	EDSS<3 (N=27)	EDSS≥3 (N=30)	p
	Median (min-max)	Median (min-max)	
Sağ el reaksiyon süresi (sn)	1,80 (1,20-3,70)	2,20 (1,00-2,90)	<b>0,018<sup>b*</sup></b>
Sağ el doğru yanıt yüzdesi (%)	88,00 (60,00-100,00)	74,00 (24,00-100,00)	<b>0,004<sup>b*</sup></b>
Sol el reaksiyon süresi (sn)	1,90 (0,90-2,80)	2,05 (0,80-3,20)	0,231 <sup>a</sup>
Sol el doğru yanıt yüzdesi (%)	88,00 (32,00-100,00)	68,00(20,00-100,00)	<b>0,006<sup>b*</sup></b>
Sağ ayak reaksiyon süresi (sn)	1,50 (0,80-2,20)	1,60 (1,10-3,40)	0,050 <sup>b</sup>
Sağ ayak doğru yanıt yüzdesi (%)	92,00 (56,00-100,00)	92,00 (64,00-100,00)	0,254 <sup>b</sup>
Sol ayak reaksiyon süresi (sn)	1,70 (0,90-2,50)	1,60 (0,50-2,50)	0,729 <sup>a</sup>
Sol ayak doğru yanıt yüzdesi (%)	96,00 (68,00-100,00)	92,00 (24,00-100,00)	<b>0,034<sup>b*</sup></b>
Sağ boyun reaksiyon süresi (sn)	1,40 (0,60-2,50)	1,50 (0,80-2,40)	0,161 <sup>a</sup>
Sağ boyun doğru yanıt yüzdesi (%)	84,00 (52,00-100,00)	80,00 (40,00-96,00)	0,071 <sup>b</sup>
Sol boyun reaksiyon süresi (sn)	1,40 (0,90-2,10)	1,60 (0,70-2,80)	<b>0,020<sup>a*</sup></b>
Sol boyun doğru yanıt yüzdesi (%)	84,00 (56,00-100,00)	80,00 (44,00-96,00)	<b>0,033<sup>b*</sup></b>
Motor İmgeleme Yeteneği Testi (puan)	10,00 (2,00-19,00)	10,00 (0,00-22,00)	0,803 <sup>a</sup>
	Durasyon<5 yıl (N=22)	Durasyon≥5 yıl (N=35)	p
	Median (min-max)	Median (min-max)	
Sağ el reaksiyon süresi (sn)	1,95 (1,20-3,70)	2,10 (1,00-2,90)	0,135
Sağ el doğru yanıt yüzdesi (%)	82,00 (24,00-96,00)	80,00 (32,00-100,00)	0,564
Sol el reaksiyon süresi (sn)	2,00 (0,90-2,50)	2,00 (0,80-3,20)	0,967
Sol el doğru yanıt yüzdesi (%)	86,00 (20,00-100,00)	72,00 (32,00-100,00)	0,139
Sağ ayak reaksiyon süresi (sn)	1,45 (0,80-2,70)	1,60 (0,90-3,40)	0,194
Sağ ayak doğru yanıt yüzdesi (%)	96,00 (56,00-100,00)	92,00 (64,00-100,00)	0,428
Sol ayak reaksiyon süresi (sn)	1,60 (0,90-2,509)	1,70 (0,50-2,50)	0,517 <sup>a</sup>
Sol ayak doğru yanıt yüzdesi (%)	96,00 (68,00-100,00)	92,00 (24,00-100,00)	0,079
Sağ boyun reaksiyon süresi (sn)	1,30 (0,60-2,20)	1,50 (1,00-2,50)	<b>0,011<sup>a*</sup></b>
Sağ boyun doğru yanıt yüzdesi (%)	82,00 (40,00-96,00)	84,00 (44,00-100,00)	0,869
Sol boyun reaksiyon süresi (sn)	1,40 (0,70-2,10)	1,60 (0,90-2,80)	<b>0,012<sup>a*</sup></b>
Sol boyun doğru yanıt yüzdesi (%)	84,00 (44,00-100,00)	80,00 (52,00-100,00)	0,420
Motor İmgeleme Yeteneği Testi (puan)	10,00 (3,00-21,00)	15,00 (4,00-24,00)	0,821 <sup>a</sup>

(N:sayı, sn:saniye, %:yüzde, \*:p<0,05 a:Bağımsız Örneklem için T Testi, b:Mann-Whitney U Testi)

MS'li bireylerin EDSS skoru ve alt fonksiyonel sistem skorları ile mental rotasyon yeteneği reaksiyon süreleri arasındaki ilişkiye bakıldığında EDSS toplam skoru, serebellar sistem skoru, mesane-bağırsak sistem skoru ve ambulasyon skorları

ile sağ el, sağ ayak, sağ boyun ve sol boyun reaksiyon süreleri arasında pozitif yönde, düşük-orta ve orta düzey arasında değişen derecede istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki gözlemlendi (Tablo 4.13.).



**Tablo 4.13.** MS'li Bireylerin EDSS ve EDSS Alt Sistem Skorları ile Mental Rotasyon Yeteneği Reaksiyon Süreleri Arasındaki İlişki

MS'li Bireyler (N=57)	Sağ el reaksiyon süresi (sn)		Sol el reaksiyon süresi (sn)		Sağ ayak reaksiyon süresi (sn)		Sol ayak reaksiyon süresi (sn)		Sağ boyun reaksiyon süresi (sn)		Sol boyun reaksiyon süresi (sn)	
	rho	p	rho	p	rho	p	rho	p	rho	p	rho	p
<b>EDSS skoru</b>	<b>0,414**</b>		0,136		<b>0,264*</b>		0,092		<b>0,383*</b>		<b>0,385**</b>	
	<b>0,001</b>		0,313		<b>0,047</b>		0,498		<b>0,003</b>		<b>0,003</b>	
<b>Vizüel sistem skoru</b>	-0,012		0,044		-0,020		-0,020		0,102		0,154	
	0,932		0,747		0,880		0,881		0,451		0,252	
<b>Beyin sapı sistem skoru</b>	0,254		0,074		0,112		0,000		0,191		-0,056	
	0,057		0,586		0,406		0,998		0,155		0,679	
<b>Piramidal sistem skoru</b>	0,210		0,051		0,180		0,051		0,127		0,193	
	0,117		0,708		0,180		0,706		0,348		0,149	
<b>Serebellar sistem skoru</b>	<b>0,306*</b>		-0,047		0,044		-0,026		0,205		<b>0,263*</b>	
	<b>0,021</b>		0,726		0,745		0,849		0,126		<b>0,048</b>	
<b>Duyusal sistem skoru</b>	-0,171		0,174		0,077		-0,112		-0,081		-0,149	
	0,205		0,194		0,571		0,408		0,551		0,269	
<b>Mesane-bağırsak sistem skoru</b>	<b>0,270*</b>		-0,047		<b>0,305*</b>		0,177		<b>0,304*</b>		0,232	
	<b>0,042</b>		0,726		<b>0,021</b>		0,189		<b>0,022</b>		0,082	
<b>Serebral sistem skoru</b>	0,061		-0,129		0,165		0,055		0,207		0,144	
	0,654		0,340		0,219		0,682		0,123		0,287	
<b>Ambulasyon sistem skoru</b>	<b>0,502**</b>		0,221		<b>0,347**</b>		0,157		<b>0,349**</b>		<b>0,297*</b>	
	<b>&lt;0,001</b>		0,099		<b>0,008</b>		0,245		<b>0,008</b>		<b>0,025</b>	

(N: sayı, sn: saniye, %: yüzde, rho: Spearman Korelasyon Katsayısı, \*: p<0,05 Spearman Korelasyon Testi)

MS'li bireylerin EDSS skoru ve alt fonksiyonel sistem skorları ile mental rotasyon yeteneği doğru yanıt verileri arasındaki ilişkiye bakıldığında EDSS toplam skoru, serebellar sistem skoru, mesane-bağırsak sistem skoru ve ambulasyon skorları ile sağ el, sol el, sağ ayak, sol ayak ve sol boyun doğru yanıt yzdzeleri arasında negatif yznde, dzyşyk ve dzyşyk-orta arasında değişen derecede istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki gzyzlendi (Tablo 4.14.).



**Tablo 4.14.** MS'li Bireylerin EDSS ve EDSS Alt Sistem Skorları ile Mental Rotasyon Yeteneği Doğru Yanıt Verileri Arasındaki İlişki

MS'li Bireyler (N=57)	Sağ el doğru yanıt yüzdesi (%)		Sol el doğru yanıt yüzdesi (%)		Sağ ayak doğru yanıt yüzdesi (%)		Sol ayak doğru yanıt yüzdesi (%)		Sağ boyun doğru yanıt yüzdesi (%)		Sol boyun doğru yanıt yüzdesi (%)		TAMI (puan)	
	rho	p	rho	p	rho	p	rho	p	rho	p	rho	p	rho	p
<b>EDSS skoru</b>	<b>-0,301*</b>	<b>0,023</b>	<b>-0,308*</b>	<b>0,020</b>	-0,155	0,249	-0,256	0,055	-0,147	0,275	-0,220	0,100	-0,151	0,264
<b>Vizüel sistem skoru</b>	-0,151	0,261	0,044	0,747	-0,030	0,826	-0,009	0,948	-0,093	0,489	-0,23	0,862	-0,238	0,075
<b>Beyin sapı sistem skoru</b>	-0,239	0,073	-0,196	0,144	-0,087	0,521	-0,189	0,159	-0,097	0,473	-0,203	0,131	-0,153	0,256
<b>Piramidal sistem skoru</b>	-0,164	0,222	-0,193	0,150	-0,150	0,265	-0,186	0,165	-0,143	0,290	-0,208	0,120	-0,176	0,190
<b>Serebellar sistem skoru</b>	-0,255	0,055	<b>-0,298*</b>	<b>0,024</b>	<b>-0,292*</b>	<b>0,028</b>	<b>-0,374**</b>	<b>0,004</b>	-0,136	0,314	-0,140	0,299	-0,051	0,704
<b>Duyusal sistem skoru</b>	-0,082	0,543	0,164	0,223	0,049	0,715	-0,009	0,946	-0,174	0,197	-0,123	0,360	0,211	0,116
<b>Mesane-bağırsak sistem skoru</b>	<b>-0,380**</b>	<b>0,004</b>	<b>-0,326*</b>	<b>0,013</b>	<b>-0,291*</b>	<b>0,028</b>	<b>-0,354**</b>	<b>0,007</b>	-0,179	0,183	<b>-0,335*</b>	<b>0,011</b>	-0,150	0,265
<b>Serebral sistem skoru</b>	-0,141	0,297	-0,077	0,571	-0,157	0,242	-0,190	0,158	0,086	0,525	0,005	0,972	0,013	0,923
<b>Ambulasyon sistem skoru</b>	-0,196	0,144	-0,232	0,083	-0,175	0,192	<b>-0,325*</b>	<b>0,014</b>	-0,169	0,209	-0,188	0,162	-0,146	0,279

(N:sayı, sn:saniye, %:yüzde, rho: Spearman Korelasyon Katsayısı, \*:p<0,05 Spearman Korelasyon Testi)

MS'li bireylerin SDMT ile sağ el, sağ ayak ve sol boyun reaksiyon süreleri arasında negatif yönde, zayıf ve orta düzeyde değişen anlamlı ilişki bulundu. SDMT ile sağ el, sol el, sağ ayak, sol ayak doğru yanıt yüzdeleri ve Motor İmgeleme Yeteneği Test skoru arasında pozitif yönde, düşük ve düşük-orta derecede değişen anlamlı bir ilişki bulundu (Tablo 4.15.).

MS'li bireylerin CVLT-II ile sağ boyun ve sol boyun reaksiyon süreleri arasında negatif yönde, orta düzeyde anlamlı ilişki bulundu. CVLT-II ile sağ ayak, sol ayak doğru yanıt yüzdeleri ve Motor İmgeleme Yeteği Test skoru arasında pozitif yönde, düşük-orta ve orta derecede değişen anlamlı bir ilişki bulundu (Tablo 4.15.).

MS'li bireylerin BVMT-R ile mental rotasyon reaksiyon süreleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmadı. BVMT-R ile sağ ayak ve sol ayak doğru yanıt yüzdeleri arasında pozitif yönde, düşük-orta ve orta derecede değişen anlamlı bir ilişki bulundu (Tablo 4.15.).

**Tablo 4.15.** MS'li Bireylerin Kognitif Bulguları ile Mental Rotasyon Bulguları Arasındaki İlişki

MS'li Bireyler (N=57)	SDMT		CVLT-II		BVMT-R	
	r/rho	p	r/rho	p	r/rho	p
Sağ el reaksiyon süresi (sn)	<b>-0,298*</b>	<b>0,025<sup>a</sup></b>	-0,055	0,687 <sup>a</sup>	-0,141	0,296 <sup>b</sup>
Sağ el doğru yanıt yüzdesi (%)	<b>0,448**</b>	<b>&lt;0,001<sup>b</sup></b>	0,241	0,071 <sup>b</sup>	0,249	0,062 <sup>b</sup>
Sol el reaksiyon süresi (sn)	-0,115	0,394 <sup>a</sup>	-0,106	0,434 <sup>a</sup>	-0,072	0,597 <sup>b</sup>
Sol el doğru yanıt yüzdesi (%)	<b>0,424**</b>	<b>0,001<sup>b</sup></b>	0,185	0,167 <sup>b</sup>	0,211	0,115 <sup>b</sup>
Sağ ayak reaksiyon süresi (sn)	<b>-0,386**</b>	<b>0,003<sup>b</sup></b>	-0,182	0,176 <sup>b</sup>	-0,062	0,648 <sup>b</sup>
Sağ ayak doğru yanıt yüzdesi (%)	<b>0,490**</b>	<b>&lt;0,001<sup>b</sup></b>	<b>0,375**</b>	<b>0,004<sup>b</sup></b>	<b>0,282*</b>	<b>0,034<sup>b</sup></b>
Sol ayak reaksiyon süresi (sn)	-0,226	0,091 <sup>a</sup>	-0,216	0,107 <sup>a</sup>	-0,070	0,606 <sup>b</sup>
Sol ayak doğru yanıt yüzdesi (%)	<b>0,521**</b>	<b>&lt;0,001<sup>b</sup></b>	<b>0,342**</b>	<b>0,009<sup>b</sup></b>	<b>0,305*</b>	<b>0,021<sup>b</sup></b>
Sağ boyun reaksiyon süresi (sn)	-0,240	0,073 <sup>a</sup>	<b>-0,322*</b>	<b>0,015<sup>a</sup></b>	-0,163	0,226 <sup>b</sup>
Sağ boyun doğru yanıt yüzdesi (%)	0,170	0,207 <sup>b</sup>	0,058	0,669 <sup>b</sup>	0,143	0,288 <sup>b</sup>
Sol boyun reaksiyon süresi (sn)	<b>-0,323*</b>	<b>0,014<sup>a</sup></b>	<b>-0,353**</b>	<b>0,007<sup>a</sup></b>	-0,227	0,090 <sup>b</sup>
Sol boyun doğru yanıt yüzdesi (%)	0,206	0,123 <sup>b</sup>	0,063	0,642 <sup>b</sup>	0,131	0,333 <sup>b</sup>
Motor İmgeleme Yeteneği Testi (puan)	<b>0,368**</b>	<b>0,005<sup>a</sup></b>	<b>0,467**</b>	<b>&lt;0,001<sup>a</sup></b>	0,153	0,257 <sup>b</sup>

(N:sayı, sn:saniye, %:yüzde, r/rho: Pearson/Spearman Korelasyon Katsayısı, \*:p<0,05 a:Pearson Korelasyon Testi, b:Spearman Korelasyon Testi)

Sağlıklı bireylerin SDMT ile sol el, sağ ayak, sol ayak, sağ boyun ve sol boyun reaksiyon süreleri arasında negatif yönde, düşük-orta ile iyi derecede değişen anlamlı ilişki bulundu. SDMT ile sağ el, sol el, sağ ayak, sağ boyun doğru yanıt yüzdeleri ve Motor İmgeleme Yeteneği Test skoru arasında pozitif yönde, düşük-orta ve orta derecede değişen anlamlı bir ilişki bulundu (Tablo 4.16.).

Sağlıklı bireylerin CVLT-II ile mental rotasyon reaksiyon süreleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmadı. CVLT-II ile sağ el, sol el doğru yanıt yüzdeleri ve Motor İmgeleme Yeteneği Test skoru arasında pozitif yönde, düşük-orta derecede anlamlı bir ilişki bulundu (Tablo 4.16.).

Sağlıklı bireylerin BVMT-R ile sağ boyun ve sol boyun reaksiyon süreleri arasında negatif yönde, düşük-orta ve orta derecede değişen anlamlı bir ilişki bulundu. BVMT-R ile sağ el, sol el, sağ ayak, sol ayak doğru yanıt yüzdeleri ve Motor İmgeleme Yeteneği Test skoru arasında pozitif yönde, düşük-orta ve iyi derecede değişen anlamlı bir ilişki bulundu (Tablo 4.16.).

**Tablo 4.16.** Sağlıklı Bireylerin Kognitif Bulguları ile Mental Rotasyon Bulguları Arasındaki İlişki

	SDMT		CVLT-II		BVMT-R	
	r/rho	p	r/rho	p	r/rho	p
<b>Sağlıklı Bireyler (N=40)</b>						
<b>Sağ el reaksiyon süresi (sn)</b>	-0,312	0,050 <sup>a</sup>	-0,001	0,997 <sup>a</sup>	-0,263	0,101 <sup>b</sup>
<b>Sağ el doğru yanıt yüzdesi (%)</b>	<b>0,391*</b>	<b>0,013<sup>b</sup></b>	<b>0,386*</b>	<b>0,014<sup>b</sup></b>	<b>0,345*</b>	<b>0,029<sup>b</sup></b>
<b>Sol el reaksiyon süresi (sn)</b>	<b>-0,344*</b>	<b>0,030<sup>a</sup></b>	0,057	0,725 <sup>a</sup>	-0,085	0,601 <sup>b</sup>
<b>Sol el doğru yanıt yüzdesi (%)</b>	<b>0,430**</b>	<b>0,006<sup>b</sup></b>	<b>0,341*</b>	<b>0,031<sup>b</sup></b>	<b>0,504**</b>	<b>0,001<sup>b</sup></b>
<b>Sağ ayak reaksiyon süresi (sn)</b>	<b>-0,353*</b>	<b>0,025<sup>b</sup></b>	0,016	0,921 <sup>b</sup>	-0,260	0,106 <sup>b</sup>
<b>Sağ ayak doğru yanıt yüzdesi (%)</b>	<b>0,315*</b>	<b>0,048<sup>b</sup></b>	0,136	0,402 <sup>b</sup>	<b>0,431**</b>	<b>0,005<sup>b</sup></b>
<b>Sol ayak reaksiyon süresi (sn)</b>	<b>-0,427**</b>	<b>0,006<sup>a</sup></b>	-0,138	0,397 <sup>a</sup>	-0,308	0,054 <sup>b</sup>
<b>Sol ayak doğru yanıt yüzdesi (%)</b>	0,224	0,165 <sup>b</sup>	0,129	0,429 <sup>b</sup>	<b>0,328*</b>	<b>0,039<sup>b</sup></b>
<b>Sağ boyun reaksiyon süresi (sn)</b>	<b>-0,391*</b>	<b>0,013<sup>b</sup></b>	-0,149	0,360 <sup>b</sup>	<b>-0,331*</b>	<b>0,037<sup>b</sup></b>
<b>Sağ boyun doğru yanıt yüzdesi (%)</b>	<b>0,356*</b>	<b>0,024<sup>b</sup></b>	0,051	0,753 <sup>b</sup>	0,307	0,054 <sup>b</sup>
<b>Sol boyun reaksiyon süresi (sn)</b>	<b>-0,648**</b>	<b>&lt;0,001<sup>b</sup></b>	-0,194	0,231 <sup>b</sup>	<b>-0,483**</b>	<b>0,002<sup>b</sup></b>
<b>Sol boyun doğru yanıt yüzdesi (%)</b>	-0,022	0,895 <sup>b</sup>	-0,111	0,495 <sup>b</sup>	0,066	0,687 <sup>b</sup>
<b>Motor İmgeleme Yeteneği Testi (puan)</b>	<b>0,564**</b>	<b>&lt;0,001<sup>a</sup></b>	<b>0,334*</b>	<b>0,035<sup>a</sup></b>	<b>0,623**</b>	<b>&lt;0,001<sup>b</sup></b>

(N:sayı, sn:saniye, %:yüzde, r/rho: Pearson/Spearman Korelasyon Katsayısı, \*:p<0,05 a:Pearson Korelasyon Testi, b:Spearman Korelasyon Testi)

#### **4.4. Vertikalite Algısı ile Mental Rotasyon Yeteneği Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular**

MS'li bireylerde SVV saat yönü ortalaması ile sağ ayak, sol ayak, sağ boyun ve sol boyun doğru yanıt yüzdeleri arasında negatif yönde, düşük-orta ve orta derecede değişen istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulundu. SVV saat yönünün tersi ile sol el doğru yanıt yüzdesi arasında negatif yönde, düşük derecede bir ilişki bulundu. SVV ortalaması ile sağ el, sol el, sağ ayak ve sol ayak doğru yanıt yüzdeleri arasında negatif yönde, düşük-orta derecede anlamlı bir ilişki bulundu (Tablo 4.17.).

Sağlıklı bireylerde ise yalnızca SVV saat yönünün tersi ile sol el reaksiyon süresi arasında negatif yönde, düşük derecede bir ilişki bulundu (Tablo 4.17.).

**Tablo 4.17.** MS'li ve Sağlıklı Bireylerin SVV Bulguları ile Mental Rotasyon Yeteneği Bulguları Arasındaki İlişki

	SVV saat yönü ortalaması (   °   )		SVV saat yönü tersinin ortalaması (   °   )		SVV ortalaması (   °   )	
	r/rho	p	r/rho	p	r/rho	p
<b>MS'li Bireyler (N=57)</b>						
Sağ el reaksiyon süresi (sn)	-0,010	0,943	0,009	0,945	0,076	0,577
Sağ el doğru yanıt yüzdesi (%)	-0,206	0,124	-0,195	0,147	<b>-0,318*</b>	<b>0,016</b>
Sol el reaksiyon süresi (sn)	-0,057	0,671	-0,257	0,054	-0,138	0,307
Sol el doğru yanıt yüzdesi (%)	-0,223	0,095	<b>-0,292*</b>	<b>0,027</b>	<b>-0,381**</b>	<b>0,003</b>
Sağ ayak reaksiyon süresi (sn)	0,050	0,711	-0,076	0,577	0,003	0,983
Sağ ayak doğru yanıt yüzdesi (%)	<b>-0,346**</b>	<b>0,008</b>	-0,237	0,076	<b>-0,370**</b>	<b>0,005</b>
Sol ayak reaksiyon süresi (sn)	-0,143	0,290	-0,022	0,874	-0,056	0,678
Sol ayak doğru yanıt yüzdesi (%)	<b>-0,418**</b>	<b>0,001</b>	-0,160	0,235	<b>-0,350**</b>	<b>0,008</b>
Sağ boyun reaksiyon süresi (sn)	0,087	0,521	-0,015	0,914	0,068	0,617
Sağ boyun doğru yanıt yüzdesi (%)	<b>-0,330*</b>	<b>0,012</b>	-0,056	0,681	-0,226	0,091
Sol boyun reaksiyon süresi (sn)	0,090	0,503	0,011	0,934	0,086	0,525
Sol boyun doğru yanıt yüzdesi (%)	<b>-0,338*</b>	<b>0,010</b>	-0,043	0,748	-0,212	0,114
<b>Motor İmgeleme Yeteneği Testi (puan)</b>	-0,120	0,373	-0,082	0,545	-0,202	0,133
<b>Sağlıklı Bireyler (N=40)</b>						
Sağ el reaksiyon süresi (sn)	0,121	0,369 <sup>a</sup>	0,118	0,382 <sup>a</sup>	0,149	0,270 <sup>a</sup>
Sağ el doğru yanıt yüzdesi (%)	-0,188	0,246	-0,297	0,062	-0,279	0,081
Sol el reaksiyon süresi (sn)	0,049	0,715 <sup>a</sup>	<b>-0,274*</b>	<b>0,039<sup>a</sup></b>	-0,108	0,424 <sup>a</sup>
Sol el doğru yanıt yüzdesi (%)	-0,214	0,184	-0,255	0,112	-0,273	0,088
Sağ ayak reaksiyon süresi (sn)	0,254	0,114	0,195	0,228	0,294	0,065
Sağ ayak doğru yanıt yüzdesi (%)	-0,085	0,603	-0,202	0,211	-0,163	0,315
Sol ayak reaksiyon süresi (sn)	-0,067	0,622 <sup>a</sup>	0,081	0,547 <sup>a</sup>	-0,002	0,986 <sup>a</sup>
Sol ayak doğru yanıt yüzdesi (%)	-0,202	0,211	-0,077	0,636	-0,149	0,358
Sağ boyun reaksiyon süresi (sn)	0,143	0,380	-0,035	0,830	0,072	0,661
Sağ boyun doğru yanıt yüzdesi (%)	-0,212	0,189	-0,239	0,138	-0,281	0,079
Sol boyun reaksiyon süresi (sn)	0,197	0,223	0,063	0,700	0,138	0,397
Sol boyun doğru yanıt yüzdesi (%)	-0,043	0,791	0,121	0,457	0,029	0,859
<b>Motor İmgeleme Yeteneği Testi (puan)</b>	-0,151	0,262 <sup>a</sup>	-0,090	0,504 <sup>a</sup>	-0,156	0,245 <sup>a</sup>

(N:sayı, SVV:Subjektif Vizüel Vertikal, | ° | : Ortalama sapma derecesinin mutlak değeri, sn:saniye, %:yüzde, r/rho: Pearson/Spearman Korelasyon Katsayısı, \*\*p<0,05 a:Pearson Korelasyon Testi, b:Spearman Korelasyon Testi)

## 5. TARTIŞMA

Vestibüler duyu, benliğin temsilinin temel bir yönü olan uzaydaki yönelim duyumuz için temeldir. Ayrıca bilindiği gibi vestibüler bilgi, büyük bir subkortikal-kortikal sinir ağında işlenmektedir. Uzayda insan vücudunun mental rotasyonunu gerektiren görevlerin, bu ağ içindeki bölgeleri de aktive ettiği bilinmektedir. Bu da vestibüler işlemenin mental rotasyonun kontrolünde yer aldığını düşündürmektedir (15).

