T.C.

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MULTİPL SKLEROZLU BİREYLERDE TEKLİ VE İKİLİ GÖREVLER SIRASINDA FARKLI FONKSİYONEL YÜRÜME KOŞULLARININ GİYİLEBİLİR SENSÖRLERLE DEĞERLENDİRİLMESİ VE YÜRÜYÜŞ PERFORMANSININ BİLİŞSEL İŞLEVLER, İKİLİ GÖREV HARCAMASI, DÜŞME VE DENGE GÜVENİ İLE İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ

Zeynep BEYLİK

ORCID: 0000-0001-6625-2428

FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI

Nörolojik Fizyoterapi – Rehabilitasyon Yüksek Lisans Programı

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İZMİR

OCAK 2023

TEZ KODU: DEU.HSI.MSc-2018970148

T.C.

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MULTİPL SKLEROZLU BİREYLERDE TEKLİ VE İKİLİ GÖREVLER SIRASINDA FARKLI FONKSİYONEL YÜRÜME KOŞULLARININ GİYİLEBİLİR SENSÖRLERLE DEĞERLENDİRİLMESİ VE YÜRÜYÜŞ PERFORMANSININ BİLİŞSEL İŞLEVLER, İKİLİ GÖREV HARCAMASI, DÜŞME VE DENGE GÜVENİ İLE İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ

Zeynep BEYLİK

ORCID: 0000-0001-6625-2428

FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI

Nörolojik Fizyoterapi – Rehabilitasyon Yüksek Lisans Programı

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman Öğretim Üyesi: Doç. Dr. Özge ERTEKİN

ORCID: 0000-0001-9935-0673

İZMİR

OCAK 2023

T.C.

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

ETİK BEYANI

Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırlayıp sunduğum 'MULTİPL SKLEROZLU BİREYLERDE TEKLİ VE İKİLİ GÖREVLER SIRASINDA FARKLI FONKSİYONEL YÜRÜME KOŞULLARININ GİYİLEBİLİR SENSÖRLERLE DEĞERLENDİRİLMESİ VE YÜRÜYÜŞ PERFORMANSININ BİLİŞSEL İŞLEVLER, İKİLİ GÖREV HARCAMASI, DÜŞME VE DENGE GÜVENİ İLE İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ' başlıklı Yüksek Lisans tezim için elde ettiğim verileri, bilgileri, belgeleri akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tezimde yararlandığım eserlere bilimsel kurallara uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, tezimin özgün olduğunu, tezimin çalışma ve yazımında patent ve teklif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Zeynep BEYLİK

20.01.2023

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans hayatımda benim içim dönüm noktası olan, sadece akademik bilgi ve deneyimiyle değil, pozitifliği, ilgisi, sonsuz anlayışı ve sevgisiyle her daim yol gösteren çok değerli tez danışmanım Doç. Dr. Özge Ertekin'e,

Mesleğine olan sevgi ve saygısına hayran olduğum, klinik çalışmam boyunca tez vakalarına yönlendiren, bu süreçte bilgi ve deneyimlerinden yararlanma fırsatı bulduğum Prof. Dr. Serkan Özakbaş'a,

Yüksek lisans eğitimimin ilk yılında tanıştığım ve sonrasında beraber çalışma imkanı bulduğum, hem yol göstericiliğiyle hem de arkadaşlığıyla yanımda olduğunu hissettiren sevgili Uzm. Fzt. Zuhal Abasıyanık'a,

Teşekkürlerin az kaldığı, bu süreçte tanıştığım için kendimi çok şanslı hissettiğim, desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, sakinliğiyle beni her zaman rahatlatan canım arkadaşım Uzm. Fzt. Dilan Savaş'a,

Çalışmamı yürütmemde desteğini fazlasıyla hissettiğim, enerjisiyle beni hep olumlu etkileyen Fzt. Gözde Deniz Ünal'a,

Çalışmam boyunca verdikleri destek için Multipl Skleroz Çalışma Grubu arkadaşlarıma,

Lisans ve yüksek lisans eğitimlerim boyunca çok büyük katkıları olan hocalarıma,

Varlıkları bana hep güç veren, istediğim her şeyi başarabileceğim konusunda beni her zaman cesaretlendiren, hepsi birbirinden değerli biricik dostlarıma,

Beni sonsuz ilgi ve sevgi ile büyüten, attığım her adımda yanımda olduklarını bildiğim canım aileme,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Zeynep BEYLİK

İÇİNDEKİLER

TABLOLAR DİZİNİ ..... **i**
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **iii**
KISALTMALAR ..... **iv**
ÖZET ..... **vi**
ABSTRACT ..... **viii**
1. GİRİŞ VE AMAÇ **1**
1.1. Problemin Tanımı ve Önemi 1
1.2. Araştırmanın Amacı 3
1.3. Araştırmanın Hipotezleri 3
2. GENEL BİLGİLER **5**
2.1. Tanım 5
2.2. Epidemiyoloji 5
2.3. Etyoloji 6
2.4. Patofizyoloji 7
2.5. Sınıflandırma 8
2.5.1. Klinik İzole Sendrom (KİS) 9
2.5.2. Relapsing Remitting MS (RRMS) 9
2.5.3. Sekonder Progresif MS (SPMS) 9
2.5.4. Primer Progresif MS (PPMS) 9
2.5.5. Bening MS 9
2.6. Tanı Yöntemleri 10
2.7. Klinik Bulgular 12
2.8. Postüral Kontrol ve Denge 12
2.8.1. Postüral Kontrol Kaynakları 13
2.9. Normal Yürüyüş 16
2.10. MS'te Yürüyüş 17
2.11. İkili Görev Tanımı 18
2.12. MS'te İkili Görev 20
2.13. MS'te Düşme 22
3. GEREÇ VE YÖNTEM **24**
3.1. Araştırmanın Tipi 24
3.2. Araştırmanın Yeri ve Zamanı 24

3.3. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi 24
3.4. Çalışma Materyali 25
3.5. Araştırmanın Değişkenleri 25
3.6. Veri Toplama Araçları 25
3.6.1. Demografik ve Klinik Veriler 26
3.6.2. Birincil Sonuç Ölçütleri 26
3.6.3. İkincil Sonuç Ölçütleri 33
3.7. Araştırma Planı ve Takvimi 35
3.8. Verilerin Değerlendirilmesi 35
3.9. Araştırmanın Sınırlılıkları 36
3.10. Etik Kurul Onayı 36
4. BULGULAR 37
4.1. Katılımcıların Demografik Özellikleri 37
4.2. Fonksiyonel Yürüme Değerlendirmesi'nin Düşme Sayısı ve Öz Bildirime Dayalı Ölçeklerle İlişkisinin İncelenmesi 62
5. TARTIŞMA 67
6. SONUÇ VE ÖNERİLER 78
7. KAYNAKLAR 79

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1. MS ile ilişkili koruyucu faktörler ve risk faktörleri 7

Tablo 2. 2017 Revize McDonald kriterleri (Thompson ve arkadaşları) 11

Tablo 3. Araştırmanın Planı ve Takvimi 35

Tablo 4. Katılımcıların demografik özellikleri..... 37

Tablo 5. Katılımcıların düşme hikayesi ve düşme sayılarının karşılaştırılması..... 38

Tablo 6. Katılımcıların denge, yürüme ve bilişsel değerlendirmelerinin karşılaştırılması 39

Tablo 7. Katılımcıların Fonksiyonel Yürüme Değerlendirmesi puanlarının tekli görev koşuluna göre karşılaştırılması..... 40

Tablo 8. Katılımcıların Fonksiyonel Yürüme Değerlendirmesi puanlarının ikili görev koşuluna göre karşılaştırılması..... 41

Tablo 9. Katılımcıların enstrümantal düz zeminde yürüme alt testi sonuç ölçütlerinin ikili görev koşuluna göre karşılaştırılması 42

Tablo 10. Katılımcıların enstrümantal yürüme hızında değişim alt testi sonuç ölçütlerinin ikili görev koşuluna göre karşılaştırılması..... 44

Tablo 11. Katılımcıların enstrümantal horizontal baş hareketleriyle yürüme alt testi sonuç ölçütlerinin ikili görev koşuluna göre karşılaştırılması 46

Tablo 12. Katılımcıların enstrümantal vertikal baş hareketleriyle yürüme alt testi sonuç ölçütlerinin ikili görev koşuluna göre karşılaştırılması 48

Tablo 13. Katılımcıların enstrümantal yürüme ve pivot dönüş alt testi sonuç ölçütlerinin ikili görev koşuluna göre karşılaştırılması..... 50

Tablo 14. Katılımcıların enstrümantal engel üzerinden geçme alt testi sonuç ölçütlerinin ikili görev koşuluna göre karşılaştırılması..... 52

Tablo 15. Katılımcıların enstrümantal dar destek yüzeyinde yürüme alt testi sonuç ölçütlerinin ikili görev koşuluna göre karşılaştırılması..... 54

Tablo 16. Katılımcıların enstrümantal gözler kapalı yürüme alt testi sonuç ölçütlerinin ikili görev koşuluna göre karşılaştırılması 56

Tablo 17. Katılımcıların enstrümantal geriye yürüme alt testi sonuç ölçütlerinin ikili görev koşuluna göre karşılaştırılması..... 58

Tablo 18. Katılımcıların merdiven alt testi sonuç ölçütlerinin ikili görev koşuluna göre karşılaştırılması 60

Tablo 19. Katılımcıların ikili görev sırasındaki doğru cevaplarının karşılaştırılması

Tablo 20. Fonksiyonel Yürüme Değerlendirmesi alt testlerinin enstrümantal değerlendirme sonuçları ile düşme sayısı, fiziksel ve bilişsel ölçekler arasındaki ilişki 63

Tablo 20 (Devam). Fonksiyonel Yürüme Değerlendirmesi alt testlerinin enstrümantal değerlendirme sonuçları ile düşme sayısı, fiziksel ve bilişsel ölçekler arasındaki ilişki 64

Tablo 21. Fonksiyonel Yürüme Değerlendirmesi alt testlerinin gözlemsel değerlendirme sonuçları ile düşme sayısı, fiziksel ve bilişsel ölçekler arasındaki ilişki 66

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Zaman içindeki multipl skleroz tanı kriterleri 10
Şekil 2. Gözlemsel merdiven alt testi 27
Şekil 3. Enstrümantal düz zeminde yürüme alt testi..... 28
Şekil 4. Enstrümantal yürüme hızında değişim alt testi..... 29
Şekil 5. Enstrümantal horizontal baş hareketleriyle yürüme alt testi..... 29
Şekil 6. Enstrümantal vertikal baş hareketleriyle yürüme alt testi..... 30
Şekil 7. Enstrümantal yürüme ve pivot dönüş alt testi..... 30
Şekil 8. Enstrümantal engel üzerinden geçme alt testi 31
Şekil 9. Enstrümantal dar destek yüzeyinde yürüme alt testi 31
Şekil 10. Enstrümantal gözler kapalı yürüme alt testi 32
Şekil 11. Enstrümantal geriye yürüme alt testi 32

KISALTMALAR

ANOVA	Varyans Analizi
AÖDGÖ	Aktiviteye Özgü Denge Güven Ölçeği
BOS	Beyin Omurilik Sıvısı
BM	Basınç Merkezi
CPI	Bilişsel-Postüral Eşleşme
DYİ	Dinamik Yürüyüş İndeksi
DIDA-Q	Günlük Yaşamda İkili Görev Zorluklarının Etkisi Anketi
DTC	İkili Görev Harcaması
EBV	Epstein-Barr Virüsü
EDSS	Genişletilmiş Özürlülük Durumu Ölçeği
FGDÖ	Fullerton Gelişmiş Denge Ölçeği
FYD	Fonksiyonel Yürüme Değerlendirmesi
HLA	İnsan Lökosit Antijeni
İG	İkili Görev
kg	Kilogram
KİS	Klinik İzole Sendrom
KM	Kütle Merkezi
m	Metre
MAGNIMS	Multipl Skleroz'da Manyetik Rezonans Görüntüleme Çalışma Grubu
MRG	Manyetik Rezonans Görüntüleme
MS	Multipl Skleroz
MSS	Merkezi Sinir Sistemi
MSYÖ	Multipl Skleroz Yürüyüş Ölçeği
n	Sayı
OKB	Oligoklonal Band
p	İstatiksel Anlamlılık Düzeyi
PPMS	Primer Progresif Multipl Skleroz
RRMS	Relapsing-Remitting Multipl Skleroz
SPMS	Sekonder Progresif Multipl Skleroz
SSMT	Sembol Sayı Modalitesi Testi
SVO	Serebrovasküler Olay
GUP	Görsel Uyarılmış Potansiyel

Z25AYT Zamanlı 25 Adım Yürüme Testi

MULTİPL SKLEROZLU BİREYLERDE TEKLİ VE İKİLİ GÖREVLER SIRASINDA FARKLI FONKSİYONEL YÜRÜME KOŞULLARININ GİYİLEBİLİR SENSÖRLERLE DEĞERLENDİRİLMESİ VE YÜRÜYÜŞ PERFORMANSININ BİLİŞSEL İŞLEVLER, İKİLİ GÖREV HARCAMASI, DÜŞME VE DENGE GÜVENİ İLE İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ

Yüksek Lisans Tezi

Zeynep BEYLİK

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı

ÖZET

Bu çalışma Multipl Skleroz'lu (MS) bireylerde Fonksiyonel Yürüme Değerlendirmesi'nin (FYD) tekli ve ikili görev koşulları altında giyilebilir yürüme sensörleriyle değerlendirilmesi ve ikili görev harcamasının sağlıklı kontrollerle karşılaştırılması amacıyla yapıldı.

Çalışmaya 16 MS'li ve 17 sağlıklı birey dahil edildi. Her iki grup Fonksiyonel Yürüme Değerlendirmesi'ni tekli ve ikili (bilişsel) görev koşulları altında giyilebilir yürüme sensörleriyle gerçekleştirdi ve yürüyüş parametreleri sensörler aracılığıyla kaydedildi. Test aynı zamanda değerlendirici tarafından gözlemsel olarak da puanlandı. Birincil sonuç ölçümleri olarak Fonksiyonel Yürüme Değerlendirmesi (FYD), ikili görev harcaması (DTC); ikincil sonuç ölçümleri olarak Genişletilmiş Özürlülük Durum Ölçeği (EDSS), Zamanlı 25 Adım Yürüme Testi (Z25AYT), Multipl Skleroz Yürüyüş Ölçeği (MSYÖ-12), Sembol Sayı Modalitesi Testi (SSMT), Günlük Yaşamda İkili Görev Zorluklarının Etkisi Anketi (DIDA-Q), Aktiviteye Özgü Denge Güven Ölçeği (AÖDGÖ) ve düşme sayısı kullanıldı.

Her iki grup yaş, cinsiyet, vücut ağırlığı, boy uzunluğu ve eğitim düzeyi açısından benzerdi ve gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$). Gruplar arasında Z25AYT testi skorları açısından anlamlı fark bulunurken ($p<0.05$), DIDA-Q, SSMT, AÖDGÖ skorları, düşme sayısı ve gözlemsel FYD açısından istatistiksel

olarak anlamlı bir fark bulunamadı ($p>0.05$). Enstrümantal değerlendirme sonuçlarına göre, tüm testlerde katılımcılar koşul faktörü açısından anlamlı fark gösterdi ($p<0.05$). Gözler kapalı yürüme, geriye yürüme, engel üzerinden geçme ve yürüme pivot dönüş alt testlerinde, gruplar arasında anlamlı fark bulundu ($p<0.05$). İki grup arasında DTC, yalnızca merdiven alt testinde anlamlı olarak farklıydı ($p<0.05$). Grup x koşul faktörü açısından hiçbir testte anlamlı fark gözlenmedi ($p>0.05$). İkincil sonuç ölçütleriyle hem enstrümantal hem de gözlemsel FYD arasında anlamlı sonuçlar bulundu.

Bu çalışma, enstrümantal Fonksiyonel Yürüme Değerlendirmesi'nin daha objektif sonuçlar gösterdiğini ve hafif ve çok hafif yeti yitimine sahip MS'li bireylerde bile yürüyüşteki değişiklikleri göstererek, MS'li bireyleri sağlıklı bireylerden ayırt edebileceğini önermektedir.

Anahtar Sözcükler: multipl skleroz, ikili görev, yürüyüş
Tezin sayfa adedi: 118
Danışman: Doç. Dr. Özge ERTEKİN

EVALUATION OF DIFFERENT FUNCTIONAL WALKING CONDITIONS WITH WEARABLE SENSORS DURING SINGLE AND DUAL TASKS IN PEOPLE WITH MULTIPLE SCLEROSIS AND INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP OF WALKING PERFORMANCE WITH COGNITIVE FUNCTIONS, DUAL TASK COST, FALL AND BALANCE CONFIDENCE

Master Thesis

Zeynep BEYLİK

DOKUZ EYLÜL UNIVERSITY GRADUATE SCHOOL OF HEALTH SCIENCES

Department of Physical Therapy and Rehabilitation

ABSTRACT

This study was conducted to evaluate Functional Gait Assessment in individuals with Multiple Sclerosis (MS) with wearable gait sensors under single and dual-task conditions and to compare dual-task cost with healthy controls.

16 MS and 17 healthy individuals were included in the study. Individuals were divided into two groups as patient group (n=16) and control group (n=17). Both groups performed Functional Gait Assessment with wearable gait sensors (opal APDM) under single and dual (cognitive) task conditions, and gait parameters were recorded via sensors. The test was also scored observationally by the evaluator. Functional Gait Assessment (FGA), dual task cost (DTC) as primary outcome measures; Expanded Disability Status Scale (EDSS), Timed 25 Foot Walk Test (T25FWT), 12-item Multiple Sclerosis Walking Scale (MSWS-12), Symbol Digit Modalities Test (SDMT), Dual Task Impact on Daily-Life Activities Questionnaire (DIDA-Q) as secondary outcome measures.

Both groups were similar in terms of age, gender, body weight, height and education level, and no significant difference was found between the groups ($p>0.05$). While there was a significant difference between the groups in terms of T25FWT scores ($p<0.05$), no statistically significant difference was found in terms of DIDA-Q,

SDMT, ABC scores, number of falls and observational FGA ($p>0.05$). According to the instrumental evaluation results, the participants showed a significant difference in terms of condition factor in all tests ($p<0.05$). There was a significant difference between the groups in walking with eyes closed, walking backwards, crossing an obstacle and walking pivot turn subtests ($p<0.05$). DTC was significantly different between the two groups only in the ladder subtest ($p<0.05$). No significant difference was observed in any test in terms of group x condition factor ($p>0.05$). Significant results were found between secondary outcome measures and both instrumental and observational FGA.

This study suggests that instrumental Functional Gait Assessment shows more objective results and can distinguish individuals with MS from healthy individuals by demonstrating changes in gait, even in individuals with mild to very mild disability.

Keywords: multiple sclerosis, dual task, gait
Number of pages of the thesis: 118
Advisor: Özge ERTEKIN, PhD, Associate Professor

1. GİRİŞ VE AMAÇ

1.1. Problemin Tanımı ve Önemi

Multipl skleroz (MS), dünyada 2,5 milyondan fazla kişiyi etkileyen kronik, progresif ve sıklıkla yeti yitimine yol açan nörodejeneratif bir hastalıktır. Santral sinir sisteminde meydana gelen inflamatuar süreçler demiyelinizasyona ve aksonal hasarlanmaya yol açarak akson boyunca iletilen aksiyon potansiyelinin iletiminde blokaj ya da gecikmeye neden olur. Sonuç olarak motor ve duyusal problemler, bilişsel yıkım, nöropsikiyatrik semptomlar, görme problemleri ve mesane işlev bozuklukları sıklıkla meydana gelir.

MS'li bireylerde yürüyüşü ve dengeyi etkileyen motor problemler ve bilişsel defisitler sıklıkla görülmektedir. Motor ve duyu sisteminde meydana gelen problemler sonucunda yürüme daha az otomatik hale gelir ve bilişsel kapasiteden daha fazla faydalanılır. Motor sistemde meydana gelen defisitlerin yanı sıra MS'li bireylerde azalmış dikkat kapasitesi ve yürütücü işlev disfonksiyonu görülmektedir.

Yürüme fonksiyonu bozukluğu, MS hastalarının yaklaşık %85'inde erken dönemden itibaren görülür ve MS hastaları, yürüme bozukluğunun günlük yaşamlarını önemli derecede kısıtladığını belirtmektedirler. MS'li bireylerde yürüyüş bozuklukları genel olarak; azalmış yürüyüş hızı, kısalmış adım uzunluğu, artmış çift destek fazında yürüyüş, kısalmış tek destek periyodu, kadans değişiklikleri ve giderek kısalan yürüyüş mesafesi ile görülmektedir. MS hastaları çok erken dönemlerinde dahi yürüyüş parametrelerinde değişkenlik gösterebilmektedir. Bu değişkenlik, dengedeki bozulma ve düşmeyle ilgili ne ölçüde risk taşıdıkları hakkında bilgi vermektedir.

Bilişsel bozukluklar, MS'in en çok görülen semptomları arasındadır. MS'li bireylerin yaklaşık %65'i, hastalığın erken döneminde ortaya çıkan bilişsel eksiklikleri belirtmektedir. Motor ve bilişsel bozukluklar, önceki yıllarda yaygın olarak birbirlerinden bağımsız olarak incelenmekteydi. Son dönemlerde ise motor ve bilişsel görevlerin eş zamanlı performansının araştırılması, ikisinin arasındaki etkileşimin ortaya çıkartılması gibi konular üstünde durulmaktadır.

Motor ve bilişsel iki eylemin aynı anda gerçekleştirilmesi bir eylemde ya da her iki eylemde performansın azalmasına sebep olabilir. Performanstaki bu azalmaya

Bilişsel-Motor Eşleşme adı verilir. Genellikle motor (yürüme, denge görevi) ve bilişsel görev (geriye doğru sayma, kelime türetme) içeren ikili görev aktiviteleri ile değerlendirilir ve çift görev performansının tekli göreve göre değişiminin yüzdesi alınarak ikili görev harcaması (Dual-task cost, DTC) ile hesaplanır. Günlük yaşam aktiviteleri, motor veya bilişsel görevi izole olarak içermediği için klinik pratikte ve araştırmalarda iki görevin birlikte incelenerek ikili görev harcamasının hesaplanması önerilmektedir. MS'li bireylerde ikili görev performansını değerlendiren birçok çalışmada, özellikle yüksek yeti yitimine sahip kişilerin sağlıklı bireylerden daha fazla ikili görev harcaması gösterdikleri bildirilmiştir. MS'li bireylerde motor ve bilişsel ikili görev harcamasındaki bu artışın düşme riski ile ilişkili olduğu gösterilmiştir. Bu nedenle rutin klinik değerlendirmelerde yer alması gerektiği ve ikili görev aktivitelerini içeren müdahale çalışmalarına ihtiyaç duyulduğu belirtilmiştir.

MS'te ikili görev etkilenimi; dikkatte bozulma, yorgunluk ve azalmış hafıza kapasitesi veya farklı stratejilerin kullanımına bağlı olmayan genel bilişsel fonksiyonlar nedeniyle olabilir. MS'li bireylerde ikili görevlerin yürüyüş üzerine etkisini araştıran çalışmalarda, ikili görevin adım uzunluğunu, sallanma fazı süresini, çift destek periyodunu artırdığı, yürüyüş hızını ise azalttığı bildirilmiştir.

Literatürde ikili görevler düz yolda yürüme, tandem yürüme ve geri yürüme testleriyle değerlendirilmiştir. Düz yürüme görevine göre daha kompleks olan tandem yürüme görevi, MS'li bireylerde sağlıklılardan daha belirgin şekilde bozukluk göstermiştir ve düşme ile daha fazla ilişkili bulunmuştur. Tandem testi ikincil bir bilişsel görev ile uygulandığında, yapılan bilişsel-motor müdahalenin, sağlıklı yetişkinlere benzer bir şekilde performansı olumsuz etkilediği görülmektedir. İkili görevli yürümeye benzer şekilde, geriye doğru yürümek, ileriye doğru yürümeye göre daha fazla bilişsel talep ve postüral kontrol gerektirir. MS'de denge ve postüral kontroldeki eksiklikler, geriye doğru yürüme sırasında artar ve ikincil bir bilişsel görev ile uygulandığında, geriye doğru yürümedeki bozulmalar, ileriye doğru yürümeye göre daha belirgindir. Bu kompleks görevler denge bozukluğu ve düşmeyle daha ilişkili bulunduğundan, farklı engellilik düzeylerinde farklı karmaşıklık düzeyindeki testler kullanılabilmektedir. Fonksiyonel Yürüme Değerlendirmesi (FYD) testi de bu bağlamda alternatif bir değerlendirme aracı olarak önerilmektedir.

Fonksiyonel Yürüme Değerlendirmesi, vestibüler denge ve yürüyüşü değerlendiren, düz zemin üzerinde tek yönlü yürümeye göre daha kompleks bir testtir. Değerlendirme, düz zeminde yürüme, yürüme hızında değişim, horizontal baş hareketleri ile yürüme, vertikal baş hareketleri ile yürüme, yürüme ve pivot dönüş, engel üzerinden geçme, dar destek yüzeyinde (tandem) yürüme, gözler kapalı yürüme, geriye yürüme, merdiven kullanımı gibi günlük yaşamdaki pek çok aktiviteyi yansıtan alt testleri içermektedir. FYD'nin öğeleri, duyusal sistemin üç bölümünü (görsel, somatosensöriyel, vestibüler) de değerlendirme olanağı sağlar. Bu test, büyük ölçüde topluluk içinde gerçekleştirilen aktiviteleri yansıtmaktadır. Engellerin üzerinden geçmek, hızı değiştirmek ve başı çevirmek MS'li bireyler için zorluklar oluşturabilir. FYD'yi uygulayan hiçbir çalışmada test bilişsel bir görevle ve giyilebilir bir sensörle birlikte uygulanmamıştır.

Bu çalışmada, FYD gibi kompleks yürüme ve denge koşulu içeren teste ikincil bilişsel görev eklenerek MS'li bireylerde ve yaş eşleştirilmiş sağlıklı kontrollerde ikili görev harcaması hesaplanmış ve ölçüm objektif bir değerlendirme yöntemi olan giyilebilir sensör (Opal-APDM) ile yapılmıştır. Böylece literatürde ikili görev becerisini ayırt etmede kısıtlılığı belirtilmiş testlere alternatif ve objektif bir test incelenmiştir. Ayrıca, MS'li bireylerin hangi görevlerde daha çok zorluk yaşadığını incelemek gelecekteki tedavi çalışmaları için de yön gösterici olabilir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Araştırmanın birinci amacı: MS'li bireylerde Fonksiyonel Yürüme Değerlendirmesi'nin giyilebilir yürüme sensörleriyle değerlendirilmesi ve sağlıklı kontrollerle karşılaştırılmasıdır.

Araştırmanın ikinci amacı: MS'li bireylerde Fonksiyonel Yürüme Değerlendirmesi'nin giyilebilir yürüme sensörleriyle ikili görev koşulları altında değerlendirilmesi ve ikili görev harcamasının sağlıklı kontrollerle karşılaştırılmasıdır.

1.3. Araştırmanın Hipotezleri

Araştırmanın birinci hipotezi: MS'li bireylerde Fonksiyonel Yürüme Değerlendirmesi skoru sağlıklı kontrollere göre düşüktür.

