

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HAREKET VE ANTRENMAN ANABİLİM DALI

Fatih KOÇ

DOKTORA TEZİ

2025-ANTALYA

İKİLİ GÖREV EGZERSİZLERİNİN YAŞLI
BİREYLERDE YAŞAM KALİTESİ, FİZİKSEL VE
BİLİŞSEL FONKSİYONLAR ÜZERİNE ETKİSİNİN
İNCELENMESİ

Öğrencinin
Fatih KOÇ

DOKTORA TEZİ

2025-ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HAREKET VE ANTRENMAN ANABİLİM DALI

İKİLİ GÖREV EGZERSİZLERİNİN YAŞLI
BİREYLERDE YAŞAM KALİTESİ, FİZİKSEL VE
BİLİŞSEL FONKSİYONLAR ÜZERİNE ETKİSİNİN
İNCELENMESİ

Fatih KOÇ

DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Abdurrahman AKTOP

Bu tez Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi
tarafından TDK- 2024-6537 proje numarası ile desteklenmiştir.

“Kaynakça gösterilerek tezimden yararlanılabilir”

2025-ANTALYA

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne;

Bu çalışma jürimiz tarafından Hareket ve Antrenman Anabilim Dalı Hareket ve Antrenman Programında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir. .../...../.....

İmza

Tez Danışmanı :
(Ünvanı, Adı Soyadı)
(Üniversite)

Üye :
(Ünvanı, Adı Soyadı)
(Üniversite)

Üye :
(Ünvanı, Adı Soyadı)
(Üniversite)

Üye :
(Ünvanı, Adı Soyadı)
(Üniversite)

Üye :
(Ünvanı, Adı Soyadı)
(Üniversite)

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun/...../..... tarih ve/..... sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı beyan ederim.

Öğrencinin

Fatih KOÇ

İmza

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Abdurrahman AKTOP

İmza

TEŞEKKÜR

Doktora tez çalışmamın her aşamasında, bilimsel bilgi birikimini ve değerli deneyimlerini benden esirgemeyen, araştırmanın akademik derinliğini artıran ve her zaman yanımda olan kıymetli danışmanım Prof. Dr. Abdurrahman AKTOP'a

Doktora eğitimim süresince, engin bilgisi ve deneyimleriyle ufkumu açan, akademik gelişimime önemli katkılarda bulunan yüksek lisans tez danışmanım Prof. Dr. Kemal Alparslan ERMAN'a

Katılımcı sağlık verilerinin toplanmasında, titiz ve özverili çalışmalarıyla bizlere büyük destek veren Akdeniz Eğitim ve Araştırma Hastanesi Geriatri Birimi doktoru Dr. Tuğba ÖNAÇAN TURGUT'a

İkili görev egzersizleri uygulama ve ölçüm testleri sırasında gösterdiği sabır, özen ve değerli yardımları için Fatma Esra AVCIK'a

fNIRS cihazının kurulumu, uygulanması ve tüm test süreçlerindeki teknik bilgi ve pratik destekleriyle çalışmamıza paha biçilmez katkılar sağlayan Prof. Dr. Ömer Halil ÇOLAK'a ve Dr. Esra SÜZEN'e

Eğitim hayatım boyunca ve hayatımın her döneminde, desteğini benden hiç esirgemeyen sevgili aileme

Son olarak, araştırmamızın saha çalışmalarına kapılarını açan, bizlere her türlü kolaylığı sağlayan ve yaşlı bireylere yönelik değerli hizmetler sunan Soğuksu ve Çifte Kuyular Yaşlı Evi'nin yönetici, çalışan ve araştırmaya katılan kişilere sonsuz teşekkür ederim.

ÖZET

Amaç: Antalya’da yaşayan 65 yaş ve üzeri bireylerde ikili görev egzersizlerinin bilişsel işlevler, fiziksel performans ve yaşam kalitesi üzerindeki etkilerini değerlendirmek ve bunları fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopisi (fNIRS) ile nörolojik düzeyde incelemektir.

Yöntem: Çalışmaya, Antalya’da yaşayan 65 yaş ve üzeri gönüllü kadınlardan oluşan müdahale (n=18; 71,53 ± 4,39 yaş) ve kontrol (n=13; 69,84 ± 4,65 yaş) grupları katıldı. Vücut kompozisyonu Tanita cihazı ile ölçüldü; yaşam kalitesi SF-36 ve depresyon düzeyi Geriatrik Depresyon Ölçeği kısa formu ile değerlendirildi. Demografik veriler kişisel bilgi formu ile toplandı. Müdahale, haftada iki gün, sekiz hafta, toplam 16 oturumluk Synap destekli ikili görev egzersiz programıydı. Oturumlar 5 dakika ısınma, 45 dakika egzersiz ve 5 dakika soğumadan oluştu. Bilişsel fonksiyonlar Stroop ve İz Sürme Testi ile; fiziksel performans tek ayak durma testiyle ölçüldü; yürütücü işlev değişiklikleri fNIRS ile izlendi. Testler müdahale öncesi, sonrası ve dört haftalık takip süreci sonunda uygulandı.

Bulgular: Yapılan analizler, deney grubunda Stroop ve İz Sürme Testi gibi bilişsel testlerde zamanla anlamlı gelişmeler olduğunu göstermiştir. Bu gelişmeler, fNIRS ile sağ dorsolateral prefrontal korteks ve sol süperior frontal girus bölgelerinde oksijenli hemoglobin artışı ile desteklendi. Fiziksel performansta kısa vadeli el kavrama kuvveti artışı; SOKT ve tek ayak denge testlerinde frontal kortekste sürdürülebilir aktivasyon artışı görüldü. Yaşam kalitesinde fiziksel rol güçlüğü alt boyutunda iyileşme, Duygusal rol güçlüğünde anlamlı değişim gözlenmedi.

Sonuç: İkili görev egzersizleri, yaşlılarda bilişsel ve motor fonksiyonları geliştirip yaşam kalitesinin fiziksel boyutunu artıran etkili bir yöntemdir. Ancak kazanımların sürdürülmesi ve duygusal iyiliğin devamı için uzun vadeli, kapsamlı ve multidisipliner müdahaleler gereklidir.

Anahtar Kelimeler: İkili Görev Egzersizleri, Bilişsel ve Fiziksel Performans, Yaşlılarda Yaşam Kalitesi, Fonksiyonel Yakın Kızılötesi Spektroskopisi

ABSTRACT

Purpose: This study evaluated the effects of dual-task exercises on cognitive functions, physical performance, and quality of life in individuals aged 65 and older living in Antalya, Türkiye, examining these effects neurologically using functional near-infrared spectroscopy (fNIRS).

Method: Eighteen intervention (71.53 ± 4.39 years) and thirteen control (69.84 ± 4.65 years) female participants from Antalya were included. Body composition, quality of life (SF-36), and depression (Geriatric Depression Scale) were assessed. The intervention was an 8-week (16 sessions) Synap-supported dual-task exercise program. Cognitive functions (Stroop, Trail Making Tests), physical performance (single-leg stance), and executive function changes (fNIRS) were measured pre-intervention, post-intervention, and after a four-week follow-up.

Results: The analyses demonstrated significant improvements over time in cognitive tests such as the Stroop and Trail Making Tests in the experimental group. These cognitive gains were supported by increased oxygenated hemoglobin levels in the right dorsolateral prefrontal cortex and left superior frontal gyrus regions, as measured by fNIRS. In terms of physical performance, a short-term increase in grip strength was observed, along with sustained activation in the frontal cortex during the Timed Sit-to-Stand Test (SST) and single-leg balance test. While improvement was noted in the Physical Role Functioning subscale of quality of life, no significant change was observed in the Emotional Role Functioning subscale.

Conclusion: Dual-task exercises effectively enhance cognitive and motor functions and support physical quality of life in older adults. However, long-term, multidisciplinary interventions are needed to sustain these benefits and promote emotional well-being for this growing demographic.

Keywords: Dual-task Exercise, Cognitive and Physical Performance, Quality of Life in Older Adults, Functional Near-Infrared Spectroscopy

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
TABLolar DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
SİMGELER ve KISALTMALAR	xiv

1. GİRİŞ

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Yaşlılık ve Demansın Artan Yaygınlığı	3
2.2. Alzheimer Hastalığının Nöropatolojik Temelleri	4
2.3. Fiziksel Sağlık ve Alzheimer	5
2.3.1. Sarkopeni ve Fiziksel İşlevsellik	5
2.3.2. Alzheimer’ da Kas Atrofisi ve Aktivite Etkileşimi	5
2.3.3. Fiziksel Aktivitenin Önemi	6
2.3.4. Egzersiz Programlarının Rolü	7
2.4. Yaşlılıkta Ruh Sağlığının Önemi	7
2.4.1. Ruh Sağlığı ve Depresyon: Yaşlılıkta Alzheimer ile İlişkisi	8
2.4.2. Depresyonun Etkileri	8
2.5. Fiziksel Uygunluk ve Bilişsel İşlev: Yaşlı Bireylerdeki Etkileri	8
2.5.1. Fiziksel Uygunluğun Bilişsel İşlev Üzerindeki Etkisi	9
2.5.2. Sosyal Etkileşim ve Bilişsel Sağlık	10
2.6. Egzersizin Türleri ve Bilişsel Etkileri	11
2.7. Bilişsel ve Fiziksel Durumun İyileştirilmesi	12
2.8. Egzersiz Programlarının Geliştirilmesi	12
2.9. Dünya Sağlık Örgütü Önerileri	13
2.10. Çift Görevli Yürüyüş ve Yaşlı Yetişkinlerin Bilişsel ve Fiziksel Sağlığı	14
2.10.1. Çift Görevli Yürüyüş ve Fiziksel Stabilitate	14
2.10.2. Yürüyüş Hızı ve Bilişsel Fonksiyonlar	15
2.10.3. Yürüyüş Değişkenliği ve Stabilitate	15

2.10.4. Geriye Doğru Hecelerken ve Sayarken Yürüyüş Hızının Azalması	16
2.11. Yaşlanmanın Yürütme İşlevine Etkisi	16
2.11.1. İkili Görev Müdahaleleri ve Fiziksel-Bilişsel Gelişim	16
2.11.2. Tek Amaçlı Müdahalelerin Sınırlamaları	18
2.11.3. Gelecek Çalışmalar İçin Öneriler	18
2.12. Çift Görevli Aktivite ve Prefrontal Korteks Aktivasyonu	19
2.12.1. İkili Görev ve Prefrontal Korteks Aktivasyonu	20
2.12.2. Yaşlılarda Yürüme ve Prefrontal Korteks Aktivasyonu	21
2.13. Yaşlılıkta İnhibitör ve Nörogörüntüleme Bulguları	23
2.13.1. Alzheimer ve Demansta Bilişsel Görüntüleme	25
2.13.2. fNIRS ve fMRI ile Beyin Bağlanabilirliği	26
2.13.3. Tedavi ve Müdahale Stratejileri	27
3. GEREÇ ve YÖNTEM	31
3.1. Araştırma Grubu	31
3.2. Uygulama	31
3.3. Veri Toplama Yöntemi	32
3.3.1. Yaşlı Bireyler İçin Kişisel Bilgi Anketi	33
3.3.2. Vücut Ağırlığı ve Yağ Yüzdesi Ölçümü	34
3.3.3. Beden Kitle İndeksi (BKI)	34
3.3.4. El Kavrama Gücü Testi	34
3.3.5. Mini Mental Durum Testi (MMSE)	35
3.3.6. SF-36 Yaşam Kalitesi Ölçeği Kısa Formu	36
3.3.7. Geriatrik Depresyon Ölçeği	36
3.3.8. Tek Bacak Denge Ölçümü	37
3.3.9. Zamanlı Kalk ve Yürü Testi	38
3.3.10. Stroop Testi	39
3.3.11. İz Sürme Testi (Trail Making Test- TMT-25)	40
3.3.12. Fonksiyonel Yakın Kızılötesi Spektroskopisi (fNIRS)	42
3.3.13. İkili Egzersiz Programı (Synap)	45
3.4. İstatistiksel Analiz	47

4. BULGULAR	48
4.1. Demografik Bilgiler ve Başlangıç Değerlendirmeleri	48
4.2. Bilişsel Testlere İlişkin Bulgular	48
4.2.1. Stroop Testi Performansı	48
4.2.2. İz Sürme (TMT) Testi	52
4.3. Fiziksel Testlere İlişkin Bulgular	54
4.3.1. El Kavrama Kuvveti Testi	54
4.3.2. Tek Ayak Denge Testi	60
4.3.3. Zamanlı Kalk Yürü Testi	62
4.4. SF -36 Yaşam Kalitesi Ölçeği	65
4.5. fNIRS İkili Görev Egzersizi Öncesi, Sonrası ve Takip Ölçümleri	69
4.5.1. Stroop Testi A Bölünü fNIRS Aktivasyon Verileri	69
4.5.2. Stroop Testi C Bölünü fNIRS Aktivasyon Verileri	74
4.5.3. İz Sürme Testi fNIRS Aktivasyon Verileri	81
4.5.4. Tek Ayak Denge Testi fNIRS Aktivasyon Verileri	88
5. TARTIŞMA	94
5.1. Demografik ve Antropometrik Özellikler	95
5.1.1. Mini Mental Durum Değerlendirme (MMS) Puanları	95
5.2. Bilişsel Testlere İlişkin Sonuçlar	96
5.2.1. Stroop Testi Çapa Versiyonu A-C Bölümleri Ölçüm Sonuçları	96
5.2.2. Stroop Testi- Çapa Versiyonu A-C Bölümleri İçin Grup İçeri Zaman Bazlı Karşılaştırmalar	97
5.2.3. Stroop Testi (A ve C Bölümleri) Performansının Deney ve Kontrol Gruplarında Ön, Son ve Takip Ölçümleri Arasındaki Farklılıklar	99
5.2.4. İz Sürme (TMT-25) Testine İlişkin Sonuçlar	101
5.2.5. İz Sürme Testi (TMT-25) Sonuçlarına Göre Deney ve Kontrol Gruplarının Ölçüm Zamanlarına Göre Karşılaştırılması	102
5.3. Fiziksel Testlere İlişkin Sonuçlar	103
5.3.1. Katılımcıların Sağ ve Sol El Kavrama Kuvveti Değerlendirilmesi	103
5.3.2. Sağ ve Sol El Kavrama Kuvveti İkili Karşılaştırmalar	105
5.3.3. Tek Ayak Denge Testine İlişkin Değerlendirmeler	107
5.3.4. Tek Ayak Denge Testi Grup Karşılaştırmaları	108

5.3.5. Zamanlı Kalk Yürü Testine İlişkin Değerlendirmeler	109
5.3.6. Zamanlı Kalk Yürü Testi: Deney ve Kontrol Gruplarının Ön, Son ve Takip Ölçümlerine Göre İkili Karşılaştırmaları	110
5.3.7. Zamanlı Kalk Yürü Testi Grup Karşılaştırmaları	111
5.4. SF-36 Yaşam Kalitesi Ölçeğine İlişkin Değerlendirmeler	112
5.4.1. Deney ve Kontrol Gruplarının SF-36 Alt Boyutlarına İlişkin Ön, Son ve Takip Ölçüm Sonuçları	113
5.4.2. SF-36 Alt Boyutları Deney ve Kontrol Grupları Karşılaştırması	114
5.5. İkili Görev Egzersizi Öncesi, Sonrası ve Takip fNIRS Aktivasyon	117
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	122
6.1. Sonuç	122
6.2. Öneriler	123
KAYNAKLAR	125
EKLER	
Ek 1. Sosyo Demografik Özellikleri Anketi	153
Ek 2. Standardize Mini Mental Test Anket Formu	154
Ek 3. Geriatrik Depresyon Ölçeği Formu	155
Ek 4. SF-36 Yaşam Kalitesi Ölçeği	156
Ek 5. Tek Ayak Denge Testi	157
Ek 6. Zamanlı Kalk Yürü Testi	158
ÖZGEÇMİŞ	159

TABLÖLER DİZİNİ

Tablo 3.1.	Kullanılan Kaynak/Dedektör Çiftlerinin İfade Ettiği Kanallar, Mni Koordinatları ve Beyin Alanları	43
Tablo 4.1.	Katılımcıların Yaş, Boy, Kilo, Beden Kitle İndeksi (BKİ) ve Mini Mental Durum Değerlendirme (Mms) Puanlarına İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler	48
Tablo 4.2.	Stroop A Testine Ait Ortalama ve Standart Sapma Değerleri ile Varyans Analizi Sonuçları	49
Tablo 4.3.	Stroop A Testinin Deney ve Kontrol Grupları Arasında Yapılan İkili Karşılaştırmalar	50
Tablo 4.4.	Stroop C Testi: Deney ve Kontrol Gruplarının Ön Test, Son Test ve Takip Ölçümü Sonuçları	51
Tablo 4.5.	Stroop C Testi: Deney ve Kontrol Gruplarının Zaman İçindeki Değişimi	52
Tablo 4.6.	İz Sürme (TMT) Testi İkincil Varyans Analizi Sonuçları	53
Tablo 4.7.	İz Sürme (TMT) Testi İkili Karşılaştırma Sonuçları	54
Tablo 4.8.	Katılımcıların Sağ El Kavrama Kuvveti Puanlarına Göre Zaman ve Grup Etkisine Göre Dağılımı	55
Tablo 4.9.	Sağ El Kavrama Kuvveti Testi: Deney ve Kontrol Grupları Arasındaki İkili Karşılaştırmalar	57
Tablo 4.10.	Katılımcıların Sol El Kavrama Kuvveti Puanlarına Göre Zaman ve Grup Etkisine Göre Dağılımı	58

Tablo 4.11	Sol El Kavrama Kuvveti Testi: Deney ve Kontrol Grupları Arasındaki İkili Karşılaştırmalar	59
Tablo 4.12.	Denge Ölçümlerine Ait Ortalama, Standart Sapma ve Varyans Analizi Sonuçları	60
Tablo 4.13.	Tek Ayak Denge Testi İkili Karşılaştırma Sonuçları	61
Tablo 4.14.	Tek Ayak Denge Testi Sonuçlarının Deney ve Kontrol Grupları Arasındaki Bağımsız Örneklem t-Testi Analizi	62
Tablo 4.15.	Zamanlı Kalk Yürü Testine Ait Ortalama, Standart Sapma ve Varyans Analizi Sonuçları	63
Tablo 4.16.	Zamanlı Kalk Yürü Testi: Deney ve Kontrol Grupları Arasındaki İkili Karşılaştırmalar	64
Tablo 4.17.	Zamanlı Kalk Yürü Testi Sonuçlarının Deney ve Kontrol Grupları Arasında Bağımsız Örneklem t-Testi ile Karşılaştırılması	65
Tablo 4.18.	SF-36 Alt Boyutları – Tekrarlı Ölçüm ANOVA Sonuçları	66
Tablo 4.19.	SF-36 Alt Boyutlarına Ait Ön, Son ve Takip Ölçümleri Arasındaki t-Testi Sonuçları	68
Tablo 4.20.	Sağ Superior Frontal Girus Aktivasyonunun Stroop A Testi Performansi Sirasındaki Değişimi	70
Tablo 4.21.	Sol Superior Frontal Girus Aktivasyonunun Stroop A Testi Performansı Sırasındaki Değişimi	70
Tablo 4.22.	Sağ Medial Superior Frontal Girus Aktivasyonunun Stroop A Testi Performansi Sirasındaki Değişimi	71