Literatür incelendiğinde sınırlı sayıda çalışma olmasına rağmen MS'li bireylerin hem vertikalite algılarında (9, 136) hem de mental rotasyon yeteneklerinde (19, 177) etkilenim olduğu belirtilmiştir. Ancak literatürdeki çalışmaların hiçbiri MS'li ve sağlıklı bireylerdeki vertikalite algısı ile mental rotasyon yeteneği arasındaki ilişkiyi incelememiştir. Bu nedenle bu çalışmanın amacı hem MS'li bireylerde hem de sağlıklı bireylerde vertikalite algısını inceleyerek vertikalite algısı ve mental rotasyon yeteneği arasındaki ilişkiyi araştırmaktır.

Çalışmanın sonucunda sağlıklı bireylerle karşılaştırıldığında MS'li bireylerin daha fazla SVV sapma derecelerine sahip olduğu görüldü. Mental rotasyon incelendiğinde ise MS'li bireylerin, sağlıklı bireylere göre daha uzun reaksiyon süreleri ve daha düşük doğru yanıt yüzdelerine sahip oldukları görülmüştür. Ayrıca SVV ortalaması ile el ve ayak mental rotasyon doğruluk yüzdeleri arasında anlamlı bir ilişki bulunurken reaksiyon zamanı ile herhangi bir ilişki bulunmamıştır. İlerleyen bölümlerde ayrı başlıklar altında hem vertikalite algısına hem de mental rotasyon yeteneğine ait bulgular ve aralarındaki ilişki detaylı bir şekilde tartışılacaktır.

### 5.1. Demografik ve Hastalığa Ait Veriler

Çalışmayı oluşturan MS'li ve sağlıklı bireyler yaş, boy, vücut ağırlığı, VKİ, cinsiyet, öğrenim durumu, çalışma durumu ve medeni durum bakımından benzerdi. Ancak MS'de kadın cinsiyetin ağırlıklı olarak 2:1 oranında, bazı bölgelerin verilerine göre 3:1 oranında etkilendiği iyi bilinmektedir (21). Bu durum çalışmamızın popülasyonuna da yansımış olup ağırlıklı olarak kadın popülasyonu bulunmaktaydı.

Çalışmaya katılan MS'li bireylerin EDSS skorlarının medyanı 3 olup 1 ve 7 arasında değişmekteydi. Verilerimiz tüm EDSS skorları için ayrılırken daha detaylı bir inceleme sağlması adına hem tüm EDSS skoru hem de minimal ve orta-şiddetli

engellilik düzeyine temsil edecek iki grup şeklinde değişkenler incelendi. 3 ve altında skora sahip olan hastalar, minimal engellilik düzeyine sahip erken dönem MS hastalarını temsil etmektedir (225, 226). Çalışmamızda da MS’de orta düzey etkilenimin başlangıç noktası olarak kabul edilen EDSS=3 skoru, kesme noktası kabul edilerek minimal dizabilitesi olan grup ile orta ve şiddetli dizabiliteye sahip olan iki grubun vertikalite algıları ve mental rotasyon yetenekleri de incelenmiştir.

Çalışmaya katılan MS’li bireylerin hastalık durasyonunun medyanı 8 yıl olup 0 ve 27 yıl arasında değişmekteydi. Akut aksonal hasarı inceleyen bir çalışma, MS’li bireyleri hastalık durasyonuna göre dört gruba ayırmıştır. Grup I 0-1 yıl, grup II 1-5 yıl, grup III 5-10 yıl ve grup IV >10 yıl şeklindedir. Grup I ve II, durasyon <5 olup hastalığın erken evresini ifade etmektedir. Bizim çalışmamızda da 5 yıl, hastalık durasyonu için bir kesme noktası kabul edilerek çalışma popülasyonu iki gruba ayrılmış ve hastalık durasyonu arttıkça MS’li bireylerin vertikalite algıları ve mental rotasyon yeteneklerinin değişkenlik gösterip göstermediği incelenmiştir (227).

Çalışmamıza katılan MS’li bireylerin %78,9’unu RRMS tipi oluşturmaktaydı. MS’nin alt tiplerinin dağılımında da çoğunluğu RRMS tipi oluşturması (66) sebebiyle sonuçlarımız normal MS popülasyonunu yansıtmaktadır. Ayrıca PPMS, nadir hastalıklar içerisinde yer almakta olup MS’nin doğası gereği daha az sayıda PPMS’li kişiye rastlanmaktadır.

MS’de vertikalite algısını değerlendirildiği çalışmalar, yaş ve cinsiyete dikkat çekmez iken daha çok hastalığın şiddeti, tipi ve belirtileri arasında bir ilişki olup olmadığını ön planda tutmuştur. Ancak mental rotasyon yeteneği için literatür, sadece hastalığa ait özellikler değil aynı zamanda yaş, cinsiyet, yorgunluk ve depresyon gibi faktörlerin de mental rotasyonu etkileyebileceğini dile getirmiştir. Bu nedenle çalışmanın popülasyonunu oluşturan iki grubun da olabildiğince birbirine benzer özelliklerde olmasına dikkat edilmiştir. Depresif semptomların, nöropsikolojik testlerde özellikle de mental rotasyon görevlerindeki performans üzerinde olumsuz etkileri (18) nedeniyle anksiyete ve depresyon parametreleri, çalışmamızda sınırlayıcı bir faktör olarak kabul edilmiştir. Bu nedenle çalışmamıza HADS<8 puan alan kişiler dahil edilmiştir. MS’de yorgunluğun bilişsel fonksiyonlar üzerine etkisi (153) dolayısıyla mental rotasyonu etkileyebileceği daha önceki çalışmalarda

gösterilmiştir (19, 179). Bu nedenle yorgunluğun karıştırıcı bir faktör olmasını engellemek adına  $FSS < 4$  puan alan katılımcılar çalışmamıza dahil edilmiştir.

Çalışmaya katılan katılımcıların hem vertikalite algıları hem de mental rotasyon yetenekleri saat yönü veya saat yönünün tersi ve sağ veya sol şeklinde değerlendirmeye tabii tutulduğu için kişilerin sağ ve sol yönlerini doğru ayırt edebildiklerinden emin olmak adına Sağ-Sol Ayırım Testi uygulanmıştır. Ayrıca sağ veya sol dominantlığın sonuçları karşılaştırmada zorluk yaratabileceği gerekçesiyle çalışmamıza sadece sağ dominant olan bireyler dahil edilmiştir.

Global bir bilişsel değerlendirme imkanı sağlayan MMSE'ye göre katılımcılar çalışmamıza dahil edilmiştir. Ancak MS'li bireylerin yaklaşık %65'inde kognitif disfonksiyon görülmektedir (228). En çok etkilenen alanlar ise dikkat, bilgi işleme hızı ve çalışma belleğidir (176, 229). Bu alanlar, mental rotasyon görevinde yer alan bilişsel süreçler arasındadır (17, 230). Bu nedenle, MS'li bireylerde kognitif bozukluğun mental rotasyon yeteneğini üzerine etkisi olabileceği düşünülerek katılımcıların kognisyonları hakkında daha detaylı bilgi sağlayan BICAMS bataryası uygulanmıştır. BICAMS bataryasını oluşturan SDMT, CVLT-II ve BVMT-R testlerinin üçünde de MS'li bireylerin sağlıklı bireylere göre daha düşük puanlar aldıkları görülmüştür. Ancak bu puanlar, testlerin kesme değerlerinin üstünde olup çalışmaya katılan MS'li bireylerin ciddi bir kognitif bozukluğa sahip olmadıklarını göstermektedir (231).

Çalışmamızda postürden kaynaklı oluşabilecek eşitsizliklerin bireylerin sağ/sol SVV sapma değerlerini etkileyebileceği düşünülerek baş, boyun ve üst torakal bölgeye ait açılar (frontal baş tilti açısı, frontal omuz açısı, skapular açı) ölçülmüştür. Çalışmayı oluşturan iki grup arasında frontal baş tilti açısının farklı olduğu görülmüştür. Bu sonuç ile birlikte bu hastalarda başın ve üst torakal bölgenin lateralizasyonunda sağlıklı bireylere göre bir fark olduğunu söyleyen kesin bir yorum yapmak diğer açılarda bir fark olmadığı için doğru olmayabilir. Ayrıca postür değerlendirmesi için seçilen yöntem, maliyet etkin bir yöntem olup objektif bir çıktı sağlayacağı düşünülerek tercih edilmiştir. Ancak bu ölçümlerin daha hassas bir şekilde yapılması gerektiğini, ölçümün gerçekleştirildiği odada ölçüm sistemlerinin sabit kalarak, arka fonda araştırmacı için referans sağlayabilecek bir çizelgenin olmasının daha iyi olabileceğini düşünmekteyiz. Postür değerlendirmesinde bir başka

nokta ise MS'li bireylerin, sağlıklı bireylere göre daha uyumlu olmalarına rağmen, sağlıklı bireylerin üst kıyafetlerini çıkarmak istememeleri nedeniyle değerlendirme kapsamında iki grup arasında sayıca farkın olduğunu ve bunun da sonuçları yorumlama noktasında bir limitasyon yarattığını düşünmekteyiz.

## 5.2. MS'de Vertikalite Algısının Değerlendirilmesi

MS'de vertikalite algısını inceleyen çalışmalar, SVV'yi değerlendirirken farklı metodolojiler kullanmıştır. Bunlardan biri silindirik bir boru yardımıyla bilgisayar ekranındaki elmas şeklinin algılanan dikey pozisyona gelmesine karar verme şeklinde iken (139), lazer ışığı (10) veya kızılötesi uzaktan kumandalı bir potansiyometre yardımıyla (9) veya floresan bir lambanın (11) algılanan dikey pozisyona gelmesine karar verme şeklinde test prosedürleri bulunmaktadır. Rod and Frame Testi'ni yalnızca yani çubuğun (rod) döndürülmesi yoluyla ve hem çubuk hem de çerçevenin (frame) döndürülmesi yoluyla test eden bir çalışma bulunmaktadır (13). Statik ve dinamik SVV'yi aynı anda değerlendiren bir başka çalışma, test koşulu arasına sanal gerçeklik arka planında SVV değerlendirme yöntemini de eklemiştir (136). Son yapılan çalışmalar ise *rotary chair* adı verilen düzenekte (14, 140) SVV'yi değerlendirmiş olup bir çalışma, bu test prosedürünün yanında akıllı telefon destekli kova testini kullanmıştır (232). Bizim çalışmamızda da hem klinikte kullanımının kolay olması hem de maliyet etkin olması nedeniyle kova testi ile SVV'nin değerlendirilmesi tercih edilmiştir.

SVV değerlendirme paradigmaları incelendiğinde dikey algılanması beklenen çizginin veya nesnenin başlangıç açısı da değişiklik göstermektedir: 10-20°, 12-15-20°, 30°, 40°, 35-44° ve 45°. Bu açılar hem saat yönünde hem de saat yönünün tersinde uygulanmıştır. MS'de SVV'yi değerlendiren çalışmalarda toplam tekrar sayıları da 2, 6, 8, 10 ve 24 şeklinde değişmekte olup bir fikir birliğinin olmadığı görüşüne varılmıştır (10, 11, 13, 136, 139). İnmeli hastalarda SVV değerlendirme yöntemlerindeki farklı metodolojileri inceleyen sistematik bir derleme, bu konu hakkında bir değerlendirme protokolü ortaya koyarak toplamda 6-10 tekrar olmak üzere hem saat yönünde hem de saat yönünün tersinde SVV değerlendirilmesini dile getirmiştir (233). Çalışmamızda ise kova testini bulan Zwergal ve arkadaşlarının test

prosedürü kullanılarak, rastgele açılarda saat yönünde ve saat yönünün tersinde toplamda 10 tekrar sayısı ile SVV değerlendirilmiştir (123).

MS'de SVV'yi değerlendiren çalışmaların sonuç çıktısı olarak bağıl SVV ortalama değerini, mutlak değer SVV ortalama değerini veya mutlak değer SVV ortalama değerinin varyansını kullandıkları görülmüştür (11, 140). Ancak bağıl değerden ziyade mutlak değer ölçümünü tercih etmenin daha doğru bir yaklaşım olabileceği düşünülmüştür. da Fonseca ve arkadaşları da yaptıkları çalışmada pozitif ve negatif değerleri dikkate almamak gerektiğini, çünkü her iki dönüş yönü için artan sapma derecelerinin simetrik olabileceğini ve bu durumda normal bir ortalama değer, anormal sapmaları temsil etmeyebileceğini dile getirmiştir (11). SVV varyansını sonuç çıktısı olarak kabul eden çalışmalar ise varyansın, hastalık verileri ile ilişkisini göstermekte ortalama SVV değerine göre daha iyi olabileceğini savunmuştur (14). Bizim çalışmamızda ise mutlak değer SVV ortalama sapma dereceleri sonuç çıktısı olarak verilmiştir. Ayrıca diğer çalışmalardan farklı olarak yön bakımından sapma derecelerinin değişkenliğini inceleyebilmek için saat yönü ve saat yönünün tersindeki ortalama sapma dereceleri de sonuç çıktısı olarak kullanılmıştır.

MS'de dinamik SVV'yi değerlendirmenin statik SVV'ye göre hastalık ile ilgili etkilenimi ortaya koymada daha hassas bir ölçüm olabileceği dile getirilmiştir (136). Ancak dinamik SVV'yi değerlendirmek, allosentrik referans çerçevesine yani dış nesnelere göre kodlanan uzamsal bilgiye hizmet etmektedir. Bizim çalışmamızda kurulan metodoloji ise hem vertikalite algısında hem de mental rotasyon yeteneğinde egosentrik tabanlı referans çerçevesini yani vücuda göre kodlanan bilgiyi karşılaştırmayı hedeflediği için statik SVV değerlendirme yöntemi seçilmiştir. Ayrıca dinamik SVV'yi değerlendirmek için kapsamlı bir test düzeneği geliştirmek ve bu düzeneğin de geçerlilik ve güvenilirlik testlerinin öncelikli olarak yapılması gerektiğinden yapımı ve uygulaması kolay olan, geçerliliği ve güvenilirliği bulunan, maliyet etkin bir yöntem olan, statik SVV'yi değerlendiren kova testi tercih edilmiştir (123).

SVV test prosedürü; monoküler, binoküler veya her ikisinin de kullanılması şeklinde gerçekleştirilebilmektedir (9). Çalışmamızda ise binoküler yöntem ile SVV değerlendirilmiştir ancak katılımcılar çalışmaya dahil edilirken her iki gözleri için de

Snellen Görme Keskinliği testinden normal değerleri almış olmaları koşuluyla katılmışlardır.

SVV için normal aralık, literatürde fikir birliğine varılamamış bir konudur. Geçmişten günümüze doğru varolan çalışmalar incelendiğinde  $\pm 2^\circ$ ,  $\pm 2,3^\circ$ ,  $\pm 2,5^\circ$  ve  $\pm 3^\circ$ 'nin normal SVV aralığı olarak seçildiği görülmüştür (92, 94, 117, 123, 234-238). MS'li bireylerde SVV değerlendirmesini yapan çalışmalar ise normal SVV aralığını  $\pm 2^\circ$ ,  $\pm 2,59^\circ$  ve  $\pm 3^\circ$  olarak seçmiştir (10, 13, 139). Ancak MS'li bireylerde yapılan bu çalışmalarda SVV, kova testi ile değerlendirilmediği için çalışmamızda kova testini bulan Zwergal ve ark.'nın çalışması referans alınarak normal SVV aralığı,  $\pm 2,3^\circ$  kabul edilmiştir (123). Bu kesme noktasına göre çalışmamıza katılan katılımcılar tekrar gözden geçirildiğinde MS'li bireylerin %50,9'u (N=29) normal SVV ortalama değerine sahip iken %49,1'i (N=28) anormal SVV ortalama değerine sahipti. Sağlıklı bireylerde ise %80'i (N=32) normal aralıkta iken %20'si (N=8) anormal aralıkta yer almaktaydı. Bu sonuçlar doğrultusunda MS'li bireylerin sayıca sağlıklı bireylere göre anormal SVV değerinin daha fazla olması beklediğimiz bir sonuç iken MS'li bireyleri oluşturan popülasyonun neredeyse yarı yarıya normal ve anormal bulgulara sahip olarak ayrıldığı görülmüştür. Literatürdeki çalışmalara bakıldığında çalışmamız ile aynı doğrultuda bir kesme noktası olmamasına rağmen %20,9 (13/63 MS) ve %36'sında (18/50 MS) anormal SVV değerleri bulunmuştur (10, 139). Bu sonuçların ışığında MS'deki SVV sapmasının, etkilenen anatomik bölgeye göre hastadan hastaya değişkenlik gösterdiğini söyleyebiliriz.

Cochrane ve ark.'nın MS'li bireylerde SVV'yi değerlendirdiği çalışmasında mutlak değer SVV sapma median değeri; MS'de  $2,09^\circ$ , sağlıklı bireylerde  $1,11^\circ$  (*rotary chair test* ile) iken kova testi ile SVV değerlendirdiğinde MS'de  $1,60^\circ$ , sağlıklı bireylerde  $0,96^\circ$  olarak bulunmuştur (232). Mutlak değer SVV sapmalarını median cinsinden veren bir başka çalışma ise, MS'li bireylerde  $1,9^\circ$ , sağlıklı bireylerde  $1,2^\circ$  olduğunu belirtirken düşme riski olan MS'li bireylerin  $2,2^\circ$  SVV ortalama sapma derecelerine sahip olduğunu bulmuştur (11). Çalışmamızda ise MS'li bireylerin SVV ortalama sapma değeri  $2,3^\circ$ , sağlıklı bireylerin  $2,05^\circ$  bulunarak kova testi ile değerlendiren çalışmaya göre yüksek olduğu görülmüştür. Diğer taraftan Cochrane ve ark.'nın çalışmasında da çalışmamıza benzer olarak MS'li bireylerin, sağlıklı bireylere göre daha fazla ortalama sapma derecelerine sahip oldukları

görülmüştür (232). Diğer çalışmalar kova testi yerine başka değerlendirme yöntemleri kullanmalarından dolayı çalışmamız ile direkt karşılaştırması yapılamamıştır, ancak bu çalışmalarda da MS'li ve sağlıklı bireyler arasında SVV değerleri arasında fark bulunmuştur (9, 10, 136).

MS'li bireylerin, sağlıklı bireylere göre SVV saat yönü tersinde, SVV saat yönüne göre daha fazla ortalama sapma derecesine sahip oldukları bulunmuştur. Bunun nedeninin MS'de SVV saat yönü ortalama derecesinde anormal bulgu veren kişi sayısının, SVV saat yönü tersine göre daha az olması olabilir.

MS'li bireylerin hastalık durasyonu ile birlikte SVV sapma derecelerinde bir değişiklik olup olmadığına literatürdeki çalışmalarda yer verilmemiştir. Hastalık durasyonuna göre MS'li bireyler <5 yıl ve  $\geq 5$  yıl şeklinde iki gruba bölündüğünde artan durasyon ile birlikte SVV değişkenlerinde de artış olduğu görülmüştür, ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Hastalık şiddetine göre MS'li bireylerin SVV sapmalarını değerlendiren bir çalışma, kesme noktası olarak EDSS=4,5 değerini seçmiş ve EDSS>4,5 olan grubun daha yüksek SVV derecelerine sahip olduğunu dile getirmiştir (136). EDSS=4,5 kesme değerini tercih etmelerinin sebebi kişilerin ambulasyon düzeylerine göre bir ayırım yapmak olabilir. Bizim çalışmamızda ise EDSS=3, MS'de minimal engellilik düzeyinin bir göstergesi olduğu için MS'li bireyler EDSS <3 ve  $\geq 3$  şeklinde ayrıldığında yine artan EDSS skoru ile SVV değişkenlerinde de artış olduğu görülmüş ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Ancak kesin bir fark vardır veya yoktur diyebilmek için yüksek sayıda katılımcıyı içeren çalışmalara ihtiyaç vardır.

EDSS ile SVV ilişkisine bakan çalışmalar, artan EDSS değeri ile SVV değeri arasında bir ilişki bulmaz iken (140) EDSS alt sistem skorlarına baktıklarında beyin sapı (9) ve serebellar sistem skorları (9, 10) ile SVV arasında bir ilişki bulmuşlardır. Çalışmamızda ise EDSS ve EDSS alt sistem skorları ile SVV değişkenleri arasında bir ilişki olup olmadığına baktığımızda artan serebellar sistem skoru ile hem SVV saat yönünün tersinde hem de SVV ortalamasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Beklentimiz, beyin sapı sistem skoru ile de ilişkili çıkması yönündeydi. Ancak EDSS'nin beyin sapı fonksiyonlarını değerlendirmede hassas olmadığı ve bu sistem

skoru altında vestibüler sistemin daha detaylı değerlendirilmesi gerektiğini düşünmekteyiz.

MS’de kognisyon ile merkezi vestibüler entegrasyon arasındaki ilişkiyi inceleyen bir çalışma, SDMT, CVLT-II, BVMT-R ve SVV varyansı arasında negatif yönde, orta ila güçlü arasında değişen düzeyde bir korelasyon bulmuştur (14). Bizim çalışmamızda ise kognisyon ile SVV değişkenleri arasındaki ilişkiye bakıldığında MS’li bireylerde artan SVV sapma değerleri ile BICAMS bataryasını oluşturan üç test (SDMT, CVLT-II, BVMT-R) skorunda anlamlı bir azalma olduğu görülmüştür. Beklediğimiz gibi en iyi korelasyon değerleri BVMT-R testine aittir. Çünkü bu test diğer iki testten farklı olarak görsel uzaysal hafızayı değerlendiren bir testtir. Sağlıklı bireylerde ise yalnızca BVMT-R testi ile SVV saat yönü tersinin ortalaması arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Bunun nedeninin MS’li bireylere göre sağlıklı bireylerin daha iyi bilişsel test puanlarına sahip olmaları olabileceği düşünüldü.

Çalışmamızda postür değerlendirmesine yönelik sağa veya sola olan eğimler ile SVV değişkenleri arasında anlamlı bir ilişki bulunamadı. Bu durum sadece MS’li bireyler için değil aynı zamanda sağlıklı bireyler için de geçerliydi. Dolayısıyla baş, boyun ve üst torakal bölgenin lateralizasyonu sadece vizüel, somatosensoriyel ve vestibüler sisteme değil piramidal faktörlere de bağlı olabilir.