Araştırmanın ikinci hipotezi: MS'li bireylerde tekli göreve göre, ikili görevle birlikte yapılan Fonksiyonel Yürüme Değerlendirmesi skoru daha düşüktür ve ikili görev harcaması sağlıklı kontrollerden daha yüksektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Tanım

Multipl skleroz (MS), otoimmün inflamasyon ile karakterize Merkezi Sinir Sistemi'nin (MSS) kronik, yavaş ilerleyen, inflamatuar, demiyelinizan ve dejeneratif bir hastalığıdır (1, 2). Karmaşık patofizyolojisi olan ciddi ve öngörülemeyen nörolojik bir hastalıktır. Genellikle demiyelinizasyon olarak adlandırılan, sinir aksonlarında belirgin miyelin kaybı ile karakterizedir (3). Enflamasyon ve demiyelinizasyon, MS'li kişilerde MSS'nin herhangi bir yerinde ortaya çıkabilir ve çeşitli klinik semptomlardan herhangi birine neden olabilir. Hastalar ayrıca klinik nükslerin şiddeti, nüks etme sıklığı ve iyileşme derecesinde de önemli ölçüde farklılık gösterir. Bu nedenle, multipl skleroz hem klinik tablo hem de prognoz açısından heterojen bir hastalıktır (4).

2.2. Epidemiyoloji

MS dünya çapında yaklaşık 2,8 milyon insanı etkiler ve en yaygın nörodejeneratif hastalıklardan biri olarak sıralanır (5). Uluslararası MS Federasyonu'nun ülke düzeyinde verilerle oluşturduğu uluslararası bir atlasa göre, Türkiye'de MS prevelansı 100.000 kişide 70'tir ve 58.401 kişi MS ile yaşamaktadır (6).

Dünya çapında MS prevalansı, düşük riskli bölgeler (Güney ve Orta Amerika, Afrika, Doğu Asya) ve yüksek riskli bölgeler (Kuzey Amerika ve Kuzey Avrupa) arasında önemli farklılıklar göstermektedir. Coğrafi bölgeler içinde, insidans ve prevalans da yaş ve cinsiyete göre değişir. Her iki cinsiyetten çocuklar eşit (düşük) riske sahiptir; ergenlik döneminden sonra MS, kadınlarda erkeklere göre iki kat daha fazla görülmektedir (7).

MS insidans oranlarındaki farklılıklar bölgesel ölçekte de görülmektedir. Büyük ölçüde Avrupa kökenli uluslar arasında ve içinde görülen MS prevalansındaki varyasyonlar, enlem ile bir ilişki göstermektedir. Bu tür varyasyonların nedenleri bilinmemektedir, ancak genetik yatkınlığın etkisinin ve ultraviyole radyasyona maruz kalma ve D vitamini sentezi gibi çevresel faktörlerin bir kombinasyonunun sonucu olması düşünülmektedir. Artan enlem ile birlikte (kuzey/güney kutuplarına daha yakın bölgelerde) prevalansta artış gözlendiği gösterilmiştir (8).

2.3. Etyoloji

MS'in nedeni bilinmemekle birlikte, genetik arka plan ve çevresel faktörler arasındaki karmaşık etkileşimlerin hastalığa neden olduğu oldukça açıktır. Bu nedenle yaş, cinsiyet, aile öyküsü, enfeksiyonlar, ırk, iklim, bazı otoimmün hastalıklar veya sigara kullanımı gibi sayısız faktör MS geliştirme riskini artırabilir (9, 10).

Genetik faktörler üzerinde durulan çalışmalarda MS duyarlılığını etkileyen genetik varyantlar araştırılmıştır. Etkilenen bireylerin birinci derece ve hatta dizigotik ikiz kardeşleriyle yapılan deneylerden elde edilen veriler, 10 ila 20 kat daha yüksek tekrarlama riskine (%2-4) sahip olduklarını, monozigotik ikizlerin ise daha da yüksek riske (%25) sahip olduğunu göstermiştir (11).

İnsan lökosit antijeninin (HLA), MS duyarlılığına en büyük genetik katkıya sahip olduğu bilinmektedir. Yaşamın erken dönemlerinde, anne karnında veya çocuklukta koruyucu HLA haplotiplerine sahip olmak gibi koruyucu faktörler vardır. Ergenlik döneminde koruyucu faktörler arasında; güneşe maruz kalmak, yeterli D vitamini düzeyine sahip olmak ve balık yağından zengin beslenmek yer alır. Kişiler bazı koruyucu faktörler üzerinde etki gösterebilse de, hastalığa genetik yatkınlık ve cinsiyet gibi risk faktörleri bireysel olarak kontrol edilemez (12).

Genetik ile birlikte çevresel faktörlerin de MS gelişiminde rol oynadığı bilinmektedir (13). Epstein-Barr virüsünün (EBV) birçok çalışmada risk faktörü olduğu tespit edilmiştir. EBV enfeksiyonuna bağlı olarak ortaya çıkan bulaşıcı mononükleoz, MS gelişme riskinin artmasına yol açmaktadır.

Sigara içmek ve D vitamini eksikliği gibi diğer çevresel faktörler, EBV ile MS'e yol açabilecek bir etkileşime neden olabilir (14). Çalışmalar, sigara içmenin klinik izole sendromdan MS'e dönüşüm riskini artırdığını göstermiştir (13, 15) (Tablo 1).

Tablo 1. MS ile ilişkili koruyucu faktörler ve risk faktörleri

Yaşam Evreleri	Koruyucu Faktörler	Risk Faktörleri
Anne karnı	Koruyucu HLA haplotipleri	Aile öyküsü veya genetik faktörler Kadın cinsiyeti Mayıs ayında doğmak Yüksek enlem bölgelerinde doğmak
Çocukluk		
Gençlik	Güneşe maruz kalma miktarı D vitamini takviyeleri Balık yağlarından zengin diyetler	Epstein Barr virüsüne maruz kalma Sigara içmek D vitamini eksikliği Yüksek rakımlı bölgelerde yaşamak
Yetişkinlik	Hiçbiri tanımlanmadı	Epstein Barr virüsüne maruz kalma Sigara içmek

2.4. Patofizyoloji

Multipl skleroz, zaman içerisinde akut inflamasyondan ziyade kronik nörodejenerasyon hastalığı olarak gelişir. MS'te hem akut hem de kronik inflamasyon ortaya çıkabilir. Akut inflamasyon MS'in erken ve tekrarlayan formlarında en belirgindir ve B ve T lenfositlerinin kan beyin bariyerini geçerek Merkezi Sinir Sistemi'ne girmesi sonucu ortaya çıktığı düşünülmektedir. Hem doğuştan gelen bağışıklık sisteminin (mikroglia ve makrofajlar), hem de adaptif bağışıklık sisteminin (B ve T lenfositleri) hücrelerinin, perivasküler inflamatuar infiltrasyonu gerçekleşir (16).

Kronik inflamasyon, artan hastalık süresi ile ortaya çıkar ve B ve T lenfositleri, meninksler ve perivasküler boşluklar gibi beyindeki bağ dokusu boşluklarında yavaşça birikir (17). Bunlar, sinir aksonu boyunca hareket eden aksiyon potansiyellerinin yavaşlamasına, bozulmasına veya blokajına yol açan demiyelinizasyonla sonuçlanır (3).

Demiyelinizan alanlarında, miyelin bakımını gerçekleştiren ve çok sayıda sinir aksonuna yapısal, elektriksel ve trofik destek sağlayan oligodendrositler remiyelinizasyonu gerçekleştirir (18). Sonuç olarak, demiyelinizasyon ve remiyelinizasyon paternleri, MSS'nin çeşitli bölgelerinde gelişen sklerotik plaklar ile sonuçlanır.

Lezyonlar, optik sinirler, periventriküler beyaz madde, kortikal gri madde, korpus kollozum, beyin sapı, serebellum ve medulla spinalisin servikal segmentleri ile Merkezi Sinir Sistemi içinde herhangi bir yerde meydana gelebilir. Kortikal lezyonlar, tüm beyin aksonal ve nöronal kaybının önemli bir unsurudur ve bunun hastalık sürecinin erken evrelerinde ortaya çıktığı ve hastalık süresi ile arttığı gösterilmiştir (19).

Aksonal hasarın hastalık sürecinde hangi aşamada başladığı prognostik öneme sahiptir. Aksonal kayıp, kompanzasyon eşiğinin ötesinde meydana geldiğinde, kalıcı nörolojik defisitin en iyi patolojik belirleyicisidir (20).

2.5. Sınıflandırma

MS'in klinik fenotipleri, 1996 yılında klinik relapsların durumuna ve relapslar arasında progresyonunun varlığına veya yokluğuna bağlı olarak dört ana gruba bölünmüştür. Ancak bu sınıflandırma sistemi yalnızca klinik hastalık aktivitesine dayanmaktadır. Günümüzde, hastalık aktivitesini (hem klinik hem de radyolojik) ve hastalığın ilerlemesini kapsayan daha açıklayıcı bir terminoloji kullanılmaktadır (21).

Bu sınıflandırmaya göre, klinik izole sendrom (KİS), relapsing remitting MS, progresif MS ve benign MS olarak tanımlanmıştır. Radyolojik izole sendrom hastalar, klinik belirti ve bulgular göstermediğinden bir MS fenotipi olarak tanımlanmamıştır (22).

2.5.1. Klinik İzole Sendrom (KİS)

Klinik İzole Sendrom, uzayda yayılma kanıtı gösterebilen, ancak henüz zaman içinde yayılma kanıtı göstermeyen, Merkezi Sinir Sistemi demiyelinizasyonunu düşündüren, klinik semptom ve bulguları olan bir başlangıç tablosudur.

2.5.2. Relapsing Remitting MS (RRMS)

Relapsing Remitting MS (RRMS), hastalık aktivitesi olsun veya olmasın, en yaygın fenotiptir ve tüm hastalara konan tanıların yaklaşık %85'ini oluşturur. Relapsing Remitting MS'in ayırt edici özelliği, relapslar arasındaki klinik stabilitedir. Zamanla, atak (nüks) sıklığı azalır ve atak sonrası tam ya da kısmi iyileşme (remisyon) görülür.

2.5.3. Sekonder Progresif MS (SPMS)

RRMS fenotipine sahip hastaların; ataklardan kaynaklanan nörolojik sekel, eksik iyileşme ve zaman içinde yeti yitiminin artmasıyla, büyük bir çoğunluğu Sekonder Progresif MS formu haline gelmektedir.

2.5.4. Primer Progresif MS (PPMS)

PPMS, ortalama başlangıç yaşı kırk olan genel MS popülasyonunun %10-20'sini etkiler. Belirgin bir alevlenme veya nüks etme olmaksızın, semptomların başlangıcından itibaren nörolojik işlevsellikte devamlı bir düşüş söz konusudur.

2.5.5. Bening MS

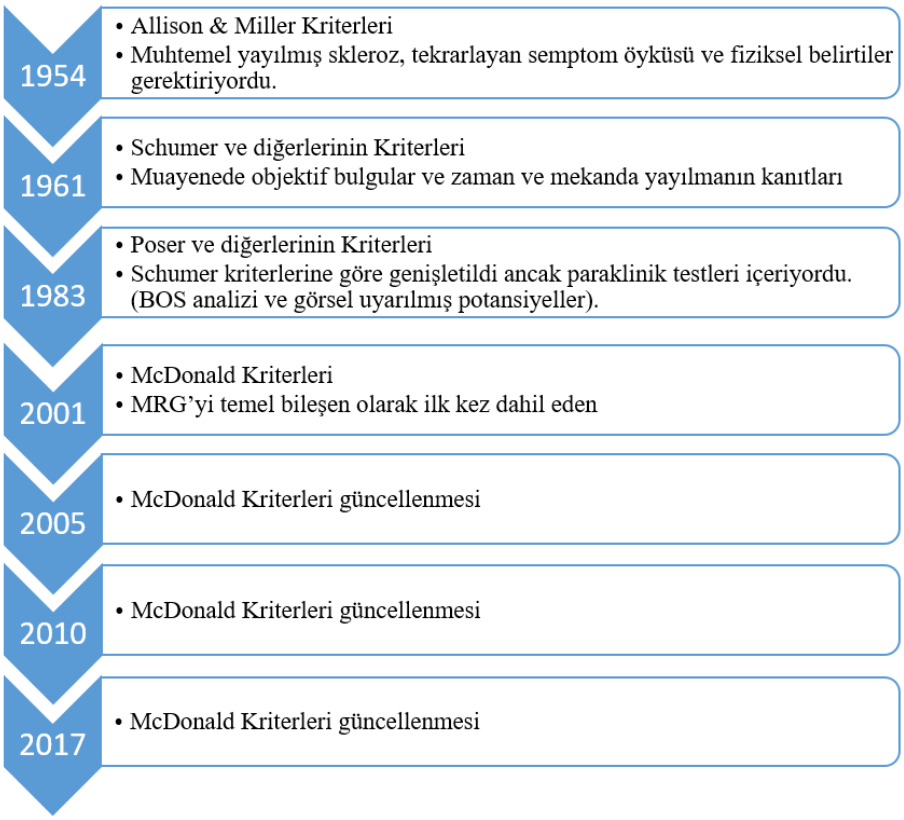
Bening MS, hastalığın en hafif formunu tanımlamak için kullanılan bir terimdir. Manyetik rezonans görüntülemede düşük lezyon yükünün görüldüğü, ciddi bir sekel bırakmayan Bening MS, nükslerin çok hafif ve nüksler arasında çok uzun sürenin olduğu veya yalnızca birkaç nüksün meydana geldiği bir Relapsing Remitting MS (RRMS) varyasyonudur. MS'li bir kişi 15 yıl boyunca çoğunlukla işlevsel kaldıysa, genellikle bu forma sahip olduğu düşünülür. Genellikle ilk olarak görme duyusu etkilenir ancak kişi aktif kalır.

2.6. Tanı Yöntemleri

Multipl skleroz tanısı, manyetik rezonans görüntüleme (MRG), BOS analizi veya görsel uyarılmış potansiyeller (GUP) gibi paraklinik araçların yanı sıra klinik öykü ve muayeneye dayanır. Teşhis kriterleri, demiyelinizasyon epizotlarının en az iki zaman noktasında ve Merkezi Sinir Sistemi'nin en az iki alanında meydana geldiğinin gösterilmesine bağlıdır, yani hastalığın zaman içinde yayılması ve hastalığın uzayda yayılması söz konusudur (23).

1965'te Schumacher Komitesi tarafından yayınlanan ilk tanı kriterleri yalnızca klinik bulgulara dayanmaktadır (24). 1983'te Poser kriterleri, paraklinik parametreler ve 'kesin' veya 'olası' multipl skleroz sınıflandırmalarının eklenmesiyle Schumacher kriterlerini genişletmiştir (25).

2001 McDonald Kriterleri, MRG görüntülemeyi temel bir bileşen olarak dahil eden ilk kriterlerdir (26) (Şekil 1).



Şekil 1. Zaman içindeki multipl skleroz tanı kriterleri

McDonald kriterleri yayınlandığından bu yana üç kez revize edilmiştir. 2001 ve 2010 yılları arasında MRG kriterleri sadeleştirilmiştir ve artık Avrupa MAGNIMS (MS'de MRG Çalışma Grubu) kriterleri kullanılmaktadır (27).

2017 McDonald kriterlerindeki en büyük güncelleme, eşlenmemiş oligoklonal bantların (OKB) BOS'ta zaman içinde yayılma kanıtı olarak dahil edilmesidir (28)(Tablo 2).

Tablo 2. 2017 Revize McDonald kriterleri

Atak	**Objektif klinik bulgulu lezyon sayısı**	**MS tanısı için gerekli ek veri**
2 ≥ atak	≥ 2	Yok
2 ≥ atak	1+ öyküde başka bir alandaki lezyona ait atak	Yok
2 ≥ atak	1	MSS'de farklı bir alandaki lezyona ait yeni bir atak veya MRG ile mekanda yayılımın gösterilmesi
1 atak	≥ 2	Ek bir klinik atak veya MRG ile zamanda yayılımın gösterilmesi veya BOS-spesifik OKB varlığı
1 atak	1 lezyona ait objektif klinik bulgu	SSS'de farklı bir alandaki lezyona ait yeni bir atak veya MRG ile mekanda yayılımın gösterilmesi ve ek bir klinik atak veya MRG ile zamanda yayılımın gösterilmesi veya BOS-spesifik OKB varlığı
Sinsi progresyon	1 yıl klinik progresyon (retrospektif veya prospektif, ataktan bağımsız olarak)	Aşağıdakilerin 2'si • MS tipik (periventriküler, kortikal/juksta kortikal veya infratentoryal alanlarda) ≥1 lezyon • Spinal kordda ≥ 2 lezyon • BOS-spesifik OKB varlığı
MRG: Manyetik rezonans görüntüleme **BOS: Beyin omurilik sıvısı** **OKB: Oligoklonal band**		

2.7. Klinik Bulgular

MS'in klinik belirtileri, demiyelinizasyondan etkilenen anatomik bölgeye bağlıdır ancak tipik olarak görme yolundaki bozuklukları (örn. akut optik nörit), duyusal bozuklukları (örn. kortikal duyu kaybı), paroksismal semptomları (örn. trigeminal nevralji), otonomik sinir sistemi semptomları (örn. bağırsak ve mesane disfonksiyonu), motor yeti yitimi (örn. yorgunluk) ve bilişsel bozuklukları içerir. Farklı klinik belirti ve bulgular görülmektedir (29). Bunlar;

- Parestezi, karıncalanma, nöropatik ağrı,
- Kas zayıflığı, spastisite, spazmalar
- Bilişsel işlev bozukluğu, dikkat eksikliği, konsantrasyonda azalma
- Optik nörit, çift görme, nistagmus
- Yorgunluk
- Ataksi
- Vertigo
- Dizartri, disfaji
- Lhermitte bulgusu
- Trigeminal nevralji
- Sıcak intoleransı
- Üriner inkontinans, retansiyon, sık idrara çıkma
- Konstipasyon, inkontinans
- Cinsel disfonksiyon
- Anksiyete ve depresyon (30), olarak ifade edilebilir.

2.8. Postüral Kontrol ve Denge

Postüral kontrol, oryantasyon ve stabilizasyon amacıyla vücudun uzaydaki konumunu kontrol etme kabiliyeti olarak ifade edilebilir (31). Diğer bir deyişle, kişinin kütle merkezini (KM) destek yüzeyi sınırları içerisinde tutabilme yeteneğidir.

Postüral kontrolde temel olarak iki amaç vardır. Bunlar, postüral oryantasyon ve dengedir (32). Postüral oryantasyon, vücudun bölümleri ile bu bölümlere ait görevlerin meydana geldiği ortam arasında uygun bir bağlantı kurma ve bu bağlantıyı devam ettirme yeteneği olarak ifade edilir (33). Postüral kontrol ve denge ise, ağırlık

merkezini destek yüzeyi sınırları içinde konumlandırabilmek amacıyla gereken duyusal-motor stratejileri koordinasyon içinde yürütebilmektir (32).

Uygun postüral kontrolün devam ettirilebilmesi, biyomekanik kısıtlamalara, duyusal stratejilere, motor stratejilere, dinamiklerin kontrolüne, bilişsel kontrole ve uzamsal oryantasyona dayanır. Bu unsurlar MS semptomlarından etkilenebilir ve aralarında oluşabilecek bozulmalar postüral instabiliteye yol açar (34).

2.8.1. Postüral Kontrol Kaynakları

Biyomekanik limitler

Denge üzerindeki en önemli biyomekanik kısıtlama destek yüzeyinin boyutu ve kalitesidir (34). Destek yüzeyinin genişliği, kütle merkezinin (KM) salınımının miktarını ve yönünü etkiler. Stabilite limitleri, destek yüzeyi sabit olarak korunurken ağırlık merkezinin konumunun değiştirebileceği alandır (35) ve normal duruş sırasında, KM salınım alanları küçüktür ve anterior-posterior yönünde yoğunlaşmıştır. Yürüyüş sırasında, KM salınım alanları daha büyük olma eğilimindedir ve öncelikle medio-lateral yönde yoğunlaşır (36). Stabilite limitlerinin dar olması düşme riskinin artmasına neden olmaktadır (35).

MS'li bireyler statik görevleri yerine getirirken ve yürüyüş sırasında destek yüzeyini genişletme eğilimindedir (37). Ayakları bitişik dururken, MS'li kişilerde basınç merkezinin (BM) yer değiştirmesi artar ve gözler kapalıyken bu salınım alanı artar (37, 38).

Motor stratejiler

Dik duruşla ilgili olarak kullanılan üç ana motor strateji vardır: kalça stratejisi, ayak bileği stratejisi veadım atma stratejisi.

Ayak bileği stratejisi; düşük şiddetteki salınımlar karşısında dengeyi korumak amacıyla kullanılan stratejidir. Ayak bileği eklemlerinde ortaya çıkan tork ağırlık merkezini stabilite konumuna geri getirir. Bu stratejinin temelinde kasların distalden proksimale doğru aktivasyonu söz konusudur.

Kalça stratejisi; pertürbasyon sırasında ayak bileği çevresinde ortaya çıkan torkun yetersiz kaldığı, ağırlık merkezinin hızlıca yer değiştirmesinin gerekli olduğu

durumlarda, büyük ve hızlı hareketlerin ortaya çıkarıldığı kalça etrafında meydana gelen strateji çeşididir. Stratejinin kullanımı sırasında kalçaların büyük ölçüde bükülmesi, kalçanın yeniden konumlandırılmasına neden olur. Bu stratejinin temelinde kasların proksimalden distale doğru aktivasyonu söz konusudur (34, 39).

Adım atma stratejisi ise, ayak bileği ve kalça stratejilerinin yetersiz kaldığı durumlarda meydana gelir (40). Bu strateji, destek yüzeyini, dengeyi yeniden sağlamak için ağırlık merkezinin düşeceği yere taşır (39).

MS, kişinin bu motor stratejileri kullanma yeteneğini etkileyebilir. Kalça stratejisi doğru görsel ve vestibüler bilgilere dayandığından, duyusal işlevi azalmış MS'li bireyler kalça stratejisinin kullanımından kaçınabilir ve ağırlık merkezi destek yüzeyi sınırlarına hareket ettiğinde adım atma stratejisine daha fazla güvenir. Bu da medio-lateral yöndeki salınımı kontrol etmedeki zorluğu düşündürür (41).

Duyusal stratejiler

Postüral kontrol; vestibüler, görsel ve somatosensoriyel sistemlerden gelen bilgilere bağlıdır. Postüral kontrol için önemli olan duyusal girdilerin kombinasyonu, bireyin özelliklerine, görevin gerçekleştiği çevresel koşullara ve gerçekleştirilen postüral kontrol görevine göre değişir (33).

Sağlıklı kişilerde sabit bir yüzeyde durma sırasında postüral kontrol, %70 oranında somatosensoriyel sistem, %20 oranında vestibüler sistem ve %10 oranında görsel sistem fonksiyonuyla sağlanmaktadır (42).

Vestibüler sistem, merkezi sinir sistemine başın hareketi ve konumu hakkında bilgi sağlar. Bununla birlikte, tek başına vestibüler sinyaller, vücudun uzayda nasıl hareket ettiğine dair net bir bilgi sağlamak için yeterli değildir.

Görsel sistem, başın konumu ve hareketi hakkında ek bilgi sağlar. Ayrıca çevredeki ortam hakkında bilgi verir. Gözlerimiz kapalıyken genellikle dik bir pozisyonu sürdürebiliriz, ancak salınım genlikleri artar, bu da postüral kontrolün azaldığını gösterir.

Somatosensoriyel sistem, vücudun hareketi ve konumu hakkında üst merkezlere bilgi sağlar. Vücudun her yerindeki somatosensoriyel girdiler aynı zamanda vücut bölümlerinin birbiriyle ilişkisi hakkında bilgi verir.

Propriosepsiyon kaybı olan MS'li bireylerin dik duruşu sürdürmek için daha fazla enerji harcadıkları gösterilmiştir. Bu bireyler, denge kaybını, artan postüral sallanmayı ve düşme riskini önlemek için genellikle propriyosepsiyon kaybını telafi edeceklerdir (33). Fling ve ark. kortikal proprioseptif yollarda bozulma meydana geldiğinde, MS'li hastaların postüral kontrolü sürdürmek için görme ve vestibüler sisteme daha fazla bağımlı hale gelebileceğini öne sürmektedir (43) .

Dinamiklerin Kontrolü

Dengenin korunabilmesi için postür değişikliğinin olduğu durumlarda veya yürüyüş sırasında ağırlık merkezinin kontrol edilmesi gerekmektedir. Normalde dik duruş pozisyonunda ağırlık merkezi destek yüzeyi sınırları içerisinde kalırken, tüm bu hareketler esnasında ağırlık merkezinin konumu değişmektedir (44).

Yürüyüş sırasında öne doğru meydana gelen postüral stabilite, sallanma fazındaki ekstremitenin, ağırlık merkezinin daha distaline yerleştirilmesiyle sağlanır. Lateral gövde kaslarının kontrollü aktivasyonu ve ayağın laterale doğru yer değişmesi sonucu lateral yöndeki postüral stabilite sağlanmaktadır (45).

Bilişsel kontrol

Postüral kontrol kaynaklarından biri de bilişsel kontroldür. Postüral görev ne kadar zorlaşırsa, o kadar fazla bilişsel işlem gerekebilir (46). Postüral görevin zorluk derecesinin artması bilişsel görevin performansında, reaksiyon zamanında ve performansta kötüleşme yaratabilir (47).

MS'li bireylerde motor ve bilişsel bozuklukların birleştiğine dair artan kanıtlar da vardır (47). Aynı anda ikincil bir bilişsel görevi (ikili görev) gerçekleştirirken MS'li kişilerde yürüyüş değişiklikleri meydana gelmektedir. Daha yavaş yürüme hızı, daha yavaş kadans ve daha kısa adım uzunluğu görülmüştür (48) (49).

Uzayda Oryantasyon

Uzayda oryantasyon, bir kişinin uzayda vücudun bölümlerinin konumunu tanıma ve nesneleri etkili bir şekilde yönlendirmek ve konumlandırmak için çevrenin özelliklerini yorumlama yeteneğini ifade eder (50, 51).

2.9. Normal Yürüyüş

Yürüme, nöromotor kontrol mekanizmasında sistematik bir biçimde birbiriyle etkileşim halinde çalışan alt kümelerin son çıktı durumudur (52). Hareket sırasında, stabilite sürekli olarak zorlanır, destek yüzeyi ve ağırlık merkezi sürekli hareket halindedir (53).

Yürüyüş sırasındaki stabilite, postüral kontrol stratejileri ile sağlanır. Postüral kontrol stratejileri proaktif (ön hazırlayıcı) ve reaktif (kompanzatuar) postüral kontrol olarak gözlemlenmektdir. Kişi, proaktif postüral kontrol stratejisinde gerçekleşecek pertürbasyonu tahmin ederek ilgili kas aktivasyonunda artış ya da istemli bir hareket meydana getirir. Reaktif postüral kontrol stratejisinde ise öngörülemeyen bir pertürbasyon sonucu kişi, postüral kontrolü devam ettirebilmek amacıyla gereken kas aktivasyonunu ve hareketi gerçekleştirmektedir (54).

Yürüyüş döngüsü bir ayağın zemine ilk temasından, aynı ayağın sonraki ilk temasına kadar olan süreç olarak açıklanabilir. Ortalama bir yürüyüşte; yürüyüş döngüsünün %60'ı duruş fazı, %40'ı ise salınım fazından oluşmaktadır. Duruş fazı, topuğun yere ilk temasından başlayan ve parmak kalkışına kadar süren evredir. Salınım fazı, parmak kalkışından topuk temasına kadar olan süreci ifade eder. Her iki ekstremitenin yerle temas ettiği an çift destek periyodudur. Yürüyüş hızı arttıkça salınım fazın süresi uzarken, duruş fazı ve çift destek fazının süresi kısalır (55).

Yürüme analizinde tanımlanan parametreler; kadans, adım genişliği, tek ve çift adım uzunluğu, yürüyüş hızı ve destek yüzeyinden oluşmaktadır. Dakikada atılan adım sayısı kadans olarak ifade edilir. Her iki topuk arasındaki yatay mesafe ise adım genişliği olarak adlandırılır. Birim zamanda kat edilen mesafe yürüyüş hızıdır (56).