Tablo 4.23.	Sol Orta Frontal Girus Aktivasyonunun Stroop A Testi Performansi Sirasindaki Değişimi	72
Tablo 4.24.	Sol Medial Superior Frontal Girus Aktivasyonunun Stroop A Testi Performansi Sirasindaki Değişimi	72
Tablo 4.25.	Sol Orta Frontal Girus Aktivasyonunun Stroop A Testi Performansi Sirasindaki Değişimi	73
Tablo 4.26.	Sağ Anterior Singulat Korteks Aktivasyonunun Stroop A Testi Performansı Sirasindaki Değişimi	73
Tablo 4.27.	Sol Inferior Frontal Girusun Üçgen Parçasi Aktivasyonunun Stroop A Testi Performansi Sirasindaki Değişimi	74
Tablo 4.28.	Sağ Süperior Frontal Girus Aktivasyonunun Stroop C Testi Performansi Sirasindaki Değişimi	75
Tablo 4.29.	Sağ Orta Frontal Girus Aktivasyonunun Stroop C Testi Performansi Sirasindaki Değişimi	76
Tablo 4.30.	Sağ Medial Superior Frontal Girus Aktivasyonunun Stroop C Testi Performansi Sirasindaki Değişimi	77
Tablo 4.31.	Sol Orta Frontal Girus Aktivasyonunun Stroop C Testi Performansi Sirasindaki Değişimi	77
Tablo 4.32.	Sol Superior Frontal Girus Aktivasyonunun Stroop C Testi Performansi Sirasindaki Değişimi	78
Tablo 4.33.	Sol Medial Superior Frontal Girus Aktivasyonunun Stroop C Testi Performansi Sirasindaki Değişimi	79
Tablo 4.34.	Sağ Anterior Singulat Korteks Aktivasyonunun Stroop C Testi Performansi Sirasindaki Değişimi	80

Tablo 4.35.	Sol Inferior Frontal Girus, Pars Triangularis Stroop C Testi Performansi Sirasindaki Değişimi	80
Tablo 4.36.	Sağ Superior Frontal Girus Aktivasyonunun İz Sürme (Tmt) Testi Performansi Sirasindaki Değişimi	82
Tablo 4.37.	Sağ Orta Frontal Girus Aktivasyonunun İz Sürme (Tmt) Performansi Sirasindaki Değişimi	83
Tablo 4.38.	Sağ Medial Superior Frontal Girus Aktivasyonunun İz sürme (tmt) Performansı Sırasındaki Değişimi	83
Tablo 4.39.	Sol Superior Frontal Girus Aktivasyonunun İz sürme (tmt) Performansı Sırasındaki Değişimi	84
Tablo 4.40.	Sol medial superior Aktivasyonunun İz sürme (tmt) Performansı Sırasındaki Değişimi	85
Tablo 4.41.	Sol Orta Frontal Girus Aktivasyonunun İz Sürme (Tmt) Performansi Sirasindaki Değişimi	86
Tablo 4.42.	Sağ Anterior Singulat Korteks Aktivasyonunun İz Sürme (Tmt) Testi Performansi Sirasindaki Değişimi	86
Tablo 4.43.	Sol Inferior Frontal Girusun Üçgen Parçası Aktivasyonunun İz Sürme (Tmt) Testi Performansi Sirasindaki Değişimi	87
Tablo 4.44.	Sağ Superior Frontal Girus Aktivasyonunun Tek Ayak Denge Testi Performansı Sırasındaki Değişimi	89
Tablo 4.45.	Sol Superior Frontal Girus Aktivasyonunun Tek Ayak Denge Testi Performansı Sırasındaki Değişimi	89
Tablo 4.46.	Sağ Medial Superior Frontal Girus Aktivasyonunun Tek Ayak Denge Testi Performansı Sırasındaki Değişimi	90

Tablo 4.47.	Sol Orta Frontal Girus Aktivasyonunun Tek Ayak Denge Testi Performansı Sırasındaki Değişimi	91
Tablo 4.48.	Sol İnférieur Frontal Girusun Üçgen Parçası Aktivasyonunun Tek Ayak Denge Testi Performansı Sırasındaki Değişimi	91
Tablo 4.49.	Sol Medial Superior Frontal Girus Aktivasyonunun Tek Ayak Denge Testi Performansı Sırasındaki Değişimi	92
Tablo 4.50.	Sol Orta Frontal Girus Aktivasyonunun Tek Ayak Denge Testi Performansı Sırasındaki Değişimi	93
Tablo 4.51.	Sağ Anterior Singulat Korteks Aktivasyonunun Tek Ayak Denge Testi Performansı Sırasındaki Değişimi	93

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1.	Uygulama Akış Şeması	31
Şekil 3.2.	Tanita Vücut Kompozisyonu Analiz Cihazı	34
Şekil 3.3.	El Kavrama Testi	35
Şekil 3.4.	Tek Ayak Denge Testi Prosedürü ve Eş Zamanlı fNIRS Görüntüleme	38
Şekil 3.5.	Stroop Testi "A" ve "C" Koşullarının Uygulanması Eşliğinde fNIRS Veri Toplama	40
Şekil 3.6.	İz Sürme Testi	41
Şekil 3.7.	fNIRS Destekli İz Sürme Testi (TMT) ile Beyin Aktivitesinin İncelenmesi	42
Şekil 3.8.	fNIRS Optod Yerleşimleri ve İlgili Alanlar: Prefrontal Korteksi Kapsayan fNIRS Konfigürasyonu	44
Şekil 3.9.	Sinapsoloji Programının Temel Aktiviteleri	46
Şekil 4.10.	Stroop A Testi Deney ve Kontrol Grubu Karşılaştırması	49
Şeki 4.11.	Stroop C Testi Deney ve Kontrol Grubu Karşılaştırması	51
Şekil 4.12.	İz Sürme Testi Deney ve Kontrol Grubu Karşılaştırması	53
Şekil 4.13.	Sağ El Kavrama Kuvveti Deney ve Kontrol Grubu Karşılaştırma	56
Şekil 4.14.	Sol El Kavrama Kuvveti Deney ve Kontrol Grubu Karşılaştırma	58
Şekil 4.15.	Denge Testi Deney ve Kontrol Grubu Karşılaştırması	61
Şekil 4.16.	Zamanlı Kalk Yürü Testi Deney ve Kontrol Grubu Karşılaştırması	63

Şekil 4.17.	SF-36 Alt Boyutlarına İlişkin Deney ve Kontrol Grubu karşılaştırmaları	67
Şekil 4.18	Stroop A Testi Sırasında Deney ve Kontrol Gruplarının fNIRS Topografik Haritaları ile Beyin Aktivasyon Değişimleri	69
Şekil 4.19	Stroop C Testi Sırasında Deney ve Kontrol Gruplarının fNIRS Topografik Haritaları ile Beyin Aktivasyon Değişimleri	75
Şekil 4.20.	İz Sürme Testi Sırasında Deney ve Kontrol Gruplarının fNIRS Topografik Haritaları ile Beyin Aktivasyon Değişimleri	82
Şekil 4.21.	Tek Ayak Denge Testi Sırasında Deney ve Kontrol Gruplarının fNIRS Topografik Haritaları ile Beyin Aktivasyon Değişimleri	88

SİMGELER ve KISALTMALAR

AD	: Alzheimer Hastalığı
BDNF	: Beyin-Türevli Nörotrofik Faktör
BKİ	: Beden Kitle İndeksi
DT	: Dual-Task
fMRI	: İşlevsel Manyetik Rezonans Görüntüleme
fNIRS	: Fonksiyonel Yakın Kızılötesi Spektroskopisi
Kg	: Kilogram
QOL	: Yaşam Kalitesi (Quality of Life)
MMS	: Mini Mental Durum Değerlendirme
PET	: Sensomotor Koordinasyon
PFK	: Prefrontal Kortek
POMS	: Ruh Hali Profili Ölçeği
Sn	: Saniye
SF-36	: 36 Maddeli Kısa Form Sağlık Anketi (36-Item Short Form Survey)
TMT	: İz Sürme Testi
TUG	: Zamanlı Kalk ve Yürü Testi
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization)

1. GİRİŞ

Yaşlı nüfusun küresel düzeyde artması, Alzheimer hastalığı (AD) ve demans gibi nörodejeneratif hastalıkların prevalansını artırmakta ve sağlık sistemleri üzerinde ciddi baskılar oluşturmaktadır (Chowdhary ve ark., 2022). Dünya Sağlık Örgütü (2021), 60 yaş ve üzerindeki bireylerin sayısındaki artışın, yaşa bağlı hastalıkların yükünü artıracığına dikkat çekmektedir. Alzheimer hastalığı, sıklıkla 65 yaş sonrası dönemde ortaya çıkan ve beyinde biriken amyloid-beta plakları ile tau proteinlerinin neden olduğu nöronal ölümle karakterize ilerleyici bir hastalıktır (Abo & Hamaguchi, 2024). Bu dejeneratif süreç, bireylerin günlük yaşam aktivitelerini yerine getirmesini güçleştirerek bağımsız yaşam becerilerini olumsuz etkilemektedir (Mlinac & Feng, 2016). Demans, sadece bireyleri değil, aynı zamanda bakım verenleri ve aileleri de etkileyen, yaşam kalitesini tehdit eden kompleks bir halk sağlığı sorunudur (Hebert ve ark., 2013).

Bu bağlamda, bilişsel gerilemeyi önlemeye ve yönetmeye yönelik etkili stratejiler büyük önem taşımaktadır. Sağlıklı yaşam tarzlarının teşvik edilmesi, zihinsel sağlık hizmetlerine erişimin kolaylaştırılması, teknoloji temelli uygulamalar ve tele-sağlık sistemlerinin yaygınlaştırılması, yaşlı bireylerin yaşam kalitesini artırmada önemli araçlar arasında yer almaktadır (Kumar & Preetha, 2012; Ilali ve ark., 2023). Alzheimer hastalığına eşlik eden kas atrofisi hem hastalığın ilerleyişi hem de fiziksel aktivitedeki azalmayla ilişkilidir (Arcoverde ve ark., 2008). Depresyon ve anksiyete gibi psikiyatrik bozukluklar da fiziksel aktiviteyi azaltarak kas kaybını hızlandırmakta, bu durum ise bireylerin hem fiziksel hem de bilişsel fonksiyonlarında belirgin gerilemelere yol açmaktadır (Cruz-Jentoft ve ark., 2019).

Düzenli fiziksel aktivite, sadece kas-iskelet sisteminin korunmasına değil, aynı zamanda bilişsel işlevlerin sürdürülmesine de katkı sağlamaktadır. Bu doğrultuda, bilişsel ve fiziksel görevlerin bir arada yürütüldüğü çift görevli egzersiz programları, yaşlı bireylerde hem zihinsel hem de motor becerilerin gelişimine yönelik etkili bir müdahale aracı olarak öne çıkmaktadır (Falbo ve ark., 2016). Ancak, yürüyüş sırasında bilişsel görevlerin eklenmesi dengeyi bozarak düşme riskini artırabileceğinden, bu egzersizlerin dikkatli ve

kontrollü biçimde uygulanması gerekmektedir (Holtzer ve ark., 2011; Wang ve ark., 2022).

Son dönem araştırmalar, çift görevli egzersizlerin hem bilişsel performansı hem de sosyal etkileşimi artırarak yaşam kalitesini iyileştirdiğini ortaya koymaktadır (Li ve ark., 2022; Abo & Hamaguchi, 2024). Bu tür müdahalelerin etkinliğini değerlendirmek amacıyla geliştirilen nrogorntleme teknikleri de önemli katkılar sunmaktadır. fMRI ve PET gibi yöntemler yüksek çözünürlük sağlarken, taşınabilir bir teknik olan fonksiyonel yakın kıızıltesi spektroskopisi (fNIRS), doğal yaşam ortamlarında nöral aktiviteyi gözlemlemeye olanak tanımaktadır (Yang ve ark., 2025). fNIRS, özellikle yaşlı bireylerde bilişsel gerilemenin izlenmesi ve müdahale programlarının değerlendirilmesi açısından umut verici bir araçtır (Miyai ve ark., 2001).

Yaşlanmaya bağlı nöral değerisimlerin bilişsel işlevler üzerindeki etkilerini anlamaya yönelik çalışmalar, yaşlı bireylerin sağlıklı ve bağımsız yaşamlarını sürdürmelerini destekleyecek çok boyutlu müdahale yaklaşımlarının geliştirilmesine zemin hazırlamaktadır (Zhang ve ark., 2017; Hertzog ve ark., 2008).

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Yaşlılık ve Demansın Artan Yaygınlığı

Yaşlı nüfusun hızla artışı, Alzheimer hastalığı (AD) ve demans gibi bilişsel bozuklukların prevalansını artırarak, toplumsal ve sağlık sistemleri açısından ciddi bir tehdit oluşturmaktadır (Chowdhary ve ark., 2022). Dünya Sağlık Örgütü (2021), 65 yaş ve üzeri bireylerin sayısının artmakta olduğunu ve bunun yaşa bağlı nörodejeneratif hastalıkların yaygınlığını artıracağını vurgulamaktadır (World Health Organization, 2021). Alzheimer hastalığı, genel olarak ilerleyici bir bilişsel gerileme ile karakterizedir ve hastalığın başlangıcı genellikle 65 yaş sonrası dönemle ilişkilendirilir (Alzheimer's Association, 2022). Alzheimer, beyindeki amyloid-beta plakları ve tau proteinlerinin birikimiyle ortaya çıkar, bu da nöronların ölümüne yol açar (Abo & Hamaguchi, 2024). 2050 yılına kadar dünya genelinde Alzheimer vakalarının sayısının 150 milyona ulaşacağı öngörülmektedir (Alzheimer's Disease International, 2017). Bu durum, yalnızca bireylerin yaşam kalitesini olumsuz etkilemekle kalmayıp, sağlık sistemleri üzerinde ciddi sosyal ve ekonomik baskılar oluşturacaktır (Han ve ark., 2015). Demans, bireylerin ve ailelerin yaşam kalitesini de etkileyen önemli bir sorundur (Hebert ve ark., 2013). Aile üyeleri, hastaların bakımında önemli roller üstlenmekte, bu da psikolojik ve fiziksel stres kaynakları yaratmaktadır (Schulz & Sherwood, 2017). Hebert ve arkadaşları (2013) bu durumu göz önünde bulundurarak, demansın toplum üzerindeki ekonomik maliyetlerini hesaplamış ve bunun yılda 200 milyar dolardan fazla bir maliyet oluşturduğunu belirtmiştir (Hebert ve ark., 2013). Bilişsel bozuklukların yönetimi için gereken kaynakların yetersizliği, sağlık sistemlerini ciddi şekilde zorlamaktadır (World Alzheimer Report, 2015). Örneğin, birçok ülkede yaşlılar için bakım hizmetleri sınırlı ve yetersizdir, bu da hasta bakımında önemli aksaklıklara neden olmaktadır (Fried ve ark., 2001). Yetersiz kaynaklar hem sağlık çalışanlarının hem de ailelerin üzerindeki yükü artırarak, kaliteli bakımın sağlanmasını zorlaştırmaktadır (Carbonell ve ark., 2020). Yaşlanan popülasyonun getirdiği zorluklarla başa çıkmak için, daha etkili önleme ve müdahale stratejilerine ihtiyaç duyulmaktadır (Fried ve ark., 2001). Bu stratejiler hem bireylerin sağlığını korumayı hem de toplum genelinde sağlık hizmetlerinin etkinliğini artırmayı hedeflemelidir (Kumar & Preetha, 2012). Örneğin, sağlıklı yaşam tarzlarının teşvik edilmesi, fiziksel aktivitenin artırılması

ve sosyal etkileşimin desteklenmesi, yaşa bağlı bilişsel gerilemenin önlenmesinde önemli rol oynamaktadır (Bhatti, 2020). Ayrıca, zihinsel sağlık hizmetlerine erişimin artırılması, erken teşhis ve müdahale olanaklarının geliştirilmesi de kritik öneme sahiptir (Martel ve ark., 2021).

Teknoloji kullanımı, yaşlı bireylerin bilişsel fonksiyonlarını desteklemek ve izlemek için önemli bir araç olarak öne çıkmaktadır (Chaudhury ve ark., 2022). Tele sağlık hizmetleri, yaşlı bireylerin sağlık hizmetlerine erişimini kolaylaştırmakta ve bakım kalitesini artırmaktadır (Ilali ve ark., 2023). Sonuç olarak, yaşlı nüfusun hızla artması, Alzheimer hastalığı ve diğer demans türlerinin yaygınlığını artırarak hem bireyler hem de toplumlar için önemli zorluklar doğurmaktadır (Alzheimer's Association, 2022). Bu zorluklarla başa çıkmak için, sağlık sistemlerinin yeniden yapılandırılması ve inovatif müdahale stratejilerinin geliştirilmesi gerekmektedir (Fried ve ark., 2001). Bilişsel bozuklukların yönetimi için gerekli kaynakların artırılması, sağlık hizmetlerinin etkinliğini artıracak ve bireylerin yaşam kalitesini yükseltecektir (Han ve ark., 2015).

2.2. Alzheimer Hastalığının Nöropatolojik Temelleri

Alzheimer hastalığı (AH), nöronal dejenerasyonla karakterize edilen ve bilişsel gerilemeye neden olan en yaygın nörodejeneratif hastalıklardan biridir (Alzheimer's Association, 2022). Bu hastalık, genellikle 65 yaş ve üzeri bireylerde görülse de daha genç yaşlarda da ortaya çıkabilmektedir (Fried ve ark., 2001). Alzheimer hastalığının başlangıcı, genellikle hafıza kaybı ve diğer bilişsel işlevlerdeki gerilemelerle kendini gösterir (Zhao ve ark., 2019). Bu belirtiler, beyindeki nöropatolojik değişikliklerle doğrudan ilişkilidir ve bu değişikliklerin anlaşılması, Alzheimer hastalığı ile ilgili müdahale stratejileri geliştirmek açısından kritik öneme sahiptir (Ju & Tam, 2022). Alzheimer hastalığındaki temel nöropatolojik değişiklikler, beta-amiloid proteinlerinin anormal birikimi ve tau proteinlerinin patolojik değişiklikleridir (Abo & Hamaguchi, 2024). Beta-amiloid plakları, nöronlar arasında birikerek, sinaptik iletişimi bozar ve zamanla nöronların ölümüne yol açar (Rajmohan & Reddy, 2017). Bu plaklar, hastalığın ilerleyişinde erken dönemde belirti veren değişikliklerdendir ve Alzheimer hastalarının beyinlerinde yüksek oranda tespit edilmektedir (De Strooper & Karran, 2016). Diğer bir önemli değişiklik ise tau proteinlerinin anormal fosforilasyonudur. Normalde nöronlarda

mikrotübülleri stabilize eden tau proteinleri, Alzheimer hastalığında anormal birikim gösterir ve neurofibrillary tangles (nöron lifleri yumakları) oluşturur (Medeiros ve ark., 2011). Bu yapılar, nöronların işlevini daha da kötüleştirerek, bilişsel gerilemenin ilerlemesine neden olur (Ju & Tam, 2022). Bu nöropatolojik değişikliklerin, bellek ve düşünme yeteneklerinde ciddi gerilemelere yol açtığını vurgulamaktadır. Bu gerileme, özellikle hafıza kaybı, karar verme süreçlerinde zorluk ve sosyal becerilerde azalma gibi belirtilerle kendini gösterir (Barnes ve ark., 2004).