### **5.3. MS’de Mental Rotasyon Yeteneğinin Değerlendirilmesi**

MS’de mental rotasyon yeteneğini inceleyen çalışmalar, çoğunlukla el mental rotasyon görevi (17-19, 177-180) ile değerlendirme yaparken az sayıda da olsa ayak mental rotasyon görevinin (19, 180) de yer aldığı metodolojiler kullanmıştır. İki çalışma, 3 boyutlu blok geometrik şekilleri kullanmıştır (176, 182). Bu görevlerde katılımcılara sunulan el ve ayak görselleri genellikle bir çizim şeklinde olup yalnızca Gauman ve ark.’nın çalışmasında gerçek el ve ayak fotoğraflarının olduğu Recognise Flash Kartları™ kullanılmıştır (180). Çalışmamızda ise çizimlerden ziyade gerçek vücut fotoğraflarının, mental rotasyonun egosentrik referans çerçevesine daha çok hizmet edebileceği düşünülerek Recognise mobil uygulamasının™ el, ayak ve boyun versiyonları kullanılmıştır. Ayrıca Motor İmgeleme Yeteneği Testi’nin de vücut rotasyonlarını içermesi nedeniyle mental rotasyon yeteneğinin değerlendirilmesine

de hizmet edebileceği düşünülerek katılımcılara uygulanmış ve mental rotasyon parametreleri arasında verilmiştir.

Yapılan çalışmalarda sunulan görseller elin veya ayağın palmar veya dorsal yüzünü oluşturmaktadır (19, 180). Bu görseller 0-300° arasında 30°, 60° ve 90°'lik artan dönüş açılarıyla katılımcılara sunulmuştur (17-19, 177-180). Bir çalışmada şekillerin dönme açılarının 20-180° arasında değişkenlik gösterdiği belirtilmiştir (182). Çalışmamızda ise rastgele bir sırayla artan derecelerde el, ayak ve boyun görselleri katılımcıya sunulmuştur. Ayrıca sunulan görseller yalnızca bir eksen etrafında dönüşü içermekle kalmayıp örneğin el mental rotasyon görevinde parmakların fleksiyon, addüksiyon ve abdüksiyon hareketlerini de içermektedir. Dolayısıyla çalışmamızda kullanılan mental rotasyon görevlerinin, literatürdeki görevlerden daha zor olduğunu düşünmekteyiz.

Literatürde MS'de mental rotasyonu değerlendiren çalışmaların bir kısmı sunulan görselin aynı/ayna (176) veya aynı/farklı (182) olduğunu sorgularken çalışmaların çoğunluğu sağ-sol lateralizasyonu üzerinden görselin sağ tarafa mı yoksa sol tarafa mı ait olduğunu belirlemeyi ölçmektedir (17-19, 177-180). Çalışmamızda da oluşan sağ ve sol yanıtlarının, SVV'den kaynaklı oluşan yönlerle ilişkilendirilmesi amaçlandığından sağ-sol lateralizasyonu değerlendirilmiştir.

Mental rotasyonda sonuç çıktısı olarak reaksiyon süresi ve doğru yanıt yüzdesi kullanılmaktadır (17-19, 176-180, 182). Çalışmamızda kullanılan Recognise mobil uygulaması™ da sağ ve sol yönlerde el, ayak ve boyun için reaksiyon sürelerini ve doğru yanıt yüzdelerini hesaplayabilmektedir. Motor İmgeleme Yeteneği Testi'nde ise testten alınan toplam skor değerlendirilmiştir.

MS'de 3 boyutlu blok görsellerini ve el mental rotasyonunu inceleyen çalışmalar, MS'li bireylerin sağlıklı bireylere göre daha uzun reaksiyon süresi ile daha az doğru yanıt yüzdelerine sahip olduklarını bulmuşlardır (17-19, 176-180, 182). Ayak mental rotasyonunu değerlendiren bir çalışma MS'li bireylerin, sağlıklılara göre daha uzun reaksiyon süresi ile yanıt verdiklerini ancak doğru yanıt yüzdesi olarak iki grup arasında fark olmadığını dile getirmiştir (19). Bu çalışmalarda sağ veya sola yönelik detaylı bir sonuç çıktısı verilmemekle birlikte iki çalışmada sol el uyaranlarına tepki süresinin, sağ el uyaranlarına tepki süresinden daha uzun olduğu dile getirilmiştir (17, 177). Benzer sonuçlarla bizim çalışmamızda

ise sağ el reaksiyon süresi, sağ el doğru yanıt yüzdesi, sağ ayak doğru yanıt yüzdesi ve Motor İmgeleme Yeteneği Test puanında MS'li ve sağlıklı bireyler arasında anlamlı bir fark bulunmuş olup MS'li bireylerin performansının daha düşük olduğu görülmüştür.

Literatürdeki el ve ayak mental rotasyon görevini uygulayan çalışmalar metodolojilerinde önce hangi görevi tercih ettiklerini dile getirmemiştir (19, 180). El mental rotasyonu ile ilgili sonuçlar literatürde bir fikir birliği içerisinde değildir. Ancak el ve ayağı birlikte değerlendiren bir çalışma, katılımcıların el görsellerine ayak görsellerinden daha aşına olduklarını, bu yüzden bireylerin el mental rotasyon görevine daha az reaksiyon süresi ile yanıt verdiklerini dile getirmiştir (19). Bizim çalışmamızda ise farklı olarak, el mental rotasyon görevindeki reaksiyon süresinin, ayak mental rotasyon görevinden daha uzun olduğu bulunmuştur. Bunun bir nedeni, testlerin uygulanma sırası olabilir. Recognise mobil uygulamaları™ sırasıyla el, ayak ve boyun şeklinde uygulanmıştır. Katılımcıların ilk önce el testi ile karşılaşması daha sonra karşılaşacakları ayak ve boyun testini cevaplama sürelerini ve doğru yanıt yüzdelerini olumlu yönde etkilemiş olabilir. Ayrıca el; ayak ve boyuna göre daha fazla hareket kabiliyetine sahip olması ve görseller içerisinde farklı parmak pozisyonlarının da olması sebebiyle diğer iki test içeriğinden daha zor olabilir. Bu durum da ayak ve boyun için verilen yanıtların daha yüksek çıkmasına sebep olmuş olabilir. Bir diğer faktör ise el için kişilerin referans olarak başparmaklarını seçtikleri düşünülmektedir. Ayakta ise başparmağın yanı sıra medial ve lateral malleolün de görseli tanımda artı bir referans noktası olabileceğini düşünmekteyiz. Boyun uygulamasında ise katılımcıların boynunu düşünmeleri gerekirken ellerin eklendiği görüntüler anlaşılabilirliği azaltarak görevi karmaşıklştırmış olabilir.

MS'li bireylerin hastalık durasyonu ile birlikte mental rotasyon yeteneklerinde bir değişiklik olup olmadığına literatürdeki çalışmalarda yer verilmemiştir. Çalışmamızda hastalık durasyonuna göre MS'li bireyler <5 yıl ve ≥5 yıl şeklinde iki gruba bölündüğünde artan durasyon ile birlikte reaksiyon sürelerinde artma, doğru yanıt yüzdelerinde azalma ve Motor İmgeleme Yeteneği Test skorlarında artma görülmüştür. Ancak bu fark sağ ve sol boyun reaksiyon sürelerinde anlamlı bulunmuştur. Doğru bir değerlendirme yapabilmek adına sub-grup karşılaştırmaları için daha fazla sayıda bireye ihtiyaç vardır.

MS'de mental rotasyon yeteneğini değerlendiren çalışmalar, hasta gruplarını EDSS skorlarına göre ayırarak değerlendirmemiştir ve bir kısmı dahil etme kriteri olarak EDSS <3,5 veya  $\leq 3,5$  kriterini kullanmıştır (18, 176-178). Çalışmamızda ise MS'li bireyler, EDSS <3 ve  $\geq 3$  şeklinde ayrıldığında artan EDSS skoru ile reaksiyon sürelerinde artış olduğu (sol ayak hariç) ve bu sürelerinde anlamlı bir farka sahip olduğu görülmüştür (sağ ve sol ayak hariç). Artan EDSS skoru ile sağ ayak yüzdesi hariç diğer tüm doğru yanıt yüzdelerinde azalma söz konusudur. Ayak mental rotasyon değişkenlerinin farklı çıkmamasının sebebi, ayak görsellerin tüm katılımcılarda, diğer mental rotasyon görevlerine göre daha iyi tanınması olabilir. Ayak ile ilgili reaksiyon süresi ve doğru yanıt yüzdesi sonuçlarımızın özür düzeyinden bağımsız olduğu görülmüştür. Motor İmgeleme Yeteneği Testi ise bir farklılık göstermemiştir. Ancak kesin bir fark vardır veya yoktur diyebilmek için yüksek sayıda katılımcıyı içeren çalışmalara ihtiyaç vardır.

EDSS skoru ile mental rotasyon yeteneği arasındaki ilişkiyi inceleyen yalnızca bir çalışmaya ulaşılmıştır. Bu çalışmada 40 MS hastasının 32'sinin EDSS skorlarına ulaşılmıştır. EDSS skorları 0-7,5 arasında değişmektedir ve 3 boyutlu bloklardan oluşan mental rotasyon görevi ile katılımcıların mental rotasyon yetenekleri değerlendirilmiştir (182). Bizim çalışmamızın sonucuna göre katılımcıların EDSS skorları ile reaksiyon süresi ve doğru yanıt oranları arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Çalışmamızda EDSS ve EDSS alt sistem skorları ile mental rotasyon reaksiyon süreleri arasındaki ilişkiye bakıldığında artan EDSS skoru, serebellar sistem skoru, mesane-bağırsak sistem skoru ve ambulasyon skorları ile bazı mental rotasyon parametrelerinde ilişki bulunmuştur. EDSS skorları ile mental rotasyon yeteneklerinde ilişki bulamayan çalışma, mental rotasyon görevi için nesne tabanlı bir görev seçmiştir. Çalışmamızda bulduğumuz hem EDSS skoruna hem de alt sistem skorlarına ait bu farklar, seçilen mental rotasyon görevinin egosentrik tabanlı bir görev olması nedeni ile ortaya çıkmış olabilir ve bu alanda daha fazla çalışma yapılması altta yatan ilişkiyi ortaya çıkarmak adına kıymetli olacaktır.

MS'de kognisyon ile mental rotasyon değişkenleri arasındaki ilişkiye bakıldığında SDMT, BVMT-R, Çizgi Yönünü Belirleme Testi (Judgement of Line Orientation) ve Tempolu İşitsel Seri Toplama Testi (Paced Auditory Serial Addition

Test) gibi bilişsel testler ile mental rotasyon arasında bir ilişki olduğu literatürdeki çalışmalarda dile getirilmiştir (18, 19, 176, 177). Bilişsel işlevlerdeki eksiklik ile motor imgeleme yeteneğindeki bu azalma esas olarak motor imgelemenin parametrelerinden mental rotasyon ve mental kronometreye atıfta bulunurken, motor imgeleme canlılığının MS’de korunduğu dile getirilmiştir (181). Çalışmamızda da benzer şekilde genel olarak MS’li bireylerde artan reaksiyon süreleri ile birlikte SDMT skorlarında bir azalma olduğu görülmüştür. SDMT’nin de görsel bilgi işleme hızını ölçen yapısı itibarıyla mental rotasyonun reaksiyon süresi parametresi ile ilişkili çıkması beklediğimiz bir sonuçtu. Genel olarak azalan doğru yanıt yüzdeleri ile kognitif test puanlarının da azaldığı görülmüştür. Motor İmgeleme Yeteneği Testi, en çok CVLT-II ile ilişkili çıkmıştır ve bunun bir sebebi her iki test paradigmasında da katılımcının verilen kelime ve yönergeleri hafızasında tutması gerektiği olabilir. Sağlıklı bireylerde ise azalan reaksiyon süresi ile kognitif test puanlarının arttığı, artan doğru yanıt yüzdeleri ve Motor İmgeleme Yeteneği Test skoru ile de kognitif test puanlarının arttığı görülmüştür. Bu durum aynı zamanda sağlıklı bireylerin kognitif bir bozukluğa sahip olmadıklarının da bir göstergesi olabilir.

#### **5.4. Vertikalite Algısı ile Mental Rotasyon Yeteneği Arasındaki İlişki**

Literatür incelendiğinde daha önce vertikalite algısı ile mental rotasyon yeteneği arasındaki ilişkinin incelendiği bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Çalışmamızda mental rotasyonun doğru yanıt yüzdesi ile yön ayırt etmeksizin SVV ortalama sapma derecesi arasında yalnızca boyun parametrelerinde ilişki bulunamamıştır. Bunun nedeni ise boyun mental rotasyon görevinin daha karmaşık olmasına bağlanmıştır. Reaksiyon süresi ile SVV’nin hiçbir parametresinde ilişki bulunmamıştır. Mental rotasyon görevlerinin, reaksiyon süresi ve doğru yanıt yüzdesi parametreleri göz önüne alındığında; reaksiyon süresinin daha çok kognitif fonksiyonlarla ilişkili olabileceğini düşünürken, doğru yanıt yüzdesinin daha çok vestibüler işlemeyle ilişkili olabileceğini düşünmekteyiz. Çalışmada sağlıklı bireylerde ilişki çıkmasının nedenini ise sağlıklı bireylerin her iki parametre açısından normale yakın değerler taşıması olabilir.

MS gibi karmaşık bir etkilenime sahip bir hastalık grubuyla çalışıldığı göz önüne alındığında, sağlıklı bireylerden farklı olarak bu hastalık grubunda SVV ve

mental rotasyon arasındaki ilişkiye etki edebilecek başka faktörler de ortaya çıkmış olabilir. Örneğin SVV etkilenimlerinin beyin sapı ve serebellum tutulumunu yansıttığı düşünüldüğünde aynı etkilenimin kognitif yorgunluğa yol açabileceği ve bunun da mental rotasyon görevlerini daha da bozabileceği düşünülebilir. Kognitif yorgunluk, sürekli bilişsel aktivite gerektiren, zorlu bilişsel görevler sırasında kişinin bilişsel performansındaki düşüş veya dikkat ve konsantrasyonunu sürdürmemeye olarak tanımlanır (239, 240). Kognitif yorgunluk ve kognitif bozukluk ayrı fenomenlerdir. Kognitif bozukluğu olmayan MS'li bireylerde kognitif yorgunluğun daha belirgin bir düzeyde ortaya çıkabileceği de bulunmuş olup kognitif yorgunluğun, kognitif bozukluğun erken bir belirtisi olabileceği dile getirilmiştir (241, 242). Çalışmamıza kognitif bozukluğu olmayanlar ve FSS'ye göre yorgun olmayan bireyler dahil edilmiştir. Ancak FSS, kognitif yorgunluğu değerlendirmemektedir. Dolayısıyla vestibüler bilginin merkezi entegrasyonunun bozulması ve yorgunluk arasında bir ilişki olabilir.

### 5.5. Çalışmanın Güçlü Yönleri

- MS'li bireylerde ve sağlıklı bireylerde SVV ile mental rotasyon yeteneği arasındaki ilişkiyi inceleyen ilk çalışmadır.
- Çalışmaya dahil edilen katılımcılar, vertikalite algısını ve mental rotasyon yeteneğini etkileyebilecek tüm parametreler dikkate alınarak seçilmiştir. Yapılan diğer çalışmalara göre daha rijit bir dahil edilme kategorizasyonu sağlamaktadır.
- Sağ ve sol yön duyusunu tayin etmek herhangi bir hastalık doğasından bağımsız olarak sağlıklı bireyler için de çoğu zaman karmaşık bir durum olmaktadır. Çalışmanın ana parametreleri, sağ ve sol yön duyusunun temelini baz almaktadır. Bugüne kadar yapılmış çalışmalar, katılımcılarını Edinburgh El Tercihi Anketi'ne göre sağ dominant iseler çalışmalarına dahil etmişlerdir. Ancak katılımcıların sağ veya sol yönlerini doğru tayin edemediklerini sorgulamamışlardır. Bu noktada bu çalışmanın bir ilk olduğu görülmektedir.
- Mental rotasyonda nesne tabanlı rotasyon görevine de bakılması mental rotasyonu bütüncül açıdan değerlendirmek adına daha iyi olabilirdi. Ancak nesne tabanlı rotasyon görevleri, daha çok allosentrik referans çerçevesini baz

olarak bir sonuç çıktısı vermektedir. Bu çalışmanın metodolojisi gereği, daha çok egosentrik tabanlı referans çerçevesini değerlendiren vücut kısımlarını oluşturan mental rotasyon görevleri tercih edilmiştir.

### 5.6. Çalışmanın Limitasyonları

- Çalışmaya katılan katılımcılar her iki grupta da yaş ve cinsiyet benzer şekilde alınmıştır. Ancak SVV değişkenlerinin daha detaylı bir incelemesi sub-gruplar oluşturularak yapılmak istenilirse katılımcılarının tanımlayıcı değişkenlerinin (hastalık şiddeti, hastalık durasyonu, MS tipi gibi) daha homojen dağılmasına dikkat edilmelidir.
- Mental rotasyon değerlendirmesinde ise boyun mental rotasyon görevinde katılımcıların karşılaştığı görsellerin sağ veya sola aitliği seçmede katılımcıyı kararsız bırakacak, yanıltıcı görseller içermesi bu görevin sonuçlarını değerlendirme noktasında bir eksiklik yaratmıştır. Ayrıca uygulanan mental rotasyon görevleri, araştırmacıya katılımcıların hangi açılarda daha zorlandığını gösteren bir bilgi sağlamamaktadır. Literatürdeki çalışmaların bir kısmı, artan açılarda katılımcıların daha çok zorlandığını dile getirmiştir. Bu durum hipotezlerimizi etkilememektedir ancak daha detaylı bir mental rotasyon değerlendirmesi yapmak isteyen araştırmacılar için bu durumu belirtmenin faydalı olabileceğini düşünmekteyiz.

### 5.7. Çalışmanın Zorlukları

- Postür değerlendirmesinde katılımcıların kıyafetlerini çıkarmak istememesi değerlendirme kapsamında zorluk yaratarak çalışma sonuçlarına olumsuz yansımıştır.
- SVV değişkenlerinin literatürdeki çalışmalarla karşılaştırılması hem az sayıda çalışma olması hem de varolan çalışmaların farklı sonuç çıktıları kullanması sebebiyle zorluk yaratmıştır.

## 6. SONUÇ ve ÖNERİLER

### 6.1. Sonuçlar

MS'li bireylerde vertikalite algısının incelendiği ve MS'li ve sağlıklı bireylerde bu algı ile mental rotasyon yeteneği arasındaki ilişkinin araştırıldığı bu çalışmaya, 57 MS'li ve 40 sağlıklı birey katılmıştır. Her iki gruba da SVV'yi değerlendirmek için kova testi, mental rotasyon yeteneğini değerlendirmek için Recognise™ mobil uygulamaları ve Motor İmgeleme Yeteneği Testi uygulanmıştır. Bu test ve değerlendirmelerin yanı sıra katılımcıların kognitif fonksiyonları BICAMS bataryasıyla, postür değerlendirmeleri ise Kinovea yazılımı ile yapılmıştır. Kullanılan test ve değerlendirmelere yönelik sonuçlar şu şekildedir:

- SVV saat yönü ortalama sapma değeri hem MS'li hem de sağlıklı bireylerde SVV saat yönünün tersine göre daha fazla kişide normal değerler arasında yer almıştır. SVV saat yönü tersinin ortalama sapma derecesi ve yön ayırt etmeksizin SVV ortalama sapma derecesi MS'li bireylerde sağlıklı bireylere göre daha yüksektir.
- Mental rotasyon yeteneği el, ayak ve boyun mental rotasyon görevleri ve Motor İmgeleme Yeteneği Testi ile değerlendirilmiş olup boyun mental rotasyon görevinin limitasyonu gözönünde bulundurulduğunda sağ dominant olan MS'li bireylerin sağ el, sağ ayak mental rotasyon yetenekleri ve Motor İmgeleme Yeteneği Test skorlarında sağlıklı bireylere göre etkilenimleri olduğu görülmüştür.
- Kognitif durumun hem vertikalite algısında hem de mental rotasyon yeteneği üzerinde etkili olduğu bulunmuştur.
- Postür değerlendirmesine yönelik değişkenlerin ise vertikalite algısı ile bir ilişki bulunamamıştır, ancak kesin bir yorum yapabilmek için daha yüksek sayıda katılımcı içeren gruplara ihtiyaç vardır.
- SVV ortalaması ile el ve ayak mental rotasyon doğruluk yüzdeleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmuşken reaksiyon zamanı ile herhangi bir ilişki bulunmamıştır. Reaksiyon süresinin daha çok kognitif fonksiyonlarla ilişkili olduğunu düşünürken doğru yanıt yüzdesinin daha çok vestibüler işlemeyle ilişkili olabileceğini düşünmekteyiz.

## 6.2. Öneriler

- MS'li bireylerde hem vertikalite algısının hem de mental rotasyon yeteneğinin değerlendirildiği çalışmalar yetersiz sayıdadır ve iki parametre arasındaki ilişkiyi inceleyen bir çalışma bulunmamaktadır. Bundan dolayı bu alandaki çalışma sayısı, varolan limitasyonlar gözönünde bulundurularak tekrar edilmelidir.
- Gelecek çalışmalarda SVV değeri için MS'li bireylerdeki anormal değerler ile sağlıklı bireylerdeki normal değerleri karşılaştırmanın daha doğru olabileceği düşünülmektedir. Çünkü her iki grup içinde de yüzdeleri değişmekle birlikte hem anormal hem de normal SVV değerlerine sahip katılımcılar olabilir.
- Her MS'li bireyin klinik özellikleri birbirinden farklı olduğu için her hastayı bir popülasyona atayarak değerlendirmek doğru bir yaklaşım olmayabilir. EDSS fonksiyonel alt sistem skorlarına göre hastalar ayrılıp (örneğin beyin sapı tutulumu olan ve olmayan, serebellar tutulumu olan ve olmayan şeklinde) değerlendirildiğinde araştırmacılar için etkilene göre SVV sapma değerlerindeki değişimi ortaya koyma olanağı sağlayacaktır. Dolayısıyla bozulan vertikal algıyı düzeltme noktasında hangi fonksiyonel alt sistem üzerine yoğunlaşılması gerektiği tedavi aşamasında da kolaylık sağlayacaktır.
- Yapılan analizler popülasyonu bütüncül bir perspektiften değerlendirmeyi sağlamaktadır. Ancak MS'li bir bireyin daha çok etkileniminin olduğu taraf, daha çok SVV sapma değerinin olduğu yön, postüründeki sağ veya sola yönelik eğim açıları ve mental rotasyondaki lateralizasyonu kişi bazında değerlendirilmelidir. Bu durum, bahsedilen değişkenler arasındaki ilişkiyi daha açık ve anlaşılır bir şekilde görebilmek noktasında daha doğru bir bilgi sağlayacaktır.
- Kıyafet çıkartılarak fotoğraf çekiminin yapıldığı postür değerlendirmeleri, araştırmacıya değerlendirme noktasında zorluk yaşatmaktadır. Bu yüzden araştırmacının tedarik edebileceği, katılımcının mahremiyetini sağlayan, farklı beden ölçülerinde ancak kişinin bedenini saran kıyafetlerle değerlendirme yapılabilir. Bu noktada giyilmesi için seçilen materyalin olabildiğince referans noktalarına yerleştirilen işaretleyicilerin konumunu değiştirmemesine dikkat edilmelidir.