Normal bir yürüyüşte, yürüyüş döngüsü sırasında adımdan adıma bir dalgalanma söz konusudur ve bu yürüyüş değişkenliği olarak ifade edilir (57). Bu değişkenlikteki azalma, stabil bir yürüyüşün göstergesidir (58). Yürüyüş analizi için genellikle yürüme

bandı, akselerometre, giyilebilir sensörler ve kameralı sistemler gibi yöntemler kullanılmaktadır (59, 60).

2.10. MS'te Yürüyüş

MS'li bireylerde, alt ekstremitelerdeki kuvvet kaybı (%81), yorgunluk (%73), yürüme güçlüğü (%69), denge ve koordinasyon bozuklukları (%67), hareketlerde yavaşlama (%59), alt ekstremitelerdeki parestezi (%54), düşük ayak varlığı veya ayağı sürükleyerek yürüme (%41) gibi semptomların yürüyüşü etkilediği ifade edilmiştir (61).

MS'li bireylerde yapılan çalışmalarda, erken dönemden itibaren yürüyüş paterninde bozulmalar tespit edilmiştir (62, 63) Bozulan parametreler özellikle, yürüyüş hızı, adım uzunluğu ve kadansta azalma olarak belirtilmiştir (62).

Yapılan bir çalışmada (64) minimal engelli MS'li 43 bireyin yürüyüşünü (ortalama EDDS 2,0), sağlıklı kontrollerle karşılaştırdığında, MS'li bireylerin daha yavaş yürüdüğünü, yürüyüş döngüsünün büyük bir bölümünü çift destek fazında harcadığını, daha kısa, daha az ve daha geniş adım attığını bulmuştur. Bu sonuçlar, klinik bir yürüyüş bozukluğunun yokluğunda bile, MS'li kişilerin yürüyüş sırasında postüral kontrolde ince, ancak saptanabilir değişiklikler gösterdiğini vurgulamıştır.

Düzgün ve koordineli hareketin meydana gelmesi için görsel, vestibüler ve somatosensoriyal bilgilerin doğru bir şekilde algılanması ve üst merkezler tarafından doğru şekilde işlenmesi oldukça önemlidir. Bir incelemede, Cameron ve Lord, MS'li bireyler için dengenin tipik olarak bozulan üç farklı yönünü belirttiler: Birincisi, MS'li bireylerin sağlıklı kontrollere kıyasla, destek yüzeyi azaltıldığında veya sınırlandırıldığında, postüral salınımının arttığı ve pozisyonu korumada daha fazla zorluk yaşadığı idi. Ayrıca, daha şiddetli bozukluğu olan MS'li bireylerin, hafif bozukluğu olanlara kıyasla artmış postüral salınım gösterdiği bildirilmiştir. Aynı zamanda, Progresif MS'li bireyler RRMS'li olanlara kıyasla daha fazla postüral salınım göstermiştir. İkincisi, MS'li bireylerin stabilite sınırlarını korumak için sınırlı ve yavaş harekete sahip olduğudur. Adım atma sırasında, MS'li bireyler sağlıklı kontrollere kıyasla daha yakına ve daha yavaş biçimde hareket ederler. Üçüncüsü, MS'li bireyler postüral yer değiştirmelere veya bozulmalara tepkileri geciktirirler.

Yüzey hareket ederken daha zayıf gövde kontrolüne ve gecikmiş postüral cevaplara sahiptirler (65).

2.11. İkili Görev Tanımı

İkili görev (İG), motor ve bilişsel iki aktivitenin eş zamanlı yapılabilmesi yeteneğidir (66). İki görevin aynı anda yapılması sonucu, bir eylemde ya da her iki eylemde performansın azaldığı bir ilkeye dayanmaktadır (67).

Nörolojik popülasyonlarda kanıtlar, dikkatin bölünmesiyle artan bilişsel yükün altta yatan sorun olduğunu ve bu etkinin, görevlerin karmaşıklığı veya zorluğundan bağımsız olarak ortaya çıkabileceğini göstermektedir (63, 68). İki görev eş zamanlı olarak gerçekleştirilirken, görevlerin zorluk derecesine ve öncelik sırasına göre dikkat paylaştırılır. İkili görevin zorluk derecesinin artması veya dikkat kapasitesinin azalması durumunda, görevlerden birinin ya da her ikisinin eş zamanlı gerçekleştirilmesinde bozulma meydana gelebilmektedir (69).

Günlük yaşam aktiviteleri genel olarak birden çok aktiviteyi aynı anda yapmayı gerektirir. Bunlara örnek olarak, yürürken telefonla konuşmak, trafikte seslere ve ışıklara cevap oluşturmak, yemek yerken televizyon izlemek gibi durumlar gösterilebilir. Bu bağlamda, klinikte ikili görev ile yapılan aktiviteler gerçek yaşamla daha fazla ilişkilidir (70). Günlük yaşam koşullarında ikili görevin sıkça kullanılmasından dolayı, postüral kontrol çalışmalarında bu durumun değerlendirilmesi oldukça önem taşımaktadır (71).

Postüral kontrol, vücudun istemli ve istemsiz hareketlerle dik bir postürü sürdürürken yerçekimi ayarlamasını yeterli şekilde sağlama yeteneği olarak tanımlanır (72). Postüral kontrol belirli kortikal alanları içerir ve dikkat ve yürütücü işlev bozuklukları motor bozukluklarla ilişkilidir (73). Dikkat, biliş ve denge arasında fizyolojik bir ilişki vardır; bu işlevler, sırasıyla, nöronal bir ağla birbirine bağlanan frontal loblar, talamus ve serebellum tarafından kontrol edilir (74).

Dikkat ve postüral kontrolün etkileşimini incelemek amacıyla araştırmacılar, postüral kontrol (birincil görev) ve uygulanan ikinci bir görevin aynı anda gerçekleştirildiği ikili görev yöntemini kullanmaktadırlar (75).

Motor ve bilişsel iki eylemin aynı anda gerçekleştirilmesi bir eylemde ya da her iki eylemde performansın azalmasına sebep olabilir. Performanstaki bu azalmaya Bilişsel-Motor Eşleşme adı verilir. Bilişsel-postüral eşleşme (cognitive-postural interference, CPI), bir bilişsel görevle birlikte bir duruş görevini devam ettirmeyi ve ortaya çıkan performansı tekli görev koşullarıyla karşılaştırmayı içeren bir ikili görev girişimi gerçekleştirilerek ölçülür (76).

Tekli görev ve ikili görev performans farkının yüzdelik olarak hesaplanması ile ikili görev harcaması elde edilir. Günlük yaşam aktiviteleri motor veya bilişsel görevi izole olarak içermediği için klinik pratikte ve araştırmalarda iki görevin birlikte incelenerek ikili görev harcamasının (dual task cost, DTC) hesaplanması önerilmektedir (77).

MS hastalarında hem denge hem de hareketin dikkat harcamasının sağlıklı kontrollere göre daha yüksek olduğuna dair kanıtlar vardır (78).

CPI'yı açıklamak için çeşitli teoriler ortaya atılmıştır ve bunlar arasında en önemli üç teori vardır.

Kapasite paylaşımı teorisi, bireyin sınırlı dikkat kapasitesine sahip olduğunu belirtir. Dikkat gerektiren faaliyetler sırasında, dikkat talepleri aşılacağından ve dikkatin görevler arasında yer değiştirmesi gerektiğinden, bir veya her iki görevdeki performans, kalite veya hız açısından düşecektir veya dikkatin bir göreve verilmesi gerekir (79).

Darboğaz teorisi, ikili görev sırasında kişi, birinci görevin mental işlemlemesini tamamlayana kadar ikinci görevin işlemlemesinde gecikme meydana gelir. Bilgi işleyişinde görülen bu gecikme bir "darboğaz" oluşturur. Bu durum, ikili görev sırasında reaksiyon zamanındaki gecikmeyi açıklar (80).

Öz farkındalık teorisi, bir kişinin çevresel talepler ve görev karmaşıklığı gibi faktörlere bağlı olarak bir görevi diğerine göre oldukça bilinçli bir şekilde önceliklendirdiğini göstermektedir. Yogev-Seligmann ve ark. kişinin yeteneklerinin çevresel talepler bağlamında değerlendirilmesinin, ikili görev performansını değerlendirmede dikkate alınması gereken, önemli bir kişiye özel faktör olabileceğini belirtmektedir (73). Yani öz yeterlilik, temel yeteneklerin ikili görev süreçlerini nasıl

etkilediğini anlamada varsayılan bir moderatördür (78). Bu nedenle, bu model, yalnızca kişinin nesnel yeteneklerinin değil, aynı zamanda kişinin bu yeteneklere ilişkin öznel değerlendirmelerinin de, İG etkilerini anlamak için çok önemli olduğunu vurgular. Bu, ikili görev konusunda literatürde gözlemlenen heterojenliği açıklamaya yardımcı olabilir (76). Örneğin, ikili görev sırasında, MS hastaları bilişsel görevin karmaşıklığına ve motor görevin zorluğuna bağlı olarak görevlerin önceliklendirmesini değiştirirler (81).

2.12. MS'te İkili Görev

Otomatik görevlerin nörolojik problemi olan popülasyonlarda daha fazla çaba gerektiren dikkat istemesi mümkündür. Bu tür farklılıklar, özellikle nöral düzeyde iyileşme yerine telafinin gerekli olduğu nörodejeneratif bozukluklar bağlamında belirgin olabilir (82).

Bilişsel bozukluklar ve denge bozuklukları yaşayan MS hastaları için, postüral kontrol zorluklarının gerçek hayattaki etkileri hakkında fikir vermesi amacıyla bilişsel-motor eşleşmeyi incelemek önemlidir (76). İG sırasında, postüral kontrol ve dikkat ile ilişkili nörolojik süreçlerin MS hastalarında aynı sinir ağını paylaştığı ve bunun da radyolojik izole sendromlu hastalar gibi nörolojik defisiti olmayan bir popülasyonda bile, İG sırasında postüral performansın bozulmasına yol açabileceği görünmektedir (83).

İkili görevli yürüme, yürüme ile eş zamanlı olarak gerçekleştirilen bilişsel bir görev (örn. seri çıkarmalar, sözel akıcılık görevleri vb.) içeren basit bir uygulama kullanılarak araştırılır (67). Motor-motor ve bilişsel-motor uygulamalar mevcut olmasına rağmen, bilişsel-motor uygulamalar en yaygın olanlar arasındadır ve MS'te özellikle yararlı olabilir (84). MS hastalarının %40-70'inin bir tür bilişsel işlev bozukluğuna sahip olduğu göz önüne alındığında ikili görevin, bilişsel-motor eşleşme üretmesinin potansiyel etkileri, özellikle dikkate değer sonuç meydana getirmektedir (68).

Kullanılacak bilişsel görevin türü konusunda bir fikir birliği yoktur. Seri çıkarmalar (üçer veya yedişer), sözel akıcılık görevleri (kelime listesi oluşturma; örneğin, fonemik olarak "D" ile başlayan kelimeleri veya semantik olarak hayvanları

sayma gibi) ve alternatif alfabe görevleri yaygındır (85). MS'te ikili görev çalışmalarında, hem görsel olarak (86) hem de işitsel olarak (87) Stroop Renk-Kelime testi kullanılmıştır. Leon ve arkadaşlarının (87) MS'teki ikili görev çalışması; üç ve yedi ile seri çıkarma, işitsel Stroop Renk-Kelime testi, saat görevi ve fonemik ve semantik kelime listesi oluşturma gibi bilişsel görevler içermektedir. Daha zorlu bilişsel görevleri olan bazı popülasyonlarda, eş zamanlı yürüme görevinde daha büyük performans düşüşlerine neden olan bir etkinin mevcut olabileceğine dair kanıtlar vardır (63, 67, 87, 88).

Bununla birlikte, bilişsel görevler için belirli işlemlerde bulgular büyük ölçüde değişmiş ve MS'te ikili görev koşulunda yürümede, bilişsel görevleri karşılaştırmaya çalışan çalışmalar bile farklı sonuçlara varmıştır (85). Leon ve ark. (87), MS'te rakamların geriye doğru sayılması ve fonemik kelime listesi oluşturmanın en fazla bilişsel-motor eşleşmeyi ürettiğini ve işitsel Stroop Renk-Kelime testinin ise en az girişimi ürettiğini belirtmiştir. Postigo-Alonso ve ark. incelemelerinde, üçer değil yedişer seri çıkarmaların ve alternatif alfabe görevinin MS'te güvenilir bilişsel-motor eşleşme ürettiğini bildirmiştir (89).

İkili görevli yürümeye odaklanıldığında, ikili görev harcaması (yani İG'deki yürüyüşle ilgili değişiklikler) çeşitli yürüyüş parametreleri için hesaplanmıştır; ancak yaşlı erişkinlerde veya nörolojik bozukluğu olan bireylerde yürüyüşte en yaygın ve belirgin değişiklikler, yürüyüş hızının azaltılması ve adım değişkenliğinin artması olabilir (67).

MS'te, ikili görevli yürümedeki değişiklikleri inceleyen çalışmaların çoğu, İG koşulları sırasında yürüyüş hızında azalma bildirmektedir ve Postigo-Alonso ve arkadaşlarının (89) yayınladığı sistematik inceleme de, ikili görev harcamasını hesaplamada, yürüyüş hızının yaygın olarak değerlendirildiğini ve yürüyüş parametrelerinden en duyarlısı olduğunu bildirmiştir. Wajda ve Sosnoff (90) ve Leone ve ark. (91) incelemelerinde yürüme hızına odaklanmış ve MS'li bireylerdeki tüm çalışmalarında yürüyüş hızı için, ikili görev harcamasını kaydetmişlerdir.

Chen ve arkadaşlarının (92) yaptığı çalışmada, yürüyüşteki değişkenlik ölçümlerinin (örneğin; Mirelman ve ark. (67) çalışmasında belirtildiği gibi, adım değişkenliğinin) hem MS'li hem de sağlıklı kişilerde tekrarlanan ölçümlerle

değerlendirildiğinde oldukça güvenilmez olduğu bulgusu da, İG sırasında yürüyüşteki değişiklikleri değerlendirmek amacıyla hız değerlendirmesinin uygun olduğunu destekler.

Ayrıca, hızı değerlendirmek basit ve tercüme edilebilir. Klinisyenler, hastaların bilinen bir mesafeyi yürüme sırasındaki hızını sadece bir kronometre kullanarak değerlendirebilir (93).

2.13. MS'te Düşme

Düşmelerin çoğunun, %80'inin transferler sırasında, en sık olarak da yürüyüş sırasında (%60) meydana geldiği bildirilmiştir (94).

Düşme risk faktörleri, içsel ve dışsal faktörler olarak sınıflandırılabilir. MS'li bireyler için tanımlanmış içsel düşme risk faktörleri olarak; alt ekstremite fonksiyon bozuklukları, sınırlı yürüme yeteneği, azalmış kas enduransı, bölünmüş dikkat, dikkat etmeme, yorgunluk ve düşme korkusu sayılabilir. Dışsal düşme riski faktörleri, kaygan veya pürüzlü yüzeylerin varlığı, yürüme yardımcılarının kullanılmaması gibi çevresel faktörlerdir (95, 96).

Sekiz makaleyi içeren sistematik bir inceleme, MS'te düşmeler için çeşitli risk faktörleri tanımlamış. Bunlar, günlük yaşam aktiviteleri, denge, biliş, ikili görev, yorgunluk, düşme korkusu, bağımsız yürüyememe, motor fonksiyon, hastalık şiddeti, MS tipi, propriyosepsiyon, spastisite, kas kuvveti ve görsel işlevlerdir. Meta-analiz, denge bozukulukları ve bilişsel bozukluklar, ilerleyici MS ve yürüme yardımcılarının kullanımı ile ilişkili düşme riskinde bir artış olduğunu belirtmiştir (97).

Düşen ve düşmeyen MS'li bireyler arasında dinamik dengede farklılıklar bildirilmiştir. Düşenler, düşmeyenlere göre daha yavaş ve daha dikkatli yürümüşlerdir. Ayrıca, düşmeyen ve sağlıklı kontrollere kıyasla, adım uzunluğunda daha fazla varyasyon göstermişler ve sallanma fazı sırasında ayaklarını yere daha yakın tutmuşlardır (98).

Düşmeler, içsel bir düşme risk faktörü olan düşme korkusuna yol açabilir. Kadınlar, son altı ay içinde düştüğünü bildiren kişiler ve yürüme yardımcısı kullanan bireylerin düşme korkusu bildirme olasılıkları daha yüksektir. Düşme korkusunun,

EDSS puanının yanı sıra, tekrarlayan düşmelerle ilişkili olduğu bildirilmiştir. Düşme korkusu ifade eden bireylerin %80'inden fazlası aktivitede azalma yaşar (99).

Bu çalışmada, FYD gibi kompleks yürüme ve denge koşulu içeren teste ikincil bilişsel görev eklenerek MS'li bireylerde ve yaş eşleştirilmiş sağlıklı kontrollerde ikili görev harcaması hesaplanmış ve ölçüm objektif bir değerlendirme yöntemi olan giyilebilir sensör ile yapılmıştır. Böylece literatürde ikili görev becerisini ayırt etmede kısıtlılığı belirtilmiş testlere alternatif ve objektif bir test incelenmiştir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Tipi

Kesitsel bir araştırmadır.

3.2. Araştırmanın Yeri ve Zamanı

Araştırma, Kasım 2021- Ocak 2023 tarihleri arasında Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Nöroloji Anabilim Dalı Multipl Skleroz (MS) Birimi'nde gerçekleştirilmiştir.

3.3. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Çalışmaya Dokuz Eylül Üniversitesi Hastanesi Nöroloji Anabilim Dalı MS Birimi'nde rutin olarak takip edilen ve çalışmaya katılmaya gönüllü olan MS hastaları dahil edilmiştir. Rutin poliklinik muayenesine gelen hastaların muayeneleri bittikten sonra çalışma hakkında bilgi verilmiş, katılmak isteyenler ve alınma ve dışlanma kriterlerine uyan hastalar çalışmaya dahil edilmiştir. Sağlıklı kontrol grubu olarak, çalışmaya katılan MS'li hastaların yakınlarından katılmak isteyenler ve alınma ve dışlanma kriterlerine uyan bireyler dahil edilmiştir.

Örneklem büyüklüğü tekli yürüme görevi ve bilişsel görev ile yürüme protokolünün MS'li bireylerde ve sağlıklı bireylerde yürüme hızı üzerine etkisini karşılaştıran bir makale referans alınarak yapılmıştır (100). MS'li bireylerde yürüme hızı anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur ($p=0.043$, etki büyüklüğü=0.386). Çalışmanın gücü 0,80, alfa hata olasılığı 0,05 alınarak iki grup için toplam 32 kişi olarak hesaplanmıştır.

Araştırmaya dahil olma kriterleri:

- Revize McDonald (28) kriterlerine göre kesin MS tanısı almış olma
- EDSS skoru 0 ile 3,0 arasında olmak
- Türkçe okur yazar olmak
- Çalışmaya katılmaya gönüllü olmak

Araştırmadan dışlanma kriterleri:

- Son 30 gün içinde MS atağı geçirmiş olmak
- Son 30 gün içinde hastalık modifiye edici ilaç değiştirmiş olmak
- Yürüme ve dengeyi etkileyebilecek muskuloskeletal problemin varlığı
- Bilişsel durumu etkileyecek psikiyatrik bir hastalığı olmak
- MS dışında nörolojik bir hastalığa sahip olmak

3.4. Çalışma Materyali

Araştırmada, MS Günübirlik Ünitesinde var olan Opal-APDM giyilebilir yürüyüş sensörleri kullanılmıştır.

3.5. Araştırmanın Değişkenleri

Bağımlı değişkenler:

- Genişletilmiş Özürlülük Durumu Ölçeği (EDSS)
- Yaş
- Cinsiyet
- İkili görev harcaması (DTC)
- Fonksiyonel Yürüme Değerlendirmesi (FYD)
- Fonksiyonel Yürüme Değerlendirmesi (FYD) – geri sayma
- Zamanlı 25 Adım Yürüme Testi (Z25AYT)
- Multipl Skleroz Yürüyüş Ölçeği (MSYÖ)
- Aktiviteye Özgü Denge Güven Ölçeği (AÖDGÖ)
- Günlük Yaşamda İkili Görev Zorluklarının Etkisi Anketi (DIDA-Q)
- Sembol Sayı Modalitesi Testi (SSMT)

Bağımsız değişkenler:

- Hasta grubu (MS'li bireyler)
- Kontrol grubu (Sağlıklı bireyler)

3.6. Veri Toplama Araçları

Çalışmaya katılmaya gönüllü olan MS'li bireyler çalışmanın amacı, uygulanacak yöntemler ve çalışmanın süresi hakkında bilgi verilmiş ve aydınlatılmış gönüllü onam formu imzalatılmıştır.

3.6.1. Demografik ve Klinik Veriler

Çalışmaya katılan MS'li bireylerden doğum tarihi, cinsiyet, boy, kilo, eğitim düzeyi, çalışma durumu, medeni durumu, sigara ve alkol kullanımı, egzersiz alışkanlığı veri kayıt formu aracılığıyla kaydedilmiştir. Son üç ay içerisindeki düşme varlığı sorgulanmıştır. Düşme varsa kaç kez ve hangi aktivite sırasında meydana geldiği not edilmiştir. Hekim tarafından sisteme kaydedilen MS tipi, EDSS düzeyi, MS başlangıç tarihi ve hastalığın süresi veri kayıt formuna eklenmiş ve kaydedilmiştir.

Genişletilmiş Özürlülük Durumu Skalası (EDSS)

Hastaların nörolojik özürlülük düzeyi, MS hastalarının nörolojik muayenelerinin değerlendirilmesi ve takibinde tüm dünyada yaygın olarak kullanılan bir ölçek olan EDSS kullanılarak belirlenmiştir. EDSS skorlaması, hastanın nörolojik muayenesine ve ambulasyon durumuna göre yapılmaktadır. 0 normal nörolojik muayeneyi, 10 puan MS nedeniyle ölümü ifade eder. 1.0 - 4.5 tamamen ambulatuar, 5.0 - 9.5 ambulasyondaki bozukluğu ifade etmektedir. 7.0'dan itibaren tekerlekli sandalyeye ve giderek yatağa bağımlılık söz konusudur (101). EDSS ile değerlendirilen fonksiyonel sistemler; piramidal, serebral, serebellar, görsel, duysal, beyin sapı, mesane ve bağırsak fonksiyonlarıdır. Bireylerin nörolojik muayeneleri ve EDSS skorlarının hesaplanması uzman nörolog tarafından gerçekleştirilmiştir.

3.6.2. Birincil Sonuç Ölçütleri

Fonksiyonel Yürüme Değerlendirmesi (FYD)

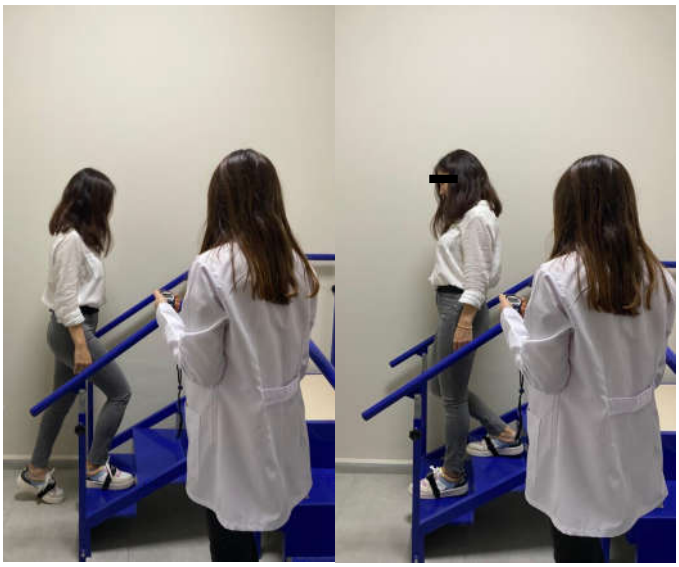
Wrisley ve ark. tarafından geliştirilen FYD, yürürken dengeyi değerlendirmek için sıklıkla kullanılan bir klinik sonuç testidir (102). Vestibüler denge ve yürüyüşü değerlendirmektedir. Nörolojik rehabilitasyonda Parkinson hastalığı, omurilik yaralanması, inme ve vestibüler bozuklukların değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Güvenilirliği artırmak ve tavan etkisini azaltmak için Dinamik Yürüme İndeksi'nin bir modifikasyonu olarak geliştirilmiştir (103). FYD, ambule olabilen MS'li kişilerde dinamik dengeyi ölçen validasyonu gösterilmiş, güvenilir bir testtir (104).

FYD, yürüyüş ve denge bozukluklarını değerlendirmek için kullanılan, içerisinde kolay görevlerden daha kompleks görevlere doğru sıralanmış 10 farklı test olan klinik ölçüm yöntemidir. Bu değerlendirmenin düz zeminde yürüme, yürüme

hızında değişim, horizontal baş hareketleri ile yürüme, vertikal baş hareketleri ile yürüme, yürüme ve pivot dönüş, engel üzerinden geçme, dar destek yüzeyinde (tandem) yürüme, gözler kapalı yürüme, geriye yürüme ve merdiven olmak üzere 10 alt testi vardır. Her bir alt test, 0'dan 3'e kadar bir sıra ölçeğinde puanlanır (0=şiddetli bozukluk 1=orta bozukluk 2=hafif bozukluk 3=normal ambulasyon). En yüksek skor 30'dur. Değerlendirme yardımcı bir cihaz ile veya olmadan yapılabilir. Test için gereksinimler 30,48 cm genişliğinde ve 6 m uzunluğunda işaretlenmiş yürüme yolu ve 2 adet 11,4 cm yüksekliğinde ayakkabı kutularıdır (102).

Gözlemsel Fonksiyonel Yürüme Değerlendirmesi (FYD)

Enstrümantal olarak uygulanan FYD'nin tüm alt testleri, uygulamayla eş zamanlı olarak değerlendirici tarafından katılımcının yürüyüşü gözlemlenerek puanlandı. FYD alt testlerinden sadece merdiven aktivitesi, yalnızca gözlemsel olarak değerlendirildi ve toplam süre kronometreyle ölçülerek kaydedildi (Şekil 2). İkili görev koşulu sırasındaki doğru cevaplar değerlendirici tarafından kaydedildi. Gözlemsel değerlendirme; tekli ve ikili görev koşulları altında, ölçeğin skorlama kurallarına göre yapıldı.



Şekil 2. Gözlemsel merdiven alt testi

Enstrümantal Fonksiyonel Yürüme Değerlendirmesi (FYD)

FYD'nin düz zeminde yürüme (Şekil 3), yürüme hızımda değişim (Şekil 4), horizontal baş hareketleriyle yürüme (Şekil 5), vertikal baş hareketleriyle yürüme (Şekil 6), yürüme ve pivot dönüş (Şekil 7), engel üzerinden geçme (Şekil 8), dar destek yüzeyinde (tandem) yürüme (Şekil 9), gözler kapalı yürüme (Şekil 10) ve geriye yürüme (Şekil 11) alt testleri Opal-APDM cihazıyla tekli ve ikili görev koşulları altında uygulandı. Opal-APDM cihazının sağ ayak sensörü sağ ayağın dorsumuna, sol ayak sensörü sol ayağın dorsumuna gelecek şekilde yerleştirildi. Cihazın lumbal bölge sensörü L4-L5 seviyesine denk gelecek şekilde yerleştirildi. Enstrümantal düz zeminde yürüme, horizontal baş hareketleriyle yürüme, vertikal baş hareketleriyle yürüme, dar destek yüzeyinde (tandem) yürüme, gözler kapalı yürüme ve geriye yürüme alt testlerinde; yürüyüşün toplam süresi, hızı, adım uzunluğu, kadansı, çift destek periyodu ve sallanma süresi parametreleri sensörler aracılığıyla kaydedilerek, eş zamanlı olarak bilgisayara aktarıldı. Enstrümantal yürüme hızında değişim ve engel üzerinden geçme alt testlerinde toplam süre; yürüme ve pivot dönüş alt testinde ise toplam süre ve dönüş hızı parametreleri sensörler aracılığıyla kaydedilerek, eş zamanlı olarak bilgisayara aktarıldı. İkili görev koşulu sırasındaki doğru cevaplar değerlendirici tarafından kaydedildi.