2.3. Fiziksel Sağlık ve Alzheimer

2.3.1. Sarkopeni ve Fiziksel İşlevsellik

Alzheimer hastalığı ile sıkça ilişkili olan bir diğer durum ise sarkopenidir. Sarkopeni, kas kütlelerinin ve gücünün kaybı olarak tanımlanır ve bu durum, Alzheimer hastalarında fiziksel işlevsellikte daha fazla zorluğa yol açmaktadır (Cruz-Jentoft ve ark., 2019). Araştırmalar, Alzheimer hastalarının sarkopeni riski taşıdığını ve bunun sonucunda fiziksel aktivite düzeylerinin düştüğünü göstermektedir (Zhang ve ark., 2023). Sarkopeninin Alzheimer hastalığı üzerindeki etkileri, sadece fiziksel sağlığı değil, aynı zamanda bilişsel işlevi de olumsuz yönde etkileyebilir (Cruz-Jentoft & Sayer, 2019). Fiziksel aktivite eksikliği, bilişsel gerilemeyi hızlandırarak, bir kısır döngü oluşturur; bu da hastaların bağımsızlıklarını kaybetmelerine ve yaşam kalitelerinin düşmesine neden olur (Angulo ve ark., 2020). Daha fazla araştırma, fiziksel aktivite ve bilişsel işlev arasındaki ilişkiyi anlamak için önemlidir. Aktif bir yaşam tarzının, Alzheimer hastalığı olan bireylerde bilişsel gerilemeyi yavaşlatabileceğine dair kanıtlar mevcuttur (Laurin ve ark., 2001). Fiziksel aktivite, kas kütlelerini korumanın yanı sıra, nöroplastisiteyi teşvik eder ve böylece bilişsel işlevlerin iyileşmesine katkıda bulunabilir (Ahlskog ve ark., 2011).

2.3.2. Alzheimer’da Kas Atrofisi ve Aktivite Etkileşimi

Kas atrofisi, Alzheimer hastalığı (AH) olan bireylerde yaygın bir durumdur ve yaşlılık döneminde sıklıkla gözlemlenen ciddi bir sağlık sorunu olarak öne çıkmaktadır (Liu ve ark., 2022). Alzheimer hastalığı, nöronal dejenerasyon ile karakterize edilen ve bilişsel işlevlerde gerilemeye yol açan bir nörodejeneratif hastalıktır (Alzheimer’s Association, 2022). Bu hastalık, yalnızca bilişsel gerilemeyi değil, aynı zamanda fiziksel sağlığı da olumsuz yönde etkileyebilir (Ju & Tam, 2022). Özellikle fiziksel aktivitedeki azalma, kas

atrofisinin gelişiminde önemli bir faktör olarak kabul edilmektedir (Cruz-Jentoft ve ark., 2019).

Kas atrofisi, Alzheimer hastalığına sahip bireylerde çeşitli mekanizmalar aracılığıyla gelişir. Öncelikle, Alzheimer hastalığının ilerlemesi, bireylerin sosyal etkileşimlerini ve fiziksel aktivitelerini kısıtlar (Ju & Tam, 2022). Bu durum, kas liflerinin küçülmesine neden olur ve fiziksel zayıflığın artmasına yol açar (Gomes ve ark., 2017). Ayrıca, Alzheimer hastalığına eşlik eden psikiyatrik bozukluklar, depresyon ve anksiyete gibi durumlar da fiziksel aktiviteyi azaltır ve dolayısıyla kas atrofisini hızlandırır (Arcoverde ve ark., 2008). Bu bağlamda, kas atrofisi hem fiziksel hem de bilişsel işlevlerdeki gerileme ile ilişkilidir. Fiziksel aktivitenin azalması, kasların zayıflamasına ve dolayısıyla günlük yaşam aktivitelerinin yerine getirilmesinde zorluklara neden olur (Cruz-Jentoft ve ark., 2019). Örneğin, merdiven çıkmak, yürüyüş yapmak gibi basit fiziksel aktiviteler bile, kas kütlelerinin kaybı nedeniyle zor hale gelebilir (Young ve ark., 2020). Alzheimer hastalığı, hastaların günlük yaşam aktivitelerini yerine getirmelerini zorlaştırarak, fiziksel aktivite düzeylerini azaltır (Zhou ve ark., 2022). Bilişsel gerileme, motor becerilerin kaybına ve fiziksel aktivitelerin kısıtlanmasına yol açar; bu durum ise kas atrofisi ile sonuçlanır (Wang ve ark., 2022). Kas atrofisi, kas kütlelerinin ve gücünün kaybını ifade eder ve yaşlı bireylerde sıklıkla karşılaşılan bir durumdur (Cruz-Jentoft ve ark., 2010). Bu kayıp, bireylerin hareket yeteneklerini etkileyerek, bağımsızlıklarını tehdit eder ve yaşam kalitelerini düşürür (Verbrugge & Jette, 1994).

2.3.3. Fiziksel Aktivitenin Önemi

Fiziksel aktivite, Alzheimer hastalığı olan bireyler için kritik bir rol oynamaktadır. Düzenli fiziksel aktivitenin sağlanması, kas atrofisini önlemenin yanı sıra, bilişsel işlevlerin korunmasına da katkı sağlar (Young ve ark., 2020). Aerobik egzersizlerin, bilişsel gerileme sürecini yavaşlatma potansiyeline sahip olduğu gösterilmiştir (Liu-Ambrose ve ark., 2010). Aerobik egzersizler, beyin sağlığını destekleyen nöroprotektif mekanizmaları tetikleyebilir ve bilişsel esnekliği artırabilir (Schuch ve ark., 2016). Yapılan araştırmalar, fiziksel aktivitenin Alzheimer hastalığı olan bireylerde bilişsel işlevleri olumlu yönde etkilediğini göstermektedir (Bhatti, 2020). Örneğin, düzenli yürüyüş ve hafif aerobik egzersizler, bellek ve dikkat gibi bilişsel fonksiyonları

iyileştirebilir (Angulo ve ark., 2020). Bu tür egzersizler, aynı zamanda bireylerin fiziksel sağlığını ve bağımsızlıklarını artırarak, genel yaşam kalitelerini yükseltir (Liu ve ark., 2022).

2.3.4. Egzersiz Programlarının Rolü

Alzheimer hastalığına sahip bireyler için uygun egzersiz programları geliştirmek hem kas atrofisini önlemek hem de bilişsel işlevleri desteklemek açısından büyük önem taşır (Arcoverde ve ark., 2008). Egzersiz programları, bireylerin fiziksel yeteneklerine ve sağlık durumlarına uygun olarak tasarlanmalıdır (Bhatti, 2020). Aerobik egzersizler, kuvvet antrenmanı ve esneme egzersizleri, kas kütlesinin korunmasına ve genel fiziksel sağlığın iyileştirilmesine yardımcı olabilir (Cruz-Jentoft & Sayer, 2019). Ayrıca, grup egzersizleri, sosyal etkileşimi teşvik ederek bireylerin motivasyonunu artırabilir (Angulo ve ark., 2020). Sosyal destek, bireylerin fiziksel aktiviteye katılımını artırmada önemli bir faktördür (Arcoverde ve ark., 2008). Bu bağlamda, Alzheimer hastaları için sosyal etkileşim ve fiziksel aktiviteyi bir arada sunan programların geliştirilmesi hem fiziksel hem de bilişsel sağlık açısından olumlu sonuçlar doğurabilir (Wang ve ark., 2022). Kas atrofisi, Alzheimer hastalığına sahip yaşlı bireylerde önemli bir sağlık sorunu olarak öne çıkmaktadır. Alzheimer hastalığı, bilişsel gerilemenin yanı sıra fiziksel sağlığı da olumsuz etkileyerek, bireylerin yaşam kalitesini düşürmektedir. Ancak, düzenli fiziksel aktivite, bu sorunların üstesinden gelmek ve hem fiziksel hem de zihinsel sağlıklarını korumak açısından kritik bir role sahiptir (Cruz-Jentoft ve ark., 2010). Uygun egzersiz programlarının geliştirilmesi ve uygulanması, Alzheimer hastalığı olan bireylerin bağımsızlıklarını artırmalarına ve yaşam kalitelerini iyileştirmelerine yardımcı olabilir (Liu ve ark., 2022).

2.4. Yaşlılıkta Ruh Sağlığının Önemi

Yaşlı bireylerin ruh sağlığının korunması, genel sağlıkları için kritik bir öneme sahiptir. Özellikle depresyonun erken teşhisi ve tedavisi, bilişsel gerilemenin önlenmesinde önemli bir rol oynar (Aajami ve ark., 2020). Düzenli fiziksel aktivite ve sosyal etkileşimlerin teşvik edilmesi, yaşlı bireylerin ruh sağlığını iyileştirebilir ve depresyon riskini azaltabilir (Strawbridge ve ark., 2002). Ayrıca, bilişsel egzersizler ve psikososyal müdahaleler, depresyon semptomlarını azaltmada etkili olabilir (Xie ve ark., 2021). Yaşlılık döneminde

ruh sağlığı sorunları, bilişsel bozulmalarla yakından ilişkilidir. Depresyon, yaşlı bireylerin yaşam kalitesini tehdit eden önemli bir durumdur. Bu nedenle, yaşlı bireylerde ruh sağlığının korunması, Alzheimer hastalığı ve bilişsel gerileme ile başa çıkmak açısından hayati önem taşımaktadır. Psiko-sosyal müdahale ve destek, depresyonun önlenmesi ve tedavisinde etkili bir strateji olarak öne çıkmaktadır (Sivertsen ve ark., 2015).

2.4.1. Ruh Sağlığı ve Depresyon: Yaşlılıkta Alzheimer ile İlişkisi

Yaşlı bireylerde ruh sağlığı sorunları, özellikle Alzheimer hastalığı (AH) ile birlikte önemli bir sağlık sorunu haline gelmiştir. Depresyon, yaşlılık döneminde yaygın olarak görülen bir ruhsal sorun olup, bireylerin zihinsel işlevlerini olumsuz yönde etkileyebilir (Blazer, 2003). Bu durum, yaşlıların günlük yaşamlarını sürdürme yeteneklerini kısıtlar ve genel yaşam kalitelerini tehdit eder (Sivertsen ve ark., 2015). Depresyonun, bireylerin hayattan tat almasını engellemesi ve sosyal izolasyona yol açması, yaşlılık dönemindeki ruh sağlığı üzerinde ciddi etkiler yaratır (Mutlay ve ark., 2020). Depresyon ile bilişsel gerileme arasındaki ilişki, yaşlı bireylerin genel sağlık durumlarını olumsuz etkileyen bir döngü oluşturur. Bilişsel bozulma, depresyonun belirgin bir semptomu olabilirken, aynı zamanda depresyonu da tetikleyebilir (Blazer, 2003). Çalışmalar, depresyonun, özellikle hafıza ve dikkat gibi bilişsel işlevlerde azalmaya yol açabileceğini ortaya koymuştur (Schmidt ve ark., 2021). Depresyon, Alzheimer hastalığının ilerlemesini hızlandırabilir ve bilişsel işlevlerin kaybını artırabilir (Donovan ve ark., 2016).

2.4.2. Depresyonun Etkileri

Depresyon, yaşlı bireylerde sadece ruhsal sağlığı değil, aynı zamanda fiziksel sağlığı da etkileyebilir. Araştırmalar, depresyonun fiziksel sağlık durumunu kötüleştirerek, kalp hastalığı ve diğer kronik hastalıkların riskini artırabileceğini göstermektedir (Cao ve ark., 2022). Ayrıca, depresyon, bireylerin sosyal etkileşimlerini sınırlandırarak yalnızlık hissini artırabilir ve bu durum, bilişsel gerilemeye zemin hazırlar (Donovan ve ark., 2016). Yalnızlık ve sosyal izolasyon, Alzheimer hastalığı riskini artıran önemli faktörler arasında yer almaktadır (Victor ve ark., 2020).

2.5. Fiziksel Uygunluk ve Bilişsel İşlev: Yaşlı Bireylerdeki Etkileri

Yaşlılık, bilişsel işlevlerde gerileme ve fiziksel sağlığın bozulması gibi zorluklarla dolu bir dönemdir. Bu süreçte, fiziksel aktivitenin rolü giderek daha fazla önem kazanmaktadır.

Son yıllarda yapılan çalışmalar, fiziksel uygunluğun yaşlı bireylerde bilişsel işlev üzerinde olumlu etkiler yarattığını ortaya koymuştur. Özellikle düzenli fiziksel aktivitenin, zihinsel sağlığı iyileştirdiği ve yaşlanma ile ilişkili bilişsel gerilemeyi yavaşlattığı gözlemlenmiştir (Zhao, Huang, & Du, 2022).

2.5.1. Fiziksel Uygunluğun Bilişsel İşlev Üzerindeki Etkisi

Fiziksel uygunluğun yalnızca bedensel sağlıkla sınırlı kalmayan etkileri, yaşlılık döneminde bilişsel işlevler, sosyal etkileşimler ve yaşam kalitesi üzerinde de belirgin biçimde kendini göstermektedir. Güncel literatür, düzenli fiziksel aktivitenin hafıza, dikkat ve yürütücü işlevler gibi bilişsel süreçleri olumlu yönde etkilediğini ortaya koymaktadır. Örneğin, Festa, Medori ve Macrì (2023) tarafından yürütülen çalışma, düzenli egzersizin özellikle yaşlı bireylerde bilişsel performansı artırdığını ve bu etkinin nöroplastisiteyi destekleyici bir mekanizma aracılığıyla gerçekleştiğini göstermektedir. Nöroplastisite, sinaptik bağlantıların yeniden yapılanması yoluyla öğrenme ve hafıza gibi bilişsel süreçlerin güçlendirilmesine katkı sağlamaktadır.

Özellikle aerobik egzersizlerin, beyne giden kan akışını artırarak beyin oksijenlenmesini ve besin maddesi desteğini iyileştirdiği, böylece bilişsel işlevleri geliştirdiği vurgulanmaktadır (Smith ve ark., 2010). Bu fizyolojik etkiler, yalnızca zihinsel performansı artırmakla kalmayıp, aynı zamanda demans ve Alzheimer hastalığı gibi nörodejeneratif durumların ilerleyişini yavaşlatma potansiyeline de sahiptir (Divandari ve ark., 2024). Sanders, Hortobagyi ve Karssemeijer (2020) tarafından yürütülen çok sayıda randomize kontrollü çalışma hem aerobik hem de direnç egzersizlerinin yaşlı erişkinlerde bilişsel işlev üzerinde anlamlı iyileşmelere yol açtığını göstermiştir. Bu bağlamda, fiziksel aktivite, farmakolojik olmayan müdahaleler arasında en erişilebilir ve etkili yaklaşımlardan biri olarak öne çıkmaktadır.

Fiziksel egzersiz, yalnızca genel fizyolojik durumu iyileştirmekle kalmayıp aynı zamanda sinir sistemi üzerinde de doğrudan etkiler oluşturmaktadır. Aerobik egzersizlerin, serotonin, dopamin ve endorfin gibi nörotransmitterlerin salınımını artırarak ruh hali ve motivasyonu desteklediği, bu durumun da dolaylı olarak bilişsel işlevlere olumlu yansıdığı bildirilmektedir (Gomes ve ark., 2017). Öte yandan, direnç egzersizleri, kas

kütlesinin artırılması yoluyla fiziksel dayanıklılığı geliştirirken, bilişsel sağlığı destekleyen hormonal yanıtları da tetiklemektedir (Liu-Ambrose ve ark., 2010).

Yaşlanma süreci, bilişsel fonksiyonlarda çeşitli değişiklikleri beraberinde getirebilir. Bu durum, bilgi işleme hızı, hafıza kapasitesi, dikkat düzeyi ve yürütücü işlevlerde azalma olarak kendini gösterebilir (Idowu & Szameitat, 2023). Bilişsel gerileme, yaşla birlikte artan Alzheimer hastalığı ve diğer demans türleri açısından önemli bir risk faktörüdür. Ancak düzenli egzersizin, bu süreci yavaşlatmada koruyucu bir rol oynadığı, çok sayıda çalışma ile ortaya konmuştur (Bherer ve ark., 2013; Colcombe & Kramer, 2003).

Bilişsel işlevler; öğrenme, hafıza, dikkat, problem çözme, planlama ve görevler arası geçiş gibi yürütücü işlevleri kapsamaktadır (Reuter-Lorenz & Park, 2010; Christiansen ve ark., 2019). Bu işlevler, yaşla birlikte azalabilmekle birlikte, düzenli fiziksel aktivite yoluyla güçlendirilebilir. Wollesen ve Voelcker-Rehage (2014), düzenli egzersizin bilişsel esnekliği artırdığını ve yürütücü işlevlerde belirgin gelişmeler sağladığını belirtmiştir. Egzersiz sırasında salınan nörotrofik faktörler arasında en çok öne çıkanlardan biri, Beyin-Türevli Nörotrofik Faktör (BDNF) olup, sinir hücrelerinin gelişimi, hayatta kalması ve sinaptik plastisite üzerinde kritik rol oynamaktadır (Colucci-D'Amato ve ark., 2020). Dinga ve arkadaşları (2011), düzenli egzersizin BDNF düzeylerini artırarak bilişsel işlevlerin korunmasına önemli katkılar sağladığını vurgulamaktadır.

2.5.2. Sosyal Etkileşim ve Bilişsel Sağlık

Fiziksel egzersizin bilişsel sağlığa katkıları sadece doğrudan nörobiyolojik mekanizmalarla sınırlı kalmayıp, sosyal etkileşimleri artırarak dolaylı yoldan da bilişsel fonksiyonların korunmasına ve iyileşmesine önemli derecede katkı sağlamaktadır (Mandolesi ve ark., 2018). Yaşlılık döneminde sosyal bağların güçlendirilmesi, bilişsel gerilemenin önlenmesi ve mental sağlığın desteklenmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Sosyal katılımın, depresyon, anksiyete gibi psikolojik risk faktörlerinin azaltılmasında etkili olduğu ve bunun sonucunda bilişsel performans üzerinde olumlu sonuçlar doğurduğu araştırmalarla desteklenmiştir (Cacioppo & Hawkey, 2009).