- Çalışmalar arasındaki heterojenliği azaltmak ve ayrıca vertikalite algısının klinik değerlendirmesini iyileştirmek için bunun en doğru şekilde nasıl değerlendirileceği konusunda fikir birliğine ihtiyaç vardır. Değerlendirme yöntemleri (örneğin konum, sabitleme, başlangıç pozisyonları, hareket hızı), test koşulları (örneğin deneme sayısı, karanlık ortam, statik/dinamik/sanal gerçeklik ile SVV değerlendirme) ve sonuçların hesaplanması (örneğin bağıl veya mutlak değer ya da ortalama-standart sapma, median, varyans) için genel kılavuzlar geliştirilmelidir.
- MS'li bireylerde, klinik ve araştırma amacıyla vertikalite algısının uzunlamasına değerlendirilmesi önerilebilir. Bununla birlikte yalnızca SVV'ye değil ayrıca SPV ve SHV de değerlendirilmelidir ve bunların karşılıklı etkileşiminin incelenmesine de odaklanılmalıdır.
- MS'de vertikalite algısı ve mental rotasyon yeteneğinin beyindeki işlev merkezleri ile ilgili daha detaylı bilgiler sağlanabilmesi için görüntüleme teknikleri ile yapılan çalışmalara ihtiyaç vardır.
- Vertikalitenin algılanmasındaki bozukluklar ve mental rotasyondaki sağ-sol lateralizasyonu birbiriyle ilişkili olduğundan gelecekteki tedaviler özellikle vestibüler rehabilitasyonda, doğru vertikal pozisyonun yeniden öğrenilmesinin etkisini incelemelidir. Bunu gerçekleştirirken de uygulanan protokoller, kişinin daha çok sağ-sol letaralizasyonunu aktifleştiren mental rotasyon görevlerini içerebilir.
- MS'de mental rotasyonu araştıran çalışmalar ise popülasyon hakkında daha doğru veriler sağlayabilmek için gruplarını vestibüler disfonksiyonu olan ve olmayan şeklinde daha izole gruplara ayrılarak değerlendirmelidir.
- Çalışmalarda bu iki fonksiyonun birbirini etkilediği göz önüne alınarak vertikalite algısı bozuk olanların, mental imgeleme ile ilgili çalışmalara dahil edilmesinde dikkat edilmelidir.

## 7. KAYNAKLAR

1. Trapp BD, Peterson J, Ransohoff RM, Rudick R, Mork S, Bo L. Axonal transection in the lesions of multiple sclerosis. *N Engl J Med.* 1998;338(5):278-85.
2. Frohman EM, Racke MK, Raine CS. Multiple sclerosis--the plaque and its pathogenesis. *N Engl J Med.* 2006;354(9):942-55.
3. Dougherty JM, Carney M, Emmady PD. Vestibular dysfunction. 2020.
4. Dakin CJ, Rosenberg A. Gravity estimation and verticality perception. *Handb Clin Neurol.* 2018;159:43-59.
5. Bronstein AM. Verticality Perception. In: Binder MD, Hirokawa N, Windhorst U, editors. *Encyclopedia of Neuroscience.* Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2009. p. 4180-2.
6. Dieterich M, Brandt T. Perception of Verticality and Vestibular Disorders of Balance and Falls. *Front Neurol.* 2019;10:172.
7. Bisdorff AR, Wolsley CJ, Anastasopoulos D, Bronstein AM, Gresty MA. The perception of body verticality (subjective postural vertical) in peripheral and central vestibular disorders. *Brain.* 1996;119 ( Pt 5):1523-34.
8. Bohmer A. The subjective visual vertical as a clinical parameter for acute and chronic vestibular (otolith) disorders. *Acta Otolaryngol.* 1999;119(2):126-7.
9. Crevits L, Venhovens J, Vanoutrive J, Debruyne J. False perception of visual verticality in multiple sclerosis. *Eur J Neurol.* 2007;14(2):228-32.
10. Serra A, Derwenskus J, Downey DL, Leigh RJ. Role of eye movement examination and subjective visual vertical in clinical evaluation of multiple sclerosis. *J Neurol.* 2003;250(5):569-75.
11. da Fonseca BA, Pereira CB, Jorge F, Simm R, Apostolos-Pereira S, Callegaro D. A disturbed processing of graviceptive pathways may be involved in the pathophysiology of balance disorders in patients with multiple sclerosis. *Arq Neuropsiquiatr.* 2016;74(2):106-11.
12. Michelson PL, McCaslin DL, Jacobson GP, Petrak M, English L, Hatton K. Assessment of Subjective Visual Vertical (SVV) Using the "Bucket Test" and the Virtual SVV System. *Am J Audiol.* 2018;27(3):249-59.
13. Klatt BN, Sparto PJ, Terhorst L, Winser S, Heyman R, Whitney SL. Relationship between subjective visual vertical and balance in individuals with multiple sclerosis. *Physiother Res Int.* 2019;24(1).
14. Cochrane GD, Christy JB, Sandroff BM, Motl RW. Cognitive and Central Vestibular Functions Correlate in People With Multiple Sclerosis. *Neurorehabil Neural Repair.* 2021;35(11):1030-8.
15. Candidi M, Micarelli A, Viziano A, Aglioti SM, Minio-Paluello I, Alessandrini M. Impaired mental rotation in benign paroxysmal positional vertigo and acute vestibular neuritis. *Front Hum Neurosci.* 2013;7:783.

16. Guillot A, Champely S, Batier C, Thiriet P, Collet C. Relationship between spatial abilities, mental rotation and functional anatomy learning. *Adv Health Sci Educ.* 2007;12(4):491-507.
17. Heremans E, D'Hooge A M, De Bondt S, Helsen W, Feys P. The relation between cognitive and motor dysfunction and motor imagery ability in patients with multiple sclerosis. *Mult Scler.* 2012;18(9):1303-9.
18. Tabrizi YM, Mazhari S, Nazari MA, Zangiabadi N, Sheibani V. Abnormalities of motor imagery and relationship with depressive symptoms in mildly disabling relapsing-remitting multiple sclerosis. *J Neurol Phys Ther.* 2014;38(2):111-8.
19. Azin M, Zangiabadi N, Moghadas Tabrizi Y, Iranmanesh F, Baneshi MR. Deficiency in Mental Rotation of Upper and Lower-Limbs in Patients With Multiple Sclerosis and Its Relation With Cognitive Functions. *Acta Med Iran.* 2016;54(8):510-7.
20. Pearce JM. Historical descriptions of multiple sclerosis. *Eur Neurol.* 2005;54(1):49-53.
21. Walton C, King R, Rechtman L, Kaye W, Leray E, Marrie RA, et al. Rising prevalence of multiple sclerosis worldwide: Insights from the Atlas of MS, third edition. *Mult Scler.* 2020;26(14):1816-21.
22. Gelfand JM. Multiple sclerosis: diagnosis, differential diagnosis, and clinical presentation. *Handb Clin Neurol.* 2014;122:269-90.
23. <https://www.atlasofms.org/map/global/epidemiology/number-of-people-with-ms>. [
24. Yan K, Balijepalli C, Desai K, Gullapalli L, Druyts E. Epidemiology of pediatric multiple sclerosis: A systematic literature review and meta-analysis. *Mult Scler Relat Disord.* 2020;44:102260.
25. Jeong A, Oleske DM, Holman J. Epidemiology of Pediatric-Onset Multiple Sclerosis: A Systematic Review of the Literature. *J Child Neurol.* 2019;34(12):705-12.
26. Cossburn M, Ingram G, Hirst C, Ben-Shlomo Y, Pickersgill TP, Robertson NP. Age at onset as a determinant of presenting phenotype and initial relapse recovery in multiple sclerosis. *Mult Scler.* 2012;18(1):45-54.
27. Etemadifar M, Abtahi SH, Minagar A, Akbari M, Masaeli A, Tabrizi N. Late-onset multiple sclerosis in Isfahan, Iran. *Arch Iran Med.* 2012;15(10):596-8.
28. Turk Boru U, Duman A, Kulualp AS, Guler N, Tasdemir M, Yilmaz U, et al. Multiple sclerosis prevalence study: The comparison of 3 coastal cities, located in the black sea and mediterranean regions of Turkey. *Medicine (Baltimore).* 2018;97(42):e12856.
29. Bölük C, Börü ÜT, Taşdemir M, Gezer T. Epidemiology of multiple sclerosis in Turkey; a ten-year trend in rural cities. *Turk J Neurol.* 2021;27(1):41-5.
30. Compston A, Coles A. Multiple sclerosis. *Lancet.* 2008;372(9648):1502-17.

31. Rolak LA. Multiple sclerosis: it's not the disease you thought it was. *Clin Med Res.* 2003;1(1):57-60.
32. Ramagopalan SV, Dymont DA, Ebers GC. Genetic epidemiology: the use of old and new tools for multiple sclerosis. *Trends Neurosci.* 2008;31(12):645-52.
33. Willer CJ, Dymont DA, Risch NJ, Sadovnick AD, Ebers GC, Canadian Collaborative Study G. Twin concordance and sibling recurrence rates in multiple sclerosis. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2003;100(22):12877-82.
34. Baranzini SE, Oksenberg JR. The Genetics of Multiple Sclerosis: From 0 to 200 in 50 Years. *Trends Genet.* 2017;33(12):960-70.
35. Didonna A, Oksenberg JR. The Genetics of Multiple Sclerosis. In: Zagon IS, McLaughlin PJ, editors. *Multiple Sclerosis: Perspectives in Treatment and Pathogenesis.* Brisbane (AU)2017.
36. Hedstrom AK, Sundqvist E, Baarnhielm M, Nordin N, Hillert J, Kockum I, et al. Smoking and two human leukocyte antigen genes interact to increase the risk for multiple sclerosis. *Brain.* 2011;134(Pt 3):653-64.
37. Shan M, Cheng HF, Song LZ, Roberts L, Green L, Hacken-Bitar J, et al. Lung myeloid dendritic cells coordinately induce TH1 and TH17 responses in human emphysema. *Sci Transl Med.* 2009;1(4):4ra10.
38. Odoardi F, Sie C, Streyl K, Ulaganathan VK, Schlager C, Lodygin D, et al. T cells become licensed in the lung to enter the central nervous system. *Nature.* 2012;488(7413):675-9.
39. Lucas RM, Byrne SN, Correale J, Ilschner S, Hart PH. Ultraviolet radiation, vitamin D and multiple sclerosis. *Neurodegener Dis Manag.* 2015;5(5):413-24.
40. Matarese G, Carrieri PB, La Cava A, Perna F, Sanna V, De Rosa V, et al. Leptin increase in multiple sclerosis associates with reduced number of CD4(+)CD25+ regulatory T cells. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2005;102(14):5150-5.
41. Wortsman J, Matsuoka LY, Chen TC, Lu Z, Holick MF. Decreased bioavailability of vitamin D in obesity. *Am J Clin Nutr.* 2000;72(3):690-3.
42. Munger KL, Chitnis T, Ascherio A. Body size and risk of MS in two cohorts of US women. *Neurology.* 2009;73(19):1543-50.
43. Olsson T, Hedström AK, Hillert J, Alfredsson L. High body mass index before age 20 is associated with increased risk for MS in both men and women. *J Neuroimmunol.* 2012;253(1-2):110-.
44. Bjornevik K, Cortese M, Healy BC, Kuhle J, Mina MJ, Leng Y, et al. Longitudinal analysis reveals high prevalence of Epstein-Barr virus associated with multiple sclerosis. *Science.* 2022;375(6578):296-301.
45. Aloisi F, Cross AH. MINI-review of Epstein-Barr virus involvement in multiple sclerosis etiology and pathogenesis. *J Neuroimmunol.* 2022;371:577935.

46. Reich DS, Lucchinetti CF, Calabresi PA. Multiple Sclerosis. *N Engl J Med*. 2018;378(2):169-80.
47. Wang CX, Greenberg BM. Pediatric Multiple Sclerosis: From Recognition to Practical Clinical Management. *Neurol Clin*. 2018;36(1):135-49.
48. Kozhieva M, Naumova N, Alikina T, Boyko A, Vlassov V, Kabilov MR. Primary progressive multiple sclerosis in a Russian cohort: relationship with gut bacterial diversity. *BMC Microbiol*. 2019;19(1):309.
49. Popescu BFG, Pirko I, Lucchinetti CF. Pathology of multiple sclerosis: where do we stand? *CONTINUUM: Lifelong Learning in Neurology*. 2013;19(4 Multiple Sclerosis):901.
50. Waxman SG. Membranes, myelin, and the pathophysiology of multiple sclerosis. *N Engl J Med*. 1982;306(25):1529-33.
51. Popescu BF, Lucchinetti CF. Meningeal and cortical grey matter pathology in multiple sclerosis. *BMC Neurol*. 2012;12:11.
52. Lucchinetti C, Bruck W, Parisi J, Scheithauer B, Rodriguez M, Lassmann H. Heterogeneity of multiple sclerosis lesions: implications for the pathogenesis of demyelination. *Ann Neurol*. 2000;47(6):707-17.
53. Jarius S, König FB, Metz I, Ruprecht K, Paul F, Bruck W, Wildemann B. Pattern II and pattern III MS are entities distinct from pattern I MS: evidence from cerebrospinal fluid analysis. *J Neuroinflammation*. 2017;14(1):171.
54. Lublin FD, Reingold SC, Cohen JA, Cutter GR, Sorensen PS, Thompson AJ, et al. Defining the clinical course of multiple sclerosis: the 2013 revisions. *Neurology*. 2014;83(3):278-86.
55. De Stefano N, Giorgio A, Tintore M, Pia Amato M, Kappos L, Palace J, et al. Radiologically isolated syndrome or subclinical multiple sclerosis: MAGNIMS consensus recommendations. *Mult Scler*. 2018;24(2):214-21.
56. Lebrun C. Radiologically isolated syndrome should be treated with disease-modifying therapy - Commentary. *Mult Scler*. 2017;23(14):1821-3.
57. Thompson AJ, Banwell BL, Barkhof F, Carroll WM, Coetzee T, Comi G, et al. Diagnosis of multiple sclerosis: 2017 revisions of the McDonald criteria. *Lancet Neurol*. 2018;17(2):162-73.
58. Okuda DT, Siva A, Kantarci O, Inglese M, Katz I, Tutuncu M, et al. Radiologically isolated syndrome: 5-year risk for an initial clinical event. *PLoS One*. 2014;9(3):e90509.
59. Matute-Blanch C, Villar LM, Alvarez-Cermeno JC, Rejdak K, Evdoshenko E, Makshakov G, et al. Neurofilament light chain and oligoclonal bands are prognostic biomarkers in radiologically isolated syndrome. *Brain*. 2018;141(4):1085-93.
60. Lebrun-Frenay C, Kantarci O, Siva A, Sormani MP, Pelletier D, Okuda DT, year Risc study group on behalf of Sfsep O. Radiologically Isolated Syndrome: 10-Year Risk Estimate of a Clinical Event. *Ann Neurol*. 2020;88(2):407-17.

61. Kantarci OH, Lebrun C, Siva A, Keegan MB, Azevedo CJ, Inglese M, et al. Primary Progressive Multiple Sclerosis Evolving From Radiologically Isolated Syndrome. *Ann Neurol*. 2016;79(2):288-94.
62. Yamout B, Al Khawajah M. Radiologically isolated syndrome and multiple sclerosis. *Mult Scler Relat Disord*. 2017;17:234-7.
63. Miller DH, Chard DT, Ciccarelli O. Clinically isolated syndromes. *Lancet Neurol*. 2012;11(2):157-69.
64. van der Vuurst de Vries RM, Mescheriakova JY, Wong YYM, Runia TF, Jafari N, Samijn JP, et al. Application of the 2017 Revised McDonald Criteria for Multiple Sclerosis to Patients With a Typical Clinically Isolated Syndrome. *JAMA Neurol*. 2018;75(11):1392-8.
65. Hou Y, Jia Y, Hou J. Natural Course of Clinically Isolated Syndrome: A Longitudinal Analysis Using a Markov Model. *Sci Rep*. 2018;8(1):10857.
66. Klineova S, Lublin FD. Clinical Course of Multiple Sclerosis. *Cold Spring Harb Perspect Med*. 2018;8(9).
67. Miller DH, Leary SM. Primary-progressive multiple sclerosis. *Lancet Neurol*. 2007;6(10):903-12.
68. Vollmer TL, Nair KV, Williams IM, Alvarez E. Multiple Sclerosis Phenotypes as a Continuum: The Role of Neurologic Reserve. *Neurol Clin Pract*. 2021;11(4):342-51.
69. Leone MA, Bonisconi S, Collimedaglia L, Tesser F, Calzoni S, Stecco A, et al. Factors predicting incomplete recovery from relapses in multiple sclerosis: a prospective study. *Multiple Sclerosis Journal*. 2008;14(4):485-93.
70. Ghasemi N, Razavi S, Nikzad E. Multiple Sclerosis: Pathogenesis, Symptoms, Diagnoses and Cell-Based Therapy. *Cell J*. 2017;19(1):1-10.
71. Uhthoff W. Untersuchungen über die bei der multiplen Herdsklerose vorkommenden Augenstörungen. *Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten*. 1890;21(1):55-116.
72. Lhermitte J, Bollak NM, Nicholas M. Les douleurs a type de decharge electrique consecutives a la flexion cephalique dans la sclerose en plaques. *Rev Neurol*. 1924;2:56-62.
73. Calabresi PA, Austin H, Racke MK, Goodman A, Choyke P, Maloni H, McFarland HF. Impaired renal function in progressive multiple sclerosis. *Neurology*. 2002;59(11):1799-801.
74. Dobson R, Giovannoni G. Multiple sclerosis—a review. *European journal of neurology*. 2019;26(1):27-40.
75. Washburn SL. Behaviour and the origin of man. *Proceedings of the Royal Anthropological Institute of Great Britain and Ireland*. 1967(1967):21-7.
76. Lackner JR, DiZio P. Vestibular, proprioceptive, and haptic contributions to spatial orientation. *Annu Rev Psychol*. 2005;56:115-47.

77. Borel L, Lopez C, Peruch P, Lacour M. Vestibular syndrome: a change in internal spatial representation. *Neurophysiol Clin*. 2008;38(6):375-89.
78. Lopez C. A neuroscientific account of how vestibular disorders impair bodily self-consciousness. *Front Integr Neurosci*. 2013;7:91.
79. Barra J, Pérennou D. [Is the sense of verticality vestibular?]. *Neurophysiol Clin*. 2013;43(3):197-204.
80. Glasauer S, Dieterich M, Brandt T. Neuronal network-based mathematical modeling of perceived verticality in acute unilateral vestibular lesions: from nerve to thalamus and cortex. *J Neurol*. 2018;265(Suppl 1):101-12.
81. Rossi S, Cinti A, Viberti F, Benelli A, Neri F, De Monte D, et al. Frequency-dependent tuning of the human vestibular "sixth sense" by transcranial oscillatory currents. *Clin Neurophysiol*. 2023;153:123-32.
82. Guerraz M, Poquin D, Ohlmann T. The role of head-centric spatial reference with a static and kinetic visual disturbance. *Perception & Psychophysics*. 1998;60(2):287-95.
83. Guerraz M, Yardley L, Bertholon P, Pollak L, Rudge P, Gresty MA, Bronstein AM. Visual vertigo: symptom assessment, spatial orientation and postural control. *Brain*. 2001;124(Pt 8):1646-56.
84. Roll J-P, Vedel J-P, Roll R. Eye, head and skeletal muscle spindle feedback in the elaboration of body references. *Progress in brain research*. 1989;80:113-23.
85. Hlavacka F, Mergner T, Krizkova M. Control of the body vertical by vestibular and proprioceptive inputs. *Brain Res Bull*. 1996;40(5-6):431-4; discussion 4-5.
86. McKenna GJ, Peng GC, Zee DS. Neck muscle vibration alters visually perceived roll in normals. *J Assoc Res Otolaryngol*. 2004;5(1):25-31.
87. Roll JP, Roll R. From eye to foot: a proprioceptive chain involved in postural control. *Posture and gait Elsevier, Amsterdam*. 1988:155-64.
88. Kavounoudias A, Roll R, Roll J-P. The plantar sole is a 'dynamometric map' for human balance control. *Neuroreport*. 1998;9(14):3247-52.
89. Mittelstaedt H. Somatic versus vestibular gravity reception in man. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1992;656:124-39.
90. Trousselard M, Barraud P-a, Nougier V, Raphel C, Cian C. Contribution of tactile and interoceptive cues to the perception of the direction of gravity. *Cognitive brain research*. 2004;20(3):355-62.
91. Vaitl D, Mittelstaedt H, Saborowski R, Stark R, Baisch F. Shifts in blood volume alter the perception of posture: further evidence for somatic graviception. *International Journal of Psychophysiology*. 2002;44(1):1-11.
92. Dieterich M, Brandt T. Ocular torsion and tilt of subjective visual vertical are sensitive brainstem signs. *Ann Neurol*. 1993;33(3):292-9.

93. Brandt T, Dieterich M. Vestibular syndromes in the roll plane: topographic diagnosis from brainstem to cortex. *Ann Neurol*. 1994;36(3):337-47.
94. Piscicelli C, Perennou D. Visual verticality perception after stroke: A systematic review of methodological approaches and suggestions for standardization. *Ann Phys Rehabil Med*. 2017;60(3):208-16.
95. Halmagyi GM, Brandt T, Dieterich M, Curthoys IS, Stark RJ, Hoyt WF. Tonic contraversive ocular tilt reaction due to unilateral meso-diencephalic lesion. *Neurology*. 1990;40(10):1503-9.
96. Baier B, Thomke F, Wilting J, Heinze C, Geber C, Dieterich M. A pathway in the brainstem for roll-tilt of the subjective visual vertical: evidence from a lesion-behavior mapping study. *J Neurosci*. 2012;32(43):14854-8.
97. Yang TH, Oh SY, Kwak K, Lee JM, Shin BS, Jeong SK. Topology of brainstem lesions associated with subjective visual vertical tilt. *Neurology*. 2014;82(22):1968-75.
98. Baier B, Bense S, Dieterich M. Are signs of ocular tilt reaction in patients with cerebellar lesions mediated by the dentate nucleus? *Brain*. 2008;131(Pt 6):1445-54.
99. Baier B, Dieterich M. Ocular tilt reaction: a clinical sign of cerebellar infarctions? *Neurology*. 2009;72(6):572-3.
100. Dieterich M, Brandt T. Thalamic infarctions: differential effects on vestibular function in the roll plane (35 patients). *Neurology*. 1993;43(9):1732-40.
101. Brandt T, Dieterich M, Danek A. Vestibular cortex lesions affect the perception of verticality. *Ann Neurol*. 1994;35(4):403-12.
102. Dieterich M, Brandt T. Why acute unilateral vestibular cortex lesions mostly manifest without vertigo. *Neurology*. 2015;84(16):1680-4.
103. Barra J, Marquer A, Joassin R, Reymond C, Metge L, Chauvineau V, Pérennou D. Humans use internal models to construct and update a sense of verticality. *Brain*. 2010;133(Pt 12):3552-63.
104. Hwang K, Bertolero MA, Liu WB, D'Esposito M. The Human Thalamus Is an Integrative Hub for Functional Brain Networks. *J Neurosci*. 2017;37(23):5594-607.
105. Brandt T, Dieterich M. Thalamocortical network: a core structure for integrative multimodal vestibular functions. *Curr Opin Neurol*. 2019;32(1):154-64.
106. Rousseaux M, Honoré J, Vuilleumier P, Saj A. Neuroanatomy of space, body, and posture perception in patients with right hemisphere stroke. *Neurology*. 2013;81(15):1291-7.
107. Rousseaux M, Braem B, Honore J, Saj A. An anatomical and psychophysical comparison of subjective verticals in patients with right brain damage. *Cortex*. 2015;69:60-7.