Şekil 3. Enstrümantal düz zeminde yürüme alt testi



Şekil 4. Enstrümantal yürüme hızında değişim alt testi



Şekil 5. Enstrümantal horizontal baş hareketleriyle yürüme alt testi



Şekil 6. Enstrümantal vertikal baş hareketleriyle yürüme alt testi



Şekil 7. Enstrümantal yürüme ve pivot dönüş alt testi



Şekil 8. Enstrümantal engel üzerinden geçme alt testi



Şekil 9. Enstrümantal dar destek yüzeyinde yürüme alt testi



Şekil 10. Enstrümantal gözler kapalı yürüme alt testi



Şekil 11. Enstrümantal geriye yürüme alt testi

İkili Görev Harcaması (Dual Task Cost, DTC)

Tekli görev: FYD'nin her bir alt testi tüm katılımcılara uygulanmış, yürümenin zamansal-uzaysal parametreleri MS Günübirlik Ünitesinde var olan Opal-APDM giyilebilir yürüyüş sensörleri ile kaydedilmiştir.

İkili görev: Bilişsel görev olarak MS'li bireylerin ikili görev performansını değerlendirmek için duyarlı olduğu bildirilen yedişer geriye sayma görevi

kullanılmıştır. Yedişer geriye sayma görevi için, FYD'nin her bir alt testi sırasında katılımcılara 50 ile 100 arasında başlayan herhangi bir sayıdan geriye doğru sesli bir şekilde sayması istenmiş ve doğru sayısı kaydedilmiştir. Seanslar sırasında kullanılan bilişsel görevlerin sıralaması randomize edilmiştir. Seçilen görevler MS'li bireylerde sensitivitesi ve spesifisitesi gösterilmiş testlerdir (89).

İkili görev harcaması: ikili görev harcaması aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (76):

$$\frac{(tek\ görev\ performansı - ikili\ görev\ performansı)}{tek\ görev\ performansı}\ x\ 100$$

3.6.3. İkincil Sonuç Ölçütleri

Zamanlı 25 Adım Yürüme Testi (Z25AYT)

Z25AYT, yürümenin hızının değerlendirilmesinde kullanılmıştır. Alt ekstremite fonksiyonunu değerlendiren Z25AYT'de bireyden 7,62 m (25 feet) mesafeyi mümkün olduğunca hızlı ve emniyetli bir şekilde yürümesi istenir ve tamamlanma zamanı saniye cinsinden kaydedilir. İki denemenin ortalaması Z25AYT skoru olarak kaydedilir. Z25AYT, MS hastalarında yürüme bozukluğunun ölçümü ve klinik ortamda pek çok yürüme bozukluğuna sahip hastaların yürüme hızlarının değerlendirilmesi için tanımlanmış en iyi ölçüm yöntemidir (105).

Z25AYT'nin MS'te uygulanabilirliğinin kolay olması nedeniyle çeşitli düzeylerdeki yürüme engellerinde kullanılabilen geçerli ve güvenli bir ambulasyon testidir (106).

Multipl Skleroz Yürüme Ölçeği (MSYÖ-12)

MSYÖ, klinik çalışmalarda ve uygulamalarda kullanılan hastalığa özel ve hasta tabanlı bir değerlendirme aracıdır. Bu ölçek MS hastalığının yürüme üzerine olan etkisini değerlendirmek için tasarlanmıştır. Likert tipinde cevapları bulunan 12 soru, iki kategoriden oluşur. Birinci kısımda farklı mekanlarda yürüme ve koşma yeteneği sorgulanmaktadır. İkinci kısımda ise yürüyüşün özellikleri sorgulanmaktadır (107).

MSYÖ'nün psikometrik özellikleri hastane içi ve dışı MS popülasyonunda yaygın olarak değerlendirilmiş ve iç tutarlılığının, yüksek geçerlilik ve güvenilirliğinin olduğu ve iyi bir genelleştirmeye sahip olduğu belirlenmiştir. Türkçe geçerlilik ve güvenilirlik çalışması yapılmış bir ölçektir (108).

Düşme Sayısı

Hastalara son üç aydaki düşme varlığı sözel olarak sorulmuştur. Düşme rapor eden bireylere kaç defa ve hangi aktivite sırasında düştüğü sorulmuştur. Düşme 'istemeden bulunduğu seviyeden daha aşağı bir seviyede hareketsiz hale gelme' olarak tanımlanmıştır (109).

Aktiviteye Özgü Denge Güven Ölçeği (AÖDGÖ)

Düşme korkusunu değerlendirmek için Aktiviteye Özgü Denge Güven Ölçeği (AÖDGÖ) kullanılmıştır. Bu ölçek denge bozukluğunun hastanın psikolojisi üzerinde yarattığı etkiyi ölçmektedir. Hastaların ev içinde ve ev dışında, denge becerisi gerektiren 16 aktiviteyi ne kadar güvende hissederek yapabildiklerini değerlendirdikleri, öz bildirime dayanan bir ölçektir. Her soru için skor %0 (güven yok) %100 (tam güven) arasındadır ve toplam yüksek puan daha yüksek güveni gösterir. %67'nin altındaki skorlar düşme riskini gösterir (110).

Sembol Sayı Modalitesi Testi (SSMT)

SSMT dikkat, vizuospasyal bilgi işleme hızını değerlendiren altın standart bir testtir. Hastadan 90 saniye boyunca verilen şekiller ile harfleri eşleştirmesi istenir. Türkçe validasyonu gösterilmiştir. MS'li bireylerde altın standart değerlendirme aracı olarak düşünülmektedir. Kısa sürede uygulanabildiği için klinik ortamda kullanılması tavsiye edilen bir değerlendirme yöntemidir (111, 112).

Günlük Yaşamda İkili Görev Zorluklarının Etkisi Anketi (DIDA-Q)

19 sorudan oluşan, MS popülasyonuna yönelik geliştirilmiş bir öz-bildirime dayalı ölçektir. Denge-yürüme, üst ekstremite ve bilişsel alt skorlarına sahiptir. Geçerlilik ve güvenilirliği yüksek olan bir ankettir (113).

3.7. Araştırma Planı ve Takvimi

Tablo 3. Araştırmanın Planı ve Takvimi

	Kasım-Aralık 2021	Ocak-Mart 2022	Mart-Eylül 2022	Ekim 2022	Kasım-Aralık 2022	Ocak 2023
Kaynak Tarama	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**
İzinler-Onaylar		**X**				
Veri toplama			**X**			
İstatistiksel Analiz				**X**		
Yazım				**X**	**X**	**X**

3.8. Verilerin Değerlendirilmesi

Veri analizi IBM SPSS (Versiyon 25.0. Armonk, NY: IBM Corp.) yazılımı kullanılarak gerçekleştirildi. Shapiro-Wilk testi, basıklık-çarpıklık değerleri ve dağılım grafikleri incelenerek verilerin normal dağılım gösterip göstermediği kontrol edildi. Değişkenlerden parametrik koşulları sağlayan ve normal dağılım gösterenler için tüm analizler parametrik yöntemler ile yapıldı. Parametrik koşulları sağlamayan ve normal dağılım göstermeyenler için tüm analizler non-parametrik yöntemler ile yapıldı. Tanımlayıcı analizler, normal dağılım göstermeyen veriler için ortanca, çeyrekler arası ve yüzde değerleri ile; normal dağılım gösteren veriler için ortalama ve standart sapma değerleri ile sunuldu. Demografik ve klinik verilerin gruplar asındaki karşılaştırması Bağımsız Gruplarda T-Testi (ya da Mann-Whitney U Testi) ve Ki-Kare Testi kullanılarak gerçekleştirildi. İki farklı durumda yapılan Fonksiyonel Yürüme Değerlendirmesi (FYD) testi skorları Tekrarlanan Ölçümler Varyans Analizi (ANOVA) ile hem kendi içinde (FYD-tekli görev, FYD-ikili görev) hem de gruplar (MS'li ve sağlıklı bireyler) arasında karşılaştırıldı. Anlamlılık değeri $p<0,05$ olarak

belirlendi. Korelasyon analizleri için parametrik korelasyon analizi olan Pearson Korelasyon Analizi ve non-parametrik korelasyon analizi olan Spearman Korelasyon Analizi kullanıldı.

3.9. Araştırmanın Sınırlılıkları

Çalışmamızın örneklem büyüklüğü nispeten küçüktü ve çalışmaya EDSS skoru maksimum 3,0 olan bireyler katıldı.

3.10. Etik Kurul Onayı

Bu çalışma, 23.03.2022 tarihinde 7025-GOA protokol numaralı 2022/11-13 sayılı karar numarası ile Dokuz Eylül Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır (Ek 3). Katılımcılardan çalışma için alınan Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu örneği Ek 2'de bulunmaktadır.

4. BULGULAR

Çalışmaya, 16 MS'li ve 17 sağlıklı birey dahil edildi. Çalışmaya katılan bireylerin 9'u erkek, 24'ü kadın olmak üzere MS'li bireyler grubunda 4 erkek, 12 kadın; sağlıklı kontrol grubunda ise 5 erkek 12 kadın bulunmaktadır.

4.1. Katılımcıların Demografik Özellikleri

MS'li bireyler ve sağlıklı kontrol grubu hastalarının demografik ve tanımlayıcı özellikleri Tablo 4'de verilmiştir. Her iki grup yaş, cinsiyet, vücut ağırlığı, boy uzunluğu ve eğitim düzeyi açısından benzerdi ve gruplar arasında tüm parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p > 0.05$).

Tablo 4. Katılımcıların demografik özellikleri

	MS'li Bireyler (n=16)	**Sağlıklı Bireyler (n=17)**	**p**
Yaş (yıl) **ort±SS**	37.62±9.80	35.47±10.32	0.54
Cinsiyet **Kadın** **Erkek**	12 (%75) 4 (%25)	12 (%70.6) 5 (%29.4)	0.54
Boy uzunluğu (m) ort±SS	1.64±0.06	1.69±0.07	0.07
Vücut ağırlığı (kg) ort±SS	66.65±11.25	70.70±12.39	0.33
Hastalık tipi % **RRMS** **SPMS**	15 (%93.8) 1 (%6.3)	- -	-
Hastalık süresi (yıl) **ort±SS**	7.87±5.66	-	-
Eğitim düzeyi % **İlkokul** **Ortaokul** **Lise** **Üniversite**	1 (%6.3) 0 (%0) 4 (%25) 11 (%68.8)	0 (%0) 1 (%5.9) 5 (%29.4) 11 (%64.7)	0.91
EDSS	1.09±1.21	-	-
RRMS: Relapsing Remitting Multipl Skleroz, SPMS: Sekonder Progresif Multipl Skleroz n: Sayı, ort± SS: Ortalama± Standart sapma			

Katılımcılara son 3 ay içindeki düşme varlığı ve sayısı sorgulandı ve MS'li bireylerin 2'sinin en az bir kez düştüğü, sağlıklı bireylerin ise hiç düşme yaşamadığı belirlendi (Tablo 5).

Tablo 5. Katılımcıların düşme hikayesi ve düşme sayılarının karşılaştırılması

	MS'li Bireyler (n=16)	**Sağlıklı Bireyler (n=17)**	**p**
Düşme hikayesi % **Var** **Yok**	 2 (%12.5) 14 (%87.5)	 0 (% 0) 17 (%100)	0.22
Düşme sayısı	1	0	0.55
Fisher's Exact Testi			

Grupların Z25AYT, MSYÖ-12, DIDA-Q, SSMT ve AÖDGÖ skorlarının ortalamaları karşılaştırıldı. Elde edilen sonuçlara göre Z25AYT testi skorları arasında anlamlı bir fark bulundu ($p<0.05$). DIDA-Q, SSMT VE AÖDGÖ sonuçları benzerdi ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu ($p > 0.05$) (Tablo 6).

Tablo 6. Katılımcıların denge, yürüme ve bilişsel değerlendirmelerinin karşılaştırılması

	MS'li Bireyler (n=16)	Sağlıklı Bireyler (n=17)	p
Z25AYT	5.15±1.21	4.44±0.42	**0.04***
MSYÖ-12	17.0 (12.0/20.0)	-	-
DIDA-Q (toplam)	5.50 (2.0/14.0)	6.0 (3.0/11.50)	0.89
DIDA-Q (üst ekstremite)	2.50 (0.0/6.25)	1.0 (0.0/3.75)	0.49
DIDA-Q (alt ekstremite)	2.0 (0.0/4.0)	1.0 (0.0/2.0)	0.25
DIDA-Q (kognisyon)	2.0 (1.0/7.0)	3.0 (2.0/5.75)	0.64
SSMT	56.06±8.43	59.60±12.18	0.36
AÖDGÖ	85.93 (69.84/97.18)	93.12 (86.09/96.56)	0.30

Bağımsız Gruplar T Testi. Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.
Mann Whitney U testi. Değerler ortanca ve çeyrekler arası aralık olarak verilmiştir.
Z25AYT: Zamanlı 25 Adım Yürüme Testi, SSMT: Sembol Sayı Modalitesi Testi, MSYÖ-12: Multipl Skleroz Yürüyüş Ölçeği, DIDA-Q: Günlük Yaşamda İkili Görev Zorluklarının Etkisi Anketi, AÖDGÖ: Aktiviteye Özgü Denge Güven Ölçeği, *p<0.05

MS'li bireyler ve sağlıklı kontroller arasında tekli görev koşulu altında, Fonksiyonel Yürüme Değerlendirmesi'nin her bir alt testinin değerlendirici tarafından gözlemsel olarak değerlendirilmesiyle verilen FYD puanları istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermedi (p>0.05) (Tablo 7).

Tablo 7. Katılımcıların Fonksiyonel Yürüme Değerlendirmesi puanlarının tekli görev koşuluna göre karşılaştırılması

Tekli Görev Koşulunda Fonksiyonel Yürüme Değerlendirmesi Puanı			
	MS'li Bireyler (n=16)	**Sağlıklı Bireyler (n=17)**	**p**
Düz zeminde yürüme	3.0 (3.0/3.0)	3.0 (3.0/3.0)	0.76
Yürüme hızında değişim	3.0 (3.0/3.0)	3.0 (3.0/3.0)	0.79
Horizontal baş hareketleriyle yürüme	3.0 (2.0/3.0)	3.0 (2.0/3.0)	0.92
Vertikal baş hareketleriyle yürüme	3.0 (2.25/3.0)	3.0 (3.0/3.0)	0.53
Yürüme ve pivot dönüş	3.0 (3.0/3.0)	3.0 (3.0/3.0)	0.36
Engel üzerinden geçme	3.0 (3.0/3.0)	3.0 (3.0/3.0)	0.76
Dar destek yüzeyinde yürüme	3.0 (3.0/3.0)	3.0 (3.0/3.0)	0.92
Gözler kapalı yürüme	2.0 (2.0/3.0)	3.0 (3.0/3.0)	0.01
Geriye yürüme	3.0 (2.0/3.0)	3.0 (3.0/3.0)	0.32
Merdiven	3.0 (2.25/3.0)	3.0 (3.0/3.0)	0.23
Mann Whitney U testi. Değerler ortanca ve çeyrekler arası aralık olarak verilmiştir.			

MS'li bireyler ve sağlıklı kontroller arasında ikili görev koşulu altında, Fonksiyonel Yürüme Değerlendirmesi'nin her bir alt testinin değerlendirici tarafından gözlemsel olarak değerlendirilmesiyle verilen FYD puanları istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermedi ($p>0.05$) (Tablo 8).

Tablo 8. Katılımcıların Fonksiyonel Yürüme Değerlendirmesi puanlarının ikili görev koşuluna göre karşılaştırılması

İkili Görev Koşulunda Fonksiyonel Yürüme Değerlendirmesi Puanı			
	MS'li Bireyler (n=16)	**Sağlıklı Bireyler (n=17)**	**p**
Düz zeminde yürüme	3.0 (3.0/3.0)	3.0 (3.0/3.0)	0.79
Yürüme hızında değişim	3.0 (2.0/3.0)	3.0 (2.0/3.0)	0.44
Horizontal baş hareketleriyle yürüme	2.0 (2.0/2.75)	2.0 (2.0/2.5)	0.87
Vertikal baş hareketleriyle yürüme	2.0 (2.0/3.0)	2.0 (2.0/3.0)	0.48
Yürüme ve pivot dönüş	3.0 (2.0/3.0)	3.0 (3.0/3.0)	0.06
Engel üzerinden geçme	3.0 (3.0/3.0)	3.0 (3.0/3.0)	0.53
Dar destek yüzeyinde yürüme	3.0 (2.25/3.0)	3.0 (2.0/3.0)	0.70
Gözler kapalı yürüme	2.0 (2.0/2.0)	2.0 (2.0/3.0)	0.23
Geriye yürüme	2.0 (2.0/3.0)	3.0 (2.0/3.0)	0.29
Merdiven	3.0 (2.0/3.0)	3.0 (3.0/3.0)	0.12
Mann Whitney U testi. Değerler ortanca ve çeyrekler arası aralık olarak verilmiştir.			

Görev koşuluna ve grup dağılımına göre açıklanan FYD'nin düz zeminde yürüme alt testi sonuçlarına göre, tüm katılımcılar için yürüyüş parametrelerinde ikili görev koşulu altında anlamlı fark bulundu ($p<0.01$). Tüm katılımcılar tekli görevli yürüme koşuluna kıyasla ikili görev koşulunda yürüme sırasında daha yavaş, daha uzun süreli çift destek ve azaltılmış salınım fazı ve daha kısa adım uzunluğuyla, daha uzun sürede yürümüştür. Gruplar arasında tekli ve ikili görev koşulunda düz zeminde yürüme alt testi ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$). İki grup arasında koşul x grup faktörü için benzer sonuçlar görüldü ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$). İkili görev harcaması skoru için MS'li bireyler ve sağlıklı kontroller arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$) (Tablo 9).

Tablo 9. Katılımcıların enstrümantal düz zeminde yürüme alt testi sonuç ölçütlerinin ikili görev koşuluna göre karşılaştırılması

		MS'li Bireyler(n=16)			Sağlıklı Bireyler(n=17)			ANOVA			DTC
		Tekli görevli yürüme[1]	İkili görevli yürüme[1]	DTC[2]	Tekli görevli yürüme[1]	İkili görevli yürüme[1]	DTC[2]	p Koşul faktörü	p Grup faktörü	p Grup x koşul faktörü etkileşimi	p
Düz zeminde yürüme	**Süre**	7.42±1.26	9.81±1.96	-30.12 (-40.75/-15.67)	6.87±0.64	9.47±3.01	-31.04 (-48.16/-2.42)	**p<0.001**	0.39	0.81	0.73
	Kadans	114.15±8.38	97.58±17.48	13.89 (-0.90/22.35)	118.44±7.75	94.24±22.01	14.65 (3.16/25.18)	**p<0.001**	0.90	0.29	0.54
	Hız	1.15±0.20	0.84±0.23	24.71 (15.48/36.06)	1.29±0.14	0.89±0.29	27.64 (13.76/38.26)	**p<0.001**	0.16	0.35	0.80
	Çift destek fazı	18.33±3.40	23.08±4.51	-14.92 (-32.97 -8.38)	18.38±2.65	22.72±4.36	-20.27 (-31.82/-4.67)	**p<0.001**	0.89	0.77	0.74
	Adım uzunluğu	1.20±0.18	1.02±0.18	13.43 (9.16/21.04)	1.30±0.09	1.11±0.18	13.00 (5.40/17.64)	**p<0.001**	0.10	0.87	0.47
	Salınım fazı	40.86±1.61	38.38±2.21	4.37 (1.96/8.33)	40.88±1.32	39.05±2.62	4.17 (1.10/7.81)	**p<0.001**	0.55	0.41	0.41

1: Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.
2: Mann Whitney U testi. Değerler ortanca ve çeyrekler arası aralık olarak verilmiştir.
İki Yönlü Varyans (ANOVA) Analizi, DTC: İkili görev harcaması, *p<0.05

Görev koşuluna ve grup dağılımına göre açıklanan FYD'nin yürüme hızında değişim alt testi sonuçlarına göre, tüm katılımcılar için ikili görev koşulu altında süre açısından anlamlı fark bulundu ($p<0.05$). Gruplar arasında tekli ve ikili görev görev koşulunda yürüme ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$). İki grup arasında koşul x grup faktörü için benzer sonuçlar görüldü ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$). İkili görev harcaması skoru için MS'li bireyler ve sağlıklı kontroller arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$) (Tablo 10).

Tablo 10. Katılımcıların enstrümantal yürüme hızında değişim alt testi sonuç ölçütlerinin ikili görev koşuluna göre karşılaştırılması

		MS'li Bireyler(n=16)			Sağlıklı Bireyler(n=17)			ANOVA			DTC
		Tekli görevli yürüme[1]	İkili görevli yürüme[1]	DTC[2]	Tekli görevli yürüme[1]	İkili görevli yürüme[1]	DTC[2]	p Koşul faktörü	p Grup faktörü	p Grup x koşul faktörü etkileşimi	p
Yürüme hızında değişim	**Süre**	7.09±0.73	7.45±0.91	-6.28 (-11.18/0.96)	6.75±0.91	7.25±1.63	0.0 (0.0/33.33)	**0.04***	0.43	0.75	1.00

1: Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.
2: Mann Whitney U testi. Değerler ortanca ve çeyrekler arası aralık olarak verilmiştir.
İki Yönlü Varyans (ANOVA) Analizi, DTC: İkili görev harcaması, *p<0.05

Görev koşuluna ve grup dağılımına göre açıklanan FYD'nin horizontal baş hareketleriyle yürüme alt testi sonuçlarına göre, tüm katılımcılar için yürüyüş parametrelerinde ikili görev koşulu altında anlamlı fark bulundu ($p<0.05$). Tüm katılımcılar tekli görevli yürüme koşuluna kıyasla ikili görev koşulunda yürüme sırasında daha yavaş, daha uzun süreli çift destek ve azaltılmış salınım fazı ve daha kısa adım uzunluğuyla, daha uzun sürede yürümüştür. Gruplar arasında tekli ve ikili görev koşulunda horizontal baş hareketleriyle yürüme ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$). İki grup arasında koşul x grup faktörü için benzer sonuçlar görüldü ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$). İkili görev harcaması skoru için MS'li bireyler ve sağlıklı kontroller arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$) (Tablo 11).

Tablo 11. Katılımcıların enstrümantal horizontal baş hareketleriyle yürüme alt testi sonuç ölçütlerinin ikili görev koşuluna göre karşılaştırılması

		MS'li Bireyler(n=16)			Sağlıklı Bireyler(n=17)			ANOVA			DTC
		Tekli görevli yürüme[1]	İkili görevli yürüme[1]	DTC[2]	Tekli görevli yürüme[1]	İkili görevli yürüme[1]	DTC[2]	p Koşul faktörü	p Grup faktörü	p Grup x koşul faktörü etkileşimi	p
Horizontal baş hareketleriyle yürüme	**Süre**	8.95±1.52	10.44±2.30	-15.81 (-30.60/-5.50)	8.45±1.91	10.04±3.34	-3.56 (-13.86/2.60)	**p<0.001**	0.54	0.89	0.16
	Kadans	105.61±9.51	99.88±15.68	4.57 (-2.57/12.01)	105.18±11.93	94.94±19.03	4.29 (-0.47/13.85)	**p<0.001**	0.55	0.35	0.86
	Hız	0.88±0.23	0.79±0.21	10.20 (-1.41/15.89)	0.97±0.21	0.83±0.28	5.43 (0.00/20.00)	**p<0.001**	0.38	0.40	0.77
	Çift destek fazı	22.95±3.71	23.85±3.70	-2.70 (-13.66/7.41)	22.59±5.10	24.92±6.24	-5.44 (-14.71/-1.37)	**p<0.001**	0.82	0.22	0.28
	Adım uzunluğu	0.99±0.20	0.94±0.17	5.24 (-2.52/9.53)	1.10±0.15	1.01±0.20	5.88 (0.00/11.96)	**p<0.001**	0.14	0.51	0.98
	Salınım fazı	38.55±1.81	37.93±1.79	0.89 (-1.71/3.62)	38.62±2.79	37.72±3.04	1.28 (0.00/3.07)	**0.014***	0.93	0.63	0.78

1: Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.
2: Mann Whitney U testi. Değerler ortanca ve çeyrekler arası aralık olarak verilmiştir.
İki Yönlü Varyans (ANOVA) Analizi, DTC: İkili görev harcaması, *p<0.05

Görev koşuluna ve grup dağılımına göre açıklanan FYD'nin vertikal baş hareketleriyle yürüme alt testi sonuçlarına göre, tüm katılımcılar için yürüyüş parametrelerinde ikili görev koşulu altında anlamlı fark bulundu ($p<0.01$). Tüm katılımcılar tekli görevli yürüme koşuluna kıyasla ikili görev koşulunda yürüme sırasında daha yavaş, daha uzun süreli çift destek ve azaltılmış salınım fazı ve daha kısa adım uzunluğuyla, daha uzun sürede yürümüştür. Gruplar arasında tekli ve ikili görev koşulunda vertikal baş hareketleriyle yürüme ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$). İki grup arasında koşul x grup faktörü için benzer sonuçlar görüldü ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$). İkili görev harcaması skoru için MS'li bireyler ve sağlıklı kontroller arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$) (Tablo 12).

Tablo 12. Katılımcıların enstrümantal vertikal baş hareketleriyle yürüme alt testi sonuç ölçütlerinin ikili görev koşuluna göre karşılaştırılması

		MS'li Bireyler(n=16)			Sağlıklı Bireyler(n=17)			ANOVA			DTC
		Tekli görevli yürüme[1]	İkili görevli yürüme[1]	DTC[2]	Tekli görevli yürüme[1]	İkili görevli yürüme[1]	DTC[2]	p Koşul faktörü	p Grup faktörü	p Grup x koşul faktörü etkileşimi	p
Vertikal baş hareketleriyle yürüme	**Süre**	8.69±1.69	10.01±2.15	-13.55 (-22.47/ -6.09)	7.85±1.36	9.33±2.50	-8.41 (-17.51/-2.36)	**p<0.001**	0.22	0.80	0.17
	Kadans	108.74±9.74	100.79±12.43	9.17 (-1.04/12.85)	109.30±10.64	97.51±17.14	4.39 (-0.33/9.71)	**p<0.001**	0.73	0.39	0.29
	Hız	0.94±0.25	0.81±0.21	14.63 (5.30/19.02)	1.05±0.18	0.88±0.27	8.40 (-2.64/21.98)	**p<0.001**	0.26	0.48	0.68
	Çift destek fazı	21.97±3.78	24.09±3.81	-12.54 (-16.19/ -2.49)	21.57±4.02	23.92±4.70	-3.95 (-14.73/1.44)	**p<0.001**	0.83	0.81	0.21
	Adım uzunluğu	1.03±0.20	0.96±0.19	7.07 (0.79/10.49)	1.14±0.12	1.06±0.20	3.25 (-3.01/12.00)	**p<0.001**	0.96	0.71	0.42
	Salınım fazı	38.88±1.87	37.90±1.92	3.04 (0.48/4.01)	39.10±2.14	38.03±2.41	0.80 (-0.62/3.77)	**p<0.001**	0.80	0.85	0.17

1: Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.
2: Mann Whitney U testi. Değerler ortanca ve çeyrekler arası aralık olarak verilmiştir.
İki Yönlü Varyans (ANOVA) Analizi, DTC: İkili görev harcaması, *p<0.05

Görev koşuluna ve grup dağılımına göre açıklanan FYD'nin yürüme ve pivot dönüş alt testi sonuçlarına göre, tüm katılımcılar için süre ve dönüş hızı test parametreleri ikili görev koşulu altında anlamlı fark gösterdi ($p<0.05$). Tüm katılımcılar ikili görev koşulunda yürümeyi daha uzun sürede, daha yavaş dönüş hızıyla gerçekleştirdi. Gruplar arasında tekli ve ikili görev koşulunda yürüme ölçümlerinde süre açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunurken ($p<0.05$), dönüş hızı açısından anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$). İki grup arasında koşul x grup faktörü için istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$). İkili görev harcaması skoru için MS'li bireyler ve sağlıklı kontroller arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$) (Tablo 13).