Abo ve Hamaguchi (2024) tarafından gerçekleştirilen güncel bir çalışmada, sosyal katılımın bilişsel gerileme süreçlerini yavaşlatmada belirleyici bir faktör olduğu

belirtilmiştir. Bu bağlamda, grup egzersizlerinin, yalnızca fiziksel faydalar sağlamadığı, aynı zamanda yaşlı bireylerin sosyal etkileşimlerini artırarak zihinsel uyarımı ve motivasyonu güçlendirdiği vurgulanmaktadır. Grup egzersizlerine katılım, sosyal bağları kuvvetlendirirken, bireylerin aidiyet duygusunu ve psikososyal iyilik halini artırmakta, bu da bilişsel işlevlerin sürdürülmesini desteklemektedir (Abo & Hamaguchi, 2024).

Bunun yanı sıra, sosyal etkileşim ve bilişsel sağlık arasındaki bağlantıyı açıklayan nörobiyolojik mekanizmalar da ortaya konmuştur. Sosyal etkileşimlerin stres hormonlarının (kortizol gibi) seviyelerini düşürerek, beyinde inflamasyonu azaltabileceği, böylece bilişsel işlevlerin korunmasına katkı sağladığı bilinmektedir (Cacioppo ve ark., 2015). Ayrıca, sosyal etkileşim, zihinsel uyarımı artırarak sinaptik plastisiteyi destekler ve bilişsel rezervin gelişimine katkıda bulunur (Fratiglioni ve ark., 2004). Bu kavram, beyin yapısal ve işlevsel olarak daha dirençli hale getirerek yaşa bağlı bilişsel düşüşlerin etkilerini azaltma potansiyeline işaret eder.

Egzersiz ve sosyal katılım arasındaki sinerjik etki, multidisipliner yaklaşımların önemini ortaya koymaktadır. Özellikle grup bazlı fiziksel aktiviteler, bilişsel sağlık ve yaşam kalitesi açısından hem fiziksel hem de psikososyal açıdan kapsamlı faydalar sunmaktadır. Bu tür aktivitelerin yaygınlaştırılması, yaşlılıkta sağlıklı bilişsel işlevlerin desteklenmesinde önemli bir strateji olarak görülmektedir (Bherer ve ark., 2013).

2.6. Egzersizin Türleri ve Bilişsel Etkileri

Egzersiz türlerinin bilişsel işlevler üzerindeki etkileri, yapılan araştırmalarla belirlenmiştir. Aerobik egzersizler, kardiyovasküler sağlığı artırarak beyne daha fazla oksijen ve besin maddesi ulaşmasını sağlar (Bu durum, bilişsel işlevlerin gelişimini destekler (Colcombe ve ark., 2006). Aerobik egzersizlerin yanı sıra, direnç antrenmanlarının da bilişsel fonksiyonlar üzerinde olumlu etkileri olduğu gösterilmiştir (Liu-Ambrose ve ark., 2010). Yapılan çalışmalar, düzenli fiziksel aktivitenin özellikle dikkat ve bellek üzerinde belirgin olumlu etkiler yarattığını ortaya koymaktadır (De Greeff ve ark., 2018). Fiziksel aktivite, dikkat dağınıklık unsurlarına karşı direnci artırırken, kısa ve uzun vadeli bellek süreçlerini de güçlendirmektedir (Loprinzi ve ark., 2018).

Yalnızlık ve sosyal izolasyon, yaşlı bireylerde bilişsel gerilemenin hızlanmasına neden olabilir (Cacioppo & Cacioppo, 2014). Düzenli olarak egzersiz yapan bireyler, sosyal bağlarını güçlendirerek, bu tür sorunların önüne geçmektedir (Berkman ve ark., 2000). Sosyal etkileşim, bilişsel süreçleri canlandırarak, zihinsel sağlığı iyileştirmekte ve genel yaşam kalitesini artırmaktadır (Webber ve ark., 2017).

2.7. Bilişsel ve Fiziksel Durumun İyileştirilmesi

Bilişsel ve fiziksel sağlık, yaşlı bireylerin genel yaşam kaliteleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Musich ve ark., 2017). Yapılan çalışmalar, yaşlıların bilişsel ve fiziksel durumlarını iyileştirmek amacıyla çeşitli müdahalelerin denendiğini göstermektedir (Carvalho, Rea, Parimon, & Cusack, 2014). Özellikle demansın ilerlemesini geciktirmek için bilişsel ve fiziksel egzersiz programlarının önemi vurgulanmaktadır. Bu bağlamda, bilişsel ve fiziksel aktiviteleri bir araya getiren çok yönlü programlar, yaşlı bireylerin genel sağlığını desteklemek için etkili bir strateji olarak öne çıkmaktadır. Çeşitli disiplinlerde, özellikle tıp, psikoloji, rehabilitasyon ve spor bilimleri gibi alanlarda, bilişsel veya egzersiz programlarının geliştirilmesine yönelik çabaların arttığı bildirilmektedir (Abo & Hamaguchi, 2024). Bu programlar, yaşlı bireylerin fiziksel aktivitelerini artırarak hem bilişsel hem de fiziksel işlevlerini desteklemeyi hedeflemektedir (Holtzer ve ark., 2011). Fiziksel aktivite, yaşlı bireylerin bilişsel fonksiyonlarını iyileştirmeye yardımcı olabilirken, sosyal etkileşimlerin artırılması da genel sağlık üzerinde olumlu etkilere sahip olmaktadır (Musich ve ark., 2017).

2.8. Egzersiz Programlarının Geliştirilmesi

Yaşlı bireylerin bilişsel sağlıklarını desteklemek için uygun egzersiz programlarının oluşturulması kritik bir öneme sahiptir (Hirsch ve ark., 2015). Bu programların bireylerin fiziksel kapasiteleri, sağlık geçmişleri ve bilişsel ihtiyaçları dikkate alınarak hazırlanması gerekmektedir (Li, Li, & Chen, 2022). Özellikle, bilişsel olarak uyarıcı egzersizlerin (örneğin, dans, grup oyunları) entegre edilmesi, bilişsel fonksiyonların geliştirilmesine yardımcı olabilir (Sánchez-Alcalá ve ark., 2025). Bireylerin düzenli fiziksel aktiviteye teşvik edilmesi, yaşlılık döneminde bilişsel sağlığın korunması için önemli bir stratejidir (Klimova & Dostalova, 2020). Egzersiz, yaşlı bireylerin yaşam kalitelerini artırarak, daha sağlıklı bir yaşlanma süreci geçirmelerini desteklemektedir (Awick ve ark., 2014). Sonuç

olarak, egzersiz, yaşı erişkinlerin bilişsel fonksiyonlarını koruma ve iyileştirme açısından kritik bir rol oynamaktadır (Weuve ve ark., 2004). Düzenli fiziksel aktivite, bilişsel işlevlerdeki gerilemeyi önleyerek, bireylerin zihinsel sağlıklarını desteklemekte ve sosyal katılımlarını artırmaktadır (Hill ve ark., 2024). Bu bağlamda, egzersiz programlarının yaşı bireyler için özelleştirilmesi ve yaygınlaştırılması, sağlıklı bir yaşlanma sürecini teşvik etmek açısından büyük önem taşımaktadır (Bherer ve ark., 2013). Egzersiz, yalnızca fiziksel sağlık için değil, aynı zamanda bilişsel ve sosyal sağlık için de hayati bir unsurdur (Ma ve ark., 2023). Gelecek nesillerin sağlıklı yaşlanması için toplumsal bilinçlendirme ve destekleyici ortamların sağlanması kritik bir hedef olmalıdır (Hill ve ark., 2024).

2.9. Dünya Sağlık Örgütü Önerileri

Dünya Sağlık Örgütü (WHO), yaşı erişkinlerde fiziksel ve zihinsel işlevleri desteklemek amacıyla belirli egzersizler önermektedir. WHO, yaşı bireylerin ruh sağlığını ve fiziksel fonksiyonlarını korumak ve geliştirmek için çok bileşenli egzersiz programlarının uygulanmasının önemine vurgu yapmaktadır (Bull ve ark., 2020). Bu programlar, aerobik, kuvvet, dayanıklılık ve denge gibi farklı bileşenleri içermektedir. Bu tür çok bileşenli egzersiz programları, yaşı bireylerin sosyal etkileşimlerini artırmanın yanı sıra, genel sağlık durumlarını da iyileştirmekte ve bilişsel fonksiyonları desteklemektedir (Haripriya ve ark., 2018). Düzenli olarak uygulanan egzersizler, yaşı bireylerin günlük yaşam aktivitelerini daha bağımsız bir şekilde sürdürmelerine yardımcı olurken, aynı zamanda sosyal izolasyonu azaltarak yaşam kalitesini artırmaktadır (Donovan ve ark., 2016). Çok bileşenli egzersiz programları arasında yer alan aerobik egzersiz, direnç egzersizi, fonksiyonel eğitim ve denge egzersizleri, genellikle yaşı bireyler için yararlı etkiler göstermektedir (Chodzko-Zajko ve ark., 2009). Özellikle, aerobik egzersizler, kalp sağlığını desteklerken bilişsel gerilemeyi yavaşlatabilir. Örneğin, haftada en az 150 dakika orta düzeyde aerobik aktivite önerilmektedir (American College of Sports Medicine, 2021). Bu tür egzersizler, yalnızca fiziksel uygunluğu artırmakla kalmaz, aynı zamanda ruh sağlığını da iyileştirir (Schuch ve ark., 2016). Direnç egzersizleri, yaşı bireylerin kas kütlelerini ve gücünü artırarak, günlük yaşam aktivitelerini daha kolay bir şekilde gerçekleştirmelerine olanak tanır. Ayrıca, bu tür egzersizler, osteoporoz ve düşme riskini

azaltma konusunda önemli faydalar sağlar. Yaşlı bireyler için direnç antrenmanlarının haftada en az iki kez yapılması önerilmektedir (Liu-Ambrose ve ark., 2010).

2.10. Çift Görevli Yürüyüş ve Yaşlı Yetişkinlerin Bilişsel ve Fiziksel Sağlığı

Yaşlılık, bireylerin hem fiziksel hem de bilişsel fonksiyonlarının değişime uğradığı bir dönemdir (Carvalho, Rea, Parimon, & Cusack, 2014). Bu süreçte, günlük aktivitelerin gerçekleştirilmesi, yaşlı bireylerin bağımsızlıklarını sürdürmeleri açısından kritik bir öneme sahiptir (Musich ve ark., 2017). Günlük yaşamda, yaşlı yetişkinler sıklıkla yürüyüş yaparken sohbet etme, düşünme veya telefonda konuşma gibi çift görevli eylemleri yerine getirirler. Çift görevli yürüyüşler, yaşlı bireylerin sosyal etkileşimde bulunmalarına ve fiziksel aktivitelerini artırmalarına yardımcı olsa da bu durum fiziksel stabilite üzerinde olumsuz etkilere yol açabilmektedir (Wollesen & Voelcker-Rehage, 2014). Bu bağlamda, çift görevli yürüyüşlerin etkileri, yaşlıların bilişsel ve fiziksel sağlıkları açısından önem arz etmektedir (Holtzer ve ark., 2011).

2.10.1. Çift Görevli Yürüyüş ve Fiziksel Stabilite

Çift görevli yürüyüş, yaşlı bireylerin bilişsel yüklenmelerini artırarak, yürüyüş esnasında denge ve koordinasyon becerilerini zorlayabilir (Wollesen & Voelcker-Rehage, 2014). Araştırmalar, yürüyüş sırasında bilişsel görevlerin eklenmesi durumunda yaşlıların düşme riskinin arttığını göstermektedir (Falbo ve ark., 2016). Bu durum, özellikle bilişsel işlevlerde azalma yaşayan bireylerde daha belirgin hale gelmektedir (Holtzer ve ark., 2011). Yürüyüş sırasında dikkat dağınıklığı, denge kaybına yol açmakta ve bu da düşme riskini artırmaktadır. Yaşlı bireyler, çift görevli yürüyüş sırasında zihinsel kaynaklarını iki göreve bölmek zorunda kalırlar (Abo & Hamaguchi, 2024). Bu, yürüyüş esnasında dikkatlerinin dağılmasına ve dolayısıyla fiziksel stabilitelerinin olumsuz yönde etkilenmesine neden olabilir. Yürüyüş sırasında bir diğer eylemle meşgul olmak, dengeyi koruma becerisini azaltır ve özellikle yaşlı bireylerde düşme olaylarını artırabilir (Wollesen & Voelcker-Rehage, 2014). Bu nedenle, yaşlı bireylerin çift görevli yürüyüşlerde karşılaştıkları zorluklar, bu tür aktivitelerin dikkatlice değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir (Wang ve ark., 2022).

2.10.2. Yürüyüş Hızı ve Bilişsel Fonksiyonlar

Yürüyüş hızı, bir kişinin genel sağlık durumu, fiziksel dayanıklılığı ve yaşamsal aktivitelerini sürdürme yeteneği hakkında önemli bilgiler sağlayan bir gösterge olarak kabul edilir (Wollesen & Voelcker-Rehage, 2014). Araştırmalar, sağlıklı yaşlı bireylerin, yürüyüş esnasında bilişsel görevleri yerine getirdiklerinde, yürüyüş hızlarının belirgin bir şekilde azaldığını ortaya koymaktadır (Kara ve ark., 2013). Bu durum, bireylerin yürüyüş sırasında bilişsel kaynaklarını iki farklı göreve bölmek zorunda kalmaları ile ilişkilidir (Abo & Hamaguchi, 2024). Çift görevli yürüyüşlerde, yürüyüş sırasında geriye doğru heceleme veya geriye doğru sayma gibi bilişsel aktivitelerin eklenmesi, yaşlı bireylerin dikkat ve konsantrasyon gereksinimlerini artırmakta ve bu da yürüyüş hızında bir düşüşe neden olmaktadır (Holtzer ve ark., 2011).

2.10.3. Yürüyüş Değişkenliği ve Stabilite

Yürüyüş değişkenliği, bir kişinin yürüyüş sırasında sergilediği denge ve koordinasyon düzeyini yansıtan önemli bir ölçüttür (Wollesen & Voelcker-Rehage, 2014). Geriye doğru heceleme veya sayma gibi bilişsel görevlerin yürüyüşe dahil edilmesi, bu değişkenliği artırmakta ve dolayısıyla bireylerin denge ve stabilite kontrolü üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır (Kara ve ark., 2013). Bu tür bilişsel yüklenme, yürüyüş sırasında motor kontrol ve denge becerilerini zorlayarak düşme riskini artırabilir (Abo & Hamaguchi, 2024). Araştırmalar, yaşlı bireylerin yürüyüş sırasında denge sağlama becerilerinin bilişsel dikkatlerinin dağılması durumunda olumsuz yönde etkilendiğini göstermektedir (Holtzer ve ark., 2011). Sağlıklı yaşlı yetişkinlerin kelimeleri geriye doğru hecelerken veya geriye doğru sayarken yürüyüş hızlarının azaldığı ve yürüyüş değişkenliklerinin arttığı görülmektedir (Kara ve ark., 2013). Bu bulgular, yaşlı bireylerin günlük yaşam aktivitelerinde daha etkin ve güvenli olabilmeleri için bilişsel ve fiziksel işlevlerin birlikte geliştirilmesinin önemini vurgulamaktadır. Gelecek araştırmalar, bu etkileşimlerin daha derinlemesine incelenmesi ve yaşlı bireylerin yürüyüş becerilerini geliştirecek stratejilerin belirlenmesi açısından kritik bir rol oynayacaktır (Abo & Hamaguchi, 2024). Çift görev yeteneği, bireylerin aynı anda iki veya daha fazla görevi etkin bir şekilde yerine getirebilme kapasitesidir ve bu yetenek, yürütme işlevine dayanmaktadır (Wollesen & Voelcker-Rehage, 2014). Yürütme işlevi, bir dizi hedefe yönelik karmaşık eylemi planlamak, izlemek ve yürütmek için gerekli olan bilişsel becerilerden oluşur

(Christiansen ve ark., 2019). Bu beceriler, bireyin karar verme, problem çözme ve dikkatini yönetme yeteneklerini içerir, bu nedenle yaşam kalitesinin artırılmasında önemli bir rol oynamaktadır (Diamond, 2013).

2.10.4. Geriye Sayarken Yürüyüş Hızının Azalması

Yaşlılık, bireylerin hem fiziksel hem de bilişsel işlevlerinde çeşitli değişimlere yol açan karmaşık bir süreçtir (Carvalho, Rea, Parimon, & Cusack, 2014). Bu süreçte, motor becerilerin yanı sıra bilişsel işlevlerin etkileşimi, günlük yaşam aktivitelerinin yürütülmesi açısından büyük bir önem taşır (Wollesen & Voelcker-Rehage, 2014). Özellikle, yaşlı yetişkinlerin yürüyüş hızı ve yürüyüş değişkenliği üzerine yapılan araştırmalar, bu bireylerin hem fiziksel hem de bilişsel işlevselliklerinin nasıl etkileşimde bulunduğunu anlamak için kritik bir alan oluşturmuştur (Kara ve ark., 2013).

2.11. Yaşlanmanın Yürütme İşlevine Etkisi

Yaşlanma süreci, bilişsel fonksiyonlarda çeşitli değişimlere yol açmakta ve yürütme işlevinin etkilenmesine neden olmaktadır (Chaparro, Sosnoff, & Hernandez, 2020). Yaşlı bireylerin yürütme işlevlerinin genç bireylere göre daha zayıf olduğunu göstermektedir; bu durum, onların günlük yaşam aktivitelerini gerçekleştirme yeteneklerini kısıtlamaktadır (Idowu & Szameitat, 2023). Özellikle yaşlı yetişkinler, yürüyüş gibi temel aktiviteleri gerçekleştirirken aynı zamanda bilişsel görevleri yerine getirmekte zorlanabilirler, bu da onların genel işlevselliğini olumsuz etkilemektedir (Holtzer ve ark., 2011).