108. Maffei V, Mazzarella E, Piras F, Spalletta G, Caltagirone C, Lacquaniti F, Daprati E. Processing of visual gravitational motion in the peri-sylvian cortex: evidence from brain-damaged patients. *Cortex*. 2016;78:55-69.
109. Saj A, Cojan Y, Musel B, Honoré J, Borel L, Vuilleumier P. Functional neuro-anatomy of egocentric versus allocentric space representation. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*. 2014;44(1):33-40.
110. Karim HT, Sparto PJ, Aizenstein HJ, Furman JM, Huppert TJ, Erickson KI, Loughlin PJ. Functional MR imaging of a simulated balance task. *Brain research*. 2014;1555:20-7.
111. Barra J, Laou L, Poline J-B, Lebihan D, Berthoz A. Does an oblique/slanted perspective during virtual navigation engage both egocentric and allocentric brain strategies? *PLoS One*. 2012;7(11):e49537.
112. Lopez C, Mercier MR, Halje P, Blanke O. Spatiotemporal dynamics of visual vertical judgments: early and late brain mechanisms as revealed by high-density electrical neuroimaging. *Neuroscience*. 2011;181:134-49.
113. Clemens IA, De Vrijer M, Selen LP, Van Gisbergen JA, Medendorp WP. Multisensory processing in spatial orientation: an inverse probabilistic approach. *J Neurosci*. 2011;31(14):5365-77.
114. Angelaki DE, Cullen KE. Vestibular system: the many facets of a multimodal sense. *Annu Rev Neurosci*. 2008;31:125-50.
115. Perennou D, Piscicelli C, Barbieri G, Jaeger M, Marquer A, Barra J. Measuring verticality perception after stroke: why and how? *Neurophysiol Clin*. 2014;44(1):25-32.
116. Jahn K, Muller F, Koenig E, Krewer C, Tillmann S, Bergmann J. Rehabilitation of verticality perception using a new training method. *J Neurol*. 2017;264(Suppl 1):26-7.
117. Celis-Aguilar E, Castro-Urquizo A, Mariscal-Castro J. Evaluation and interpretation of the bucket test in healthy individuals(). *Acta Otolaryngol*. 2018;138(5):458-62.
118. Sun DQ, Zuniga MG, Davalos-Bichara M, Carey JP, Agrawal Y. Evaluation of a bedside test of utricular function - the bucket test - in older individuals. *Acta Otolaryngol*. 2014;134(4):382-9.
119. Argaet EC, Kwok BYC, Bradley J, Young AS, Nham B, Calic Z, et al. Subjective visual horizontal correlates better with ocular than with cervical vestibular evoked myogenic potentials. *Clin Neurophysiol*. 2023;152:1-10.
120. Min KK, Ha JS, Kim MJ, Cho CH, Cha HE, Lee JH. Clinical use of subjective visual horizontal and vertical in patients of unilateral vestibular neuritis. *Otol Neurotol*. 2007;28(4):520-5.
121. Ashish G, Augustine AM, Tyagi AK, Lepcha A, Balraj A. Subjective Visual Vertical and Horizontal in Vestibular Migraine. *J Int Adv Otol*. 2017;13(2):254-8.

122. Tarnutzer AA, Bockisch C, Straumann D, Olasagasti I. Gravity dependence of subjective visual vertical variability. *J Neurophysiol.* 2009;102(3):1657-71.
123. Zwergal A, Rettinger N, Frenzel C, Dieterich M, Brandt T, Strupp M. A bucket of static vestibular function. *Neurology.* 2009;72(19):1689-92.
124. Kobayashi H, Hayashi Y, Higashino K, Saito A, Kunihiro T, Kanzaki J, Goto F. Dynamic and static subjective visual vertical with aging. *Auris Nasus Larynx.* 2002;29(4):325-8.
125. Zaleski-King A, Pinto R, Lee G, Brungart D. Use of Commercial Virtual Reality Technology to Assess Verticality Perception in Static and Dynamic Visual Backgrounds. *Ear Hear.* 2020;41(1):125-35.
126. Kim MJ, Otero-Millan J, Tian J, Kheradmand A. Measures of Spatial Orientation: Spatial Bias Analogs in Visual and Haptic Tasks. *Eneuro.* 2022;9(4).
127. Wang CH, Winnick AA, Ko YH, Wang Z, Chang TP. Test-retest reliability of subjective visual vertical measurements with lateral head tilt in virtual reality goggles. *Tzu Chi Med J.* 2021;33(3):294-300.
128. Dai T, Kurien G, Lin VY. Mobile phone app Vs bucket test as a subjective visual vertical test: a validation study. *J Otolaryngol Head Neck Surg.* 2020;49(1):6.
129. Pavan TZ, Funabashi M, Carneiro JA, Pontelli TE, Tedeschi W, Colafêmina JF, Carneiro AA. Software for subjective visual vertical assessment: an observational cross-sectional study. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2012;78(5):51-8.
130. Grove CR, Klatt BN, Wagner AR, Anson ER. Vestibular perceptual testing from lab to clinic: a review. *Frontiers in Neurology.* 2023;14.
131. Pereira CB, Kanashiro AK, Maia FM, Barbosa ER. Correlation of impaired subjective visual vertical and postural instability in Parkinson's disease. *J Neurol Sci.* 2014;346(1-2):60-5.
132. Frisen L. Ocular torsions and the subjective visual vertical with central vestibulo-ocular system lesions: independence disproved. *Acta Neurol Scand.* 2012;126(3):205-9.
133. Bonan IV, Hubeaux K, Gellez-Leman MC, Guichard JP, Vicaut E, Yelnik AP. Influence of subjective visual vertical misperception on balance recovery after stroke. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2007;78(1):49-55.
134. Price E. Subjective Visual Vertical and Otolith Compensation: Evaluating Off-Axis Rotation Stimulus in Healthy Controls. 2019.
135. Clarke AH, Schönfeld U, Helling K. Unilateral examination of utricle and saccule function. *J Vestib Res.* 2003;13(4-6):215-25.
136. Uloziene I, Totiliene M, Balnyte R, Kuzminiene A, Kregzdyte R, Paulauskas A, et al. Subjective visual vertical and visual dependency in patients with multiple sclerosis. *Mult Scler Relat Disord.* 2020;44:102255.

137. Dieterich M, Brandt T. Ocular torsion and perceived vertical in oculomotor, trochlear and abducens nerve palsies. *Brain*. 1993;116 ( Pt 5):1095-104.
138. Dichgans M, Dieterich M. Third nerve palsy with contralateral ocular torsion and binocular tilt of visual vertical, indicating a midbrain lesion. *Neuro-Ophthalmology*. 1995;15(6):315-20.
139. Versino M, Colnaghi S, Callieco R, Bergamaschi R, Romani A, Cosi V. Vestibular evoked myogenic potentials in multiple sclerosis patients. *Clin Neurophysiol*. 2002;113(9):1464-9.
140. Cochrane GD, Christy JB, Motl RW. Central Vestibular Functions Correlate With Fatigue and Walking Capacity in People With Multiple Sclerosis. *Phys Ther*. 2021;101(9).
141. Tarr MJ, Pinker S. Mental rotation and orientation-dependence in shape recognition. *Cognitive psychology*. 1989;21(2):233-82.
142. Shepard RN, Metzler J. Mental rotation of three-dimensional objects. *Science*. 1971;171(3972):701-3.
143. Zacks JM, Mires J, Tversky B, Hazeltine E. Mental spatial transformations of objects and perspective. *Spatial Cognition and Computation*. 2000;2:315-32.
144. Anomal RF, Brandão DS, de Souza RFL, de Oliveira SS, Porto SB, Hazin Pires IA, Pereira A, Jr. The spectral profile of cortical activation during a visuospatial mental rotation task and its correlation with working memory. *Front Neurosci*. 2023;17:1134067.
145. Jansen P, Kaltner S. Object-based and egocentric mental rotation performance in older adults: the importance of gender differences and motor ability. *Neuropsychol Dev Cogn B Aging Neuropsychol Cogn*. 2014;21(3):296-316.
146. Devlin AL, Wilson PH. Adult age differences in the ability to mentally transform object and body stimuli. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*. 2010;17(6):709-29.
147. Semrud-Clikeman M, Fine JG, Bledsoe J, Zhu DC. Gender differences in brain activation on a mental rotation task. *International Journal of Neuroscience*. 2012;122(10):590-7.
148. Cimadevilla JM, Piccardi L. Spatial skills. *Handb Clin Neurol*. 2020;175:65-79.
149. Hirnstein M, Bayer U, Hausmann M. Sex-specific response strategies in mental rotation. *Learning and Individual differences*. 2009;19(2):225-8.
150. Pietsch S, Jansen P. Different mental rotation performance in students of music, sport and education. *Learning and Individual Differences*. 2012;22:159-63.
151. Kawasaki T, Higuchi T. Improvement of Postural Stability During Quiet Standing Obtained After Mental Rotation of Foot Stimuli. *J Mot Behav*. 2016;48(4):357-64.

152. Drake JE, Simmons S, Rouser S, Poloes I, Winner E. Artists excel on image activation but not image manipulation tasks. *Empirical Studies of the Arts*. 2021;39(1):3-16.
153. Krupp LB, Elkins LE. Fatigue and declines in cognitive functioning in multiple sclerosis. *Neurology*. 2000;55(7):934-9.
154. Zacks JM. Neuroimaging studies of mental rotation: a meta-analysis and review. *Journal of cognitive neuroscience*. 2008;20(1):1-19.
155. Hawes Z, Sokolowski HM, Ononye CB, Ansari D. Neural underpinnings of numerical and spatial cognition: An fMRI meta-analysis of brain regions associated with symbolic number, arithmetic, and mental rotation. *Neurosci Biobehav Rev*. 2019;103:316-36.
156. Mishkin M, Lewis ME, Ungerleider LG. Equivalence of parieto-preoccipital subareas for visuospatial ability in monkeys. *Behav Brain Res*. 1982;6(1):41-55.
157. Zheng Y, Xie L, Huang Z, Peng J, Huang S, Guo R, et al. Enhanced activity of the left precuneus as a predictor of visuospatial dysfunction correlates with disease activity in rheumatoid arthritis. *European Journal of Medical Research*. 2023;28(1):276.
158. Cavanna AE, Trimble MR. The precuneus: a review of its functional anatomy and behavioural correlates. *Brain*. 2006;129(3):564-83.
159. Kawashima R, Roland PE, O'sullivan BT. Functional anatomy of reaching and visuomotor learning: a positron emission tomography study. *Cerebral Cortex*. 1995;5(2):111-22.
160. Oshio R, Tanaka S, Sadato N, Sokabe M, Hanakawa T, Honda M. Differential effect of double-pulse TMS applied to dorsal premotor cortex and precuneus during internal operation of visuospatial information. *Neuroimage*. 2010;49(1):1108-15.
161. Fiorio M, Tinazzi M, Aglioti SM. Selective impairment of hand mental rotation in patients with focal hand dystonia. *Brain*. 2006;129(1):47-54.
162. Darby RR, Joutsa J, Fox MD. Network localization of heterogeneous neuroimaging findings. *Brain*. 2019;142(1):70-9.
163. Weil RS, Hsu JK, Darby RR, Soussand L, Fox MD. Neuroimaging in Parkinson's disease dementia: connecting the dots. *Brain communications*. 2019;1(1):fcz006.
164. Tomasino B, Gremese M. Effects of stimulus type and strategy on mental rotation network: an activation likelihood estimation meta-analysis. *Frontiers in human neuroscience*. 2016;9:693.
165. Cohen MS, Kosslyn SM, Breiter HC, DiGirolamo GJ, Thompson WL, Anderson A, et al. Changes in cortical activity during mental rotation A mapping study using functional MRI. *Brain*. 1996;119(1):89-100.

166. Richter W, Somorjai R, Summers R, Jarmasz M, Menon RS, Gati JS, et al. Motor area activity during mental rotation studied by time-resolved single-trial fMRI. *Journal of Cognitive Neuroscience*. 2000;12(2):310-20.
167. Hiew S, Roothans J, Eldebakey H, Volkmann J, Zeller D, Reich MM. Imaging the spin: Disentangling the core processes underlying mental rotation by network mapping of data from meta-analysis. *Neurosci Biobehav Rev*. 2023;150:105187.
168. Kosslyn SM, DiGirolamo GJ, Thompson WL, Alpert NM. Mental rotation of objects versus hands: neural mechanisms revealed by positron emission tomography. *Psychophysiology*. 1998;35(2):151-61.
169. Steggemann Y, Engbert K, Weigelt M. Selective effects of motor expertise in mental body rotation tasks: comparing object-based and perspective transformations. *Brain and Cognition*. 2011;76(1):97-105.
170. Kessler K, Rutherford H. The two forms of visuo-spatial perspective taking are differently embodied and subserve different spatial prepositions. *Front Psychol*. 2010; 1: 213. 2010.
171. Vandenberg SG, Kuse AR. Mental rotations, a group test of three-dimensional spatial visualization. *Percept Mot Skills*. 1978;47(2):599-604.
172. Cooper LA, Shepard RN. Mental transformation in the identification of left and right hands. *Journal of Experimental psychology: Human perception and performance*. 1975;1(1):48.
173. McIntire JP, McIntire LK, Havig PR, editors. A variety of automated turing tests for network security: Using AI-hard problems in perception and cognition to ensure secure collaborations. 2009 international symposium on collaborative technologies and systems; 2009: IEEE.
174. Mou C. A Study of Embodiment and Its Relations with Body Awareness and Empathy. 2021.
175. Conson M, Santangelo G, Impallomeni R, Silvestre F, Peluso S, Esposito M. Spatial and egocentric mental rotation in patients with cervical dystonia. *Journal of Neurology*. 2020;267:2281-7.
176. Denney DR, Gallagher KS, Lynch SG. Deficits in processing speed in patients with multiple sclerosis: evidence from explicit and covert measures. *Arch Clin Neuropsychol*. 2011;26(2):110-9.
177. Tabrizi YM, Mazhari S, Nazari MA, Zangiabadi N, Sheibani V, Azarang S. Compromised motor imagery ability in individuals with multiple sclerosis and mild physical disability: an ERP study. *Clin Neurol Neurosurg*. 2013;115(9):1738-44.
178. Azin M, Zangiabadi N, Iranmanesh F, Baneshi MR, Banihashem S. Effects of Intermittent Theta Burst Stimulation on Manual Dexterity and Motor Imagery in Patients with Multiple Sclerosis: A Quasi-Experimental Controlled Study. *Iran Red Crescent Med J*. 2016;18(10):e27056.

179. Ayoobi F, Khalili P, Azin H, Shahrokhbadi S, Azin M. Effects of tactile stimulation on the sensory, motor and cognitive function in people with multiple sclerosis. *Clin Neurol Neurosurg.* 2021;205:106643.
180. Gäumann S, Gerber RS, Suica Z, Wandel J, Schuster-Amft C. A different point of view: the evaluation of motor imagery perspectives in patients with sensorimotor impairments in a longitudinal study. *BMC Neurol.* 2021;21(1):297.
181. Seebacher B, Reindl M, Kahraman T. Factors and strategies affecting motor imagery ability in people with multiple sclerosis: a systematic review. *Physiotherapy.* 2023;118:64-78.
182. Steiger KA. Information processing in multiple sclerosis: Accuracy versus speed [M.A.]. United States -- Kansas: University of Kansas; 2007.
183. Ayres AJ. Patterns of Perceptual-Motor Dysfunction in Children: A Factor Analytic Study. *Percept Mot Skills.* 1965;20:335-68.
184. Ayres AJ. Deficits in Sensory Integration in Educationally Handicapped Children. *J Learn Disabil.* 1969;2(3):160-8.
185. Ransil BJ, Schachter SC. Test-retest reliability of the Edinburgh Handedness Inventory and Global Handedness preference measurements, and their correlation. *Percept Mot Skills.* 1994;79(3 Pt 1):1355-72.
186. Oldfield RC. The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia.* 1971;9(1):97-113.
187. UYSAL SA, Ekinci Y, Çoban F, Yakut Y. Edinburgh el tercihi anketi Türkçe güvenilirliğinin araştırılması. *Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation.* 2019;6(2):112-8.
188. Busch D, Hagemann N, Bender N. The dimensionality of the Edinburgh Handedness Inventory: An analysis with models of the item response theory. *Laterality.* 2010;15(6):610-28.
189. Daiber HF, Gnugnoli DM. Visual Acuity. *StatPearls.* Treasure Island (FL)2023.
190. Davis AS, Hertz J, Williams RN, Gupta AS, Ohly JG. The influence of corrected visual acuity on visual attention and incidental learning in patients with multiple sclerosis. *Appl Neuropsychol.* 2009;16(3):165-8.
191. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res.* 1975;12(3):189-98.
192. Gungen C, Ertan T, Eker E, Yasar R, Engin F. [Reliability and validity of the standardized Mini Mental State Examination in the diagnosis of mild dementia in Turkish population]. *Turk Psikiyatri Derg.* 2002;13(4):273-81.
193. Salis F, Costagiu D, Mandas A. Mini-Mental State Examination: Optimal Cut-Off Levels for Mild and Severe Cognitive Impairment. *Geriatrics (Basel).* 2023;8(1).

194. Zigmond AS, Snaith RP. The hospital anxiety and depression scale. *Acta Psychiatr Scand.* 1983;67(6):361-70.
195. Snaith RP. The Hospital Anxiety And Depression Scale. *Health Qual Life Outcomes.* 2003;1:29.
196. Herrmann C. International experiences with the Hospital Anxiety and Depression Scale--a review of validation data and clinical results. *J Psychosom Res.* 1997;42(1):17-41.
197. Bjelland I, Dahl AA, Haug TT, Neckelmann D. The validity of the Hospital Anxiety and Depression Scale. An updated literature review. *J Psychosom Res.* 2002;52(2):69-77.
198. Aydemir O. Hastane anksiyete ve depresyon olcegi Turkce formunun gecerlilik ve guvenilirliigi. *Turk Psikiyatri Derg.* 1997;8:187-280.
199. Honarmand K, Feinstein A. Validation of the Hospital Anxiety and Depression Scale for use with multiple sclerosis patients. *Mult Scler.* 2009;15(12):1518-24.
200. Watson TM, Ford E, Worthington E, Lincoln NB. Validation of mood measures for people with multiple sclerosis. *Int J MS Care.* 2014;16(2):105-9.
201. Armutlu K, Korkmaz NC, Keser I, Sumbuloglu V, Akbiyik DI, Guney Z, Karabudak R. The validity and reliability of the Fatigue Severity Scale in Turkish multiple sclerosis patients. *Int J Rehabil Res.* 2007;30(1):81-5.
202. Kurtzke JF. Rating neurologic impairment in multiple sclerosis: an expanded disability status scale (EDSS). *Neurology.* 1983;33(11):1444-52.
203. Claerbout M, Gebara B, Ilsbrouckx S, Verschueren S, Peers K, Van Asch P, Feys P. Effects of 3 weeks' whole body vibration training on muscle strength and functional mobility in hospitalized persons with multiple sclerosis. *Mult Scler.* 2012;18(4):498-505.
204. Stratford PW, Balsor BE. A comparison of make and break tests using a hand-held dynamometer and the Kin-Com. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1994;19(1):28-32.
205. Bohannon RW. Test-retest reliability of hand-held dynamometry during a single session of strength assessment. *Phys Ther.* 1986;66(2):206-9.
206. Benedict RH, Amato MP, Boringa J, Brochet B, Foley F, Fredrikson S, et al. Brief International Cognitive Assessment for MS (BICAMS): international standards for validation. *BMC Neurol.* 2012;12:55.
207. Ozakbas S, Yigit P, Cinar BP, Limoncu H, Kahraman T, Kösehasanoğulları G. The Turkish validation of the Brief International Cognitive Assessment for Multiple Sclerosis (BICAMS) battery. *BMC Neurol.* 2017;17(1):208.
208. Elrahim RMA, Embaby EA, Ali MF, Kamel RM. Inter-rater and intra-rater reliability of Kinovea software for measurement of shoulder range of motion. *Bulletin of Faculty of Physical Therapy.* 2016;21:80-7.

209. Abd El-Raheem RM, Kamel RM, Ali MF. Reliability of using Kinovea program in measuring dominant wrist joint range of motion. *Trends in Applied Sciences Research*. 2015;10(4):224.
210. Elwardany SH, Eleiny KEA, Arabia S. Reliability of Kinovea computer program in measuring cervical range of motion in sagittal plane. *Open Access Library Journal*. 2015;2(09):1.
211. Augustine C, Gujjari AK, Paul N, Neelan S, Swamy R. Prosthetic Rehabilitation and Its Effect on Head Posture. *Cureus*. 2022.
212. Sharifnezhad A, Raissi GR, Forogh B, Soleymanzadeh H, Mohammadpour S, Daliran M, Bagherzadeh Cham M. The Validity and Reliability of Kinovea Software in Measuring Thoracic Kyphosis and Lumbar Lordosis. *Iranian Rehabilitation Journal*. 2021;19(2):129-36.
213. Silva AG, Punt TD, Sharples P, Vilas-Boas JP, Johnson MI. Head posture and neck pain of chronic nontraumatic origin: a comparison between patients and pain-free persons. *Arch Phys Med Rehabil*. 2009;90(4):669-74.
214. Raine S, Twomey LT. Head and shoulder posture variations in 160 asymptomatic women and men. *Arch Phys Med Rehabil*. 1997;78(11):1215-23.
215. Kuo YL, Lee TH, Tsai YJ. Evaluation of a Cervical Stabilization Exercise Program for Pain, Disability, and Physical Impairments in University Violinists with Nonspecific Neck Pain. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(15).
216. Menon KV, Tahasildar NS. What Constitutes Shoulder Imbalance in Adolescent Idiopathic Scoliosis? Aesthetic Threshold for Surgical Correction. *World Neurosurg*. 2020;138:e827-e38.
217. Ferreira EA, Duarte M, Maldonado EP, Bersanetti AA, Marques AP. Quantitative assessment of postural alignment in young adults based on photographs of anterior, posterior, and lateral views. *J Manipulative Physiol Ther*. 2011;34(6):371-80.
218. <http://www.mvrc.pitt.edu/files/svv-bucket-how-to.pdf>. [
219. Wajon A. Recognise (TM) Hands app for graded motor imagery training in chronic pain. *Journal of physiotherapy*. 2014;60:117.
220. Moseley GL, Butler DS, Beames TB, Giles TJ. *The graded motor imagery handbook: Noigroup publications*; 2012.
221. Madan CR, Singhal A. Introducing TAMI: an objective test of ability in movement imagery. *J Mot Behav*. 2013;45(2):153-66.
222. Madan CR, Singhal A. No sex differences in the TAMI. *Cogn Process*. 2015;16(2):203-9.
223. Madan CR, Singhal A. Improving the TAMI for use with athletes. *J Sports Sci*. 2014;32(14):1351-6.
224. Hayran M. Sağlık araştırmaları için temel istatistik: Omega Araştırma; 2011.

225. Leray E, Yaouanq J, Le Page E, Coustans M, Laplaud D, Oger J, Edan G. Evidence for a two-stage disability progression in multiple sclerosis. *Brain*. 2010;133(7):1900-13.
226. Zurawski J, Glanz BI, Chua A, Lokhande H, Rotstein D, Weiner H, et al. Time between expanded disability status scale (EDSS) scores. *Multiple sclerosis and related disorders*. 2019;30:98-103.
227. Kuhlmann T, Lingfeld G, Bitsch A, Schuchardt J, Brück W. Acute axonal damage in multiple sclerosis is most extensive in early disease stages and decreases over time. *Brain*. 2002;125(Pt 10):2202-12.
228. Gmeindl L, Courtney SM. Deconstructing spatial working memory and attention deficits in multiple sclerosis. *Neuropsychology*. 2012;26(1):57-70.
229. De Sonneville LM, Boringa JB, Reuling IE, Lazeron RH, Adèr HJ, Polman CH. Information processing characteristics in subtypes of multiple sclerosis. *Neuropsychologia*. 2002;40(11):1751-65.
230. Decety J, Grèzes J. Neural mechanisms subserving the perception of human actions. *Trends Cogn Sci*. 1999;3(5):172-8.
231. Beier M, Gromisch ES, Hughes AJ, Alschuler KN, Madathil R, Chiaravalloti N, Foley FW. Proposed cut scores for tests of the Brief International Cognitive Assessment of Multiple Sclerosis (BICAMS). *J Neurol Sci*. 2017;381:110-6.
232. Cochrane GD, Christy JB, Motl RW. Comprehensive Clinical Assessment of Vestibular Function in Multiple Sclerosis. *J Neurol Phys Ther*. 2021;45(3):228-34.
233. Ferreira LR, Ferreira F, Campos FA, Luvizutto GJ, Souza L. Evaluation of subjective vertical perception among stroke patients: a systematic review. *Arq Neuropsiquiatr*. 2021;79(11):1026-34.
234. Friedmann G. The judgement of the visual vertical and horizontal with peripheral and central vestibular lesions. *Brain*. 1970;93(2):313-28.
235. Davalos-Bichara M, Agrawal Y. Normative results of healthy older adults on standard clinical vestibular tests. *Otol Neurotol*. 2014;35(2):297-300.
236. Razzak RA, Bagust J, Docherty S, Hussein W, Al-Otaibi A. Augmented asymmetrical visual field dependence in asymptomatic diabetics: evidence of subclinical asymmetrical bilateral vestibular dysfunction. *J Diabetes Complications*. 2015;29(1):68-72.
237. Ferreira MM, Cunha F, Ganança CF, Ganança MM, Caovilla HH. Subjective visual vertical with the bucket method in Brazilian healthy individuals. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2016;82(4):442-6.
238. Ferreira MM, Ganança MM, Caovilla HH. Subjective visual vertical after treatment of benign paroxysmal positional vertigo. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2017;83(6):659-64.