Tablo 13. Katılımcıların enstrümantal yürüme ve pivot dönüş alt testi sonuç ölçütlerinin ikili görev koşuluna göre karşılaştırılması

		MS'li Bireyler(n=16)			Sağlıklı Bireyler(n=17)			ANOVA			DTC
		Tekli görevli yürüme[1]	İkili görevli yürüme[1]	DTC[2]	Tekli görevli yürüme[1]	İkili görevli yürüme[1]	DTC[2]	p Koşul faktörü	p Grup faktörü	p Grup x koşul faktörü etkileşimi	p
Yürüme ve pivot dönüş	Süre	6.56±0.91	7.49±1.18	-16.83 (26.06/6.38)	5.78±0.50	6.76±1.39	-11.42 (-14.69/-4.94)	**p<0.001**	**0.02***	0.88	0.21
	Dönüş hızı	236.68±57.98	224.25±58.39	5.54 (3.40/23.22)	275.41±73.81	246.00±76.05	8.40 (-2.64/21.98)	**0.018***	0.17	0.31	0.86

1: Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.
2: Mann Whitney U testi. Değerler ortanca ve çeyrekler arası aralık olarak verilmiştir.
İki Yönlü Varyans (ANOVA) Analizi, DTC: İkili görev harcaması, *p<0.05

Görev koşuluna ve grup dağılımına göre açıklanan FYD'nin engel üzerinden geçme alt testi sonuçlarına göre, tüm katılımcılar için ikili görev koşulu altında süre açısından anlamlı fark bulundu ($p<0.05$). Gruplar arasında tekli ve ikili görev koşulunda yürüme ölçümlerinde süre açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulundu ($p<0.05$). İki grup arasında koşul x grup faktörü için istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$). İkili görev harcaması skoru için MS'li bireyler ve sağlıklı kontroller arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$) (Tablo 14).

Tablo 14. Katılımcıların enstrümantal engel üzerinden geçme alt testi sonuç ölçütlerinin ikili görev koşuluna göre karşılaştırılması

		MS'li Bireyler(n=16)			Sağlıklı Bireyler(n=17)			ANOVA			DTC
		Tekli görevli yürüme[1]	İkili görevli yürüme[1]	DTC[2]	Tekli görevli yürüme[1]	İkili görevli yürüme[1]	DTC[2]	p Koşul faktörü	p Grup faktörü	p Grup x koşul faktörü etkileşimi	p
Engel üzerinden geçme	**Süre**	8.41±1.45	9.96±2.96	-26.12 (-15.48/-36.06)	7.60±0.79	8.53±1.97	-28.04 (-13.76/-38.26)	**p<0.001**	**0.04***	0.45	0.53

1: Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.
2: Mann Whitney U testi. Değerler ortanca ve çeyrekler arası aralık olarak verilmiştir.
İki Yönlü Varyans (ANOVA) Analizi, DTC: İkili görev harcaması, *p<0.05

Görev koşuluna ve grup dağılımına göre açıklanan FYD'nin dar destek yüzeyinde (tandem) yürüme alt testi sonuçlarına göre, tüm katılımcılar için ikili görev koşulu altında, yürüyüş parametrelerinden süre, kadans, adım uzunluğu, çift destek ve salınım fazı için anlamlı fark bulunurken ($p<0.01$), hız açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0.05$). Gruplar arasında tekli ve ikili görev koşulunda yürüme ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$). İki grup arasında koşul x grup faktörü için benzer sonuçlar görüldü ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$). İkili görev harcaması skoru için MS'li bireyler ve sağlıklı kontroller arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$) (Tablo 15).

Tablo 15. Katılımcıların enstrümantal dar destek yüzeyinde yürüme alt testi sonuç ölçütlerinin ikili görev koşuluna göre karşılaştırılması

		MS'li Bireyler(n=16)			Sağlıklı Bireyler(n=17)			ANOVA			DTC
		Tekli görevli yürüme[1]	İkili görevli yürüme[1]	DTC[2]	Tekli görevli yürüme[1]	İkili görevli yürüme[1]	DTC[2]	p Koşul faktörü	p Grup faktörü	p Grup x koşul faktörü etkileşimi	p
Dar destek yüzeyinde yürüme	**Süre**	15.49±4.30	18.88±6.36	-18.02 (-57.67/-0.67)	12.96±2.09	16.43±4.09	-18.32 (-25.39/-6.86)	**p<0.001**	0.06	0.96	0.83
	Kadans	70.25±15.05	54.88±13.11	25.44 (2.95/31.84)	72.71±11.64	60.28±15.01	15.51 (8.60/25.31)	**p<0.001**	0.37	0.49	0.28
	Hız	0.26±0.08	0.30±0.28	29.01 (4.44/41.20)	0.30±0.06	0.24±0.84	18.52 (11.21/30.00)	0.74	0.67	0.19	0.83
	Çift destek fazı	49.31±8.01	54.06±7.01	-12.29 (-22.87/6.29)	47.20±6.84	50.86±8.22	-3.77 (-17.73/3.16)	**p<0.001**	0.26	0.66	0.36
	Adım uzunluğu	0.47±0.04	0.44±0.05	4.21 (-1.57/11.01)	0.49±0.41	0.47±0.05	4.60 (0.43/9.57)	**p<0.001**	0.14	0.95	0.98
	Salınım fazı	25.35±3.90	23.15±3.42	12.45 (-7.84/20.93)	26.48±3.37	24.70±4.09	-18.32 (-25.39/-6.86)	**p<0.001**	0.24	0.73	0.38

1: Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.
2: Mann Whitney U testi. Değerler ortanca ve çeyrekler arası aralık olarak verilmiştir.
İki Yönlü Varyans (ANOVA) Analizi, DTC: İkili görev harcaması, *p<0.05

Görev koşuluna ve grup dağılımına göre açıklanan FYD'nin gözler kapalı yürüme alt testi sonuçlarına göre, tüm katılımcılar için yürüyüş parametrelerinde ikili görev koşulu altında anlamlı fark bulundu ($p<0.01$). Tüm katılımcılar tekli görevli yürüme koşuluna kıyasla ikili görev koşulunda yürüme sırasında daha yavaş, daha uzun süreli çift destek fazı ve azaltılmış salınım fazı ve daha kısa adım uzunluğuyla, daha uzun sürede yürümüştür. Gruplar arasında tekli ve ikili görev koşulunda gözler kapalı yürüme ölçümlerinde yürüyüşün süre, hız, adım uzunluğu, çift destek ve salınım fazı parametreleri istatistiksel olarak anlamlı bir fark gösterdi ($p>0.05$). İki grup arasında koşul x grup faktörü için istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$). İkili görev harcaması skoru için MS'li bireyler ve sağlıklı kontroller arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$) (Tablo 16).

Tablo 16. Katılımcıların enstrümantal gözler kapalı yürüme alt testi sonuç ölçütlerinin ikili görev koşuluna göre karşılaştırılması

		MS'li Bireyler(n=16)			Sağlıklı Bireyler(n=17)			ANOVA			DTC
		Tekli görevli yürüme[1]	İkili görevli yürüme[1]	DTC[2]	Tekli görevli yürüme[1]	İkili görevli yürüme[1]	DTC[2]	p Koşul faktörü	p Grup faktörü	p Grup x koşul faktörü etkileşimi	p
Gözler kapalı yürüme	**Süre**	9.65±2.15	13.93±6.65	-29.91 (-52.79/-10.95)	7.78±0.93	10.65±4.15	-16.98 (-35.31/-4.51)	**p<0.001**	**0.03***	0.41	0.30
	Kadans	103.00±12.88	84.13±18.44	17.10 (0.77/32.24)	111.85±4.76	91.17±20.53	10.04 (3.77/17.68)	**p<0.001**	0.06	0.79	0.47
	Hız	0.83±0.24	0.58±0.23	31.27 (10.03/47.24)	1.08±0.14	0.77±0.27	16.65 (6.92/30.67)	**p<0.001**	**0.003***	0.47	0.20
	Çift destek fazı	24.42±4.05	31.16±8.27	-23.72 (-44.62/-11.11)	21.37±2.33	25.88±6.58	-14.71 (-24.59/-3.56)	**p<0.001**	**0.01***	0.31	0.18
	Adım uzunluğu	0.96±0.19	0.81±0.22	15.67 (6.29/22.47)	1.15±0.12	0.99±0.19	12.01 (1.86/17.59)	**p<0.001**	**0.004***	0.70	0.32
	Salınım fazı	37.63±1.88	34.39±4.14	6.50 (2.35/10.39)	39.23±1.14	36.87±3.01	3.85 (1.48/6.76)	**p<0.001**	**0.01***	0.40	0.16

1: Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.
2: Mann Whitney U testi. Değerler ortanca ve çeyrekler arası aralık olarak verilmiştir.
İki Yönlü Varyans (ANOVA) Analizi, DTC: İkili görev harcaması, *p<0.05

Görev koşuluna ve grup dağılımına göre açıklanan FYD'nin geriye yürüme alt testi sonuçlarına göre, tüm katılımcılar için yürüyüşün süre, kadans, hız ve çift destek fazı parametrelerinde ikili görev koşulu altında anlamlı fark bulundu ($p<0.05$). Tüm katılımcılar tekli görevli yürüme koşuluna kıyasla ikili görev koşulunda yürüme sırasında daha yavaş ve daha uzun süreli çift destek fazı ile daha uzun sürede yürümüştür. Gruplar arasında tekli ve ikili görev koşulunda geriye yürüme ölçümlerinde adım uzunluğu açısından fark bulunurken ($p<0.05$), yürüyüşün diğer parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$). İki grup arasında koşul x grup faktörü için benzer sonuçlar görüldü ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$). İkili görev harcaması skoru için MS'li bireyler ve sağlıklı kontroller arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$) (Tablo 17).

Tablo 17. Katılımcıların enstrümantal geriye yürüme alt testi sonuç ölçütlerinin ikili görev koşuluna göre karşılaştırılması

		MS'li Bireyler(n=16)			Sağlıklı Bireyler(n=17)			ANOVA			DTC
		Tekli görevli yürüme[1]	İkili görevli yürüme[1]	DTC[2]	Tekli görevli yürüme[1]	İkili görevli yürüme[1]	DTC[2]	p Koşul faktörü	p Grup faktörü	p Grup x koşul faktörü etkileşimi	p
Geriye yürüme	**Süre**	12.13±3.90	15.40±5.66	-25.93 (-45.95/-8.87)	9.95±2.03	13.51±4.59	-20.62 (-47.54/-6.70)	**p<0.001**	0.13	0.83	0.89
	Kadans	101.61±19.08	80.11±22.99	18.62 (9.67/37.42)	100.88±12.19	80.95±21.42	12.14 (1.87/29.39)	**p<0.001**	0.99	0.81	0.24
	Hız	0.69±0.23	0.53±0.26	20.68 (11.69/44.28)	0.81±0.18	0.63±0.24	25.90 (15.94/40.89)	**p<0.001**	0.13	0.75	0.72
	Çift destek fazı	21.65±5.00	25.84±5.83	-18.96 (-41.49/-8.80)	23.31±5.51	24.23±6.48	-6.65 (-19.23/9.14)	**0.012***	0.98	0.98	0.10
	Adım uzunluğu	0.80±0.21	0.75±0.22	12.32 (-0.53/14.70)	0.96±0.16	0.92±0.20	10.36 (-3.46/15.59	0.09	**0.01***	0.80	0.89
	Salınım fazı	39.95±5.03	38.25±3.61	7.02 (-0.62/8.94)	39.44±3.71	38.85±3.83	3.59 (-2.45/7.74)	0.08	0.97	0.39	0.28

1: Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.
2: Mann Whitney U testi. Değerler ortanca ve çeyrekler arası aralık olarak verilmiştir.
İki Yönlü Varyans (ANOVA) Analizi, DTC: İkili görev harcaması, *p<0.05

Görev koşuluna ve grup dağılımına göre açıklanan FYD'nin merdiven alt testi sonuçlarına göre, tüm katılımcılar için ikili görev koşulu altında süre açısından anlamlı fark bulundu ($p<0.05$). Gruplar arasında tekli ve ikili görev koşulunda merdiven testi ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$). İki grup arasında koşul x grup faktörü için benzer sonuçlar görüldü ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$). İkili görev harcaması skoru için MS'li bireyler ve sağlıklı kontroller arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulundu ($p<0.05$). Sağlıklı bireyler daha az ikili görev harcaması gösterdi (Tablo 18).

Tablo 18. Katılımcıların merdiven alt testi sonuç ölçütlerinin ikili görev koşuluna göre karşılaştırılması

		MS'li Bireyler(n=16)			Sağlıklı Bireyler(n=17)			ANOVA			DTC
		Tekli görevli yürüme[1]	İkili görevli yürüme[1]	DTC[2]	Tekli görevli yürüme[1]	İkili görevli yürüme[1]	DTC[2]	p Koşul faktörü	p Grup faktörü	p Grup x koşul faktörü etkileşimi	p
Merdiven	**Süre**	6.78±2.32	8.64±3.35	-24.78 (-33.26/-13.80)	5.25±0.80	7.60±4.45	-6.64 (-20.43/1.39)	**p<0.001**	0.16	0.66	**0.03***

1: Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.
2: Mann Whitney U testi. Değerler ortanca ve çeyrekler arası aralık olarak verilmiştir.
İki Yönlü Varyans (ANOVA) Analizi, DTC: İkili görev harcaması, *p<0.05

MS'li bireyler ve sağlıklı kontroller arasında ikili görev koşulu sırasında verilen doğru cevaplar açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu ($p>0.05$) (Tablo 19).

Tablo 19. Katılımcıların ikili görev sırasındaki doğru cevaplarının karşılaştırılması

	MS'li Bireyler (n=16)	**Sağlıklı Bireyler (n=17)**	**p**
Düz zeminde yürüme	2.00±1.03	2.41±1.76	0.41
Yürüme hızında değişim	1.60±1.05	1.05±0.96	0.14
Horizontal baş hareketleriyle yürüme	1.93±1.43	1.76±1.39	0.72
Vertikal baş hareketleriyle yürüme	1.50±0.89	1.17±0.95	0.32
Yürüme ve pivot dönüş	1.18±1.10	1.23±1.20	0.90
Engel üzerinden geçme	2.18±1.60	2.35±1.49	0.76
Dar destek yüzeyimde yürüme	3.37±2.84	3.41±2.93	0.97
Gözler kapalı yürüme	2.68±1.81	2.58±1.41	0.86
Geriye yürüme	3.62±3.13	3.11±2.20	0.59
Merdiven	2.62±2.06	2.64±1.90	0.97
Bağımsız Gruplar T Testi. Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.			

4.2. Fonksiyonel Yürüme Değerlendirmesi'nin Düşme Sayısı ve Öz Bildirime Dayalı Ölçeklerle İlişkisinin İncelenmesi

Çalışmaya dahil edilen MS'li bireylerde tekli ve ikili görev koşulları altında yürüme ölçümlerinde, FYD'nin düz zeminde yürüme, horizontal ve vertikal baş hareketleriyle yürüme, dar destek yüzeyinde yürüme, gözler kapalı ve geriye yürüme testlerinin enstrümantal uygulanması sırasındaki yürüme hızı paremetreleri ve enstrümantal yürüme ve pivot dönüş testi sırasındaki dönüş hızı parametresi ile düşme sayısı, AÖDGÖ, DIDA-Q, SSMT, MSYÖ arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla yapılan korelasyon analizinde,

Düşme sayısı ile horizontal baş hareketleriyle ikili görev yürüme hızı, geriye yürüme ikili görev yürüme hızı puanı arasında anlamlı korelasyon bulundu.

AÖDGÖ ile düz zeminde tekli görev yürüme hızı, dar destek yüzeyinde yürüme tekli görev yürüme hızı, geriye yürüme tekli görev yürüme hızı, geriye yürüme ikili görev yürüme hızı arasında anlamlı korelasyon bulundu.

DIDA-Q ile düz zeminde tekli görev yürüme hızı, düz zeminde ikili görev yürüme hızı, horizontal baş hareketleriyle tekli görev yürüme hızı, horizontal baş hareketleriyle ikili görev yürüme hızı, vertikal baş hareketleriyle tekli görev yürüme hızı, vertikal baş hareketleriyle ikili görev yürüme hızı, dar destek yüzeyinde yürüme tekli görev yürüme hızı, gözler kapalı tekli görev yürüme hızı, geriye yürüme tekli görev yürüme hızı, geriye yürüme ikili görev yürüme hızı puanı arasında anlamlı korelasyon bulundu.

SSMT ile vertikal baş hareketleriyle ikili görev yürüme hızı arasında anlamlı korelasyon bulundu.

MSYÖ-12 ile düz zeminde tekli görev yürüme hızı, horizontal baş hareketleriyle ikili görev yürüme hızı, vertikal baş hareketleriyle ikili görev yürüme hızı, dar destek yüzeyinde yürüme tekli görev yürüme hızı, gözler kapalı tekli görev yürüme hızı, gözler kapalı ikili görev yürüme hızı, geriye yürüme tekli görev yürüme hızı, geriye yürüme ikili görev yürüme hızı arasında anlamlı korelasyon bulundu (Tablo 20).

Tablo 20. Fonksiyonel Yürüme Değerlendirmesi alt testlerinin enstrümantal değerlendirme sonuçları ile düşme sayısı, fiziksel ve bilişsel ölçekler arasındaki ilişki

	Düşme sayısı	AÖDGÖ	DIDA-Q	SSMT	MSYÖ-12
Düz zmn. tekli görev yürüme hızı	-0.482	**0.510***	**-0.731****	0.213	**-0.60***
Düz zmn. ikili görev yürüme hızı	-0.361	0.324	**-0.532***	0.141	-0.42
Düz zmn yürüme DTC (hız)	0.018	0.198	-0.245	-0.002	-0.057
Horizontal baş hrk. tekli görev yürüme hızı	-0.336	0.470	**-0.601***	0.439	-0.546
Horizontal baş hrk. ikili görev yürüme hızı	**-0.499***	0.479	**-0.702****	0.470	**-0.520***
Horizontal baş hrk. DTC (hız)	0.192	-0.125	0.221	-0.195	0.001
Vertikal baş hrk. tekli görev yürüme hızı	-0.489	0.472	**-0.690****	0.484	-0.579
Vertikal baş hrk. ikili görev yürüme hızı	-0.494	0.542	**-0.758****	**0.619***	**-0.548***
Vertikal baş hrk. DTC (hız)	-0.020	-0.077	0.015	-0.254	-0.322
Yürüme ve pivot dönüş tekli görev dönüş hızı	-0.396	0.057	0.004	0.067	0.028
Yürüme ve pivot dönüş ikili görev dönüş hızı	-0.401	0.63	-0.019	-0.150	-0.150

Spearman testi, Pearson testi, *p<0.05 **p<0.01,
AÖDGÖ: Aktiviteye Özgü Denge Güven Ölçeği, DIDA-Q: Günlük Yaşamda İkili Görev Zorluklarının Etkisi Anketi, SSMT: Sembol Sayı Modalitesi Testi, MSYÖ-12: Multipl Skleroz Yürüyüş Ölçeği, DTC: İkili görev harcaması

Tablo 21 (Devam). Fonksiyonel Yürüme Değerlendirmesi alt testlerinin enstrümantal değerlendirme sonuçları ile düşme sayısı, fiziksel ve bilişsel ölçekler arasındaki ilişki

	Düşme sayısı	AÖDGÖ	DIDA-Q	SSMT	MSYÖ-12
Yürüme ve pivot dönüş DTC (dönüş hızı)	-0.015	0.010	-0.019	0.167	0.097
Dar destek yzy. tekli görev yürüme hızı	-0.489	**0.769****	**-0.901****	0.232	**-0.818****
Dar destek yzy. ikili görev yürüme hızı	-0.345	0.322	-0.369	0.449	-0.220
Dar destek yzy. yürüme DTC (hız)	0.023	0.270	-0.290	-0.377	-0.379
Gözler kapalı tekli görev yürüme hızı	-0.417	0.468	**-0.664****	0.305	**-0.607***
Gözler kapalı ikili görev yürüme hızı	-0.480	0.440	-0.506	0.093	**-0.560***
Gözler kapalı yürüme DTC (hız)	0.383	-0.119	0.058	0.136	0.133
Geriye yürüme tekli görev yürüme hızı	-0.455	**0.585***	**-0.688****	0.474	**-0.557***
Geriye yürüme ikili görev yürüme hızı	**-0.499***	**0.550***	**-0.548***	0.255	**-0.698****
Geriye yürüme DTC (hız)	0.258	-0.130	0.046	0.219	0.212

Spearman testi, Pearson testi, *p<0.05 **p<0.01,
AÖDGÖ: Aktiviteye Özgü Denge Güven Ölçeği, DIDA-Q: Günlük Yaşamda İkili Görev Zorluklarının Etkisi Anketi, SSMT: Sembol Sayı Modalitesi Testi, MSYÖ-12: Multipl Skleroz Yürüyüş Ölçeği, DTC: İkili görev harcaması

Çalışmaya dahil edilen MS'li bireylerde tekli ve ikili görev koşulları altında yürüme ölçümlerinde, FYD'nin yürüme hızında değişim, engel üzerinden geçme ve merdiven alt testlerinin gözlemsel skorları ile düşme sayısı, AÖDGÖ, DIDA-Q, SSMT, MSYÖ arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla yapılan korelasyon analizinde,

Düşme sayısı ile merdiven tekli görev FYD puanı, merdiven ikili görev FYD puanı arasında anlamlı korelasyon bulundu.

AÖDGÖ ile engel üzerinden geçme ikili görev FYD puanı, engel üzerinden geçme DTC (FYD puanı), merdiven tekli görev FYD puanı, merdiven ikili görev FYD puanı arasında anlamlı korelasyon bulundu.

DIDA-Q ile merdiven tekli görev FYD puanı, merdiven ikili görev FYD puanı arasında anlamlı korelasyon bulundu.

MSYÖ-12 ile engel üzerinden geçme ikili görev FYD puanı, engel üzerinden geçme DTC (FYD puanı), merdiven tekli görev FYD puanı arasında anlamlı korelasyon bulundu (Tablo 22).

Tablo 22. Fonksiyonel Yürüme Değerlendirmesi alt testlerinin gözlemsel değerlendirme sonuçları ile düşme sayısı, fiziksel ve bilişsel ölçekler arasındaki ilişki

	Düşme sayısı	AÖDGÖ	DIDA-Q	SSMT	MSYÖ-12
Yürüme hızında değişim tekli görev FYD puanı	0.080	0.353	-0.427	0.337	-0.371
Yürüme hızında değişim ikili görev FYD puanı	0.205	0.159	-0.232	-0.054	-0.075
Yürüme hızında değişim DTC (FYD puanı)	-0.218	0.110	0.016	-0.282	-0.128
Engel üz. geçme tekli görev FYD puanı	0.045	0.302	-0.303	0.060	-0.371
Engel üz. geçme ikili görev FYD puanı	-0.294	**0.476****	-0.349	0.275	**-0.571***
Engel üz. geçme DTC (FYD puanı)	0.299	**-0.650****	0.457	0.022	**0.571***
Merdiven tekli görev FYD puanı	**-0.684****	**0.425***	**-0.546****	0.251	**-0.606***
Merdiven ikili görev FYD puanı	**-0.489****	**0.520****	**-0.511****	0.097	-0.428
Merdiven (FYD puanı)	-0.143	-0.144	0.083	-0.027	-0.167

Spearman testi, Pearson testi, *p<0.05 **p<0.01,
AÖDGÖ: Aktiviteye Özgü Denge Güven Ölçeği, DIDA-Q: Günlük Yaşamda İkili Görev Zorluklarının Etkisi Anketi, SSMT: Sembol Sayı Modalitesi Testi, MSYÖ-12: Multipl Skleroz Yürüyüş Ölçeği FYD: Fonksiyonel Yürüme Değerlendirmesi DTC: İkili görev harcaması

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada amacımız, MS'li bireylerde Fonksiyonel Yürüme Değerlendirmesi'nin tekli ve ikili görev koşulları altında giyilebilir yürüme sensörleriyle objektif olarak değerlendirilerek sağlıklı kontrollerle karşılaştırılması ve ikili görev harcamasının sağlıklı kontrollerle karşılaştırılmasıdır. Çalışmamız bu yönüyle bu konuda yapılan ilk araştırmadır. Araştırmamızdaki ana bulgular şunlardır: MS'li bireyler ve sağlıklı kontroller arasında, tekli ve ikili görev koşulları altında gözlemsel olarak yapılan FYD alt testlerinin puanları arasında fark bulunmadı. Ancak test enstrümantal olarak gerçekleştirdiğinde gözler kapalı yürüme, geriye yürüme, engel üzerinden geçme, yürüme ve pivot dönüş alt testlerinde anlamlı fark vardı. FYD'nin tüm alt testlerinde ikili görev koşulu olarak 7'şer şer geriye sayma görevi eklendiğinde koşul faktörü anlamlı bulundu. FYD alt testlerine ikili görev koşulu olarak 7'şer geriye sayma görevi eklendiğinde grup x koşul faktörü etkileşimi görülmedi. Gruplar arasında ikili görev harcamasında (DTC) merdiven alt testi dışında anlamlı fark bulunmadı. İkili görev sırasında verilen doğru cevaplar açısından gruplar arasında fark bulunmadı.

Çalışmamızda, MS'li bireyler ve sağlıklı kontroller arasında, tekli ve ikili görev koşulları altında gözlemsel olarak yapılan Fonksiyonel Yürüme Değerlendirmesi alt testlerinin puanları arasında fark bulunmadı**.** Ancak test enstrümantal olarak gerçekleştirdiğinde gözler kapalı yürüme, geriye yürüme, engel üzerinden geçme, yürüme ve pivot dönüş alt testlerinde anlamlı fark vardı. MS'li bireyler sağlıklı bireylerden daha kötü performans gösterdi. Bu sonuç düşük yeti yitimine sahip bireylerde, test enstrümental olarak gerçekleştirildiğinde gözlemsel veya süreli olarak değerlendirmede ayırt edilemeyen yürüyüş ve denge problemlerinin saptanmasına olanak sağladığını göstermektedir. Bu yaklaşım, zaman içinde bu bozuklukların izlenmesine ve yakın zamanda önerildiği gibi rehabilitasyonun nöroprotektif ve hastalık düzenleyici etkilerinin olduğu bilinen MS'in çok erken evrelerinden itibaren egzersizden fayda görebilecek kişilerin belirlenmesine yardımcı olabilir (114).

MS'li bireyler ve sağlıklı kontroller arasında ikili görev harcamasının farklı olup olmadığına dair literatürde çelişkili sonuçlar bildirilmiştir(89). Birçok çalışma, MS'li

bireylerin daha yüksek ikili görev harcamasına sahip olduğunu bildirse de, sonuçlardaki farklılığın çalışmalardaki metodolojik farklılıklardan kaynakladığı düşünülmektedir. Çalışmamızda, Fonksiyonel Yürüme Değerlendirmesi alt testlerine ikili görev koşulu olarak yedişer geriye sayma görevi eklendiğinde grup x koşul faktörü etkileşimi görülmedi, yani MS'li ve sağlıklı bireyler eklenen ikinci göreve aynı şekilde reaksiyon göstererek performansta kötüleşme sergilediler. Ayrıca, gruplar arasında ikili görev harcamasında (DTC) merdiven alt testi dışında anlamlı fark bulunmadı**.** Bu sonuç, çalışmamıza dahil edilen MS'li bireylerin yeti yitimi olmayan ya da düşük yeti yitimli bireylerden oluşmasından kaynaklanabilir. Az sayıda çalışma farklı yeti yitimi düzeylerinde ikili görev performansını sağlıklı kontrollerle karşılaştırmıştır. Çalışmamızın sonuçları Wallin ve ark. (115) sonuçları ile uyumlu olarak düşük yeti yitimli bireyler ile sağlıklı kontroller arasında ikili görev harcamasının benzer olduğunu göstermiştir. Düşük yeti yitimli bireylerin daha iyi korunmuş motor ve bilişsel performansı sebebiyle, ikili görev sırasında otomatizasyonu çok bozulmadan performanslarını koruyabilmeleriyle açıklanabilir. Ek olarak verilen bilişsel görevin MS'li bireylerin motor performansı etkileyememesiyle de ilgili olabilir. Çalışmamızda, ikincil bilişsel görev olarak mental aritmetik görevi olan yedişer sayma görevi kullanılmış ve sonuç olarak ikili görev sırasında verilen doğru cevaplar açısından gruplar arasında fark bulunmamıştır.