2.11.1. İkili Görev Müdahaleleri ve Fiziksel-Bilişsel Gelişim

Fiziksel-bilişsel ikili görev müdahaleleri, yaşlı bireylerin hem fiziksel sağlığını (örneğin alt ekstremité kas kuvveti) hem de bilişsel işlevini (özellikle yürütme işlevini) geliştirmek için etkili bir yol olarak kanıtlanmıştır (Falbo ve ark., 2016). Bu tür müdahaleler, bireylerin hem bilişsel hem de fiziksel becerilerini aynı anda geliştirmelerine olanak tanır ve yaşlı bireylerin günlük yaşam aktivitelerinde daha bağımsız olmalarına yardımcı olabilir (Weaver & Jaeggi, 2021). Araştırmalar, fiziksel aktivitenin bilişsel işlevleri iyileştirebileceğini, özellikle de yürütme işlevi üzerinde olumlu etkiler yarattığını göstermektedir (Colcombe & Kramer, 2003). Ayrıca, ikili görev uygulamalarının, yaşlı bireylerde düşme riskini azaltma ve genel yaşam kalitesini artırma konusunda önemli rol

oynadığı görülmektedir (Wollesen & Voelcker-Rehage, 2014). Özellikle yürütme işlevinin desteklenmesi, yaşlı bireylerin zihin sağlığını ve fiziksel dayanıklılığını korumak için kritik bir öneme sahiptir (Abo & Hamaguchi, 2024). Yaşlıların düzenli olarak katıldıkları fiziksel-bilişsel aktiviteler, bilişsel rezervin artırılmasına yardımcı olabilir ve böylece yaşlanma ile birlikte gelen bilişsel gerilemeyi yavaşlatabilir (Weaver & Jaeggi, 2021). Sonuç olarak, çift görev yeteneği ve yürütme işlevi arasındaki ilişki, yaşlı bireylerin bilişsel ve fiziksel sağlığını etkileyen karmaşık bir dinamiği yansıtmaktadır (Chaparro, Sosnoff, & Hernandez, 2020; Law ve ark., 2014). Yürütme işlevinin yaşlanmadan etkilenmesi, ikili görevlerin yaşlı bireyler için zorlu hale gelmesine neden olurken, uygun müdahale yöntemleri ile bu durumun üstesinden gelinmesi mümkündür. Gelecekteki araştırmalar, bu müdahale türlerinin etkinliğini artırmaya yönelik stratejiler geliştirmek için kritik bir öneme sahip olacaktır. Ayrıca, bu tür müdahalelerin uzun vadeli etkilerini incelemek, yaşlı bireylerin bağımsızlıklarını koruma ve yaşam kalitelerini artırma konusunda yeni bilgiler sağlayabilir (Holtzer ve ark., 2011). Yürütücü işlev, bireylerin belirli hedeflere ulaşma sürecinde önemli bir rol oynar (Canlı & Kurt, 2023). Bu kavram, karmaşık amaca yönelik davranışların bastırılması, aktarılması, yenilenmesi, planlanması, başlatılması ve izlenmesini içerir. İyi gelişmiş yürütücü işlev, yaşlı bireylerin dinamik dengeyi korumasına yardımcı olur; bu da onların yürüyüş esnasında daha güvenli ve istikrarlı olmalarını sağlar (Divandari ve ark., 2024). Prefrontal korteks (PFK), yürütücü işlevin önemli bir merkezi olarak kabul edilmektedir (Chen ve ark. (2022). Bu alanın özellikle dorsolateral prefrontal lob ile ilişkili olduğunu ve denge ile yürüyüşte kritik bir rol oynadığını belirtmektedir. Mihara ve arkadaşları (Mihara ve ark., 2007). PFK'nin denge kontrolü üzerindeki etkilerini ortaya koyarak, bu bölgenin yaşlı bireylerde yürüyüş ve motor beceriler üzerindeki etkisini vurgulamaktadır. Örneğin, yaşlı bireyler üzerinde yapılan bir çalışmada, karmaşık fiziksel aktivitelerin yürütücü işlev üzerinde olumlu etkiler yarattığı ve dengeyi geliştirdiği gösterilmiştir (Schattin ve ark., 2016). Bu tür aktiviteler, bireylerin bilişsel işlevlerini güçlendirerek, günlük yaşamda daha etkin bir şekilde yer almalarına katkıda bulunmaktadır (Liu-Ambrose ve ark., 2010). Altmışbeş yaş ve üzerindeki bireyler için tasarlanan karmaşık fiziksel aktivite programları hem fiziksel hem de bilişsel gelişimi destekleyici bir işlev üstlenmektedir (Weaver & Jaeggi, 2021). Bu programların, yürütücü işlevin güçlenmesine ve böylece bireylerin günlük yaşam

aktivitelerini daha etkin bir şekilde sürdürmesine katkıda bulunması beklenmektedir. Gelecek araştırmalar, bu tür programların yapısını ve içeriğini daha da geliştirmek için gerekli verileri sağlamaya odaklanmalıdır (Mandolesi ve ark., 2018).

2.11.2. Tek Amaçlı Müdahalelerin Sınırlamaları

Mevcut uygulamaların büyük bir kısmı, yalnızca tek bir alana odaklanan müdahale biçiminde yapılandırılmış olup, yaşlı bireylerin bilişsel ve fiziksel açıdan çok boyutlu gereksinimlerini karşılamada yetersiz kalmaktadır (Abo & Hamaguchi, 2024). Çoğu araştırma, deneklerin toplumdaki yaşlı bireyler veya huzurevlerine kabul edilen yaşlılarla sınırlı kaldığını göstermektedir (Carvalho, Rea, Parimon, & Cusack, 2014). Bu durum, müdahalelerin genel geçerliliğini ve etkisini sınırlayabilir. Tek bir program olarak geliştirilen bilişsel veya egzersiz terapileri, yaşlıların farklı özellikleri açısından kısmen değerlendirilmiştir. Bu da sürekli kullanıldığında etkilerin sınırlı veya yetersiz olmasına yol açabilir (Abo & Hamaguchi, 2024). Özellikle, programların türü ve sayısı gibi kriterlerin belirsizliği, araştırmaların sonuçlarını etkileyen önemli bir faktördür. Çift görevli yürüyüşler gibi karmaşık aktiviteler, yaşlı bireylerin bilişsel ve fiziksel işlevleri üzerinde çok yönlü etkiler yaratabilir (Wollesen & Voelcker-Rehage, 2014). Ancak, bu tür müdahalelerin etkilerinin tam olarak anlaşılabilmesi için daha kapsamlı ve disiplinler arası araştırmalar gerekmektedir (Wang ve ark., 2022).

Yürütme işlevinin yaşlanma ile zayıflaması, çift görev yeteneğini etkileyerek bireylerin dikkat ve konsantrasyon gerektiren durumlarla başa çıkma yetilerini sınırlayabilir (Watson ve ark., 2010). Bu durum, yaşlı bireylerin yürüyüş sırasında bilişsel yükü artıran görevleri yerine getirmekte zorlanmalarına neden olabilir, bu da düşme riski gibi ciddi sağlık sorunlarına yol açabilir (Wollesen & Voelcker-Rehage, 2014).

2.11.3. Gelecek Çalışmalar İçin Öneriler

Yaşlı bireylerin ihtiyaçlarını karşılayacak çok yönlü ve disiplinler arası programların geliştirilmesi, bu konuda atılacak önemli bir adım olacaktır (Musich ve ark., 2017). Bilişsel ve fiziksel aktiviteyi birleştiren programlar, çift görevli yürüyüşlerin olumsuz etkilerini en aza indirmek için etkili bir çözüm sunabilir (Abo & Hamaguchi, 2024). Ayrıca, bilişsel aktivitelerin fiziksel aktivitelerle entegrasyonu, yaşlıların sosyal katılımlarını artırarak genel sağlık durumlarını iyileştirebilir (Carvalho, Rea, Parimon, &

Cusack, 2014). Gelecekteki araştırmalar, bireylerin fiziksel ve bilişsel durumlarını dikkate alarak daha kapsamlı değerlendirmeler yapmalıdır (Wang ve ark., 2022). Özellikle, yaşlı bireylerin günlük yaşam aktiviteleri içerisinde çift görevli yürüyüşlerin nasıl optimize edilebileceği üzerinde durulmalıdır (Abo & Hamaguchi, 2024). Bu sayede hem fiziksel stabiliteyi koruma hem de bilişsel işlevleri artırma hedeflerine ulaşmak mümkün olacaktır (Holtzer ve ark., 2011). Bununla birlikte, toplumda daha fazla yaşlı bireyin fiziksel ve sosyal aktivitelerine katılmasını sağlamak için toplumsal bilinçlendirme kampanyalarının geliştirilmesi de önemli bir adımdır (Musich ve ark., 2017). Sonuç olarak, yaşlı bireylerin günlük yaşamlarında çift görevli yürüyüşler gerçekleştirmeleri, bilişsel ve fiziksel sağlık açısından önemli bir konudur (Wollesen & Voelcker-Rehage, 2014). Ancak, bu tür aktivitelerin olumsuz etkileri göz önünde bulundurularak, yaşlıların bilişsel ve fiziksel durumlarını iyileştirmeye yönelik çok disiplinli ve çok yönlü programlar geliştirilmelidir (Carvalho, Rea, Parimon, & Cusack, 2014). Bu sayede, yaşlı bireylerin yaşam kalitelerini artırmak ve demans gibi bilişsel gerileme durumlarının nlenmesine katkıda bulunmak mümkün olacaktır (Abo & Hamaguchi, 2024).

2.12. Çift Görevli Aktivite ve Prefrontal Korteks Aktivasyonu zerine Analiz

Yaşlı erişkinlerde çift görevli yürüme (dual-task walking) ve engelleri aşmanın Prefrontal korteks (fosfofruktokinaz) aktivasyonu üzerindeki etkileri, motor kontrol ile bilişsel işlev arasındaki etkileşimi anlamada önemli bulgular sunmaktadır (Nbrega-Sousa ve ark., 2020). Nbrega ve arkadaşlarının (2019) alışması, çift görevli yürüyüş sırasında PFK aktivasyonunun artış gösterdiğini ve bunun, tek görevli yürüyüşe kıyasla daha belirgin olduğunu ortaya koymuştur. Çift görevli yürüyüş, bireylerin hem yürüme hem de bilişsel bir görevi aynı anda yerine getirmelerini gerektiren bir durumdur (Wollesen & Voelcker-Rehage, 2014). Bu tür görevler, özellikle yaşlı bireylerde düşme riski ile ilişkilidir; düşme, yaşlılık döneminde ciddi sağlık sorunlarına yol açabilen önemli bir risk faktörüdür (Ambrose ve ark., 2013). Yaşlı erişkinlerde yürüyüş performansının ve denge becerilerinin değerlendirilmesi, bu risklerin azaltılması açısından kritik öneme sahiptir (Woollacott & Tang, 1997). Fosfofruktokinaz, glikoliz yolunda merkezi bir rol oynayan ve glukoz metabolizmasında önemli bir enzimdir (Al Hasawi, Alkandari, & Luqmani, 2014). PFK aktivasyonunun artması, kas hücrelerinde enerji üretimini artırarak performansı olumlu yönde etkileyebilir (Schmitz ve ark., 2012). Çift görevli yürüme

sırasında artan PFK aktivasyonunun hem kas fonksiyonu hem de genel fiziksel performans üzerinde olumlu etkiler yarattığını göstermiştir (Nóbrega-Sousa ve ark., 2020). Bu durum, yaşlı bireylerin fiziksel aktiviteler sırasında bilişsel yük altındayken dahi enerji seviyelerini sürdürebilmelerini sağlar (Huang ve ark., 2022). Nóbrega ve arkadaşlarının (2020) yaptığı çalışma, yaşlı erişkinlerde çift görevli yürüyüşün etkilerini deneysel bir çerçevede incelemiştir. Katılımcılar, tek görevli ve çift görevli yürüyüş koşullarında performansları ile PFK aktivasyonları ölçülmüştür. Elde edilen veriler, çift görevli yürüyüş sırasında PFK aktivasyonunun anlamlı derecede arttığını ortaya koymuştur (Nóbrega-Sousa ve ark., 2020). Bu bulgu, bilişsel ve fiziksel süreçlerin etkileşiminin, yaşlı bireylerin motor becerilerini nasıl etkilediğini anlamak açısından önemli bir katkı sunmaktadır (Schwenk ve ark., 2018). Bu çalışma yaşlı erişkinlerde motor becerilerin ve bilişsel işlevlerin birlikte değerlendirilmesinin önemini vurgulamaktadır. Çift görevli yürüyüşün, PFK aktivasyonunu artırarak yaşlı bireylerin denge ve yürüme performansını iyileştirebileceği sonucuna varılmıştır (Nóbrega-Sousa ve ark., 2020). Gelecek araştırmaların, bu etkileşimin altında yatan mekanizmaları daha ayrıntılı incelemesi ve farklı yaş grupları ile kondisyon seviyelerindeki bireylerde benzer çalışmalar yapması önerilmektedir (Wollesen & Voelcker-Rehage, 2014).

2.12.1. İkili Görev ve Prefrontal Korteks Aktivasyonu

Yaşlı erişkinlerde çift görevli yürüme ve engelleri aşmanın prefrontal korteks aktivasyonu üzerindeki etkileri, son yıllarda dikkat çekici bir araştırma konusu olmuştur (Nóbrega-Sousa ve ark., 2020). Çift görevli yürüyüş esnasında PFK aktivasyonunun, tek görevli yürüyüşe kıyasla belirgin bir şekilde arttığı gösterilmiştir. Bu bulgular, yaşlı bireylerin yürüyüş sırasında bilişsel yük altında daha fazla beyin aktivasyonu gerektirdiğini ortaya koymaktadır (Carvalho, Rea, Parimon, & Cusack, 2014). İşlevsel nörogörüntüleme teknolojilerindeki ilerlemeler, beyin fonksiyonlarını anlamamızda önemli bir rol oynamaktadır. Bu teknolojiler, yalnızca sağlıklı beyin durumları üzerinde değil, aynı zamanda nörolojik ve psikiyatrik durumlarda da önemli veriler sunmaktadır (Kim ve ark., 2022). Örneğin, işlevsel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI), belirli bilişsel görevler sırasında hangi beyin bölgelerinin aktif olduğunu belirlememize yardımcı olmaktadır. Ancak, sıkı bir şekilde kontrol edilen bilişsel görevlerdeki performansın günlük yaşam aktiviteleriyle nasıl ilişkili olduğunu anlamak hala zordur (Kim ve ark., 2022). Yaşlı

bireylerin karşılaştıkları karmaşık görevler, genellikle birden fazla bilişsel işlevi aynı anda kullanmalarını gerektirmektedir (Bauer ve ark., 2007). Bu durum, bilişsel işlevlerdeki değişikliklerin bireylerin günlük yaşam aktivitelerini nasıl etkilediğini anlamak için daha fazla araştırma gerektirdiğini göstermektedir (Divandari ve ark., 2024). Klinik durumların tanı ve tedavisinde, bilişsel görevlerdeki performansın günlük hayattaki karşılıklarını değerlendirmek büyük bir önem taşımaktadır (Cohen ve ark., 2015). Özellikle Parkinson hastalığı veya Alzheimer hastalığı gibi nörolojik durumlarda, bilişsel yükü artıran görevlerin uygulanması, tedavi sürecine katkıda bulunabilir (Mandolesi ve ark., 2018). Bu tür yaklaşımlar, bireylerin bilişsel işlevlerini ve yaşam kalitelerini artırma potansiyeline sahiptir (Liu-Ambrose ve ark., 2010). Yaşlı bireylerde çift görevli yürümenin PFK üzerindeki etkileri, bilişsel işlevlerin ve günlük yaşam aktivitelerinin anlaşılmasında önemli bir rol oynamaktadır (Nóbrega-Sousa ve ark., 2020). İşlevsel nörogörüntüleme teknolojileri, bu ilişkilerin daha derinlemesine incelenmesini sağlayarak, yaşlı bireylerde bilişsel gerileme ile mücadelede yeni stratejilerin geliştirilmesine olanak tanımaktadır (Kim ve ark., 2022). Gelecek araştırmalar, bilişsel görevlerin ve günlük yaşam aktivitelerinin etkileşimini daha iyi anlamak ve bu bilgiyi klinik uygulamalara entegre etmek için kritik olacaktır (Cohen ve ark., 2015).

2.12.2. Yaşlılarda Yürüme ve PFK Aktivasyonu

Yaşlı yetişkinler üzerine gerçekleştirilen bir çalışmada, yürüme koşullarında herhangi bir engel veya bilişsel görev bulunmadığı durumlarda prefrontal korteksin (PFK) aktivasyonunun sağlıklı bir biçimde gerçekleştiği gözlemlenmiştir (Rosso ve ark., 2024). Bu durum, yürüyüş esnasında bilişsel süreçlerin etkili bir şekilde yönetildiğini göstermektedir (Chaparro, Sosnoff, & Hernandez, 2020). Nöral kaynakların devreye alınması, yürüyüş koşullarına ve bilişsel görevlerin gereksinimlerine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Blazer, 2003). Özellikle daha düşük görev taleplerinde, yaşlı bireylerin görev performansını telafi etmek ve bu performansı artırmak amacıyla genç bireylere kıyasla daha fazla nöral kaynak kullanma eğiliminde oldukları belirlenmiştir. Bu telafi edici aktivasyonun özellikle sağ prefrontal kortekste (PFK) yoğunlaştığı anlaşılmaktadır. Ancak, yaşlı bireylerde artan görev zorluğunun, etkinleştirilen beyin bölgelerinin görev taleplerine yeterli şekilde yanıt verememesiyle sonuçlandığı görülmektedir (Reuter-Lorenz & Cappell, 2008). Bu bağlamda, normal yürüyüş, engel

içeren yürüyüş ve bilişsel görevlerle desteklenmiş yürüyüş koşullarında, sağ frontopolar korteks (RFPC), sağ orbitofrontal korteks (ROFC) ve sağ dorsolateral prefrontal korteksin (RDPFK) aktivasyonunun arttığı, ancak bu aktivasyonun yetersiz kalabileceği ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, sol ve sağ dorsolateral prefrontal korteks (LDPFK ve RDPFK) ikili görev engel müzakeresi sırasında belirgin bir şekilde etkinleştirilmektedir, bu da ikili aktivasyonun önemli bir rol oynadığını göstermektedir (Cabeza, 2002). Yaşlı bireylerde yürüyüş zorluğu arttıkça prefrontal korteksin (PFK) aktivasyonu ve fonksiyonel bağlantıları belirgin bir şekilde artmakta, bu da bilişsel kaynakların etkili bir şekilde dağıtılmasını sağlamaktadır (Chen ve ark., 2022). Bu bulgular, yaşlı bireylerin bilişsel-motor etkileşimlerinin karmaşıklığını daha iyi anlamamıza olanak tanımakta ve yaşlanmanın bilişsel süreçler üzerindeki etkilerini vurgulamaktadır (Grobe ve ark., 2017). Özellikle, bilişsel görevlerin yürüyüş üzerindeki etkileri, yaşlı bireylerde düşme riski ve genel yaşam kalitesi açısından kritik bir öneme sahiptir (Yang ve ark., 2020). Sonuç olarak, yaşlı yetişkinlerde bilişsel kaynakların etkin kullanımı ve prefrontal korteksin rolü hem temel araştırmalar hem de klinik uygulamalar açısından önemli bir alan oluşturmaktadır (Sturnieks ve ark., 2025). Toplumda yaşayan yaşlı bireyler arasında fiziksel aktivitenin yaygınlaştırılması, demansın önlenmesi ve geciktirilmesi açısından kritik bir strateji olarak değerlendirilmektedir (Abo & Hamaguchi, 2024). Düzenli fiziksel aktivite, yaşlı bireylerde bilişsel gerilemeyi yavaşlatarak demans riski ile olumlu bir ilişki içinde bulunmaktadır (Häkkinen ve ark., 2021). Fiziksel aktivite, denge ve koordinasyon becerilerini geliştirme potansiyeli ile yaşlı bireylerin günlük yaşamda daha bağımsız olmalarını sağlarken, aynı zamanda yaşam kalitelerini artırmaktadır (Taylor ve ark., 2007). Özellikle fiziksel-bilişsel ikili görev müdahaleleri, hem alt ekstremité kas kuvveti gibi fiziksel sağlık unsurlarını hem de yürütme işlevleri gibi bilişsel işlevleri geliştirmekte etkili bir yöntem olarak kanıtlanmıştır (Falbo ve ark., 2016). Bu tür müdahaleler, denge egzersizleri ile birlikte bilişsel görevlerin entegre edilmesiyle, bireylerin karar verme ve problem çözme becerilerini güçlendirmekte (Hong ve ark., 2021). Ayrıca, altmış beş yaş ve üzeri bireyler için uygun, çok yönlü ve karmaşık fiziksel aktivite programlarının geliştirilmesi, yaşlıların sosyal etkileşimlerini artırarak yalnızlık hissini azaltmaktadır (Ma ve ark., 2023). Sonuç olarak, yaşlı bireylerin fiziksel aktivite düzeylerinin artırılması, sağlık politikaları ve toplum sağlığı açısından büyük önem taşımakta (Bull ve ark., 2020).