239. Aldughmi M, Huisinga J, Lynch SG, Siengsukon CF. The relationship between fatigability and sleep quality in people with multiple sclerosis. *Mult Scler J Exp Transl Clin.* 2016;2:2055217316682774.
240. Morrow SA, Rosehart H, Johnson AM. Diagnosis and quantification of cognitive fatigue in multiple sclerosis. *Cogn Behav Neurol.* 2015;28(1):27-32.
241. Chinnadurai SA, Venkatesan SA, Shankar G, Samivel B, Ranganathan LN. A study of cognitive fatigue in Multiple Sclerosis with novel clinical and electrophysiological parameters utilizing the event related potential P300. *Mult Scler Relat Disord.* 2016;10:1-6.
242. Tommasin S, De Luca F, Ferrante I, Gurreri F, Castelli L, Ruggieri S, et al. Cognitive fatigability is a quantifiable distinct phenomenon in multiple sclerosis. *J Neuropsychol.* 2020;14(3):370-83.



## 8. EKLER

### EK-1: Tez Çalışması ile İlgili Etik Kurul İzni



T.C.  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : 16969557-1675

Konu : ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

**Toplantı Tarihi** : 20 EYLÜL 2022 SALI

**Toplantı No** : 2022/14

**Proje No** : GO 22/832 (Değerlendirme Tarihi: 20.09.2022)

**Karar No** : 2022/14-11

Üniversitemiz Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi öğretim üyelerinden Doç. Dr. Yeliz SALCI'nın sorumlu araştırmacı olduğu, Doç. Dr. Ayla Fil BALKAN, Prof. Dr. Meryem Ashı TUNCER ile birlikte çalışacakları ve Fzt. Merve ÜNAL'ın yüksek lisans tezi olan, GO 22/832 kayıt numaralı "*Multipl Skleroz Hastalarında Vertikalite Algısının İncelenmesi ve Mental Rotasyon Yeteneği ile İlişkisinin Araştırılması*" başlıklı proje önerisi araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, 21 Eylül 2022 - 21 Mart 2024 tarihleri arasında geçerli olmak üzere etik açıdan **uygun bulunmaktadır**. Çalışma tamamlanıldığında sonuçlarını içeren bir rapor örneğinin Etik Kurulumuza gönderilmesi gerekmektedir.

1. Prof. Dr. Nüket Paksoy <del>AYDIN</del> BAYDAR	(Başkan)	8. Doç. Dr. Betül Çelebi SALTIK	(Üye)
2. Prof. Dr. G. Burça AYDIN	(Üye)	9. Doç. Dr. Hande Güney DENİZ	(Üye)
3. Prof. Dr. M. Özgür UYANIK	(Üye)	10. Doç. Dr. Merve BATUK	(Üye)
4. Prof. Dr. Ayşe Kin İŞLER	(Üye)	11. Doç. Dr. Gülten KOÇ	(Üye)
5. Prof. Dr. Sibel PEHLİVAN	(Üye)	12. Dr. Öğr. Üyesi Müge DEMİR	(Üye)
6. Prof. Dr. Tolga YILDIRIM	(Üye)	<b>İZİNLİ</b> 13. Av. Buket ÇINAR	(Üye)
<b>İZİNLİ</b> 7. Doç. Dr. H. Tuna Çak ESEN			

## EK-2: Aydınlatılmış Onam Formu

### MULTIPL SKLEROZ HASTALARI İÇİN AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU

#### *(Hekimin/Fizyoterapistin Açıklaması)*

Sayın Katılımcı,

Araştırmamızın ismi, “**Multipl Skleroz Hastalarında Vertikalite Algısının İncelenmesi ve Mental Rotasyon Yeteneği ile İlişkisinin Araştırılması**” dır. Yaptığımız bu çalışma; Multipl Skleroz hastalarında vertikalite algısı ve bu algının mental rotasyon yeteneği ile ilişkisi konusunda klinik ve bilimsel araştırmalara yol gösterecek yeni bir çalışma niteliğindedir.

Vertikalite algısı, kişinin yerçekimi alanında neyin yukarıda ve neyin aşağıda olduğunu ve bunların sapsmalarını doğru bir şekilde tespit etmelerini sağlayan birden fazla duyunun kullanıldığı bir algıdır. Mental rotasyon ise iki veya üç boyutlu nesnelerin zihinsel temsillerini döndürme yeteneğidir. Biz de yapacağımız bu çalışmada vertikalite algısının değerlendirilmesi testinden ve mental rotasyon yeteneğinin değerlendirilmesi testlerinden alacağımız bilgiler dahilinde bu iki yapının Multipl Skleroz hastalarında birbiriyle ilişkili olup olmadığını belirlemeyi amaçlamaktayız. Yapacağımız bu çalışmanın literatüre katkılarının olacağı düşüncesindeyiz. Bu çalışmaya katılımınız araştırmanın başarısı için önemlidir. Sizin de bu çalışmaya katılmanızı öneriyoruz. Ancak bu araştırmaya katılıp katılmamakta serbestsiniz. Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayalıdır. Kararınızdan önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Bu bilgileri okuyup anladıktan sonra araştırmaya katılmak isterseniz formu imzalayınız.

Araştırma Hacettepe Üniversitesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi’nde yapılacaktır. Eğer araştırmaya katılmayı kabul ederseniz Fzt. Merve Ünal tarafından değerlendirileceksiniz ve bulgularınız kaydedilecektir.

COVID-19 pandemisi önlemleri kapsamında; değerlendirmeye alınan katılımcılar arasında en az 1 saat olacaktır. Değerlendirici önlük, maske, siperlik ve eldiven kullanacak olup katılımcı ise çift maske takarak değerlendirme odasına girecektir. Değerlendirmeler sırasında odanın penceresi açık tutulacaktır. Katılımcı odadan çıktıktan sonra genel hijyen kuralları çerçevesinde oda havalandırılıp temas edilen yüzeyler dezenfekte edilecektir. Bu işlemin ardından yaklaşık bir saat sonra ikinci katılımcı kabul edilecektir.

Çalışmaya başlamadan önce size çalışma hakkında bilgi verilecektir ve izniniz doğrultusunda yaş, cinsiyet, boy, vücut ağırlığı, meslek, özgeçmiş ve soygeçmiş bilgileri alınacaktır. Yapılacak olan değerlendirmeler toplamda en fazla 1 saatinizi alacaktır. Değerlendirmeler sırasında sağ-sol ayırım yeteneğiniz, baskın olan eliniz, görme keskinliğiniz, anksiyete ve depresyon düzeyiniz, yorgunluk şiddetiniz, hastalık şiddetiniz, kognitif durumunuz, kas kuvvetiniz, gövde ve duruşunuz, vertikalite algınız ve mental rotasyon yeteneğiniz değerlendirilecek ve sonuçlar daha sonra incelenmek üzere kaydedilecektir.

Bu değerlendirmeler herhangi bir müdahaleyi içermiyor olup, size sorulacak sorulara cevap vermenizi ve basit değerlendirme yöntemlerini içeriyor. Değerlendirme size zarar verecek herhangi bir risk içermemektedir. Değerlendirmeler esnasında herhangi bir ağrı veya sızı hissetmeyeceksiniz. Bu çalışmaya katılmanız için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katıldığınız için size ek bir ödeme de yapılmayacaktır. Sizinle

ilgili tıbbi bilgiler gizli tutulacak, ancak çalışmanın kalitesini denetleyen görevliler, etik kurullar ya da resmi makamlarca gereği halinde incelenebilecektir. Bu çalışmaya katılmayı reddedebilirsiniz. Bu araştırmaya katılmak tamamen isteğe bağlıdır. Yine çalışmanın herhangi bir aşamasında onayınızı çekme hakkına da sahiptir.

**(Katılımcının/Hastanın Beyanı)**

Sayın Fzt. Merve Ünal tarafından Hacettepe Üniversitesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi'nde bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya "katılımcı" olarak davet edildim.

Eğer bu araştırmaya katılırsam fizyoterapist ile aramda kalması gereken bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük özen ve saygı ile yaklaşılabileceğine inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin ihtimamla korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi.

Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim (ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağına bilincindeyim). Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı tutulabilirim. Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır. İster doğrudan, ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorunumun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi (bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğim). Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaştığında; herhangi bir saatte, sorumlu araştırmacı Doç. Dr. Yeliz Sancı'ya no'lu telefonda, Fzt. Merve Ünal'a no'lu telefonda ulaşabileceğimi biliyorum.

Araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun tıbbi bakımına ve fizyoterapist ile olan ilişkime herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum. Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde "katılımcı" olarak yer alma kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

İmzalı bu form kağıdının bir kopyası bana verilecektir.

**Katılımcı**

Adı, soyadı:  
Adres:  
Tel.  
İmza:

**Görüşme tanığı**

Adı, soyadı:  
Adres:  
Tel.  
İmza:

**Katılımcı ile görüşen fizyoterapist**

Adı soyadı : Fzt. Merve Ünal  
Adres: Hacettepe Üniversitesi, FTR Fakültesi  
  
06100 Samanpazarı / Ankara  
Tel:  
İmza:

**Sorumlu araştırmacı**

Adı soyadı: Doç. Dr. Yeliz Sancı  
Adres: Hacettepe Üniversitesi,  
FTR Fakültesi  
06100 Samanpazarı / Ankara  
Tel:  
İmza:

## SAĞLIKLI BİREYLER İÇİN AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU

### (*Hekimin/Fizyoterapistin Açıklaması*)

Sayın Katılımcı,

Araştırmamızın ismi, “**Multipl Skleroz Hastalarında Vertikalite Algısının İncelenmesi ve Mental Rotasyon Yeteneği ile İlişkisinin Araştırılması**” dır. Yaptığımız bu çalışma; Multipl Skleroz hastalarında vertikalite algısı ve bu algının mental rotasyon yeteneği ile ilişkisi konusunda klinik ve bilimsel araştırmalara yol gösterecek yeni bir çalışma niteliğindedir.

Vertikalite algısı, kişinin yerçekimi alanında neyin yukarıda ve neyin aşağıda olduğunu ve bunların sapmalarını doğru bir şekilde tespit etmelerini sağlayan birden fazla duyunun kullanıldığı bir algıdır. Mental rotasyon ise iki veya üç boyutlu nesnelerin zihinsel temsillerini döndürme yeteneğidir. Biz de yapacağımız bu çalışmada vertikalite algısının değerlendirilmesi testinden ve mental rotasyon yeteneğinin değerlendirilmesi testlerinden alacağımız bilgiler dahilinde bu iki yapının Multipl Skleroz hastalarında birbiriyle ilişkili olup olmadığını belirlemeyi amaçlamaktayız. Yapacağımız bu çalışmanın literatüre katkılarının olacağı düşüncesindeyiz. Bu çalışmaya katılımınız araştırmanın başarısı için önemlidir. Sizin de bu çalışmaya katılmanızı öneriyoruz. Ancak bu araştırmaya katılıp katılmamakta serbestsiniz. Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayalıdır. Kararınızdan önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Bu bilgileri okuyup anladıktan sonra araştırmaya katılmak isterseniz formu imzalayınız.

Araştırma Hacettepe Üniversitesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi’nde yapılacaktır. Eğer araştırmaya katılmayı kabul ederseniz Fzt. Merve Ünal tarafından değerlendirileceksiniz ve bulgularınız kaydedilecektir.

COVID-19 pandemisi önlemleri kapsamında; değerlendirmeye alınan katılımcılar arasında en az 1 saat olacaktır. Değerlendirici önlük, maske, siperlik ve eldiven kullanacak olup katılımcı ise çift maske takarak değerlendirme odasına girecektir. Değerlendirmeler sırasında odanın penceresi açık tutulacaktır. Katılımcı odadan çıktıktan sonra genel hijyen kuralları çerçevesinde oda havalandırılıp temas edilen yüzeyler dezenfekte edilecektir. Bu işlemin ardından yaklaşık bir saat sonra ikinci katılımcı kabul edilecektir.

Çalışmaya başlamadan önce size çalışma hakkında bilgi verilecektir ve izniniz doğrultusunda yaş, cinsiyet, boy, vücut ağırlığı, meslek, özgeçmiş ve soygeçmiş bilgileri alınacaktır. Yapılacak olan değerlendirmeler toplamda en fazla 1 saatinizi alacaktır. Değerlendirmeler sırasında sağ-sol ayırım yeteneğiniz, baskın olan eliniz, görme keskinliğiniz, anksiyete ve depresyon düzeyiniz, kognitif durumunuz, kas kuvvetiniz, gövde ve duruşunuz, vertikalite algınız ve mental rotasyon yeteneğiniz değerlendirilecek ve sonuçlar daha sonra incelenmek üzere kaydedilecektir.

Bu değerlendirmeler herhangi bir müdahaleyi içermiyor olup, size sorulacak sorulara cevap vermenizi ve basit değerlendirme yöntemlerini içeriyor. Değerlendirme size zarar verecek herhangi bir risk içermemektedir. Değerlendirmeler esnasında herhangi bir ağrı veya sızı hissetmeyeceksiniz. Bu çalışmaya katılmanız için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katıldığınız için size ek bir ödeme de yapılmayacaktır. Sizinle ilgili tıbbi bilgiler gizli tutulacak, ancak çalışmanın kalitesini denetleyen görevliler, etik kurullar ya da resmi makamlarca gereği halinde incelenebilecektir. Bu çalışmaya katılmayı reddedebilirsiniz. Bu araştırmaya katılmak tamamen isteğe bağlıdır. Yine çalışmanın herhangi bir aşamasında onayınızı çekme hakkına da sahibsiniz.

**(Katılımcının/Hastanın Beyanı)**

Sayın Fzt. Merve Ünal tarafından Hacettepe Üniversitesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi'nde bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya "katılımcı" olarak davet edildim.

Eğer bu araştırmaya katılırsam fizyoterapist ile aramda kalması gereken bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük özen ve saygı ile yaklaşılacağına inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin ihtimamla korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi.

Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim (ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağına bilincindeyim). Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı tutulabilirim. Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır. İster doğrudan, ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorunumun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi (bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğim). Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaştığımda; herhangi bir saatte, sorumlu araştırmacı Doç. Dr. Yeliz Salcı'ya no'lu telefonda, Fzt. Merve Ünal'a no'lu telefonda ulaşabileceğimi biliyorum.

Araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun tıbbi bakımına ve fizyoterapist ile olan ilişkiye herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum. Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde "katılımcı" olarak yer alma kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

İmzalı bu form kağıdının bir kopyası bana verilecektir.

**Katılımcı**

Adı, soyadı:

Adres:

Tel.

İmza:

**Görüşme tanığı**

Adı, soyadı:

Adres:

Tel.

İmza:

**Katılımcı ile görüşen fizyoterapist**

Adı soyadı : Fzt. Merve Ünal

Adres: Hacettepe Üniversitesi, FTR Fakültesi

06100 Samanpazarı / Ankara

Tel:

İmza:

**Sorumlu araştırmacı**

Adı soyadı: Doç. Dr. Yeliz Salcı

Adres: Hacettepe Üniversitesi, FTR Fakültesi  
06100 Samanpazarı / Ankara

Tel:

İmza:

**EK-3: Değerlendirme Formu**

<b>Değerlendirme Formu</b>		Katılımcı Numarası:	
Yaş:	Cinsiyet: <input type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/> E		
Boy:	Vücut ağırlığı:	Vücut Kütle İndeksi:	
Öğrenim durumu (bitirdiği okul): İlköğretim <input type="checkbox"/> Ortaöğretim <input type="checkbox"/> Üniversite ve üstü <input type="checkbox"/>	Medeni durum: Evliliği <input type="checkbox"/> Bekar <input type="checkbox"/> Boşanmış <input type="checkbox"/>	Çalışma durumu: Çalışıyor <input type="checkbox"/> Çalışmıyor <input type="checkbox"/> Mesleği:	
Geçmişte/şu anda atletik, müzikal, sanatsal bir uğraşısı var mı? Varsa nedir?			
Özgeçmiş ve soygeçmiş:			
Kullandığı ilaçlar:			
Hastalığın başlangıç yılı/belirtileri:		İlk ve son atak tarihi:	
Fizik tedavi ve rehabilitasyon seansı alıyor mu? <input type="checkbox"/> Evet <input type="checkbox"/> Hayır Ne kadar süredir seans alıyor?			
EDSS:	Kronik ağrı (6aydan uzun süren): <input type="checkbox"/> Var <input type="checkbox"/> Yok		
Sağ-Sol Ayırım Testi: .../20	Edinburgh El Tercihi:	Mini Mental Durum Testi: .../31	
Snellen Görme Keskinliği Testi Sol Göz: Sağ Göz:	Hastane Anksiyete ve Depresyon Ölçeği Anksiyete: Depresyon:	Yorgunluk Şiddet Ölçeği: TAMI:	

Recognise Uygulamaları	El		Ayak		Boyun	
	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol
Reaksiyon Zamanı (sn)						
Doğru Cevap Yüzdesi (%)						

Kas kuvveti (Sağ)	1	2	3	Ort	Kas kuvveti (Sol)	1	2	3	Ort
Ayak bileği DF					Ayak bileği DF				
Diz flex					Diz flex				
Diz ext					Diz ext				
Kalça flex					Kalça flex				

SVV	1	2	3	4	5	Ort
Saat yönü						
Saat yönünün tersi						
SVV ortalaması (10 tekrar):						

**EK-4: Sağ-Sol Ayırım Testi**

<b>Sağ-Sol Ayırım Testi</b>			
	<b>0 Puan</b>	<b>1 Puan</b>	<b>2 Puan</b>
Sağ elinizle beni gösteriniz.			
Sol kulağınıza dokununuz.			
Sağ eliniz ile bu kalemi tutunuz.			
Sağ elime dokununuz.			
Bu kalem sağ yanınızda mı, sol yanınızda mı? (Kalem hastanın sağ yanındadır)			
Sağ gözünüze dokununuz.			
Sağ ayağınızla beni gösteriniz.			
Bu kalem sizin sağ yanınızda mı, sol yanınızda mı? (Kalem hastanın sol yanındadır)			
Benim sol elimi gösteriniz.			
<b>Toplam Puan</b>	<b>..../20</b>		

### EK-5: Edinburgh El Tercihi Anketi

#### Edinburgh El Tercihi Anketi

Lütfen aşağıdaki aktivitelerde sağ veya sol hangi elinizi kullanıyorsanız onun bulunduğu kutuyu işaretleyiniz.

Eğer sadece o elinizi o aktivite için kullanıyor, diğer elinizi aynı aktivitede hiç kullanmıyorsanız 2 kutuya birden işaret koyunuz. Eğer iki elinizi de kullanarak o aktiviteyi yapıyorsanız hem sağ hem sol kolona işaret koyunuz.

Aşağıdaki bazı aktiviteler iki elinizle yapılan aktivitelerdir. Bu durumda, işlemin gerçekleştirilen kısmı parantez içinde belirtilmiştir. Bu aktiviteyi hangi elinizi kullanarak yapıyorsanız onu işaretleyiniz.

Lütfen bütün soruları cevaplayınız ve sadece o işlevi daha önce deneyimlemediyseniz boş bırakınız.

	Sol		Sağ	
Yazı yazma				
Resim çizme				
Fırlatma				
Makas kullanma				
Diş fırçası				
Bıçak(çatalsız)				
Kaşık				
Saplı süpürge ile süpürme (kollar)				
Kibrit yakma (eşleştirme)				
Kutu açma (kapak)				
Toplam(her iki sütündeki işaretler)				

## EK-6: Standardize Mini Mental Test

<b>Standardize Mini Mental Test</b>	
<b>Oryantasyon (10)</b>	
Hangi yıl içindeyiz? (1)	
Hangi mevsimdeyiz? (1)	
Hangi aydayız? (1)	
Bugün ayın kaçı? (1)	
Hangi gündeyiz? (1)	
Hangi ülkede yaşıyoruz? (1)	
Şu an hangi şehirde bulunmaktasınız? (1)	
Şu an bulunduğunuz semt neresidir? (1)	
Şu an bulunduğunuz bina neresidir? (1)	
Şu an bu binada kaçınca kattasınız? (1)	
<b>Kayıt Hafızası (3)</b>	
Size birazdan söyleyeceğim 3 ismi dikkatlice dinleyip ben bitirdikten sonra tekrarlayın. (20sn)	Masa(1) Bayrak(1) Elbise(1)
<b>Dikkat ve Hesap Yapma (5)</b>	
100'den geriye doğru 7 çıkartarak gidin. Dur deyinceye kadar devam edin.	100-93-86-79-72-65 (Hepsi 1'er puan)
<b>Hatırlama (3)</b>	
Yukarıda tekrar ettiğiniz kelimeleri tekrar söyleyin.	Masa(1) Bayrak(1) Elbise(1)
<b>Lisan (9)</b>	
Bu gördüğünüz nesnelerin isimleri nelerdir? (20sn)	Saat(1) Kalem(1)
Şimdi size söyleyeceğim cümleyi dikkatlice dinleyin ve ben bitirdikten sonra tekrar edin. (20sn)	Eğer ve fakat istemiyorum. (1)
Şimdi sizden bir şey yapmanızı isteyeceğim, beni dikkatlice dinleyin ve söylediğimi yapın. (30sn)	Masada duran kağıdı elinizle alın, (1) iki elinizle ikiye katlayın (1) ve yere bırakın lütfen. (1)
Şimdi size bir cümle vereceğim. Okuyun ve yazıda söylenen şeyi yapın.	GÖZLERİNİZİ KAPATIN. (1)
Şimdi vereceğim kağıda aklınıza gelen anlamlı bir cümleyi yazın.	(1)
Size göstereceğim şeklin aynısını çizin.	(1)
<b>Toplam Puan</b>	<b>...../31</b>



## EK-7: Hastane Anksiyete ve Depresyon Ölçeği

### Hastane Anksiyete ve Depresyon Ölçeği:

Her maddeyi okuyun ve son birkaç gününüzü göz önünde bulundurarak nasıl hissettiğinizi en iyi ifade eden yanıtın yanındaki kutucuğu işaretleyin. Yanıtınız için çok düşünmeyin, aklınıza ilk gelen yanıt en doğrusu olacaktır.

1. Kendimi gergin “patlayacak gibi” hissediyorum.

Çoğu zaman (3)	Birçok zaman (2)	Zaman zaman, bazen (1)	Hiçbir zaman (0)
----------------	------------------	------------------------	------------------

2. Eskiden zevk aldığım şeylerden hala zevk alıyorum.

Aynı eskisi kadar (0)	Yalnızca biraz eskisi kadar (2)
Pek eskisi kadar değil (1)	Hiçbir zaman (3)

3. Sanki kötü bir şey olacakmış gibi bir korkuya kapılıyorum.

Kesinlikle öyle ve oldukça da şiddetli (3)	Biraz, ama beni endişelendirmiyor (1)
Evet, ama çok da şiddetli değil (2)	Hayır, hiç de öyle değil (0)

4. Gülebiliyorum ve olayların komik tarafını görebiliyorum.

Her zaman olduğu kadar (0)	Kesinlikle o kadar değil (2)
Şimdi pek o kadar değil (1)	Artık hiç değil (3)

5. Aklımdan endişe verici düşünceler geçiyor.

Çoğu zaman (3)	Birçok zaman (2)	Zaman zaman, çok sık değil (1)	Yalnızca bazen (0)
----------------	------------------	--------------------------------	--------------------

6. Kendimi neşeli hissediyorum.

Hiçbir zaman (3)	Sık değil (2)	Bazen (1)	Çoğu zaman (0)
------------------	---------------	-----------	----------------

7. Rahat rahat oturabiliyorum ve kendimi rahat hissediyorum.

Kesinlikle (0)	Genellikle (1)	Sık değil (2)	Hiçbir zaman (3)
----------------	----------------	---------------	------------------

8. Kendimi sanki durgunlaşmış gibi hissediyorum.

Hemen hemen her zaman (3)	Çok sık (2)	Bazen (1)	Hiçbir zaman (0)
---------------------------	-------------	-----------	------------------

9. Sanki içim pır pır ediyormuş gibi bir tedirginliğe kapılıyorum.

Hiçbir zaman (0)	Bazen (1)	Oldukça sık (2)	Çok sık (3)
------------------	-----------	-----------------	-------------

10. Dış görünüşüme ilgimi kaybettim.

Kesinlikle (3)	Pek o kadar özen göstermeyebilirim (1)
Gerektirdiği kadar özen göstermiyorum (2)	Her zamanki kadar özen gösteriyorum (0)

11. Kendimi sanki hep bir şey yapmak zorundaymışım gibi huzursuz hissediyorum.

Gerçekten de çok fazla (3)	Oldukça fazla (2)	Çok fazla değil (1)	Hiç değil (0)
----------------------------	-------------------	---------------------	---------------

12. Olacakları zevkle bekliyorum.

Her zaman olduğu kadar (0)	Her zamankinden kesinlikle daha az (2)
Her zamankinden biraz daha az (1)	Hemen hemen hiç (3)

13. Aniden panik duygusuna kapılıyorum.

Gerçekten de çok sık (3)	Oldukça sık (2)	Çok sık değil (1)	Hiçbir zaman (0)
--------------------------	-----------------	-------------------	------------------

14. İyi bir kitap, televizyon ya da radyo programından zevk alabiliyorum.