Literatürde, ikili görev performansını değerlendirmek için verilecek bilişsel görev konusunda bir fikir birliği yoktur. Geriye doğru saymalar (üçer veya yedişer), sözel akıcılık görevleri (kelime listesi oluşturma; örneğin, fonemik olarak "D" ile başlayan kelimeleri veya semantik olarak hayvanları sayma gibi) ve alternatif alfabe harflerini sayma görevleri yaygındır(89). MS'te bu görevlere ek olarak, ikili görev çalışmalarında, hem görsel olarak (86) hem de işitsel olarak (87) Stroop Renk-Kelime testi kullanılmıştır. Leon ve arkadaşlarının (87) MS'teki ikili görev çalışması; üçer ve yedişer geriye sayma, işitsel Stroop Renk-Kelime testi, saat görevi ve fonemik ve semantik kelime listesi oluşturma gibi bilişsel görevler içermektedir. Leon ve ark. MS'te rakamların geriye doğru sayılması ve fonemik kelime listesi oluşturmanın, en fazla bilişsel-motor eşleşmeyi ürettiğini ve işitsel Stroop Renk-Kelime testinin ise motor göreve en az etki ettiğini belirtmiştir. Postigo-Alonso ve ark. incelemelerinde, üçer değil yedişer geriye sayma ve alfabe harflerini birer atlayarak söyleme

görevlerinin MS'li bireyleri değerlendirmek için duyarlı olduğunu ve MS'li bireyleri sağlıklı bireylerden ayırt edebildiğini belirtmiştir(89). Biz de bu doğrultuda çalışmamızda ikili görev koşulu olarak, 50 ile 100 arasında başlayan herhangi bir sayıdan geriye doğru yedişer çıkarma görevini seçtik. Fakat, ikili görev harcaması ve bilişsel cevapların doğruluğu açısından bir fark bulmadık. Postigo-Alonso ve ark. bu görevleri önerirken bir yeti yitimi düzeyi aralığı önermemiş, tüm MS popülasyonunu genellemiştir. Birçok ikili görev çalışmasında EDSS'si 0 ile 2,0 arasında olan MS'li bireyler dışlanması, bu hasta grubuna yönelik güvenilir yöntemlerin seçimini zorlaştırmaktadır. Gelecek çalışmalarda daha düşük yeti yitimine sahip bireyler için duyarlılığı ve güvenilirliği incelenmiş bilişsel görevlerle bu sonuçların doğrulanmasına ihtiyaç vardır.

MS'te, ikili görevli yürümedeki değişiklikleri inceleyen çalışmaların çoğu, ikili görev koşulları sırasında yürüyüş hızında azalma bildirmektedir ve Postigo-Alonso ve arkadaşlarının (89) yayınladığı sistematik incelemede, ikili görev harcamasını hesaplamada, yürüyüş hızının yaygın olarak değerlendirildiğini ve yürüyüş parametrelerinden en duyarlısı olduğunu bildirmiştir. Ayrıca, Postigo-Alonso ve ark, ikili görev koşulu altında yürüyüş sırasında MS'li bireyler için bilişsel-motor etkileşimi saptamada yürüyüş hızına ek olarak en duyarlı olan motor değişkenlerin kadans ve çift destek süresi olduğu belirtilmiştir. Başka bir çalışma da adım uzunluğu ve çift destek süresinin MS'te denge ile bağlantılı olduğunu göstermiştir (116). Bu bulgudan yola çıkarak ve çalışmamızı diğer çalışmalarla karşılaştırabilmek için biz de yürüyüşün hız, kadans, çift destek fazı, adım uzunluğu ve salınım fazı parametrelerini inceledik.

Çalışmamızda gruplar arasında tekli ve ikili görev koşulunda gözler kapalı yürüme ölçümlerinde yürüyüşün süre, hız, adım uzunluğu, çift destek ve salınım fazı parametreleri anlamlı bir fark gösterdi. Literatürde bildiğimiz kadarıyla, MS'li bireylerde gözler kapalı yürümeyle ilgili çalışma bulunmasa da gözler açık ve gözler kapalı koşullardaki sessiz ayakta durma görevinde, bele takılan hareket sensörüyle postüral salınımın ölçüldüğü bir çalışmada, postüral salınım hızlanma genliği, gözler kapalı koşulda, MS'li bireylerde sağlıklı kontrollerden daha yüksek bulunmuş; böylece MS'li bireyleri sağlıklı kontrollerden ayırt edebilmiştir. Bu da muhtemelen MS'li bireylerde görsel girdiye olan güvenin; duyusal kayıp, vestibüler disfonksiyon gibi

diğer denge bileşenlerinin kaybına bağlı olarak artmasından ve bunun telafi edici bir strateji olarak kullanılmasından kaynaklanmaktadır (117). Ayrıca gözler kapalı yürüme sırasında meydana gelen değişiklikler, görme alanının ortadan kaldırılması sonucu koşulların zorlaştırılarak, MS'li bireylerin kazanmış olduğu kompanzasyon mekanizmalarının bozulmasından kaynaklanıyor olabilir. Fakat ikili görev harcaması bakımından gruplar arasında bir fark bulunmamış, gözler kapalı yürüme sırasında eklenen ikincil bilişsel görev iki grupta da benzer şekilde kötüleşme yaratmıştır.

Son zamanlarda, geriye doğru yürüme, yaşlılarda (118, 119) ve diğer nörodejeneratif hastalık popülasyonlarında (120) mobilite ve düşme riskinin hassas bir klinik ölçüsü olarak kabul edilmiştir. İkili görev koşulunda yürümeye benzer şekilde, geriye doğru yürümek, ileri doğru yürümekten daha fazla bilişsel talep ve postüral kontrol gerektirir (121, 122). MS'te, denge ve postüral kontroldeki eksiklikler geriye doğru yürüme sırasında artar (123). Ek olarak, ikincil bir bilişsel görevle birlikte uygulandığında, geriye doğru yürümedeki bozukluklar, ileriye doğru yürümeye göre daha belirgindir (124).

Edwards ve ark. 18 MS'li birey (EDSS 1-5,5) ve yaş ve cinsiyet olarak eşleştirilmiş 14 sağlıklı kontrol ile yaptığı çalışmada, tekli ve ikili görevlerle gerçekleştirilen geriye doğru yürüme sırasında yürüyüşün hız, adım uzunluğu ve çift destek süresi parametreleri incelenmiştir (100). Gruplar arasında tek görev koşulu altında geriye yürüme adım uzunluğu açısından anlamlı bir fark bulunmuştur ve kontrollere kıyasla daha kısadır; bu bulgu bizim çalışmamızla benzerdir. Biz de gruplar arasında tekli ve ikili görev koşulunda geriye yürüme ölçümlerinde adım uzunluğu açısından anlamlı fark bulduk. Bu bulgular, Wajda ve ark. tarafından yapılan benzer bir çalışma ile de tutarlıdır ve motor performansta düşüşün geriye doğru yürüme sırasında daha fazla olduğu ve MS'li bireyleri sağlıklı kontrollerden ileri yürümeye göre daha iyi ayırt ettiği ve bu etkinin, bireylere ikincil bir bilişsel egzersiz görevi uygulandığında arttığı görülmüştür (124). Çalışmada hem MS'li hem de sağlıklı bireylerde geriye yürüme sırasında tekli ve ikili görev koşulu altında adım uzunlukları arasında anlamlı fark bulunması da bizim çalışmamızı destekler niteliktedir.

Edwards ve ark. çalışmasında MS'li bireyler, geriye yürüme sırasında ikili görev koşullarında çift destek süresinde önemli farklılıklar gösterirken, sağlıklı kontroller

hiçbir fark göstermemiştir (100). Bizde ise tüm katılımcılar tekli görevli yürüme koşuluna kıyasla ikili görev koşulunda geri yürüme sırasında daha uzun süreli çift destek fazı ile yürüdü. Bu bulgular, MS'te yürüme ve denge bozukluklarının geriye doğru yürüme sırasında daha belirgin olduğunu bildiren çalışmalarla da tutarlıdır (123). Geriye doğru yürüme gibi karmaşık motor görevleri tamamlama yeteneği, MS'li kişilerde kognitif-motor müdahale ile daha da zorlaştırılabilir (125) ve bu nedenle, MS'li kişilerin sağlıklı kontrollere kıyasla geriye doğru yürüme sırasında iki kat daha fazla çift destek süresi sergilemesi şaşırtıcı değildir. Gruplar arasında hem tekli hem de ikili görev koşulları için geri yürüme hızında anlamlı farklılıklar varken, bizim çalışmamızda gruplar arasında sadece adım uzunluğunda fark görüldü. Bunun nedeni MS'li bireylerin geriye yürüme sırasında düşme riskine karşı, daha kontrollü şekilde adım uzunluklarını meydana getirmesi olabilir. MS'li kişiler ve sağlıklı kontroller geri yürüme sırasında tek ve çift görev koşullarında yürüme hızı açısından bizim çalışmamızda olduğu gibi anlamlı bir fark göstermiştir. Grup x koşul faktörü açısından da hız, adım uzunluğu ve çift destek süresi için anlamlı fark bulunmaması da çalışmamızla paralellik göstermektedir.

Çalışmamızda, FYD'nin merdiven alt testinde, tüm katılımcılar için ikili görev koşulu altında süre açısından ve gruplar arasında da ikili görev harcaması bakımından anlamlı fark bulundu. Tüm katılımcılar ikili görev ile performansını düşürmesine rağmen, MS'li bireylerde ikili görev harcaması anlamlı olarak daha yüksektir. Bu sonuç, MS'li bireyler ile sağlıklı kontroller arasındaki farkın, günlük yaşam aktivitelerinde daha çok motor beceri gerektiren ve stabilite limitlerinin zorlandığı fonksiyonel durumlarda daha belirgin olmasıyla açıklanabilir.

MS'li bireyler, yürümeyi konuşma, hesaplama veya hatırlama gibi bilişsel bir görevle birleştirdiğinde, yürüyüşü kontrol etmek için dikkat ve yürütme işlevine olan talep artar. Ayrıca, önceki çalışmalar yürüme-bilişsel ikili görev testlerinin MS'li bireylerde yeti yitimi, korku ve düşme riski ile ilişkili olduğunu bildirmiştir (91). Kalron ve ark. 25 MS'li birey (EDSS $\leq$ 3,0) ve 25 sağlıklı kontrol ile, normal, geriye doğru ve bilişsel görev ile yaptıkları, 3 metrelik tandem yürüme testi sonuçları bizim çalışmamızla benzerdi (126). Bilişsel görev koşulu altında, MS'li bireyler ve sağlıklı kontroller arasında yürüyüş ölçümlerinde anlamlı olmayan farklılıklar bulunmuştur. İki grup arasında grup x koşul faktörü ve ikili görev harcaması farklı değildir. Tüm

katılımcılar bilişsel görev koşulu altında, kadansı azaltıp, salınım fazını kısaltmış; çift destek fazını ve süreyi uzatmıştır. Bizim çalışmamızda da ikili görev koşulu altında benzer bulgular elde edildi. Çalışmalarında, bizim çalışmamızdan farklı olarak tüm katılımcılar bilişsel görev koşulu altında yürüme hızını azaltmıştır. Bizim çalışmamızda ise tüm katılımcılar için ikili görev koşulu altında, yürüme hızı için anlamlı sonuçlar bulunmadı. Bunun nedeni; MS'li bireylerin düşük EDSS'ye sahip olması ve sağlıklı bireylerle SSMT puanları arasında anlamlı fark olmaması sebebiyle, tüm katılımcıların ikili görev sırasında, bilişsel görev yerine yürüme görevini önceliklendirmesi olabilir. Ayrıca Kalron ve ark. nın çalışmasında, bilişsel görev sırasında meydana gelen hataların sayısı açısından gruplar arasında hiçbir fark kaydedilmemiştir ve bizim çalışmamızda da aynı şekilde, ikili görev sırasında verilen doğru cevaplar açısından gruplar arasında anlamlı fark bulunmamıştır.

Dönüş hızı, dönüş süresi, otur-kalk testi süresinin normal yürüme hızına sahip MS'li bireyler ve kontrollerde incelendiği bir çalışmada, MS'li bireyler önemli ölçüde daha uzun dönüş süresi sergilerken; dönüş hızı açısından anlamlı fark bulunmamıştır (117). Bizim çalışmamızda da benzer şekilde, FYD'nin yürüme ve pivot dönüş alt testi sırasında gruplar arasında süre açısından anlamlı fark bulunurken; dönüş hızı açısından anlamlı fark bulunmadı. Bu durum postüral oryantasyon için gerekli olan propriyoseptif sistemdeki bozulmayla ilgili olabilir. Bu nedenle postüral oryantasyon için propriyoseptif sistemlere ekstra ağırlık verilebilir (42). Ayrıca çalışmamızda, ikili görev koşulu altında tüm katılımcılar dönüş hızını azaltmış, dönme süresini uzatmıştır.

Hareket sırasında başın hareket ettirilmesi, bakış stabilizasyonu ve dinamik dengenin korunmasından sorumlu vestibülo-oküler ve vestibülo-spinal refleksleri modüle etmek için vestibüler, görsel ve propriyoseptif bilgilerin doğru entegrasyonunu gerektirdiğinden denge kontrol sistemini doğal olarak zorlar (127). Orta ila şiddetli mobilite bozukluğu olan MS'li bireylerde yapılan çalışmalar, horizontal baş hareketleriyle yürümenin bireylerin %80'inde anormal olduğunu (128) ve Dinamik Yürüyüş İndeksi'nin (DYİ) (129) en zor maddesini temsil ettiğini göstermiştir. Fullerton Gelişmiş Denge Ölçeğinin kısa versiyonuyla (FGDÖ) (130) ölçülen horizontal baş dönüşleriyle yürümenin, erken evre MS'li bireylerde de en çok bozulan madde olduğu belirtilmiştir (131). Cattaneo ve ark. horizontal baş hareketleriyle

yürümenin, inme geçiren ve Parkinson hastalığı olan kişilere kıyasla; MS'li bireylerde yürümeyi daha fazla bozduğunu ortaya koymuştur (132).

Carpinella ve ark. yaptığı çalışmada, klinik yürüyüş ölçümleriyle saptanamayan subklinik bozuklukların varlığını değerlendirmek için sağlıklı kontrollere ve normal yürüyüşe sahip erken evredeki MS'li bireylere (EDSS 0-2,5) giyilebilir sensör tabanlı bir horizontal baş hareketleriyle yürüme değerlendirmesi uygulanmıştır (133). Hem horizontal baş dönüşleriyle yürümenin alt skoru hem de ölçülen enstrümantal parametreler, normal yürüyen MS'li bireyler ve sağlıklı bireyler arasında önemli farklar ortaya çıkarmıştır. Horizontal baş dönüşleriyle yürüme sırasında MS'li ve sağlıklı bireyler arasında yürüyüş hızı, kadans, çift destek ve duruş fazı parametreleri ve gövde salınımı MS'li ve sağlıklı bireyler arasında anlamlı fark yaratmamıştır. Bizim çalışmamızda da horizontal baş hareketleriyle yürüme alt testi sırasında; gruplar arasında süre, yürüyüş hızı, kadans, çift destek ve salınım fazı, adım uzunluğu parametreleri açısından benzer şekilde fark yoktu. Carpinella ve ark. çalışmasında, horizontal baş dönüşleriyle yürüme sırasında her metronom vuruşunda başı çevirmenin, dikkat gerektiren ikili bir görev olması da bizim çalışmamızın ikili görevli yürüme koşuluyla paralellik göstermekte ve gruplar arasında yürüyüş parametreleri açısından fark olmaması bizim çalışmamızı desteklemektedir. Çalışmamızda, horizontal baş hareketleriyle yürüme alt testi sırasında tüm katılımcılar ikili görev koşulu altında süre, yürüyüş hızı, kadans, çift destek ve salınım fazı, adım uzunluğu parametrelerinde değişiklik göstermiştir. Bu da normal yürüyüşe sahip erken evredeki bireylerde bile horizontal baş dönüşleriyle yürüme sırasındaki değişiklikleri açıklayabilir.

Horizontal baş hareketleriyle yürüme görevinin sensorimotor sistem üzerindeki yük açısından karmaşıklığı göz önüne alındığında ve hastaların % 43'ünde duyusal semptomların MS'in ilk klinik bulgularından olduğu düşünüldüğünde (134), bu görevin enstrümantal değerlendirmesinin, MS'in erken evrelerinde bile, subklinik motor bozuklukları saptayabileceği varsayılabilir. Bu, bu bozuklukların gidişatını takip etmek ve hastalığın çok erken evrelerinden itibaren, son zamanlarda belirtildiği gibi, MS ile ilişkili fonksiyonel gerilemeyi yavaşlatmak için potansiyel olarak faydalı olan koruyucu rehabilitasyon egzersizlerinden fayda sağlayabilecek kişileri belirlemek için büyük önem taşımaktadır (114). Horizontal baş hareketleriyle yürüme sırasında

bulunan anormallikler, öncelikle dinamik dengenin önemli ölçüde bozulmasına bağlanabilir. Somatosensoriyal ve propriyoseptif bozukluklar, erken evredeki MS'li bireylerde değişiklikler gösterebilen vestibüler sisteme olan güveni arttırmış olabilir (135).

Yaptığımız çalışmada tüm katılımcılar için tekli ve ikili görev koşullarında düz zeminde yürüme sırasında süre, yürüme hızı, adım uzunluğu, çift destek ve salınım fazı parametreleri anlamlı fark gösterirken; Edwards ve ark, ileriye doğru normal ve bilişsel görev içeren yürüme çalışmasında (100) MS'li kişiler, tekli ve ikili görev koşullarında yürüme hızı, çift destek süresi ve adım uzunluğu; sağlıklı kontroller de adım uzunluğu parametresi için anlamlı bir fark göstererek, bizim bulgularımızı desteklemiştir. Ancak, sağlıklı kontrollerin tekli ve ikili görev koşullarında, yürüme hızı ve çift destek süresinde anlamlı fark göstermemesi bulgusu bizim çalışmamızdan farklıdır. Bunun nedeni, çalışmalara katılan sağlıklı bireylerin SSMT puanlarının farklı olması ve dolayısıyla ikili görev koşulu altında performanstaki düşüşün az olmasından kaynaklanıyor olabilir. Grup x koşul faktörü açısından da hız, adım uzunluğu ve çift destek süresi için anlamlı fark bulunmaması da çalışmamızla paralellik göstermektedir. Gruplar arasında, tekli ve ikili görev koşulları altında adım uzunluğu açısından anlamlı fark bulunurken; yürüme hızı ve çift destek süresi açısından fark bulunmamıştır. Bizim çalışmamızda da gruplar arasında yürüme hızı, çift destek süresi açısından fark bulunmaması benzerlik göstermektedir.

İkili görevler günlük yaşam aktivitelerine daha yakın olduğu ve hem bilişsel hem de motor bileşeni içeren bir değerlendirme olduğu için düşmelerle ilişkili olabileceği düşünülmektedir. MS'li bireylerde ikili görev performansı ile düşme ilişkisini inceleyen güncel bir sistematik derlemede yürüyüş hızındaki ikili görev harcamasının tekrarlı düşmeler ile ilişkili olduğu ancak ikili görev performansının düşmeleri öngöremediği belirtilmiştir (136). Ancak araştırmacılar çalışmaların çoğunun düz zeminde yürüme ile gerçekleştirildiğini ve daha kompleks motor görevlerle düşme ilişkisinin incelenmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Çalışmamızda bu önerilere paralel olarak düşme sayısı ile ile horizontal baş hareketleriyle yürüme ikili görev yürüme hızı, geriye yürüme ikili görev yürüme hızı ve merdiven ikili görev FYD puanı arasında anlamlı ilişki bulundu. Literatürde, geriye doğru yürüme ölçümleri, son 6 aydaki retrospektif düşmelerle daha güçlü bir şekilde ilişkili bulunurken, ileriye doğru

yürüme ölçümleri ile ilgili bulunmamıştır (100). Bu bulgular yaşlılarda (118, 119) ve diğer nörodejeneratif hastalık popülasyonlarında (120, 121) yapılan ve geriye doğru yürümenin öne yürümeye kıyasla düşenleri daha iyi tanımladığı diğer çalışmalarla da desteklenmiştir. Yapılan bir çalışmada aynı zamanda, MS'li bireylerde düşen ve düşmeyenleri birbirinden ayırmada, geriye doğru yürüme hızının en yüksek etki büyüklüğünü ve özgüllüğünü sergilediği gösterilmiştir (137). Bu sonuçlar, düşme riskinin tahmininde bilişsel görev ile uygulanan geriye doğru yürüme görevinin kullanılabileceğini göstermektedir. Horizontal baş hareketleri ile yürüme ve merdiven aktivitelerinin gelecek çalışmalar ile doğrulanması gerekmektedir.

MSYÖ-12 ile düz zeminde tekli görev yürüme hızı, horizontal baş hareketleriyle ikili görev yürüme hızı, vertikal baş hareketleriyle ikili görev yürüme hızı, dar destek yüzeyinde tekli görev yürüme hızı, gözler kapalı tekli ve ikili görev yürüme hızı, geriye yürüme tekli ve ikili görev yürüme hızı, engel üzerinden geçme ikili görev FYD puanı, engel üzerinden geçme DTC (FYD puanı), merdiven tekli görev FYD puanı arasında anlamlı ilişki bulundu. Ayrıca, somatosensoriyel bozuklukların, erken evre MS'li bireylerde (135) bile değişiklikler gösteren vestibüler sisteme olan güveni artırmış olabileceği bilinmektedir ve bireyler özellikle baş döndürme görevleri sırasında zorlandığında dinamik dengede bozulmalar açığa çıkabilir. Yapılan çalışmalarda da, zayıf dinamik dengenin, algılanan yürüme kısıtlılıklarına önemli bir katkıda bulunduğu doğrulanmıştır (117).

MS'li bireylerde bilişsel işlevler ile ikili görev ilişkisini inceleyen çalışmalarda çelişkili sonuçlar bildirilmiş ve çalışmaların heterojenitesi sebebiyle daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulduğu belirtilmiştir (138). Bazı çalışmalarda saptanan zayıf-orta düzeydeki ilişkinin kapasite paylaşımı teorisiyle ilişkili olduğu düşünülmüştür. Bu teoriye göre, bilişsel disfonksiyon ikili görev için gereken bilişsel işlemleme kapasitesini limitleyerek daha kötü ikili görev performansının gerçekleştirilmesine sebep olur (79). Çalışmamızda, SSMT ile vertikal baş hareketleriyle ikili görev yürüme hızı arasında anlamlı ilişki bulunurken, diğer alt testler ile bir ilişki bulunmamıştır. MS'te vestibüler bilginin merkezi entegrasyonu ve bilişsel görev performansı arasındaki korelasyonları araştıran çalışmada orta ile güçlü anlamlı korelasyonlar belirlenmiştir (139).

MS'li bireylerde denge güveni ile ilişkili faktörleri inceleyen bir çalışmada hem fiziksel hem de psikososyal faktörlerin denge güvenini etkilediği, fiziksel testlerden ise Zamanlı Kalk ve Yürü testi gibi oturma kalkma ve dönme gibi daha fonksiyonel ve dinamik denge içeren bir testin düz zeminde yürüme testlerine göre denge güveni ile daha yüksek düzeyde ilişkili olduğu gösterilmiştir (140). Çalışmamızda, AÖDGÖ ile düz zeminde tekli görev yürüme hızı, dar destek yüzeyinde tekli görev yürüme hızı, geriye yürüme tekli ve ikili görev yürüme hızı, engel üzerinden geçme ikili görev FYD puanı, engel üzerinden geçme DTC (FYD puanı), merdiven tekli ve ikili görev FYD puanı arasında anlamlı ilişki bulundu. En yüksek korelasyon katsayısı dar destek yüzeyinde (tandem) yürüme ve geriye yürüme gibi daha kompleks ve dinamik dengeyi zorlayan görevlerde bulundu. Ayrıca, ikili görevler ile denge güveni arasındaki ilişkiyi inceleyen bir çalışmada motor performans ikili görev harcamasının denge güveni ile ilişkili olmadığı, düşük denge güvenine sahip katılımcıların yürümeyi önceliklendirerek bilişsel görevi geri plana aldıkları gözlemlenmiştir (141).

DIDA-Q ile değerlendirilen algılanan ikili görev zorluklarının düz zeminde tekli ve ikili görev yürüme hızı, horizontal baş hareketleriyle tekli ve ikili görev yürüme hızı, vertikal baş hareketleriyle tekli ve ikili görev yürüme hızı, dar destek yüzeyinde tekli görev yürüme hızı, gözler kapalı tekli görev yürüme hızı, geriye yürüme tekli ve ikili görev yürüme hızı, merdiven tekli ve ikili görev FYD puanı arasında anlamlı ilişki bulundu. Algılanan ikili görev zorluklarını değerlendirmek için kullanılan skalaların mevcut olmaması ve DIDA-Q'nun yalnızca iki yıl önce yayınlanması sebebiyle literatürde ikili görev zorlukları ile ikili görev performansını inceleyen bir çalışma bulunmamaktadır. Çalışmamızda hem tekli hem de ikili görev performansının algılanan ikili görev zorluklarıyla ilişkili olması, bilişsel bir görev eşlik etmese dahi motor performansı gerçekleştirmekte zorlanan bireylerin otomatizasyonunun azalması sebebiyle günlük yaşamda daha fazla zorluk hissetmesiyle açıklanabilir.

Bu çalışmanın limitasyonları: (1) Katılımcı sayısını başlangıçta güç analizine göre belirlesek de katılımcı sayımız görece küçüktür. (2) Çalışma amacımız düşük yeti yitimine sahip bireyleri incelemekti bu nedenle sonuçlarımızı orta ve yüksek yeti yitimli bireyler için genelleyemeyiz. (3) FYD'nin uygulama protokolünden dolayı

yürüyüş testleri çok kısa sürelidir. Dolayısıyla ikili görev zorluğunu açığa çıkaracak bilişsel bir zorlanmaya olanak vermemiş olabilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma Multipl Skleroz'lu (MS) bireylerde Fonksiyonel Yürüme Değerlendirmesi'nin tekli ve ikili görev koşulları altında giyilebilir yürüme sensörleriyle değerlendirilmesi ve ikili görev harcamasının sağlıklı kontrollerle karşılaştırılması amacıyla yapılan çalışmaya 16 MS'li ve 17 sağlıklı birey dahil edildi. Bireyler hasta grubu (n=16) ve kontrol grubu (n=17) olmak üzere iki gruba ayrıldı. Her iki grup Fonksiyonel Yürüme Değerlendirmesi'ni (FYD) tekli ve ikili (bilişsel) görev koşulları altında giyilebilir yürüme sensörleriyle (opal APDM) gerçekleştirdi. Ölçüm sırasında, yürüyüşün toplam süresi, hızı, adım uzunluğu, kadansı, çift destek periyodu ve sallanma süresi parametreleri sensörler aracılığıyla kaydedilerek, eş zamanlı olarak bilgisayara aktarıldı. Katılımcılara fiziksel ve bilişsel değerlendirmeler, düşme varlığı, denge güveni değrlendirmeleri de uygulandı.