Bu çabalar, yaşlıların sağlıklı ve aktif bir yaşam sürmelerine katkıda bulunarak toplumsal refahı artırma hedefine hizmet etmektedir (Kumar & Preetha, 2012).

2.13. Yaşlılıkta İnhibisyon ve Görüntüleme Bulguları

İnhibitör kontrolü, bilişsel süreçlerin yönetiminde kritik bir rol oynayan bir mekanizma olup, bu mekanizmanın anlaşılmasına yönelik ilk nörogörüntüleme araştırmaları, yaşlı bireylerde beyin aktivasyonlarının belirli frontal bölgelerde nasıl değiştiğini ortaya koymuştur (Zhang ve ark., 2017). Özellikle inferior frontal girusta gözlemlenen aktivasyon artışları, yaşlı insanların görevle ilgili bilişsel süreçlerde daha fazla işlevsel katılım sağladığını ve inhibitör kontrol becerilerinin bu bağlamda nasıl çalıştığını göstermektedir. Bu bulgular, yaşlılığın bilişsel süreçler üzerindeki etkilerini anlamak için önemli bir temel sunmaktadır (Li ve ark., 2018). Ancak, mevcut literatürde önemli bir dezavantaj, genç ve yaşlı bireyler arasındaki işlevsel bağlantıların genellikle göz ardı edilmesidir (Schwenk ve ark., 2018). Bu bağlamda, yaşa bağlı beyin değişikliklerinin hem beyin aktivasyonu hem de işlevsel bağlantılar üzerindeki etkileri yeterince derinlemesine incelenmemiştir (Hedden & Gabrieli, 2004). Genç bireylerde gözlemlenen beyin aktivasyonu ile yaşlı bireylerdeki aktivasyon arasındaki farklılıklar, inhibitör kontrol mekanizmalarının yaşa bağlı nasıl değiştiğini anlamak için kritik öneme sahiptir (Salthouse, 2011). Beyin aktivasyonu ile fonksiyonel bağlantı arasındaki ilişkiyi incelemek, nörobilim alanında önemli bir araştırma alanıdır (Park ve Friston, 2013). Beynin farklı bölgeleri arasındaki bağlantıların nasıl kurulduğu ve bu bağlantıların bilişsel işlevler üzerindeki etkileri, özellikle yaşlı bireylerde inhibitör kontrolün nasıl işlediğini anlamamıza katkıda bulunabilir (Van Balkom ve ark., 2020). Örneğin, genç bireylerde daha güçlü ve etkin bir işlevsel bağlantının varlığı, bu bireylerin bilişsel görevleri daha etkili bir şekilde yerine getirmelerine olanak tanırken, yaşlı bireylerde bu bağlantıların zayıflaması veya farklılaşması, bilişsel işlevsellikte belirgin bir azalma ile sonuçlanabilir (Cohen ve ark., 2015).

Ayrıca, yaşlılık dönemindeki bireylerin nörogelişimsel süreçleri ve bunların bilişsel kontrol mekanizmaları üzerindeki etkileri, yaşa bağlı bilişsel gerilemenin anlaşılması açısından kritik bir öneme sahiptir (Reuter-Lorenz ve Cappell, 2008). Genç ve yaşlı bireyler arasındaki işlevsel bağlantıların sistematik bir şekilde incelenmesi, yaşlanma

sürecinde beyindeki değişikliklerin nasıl bir etkileşim içinde olduğunun anlaşılmasına katkıda bulunacaktır (Abellana-Pérez ve ark., 2019). Böylece, nörogörüntüleme yöntemleriyle elde edilen verilerin daha geniş bir perspektifte ele alınması, yaşlı bireylerin bilişsel işlevselliğinin korunması ve geliştirilmesi konusunda yeni stratejilerin belirlenmesine olanak sağlayabilir (Schwenk ve ark., 2018). İnhibitör kontrol mekanizmalarının yaşa bağlı değişimlerini anlamak hem temel nörobilim araştırmaları hem de klinik uygulamalar açısından önemli bir alandır (Naveh-Benjamin, 2000). Bu alanda daha fazla araştırma yapılması, yaşlı bireylerin bilişsel sağlığını artırmak ve yaşlanma ile ilişkili bilişsel işlev kayıplarını en aza indirmek için gerekli müdahalelerin geliştirilmesine zemin hazırlayacaktır (Verhaeghen ve Salthouse, 1997). Böylece, inhibitör kontrolü üzerindeki çalışmalar, yaşlılık döneminde bilişsel işlevselliği destekleyen stratejilerin oluşturulmasına katkıda bulunacak ve bireylerin yaşam kalitesini artırma potansiyelini taşımaktadır (Hertzog ve ark., 2008). fNIRS, taşınabilir ve invazif olmayan yapısı sayesinde yaşlı bireylerin kullanımı için oldukça uygun bir yöntemdir (Huppert ve ark., 2017). Cihazın hafif ve taşınabilir olması, laboratuvar dışındaki ortamlarda rahatlıkla kullanılabilmesini sağlar (Zhang ve ark., 2023). Yaşlı bireylerin teknolojiye olan adaptasyonu göz önünde bulundurulduğunda, fNIRS sistemleri kullanıcı dostu arayüzleriyle bu süreci kolaylaştırır (Von Lümann ve ark., 2021). Yaşlılıkla birlikte bilişsel işlevlerdeki değişiklikler, demans gibi nörolojik hastalıkların erken belirtileri olabilir (Silverberg ve ark., 2011). fNIRS, beynin oksijen tüketimi ve kan akışı hakkında kritik bilgiler sunarak, bilişsel gerilemenin izlenmesine olanak tanır (Miyai ve ark., 2001). Oksihemoglobin ve deoksihemoglobin seviyelerindeki değişiklikler, nöronal aktiviteyi dolaylı olarak gösterir. fNIRS, yaşlı bireylerin motor becerilerini ve denge durumlarını incelemek için de kullanışlıdır. Yürüyüş sırasında beyin aktivitelerinin izlenmesi, denge kaybı riskini değerlendirmek için önemli veriler sağlar (Stuart ve ark., 2018). Bu veriler, yaşlı bireylerin fiziksel aktivitelerini güvenli bir şekilde sürdürmelerine yardımcı olabilir (Ma ve ark., 2023). Portatif fNIRS sistemleri, yaşlı bireylerin doğal yaşam alanlarında kullanılabileceği için ekolojik geçerliliği artırır (Yang ve ark., 2025). Bu sayede, sosyal etkileşimleri ve çevresel faktörlerle ilişkileri hakkında daha kapsamlı bir anlayış geliştirilebilir (Kelly ve ark., 2017).

2.13.1. Alzheimer ve Demansta Bilişsel Görüntüleme

İşlevsel nörogörüntüme teknolojilerinin gelişimi, bilişsel bilimler ve klinik psikiyatri alanında önemli değişimler yaratmıştır. Bu teknolojiler, beyin fonksiyonlarının dinamiklerini ve etkileşimlerini incelemede eşsiz bir fırsat sunmaktadır (Bestmann & Feredoes, 2013). Özellikle işlevsel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) ve pozitron emisyon tomografisi (PET) gibi yöntemler, nöronal aktivitenin dolaylı ölçümünü sağlayarak, bireylerin belirli bilişsel görevler sırasında hangi beyin bölgelerinin devreye girdiğini detaylı bir biçimde gözlemlene imkânı tanır (Kim ve ark., 2022).

Nörogörüntüleme çalışmaları, sağlıklı bireylerdeki beyin işlevleri ile sınırlı kalmayıp, nörolojik ve psikiyatrik durumların incelenmesine de olanak tanımaktadır (Von Lühmann ve ark., 2021). Örneğin, depresyon gibi psikiyatrik hastalıkların nörobiyolojik temellerinin anlaşılmasında, prefrontal korteks ve limbik sistemdeki aktivite değişiklikleri kritik bir rol oynamaktadır (Cerqueira ve ark., 2005). Araştırmalar, bu bölgelerdeki anormal aktivite desenlerinin bireylerin duygusal düzenleme ve stres yanıtı süreçlerini etkileyebileceğini ortaya koymaktadır (Wang & Saudino, 2011). Bununla birlikte, fMRI ve PET gibi tekniklerin sağladığı verilerin, sıkı bir şekilde kontrol edilen laboratuvar ortamındaki bilişsel görevlerdeki performansın günlük yaşam bağlamında nasıl geçerli olduğu konusunda önemli sınırlamalar bulunmaktadır (Leon-Carrion & Leon-Dominguez, 2012). Örneğin, laboratuvar ortamında gerçekleştirilen bellek testlerinde bireylerin gösterdiği performans, karmaşık sosyal etkileşimler ve günlük yaşam aktiviteleri sırasında karşılaştıkları bilişsel yüklerle aynı şekilde ilişkilendirilemeyebilir (Webber ve ark., 2017). Bu durum, nörogörüntüleme bulgularının klinik tanı ve tedavi süreçlerinde nasıl yorumlanması gerektiği üzerine daha fazla tartışma ve araştırma gerektirmektedir (Henderson ve ark., 2020). Ek olarak, nörogörüntüleme verilerinin klinik uygulamalarda nasıl kullanılabileceği, önemli bir araştırma konusu olmuştur. Bu verilerin, bireylerin tedaviye yanıtlarını öngörmek veya farklı tedavi yaklaşımlarının etkinliğini değerlendirmek amacıyla nasıl entegre edilebileceği üzerine yapılan çalışmalar, nörogörüntülemenin potansiyelini artırmaktadır (Petersen ve ark., 2020).

Sonuç olarak, işlevsel nörogörüntüleme teknolojileri, beyin işlevlerinin anlaşılması ve psikopatolojinin incelenmesi açısından önemli bir araç sunmaktadır ancak, bu verilerin klinik uygulamalara entegrasyonu, hala çözülmesi gereken zorluklar ve bilinmezlikler

barındırmaktadır. Gelecek araştırmaların, bu teknolojilerin daha etkili kullanımı için gereksinimleri ve yöntemleri belirlemesi beklenmektedir (Yen ve ark., 2023).

2.13.2. fNIRS ve fMRI ile Beyin Bağlanabilirliği

Fonksiyonel bağlanabilirlik, nörofizyolojik süreçlerin anlaşılmasında önemli bir kavram olarak, serebral korteksin çeşitli alanları arasındaki etkileşimleri ve karşılıklı ilişkileri ifade eder. Bu bağlamda, fonksiyonel bağlanabilirlik, beyin bölgeleri arasındaki işlevsel korelasyonların ölçülmesi yoluyla, karmaşık bilişsel işlevlerin ve davranışsal çıktının arkasındaki nörolojik temel hakkında derin bir anlayış sunar (Rogers ve ark., 2007). Serebral korteksin farklı uzamsal bölgeleri, belirli bilişsel görevleri yerine getirirken birbirleriyle etkileşime girer; bu etkileşimler, bilişsel yük ve görev zorluğuna bağlı olarak değişiklik gösterebilir (Kirschner ve ark., 2009). Beyin aktivitesinin izlenmesinde yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri olan fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI), beyin bölümlerinin oksijen tüketimindeki değişiklikleri ölçerek işlevsel bağlanabilirliği değerlendirmeye yardımcı olur (Huettel ve ark., 2021). Ancak, fMRI'nin bazı sınırlamaları, örneğin, yüksek maliyet, gürültü ve hareket kısıtlamaları gibi unsurlar, araştırmacıların daha esnek ve taşınabilir alternatif yöntemler aramasına yol açmıştır (Farràs-Permanyer, 2015). Bu noktada, fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopisi (fNIRS) devreye girmektedir. fNIRS, yakın kızılötesi ışık kullanarak, oksijenli hemoglobin (oksi-Hb) ve deoksijenli hemoglobin (deoksi-Hb) arasındaki ışık emilimindeki farklılıkları analiz eder (Leon-Carrion & Leon-Dominguez, 2012). fNIRS'nin vücut hareketlerine karşı düşük hassasiyeti, motor görevler sırasında veya dar alanlarda gerçekleştirilmesi gereken aktiviteler için büyük bir avantaj sunmaktadır (Bashar ve ark., 2023). Bu sayede, fNIRS, günlük yaşam aktivitelerinin araştırılmasında, özellikle yürürken akıllı telefon kullanma gibi durumların incelenmesinde etkili bir araç haline gelmektedir (Takeuchi ve ark., 2022). Örneğin, bu tür aktivitelerin, bireylerin düşme riski üzerindeki etkilerini analiz etmek, fNIRS kullanılarak yapılabilmektedir (Holtzer ve ark., 2011). fNIRS'nin açık ve sessiz ortamlarda kolayca uygulanabilir olması, deneysel bağlamda etkinliği artırmakta ve bu sayede araştırmaların doğallığını artırmaktadır (Pinti ve ark., 2018). Ayrıca, daha önceki fNIRS ve fMRI çalışmalarından elde edilen bulgular, sağlıklı yaşlı bireylerde serebral oksijenasyon ile Stroop testi performansı arasında pozitif bir ilişki olduğunu göstermektedir (Huang ve ark., 2022). Bu

tür bulgular, fonksiyonel bağlanabilirlik ve bilişsel performans arasındaki ilişkiyi derinlemesine incelemeye olanak tanıyarak hem nörobilim alanında hem de klinik uygulamalarda önemli içgörüler sunmaktadır (Farràs-Permanyer, 2015). Hem fMRI hem de fNIRS gibi teknikler, beyin işlevselliğinin ve bağlılıklarının anlaşılmasında kritik bir rol oynamakta; bu yöntemler aracılığıyla elde edilen veriler, insan davranışının ve bilişsel süreçlerin nörolojik temellerine dair daha kapsamlı bir bakış açısı sunmaktadır (Choo ve ark., 2010). Fonksiyonel bağlanabilirlik araştırmaları, bireylerin bilişsel, duygusal ve motor işlevlerini etkileyen faktörlerin daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunmakta ve bu alanlardaki teorik ve pratik bilgilerin gelişimine önemli katkılar sağlamaktadır (Farahani, Karwowski, & Lighthall, 2019).

2.13.3. Tedavi ve Müdahale Stratejileri

fNIRS, bilişsel sağlık izleme süreçlerinde önemli bir değerlendirme aracı olarak kullanılabilir. Örneğin, bilişsel rehabilitasyon programlarının etkinliğini izlemek amacıyla bu yöntemle tedavi öncesi ve sonrası beyin aktiviteleri karşılaştırılabilir (Lloyd-Fox, Blasi, & Elwell, 2010). Böylece, hangi müdahalelerin daha etkili olduğu belirlenebilir. Fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopisi, yaşlı bireylerin beyin sağlığını değerlendirmek için kritik bir araçtır (Mei ve ark., 2023). Kullanım kolaylığı ve gerçek dünya koşullarında sağladığı verimlilik, yaşlılık döneminde bilişsel zorluklarla mücadelede önemli bir rol oynar (Kim ve ark., 2022). Bu yöntem, yaşlı bireylerin yaşam kalitelerini artırmak ve bağımsızlıklarını korumak için büyük bir potansiyele sahiptir (Wong ve ark., 2023). Yang ve arkadaşlarının (2023) çalışması, yaşlı yetişkinlerde ikili görev engel müzakeresi sırasında karmaşık yürüme koşullarında prefrontal korteksin (PFC) kortikal aktivasyonunu ve fonksiyonel bağlantısını inceleyerek önemli bulgular sunmaktadır (Yang ve ark., 2020). Araştırma, yürüme zorluğunun arttığı durumlarda sağ PFC'nin aktivasyonunun belirgin bir şekilde artarak iki taraflı aktivasyona geçiş yaptığını ortaya koymuştur; bu durum, sol PFC'nin bilişsel kaynaklarının sağ PFC'yi telafi etme çabası olarak yorumlanabilir (Chen ve ark. (2022). Yani, yaşlı bireylerin yürüme sırasında diğer bilişsel görevleri yerine getirirken, sağ PFC'nin daha fazla devreye girmesi, bilişsel işlevlerin etkin yönetimini gerektirmektedir (Nóbrega-Sousa ve ark., 2020). Bunun yanı sıra, ikili görev engel müzakeresinde bilişsel kaynakların işe alınması, dinamik postüral dengeyi korumak için PFC'deki ilgili beyin alanlarının senkronizasyonu ve

koordinasyonu ile sağlandığı gözlemlenmiştir (Kâhya ve ark., 2019). Bu bulgular, yaşlı bireylerin yürüme ve bilişsel işlevlerini bir arada sürdürme yeteneğinin nasıl evrildiğini anlamak açısından kritik bir öneme sahiptir ve yaşlanma sürecindeki bilişsel-motor etkileşimlerin daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunmaktadır (Grobe ve ark., 2017). Ayrıca, bu çalışma, düşme riskinin azaltılmasına yönelik potansiyel müdahale stratejileri geliştirmek için yeni bir anlayış sunmakta ve gelecekte yapılacak araştırmalara zemin hazırlamaktadır (Sturnieks ve ark., 2025). Sonuç olarak, Yang ve arkadaşlarının bulguları, yaşlı yetişkinlerde bilişsel ve motor fonksiyonların entegrasyonu ile ilgili mevcut bilgileri derinleştirirken, bu süreçlerin yaşam kalitesi üzerindeki etkilerini de vurgulamaktadır (Yang ve ark., 2020).

Amaç

İkili görev bileşenlerini içeren fiziksel aktivite programlarının, altmış beş yaş ve üzeri bireylerde bilişsel, fiziksel işlev ve yaşam kalitesi üzerindeki etkilerini incelemek; ayrıca bu etkilerin fNIRS cihazı aracılığıyla izlenen nörofizyolojik yansımalarını ve beyin aktivitesi üzerindeki etkilerini detaylı bir şekilde değerlendirmektir. Bu çalışma, yaşlı bireylerin sağlıklı yaşam sürmelerini desteklemek için fiziksel ve bilişsel performans arasındaki etkileşimi derinlemesine anlamayı hedeflemekte, böylece yaşlılık döneminde bilişsel gerilemeyi önlemeye yönelik yenilikçi ve etkili müdahale stratejilerinin geliştirilmesine katkıda bulunmayı amaçlamaktadır. Nörofizyolojik değişkenlerin analizi, bu programların etkinliğini ve yaşlı bireylerde bilişsel sağlığı destekleyen müdahale yaklaşımlarını daha iyi anlamak için bilimsel bir zemin sağlamayı amaçlamaktadır.