Sıklıkla (0)	Bazen (1)	Pek sık değil (2)	Çok seyrek (3)
--------------	-----------	-------------------	----------------

Toplam Puan	Anksiyete: .....	Depresyon: .....
-------------	------------------	------------------

## EK-8: Yorgunluk Şiddet Ölçeği

### Yorgunluk Şiddet Ölçeği:

Bugün de dahil olmak üzere son bir hafta içinde ne derecede yorgun olduğunuzu öğrenmek istiyoruz. Lütfen bu ifadeleri dikkatlice okuyunuz. Size en uygun rakamın olduğu bölgeyi işaretleyiniz.

Puanlamaya Ait İfadeler		
1.Kesinlikle katılmıyorum 2.Katılmıyorum	3.Katılmama eğilimindeyim 4.Kararsızım	5.Katılma eğilimindeyim 6.Katılıyorum 7.Kesinlikle katılıyorum

**(1) Yorgun olduğum zaman motivasyonum azalır.**

Hiç katılmıyorum 

0	1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---	---

 Katılıyorum

**(2) Egzersiz yapmak beni yoruyor.**

Hiç katılmıyorum 

0	1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---	---

 Katılıyorum

**(3) Kolay yoruluyorum.**

Hiç katılmıyorum 

0	1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---	---

 Katılıyorum

**(4) Yorgunluk fiziksel fonksiyonumu etkiler.**

Hiç katılmıyorum 

0	1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---	---

 Katılıyorum

**(5) Yorgunluk benim için sıklıkla problemlere neden olur.**

Hiç katılmıyorum 

0	1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---	---

 Katılıyorum

**(6) Yorgunluğum fiziksel fonksiyonumu sürdürmeme engel olur.**

Hiç katılmıyorum 

0	1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---	---

 Katılıyorum

**(7) Yorgunluk belirli görev ve sorumluluklarımı yerine getirmemi etkiler.**

Hiç katılmıyorum 

0	1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---	---

 Katılıyorum

**(8) Yorgunluk beni yetersiz bırakan en önemli 3(üç) şikayetten biridir.**

Hiç katılmıyorum 

0	1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---	---

 Katılıyorum

**(9) Yorgunluk işimi, aile ve sosyal yaşantımı etkiler.**

Hiç katılmıyorum 

0	1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---	---

 Katılıyorum

Skor (Toplam puan/9):

## EK-9: Genişletilmiş Engellilik Durum Ölçeği

## Genişletilmiş Özürlülük Durum Ölçeği

### Kurtzke Expanded Disability Status Scale (EDSS)

Hastanın Adı Soyadı: \_\_\_\_\_ Tarih: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Bu ölçek temel olarak Multipl Skleroz (MS) hastalarının değerlendirilmesinde kullanılır.  
Sıfır normal sağlık durumunu gösterirken artan değerler hastalığın daha fazla özürlülüğe yol açtığını ifade eder.  
FS (Fonksiyonel Sistem) aşağıda ikinci liste içinde yer alan durumları ifade eder.

Basamak	Açıklama
<b>0</b>	Normal nörolojik muayene (Bütün fonksiyonel Sistemlerde (FS) Seviye 0)
<b>1</b>	Özürlülük yok, bir FS' de minimal belirtiler (Seviye 1)
<b>1,5</b>	Özürlülük durumu olmaksızın birden fazla FS' de minimal bulgular (birden fazla FS Seviye 1)
<b>2</b>	Bir FS' de minimal özürlülük (Bir FS Seviye 2, diğerleri 0 veya 1)
<b>2,5</b>	İki FS' de minimal özürlülük (İki FS Seviye 2 diğerleri 0 veya 1)
<b>3</b>	Bir FS de orta derecede özürlülük (bir FS Seviye 3 diğerleri 0 veya 1) ya da üç veya dört FS' de hafif özürlülük (üç/dört FS Seviye 2, diğerleri 0 veya 1) hasta tamamen ambulatuvar
<b>3,5</b>	Tam ambulatuvar hasta, bir FS de orta derecede özürlülük (bir FS Seviye 3 ) ve bir veya iki FS Seviye 3 veya beş Seviye FS Seviye 2 (diğerleri 0 veya 1)
<b>4</b>	Tam ambulatuvar hasta. Bir FS' de Seviye 4 (diğerleri 0 veya 1)'den oluşan göreceli şiddetli özürlülük. Hasta günün önemli bir bölümünde yardıma ihtiyaç duymaz. Geri kalan bölümünde hafif bir desteğe gereksinim duyar. Veya önceki basamakların limitlerini aşan daha küçük seviyelerin kombinasyonları. 500 metreden daha uzun mesafeyi yardım almadan ve dinlenmeden yürüyebilir.
<b>4,5</b>	Günün önemli bir bölümünde yardımsız olarak tam ambulatuvar, geri kısmında minimal düzeyde yardıma gereksinim duyar. Nispeten şiddetli özürlülük söz konusudur. Genellikle bir FS Seviye 4 (diğerleri 0 veya 1) veya önceki basamakların limitlerini aşan daha küçük derecelerin kombinasyonları. Yardım almadan ve dinlenmeden 300 metre yürüyebilir.
<b>5</b>	Yardımsız 200 metre yürüyebilir; özürlülük tam günlük aktivitesini bozacak kadar şiddetli (özel önlem olmaksızın tam gün çalışabilme gibi). Genel olarak FS eşdeğerleri tek başına bir FS' de Seviye 5, diğerleri 0 veya 1) ya da genellikle 4. basamağın özelliklerini aşan daha küçük seviyelerin kombinasyonları.
<b>5,5</b>	Yardımsız veya dinlenmeksizin 100 metre yürüyebilir. Özürlülük tüm günlük aktivitelere engel olabilecek kadar şiddetli. Genel olarak FS eşdeğerleri bir FS' de tek başına bir Seviye 5, diğerleri 0 veya 1 ya da daha önceki basamağın limitlerini aşan daha küçük derecelerin kombinasyonları.
<b>6</b>	Yaklaşık 100 metre dinlenerek veya dinlenmeden yürüyebilmek için aralıklı veya tek taraflı sürekli yardım (koltuk değneği, baston vb.) gerekir. Genel FS eşdeğerleri birden çok FS' de 3 veya daha fazla seviye kombinasyonu).
<b>6,5</b>	Dinlenmeden 200 metre yürüyebilmek için sabit iki taraflı destek (koltuk değneği, baston vb.) gerekir. Genel FS eşdeğerleri ikiden çok FS' de 3 veya daha fazla seviyede bozukluk kombinasyonları).
<b>7</b>	Yardımla bile 5 metrenin üzerinde yürüyemez, esasen tekerlekli sandalyeye muhtaç; Standart tekerlekli sandalyeyi sürebilir ve tek başına yer değiştirebilir; günde 12 saatini tekerlekli sandalyede geçirir (genel FS eşdeğerleri birden fazla FS' de Seviye 4+ kombinasyonlarıdır; (çok nadiren, tek başına piramidal Seviye 5).
<b>7,5</b>	Bir kaç adımdan fazlasını atamaz, tekerlekli sandalyeye bağımlı; yer değiştirmek için yardıma ihtiyacı olabilir; sandalyeyi sürebilir, fakat standart tekerlekli sandalyede tüm günü geçiremez, motorlu tekerlekli sandalyeye ihtiyaç duyabilir (genel FS eşdeğerleri birden fazla FS' de Seviye 4).
<b>8</b>	Esas olarak yatak veya sandalyeye bağımlı ya da tekerlekli sandalye ile hareket edebilir, fakat günün çoğunu yatak dışında geçirebilir; birçok işini kendisi görebilir; genellikle kollarını etkin kullanabilir (genel FS eşdeğerleri birçok sistemde genellikle 4+ seviyelerin kombinasyonları).
<b>8,5</b>	Günün büyük kısmında yatağa bağımlıdır; kolların bir miktar etkili kullanabilir. Bazı kendine bakma fonksiyonlarını devam ettirebilir. Genel FS eşdeğerleri birçok sistemde genellikle Seviye 4+ kombinasyonları).
<b>9</b>	Ümitsizce yatağa bağımlı; iletişim kurabilir ve yemek yiyebilir. Genel FS eşdeğerlerinin çoğu Seviye 4+ kombinasyonları).
<b>9,5</b>	Tamamen çaresiz yatalak; etkin iletişim kurulamaz ya da yiyemez, yutamaz. Genel FS eşdeğerleri hemen hepsi Seviye 4+ kombinasyonları).
<b>10</b>	MS' e bağlı ölüm.

## Genişletilmiş Özürlülük Durum Ölçeği Sayfa-2

## Fonksiyonel Sistemler

Seviye	Piramidal fonksiyonlar
<b>0</b>	Normal
<b>1</b>	Özürlülük olmaksızın anormal belirtiler
<b>2</b>	Minimal özürlülük
<b>3</b>	Hafif ya da orta derecede paraparezi ya da hemiparezi veya şiddetli monoparezi
<b>4</b>	Belirgin paraparezi ya da hemiparezi; orta derecede kuadriparezi veya monoplegji
<b>5</b>	Parapleji, hemipleji veya belirgin kuadriparezi
<b>V</b>	Kuadriplejik

Seviye	Serebellar Fonksiyonlar
<b>0</b>	Normal
<b>1</b>	Özürlülük olmaksızın anormal belirtiler
<b>2</b>	Hafif ataksi
<b>3</b>	Orta derecede gövde ya da ekstremitte ataksisi
<b>4</b>	Tüm ekstremitelerde şiddetli ataksi
<b>5</b>	Ataksi nedeniyle koordine hareketleri yapmada yetersizlik
<b>V</b>	Bilinmeyen
<b>X</b>	Bu işaretleme kas güçsüzlüğü de testin içine karışmışsa her rakamın sonuna eklenir.

Seviye	Beyinsapı Fonksiyonları
<b>0</b>	Normal
<b>1</b>	Yalnızca bulgular
<b>2</b>	Orta derecede nistagmus ya da diğer hafif özürlülükler
<b>3</b>	Şiddetli nistagmus, belirgin ekstraoküler güç kaybı ya da diğer kraniyal sinirlerde orta derecede yetersizliği
<b>4</b>	Belirgin dizartri ya da belirgin diğer özürlülükler
<b>5</b>	Yutma ya da konuşma yeteneğinin kaybı
<b>V</b>	Bilinmeyen

Seviye	Duyusal Fonksiyonlar
<b>0</b>	Normal
<b>1</b>	Bir ya da iki ekstremitede vibrasyon ya da şekil çizmede azalma
<b>2</b>	Bir ya da iki ekstremitede dokunma, ağrı ya da pozisyon duygusunda hafif azalma ve/veya bir veya iki ekstremitede vibrasyon duygusunda orta derecede azalma veya üç ya da dört ekstremitede tek başına vibrasyon kusuru.
<b>3</b>	Bir ya da iki ekstremitede dokunma veya ağrı ya da pozisyon duygusunda orta derecede azalma ve/veya temel olarak vibrasyon kaybı; ya da üç-dört ekstremitede hafif derecede dokunma ağrı ve/veya orta derecede tüm duyu testlerinde bozukluk.
<b>4</b>	Bir ya da iki ekstremitede, tek başına veya kombine, dokunma veya ağrı duygusunda belirgin azalma ve derin duyu kaybı veya ikiden fazla ekstremitede orta derecede dokunma ağrı ve/veya ağır derin duyu kaybı.
<b>5</b>	Bir ya da iki ekstremitede duyu kaybı veya baş altındaki vücudun hemen tamamında dokunma veya ağrı duygusunda orta derecede azalma ve/veya derin duyu kaybı.
<b>6</b>	Kafa altında kalan bölümlerde temel olarak duyu kaybı
<b>V</b>	Bilinmeyen

## Genişletilmiş Özürlülük Durum Ölçeği Sayfa-3

Seviye	Bağırsak ve Mesane Fonksiyonları (1982 revize)
0	Normal
1	İdrara başlamada hafif derecede duraklama, idrara sıklık hissi, idrar yapamama
2	Orta derecede idrar duraklaması idrara sıklık, barsak ve mesanede retansiyon ya da nadir idrar kaçışma
3	Sık idrar kaçışma
4	Neredeyse devamlı olarak kateterizasyon gereği
5	Mesane işlevlerinin kaybı
6	Barsak ve mesane işlevlerinin kaybı
V	Bilinmeyen

Seviye	Görsel (veyaoptik) Fonksiyonlar
0	Normal
1	Düzeltilmiş görme keskinliğinin 20/30'dan daha iyi olduğu skotom
2	Daha kötü gözde en fazla düzeltilmiş görme keskinliği 20/30 ile 20/59 arasında
3	Daha kötü gözde geniş skotom ya da görme alanlarında orta derecede azalma, fakat en fazla düzeltilmiş görme keskinliği 20/60 ile 20/99 arası
4	Daha kötü gözde görme alanlarında belirgin azalma ve en fazla düzeltilmiş görme keskinliği 20/100 ile 20/200 arasında; üçüncü dereceye ek olarak daha iyi gözün en yüksek görme keskinliği 20/60 veya daha az
5	Daha kötü gözde en fazla düzeltilmiş görme keskinliği 20/200 den az; dördüncü dereceye ek olarak daha iyi gözde en fazla görme keskinliği 20/60 veya daha az
6	Beşinci dereceye ek olarak daha iyi gözün en yüksek görme keskinliği 20/60 veya daha az
V	Bilinmeyen
X	Optik sinirde 0-6 derece arası temporal solukluk varlığında diğer derecelerin sonuna eklenir.

Seviye	Serebral (veya mental) Fonksiyonlar
0	Normal
1	Sadece duygulanımda değişiklik (GÖDÖ skorunu etkilemez)
2	Zihinsel aktivitede hafif azalma
3	Zihinsel aktivitede orta derecede azalma
4	Zihinsel aktivitede belirgin azalma (orta derecede kronik beyin sendromu)
5	Demans ya da şiddetli veya yetersiz kronik beyin sendromu
V	Bilinmeyen

Seviye	Diğer:
0	Yok
1	Multipl Skleroza bağlanabilen diğer nörolojik bulgulardan herhangi biri
V	Bilinmeyen

John F. Kurtzke, MD Rating neurologic impairment in multiple sclerosis: An expanded disability status scale (EDSS) Neurology (Cleveland) 1983;33:1444-52

**EK-10: MS için Kısa Uluslararası Bilişsel Değerlendirme****SDMT**

**CVLT-II**



**BVMT-R**



## EK-11: Motor İmgeleme Yeteneği Testi

### MOTOR İMGELEME YETENEĞİ TESTİ

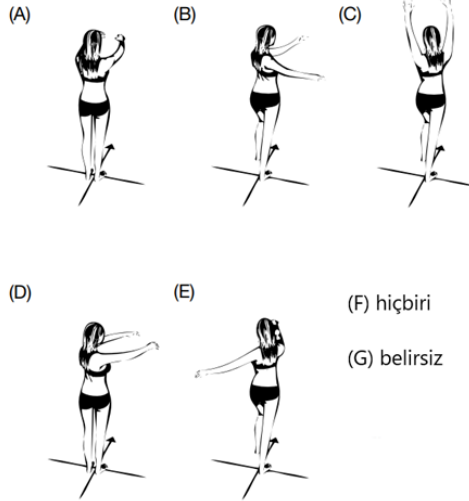
#### ALİŐTİRMA SORUSU

1. Ayaklarımız bitişik ve elleriniz yanlarda olacak şekilde dik durun. (resme bakın)
2. Sol ayağınızı 30 cm ileri atın
3. Gövdenizi 60° sağa çevirin.
4. Sol kolunuzu 90° öne kaldırın.
5. Sağ kolunuzu 90° yana kaldırın.



Hazır olduğunuzda, lütfen seçeneklerin bulunduğu bir sonraki sayfayı çevirin.

Lütfen son vücut pozisyonunuza uyan resmi seçin. Talimatları yeniden okumak için soruların bulunduğu sayfaya geri dönmeyin.



Seçiminizi yaptığımızda, cevabınızı [A-G] cevap sayfasına net bir şekilde yazın ve bir sonraki soruyu cevaplamak için sayfayı çevirin.

**SORU 1**

1. Ayaklarımız bitişik ve elleriniz yanlarda olacak şekilde dik durun. (resme bakın)
2. Sol ayağınızla 30 cm geriye doğru adım atın.
3. Gövdenizi 60° sağa çevirin.
4. Sol kolunuzu 90° yana kaldırın.
5. Sağ kolunuzu 180° yukarı kaldırın.



Hazır olduğunuzda, lütfen seçeneklerin bulunduğu bir sonraki sayfayı çevirin.

Lütfen son vücut pozisyonunuza uyan resmi seçin. Talimatları yeniden okumak için sorunun bulunduğu sayfaya geri dönmeyin.

(A)



(B)



(C)



(D)



(E)



(F) hiçbiri

(G) belirsiz

Seçiminizi yaptığınızda, cevabınızı [A-G] cevap sayfasına net bir şekilde yazın ve bir sonraki soruyu cevaplamak için sayfayı çevirin.

## SORU 2

1. Ayaklarımız bitişik ve ellerimiz yanlarda olacak şekilde dik durun. (resme bakın)
2. Her iki ayağımızla da 30 cm yana doğru adım atın.
3. Sağ elinizi göğsünüzün üzerine koyun.
4. Başınızı 90° sağa çevirin.
5. Gövdenizi 90° öne doğru eğin.



Hazır olduğunuzda, lütfen seçeneklerin bulunduğu bir sonraki sayfayı çevirin.

Lütfen son vücut pozisyonuza uyan resmi seçin. Talimatları yeniden okumak için sorunun bulunduğu sayfaya geri dönmeyin.

(A)



(B)



(C)



(D)



(E)



(F) hiçbiri

(G) belirsiz

Seçiminizi yaptığımızda, cevabımızı [A-G] cevap sayfasına net bir şekilde yazın ve bir sonraki soruyu cevaplamak için sayfayı çevirin.

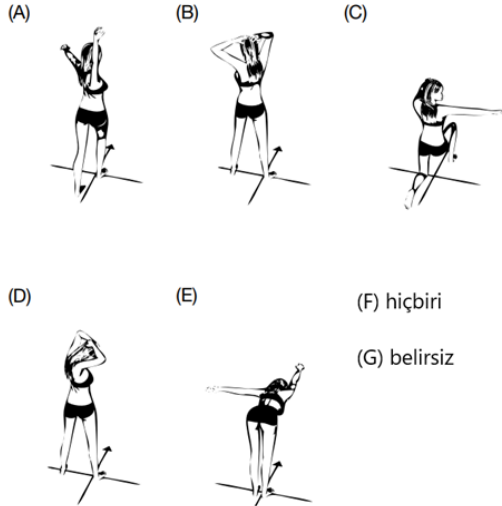
**SORU 3**

1. Ayaklarımız bitişik ve elleriniz yanlarda olacak şekilde dik durun. (resme bakın)
2. İki elinizi de başınızın üzerine koyun.
3. Sol ayağınızla 30 cm yana doğru adım atın.
4. Gövdenizi 60° sağa çevirin.
5. Başınızı aşağı, göğsünüze doğru eğin.



Hazır olduğunuzda, lütfen seçeneklerin bulunduğu bir sonraki sayfayı çevirin.

Lütfen son vücut pozisyonunuza uyan resmi seçin. Talimatları yeniden okumak için sorunun bulunduğu sayfaya geri dönmeyin.



Seçiminizi yaptığımızda, cevabınızı [A-G] cevap sayfasına net bir şekilde yazın ve bir sonraki soruyu cevaplamak için sayfayı çevirin.

## SORU 4

1. Ayaklarınız bitişik ve elleriniz yanlarda olacak şekilde dik durun. (resme bakın)
2. Her iki kolunuzu da  $90^\circ$  yana kaldırın.
3. Sağ ayağınızla 30 cm geriye doğru adım atın.
4. Gövdenizi  $60^\circ$  sola çevirin.
5. Başınızı  $90^\circ$  sağa çevirin.



Hazır olduğunuzda, lütfen seçeneklerin bulunduğu bir sonraki sayfayı çevirin.

Lütfen son vücut pozisyonuza uyan resmi seçin. Talimatları yeniden okumak için sorunun bulunduğu sayfaya geri dönmeyin.

(A)



(B)



(C)



(D)



(E)



(F) hiçbiri

(G) belirsiz

Seçiminizi yaptığınızda, cevabınızı [A-G] cevap sayfasına net bir şekilde yazın ve bir sonraki soruyu cevaplamak için sayfayı çevirin.

## SORU 5

1. Ayaklarımız bitişik ve elleriniz yanlarda olacak şekilde dik durun. (resme bakın)
2. Her iki kolunuzu da 180° yukarı kaldırm.
3. Gövdenizi 90° öne doğru eğin.
4. Sağ ayağımızla 30 cm yana doğru adım atın.
5. Başımızı 90° sağa çevirin.



Hazır olduğunuzda, lütfen seçeneklerin bulunduğu bir sonraki sayfayı çevirin.

Lütfen son vücut pozisyonunuza uyan resmi seçin. Talimatları yeniden okumak için sorunun bulunduğu sayfaya geri dönmeyin.

(A)



(B)



(C)



(D)



(E)



(F) hiçbirini

(G) belirsiz

Seçiminizi yaptıktan sonra, cevabınızı [A-G] cevap sayfasına net bir şekilde yazın ve bir sonraki soruyu cevaplamak için sayfayı çevirin.

**SORU 6**

1. Ayaklarımız bitişik ve elleriniz yanlarda olacak şekilde dik durun. (resme bakın)
2. Sol bacağımızı üzerinde öne doğru diz çökün.
3. Gövdenizi 60° sola çevirin.
4. Başımızı 90° sağa çevirin.
5. Sağ kolunuzu 90° öne kaldırın.



Hazır olduğunuzda, lütfen seçeneklerin bulunduğu bir sonraki sayfayı çevirin.

Lütfen son vücut pozisyonunuza uyan resmi seçin. Talimatları yeniden okumak için sorunun bulunduğu sayfaya geri dönmeyin.

(A)



(B)



(C)



(D)



(E)



(F) hiçbirini

(G) belirsiz

Seçiminizi yaptığımızda, cevabımızı [A-G] cevap sayfasına net bir şekilde yazın ve bir sonraki soruyu cevaplamak için sayfayı çevirin.






## SORU 7

1. Ayaklarımız bitişik ve elleriniz yanlarda olacak şekilde dik durun. (resme bakın)
2. Sağ elinizi başınızın üzerine koyun.
3. Gövdenizi 60° sola çevirin.
4. Başınızı 90° sağa çevirin.
5. Sol kolunuzu 180° yukarı kaldırm.



Hazır olduğunuzda, lütfen seçeneklerin bulunduğu bir sonraki sayfayı çevirin.

Lütfen son vücut pozisyonunuza uyan resmi seçin. Talimatları yeniden okumak için sorunun bulunduğu sayfaya geri dönmeyin.

- (A)  (B)  (C) 
- (D)  (E) 
- (F) hiçbir  
(G) belirsiz

Seçiminizi yaptığımızda, cevabınızı [A-G] cevap sayfasına net bir şekilde yazın ve bir sonraki soruyu cevaplamak için sayfayı çevirin.






## SORU 8

1. Ayaklarımız bitişik ve elleriniz yanlarda olacak şekilde dik durun. (resme bakın)
2. Sol elimizi göğsünüzün üzerine koyun.
3. Sol bacağımız üzerinde öne doğru diz çökün.
4. Başımızı aşağı, göğsünüze doğru eğin.
5. Sağ kolunuzu 180° yukarı kaldırın.