Çalışmamızın sonucunda aşağıdaki veriler elde edilmiştir;

- Çalışmamız, MS'li bireylerde Fonksiyonel Yürüme Değerlendirmesi'nin tekli ve ikili görev koşulları altında giyilebilir yürüme sensörleriyle objektif olarak değerlendirerek sağlıklı kontrollerle karşılaştıran ilk çalışmadır.
- Değerlendirme sonuçlarına göre MS'li ve sağlıklı bireyler arasında özellikle gözler kapalı yürüme, geriye yürüme, yürüme ve pivot dönüş ve engel üzerinden geçme gibi günlük yaşamda fonksiyonel olarak zorlayıcı olan aktiviteler sırasında fark ortaya çıkmıştır.
- Enstrümantal değerlendirme, klinik ölçek tarafından tespit edilemeyen ince yürüme ve denge bozukluklarını ortaya çıkarmak için umut verici bir araçtır. Bu, meydana gelen bozuklukların gidişatını takip etmek ve hastalığın çok erken evrelerinden itibaren, son zamanlarda belirtildiği gibi, MS ile ilişkili fonksiyonel gerilemeyi yavaşlatmak için potansiyel olarak faydalı olan koruyucu rehabilitasyon egzersizlerinden fayda sağlayabilecek kişileri belirlemeye yardımcı olabilir.

Gelecekteki çalışmalar daha geniş hasta grubunda ve orta ve yüksek yeti yitimine sahip bireylerle çalışmaya daha geniş bir bakış açısı sunabilir.

7. KAYNAKLAR

1. Malpass KJNRN. 'Outside-in'demyelination in MS. 2012;8(2):61-.

2. Bjelobaba I, Begovic-Kupresanin V, Pekovic S, Lavrnja I. Animal models of multiple sclerosis: Focus on experimental autoimmune encephalomyelitis. Journal of neuroscience research. 2018;96(6):1021-42.

3. Compston A, Coles A. Oct. 2008. Multiple sclerosis Lancet.372(9648):1502-17.

4. Trapp BD, Nave K-A. Multiple sclerosis: an immune or neurodegenerative disorder? Annu Rev Neurosci. 2008;31:247-69.

5. McGinley MP, Goldschmidt CH, Rae-Grant AD. Diagnosis and treatment of multiple sclerosis: a review. Jama. 2021;325(8):765-79.

6. Atlas of MS 3rd edition-Epidemiology [internet]. 2020 (Erişim tarihi Eylül 2020) Erişim adresi: https://www.atlasofms.org/map/turkey/epidemiology/number-of-people-with-ms.

7. Wallin MT, Culpepper WJ, Nichols E, Bhutta ZA, Gebrehiwot TT, Hay SI, ve ark. Global, regional, and national burden of multiple sclerosis 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. The Lancet Neurology. 2019;18(3):269-85.

8. Simpson S, Blizzard L, Otahal P, Van der Mei I, Taylor B. Latitude is significantly associated with the prevalence of multiple sclerosis: a meta-analysis. Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry. 2011;82(10):1132-41.

9. Correale J, Aguirre MEB, Farez MF. Sex-specific environmental influences affecting MS development. Clinical Immunology. 2013;149(2):176-81.

10. Jörg S, Grohme DA, Erzler M, Binsfeld M, Haghikia A, Müller DN, ve ark. Environmental factors in autoimmune diseases and their role in multiple sclerosis. Cellular and Molecular Life Sciences. 2016;73(24):4611-22.

11. Dyment DA, Ebers GC, Sadovnick AD. Genetics of multiple sclerosis. The Lancet Neurology. 2004;3(2):104-10.

12. Schmidt H, Williamson D, Ashley-Koch A. HLA-DR15 haplotype and multiple sclerosis: a HuGE review. American journal of epidemiology. 2007;165(10):1097-109.

13. Ramagopalan SV, Dobson R, Meier UC, Giovannoni G. Multiple sclerosis: risk factors, prodromes, and potential causal pathways. The Lancet Neurology. 2010;9(7):727-39.

14. Guan Y, Jakimovski D, Ramanathan M, Weinstock-Guttman B, Zivadinov R. The role of Epstein-Barr virus in multiple sclerosis: from molecular pathophysiology to in vivo imaging. Neural regeneration research. 2019;14(3):373.

15. Wingerchuk DM. Smoking: effects on multiple sclerosis susceptibility and disease progression. Therapeutic advances in neurological disorders. 2012;5(1):13-22.

16. Lassmann H. Pathogenic mechanisms associated with different clinical courses of multiple sclerosis. Frontiers in immunology. 2019;9:3116.

17. Serafini B, Rosicarelli B, Magliozzi R, Stigliano E, Aloisi F. Detection of ectopic B-cell follicles with germinal centers in the meninges of patients with secondary progressive multiple sclerosis. Brain pathology. 2004;14(2):164-74.

18. Podbielska M, Banik NL, Kurowska E, Hogan EL. Myelin recovery in multiple sclerosis: the challenge of remyelination. Brain sciences. 2013;3(3):1282-324.

19. Lucchinetti CF, Popescu BF, Bunyan RF, Moll NM, Roemer SF, Lassmann H, ve ark. Inflammatory cortical demyelination in early multiple sclerosis. New England Journal of Medicine. 2011;365(23):2188-97.

20. Bjartmar C, Trapp BD. Axonal and neuronal degeneration in multiple sclerosis: mechanisms and functional consequences. Current opinion in neurology. 2001;14(3):271-8.

21. Lublin FD, Reingold SC, Cohen JA, Cutter GR, Sørensen PS, Thompson AJ, ve ark. Defining the clinical course of multiple sclerosis: the 2013 revisions. Neurology. 2014;83(3):278-86.

22. Phe V, Chartier–Kastler E, Panicker JN. Management of neurogenic bladder in patients with multiple sclerosis. Nature Reviews Urology. 2016;13(5):275-88.

23. Martin S-J. Next generation biomarkers to understand early multiple sclerosis: University of Glasgow; 2021.

24. Schumacher GA, Beebe G, Kibler RF, Kurland LT, Kurtzke JF, McDowell F, et al. Problems of experimental trials of therapy in multiple sclerosis: report by the panel on the evaluation of experimental trials of therapy in multiple sclerosis. Annals of the New York Academy of Sciences. 1965;122(1):552-68.

25. Poser CM, Paty DW, Scheinberg L, McDonald WI, Davis FA, Ebers GC, ve ark. New diagnostic criteria for multiple sclerosis: guidelines for research protocols. Annals of Neurology: Official Journal of the American Neurological Association and the Child Neurology Society. 1983;13(3):227-31.

26. McDonald WI, Compston A, Edan G, Goodkin D, Hartung HP, Lublin FD, ve ark. Recommended diagnostic criteria for multiple sclerosis: guidelines from the International Panel on the diagnosis of multiple sclerosis. Annals of Neurology: Official Journal of the American Neurological Association and the Child Neurology Society. 2001;50(1):121-7.

27. Swanton JK, Rovira A, Tintore M, Altmann DR, Barkhof F, Filippi M, ve ark. MRI criteria for multiple sclerosis in patients presenting with clinically isolated syndromes: a multicentre retrospective study. The Lancet Neurology. 2007;6(8):677-86.

28. Thompson AJ, Banwell BL, Barkhof F, Carroll WM, Coetzee T, Comi G, ve ark. Diagnosis of multiple sclerosis: 2017 revisions of the McDonald criteria. The Lancet Neurology. 2018;17(2):162-73.

29. Motl RW, Arnett P, Smith M, Barwick F, Ahlstrom B, Stover E. Worsening of symptoms is associated with lower physical activity levels in individuals with multiple sclerosis. Multiple Sclerosis Journal. 2008;14(1):140-2.

30. Hauser SL, Cree BA. Treatment of multiple sclerosis: a review. The American journal of medicine. 2020;133(12):1380-90. e2.

31. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Theory and practical applications. Motor Control. 1995.

32. Horak FB, Macpherson JM. Postural Orientation and Equilibrium. Comprehensive Physiology. 2010:255-92.

33. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control: translating research into clinical practice: Lippincott Williams & Wilkins; 2007.

34. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? Age and ageing. 2006;35(suppl_2):ii7-ii11.

35. Horak FB, Henry SM, Shumway-Cook A. Postural perturbations: new insights for treatment of balance disorders. Physical therapy. 1997;77(5):517-33.

36. Winter DA. Biomechanics and motor control of human gait: normal, elderly and pathological1991.

37. Ramdharry G, Marsden J, Day B, Thompson A. De-stabilizing and training effects of foot orthoses in multiple sclerosis. Multiple Sclerosis Journal. 2006;12(2):219-26.

38. Rougier P, Thoumie P, Cantalloube S, Lamotte D. What compensatory motor strategies do patients with multiple sclerosis develop for balance control? Revue Neurologique. 2007;163(11):1054-64.

39. Horak FB. Clinical measurement of postural control in adults. Physical therapy. 1987;67(12):1881-5.

40. Maki BE, Edmondstone MA, McIlroy WE. Age-related differences in laterally directed compensatory stepping behavior. The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences. 2000;55(5):M270-M7.

41. Cattaneo D, Jonsdottir J. Sensory impairments in quiet standing in subjects with multiple sclerosis. Multiple Sclerosis Journal. 2009;15(1):59-67.

42. Peterka RJ. Sensorimotor integration in human postural control. Journal of neurophysiology. 2002;88(3):1097-118.

43. Fling BW, Dutta GG, Schlueter H, Cameron MH, Horak FB. Associations between proprioceptive neural pathway structural connectivity and balance in people with multiple sclerosis. Frontiers in human neuroscience. 2014;8:814.

44. Winter D, MacKinnon C, Ruder G, Wieman C. An integrated EMG/biomechanical model of upper body balance and posture during human gait. Progress in brain research. 1993;97:359-67.

45. Bauby CE, Kuo AD. Active control of lateral balance in human walking. Journal of biomechanics. 2000;33(11):1433-40.

46. Dault MC, Geurts AC, Mulder TW, Duysens J. Postural control and cognitive task performance in healthy participants while balancing on different support-surface configurations. Gait & posture. 2001;14(3):248-55.

47. D'Orio VL, Foley FW, Armentano F, Picone MA, Kim S, Holtzer R. Cognitive and motor functioning in patients with multiple sclerosis: neuropsychological predictors of walking speed and falls. Journal of the neurological sciences. 2012;316(1-2):42-6.

48. Kalron A, Dvir Z, Achiron A. Walking while talking—difficulties incurred during the initial stages of multiple sclerosis disease process. Gait & Posture. 2010;32(3):332-5.

49. Sosnoff JJ, Boes MK, Sandroff BM, Socie MJ, Pula JH, Motl RW. Walking and thinking in persons with multiple sclerosis who vary in disability. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2011;92(12):2028-33.

50. Massion J. Movement, posture and equilibrium: interaction and coordination. Progress in neurobiology. 1992;38(1):35-56.

51. van der Kooij H, Jacobs R, Koopman B, van der Helm F. An adaptive model of sensory integration in a dynamic environment applied to human stance control. Biological cybernetics. 2001;84(2):103-15.

52. Mancini M, Rocchi L, Horak FB, Chiari L. Effects of Parkinson's disease and levodopa on functional limits of stability. Clinical Biomechanics. 2008;23(4):450-8.

53. Patla AE. Strategies for dynamic stability during adaptive human locomotion. IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine. 2003;22(2):48-52.

54. Maki BE, McIlroy WE. The role of limb movements in maintaining upright stance: the "change-in-support" strategy. Physical therapy. 1997;77(5):488-507.

55. Kharb A, Saini V, Jain Y, Dhiman S. A review of gait cycle and its parameters. IJCEM International Journal of Computational Engineering & Management. 2011;13:78-83.

56. Murray MP. Gait as a total pattern of movement: Including a bibliography on gait. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation. 1967;46(1):290-333.

57. Hausdorff JM. Gait variability: methods, modeling and meaning. Journal of neuroengineering and rehabilitation. 2005;2(1):1-9.

58. Hausdorff JM, Forman DE, Ladin Z, Goldberger AL, Rigney DR, Wei JY. Increased walking variability in elderly persons with congestive heart failure. Journal of the American Geriatrics Society. 1994;42(10):1056-61.

59. Hausdorff JM. Gait dynamics, fractals and falls: finding meaning in the stride-to-stride fluctuations of human walking. Human movement science. 2007;26(4):555-89.

60. Crevecoeur F, Bollens B, Detrembleur C, Lejeune T. Towards a "gold-standard" approach to address the presence of long-range auto-correlation in physiological time series. Journal of neuroscience methods. 2010;192(1):163-72.

61. Van Asch P. Impact of mobility impairment in multiple sclerosis 2–patients' perspectives. Eur Neurol Rev. 2011;6(2):115-20.

62. Benedetti M, Piperno R, Simoncini L, Bonato P, Tonini A, Giannini S. Gait abnormalities in minimally impaired multiple sclerosis patients. Multiple Sclerosis Journal. 1999;5(5):363-8.

63. Hamilton F, Rochester L, Paul L, Rafferty D, O'leary C, Evans J. Walking and talking: an investigation of cognitive—motor dual tasking in multiple sclerosis. Multiple Sclerosis Journal. 2009;15(10):1215-27.

64. Sosnoff JJ, Sandroff BM, Motl RW. Quantifying gait abnormalities in persons with multiple sclerosis with minimal disability. Gait & posture. 2012;36(1):154-6.

65. Cameron MH, Lord S. Postural control in multiple sclerosis: implications for fall prevention. Current neurology and neuroscience reports. 2010;10(5):407-12.

66. Silsupadol P, Siu K-C, Shumway-Cook A, Woollacott MH. Training of balance under single-and dual-task conditions in older adults with balance impairment. Physical therapy. 2006;86(2):269-81.

67. Cameron MH, Nilsagard Y. Balance, gait, and falls in multiple sclerosis. Handbook of clinical neurology. 2018;159:237-50.

68. Beste C, Mückschel M, Paucke M, Ziemssen T. Dual-Tasking in Multiple Sclerosis–Implications for a Cognitive Screening Instrument. Frontiers in human neuroscience. 2018;12:24.

69. Kim H-D, Brunt D. The effect of a dual-task on obstacle crossing in healthy elderly and young adults. Archives of physical medicine and rehabilitation. 2007;88(10):1309-13.

70. Licence S, Smith R, McGuigan MP, Earnest CP. Gait pattern alterations during walking, texting and walking and texting during cognitively distractive tasks while negotiating common pedestrian obstacles. PLoS one. 2015;10(7):e0133281.

71. Al-Yahya E, Dawes H, Smith L, Dennis A, Howells K, Cockburn J. Cognitive motor interference while walking: a systematic review and meta-analysis. Neuroscience & Biobehavioral Reviews. 2011;35(3):715-28.

72. Pollock AS, Durward BR, Rowe PJ, Paul JP. What is balance? Clinical rehabilitation. 2000;14(4):402-6.

73. Yogev-Seligmann G, Hausdorff JM, Giladi N. The role of executive function and attention in gait. Movement disorders: official journal of the Movement Disorder Society. 2008;23(3):329-42.

74. Ruggieri S, Fanelli F, Castelli L, Petsas N, De Giglio L, Prosperini L. Lesion symptom map of cognitive–postural interference in multiple sclerosis. Multiple Sclerosis Journal. 2018;24(5):653-62.

75. Huang H-J, Mercer VS. Dual-task methodology: applications in studies of cognitive and motor performance in adults and children. Pediatric Physical Therapy. 2001;13(3):133-40.

76. Chamard Witkowski L, Mallet M, Bélanger M, Marrero A, Handrigan G. Cognitive-postural interference in multiple sclerosis. Frontiers in Neurology. 2019;10:913.

77. Veldkamp R, Romberg A, Hämäläinen P, Giffroy X, Moumdjian L, Leone C, ve ark. Test-retest reliability of cognitive-motor interference assessments in walking with various task complexities in persons with multiple sclerosis. Neurorehabilitation and neural repair. 2019;33(8):623-34.

78. Wajda DA, Wood TA, Sosnoff JJ. The attentional cost of movement in multiple sclerosis. Journal of Neural Transmission. 2019;126(5):577-83.

79. Bayot M, Dujardin K, Tard C, Defebvre L, Bonnet CT, Allart E, ve ark. The interaction between cognition and motor control: A theoretical framework for dual-task interference effects on posture, gait initiation, gait and turning. Neurophysiologie Clinique. 2018;48(6):361-75.

80. Ruthruff E, Pashler HE, Klaassen A. Processing bottlenecks in dual-task performance: structural limitation or strategic postponement? Psychonomic bulletin & review. 2001;8(1):73-80.

81. Patel P, Lamar M, Bhatt T. Effect of type of cognitive task and walking speed on cognitive-motor interference during dual-task walking. Neuroscience. 2014;260:140-8.

82. Kleim J. Neural plasticity: foundations for neurorehabilitation. TANAS, Scottsdale. 2012.

83. Dattola V, Logiudice AL, Bonanno L, Famà F, Milardi D, Chillemi G, ve ark. Does the radiologically isolated syndrome exist? A dual-task cost pilot study. Neurological Sciences. 2017;38(11):2007-13.

84. Mofateh R, Salehi R, Negahban H, Mehravar M, Tajali S. Effects of cognitive versus motor dual-task on spatiotemporal gait parameters in healthy controls and multiple sclerosis patients with and without fall history. Multiple sclerosis and related disorders. 2017;18:8-14.

85. Postigo-Alonso B, Galvao-Carmona A, Conde-Gavilán C, Jover A, Molina S, Peña-Toledo MA, ve ark. The effect of prioritization over cognitive-motor interference in people with relapsing-remitting multiple sclerosis and healthy controls. PloS one. 2019;14(12):e0226775.

86. Kalron A, Dvir Z, Achiron A. Effect of a cognitive task on postural control in patients with a clinically isolated syndrome suggestive of multiple sclerosis. Eur J Phys Rehabil Med. 2011;47(4):579-86.

87. Leone C, Moumdjian L, Patti F, Vanzeir E, Baert I, Veldkamp R, ve ark. Comparing 16 different dual–tasking paradigms in individuals with multiple sclerosis and healthy controls: working memory tasks indicate cognitive–motor interference. Frontiers in Neurology. 2020;11:918.

88. Kirkland MC, Wallack EM, Rancourt SN, Ploughman M. Comparing three dual-task methods and the relationship to physical and cognitive impairment in people with multiple sclerosis and controls. Multiple sclerosis international. 2015;2015.

89. Postigo-Alonso B, Galvao-Carmona A, Benitez I, Conde-Gavilan C, Jover A, Molina S, ve ark. Cognitive-motor interference during gait in patients with Multiple Sclerosis: a mixed methods Systematic Review. Neuroscience & Biobehavioral Reviews. 2018;94:126-48.

90. Wajda DA, Sosnoff JJ. Cognitive-motor interference in multiple sclerosis: a systematic review of evidence, correlates, and consequences. BioMed research international. 2015;2015.

91. Leone C, Patti F, Feys P. Measuring the cost of cognitive-motor dual tasking during walking in multiple sclerosis. Multiple Sclerosis Journal. 2015;21(2):123-31.

92. Chen A, Kirkland MC, Wadden KP, Wallack EM, Ploughman M. Reliability of gait and dual-task measures in multiple sclerosis. Gait & Posture. 2020;78:19-25.

93. Montero-Odasso M, Sarquis-Adamson Y, Kamkar N, Pieruccini-Faria F, Bray N, Cullen S, ve ark. Dual-task gait speed assessments with an electronic walkway and a stopwatch in older adults. A reliability study. Experimental Gerontology. 2020;142:111102.

94. Matsuda PN, Shumway-Cook A, Bamer AM, Johnson SL, Amtmann D, Kraft GH. Falls in multiple sclerosis. PM&R. 2011;3(7):624-32.

95. Nilsagård Y, Denison E, Gunnarsson L-G, Boström K. Factors perceived as being related to accidental falls by persons with multiple sclerosis. Disability and rehabilitation. 2009;31(16):1301-10.

96. Peterson EW, Ari EB, Asano M, Finlayson ML. Fall attributions among middle-aged and older adults with multiple sclerosis. Archives of physical medicine and rehabilitation. 2013;94(5):890-5.

97. Gunn HJ, Newell P, Haas B, Marsden JF, Freeman JA. Identification of risk factors for falls in multiple sclerosis: a systematic review and meta-analysis. Phys Ther. 2013;93(4):504-13.

98. Peebles AT, Bruetsch AP, Lynch SG, Huisinga JM. Dynamic balance in persons with multiple sclerosis who have a falls history is altered compared to non-fallers and to healthy controls. Journal of biomechanics. 2017;63:158-63.

99. Peterson EW, Cho CC, Finlayson ML. Fear of falling and associated activity curtailment among middle aged and older adults with multiple sclerosis. Multiple Sclerosis Journal. 2007;13(9):1168-75.

100. Edwards EM, Kegelmeyer DA, Kloos AD, Nitta M, Raza D, Nichols-Larsen DS, ve ark. Backward walking and dual-task assessment improve identification of gait impairments and fall risk in individuals with MS. Multiple sclerosis international. 2020;2020.

101. Kurtzke JF. Rating neurologic impairment in multiple sclerosis: an expanded disability status scale (EDSS). Neurology. 1983;33(11):1444-.

102. Wrisley DM, Marchetti GF, Kuharsky DK, Whitney SL. Reliability, internal consistency, and validity of data obtained with the functional gait assessment. Physical therapy. 2004;84(10):906-18.

103. Petersen C, Steffen T, Paly E, Dvorak L, Nelson R. Reliability and minimal detectable change for sit-to-stand tests and the functional gait assessment for individuals with Parkinson disease. Journal of geriatric physical therapy. 2017;40(4):223-6.

104. Forsberg A, Andreasson M, Nilsagård Y. The functional gait assessment in people with multiple sclerosis: validity and sensitivity to change. International Journal of MS Care. 2017;19(2):66-72.

105. Fischer J, Rudick R, Cutter G, Reingold S, Force NMSCOAT. The Multiple Sclerosis Functional Composite measure (MSFC): an integrated approach to MS clinical outcome assessment. Multiple Sclerosis Journal. 1999;5(4):244-50.

106. Motl RW, Cohen JA, Benedict R, Phillips G, LaRocca N, Hudson LD, ve ark. Validity of the timed 25-foot walk as an ambulatory performance outcome measure for multiple sclerosis. Multiple Sclerosis Journal. 2017;23(5):704-10.

107. Hobart J, Riazi A, Lamping D, Fitzpatrick R, Thompson A. Measuring the impact of MS on walking ability: the 12-Item MS Walking Scale (MSWS-12). Neurology. 2003;60(1):31-6.

108. Dib H, Tamam Y, Terzi M, Hobart J. Testing patient-reported outcome measurement equivalence in multinational clinical trials: An exemplar using the 12-item Multiple Sclerosis Walking Scale. Multiple Sclerosis Journal–Experimental, Translational and Clinical. 2017;3(3):2055217317728740.

109. Coote S, Sosnoff JJ, Gunn H. Fall incidence as the primary outcome in multiple sclerosis falls-prevention trials: recommendation from the International MS Falls Prevention Research Network. International journal of MS care. 2014;16(4):178-84.

110. Nilsagård Y, Carling A, Forsberg A. Activities-specific balance confidence in people with multiple sclerosis. Multiple sclerosis international. 2012;2012.

111. Benedict RH, DeLuca J, Phillips G, LaRocca N, Hudson LD, Rudick R, ve ark. Validity of the Symbol Digit Modalities Test as a cognition performance outcome measure for multiple sclerosis. Multiple Sclerosis Journal. 2017;23(5):721-33.

112. 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 neurology. 2017;17(1):1-6.

113. Pedullà L, Tacchino A, Podda J, Bragadin MM, Bonzano L, Battaglia M, ve ark. The patients' perspective on the perceived difficulties of dual-tasking: Development and validation of the Dual-task Impact on Daily-living Activities Questionnaire (DIDA-Q). Multiple Sclerosis and Related Disorders. 2020;46:102601.

114. Riemenschneider M, Hvid LG, Stenager E, Dalgas U. Is there an overlooked "window of opportunity" in MS exercise therapy? Perspectives for early MS rehabilitation. Multiple Sclerosis Journal. 2018;24(7):886-94.

115. Wallin A, Franzén E, Bezuidenhout L, Ekman U, Piehl F, Johansson S. Cognitive-motor interference in people with mild to moderate multiple sclerosis, in comparison with healthy controls. Multiple Sclerosis and Related Disorders. 2022;67:104181.

116. Kalron A, Achiron A. The relationship between fear of falling to spatiotemporal gait parameters measured by an instrumented treadmill in people with multiple sclerosis. Gait & posture. 2014;39(2):739-44.

117. Spain R, George RS, Salarian A, Mancini M, Wagner J, Horak F, ve ark. Body-worn motion sensors detect balance and gait deficits in people with multiple sclerosis who have normal walking speed. Gait & posture. 2012;35(4):573-8.

118. Fritz N, Worstell A, Kloos AD, Siles A, White SE, Kegelmeyer DA. Backward walking measures are sensitive to age-related changes in mobility and balance. Gait & posture. 2013;37(4):593-7.

119. Maritz C, Silbernagel K, Pohlig R. Relationship of backward walking to clinical outcome measures used to predict falls in the older population: a factor analysis. Physical Therapy and Rehabilitation. 2017;4(1):14.

120. Hackney ME, Earhart GM. Backward walking in Parkinson's disease. Movement disorders: official journal of the Movement Disorder Society. 2009;24(2):218-23.

121. Johansson H, Lundin-Olsson L, Littbrand H, Gustafson Y, Rosendahl E, Toots A. Cognitive function and walking velocity in people with dementia; a comparison of backward and forward walking. Gait & Posture. 2017;58:481-6.

122. Callisaya ML, Blizzard L, McGinley JL, Schmidt MD, Srikanth VK. Sensorimotor factors affecting gait variability in older people—a population-based study. Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences. 2010;65(4):386-92.

123. Peterson DS, Huisinga JM, Spain RI, Horak FB. Characterization of compensatory stepping in people with multiple sclerosis. Archives of physical medicine and rehabilitation. 2016;97(4):513-21.

124. Wajda DA, Sandroff BM, Pula JH, Motl RW, Sosnoff JJ. Effects of walking direction and cognitive challenges on gait in persons with multiple sclerosis. Multiple Sclerosis International. 2013;2013.

125. Sosnoff JJ, Socie MJ, Boes MK, Sandroff BM, Pula JH, Suh Y, ve ark. Mobility, balance and falls in persons with multiple sclerosis. PloS one. 2011;6(11):e28021.

126. Grinberg Y, Berkowitz S, Hershkovitz L, Malcay O, Kalron A. The ability of the instrumented tandem walking tests to discriminate fully ambulatory people with MS from healthy adults. Gait & posture. 2019;70:90-4.

127. Cullen KE. The vestibular system: multimodal integration and encoding of self-motion for motor control. Trends in neurosciences. 2012;35(3):185-96.

128. Forsberg A, Andreasson M, Nilsagård YE. Validity of the dynamic gait index in people with multiple sclerosis. Physical therapy. 2013;93(10):1369-76.

129. Cattaneo D, Regola A, Meotti M. Validity of six balance disorders scales in persons with multiple sclerosis. Disability and rehabilitation. 2006;28(12):789-95.

130. Mattos FGM, Gervasoni E, Anastasi D, Di Giovanni R, Tacchino A, Brichetto G, ve ark. Assessing balance in non-disabled subjects with multiple sclerosis: Validation of the Fullerton Advanced Balance Scale. Multiple Sclerosis and Related Disorders. 2020;42:102085.

131. Cattaneo D, Gervasoni E, Anastasi D, Di Giovanni R, Brichetto G, Carpinella I, ve ark. Prevalence and patterns of subclinical motor and cognitive impairments in non-disabled individuals with early multiple sclerosis: a multicenter cross-sectional study. Annals of Physical and Rehabilitation Medicine. 2022;65(1):101491.