Alt amaçlar

1. Fonksiyonel Bağımsızlık ve Yaşam Kalitesinin Artırılması: Altmış beş yaş üstü bireylerde ikili görev egzersizleri uygulayarak, bireylerin fonksiyonel bağımsızlığını sağlamayı ve yaşam kalitesini artırmayı hedeflemek. Bu müdahale ile yaşlı bireylerin daha aktif, bağımsız ve sosyal bir yaşam sürmelerine katkıda bulunmak amaçlanmaktadır.
2. İkili Görev Egzersizlerinin Çok Yönlü Gelişim Üzerindeki Etkisi: İkili görev egzersizlerinin, tek bileşenli fiziksel aktivite programlarına göre fiziksel, bilişsel ve psikolojik gelişim açısından daha fazla katkı sağladığını vurgulamak. Bu sayede, ileri yaş bireylerde görülen Alzheimer, demans gibi bilişsel rahatsızlıkların önlenmesine yönelik,

yürütücü işlevi destekleyen bilişsel ve zekâ içerikli aktivitelerin fiziksel aktivitelerle entegre edilmesine olanak tanımak.

3. Fonksiyonel Parametrelerde Gelişim Sağlama: Fiziksel aktivite düzeyinin artmasına bağlı olarak, yürüme ve denge gibi fonksiyonel parametrelerde gelişim ve değişim sağlamak. Bu gelişim, bireylerin gündelik yaşamlarında bağımsızlıklarını korumalarına ve artırmalarına katkıda bulunmak amaçlanmaktadır.

4. Sosyal Etkileşim ve Ruh Sağlığı Üzerindeki Etkiler: İleri yaş bireylerde fiziksel ve bilişsel gelişim sağlayarak yaşam kalitesi düzeylerini artırmak ve sosyalleşmelerini teşvik etmek. Böylece, fiziksel ve bilişsel düzeyleri artan bireylerin stres, depresyon ve kaygı gibi ruhsal problemlerle başa çıkmalarına yardımcı olmak amaçlanmaktadır.

5. Nörofizyolojik Değişimlerin İzlenmesi: Müdahale sonrası ikili görev egzersizinin bilişsel işlev üzerindeki, özellikle yürütme işlevi üzerindeki etkisini işlevsel yakın kızılötesi görüntüleme yöntemi (fNIRS) ile ölçmek. Bu teknik sayesinde, egzersizlerin beyin bölgesindeki doğrudan veya dolaylı etkilerini izlemek ve bu bulgularla müdahale programının etkinliğini bilimsel olarak değerlendirmek.

Problem

İkili görev bileşenlerini içeren fiziksel aktivite programlarının altmış beş yaş ve üzeri bireylerde bilişsel işlev, genel sağlık durumu, depresyon seviyeleri ve yaşam kalitesi üzerindeki etkileri nelerdir? Ayrıca, bu etkilerin arkasındaki nörofizyolojik mekanizmalar nasıl detaylandırılabilir ve bu bilgi, yaşlı bireylerde bilişsel gerilemeyi önlemeye yönelik yenilikçi müdahale stratejilerinin geliştirilmesine nasıl katkı sağlayabilir?

Alt problemler

İkili görev egzersizleri, altmış beş yaş üstü bireylerin fonksiyonel bağımsızlık ve yaşam kalitesi üzerindeki etkileri nelerdir?

Fiziksel aktivite düzeyindeki artış, yürüme ve denge gibi fonksiyonel parametrelerde nasıl bir gelişim sağlamaktadır?

İkili görev egzersizleri, ileri yaş bireylerin sosyal etkileşim ve ruh sağlığı düzeylerini nasıl etkilemektedir?

İşlevsel yakın kızılötesi görüntüleme yöntemi, ikili görev egzersizlerinin bilişsel işlevler üzerindeki etkilerini nasıl ölçmektedir?

Hipotezler

Fonksiyonel Bağımsızlık ve Yaşam Kalitesinin Artırılması: Altmış beş yaş üstü bireylerde ikili görev egzersizlerinin uygulanması, fonksiyonel bağımsızlık ve yaşam kalitesinde anlamlı bir artış sağlayacaktır.

İkili Görev Egzersizlerinin Çok Yönlü Gelişim Üzerindeki Etkisi: İkili görev egzersizleri, tek bileşenli fiziksel aktivite programlarına kıyasla, fiziksel, bilişsel ve psikolojik gelişim üzerinde daha fazla olumlu etki yaratacaktır.

Fonksiyonel Parametrelerde Gelişim Sağlama: Artan fiziksel aktivite düzeyi, yürüme ve denge gibi fonksiyonel parametrelerde belirgin bir gelişim sağlayacak ve bireylerin bağımsızlıklarını artıracaktır.

Sosyal Etkileşim ve Ruh Sağlığı Üzerindeki Etkileri: İkili görev egzersizleri, ileri yaş bireylerin sosyal etkileşimlerini artırarak stres, depresyon ve kaygı düzeylerinde anlamlı bir azalma sağlayacaktır.

Nörofizyolojik Değişimlerin İzlenmesi: İşlevsel yakın kızılötesi görüntüleme yöntemi (fNIRS), ikili görev egzersizlerinin bilişsel işlevler, özellikle yürütme işlevi üzerindeki etkilerini doğrulamak için kullanılabilecek etkili bir yöntemdir.

3. GEREÇ ve YÖNTEM

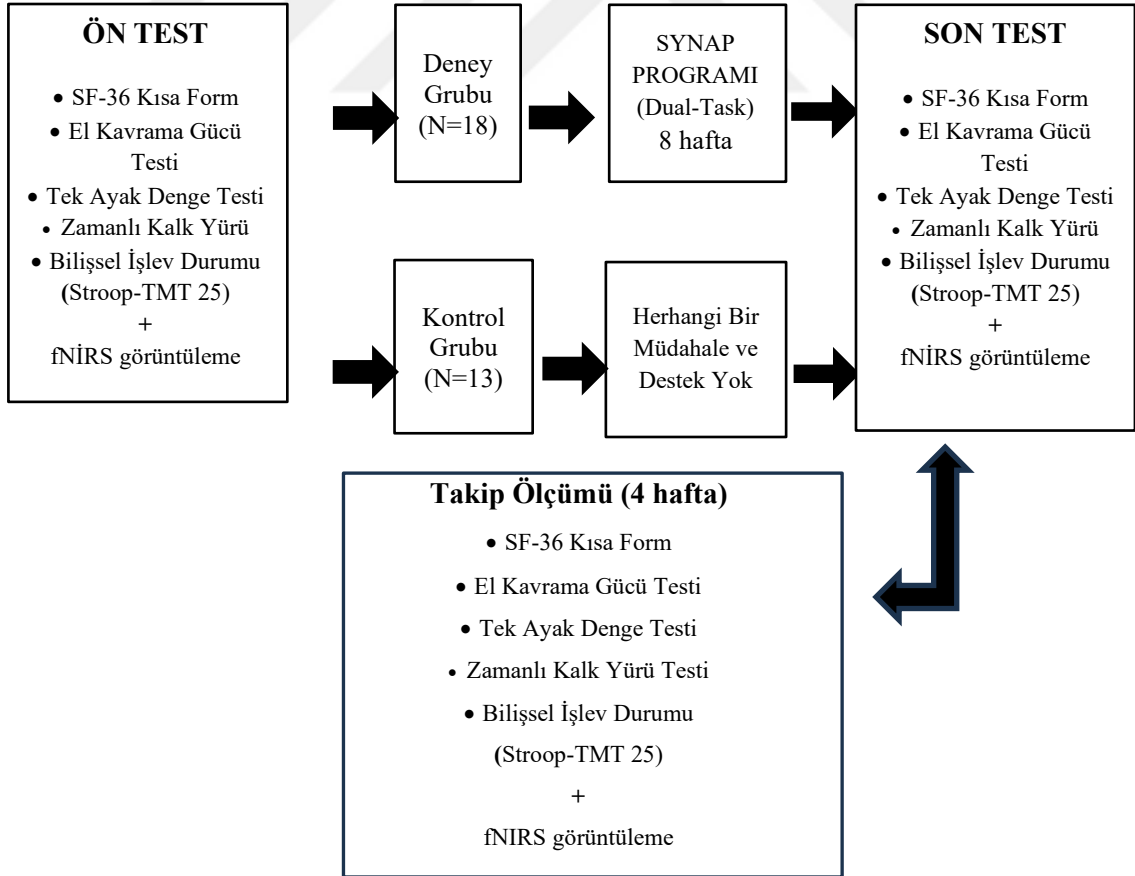
3.1. Araştırma grubu

Bu çalışma, Antalya ilinde 65 yaş ve üzeri bireylere hizmet veren kuruluşlarda (yaşlı evleri, huzur evleri, dernekler, gerontoloji merkezleri, aktif yaşlı merkezleri vb.) gerçekleştirilecektir. Örneklem grubu, müdahale grubunda (n=18) birey ve kontrol grubunda (n=18) birey olmak üzere toplam (n=36) ileri yaş bireyden oluşmaktadır.

Çalışmaya başlamadan önce, Muratpaşa Belediyesi'ne bağlı Soğuksu Yaşlı Evi ve Çifte Kuyular Yaşlı Evi'nde araştırmaya katılmayı kabul eden bireyler için etik kurul onayı alınmış ve tüm katılımcılardan "Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu" doldurmaları istenmiştir.

3.2. Uygulama

ÇALIŞMA TASLAĞI



Şekil 3.1. Uygulama Akış Şeması

Araştırma uygulaması için, Antalya ilinde 65 yaş ve üzeri bireylere hizmet veren Muratpaşa Belediyesi'ne bağlı Soguksu Yaşlı Evi ve Çifte Kuyular Yaşlı Evi seçilmiştir.

Katılımcıların tamamı kadın bireylerden oluşmaktadır. Başlangıçta çalışma grubuna dâhil edilen kontrol grubundaki dört erkek katılımcı, cinsiyet dağılımında homojenliği sağlamak ve analizdeki potansiyel karıştırıcı etkileri ortadan kaldırmak amacıyla çalışmadan çıkarılmıştır. Ayrıca müdahale (egzersiz) grubundaki bir katılımcı takip ölçüm aşamasına katılım göstermemiştir. Kontrol grubunda ise bir katılımcı yalnızca takip ölçümüne katılmamış; bir diğer katılımcı ise hem son test hem de takip ölçüm aşamasına katılmadığı için değerlendirme dışı bırakılmıştır.

3.3. Veri toplama yöntemi

Araştırma, Antalya ili sınırları içerisinde yaşlı bireylere yönelik sosyal ve sağlık odaklı hizmetler sunan Muratpaşa Belediyesi'ne bağlı Soğuksu Yaşlı Evi ve Çifte Kuyular Yaşlı Evi'nde yürütülen faaliyetler kapsamında, bu merkezlerden yararlanan gönüllü bireylerle gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışma, yaşları 65 yaş ve üzeri olan bireylerle yürütülmüştür. Dahil edilme kriterleri arasında; Mini Mental Durum Değerlendirme Testi'nden (MMSE) en az 26 puan almak, Geriatrik Depresyon Ölçeği Kısa Formu'ndan 5 puanın altında skor elde etmek, mevcut kronik rahatsızlıkların medikal olarak kontrol altında olması, bireylerin verilen bilişsel talimatları anlayabilecek düzeyde bilişsel yeterliliğe sahip olmaları ve motor fonksiyonlar açısından hareket ve kabiliyet kısıtlılıklarının bulunmaması yer almıştır. Belirtilen bu kriterleri karşılayan uygun katılımcılar çalışmaya dâhil edilmiştir.

Uygulama öncesinde, katılımcıların vücut kompozisyonuna ilişkin verileri (vücut ağırlığı ve beden kitle indeksi [BKİ]), Japon menşeli bir analiz cihazı (Tanita Body Composition Analyzer, Type SC-330, Japan) kullanılarak elde edilmiştir. Ön test aşamasında hem deney hem kontrol grubundaki bireylerin yaşam kalitesi düzeyi SF-36 Yaşam Kalitesi Ölçeği aracılığıyla; depresyon düzeyleri ise Geriatrik Depresyon Ölçeği (GDÖ) kısa formu ile değerlendirilmiştir. Katılımcılara ait demografik bilgiler, araştırmacı tarafından hazırlanan Kişisel Bilgi Formu yoluyla toplanmıştır.

Araştırmanın müdahale süreci, sekiz hafta boyunca haftada iki gün olacak şekilde toplam 16 oturumdan oluşan bir ikili görev (dual-task) egzersiz programını kapsamaktadır. Müdahale sürecinde, bilişsel ve fiziksel görevlerin eş zamanlı olarak uygulandığı Synap proramı destekli ikili görev egzersizleri kullanılmıştır. Her bir oturum, 5 dakikalık ısınma, 45 dakikalık ikili görev egzersiz uygulaması ve 5 dakikalık soğuma evrelerinden oluşmak üzere toplam 55 dakika sürmüştür. Egzersiz uygulamaları, katılımcıların uygunluklarına göre planlanmış ve deney grubundaki bireylere Soğuksu Yaşlı Evi'nde, Çarşamba ve cuma günleri saat 10:00'da gerçekleştirilmiştir.

Bilişsel işlevler, Stroop Testi ve İz Sürme Testi (Trail Making Test – TMT-25) ile değerlendirilmiş; fiziksel performans düzeyi ise tek ayak üzerinde durma testi aracılığıyla ölçülmüştür. Yürütücü işlevlerdeki değişiklikler, müdahale öncesi ve sonrası gerçekleştirilen Stroop, TMT-25 ve denge testleri esnasında fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopi (fNIRS) yöntemiyle izlenmiştir. Sekiz haftalık müdahale sürecinin ardından tüm katılımcılar için son testler uygulanmış; ardından hem deney hem kontrol grubuna dört hafta süresince herhangi bir müdahale yapılmaksızın pasif takip süreci işletilmiş ve bu sürecin sonunda takip ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

Veri analizi sürecinde, Stroop Testi son test Bölüm C, takip ölçümü Bölüm A ve C ile İz Sürme Testi'ne (Trail Making Test – TMT-25) ait ön test, son test ve takip ölçümü verilerinin normal dağılım göstermediği tespit edilmiştir. Bu nedenle söz konusu parametrelere logaritmik dönüşüm uygulanmıştır. Dönüşüm sonrasında, basıklık (kurtosis) ve çarpıklık (skewness) değerleri incelenmiş ve bu değerlerin normal dağılım için kabul edilen ± 2 aralığında iyileştirildiği görülmüştür (Demir, 2022).

Ayrıca, veri setinde yer alan 29 numaralı katılımcıya ait bazı ölçümlerin uç değer (outlier) niteliği taşıdığı ve genel ortalamayı anlamlı düzeyde etkilediği tespit edilmiştir. Bu nedenle, ilgili veriler kayıp veri olarak işaretlenmeden, istatistiksel olarak düzeltilmiş ve analizlerde bu şekilde değerlendirmeye alınmıştır

3.3.1. Yaşlı Bireyler için Kişisel Bilgi Anketi

Bu anket formu, çalışmaya katılan yaşlı bireylerin sosyo-demografik ve sağlıkla ilişkili özelliklerini belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Katılımcıların cinsiyet, yaş, eğitim

durumu, boy ve kilo ölçümleri, mevcut kronik hastalık geçmişi, alkol ve sigara kullanma durumu gibi temel bireysel özelliklerine ilişkin veriler bu form aracılığıyla toplanmıştır.

3.3.2. Vücut ağırlığı ve yağ yüzdesi ölçümü: biyoelektrik empedans analiz cihazı (Tanita Body Composition Analyzer, Type SC-330, Japan) kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.1. bkz.) Bu yöntem, vücut kompozisyonunu değerlendirmede yüksek doğruluk sağlamakta olup, elde edilen veriler katılımcıların sağlık durumları ve fiziksel uygunlukları üzerinde yapılacak analizlerde kullanılacaktır.



Şekil 3.2. Tanita Vücut Kompozisyonu Analiz Cihazı

3.3.3. Beden Kitle İndeksi (BKI)

Bireyin vücut ağırlığının (kg) boy uzunluğunun (m cinsinden) karesine ($BKI = \text{kg/m}^2$) bölünmesiyle elde edilen bir ölçüttür (World Health Organization [WHO], 2021).

3.3.4. El Kavrama Gücü Testi,

Araştırmada katılımcıların üst ekstremité kuvvet performanslarının değerlendirilmesi amacıyla El Kavrama Gücü Testi uygulanmıştır (Şekil 3.2. bkz.) Yaşa bağlı olarak genel kuvvet ve kas gücünün değerlendirilmesinde kullanılan bu test, T.K.K. 5401 Grip-D (Takei Scientific Instruments Co., Ltd., Japonya) el dinamometresi ile gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.3. El Kavrama Testi

El kavrama kuvveti, bireylerin fiziksel yetkinliklerini ve günlük yaşam aktivitelerini gerçekleştirme kapasitelerini değerlendirmede önemli bir gösterge olup, bu yöntem hem pratik hem de hızlı sonuçlar sağlamaktadır (Musalek & Kirchengast, 2017). Literatürde, el kavrama gücünün sağlık durumu ve fonksiyonel kapasite ile ilişkili olduğu çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur (Vaishya ve ark., 2024; Yoshida ve ark., 2009).

3.3.5. Mini Mental Durum Testi (MMSE)

Bilişsel bozuklukların tespit edilmesi ve kantitatif olarak değerlendirilmesi amacıyla 1975 yılında Standardize Mini Mental Durum Testi (SMMDT) geliştirilmiştir (Folstein, Folstein, & McHugh, 1975). Bu test, bilişsel düzeyin hızlı, pratik ve standardize bir biçimde değerlendirilmesine olanak tanır. SMMDT, kayıt hafızası, hesaplama, dikkat, dil, yönelim ve hatırlama gibi unsurları içeren toplam 11 maddeden oluşmakta ve 30 puan üzerinden değerlendirilir. Puan aralığına göre 24-30 puan, bilişsel işlevlerin normal seviyede olduğunu, 18-23 puan aralığı ise bilişsel işlevlerde hafif bir bozulma olduğunu, 18 puan ve altındaki değerler ise bilişsel işlevlerin belirgin şekilde bozulduğunu göstermektedir Molloy ve Standish (1997), testin daha kullanışlı ve güvenilir bir biçimde uygulanabilmesi için yöntem çeşitliliğini azaltan bir kılavuz yayınlamıştır (Molloy & Standish, 1997). Türk toplumunda bilişsel işlev yeterliliğinin değerlendirilmesi ve sınıflandırılması amacıyla Türkçe adaptasyonlu bir versiyonu kullanılmaktadır. Literatürde yapılan araştırmalar, benzer çalışmalarda bilişsel etkinliklerin değerlendirilmesi için SMMDT'nin sıkça kullanıldığını göstermektedir (Güngen, Ertan, Eker, Yaşar, & Engin, 2002).