Hazır olduğunuzda, lütfen seçeneklerin bulunduğu bir sonraki sayfayı çevirin.

Lütfen son vücut pozisyonunuza uyan resmi seçin. Talimatları yeniden okumak için sorunun bulunduğu sayfaya geri dönmeyin.

- (A)  (B)  (C) 
- (D)  (E)  (F) hiçbirini  
(G) belirsiz

Seçiminizi yaptıktan sonra, cevabınızı [A-G] cevap sayfasına net bir şekilde yazın ve bir sonraki soruyu cevaplamak için sayfayı çevirin.

**SORU 9**

1. Ayaklarımız bitişik ve elleriniz yanlarda olacak şekilde dik durun. (resme bakın)
2. Sağ kolunuzu 90° öne kaldırın.
3. Başımızı 90° sola çevirin.
4. Gövdenizi 90° öne doğru eğin.
5. Sol kolunuzu 90° yana kaldırın.



Hazır olduğunuzda, lütfen seçeneklerin bulunduğu bir sonraki sayfayı çevirin.

Lütfen son vücut pozisyonunuza uyan resmi seçin. Talimatları yeniden okumak için sorunun bulunduğu sayfaya geri dönmeyin.

(A)



(B)



(C)



(D)



(E)



(F) hiçbirisi

(G) belirsiz

Seçiminizi yaptığınızda, cevabınızı [A-G] cevap sayfasına net bir şekilde yazın ve bir sonraki soruyu cevaplamak için sayfayı çevirin.

## SORU 10

1. Ayaklarımız birlişik ve elleriniz yanlarda olacak şekilde dik durun. (resme bakın)
2. Sol elinizi başmızın üzerine koyun.
3. Sol bacağımız üzerinde öne doğru diz çökün.
4. Sağ kolunuzu 90° öne kaldırın.
5. Başmızı 90° sağa çevirin.



Hazır olduğunuzda, lütfen seçeneklerin bulunduğu bir sonraki sayfayı çevirin.

Lütfen son vücut pozisyonumuza uyan resmi seçin. Talimatları yeniden okumak için sorunun bulunduğu sayfaya geri dönmeyin.

(A)



(B)



(C)



(D)



(E)



(F) hiçbirisi

(G) belirsiz

Seçiminizi yaptığımızda, cevabınızı [A-G] cevap sayfasına net bir şekilde yazın.

Anketi doldurduğunuz için teşekkür ederiz

Lütfen anket kitapçığımızı ve cevap sayfasını gözlemciye teslim edin.

**CEVAP SAYFASI****Ad-Soyad:**

Lütfen cevaplarınızı aşağıdaki kutulara kaydedin.

Aıştırma Sorusu

1. 6. 2. 7. 3. 8. 4. 9. 5. 10. 

NOTLAR:

## EK-12: Bildiri Özeti



MULTIPLE  
SCLEROSIS  
JOURNAL

MSJ

## RIMS abstracts 2023: Table of Contents

*Multiple Sclerosis Journal*

2023, Vol. 29(15) 1–73

DOI: 10.1177/

1352458523

© The Author(s), 2023.

Article reuse guidelines:  
sagepub.com/journals-  
permissions

Submission ID	Submission Group	Submitter	Abstract Title	Page Number
3	Promising Technologies that can Help Advance MS Rehabilitation	Josephine Lyngh Steenberg	Patient Involvement in developing a Self-tracking tool for People with Multiple Sclerosis	15
4	MS Rehabilitation within and across the ICF Domains	Marie Kupjetz	Exercise-related kynurenine pathway modulation depends on baseline inflammatory status in multiple sclerosis	15
5	Application of Current Technologies in MS Rehabilitation	Yonca Zenginler Yazgan	Examining the effectiveness of two different web-based telerehabilitation programs in people with multiple sclerosis	16
6	MS Rehabilitation within and across the ICF Domains	Pelin Vural	Comparison of Respiratory Functions, Respiratory Muscle Strength and Fatigue Level of Patients with Pediatric-Onset Multiple Sclerosis and Healthy Peers	16
7	MS Rehabilitation within and across the ICF Domains	Peter Feys	Functional effects of peripheral cooling in MS patients with upper limb intention tremor	17
8	Multidisciplinary Rehabilitation in MS	Rosario Giacalone	Stand up paddle boarding: a promising adapted physical activity for people with Multiple Sclerosis	17
9	Multidisciplinary Rehabilitation in MS	Andrea Polidori	Sit to stand can be an interesting tool for disability and ability to ambulate in patients with Multiple Sclerosis	17
10	MS Rehabilitation within and across the ICF Domains	Prada Valeria	Sveva calls questionnaire: a novel questionnaire for the assessment of the compliance with “at home” physical activity	18
11	MS Rehabilitation within and across the ICF Domains	Cintia Ramari Ferreira	Walking but not cognitive fatigability measurement is reliable in moderate to severe multiple sclerosis patients.	18
12	MS Rehabilitation within and across the ICF Domains	Francesco Romano	MRI correlates of manual dexterity asymmetry in people with multiple sclerosis	19
13	Promising Technologies that can Help Advance MS Rehabilitation	Francesco Romano	Structural and functional correlates of disability and gait in multiple sclerosis: focus on the globus pallidus	19
14	Multidisciplinary Rehabilitation in MS	Margherita Monti Bragadin	Sleep quality and related clinical features in Multiple Sclerosis	19
15	Application of Current Technologies in MS Rehabilitation	Martina Scalia	Acute responses of spinal excitability to neuromuscular electrical stimulation in patients with Multiple Sclerosis	20
16	MS Rehabilitation within and across the ICF Domains	A lon Kalron	Disease-related factors associated with employment and absenteeism in people with multiple sclerosis: Preliminary results from an Israeli cohort	20
17	Promising Technologies that can Help Advance MS Rehabilitation	Vincent de Groot	Blended versus face-to-face CBT for MS-related fatigue: results of a non-inferiority multicenter randomized clinical trial	21
19	MS Rehabilitation within and across the ICF Domains	Matteo Albergoni	The positive effects of aerobic capacity on fatigue are mediated by thalamic nuclei in people with multiple sclerosis	22

Submission ID	Submission Group	Submitter	Abstract Title	Page Number
64	Promising Technologies that can Help Advance MS Rehabilitation	Amy Webster	Investigating immersive virtual reality in upper limb rehabilitation in multiple sclerosis: preliminary results from a feasibility, randomised controlled study.	40
65	Multidisciplinary Rehabilitation in MS	Rachele Di Giovanni	Development of the Heat Sensitivity Impact Questionnaire (HSI-Q): an ongoing validation study	41
66	Multidisciplinary Rehabilitation in MS	Davide Cattaneo	Effects of voice rehabilitation on acoustical parameters in People with Multiple Sclerosis	41
67	Multidisciplinary Rehabilitation in MS	Rachele Di Giovanni	Activity and efficacy of radial shock wave therapy in reducing spasticity in people with Multiple Sclerosis.	42
68	Multidisciplinary Rehabilitation in MS	Martha Ghijssels	Respiratory function pre- and post-COVID-19 infection in people with multiple sclerosis	42
69	Multidisciplinary Rehabilitation in MS	Erica Grange	Test-retest reliability and minimal detectable change of 9-Hole Peg Test, Box and Block test, Hand Grip Strength test and Manual Ability Measure-36 in moderate-to-severe upper limb impaired PwMS	42
70	Multidisciplinary Rehabilitation in MS	Catarina Martins	The impact of an integrative exercise program for people with multiple sclerosis on physical function: an exploratory study	43
71	MS Rehabilitation within and across the ICF Domains	Erica Grange	Evaluation of work difficulties in MS subjects and its association with socio-demographic factors and performance measures	43
72	Translation of New Rehab Knowledge into Practice	Franca Tecchio	Fatigue relief in multiple sclerosis	44
74	Multidisciplinary Rehabilitation in MS	Merve Unal	Investigation of the relationship between verticality perception and mental rotation in people with multiple sclerosis	45
75	Multidisciplinary Rehabilitation in MS	Elisa Gervasoni	A comprehensive picture of functional disorders in non-disabled people with multiple sclerosis: a longitudinal study	46
76	Application of Current Technologies in MS Rehabilitation	Luca Prosperini	Home-based EXergames To improve cognitive functioning in Multiple Sclerosis: the EXTREMUS study.	46
77	Application of Current Technologies in MS Rehabilitation	Johanna Jonsdottir	Impact of rehabilitation on physical activity behavior in persons with multiple sclerosis	47
78	Application of Current Technologies in MS Rehabilitation	Matteo Bodrero	Objective and subjective evaluation of walking ability with the use of a passive brace for hip flexors in multiple sclerosis	48
79	Application of Current Technologies in MS Rehabilitation	Giacinto Barresi	User-Centered Design and Evaluation of Motor-Cognitive Exergames in Virtual and Mixed Reality for People with Multiple Sclerosis	48
80	Translation of New Rehab Knowledge into Practice	Ellen Arntzen	The effect of exercise and physical activity-interventions on step count in individuals with multiple sclerosis: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials	49
81	Promising Technologies that can Help Advance MS Rehabilitation	Lasse Skovgaard	Self-tracking in multiple sclerosis – a mixed methods evaluation of a trial	49

in brain processing, which can be balanced by targeted neuropsychological interventions, personalized in the dimensions of sensorimotor integration and metabolites that constrain brain plasticity, and enriched by neuromodulation. It means modifying, in our case by sending transcranial currents with non-invasive devices, the excitability of specific neural targets, thus changing the relationship with the connected brain areas, ultimately modifying the behavioral expression of the functions supported by the networks involving the neuromodulation target.

We will present how to personalize thought-training interventions such as Cognitive Behavioural Therapy (CBT) or Eye Movements Desensitization and Reprocessing (EMDR), which involve multiple sensorimotor channels to defuse brain short-circuits, depending on the individual metabolic profiling, releasing the brain's plasticity potential, and with neuromodulation. According to evidence-based medicine (GRADE) criteria, which rank efficacy together with negligible side effects, low-cost and user-friendly procedures, specific treatments with transcranial direct current stimulation (tDCS) are between moderately and highly recommended to relieve MS fatigue.

The present network will setup protocols for a fatigue-related pathway of diagnosis and rehabilitation with the aim to promote at national level homogeneous guidelines and treatment availability. The protocols will include monitoring of fatigue levels, levels of metabolic markers to personalize the interventions. The therapy strategy includes neuro-psychology, movement and neuromodulation interventions, with particular attention to tDCS.

We aim at: 1. algorithmic personalized protocol for fatigued PwMS; 2. construction of a database to monitor fatigue levels, metabolic and immune profile related to brain plasticity, and optional electrophysiological collections 3. monitoring of fatigue levels (mFIS) to update therapeutic protocols on the base of periodic outcome assessment.

**Submission ID: 73; Submission Group: Multidisciplinary Rehabilitation in MS; Submitter: Ezgi Özbaş**  
**Investigation of the reliability and validity of the community balance and mobility scale in people with multiple sclerosis**

Ezgi Özbaş<sup>1</sup>, Ayla Fil Balkan<sup>1</sup>, Yeliz Salci<sup>1</sup>, Meryem Asli Tuncer<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Hacettepe University, Faculty of Physical Therapy and Rehabilitation, Ankara, Turkey, <sup>2</sup>Hacettepe University, Faculty of Medicine, Department of Neurology, Ankara, Turkey

**Background:** Balance disorders are among the most common symptoms in people with Multiple Sclerosis (PwMS), even in the early stages of the disease. On account of this, it is crucial to assess the balance in terms of social mobility and several dimensions. We investigated the reliability and validity of the Community Balance and Mobility Scale (CB&M), which we think can be utilized for this purpose.

**Method:** The study was included 18-65 PwMS (55 women, 10 men), aged 19-55 years. Test-retest, intra-rater, and inter-rater reliability, as well as Cronbach's alpha value for internal consistency, were all assessed in the CB&M reliability analysis. The construct

validity of the scale was investigated with hypothesis tests and the relationship between the results of the Timed Up and Go Test (TUG), Dynamic Gait Index (DGI), and Multiple Sclerosis Quality of Life Scale-54 (MSQoL-54) was evaluated. In addition, the Berg Balance Scale (BBS) was accepted as the gold standard and the criterion validity of CB&M was checked.

**Results:** In the analyses performed, CB&M was seen excellent internal consistency (Cronbach  $\alpha=0.971$ ). In addition, the scale had excellent test-retest (ICC=0.995), intra-rater (ICC=0.993), and inter-rater (ICC=0.986) reliability. Furthermore hypothesis tests had an excellent correlation between CB&M and TUG, DGI, and EDSS ( $r=-0.854$ ;  $r=0.865$ ,  $r=-0.831$ ,  $p<0.001$ , respectively). There was a moderate correlation between Physical Health Composite Score ( $r=0.482$ ,  $p<0.001$ ) and low-moderate correlation Mental Health Composite Score ( $r=0.315$ ,  $p<0.001$ ) with CB&M, which are sub-parameters of the MSQoL-54. Criterion validity indicated an excellent correlation between CB&M and BBS ( $r=0.907$ ,  $p<0.001$ ).

**Conclusion:** Our research has confirmed that the CB&M is a reliable and valid scale for multi-balance analysis in PwMS. We believe that the scale will contribute to the evaluation and treatment because it evaluates balance in a multidimensional way and comprehensively determines the mobility limitations that occur in PwMS lives.

**Keywords:** Balance, Gait, Multiple Sclerosis, Reliability, Validity

**Submission ID: 74; Submission Group: Multidisciplinary Rehabilitation in MS; Submitter: Merve Unal**  
**Investigation of the relationship between verticality perception and mental rotation in people with multiple sclerosis**

Merve Unal<sup>1</sup>, Yeliz Salci<sup>1</sup>, Ayla Fil Balkan<sup>1</sup>, Ashi Tuncer<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Physical Therapy and Rehabilitation, Hacettepe University, Ankara, Turkey, <sup>2</sup>Faculty of Medicine, Department of Neurology, Hacettepe University, Ankara, Turkey

**Background:** Tasks requiring mental rotation of the human body in space are known to activate regions involved in vestibular information in a large subcortical-cortical neural network, suggesting that the verticality perception, which requires vestibular integration, is involved in the control of mental rotation. Although different studies have shown that verticality perception and mental rotation are affected in people with multiple sclerosis (PwMS), the relationship between them has not been investigated. We believe that our study investigating this relationship will shed new light on the motor representation of MS.

**Methods:** The study was included 44 (28 women, 16 men) right-handed PwMS, aged 18-54 years. Mental rotation of the participants was evaluated with NOI Group-Recognise™ applications measuring reaction time and percentage of correct responses for right-left of hand, foot and neck. Verticality perception was assessed with the bucket test by looking at one of its sub-parameters, Subjective Visual Verticality (SVV). The mean of verticality deviation values in clockwise and counterclockwise directions were obtained in five trials.

**Results:** There was no significant correlation between percent correct responses of left hand and mean of SVV clockwise deviations ( $r=-.019$  and  $p=.199$ ). A moderate negative correlation was determined between percent correct responses of left foot and mean of SVV clockwise deviations ( $r=-.449$  and  $p=.002$ ). A moderate negative correlation was determined between percent correct responses of left neck and mean of SVV clockwise deviations ( $r=-.327$  and  $p=.03$ ).

**Conclusion:** The results of study showed that there may be a moderate relationship between subjective visual verticality and mental rotation in PwMS, despite the lack of a large sample size. Therefore, we think that exercise designs in which mental rotation is also activated in vestibular rehabilitation protocols may contribute to the development of the MS patients.

**Keywords:** mental rotation, multiple sclerosis, subjective visual verticality, verticality perception

**Submission ID: 75; Submission Group: Multidisciplinary Rehabilitation in MS; Submitter: Elisa Gervasoni**  
**A Comprehensive Picture of Functional Disorders in Non-Disabled People with Multiple Sclerosis: A Longitudinal Study**

Elisa Gervasoni<sup>1,\*</sup>, Denise Anastasi<sup>1</sup>, Rachele Di Giovanni<sup>2</sup>, Marco Rovaris<sup>1</sup>, Giampaolo Brichetto<sup>3</sup>, Paolo Confalonieri<sup>4</sup>, Andrea Tacchino<sup>3</sup>, Ilaria Carpinella<sup>1</sup>, Claudio Solaro<sup>2</sup>, Davide Cattaneo<sup>1,5</sup>

<sup>1</sup>IRCCS Fondazione Don Carlo Gnocchi, Milano, Italy.

<sup>2</sup>Rehabilitation Department, CRRF Mons L. Novarese, Moncrivello (VC), Italy. <sup>3</sup>Scientific Research Area, Italian Multiple Sclerosis Foundation (FISM), Genoa, Italy.

<sup>4</sup>Multiple Sclerosis Center, IRCCS Foundation "Carlo Besta" Neurological Institute, Milan, Italy. <sup>5</sup>Department of Physiopathology and Transplants, University of Milan, Milan, Italy

\*presenting author

**Background:** Functional disorders appear early in the course of the disease and develop gradually over time impacting on social participation and quality of life.

**Objective:** Investigating the progression of disability, walking, fatigue, manual dexterity, and cognition in a cohort of People with Multiple Sclerosis (PwMS) in the early stage of the disease.

**Methods:** We performed a longitudinal 2-year study to unravel functional disorders of 82 non-disabled PwMS with Expanded Disability Status Scale (EDSS) < 2.5 points, disease duration < 5-year, and aged (Mean±Standard Deviation) 39.5±10.6 years. Participants were assessed at baseline and after 2-year with clinical and instrumented evaluations. Data on disability and functional disorders were collected using EDSS, Six-Minute Walk Test (6MWT), Multiple Sclerosis Walking Scale-12 (MSWS-12), Fatigue Severity Scale (FSS), Nine Hole Peg Test (NHPT), Brief International Cognitive Assessment (BICAMS), while instrumented data were extracted from 6MWT using wearable devices.

**Results:** EDSS changed from 1.5±0.7 points to 1.8±0.9 points with 34% of PwMS showing deterioration beyond the Minimally Important Changes of deterioration (MIC<sub>det</sub> EDSS=1-point). Conversely, the 6MWT, FSS, and MSWS-12 did not change (6MWT from 559.35±84.5m to 577±93.5m, FSS from 3.3±1.8

points to 3.1±1.8 points, and MSWS-12 from 31.3±15.3 points to 30.0±14.9 points) with 10% and 11% PwMS showing walking deterioration beyond MIC<sub>det</sub> (MIC<sub>det</sub> 6MWT=55m; MIC<sub>det</sub> MSWS-12=6 points). We observed similar results considering instrumented variables: stride regularity (from 0.86±0.07 [au] to 0.88±0.08 [au]), antero-posterior gait symmetry (from 81.88±6.60 [au] to 83.74±6.06 [au]) and gait instability (from 0.69±0.11 [au] to 0.74±1.12 [au]). No relevant changes were observed for 9HPT and BICAMS.

**Conclusion:** Even if EDSS deteriorated over time, fatigue, cognition, and upper/lower limb functions were on average spared 2 years after baseline assessment. The large between-subject variability suggests the use of artificial intelligent techniques to predict subjects prone to deterioration.

**Submission ID: 76; Submission Group: Application of Current Technologies in MS Rehabilitation; Submitter: Luca Prosperini**

**Home-based EXergames To Improve cognitive functioning in Multiple Sclerosis: the EXTREMUS study**

Luca Prosperini<sup>1</sup>, Maria Esmeralda Quartuccio<sup>1</sup>, Serena Ruggieri<sup>1,2</sup>, Irene Alcamisi<sup>1,2</sup>, Claudio Solaro<sup>3</sup>, Erica Grange<sup>3</sup>, Rachele Di Giovanni<sup>3</sup>, Giulia Gamberini<sup>3</sup>, Davide Cattaneo<sup>4,5</sup>, Denise Anastasi<sup>2</sup>, Chiara Corini<sup>2</sup>, Rebecca Cardini<sup>2</sup>, Andrea Tacchino<sup>6</sup>, Jessica Podda<sup>6</sup>, Giampaolo Brichetto<sup>6,7</sup>, Valentina Tomassini<sup>8,9</sup>, Erika Pietrolongo<sup>8,9</sup>, Marianna Gabriella Rispoli<sup>8,9</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Neurosciences, S. Camillo-Forlanini Hospital, Rome, Italy.

<sup>2</sup>Dept. of Human Neurosciences, Rome, Italy.

<sup>3</sup>Dept. of Rehabilitation, M.L. Novarese, Loc. Trompone, Moncrivello (VC), Italy. <sup>4</sup>Dept. of Physiopathology and Transplants, University of Milan, Milan, Italy. <sup>5</sup>LaRiCE Lab, Don Gnocchi Foundation IRCCS, Milan, Italy.

<sup>6</sup>Italian MS Foundation (FISM), Scientific Research Area, Genoa, Italy. <sup>7</sup>AIMS Rehabilitation Center, Genova, Italy.

<sup>8</sup>Multiple Sclerosis Centre, Clinical Neurology Unit, SS.

Anunziata University Hospital, Chieti, Italy. <sup>9</sup>Institute for Advanced Biomedical Technologies (ITAB), Department of Neurosciences, Imaging and Clinical Sciences, University G. D'Annunzio of Chieti-Pescara, Chieti, Italy

**Abstract**

**Introduction:** Motor and cognitive dysfunctions are common and disabling symptoms in multiple sclerosis (MS) across all disease stage. Exergaming is an emerging tool in neurorehabilitation that incorporates goal-based training and gross motor exercise, thus having the potential for improving both cognitive and automatic components of motor control by exploiting adaptive plasticity.

**Objectives:** We tested the hypotheses that: (i) home-based exergaming (Wii balance board) has similar efficacy to working memory-based exercises (COGNI-TRAcK) on information processing speed (IPS), and (ii) superior efficacy on motor outcomes, as compared to a placebo-analogue intervention.

**Methods:** This was a multicenter, randomized, sham-controlled, single-blind, parallel arm study (ClinicalTrials.gov registration: NCT04169750). Patients with impaired Symbol Digit Modalities Test (SDMT), i.e. <5th percentile of normative value, were

### EK-13: Tez Çalışması Orjinallik Raporu

## MULTİPL SKLEROZ HASTALARINDA VERTİKALİTE ALGISININ İNCELENMESİ VE MENTAL ROTASYON YETENEĞİ İLE İLİŞKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

### ORJİNALLİK RAPORU

<b>%9</b> BENZERLİK ENDEKSİ	<b>%8</b> İNTERNET KAYNAKLARI	<b>%2</b> YAYINLAR	<b>%2</b> ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ
--------------------------------	----------------------------------	-----------------------	-------------------------------

### BİRİNCİL KAYNAKLAR

<b>1</b>	<b>openaccess.hacettepe.edu.tr</b> İnternet Kaynağı	<b>%2</b>
<b>2</b>	<b>www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080</b> İnternet Kaynağı	<b>%1</b>
<b>3</b>	<b>openaccess.hacettepe.edu.tr:8080</b> İnternet Kaynağı	<b>%1</b>
<b>4</b>	<b>acikbilim.yok.gov.tr</b> İnternet Kaynağı	<b>%1</b>
<b>5</b>	<b>docplayer.biz.tr</b> İnternet Kaynağı	<b>&lt;%1</b>
<b>6</b>	<b>nek.istanbul.edu.tr:4444</b> İnternet Kaynağı	<b>&lt;%1</b>
<b>7</b>	<b>dergipark.org.tr</b> İnternet Kaynağı	<b>&lt;%1</b>
<b>8</b>	<b>hdl.handle.net</b> İnternet Kaynağı	<b>&lt;%1</b>

**dspace.lib.cranfield.ac.uk**

**EK-14: Dijital Makbuz****Dijital Makbuz**

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

Gönderinizin ilk sayfası aşağıda gönderilmektedir.

Gönderen: Merve ÜNAL  
Ödev başlığı: MULTİPL SKLEROZ HASTALARINDA VERTİKALİTE ALGISININ İ...  
Gönderi Başlığı: MULTİPL SKLEROZ HASTALARINDA VERTİKALİTE ALGISININ İ...  
Dosya adı: Merve\_nal\_Tez1.docx  
Dosya boyutu: 2.27M  
Sayfa sayısı: 87  
Kelime sayısı: 20,543  
Karakter sayısı: 139,555  
Gönderim Tarihi: 17-Oca-2024 02:16ÖS (UTC+0300)  
Gönderim Numarası: 2241798723



## 9. ÖZGEÇMİŞ