132. Cattaneo D, Gervasoni E, Pupillo E, Bianchi E, Aprile I, Imbimbo I, ve ark. Mobility disorders in stroke, Parkinson disease, and multiple sclerosis: a multicenter cross-sectional study. American journal of physical medicine & rehabilitation. 2020;99(1):41-7.

133. Carpinella I, Gervasoni E, Anastasi D, Di Giovanni R, Tacchino A, Brichetto G, ve ark. Walking With Horizontal Head Turns Is Impaired in Persons With Early-Stage Multiple Sclerosis Showing Normal Locomotion. Frontiers in Neurology. 2021;12.

134. Filippi M, Bar-Or A, Piehl F, Preziosa P, Solari A, Vukusic S, ve ark. Author Correction: Multiple sclerosis. Nature reviews Disease Primers. 2018;4(1):49-.

135. Williams NP, Roland PS, Yellin W. Vestibular evaluation in patients with early multiple sclerosis. The American journal of otology. 1997;18(1):93-100.

136. Abou L, Peters J, Fritz NE, Sosnoff JJ, Kratz AL. Motor cognitive dual-task testing to predict future falls in multiple sclerosis: a systematic review. Neurorehabilitation and neural repair. 2022;36(12):757-69.

137. Edwards EM, Daugherty AM, Nitta M, Atalla M, Fritz NE. Backward walking sensitively detects fallers in persons with multiple sclerosis. Multiple sclerosis and related disorders. 2020;45:102390.

138. Rooney S, Ozkul C, Paul L. Correlates of dual-task performance in people with multiple sclerosis: A systematic review. Gait & Posture. 2020;81:172-82.

139. Cochrane GD, Christy JB, Sandroff BM, Motl RW. Cognitive and Central Vestibular Functions Correlate in People With Multiple Sclerosis. Neurorehabilitation and Neural Repair. 2021;35(11):1030-8.

140. Abasıyanık Z, Özdoğar AT, Sağıcı Ö, Kahraman T, Baba C, Ertekin Ö, ve ark. Explanatory factors of balance confidence in persons with multiple sclerosis: Beyond the physical functions. Multiple sclerosis and related disorders. 2020;43:102239.

141. Wajda DA, Roeing KL, McAuley E, Motl RW, Sosnoff JJ. The relationship between balance confidence and cognitive motor interference in individuals with multiple sclerosis. Journal of motor behavior. 2016;48(1):66-71.

8. EKLER

EK 1. Veri Kayıt Formu

EK 2. Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu Örneği

EK 3. Etik Kurul Onayı

EK 4. Özgeçmiş

EK 1. Veri Kayıt Formu

Ek 4. Olgu Rapor Veri Kayıt Formu Örneği - MS

Rumuz				
Doğum tarihiniz/yaş				
Cinsiyetiniz	Kadın □	Erkek □		
Boyunuz kaç?	.....m			
Kaç kilosunuz?	.....kg			
Eğitim düzeyiniz	İlkokul □	Ortaokul □	Lise □	Yüksekokul/Üniversite □
Çalışma durumunuz nedir?	Çalışıyorum □	Çalışmıyorum □	Emekliyim □	Öğrenciyim □
Medeni durumunuz nedir?	Evli □	Bekar □	Boşandım/Eşim öldü □	
Sigara kullanıyor musunuz?	Hayır □	Evet □	Günde.....paket, ...yıldır.	
Alkol kullanıyor musunuz?	Hayır □	Evet □		
Düzenli egzersiz yapar mısınız?	Hayır □	Evet □		

Aşağıdaki kısımları doldurmanıza gerek yoktur.

EDSS	**MS tipi**		
T25FW	1. deneme:	2. deneme:	
FGA	ST-Süre	DT-Süre	DT-Doğru Cevap
Düz zeminde yürüme			
Yürüme hızında değişim			
Horizontal baş hareketleri ile yürüme			
Vertikal baş hareketleri ile yürüme			
Yürüme ve pivot dönüş			
Engel üzerinden geçme			
Dar destek yüzeyinde yürüme			
Gözler kapalı yürüme			
Geriye yürüme			
Merdivenler			
Son 3 ayda düşme sayısı			

MS başlangıç tarihi	
MS tanı tarihi	
Hastalık süresi	
Tedavi	İmmünomodülatör…… İmmünosupresif ……
Semptomatik tedavi	

Uyarlama 2, Mart 2006.

MULTİPL SKLEROZ YÜRÜME ÖLÇEĞİ (MSWS-12v2)

Bu sorular **son iki haftada** MS'e bağlı olarak yürüyüşünüzde gelişen kısıtlamalar hakkında sorulmaktadır. Her bir durum için, lütfen kısıtlanma derecenizi en iyi tanımlayan yanıtı daire içine alınız. Lütfen **TÜM** soruları, size birbirine benzer ya da sizinle ilgisiz görünse bile yanıtlayınız.

EĞER HİÇ YÜRÜYEMİYORSANIZ, LÜTFEN BU KUTUYU İŞARETLEYİNİZ VE HİÇ BİR ŞIKKA YANIT VERMEYİNİZ. ☐

Son iki haftada, MS'iniz ne kadar...	Hiç	Bazen	Çok
1. Kapalı mekanda yürürken destek (örneğin bir mobilyaya tutunmak, baston kullanmak vs..) kullanmanızı gerektirdi?	1	2	3
2. Dış mekanda yürürken destek (örneğin baston, yürüteç kullanmak vs..) kullanmanızı gerektirdi?	1	2	3
3. Koşma becerinizi sınırladı?	1	2	3

Son iki haftada, MS'iniz ne kadar...	Kısıtlamadı	Biraz	Orta derecede	Oldukça fazla	Aşırı derecede
4. Bir şeyler yaparken ayakta durmanızı zorlaştırdı?	1	2	3	4	5
5. Merdivenlerden aşağı inme ve yukarı çıkma becerinizi kısıtladı?	1	2	3	4	5
6. Ayakta dururken ve yürürken dengenizi kısıtladı?	1	2	3	4	5
7.Yürüme becerinizi kısıtladı?	1	2	3	4	5
8. Yürüyebilmek için harcamanız gereken çabayı arttırdı?	1	2	3	4	5
9. Düzgün yürüyebilmenizi etkiledi?	1	2	3	4	5
10. Yürüyüşünüze odaklanmanıza neden oldu?	1	2	3	4	5
11. Yürüme mesafenizi kısıtladı?	1	2	3	4	5
12. Yürümenizi yavaşlattı?	1	2	3	4	5

Adı Soyadı:

Tarih:

Yaş:

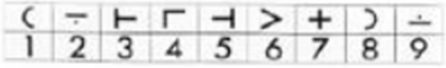
Eğitim Durumu (yıl):

Süre: Doğru sayısı:

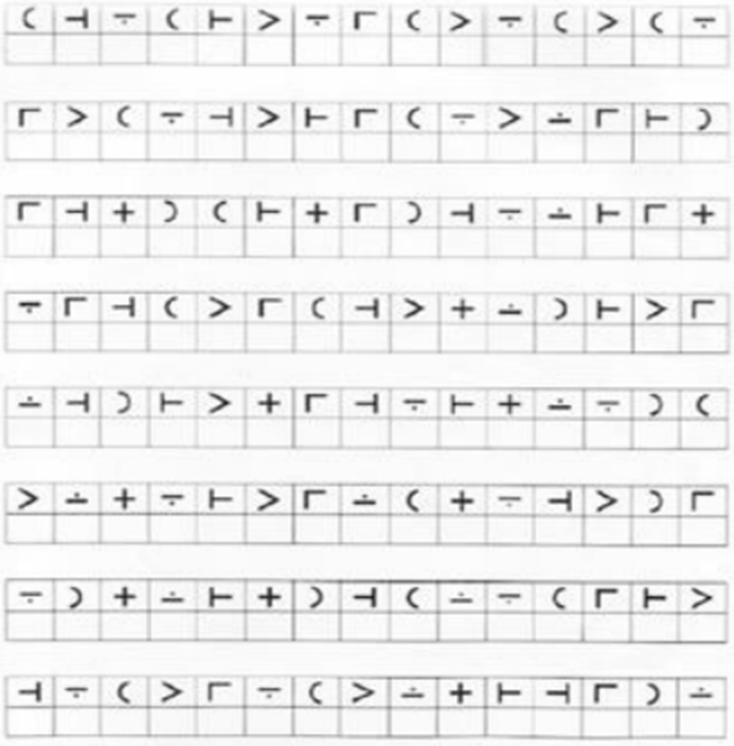
Toplam yanıt: Yanlış sayısı:

SDMT - 2011

Kılavuz



Test



AKTİVİTELERE ÖZGÜ DENGE GÜVEN ÖLÇEĞİ

Aşağıdaki aktivitelerin her biri için karşısındaki derecelendirme ölçeğinden uygun rakamı seçerek kendinize olan güven derecenizi belirtiniz.

0 % 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 %

(güvenim yok) **(güvenim tam)**

..... durumunda, dengenizi kaybetmeyeceğiniz veya sallanmayacağınız, konusunda ne kadar güvenlisiniz?

		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
1)	Evde yürürken?	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
2)	Merdiven inip çıkarken?	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
3)	Gardırobun önünden terliği eğilip alırken	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
4)	Göz hizasındaki rafta bulunan küçük bir konserve kutusu için uzanırken	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
5)	Parmak ucunda durup baş üzerindeki bir şey için uzanırken?	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
6)	Sandalyenin üzerinde durup bir şey için uzanırken?	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
7)	Yeri süpürürken?	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
8)	Evden dışarı çıkıp evinizin girişinde parkeden bir arabaya doğru yürürken?	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
9)	Bir arabaya inip binerken?	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
10)	Park alanından alışveriş merkezine yürürken?	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
11)	Yokuşu inip çıkarken?	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
12)	İnsanların sizi hızla geçtiği kalabalık bir alışveriş merkezinde yürürken?	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
13)	Alışveriş merkezinde yürürken insanlarla çarpıştığınızda?	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
14)	Trabzana tutunup yürüyen merdivene inip binerken	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
15)	Paketleri taşırken , trabzana tutunamadığınızda yürüyen merdivene inip binerken?	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
16)	Buzlu kaldırımlarda yürürken?	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□

Günlük Yaşamda İkili Görev Zorluklarının Etkisi Anketi

[Dual-task Impact on Daily-life Activities Questionnaire (DIDA-Q)]

Günlük yaşamda yürürken alışveriş listesini düşünmek gibi aynı anda birden çok aktiviteyi yapmak durumunda kalabiliriz. Lütfen aşağıdaki görevleri gerçekleştirirken ne kadar zorluk yaşadığınızı belirtin.

		Hiç zor değil (0)	Hafif zor (1)	Orta derecede zor (2)	Çok zor (3)	Aşırı zor (4)
1	Yiyecek dolu bir tabakla yürümek					
2	Yürürken şişeden veya kutudan bir şey içmek					
3	Yürürken bir restoranın, filmin ya da kitabın adını hatırlamak					
4	Yürürken konuşan birini dinlemek					
5	Yürürken planlama yapmak (hangi yemeği pişireceğini düşünmek gibi)					
6	Yürürken ceketinizin fermuarını çekmek					
7	Biriyle konuşurken düz olmayan yollarda yürümek					
8	Yürürken görsel bir uyarana hızlıca cevap vermek (yol işaretlerine bakmak, yeşil ışıkta geçmek)					
9	Biriyle konuşurken ayakta dengeyi sağlamak					
10	Biriyle konuşurken yüksek hızda yürümek					
11	Biriyle konuşurken yürüme yönünüzü hızlıca değiştirmek					
12	Biriyle konuşurken normal hızda yürümek					
13	Yürürken sokaktaki trafik seslerine dikkat etmek					
14	Yürürken cebinizden bir şey çıkarmak					
15	Yürürken matematiksel hesap yapmak (alışveriş maliyetini hesaplamak gibi)					
16	Yürürken telefon kullanmak (rehberden birini bulmak, mesaj yazıp göndermek gibi)					
17	Merdiven çıkarken çanta taşımak					
18	Yürürken konuşmak					
19	Yürürken müzik dinlemek					

EK 2. Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu Örneği

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
"GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR"
İÇİN BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

BU BÖLÜM AYNEN KORUNACAKTIR

Araştırmanın Adı: Multipl Sklerozlu bireylerde tekli ve ikili görevler sırasında farklı fonksiyonel yürüme koşullarının giyilebilir sensörlerle değerlendirilmesi ve yürüyüş performansının bilişsel işlevler, ikili görev harcaması, düşme ve denge güveni ile ilişkisinin incelenmesi
Sorumlu Araştırıcının Adı: Doç. Dr. Özge ERTEKİN
Yardımcı Araştırmacının Adı: Prof. Dr. Serkan ÖZAKBAŞ, Doç. Dr. Turhan KAHRAMAN, Uzm. Dr. Cavid BABA, Uzm Fzt. Zuhal ABASIYANIK, Fzt. Zeynep BEYLİK
Destekleyici (varsa): Bulunmamaktadır.

"Multipl Sklerozlu bireylerde tekli ve ikili görevler sırasında farklı fonksiyonel yürüme koşullarının giyilebilir sensörlerle değerlendirilmesi ve yürüyüş performansının bilişsel işlevler, ikili görev harcaması, düşme ve denge güveni ile ilişkisinin incelenmesi" isimli araştırmada yer almak üzere davet edilmiş bulunmaktasınız. Bu çalışma bilimsel araştırma amaçlı olarak yapılmaktadır ve katılım gönüllülük esasına dayalıdır.

Bu araştırmaya katılıp katılmama kararını vermeden önce, araştırmanın neden ve nasıl yapılacağını bilmeniz gerekmektedir. Bu nedenle bu formun okunup anlaşılması büyük önem taşımaktadır. Eğer anlayamadığınız ve sizin için açık olmayan şeyler varsa, ya da fazla bilgi isterseniz size iletişim bilgileri verilen araştırmacıya sorabilirsiniz.

Multipl Sklerozlu (MS'li) bireylerde motor problemler ve bilişsel sorunların bir arada görülmesi nedeniyle, iki eylemin aynı anda gerçekleştirilmesi bir eylemde ya da her iki eylemde performansın azalmasına sebep olabilir. Bu durumun MS'li bireylerde düşmelerle ilişkili olduğu ve günlük yaşamı etkilediği gösterilmiştir. Yapılan araştırmalarda bilişsel bir görevle yapılan, farklı karmaşıklık düzeyindeki yürüme testlerinde performansın azaldığı bildirilmiştir. Fonksiyonel Yürüme Değerlendirmesi yürüyüş ve denge bozukluklarını değerlendirmek için kullanılan, içerisinde kolay görevlerden daha karmaşık görevlere doğru sıralanmış, 6 metrelik bir zeminde uygulanan, içinde 10 farklı alt test olan klinik ölçüm yöntemidir. Bu çalışmada, yürüme sırasında ikincil bir bilişsel görev verilmesi durumunda Fonksiyonel Yürüyüş Değerlendirmesi ölçeğinin uygulanması ve sağlıklı bireylerle karşılaştırılması amaçlanmaktadır. Yürüyüş değerlendirmesi, giyilebilir bir sensör yardımıyla objektif olarak gerçekleştirilecektir. Çalışma bu konuda planlanmış ilk çalışmadır.
Çalışmaya Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Nöroloji Anabilim Dalı MS Polikliniği'nde takip edilen MS'li bireylerden gönüllü olanlar ve MS'li hastaların yakınlarından oluşan sağlıklı bireyler alınacaktır. Çalışmaya 16 MS'li 16 sağlıklı katılımcı dahil edilecektir. Değerlendirmeler yaklaşık 30 dakika sürecektir. Sizden öncelikle Fonksiyonel Yürüyüş Değerlendirmesi'nin her bir alt testini tamamlamanız, ardından aynı testleri 7'şer geri sayma görevi ile birlikte gerçekleştirmeniz istenecektir. Araştırma kapsamında yapılacak değerlendirmelerin bir kısmı sizin kendi bildiriminizle dolduracağınız anket ve ölçeklerden (yürüyüş, ikili görev zorlukları) oluşmaktayken diğer bir kısmı fizyoterapistin sizin güvenliğinizi göz önünde bulundurarak yapacağı bazı fiziksel testler ve nörolog değerlendirmelerinden oluşmaktadır. Bu araştırmada istenen bilgiler ve veriler araştırma boyunca sizlerden sadece bir kere toplanacaktır. Bu çalışmada size herhangi bir girişim veya tedavi uygulanmayacaktır.

BU BÖLÜM AYNEN KORUNACAKTIR

Bu araştırmaya katılmalı mıyım?

Bu araştırmada yer almak tamamen size bağlıdır. Şimdi bu formu imzalasanız bile istediğiniz herhangi bir zamanda bir neden göstermeksizin araştırmadan ayrılmakta özgürsünüz. Eğer katılmak istemez iseniz veya araştırmadan ayrılırsanız, sizin için en uygun tedavi planı bu kararınızdan etkilenmeksizin uygulanacaktır. Eğer araştırmayı yürüten doktorunuz araştırmaya devam etmenizin sizin için yararlı olmayacağına karar verirse sizi araştırma dışı bırakabilir, bu durumda da sizin için standart olarak verilmesi gereken en uygun tedavi uygulanacaktır.

Araştırmanın olası riskleri nelerdir?

Araştırma sırasında kısa mesafe yürümedeki düşme riski göz önüne alınarak yanınızda fizyoterapist eşliğinde testler gerçekleştirilecektir.

BU BÖLÜM AYNEN KORUNACAKTIR

Araştırmanın olası riskleri konusunda ne gibi önlemler alınacaktı?

Araştırma ile ilgili ortaya çıkabilecek herhangi bir sağlık probleminde her türlü tıbbi girişim tarafımızdan yapılacak; bu konudaki tüm harcamalar da tarafımızdan karşılanacaktır

Bu araştırmaya katılmamın maliyeti nedir?

Bu araştırmada yer almak tümüyle sizin isteğinize bağlıdır. Bu araştırma için size herhangi bir ödeme yapılmayacaktır. Araştırma sırasında oluşabilecek masraflar size ve bağlı olduğunuz kuruma ödetilmeyecektir.

Kişisel bilgilerim nasıl kullanılacak?

Araştırmayı yapan doktorunuz kişisel bilgilerinizi, araştırmayı ve istatiksel analizleri yürütmek için kullanacaktır ancak kimlik bilgileriniz tıp etiği ve KVKK düzenlenmelerine uygun şekilde gizli tutulacaktır. Araştırma için kullanılacak bilgileriniz üçüncü kişilerle paylaşılmayacaktır.
Yalnızca gereği halinde, sizinle ilgili bilgileri etik kurullar ya da resmi makamlar inceleyebilir. Araştırmanın sonunda, kendi sonuçlarınızla ilgili bilgi istemeye hakkınız vardır. Araştırma sonuçları araştırma bitiminde tıbbi literatürde yayınlanabilecektir ancak kimliğiniz açıklanmayacaktır.

KATILIMCININ/HASTANIN BEYANI

DEÜTF Nöroloji Anabilim dalında, Dr. Serkan Özakbaş ve Doç. Dr. Özge Ertekin tarafından tıbbi bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı ve ilgili metni okudum.

Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun tıbbi bakımıma ve doktorum ile olan ilişkime herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum. Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir neden göstermeden araştırmadan çekilebilirim. (*Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağının bilincindeyim).* Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı da tutulabileceğim konusunda bilgilendirildim.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

Araştırmadan elde edilen benimle ilgili kişisel bilgilerin gizliliğinin korunacağını biliyorum.

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, Dr. Serkan Özakbaş (Tel: 02334124064, Adres: Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroloji Anabilim Dalı) ve Dr. Cavid Baba'yı arayabileceğimi biliyorum.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Bu koşullarla söz konusu klinik araştırmaya kendi rızamla, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın, gönüllülük içerisinde katılmayı kabul ediyorum.

İmzalı bu form kağıdının bir kopyası bana verilecektir.

Katılımcı
Adı, soyadı:
Adres:
Tel:
İmza:
Tarih:

Görüşme tanığı
Adı, soyadı:
Adres:
Tel:
İmza:
Tarih:

Katılımcı ile görüşen hekim
Adı soyadı, unvanı: Prof. Dr. Serkan Özakbaş
Adres: Dokuz Eylül Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Nöroloji AD, Balçova/İZMİR
Tel: 0232 412 40 64
İmza:
Tarih:

Sorumlu Araştırmacı: Doç. Dr. Özge ERTEKİN
Adres: Dokuz Eylül Üniversitesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi
Tel: 0232 412 49 32

AYDINLATMA ve KATILIMCININ BEYANI KESİNLİKLE BİRBİRLERİNİN DEVAMI ŞEKLİNDE OLACAKTIR. AYRI AYRI SAYFALARDA YER *ALMAYACAKTIR.*

EK 3. Etik Kurul Onayı

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSEL OLMAYAN ARAŞTIRMALAR ETİK KURUL KARARI

Sayın Doç.Dr. Özge Ertekin
Araştırmanıza ilişkin Kurulumuz kararı aşağıda sunulmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederiz.

ETİK KOMİSYONUN ADI	**DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSEL OLMAYAN ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU**
AÇIK ADRES	**Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı 2. Kat İnciraltı-İZMİR**
TELEFON	**0 232 412 22 54-0 232 412 22 58**
FAKS	**0 232 412 22 43**
E-POSTA	**goaek@deu.edu.tr**

BAŞVURU BİLGİLERİ	DOSYA NO:	7025-GOA	
	ARAŞTIRMA	UZMANLIK TEZİ ☐ MÜNFERİT ARAŞTIRMA ☐ ÖÇM ☐ YÜKSEKLİSANS ☒ DOKTORA ☐	
	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	**Multipl Sklerozlu bireylerde tekli ve ikili görevler sırasında farklı fonksiyonel yürüme koşullarının giyilebilir sensörlerle değerlendirilmesi ve yürüyüş performansının bilişsel işlevler, ikili görev harcaması, düşme ve denge güveni ile ilişkisinin incelenmesi**	
	ARAŞTIRMA PROTOKOL KODU		
	SORUMLU ARAŞTIRMACI ÜNVANI/ADI/SOYADI ve UZMANLIK ALANI	Doç.Dr. Özge Ertekin FTR Fakülteci	
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒	ÇOK MERKEZLİ☐

	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili
DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	Mevcut		Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	ARAŞTIRMA İLE İLGİLİ LİTERATÜR	Mevcut		Türkçe ☐ İngilizce ☒ Diğer ☐
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	Mevcut		Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	OLGU RAPOR FORMU	Mevcut		Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐

Dokuz Eylül Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu Karar Formu

KARAR BİLGİLERİ	**Karar No:2022/11-13**	**Tarih:23.03.2022**
	Doç.Dr. Özge Ertekin'in sorumlusu olduğu **"Multipl Sklerozlu bireylerde tekli ve ikili görevler sırasında farklı fonksiyonel yürüme koşullarının giyilebilir sensörlerle değerlendirilmesi ve yürüyüş performansının bilişsel işlevler, ikili görev harcaması, düşme ve denge güveni ile ilişkisinin incelenmesi"** isimli klinik araştırmaya ait başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş, araştırmanın mevcut haliyle etik yönden uygun olduğuna oy birliği ile karar verilmiştir.	
ETİK KURUL BİLGİLERİ		
ÇALIŞMA ESASI	Dokuz Eylül Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu İşleyiş Yönergesi İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu	

ETİK KURUL ÜYELERİ

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	Araştırma ile İlişkili mi?		İmza
Prof.Dr.Mehmet Birhan Yılmaz (Başkan)	Kardiyoloji	DEÜ Tıp Fakültesi Dahili Tıp Bilimleri Bölümü	Erkek	E ☐	H ☒	
Prof.Dr. Emel Çalıkoğlu (Başkan Yardımcısı)	Prevantif Onkoloji	Onkoloji Enstitüsü	Kadın	E ☐	H ☒	
Prof.Dr. Ahmet Okay Çağlayan	Moleküler Tıp	Sağlık Bilimleri Enstitüsü	Erkek	E ☐	H ☒	
Prof.Dr. Suna Asilsoy	Çocuk Sağlığı Ve Hastalıkları	DEÜ Tıp Fakültesi Dahili Tıp Bilimleri Bölümü	Kadın	E ☐	H ☒	
Doç.Dr.Seher Özyürek	Muskuloskeletal Fizyoterapi	DEÜ Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi	Kadın	E ☐	H ☒	
Doç.Dr.Nil Hocaoğlu Aksay	Tıbbi Farmakoloji	DEÜ Tıp Fakültesi Tıbbi Farmakoloji Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	
Doç.Dr. Meryem Öztürk Haney	Halk Sağlığı Hemşireliği	Hemşirelik Fakültesi Halk Sağlığı Hemşireliği	Kadın	E ☐	H ☒	
Doç.Dr. Aylin Özgen Alpaydın	Göğüs Hastalıkları	DEÜ Tıp Fakültesi Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	
Doç.Dr. Aliye Akcalı	Periodontoloji	Diş Hekimliği Fakültesi	Kadın	E ☐	H ☒	
Doç.Dr. Şule Özbilgin	Anesteziyoloji ve Reanimasyon	DEÜ Tıp Fakültesi Cerrahi Tıp Bilimleri Bölümü	Kadın	E ☐	H ☒	
Dr.Öğr.Üyesi Özlenen Şimşek Papur	Tıbbi Biyoloji ve Genetik	Sağlık Bilimleri Enstitüsü	Kadın	E ☐	H ☒	
Dr.Öğr.Üyesi Tolga Şahin	Spor Yönetim Bilimleri	Necat Hepkon Spor Bilimleri Fakültesi	Erkek	E ☐	H ☒	
Öğr.Gör.Dr.Kıvanç Yüksel	Biyoistatistik ve Tıbbi Bilişim	Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik ve Bilişim A.D	Erkek	E ☐	H ☒	

EK 4. Özgeçmiş



ZEYNEP BEYLİK

Kişisel Bilgiler

İletişim Bilgileri

İletişim Adresi
Telefon
E-posta
İnternet Sayfası

Öğrenim Bilgileri

23 Ocak 2019 - Şu Anda (4 yıl)
Yüksek Lisans, Tezli Program, DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ, TÜRKİYE
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ, NÖROLOJİK FİZYOTERAPİ-REHABİLİTASYON (YL) (TEZLİ)
Ağırlıklı Genel Not Ortalaması: 3.93 / 4.0

07 Eylül 2015 - 11 Haziran 2018 (2 yıl 10 ay)
Lisans, Anadal/Normal Öğretim, HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ, TÜRKİYE
SAĞLIK BİLİMLERİ FAKÜLTESİ, FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON PR.
Diploma Numarası: 18-362-115
Ağırlıklı Genel Not Ortalaması: 3.51 / 4.0

03 Eylül 2014 - 06 Ekim 2015 (1 yıl 2 ay)
Lisans, Anadal/Normal Öğretim, KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ, TÜRKİYE
SAĞLIK BİLİMLERİ FAKÜLTESİ, FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON PR.
Ağırlıklı Genel Not Ortalaması: 3.71 / 4.0

Deneyim / İşyeri Bilgileri

01 Ocak 2021 - Şu Anda (2 yıl) (Tam Zamanlı)
FİZYOTERAPİST, FİZİPOL FİZİK TEDAVİ VE REHABİLİTASYON MERKEZİ

Yabancı Dil Bilgileri

İNGİLİZCE (Okuma: Orta, Yazma: Başlangıç, Konuşma: Başlangıç)

TÜBİTAK Burs ve Destekleri

Panelistlik/İzleyicilik/Raportörlük Sayısı

Hakemlik/Panelistlik/Dış Danışmanlık Sayısı	ARDEB/BİDEB 0	TEYDEB 0	Toplam 0
İzleyicilik/Danışmanlık Sayısı	ARDEB/BİDEB 0	TEYDEB 0	Toplam 0
Raportörlük Sayısı	ARDEB/BİDEB 0	TEYDEB 0	Toplam 0