3.3.6. SF-36 Yaşam Kalitesi Ölçeği Kısa Formu

Sağlık durumunu ve yaşam kalitesini değerlendirmeye yönelik yaygın olarak kullanılan bir ölçüm aracıdır. İlk kez 1992 yılında Ware ve arkadaşları tarafından geliştirilmiş, başlangıçta 149 maddeden oluşan bu ölçek, zamanla 36 maddeye indirgenmiştir (Jenkinson, Coulter, & Wright, 1993; Rubin & Peyrot, 1999). Bu ölçek, bireylerin sağlık durumlarını incelemek ve değerlendirmek amacıyla hem hastalar hem de araştırmacılar tarafından kolaylıkla uygulanabilmektedir. SF-36, toplamda 36 madde ve 8 alt boyut içermekte olup, bu boyutlar sosyal işlevsellik, duygusal problem kaynaklı kısıtlamalar, fiziksel problemlerden kaynaklanan rol kısıtlamaları, enerji seviyeleri, ağrı, canlılık, genel sağlık durumu ve ruhsal sağlık olarak belirlenmiştir (Koçyiğit ve ark., 1999). Ölçüm, son dört haftalık dönemi dikkate alarak yapılmakta, her bir alt boyut için ayrı toplam puan hesaplanmaktadır; ancak bu puanlar bir araya toplanmamaktadır. Alt boyutların puanları 0 ile 100 arasında değer alır; 0'a yakın puanlar kötü sağlık durumunu, 100'e yakın puanlar ise iyi sağlık durumunu ifade eder. SF-36'nın Türkçe versiyonunun güvenilirlik ve geçerlilik çalışmaları Koçyiğit ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilmiştir (Koçyiğit ve ark., 1999).

3.3.7. Geriatrik Depresyon Ölçeği

Geriatrik Depresyon Ölçeği (GDP), yaşlı bireylerin depresyon seviyelerini değerlendirmek amacıyla Yesavage ve arkadaşları tarafından geliştirilmiştir (Yesavage ve ark., 1982). Bu ölçek, yaşlı bireylerin kolayca anlayabileceği ve yanıtlayabileceği 30 sorudan oluşmaktadır. Sorular, yaşlı popülasyonda sıkça karşılaşılan rahatsızlıkları kapsamakta olup; vücut ağrıları, uyku bozuklukları, cinsel semptomlar, genel rahatsızlık hissi ve somatik sorunlar gibi konuları içermektedir. Yanıtlar, evet/hayır formatında verilmektedir. Ölçeğin temel hedefi, yaşlı bireyler için yanıtlaması basit ve anlaşılır bir araç sunmaktır. GDP'nin geçerliliği ve güvenilirliği, ilgili parametre bileşenlerinin etkililiğini belirlemek üzere değerlendirilmiştir. Puanlama sistemi, "evet" yanıtı için 1 puan, "hayır" yanıtı için 0 puan şeklindedir ve toplam puan, bireyin depresyon düzeyini temsil etmektedir. Brink ve arkadaşları, depresyon tanısı için eşik değerini 11 puan olarak belirlemiş ve bu durumda ölçeğin hassasiyetinin %85, spesifitesinin ise %95 olduğunu rapor etmiştir. 14 puan alındığında hassasiyetin %80'e düştüğü, ancak spesifitenin sağlıklı bireylerle depresif bireyleri ayırt etmedeki duyarlılığının %100'e ulaştığı tespit edilmiştir.

Elde edilen sonuçlar, 0-11 arası puanların depresyon olmadığını, 11-14 arası puanların olası depresyon, 14 ve üzeri puanların ise kesin depresyon tanısı olarak yorumlanabileceğini göstermektedir (Brink, Yesavage, Owen, ve ark., 1982) Ayrıca, ölçeğin Türkçe uyarlaması 1996 yılında Ertan tarafından gerçekleştirilmiştir (Ertan, 1996).

3.3.8. Tek Bacak Denge Ölçümü

Tek Bacak Denge Testi, denge yeteneğinin ve postural kontrolün değerlendirilmesi amacıyla kullanılan etkili bir yöntemdir. Bu test, katılımcıların kollarını yanlarında tutarak, tercih ettikleri bacak üzerinde ayakta durmalarını gerektirir (Bkz. Şekil 3.3). Test uygulaması sırasında, deneklerin gözleri açık olmalı ve yardım almadan mümkün olduğu kadar uzun süre tek bacak üzerinde dengede kalmaları beklenmektedir. Bu yaklaşım, yaşlı bireyler arasında denge yeteneklerini değerlendirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır ve denge performansını etkileyen çeşitli faktörlerin anlaşılmasına olanak tanır (Bohannon, 1997). Katılımcılar 60 saniyeden fazla süreyle tek bacak üzerinde durabiliyorsa, bu durum denge performanslarının "normal" olduğu şeklinde yorumlanmaktadır. Duruş sırasında, destek bacağının kayması veya kaldırılan bacağın yere değmesi durumunda test sona ermiş sayılmaktadır. Bu kriterler, testin geçerliliğini artırmakta ve denge değerlendirmesinin nesnel bir biçimde gerçekleştirilmesine yardımcı olmaktadır. Denge, yalnızca fiziksel bir yetenek değil, aynı zamanda vestibüler sistem, proprioseptif geri bildirim ve görsel algılama gibi çeşitli duyuşal sistemlerin entegrasyonunu da içeren karmaşık bir süreçtir. Bu nedenle, tek bacak denge testi, denge bozukluklarının belirlenmesi ve rehabilitasyon süreçlerinin izlenmesi açısından önemli bir araç olarak değerlendirilmektedir. Test süresinin kaydedilmesi, her katılımcının performansını belirlemek için bir kronometre kullanılarak yapılır. Ölçüm, kaldırılan bacak ile yeniden yere değdiği an arasındaki zaman dilimini temsil eder. Bu ölçüm, katılımcının dengeyi koruma becerisini ve bacak gücünü dolaylı olarak yansıtmaktadır. Tek bacak denge testi, klinik uygulamalarda, fiziksel terapi programlarında ve yaşlılık dönemindeki bireylerin düşme risklerini değerlendirmede sıkça kullanılmaktadır. Araştırmalar, bu testin güvenilir ve geçerli bir yöntem olduğunu göstermektedir, bu da onu hem klinik hem de araştırma bağlamında vazgeçilmez bir araç haline getirmektedir (McLay ve ark., 2020).



Şekil 3.4. Tek Ayak Denge Testi Prosedürü ve Eş Zamanlı fNIRS Görüntüleme

3.3.9. Zamanlı Kalk ve Yürü Testi

Yaşlı bireylerin denge yeteneklerinin ve düşme risklerinin değerlendirilmesine yönelik olarak uygulanan Zamanlı Kalk ve Yürü Testi, deneklerin bir kol desteği olmadan oturduğu bir sandalyeden kalkmasını içermektedir. Testin uygulanması sırasında, denekler "başla" komutunu aldıktan sonra sandalyeden ayağa kalkarak 3 metre uzaklıktaki bir çizgiye yürüyüp etrafında döner ve ardından geri dönerek sandalyeye otururlar. Bu süreçte geçen süre kaydedilir ve eğer katılımcının tamamladığı süre 15 saniyeyi aşıyorsa, bu durum yüksek bir düşme riski işareti olarak değerlendirilir (Podsiadlo & Richardson, 1991). Zamanlı Kalk ve Yürü Testi, yaşlı bireylerin genel mobilite düzeyini ve günlük yaşam aktivitelerini gerçekleştirme yeteneklerini değerlendirmek için etkili bir araçtır. Bu

test, denge ve yürüyüş hızı gibi önemli fonksiyonel yetenekleri ölçmekte ve yaşlı bireylerin bağımsızlıklarını koruma becerilerini ortaya koymaktadır. Aynı zamanda, düşme riski taşıyan bireylerin tespit edilmesine yardımcı olarak, gerekli önlemlerin alınmasına olanak sağlar (Browne & Nair, 2019).

3.3.10. Stroop Testi

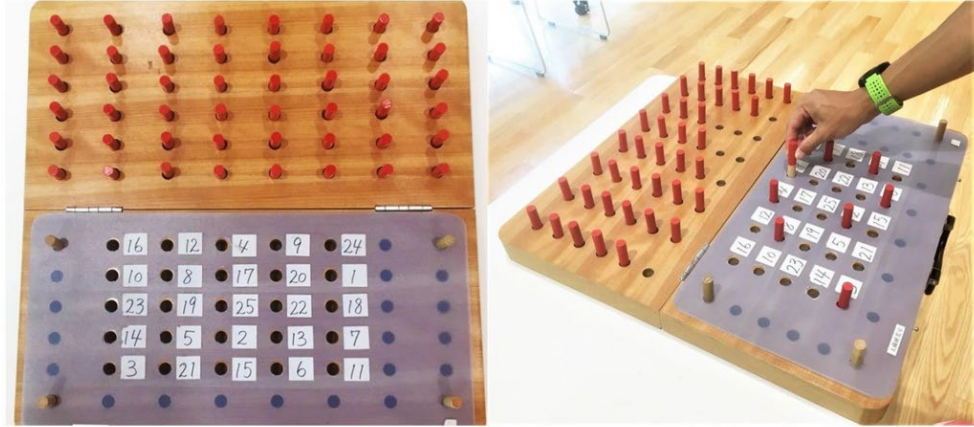
Stroop Testi, 1935 yılında John Ridley Stroop tarafından geliştirilen ve nöropsikolojik değerlendirmede önemli bir yöntemdir. Bilişsel esneklik, dikkat, algıda seçicilik ve inhibisyon yeteneklerini ölçmeyi amaçlar (Stroop, 1935). Stroop etkisi, renk adlarının farklı bir renkte yazıldığı durumlarda, katılımcıların renk adını okumak yerine yazının rengini belirtmekte zorlanmasıdır (Bkz. Şekil 3.4). Test üç temel görevden oluşur: (1) Renk isimlerinin okunması, (2) Renklerin isimlendirilmesi ve (3) Uyumsuz renk yazılımlarının belirlenmesi. Testin süre ve hata sayıları, bilişsel esneklik ve dikkat değerlendirilmesinde kullanılır. Stroop Testi, klinik değerlendirmelerde özellikle yaşlı bireylerin bilişsel yeteneklerini analiz etmek için yaygın olarak kullanılır (Scarpina & Tagini, 2017). Bu çalışmada, Stroop Testi'nin Çapa versiyonu kullanılmıştır. Ülkemizde halihazırda kullanılan Stroop Testi'nin Çapa ve TBAG formları arasında birkaç temel fark bulunmaktadır. Çapa Formu, TBAG Formu ile karşılaştırıldığında şu özelliklere sahiptir: (1) Spontan düzeltme ve hata sayıları değerlendirmeye dahil edilmiştir; (2) Daha az sayıda alt bölüm içerdiği için uygulama süresi daha kısadır; (3) Katılımcılarda renk körlüğü veya renk adlandırma bozukluğu mevcutsa, bu durum testin ilk bölümünde tespit edilebilmektedir; (4) 50 yaş ve üzeri bireyler, araştırma desenine üç ayrı yaş grubunda dahil edildiği için yaşlı popülasyonu temsil etme gücü daha yüksektir; (5) Test materyallerinin ücretsiz olması, Stroop Testi Çapa Formu'nun erişilebilirliğine ve kullanım yaygınlığına önemli bir katkı sağlamaktadır (Emek Savaş ve ark., 2020).



Şekil 3.5. Stroop Testi "A" ve "C" Koşullarının Uygulanması Eşliğinde fNIRS Veri Toplama Prosedürü

3.3.11. İz Sürme Testi (Trail Making Test- TMT-25)

Çalışmada, katılımcılara bilişsel değerlendirme amacıyla Reitan (1958) tarafından geliştirilen İz Sürme Testi (Trail Making Test; TMT) uygulanmıştır (Bkz. Şekil 3.5). Bu test, sayısal bilgi, soyut düşünme, motor hız, görsel-motor kavram tarama, set değiştirme, uyarıcılara fiziksel tepki eğilimi ve konsantrasyon gibi çeşitli bilişsel becerileri ölçmek için uygulanmaktadır (Demakis, 2004). Test, karmaşık görsel tarama bileşenleri içerir ve frontal lobdaki tepkilere duyarlıdır, bu da bilişsel süreçlerin değerlendirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Meguro ve ark., 2003).



Şekil 3.6. İz Sürme Testi

İz Sürme Testi, genellikle iki bölümden oluşur: A ve B bölümleri. A bölümü, yalnızca sayılardan oluşurken, B bölümü hem sayıları hem de harfleri içermektedir. Bu durum, B bölümünün A bölümüne göre daha fazla zorluk içermesine neden olmaktadır. A bölümünde katılımcılar, rastgele yerleştirilmiş sayıları (1-25) doğru bir şekilde sıralı olarak yerleştirmeye çalışırken; B bölümünde ise hem sayıları hem de onlara karşılık gelen harfleri uygun deliklere yerleştirmeye çalışırlar (1-A, 2-B, 3-C, vb.) (Scheer & Sato, 1989). Her iki bölüm için geçen süre (saniye cinsinden), yapılan hata sayısı ve düzeltme sayıları kaydedilir. Test sonuçları, A ve B bölümleri için süre, hata ve düzeltme sayıları üzerinden hesaplanarak, her bölüm için toplam sekiz farklı puan elde edilir. Bu puanlar, katılımcının bilişsel işlevlerini ve tepki sürelerini değerlendirmek için önemli bir veri sağlar (Bkz. Şekil 3.4). Uygulama için belirli bir süre sınırı yoktur; ancak testi tamamlama süresi genellikle 10 dakikayı aşmamalıdır. Bu çalışmada, yalnızca TMT-25 testinin A bölümü kullanılmış ve katılımcıların 1-25 sayıları arasındaki süreleri belirlenmiştir (Cangöz, Karakoc, & Selekler, 2009). (Bkz. Şekil 3.6)



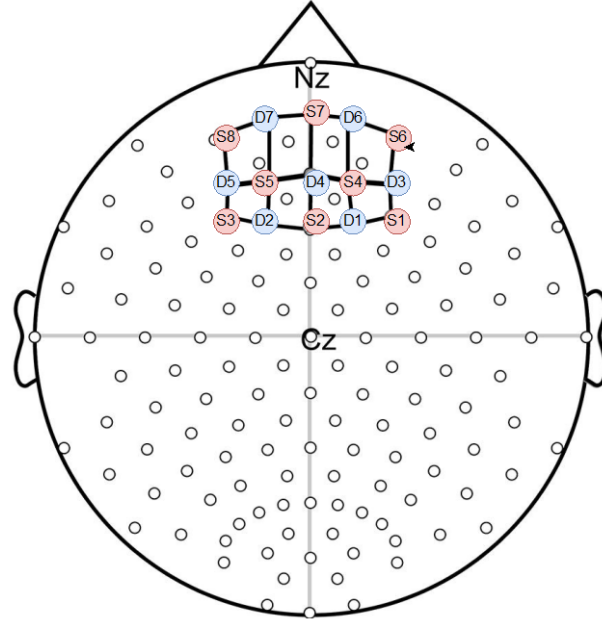
Şekil 3.7. fNIRS Destekli İz Sürme Testi (TMT) ile Beyin Aktivitesinin İncelenmesi

3.3.12. Fonksiyonel Yakın Kızılötesi Spektroskopi (fNIRS)

Çalışma kapsamında deney (n=18) ve kontrol (n=13), toplam (n=31) 65 yaş ve üzeri bireylerde prefrontal korteks (PFK) aktivitesi, fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopi (fNIRS) kullanılmıştır. Kayıtlar iki dalga boyuna (760 nm, 850 nm) sahip taşınabilir bir sürekli dalga NIRSport sistemi (NIRSport2© NIRx Medical Technologies, Berlin, Germany) ile gerçekleştirilmiştir. Veri kaydı 10.2 Hz örnekleme frekansı ile 4 Hz alçak geçiren filtre, $3.0 \mu V < \text{dark noise} < 15.0 \mu V$ ile Aurora veri toplama yazılımı (v2021.4 NIRx Medical Technologies LLC) ile elde edildi. Optodlar katılımcının başına uluslararası 10/20 sistemine (Cobb vd., 1958) göre, prefrontal korteks bölgesine yerleştirilmiş olup 8 LED kaynağı ve 7 dedektör içeren head band kullanılarak sabitlenmiştir. Kaynak- dedektör mesafesi 3 cm'dir. Optot yerleşimi matlab araç kutusu olan fNIRS Optodes Location Decider (fOLD)'a göre değerlendirildiğinde %37 specificity'de Brodmann alanları (BA) 9,10,11,46 kapsayacak şekilde toplam 22 kanaldır (Zimeo Morais vd., 2018). Bu konfigürasyon konsantrasyon, dikkat kontrol, planlama, bilişsel kontrol, karmaşık planlama becerileri ve odaklanma ile ilişkili beyin bölgelerinin aktivasyonunu değerlendirmeye olanak sağlamaktadır. Şekil 1'de kanalların MNI koordinatları ve beyin alanları verilmiştir.

Tablo 3.1. Kullanılan kaynak/dedektör çiftlerinin ifade ettiği kanallar, MNI koordinatları ve beyin alanları

Kanallar	Kaynak/Dedektör	MNI Koordinatları (x, y, z)	Beyin Alanları
1	S1, D1	(31, 42, 52)	Frontal_Sup_R
2	S1, D3	(35, 42, 37)	Frontal_Mid_R
3	S2, D1	(11, 45, 49)	Frontal_Sup_Medial_R
4	S2, D2	(-8, 39, 46)	Frontal_Sup_L
5	S2, D4	(4, 40, 29)	Frontal_Sup_Medial_L
6	S3, D2	(-18, 31, 40)	Frontal_Sup_L
7	S3, D5	(-43, 42, 36)	Frontal_Mid_L
8	S4, D1	(16, 43, 32)	Frontal_Sup_R
9	S4, D3	(29, 60, 32)	Frontal_Sup_R
10	S4, D4	(12, 66, 35)	Frontal_Sup_Medial_R
11	S4, D6	(19, 48, 16)	Cingulum_Ant_R
12	S5, D2	(-11, 42, 30)	Frontal_Sup_Medial_L
13	S5, D4	(-6, 43, 24)	Frontal_Sup_Medial_L
14	S5, D5	(-23, 47, 22)	Frontal_Sup_L
15	S5, D7	(-12, 51, 13)	Frontal_Sup_Medial_L
16	S6, D3	(32, 48, 9)	Frontal_Sup_R
17	S6, D6	(36, 67, 7)	Frontal_Mid_R
18	S7, D4	(-2, 73, 26)	Frontal_Sup_Medial_L
19	S7, D6	(12, 54, 9)	Cingulum_Ant_R
20	S7, D7	(-11, 70, 10)	Frontal_Sup_L
21	S8, D5	(-37, 48, 12)	Frontal_Inf_Tri_L
22	S8, D7	(-30, 62, 4)	Frontal_Sup_L



Şekil 3.8. fNIRS optod yerleşimleri ve ilgili alanlar: Prefrontal korteksi kapsayan fNIRS konfigürasyonu
(Kırmızı daireler kaynak, mavi daireler dedektör ve aralarındaki bağlantılar kanallarıdır.)

fNIRS Veri İşleme

Toplanan ham fNIRS verileri MATLAB (R2017b, The MathWorks Inc., Natick, Massachusetts) yazılımına aktarılmıştır. Kortikal aktiviteyi hareket artefaktlarından ve sistemik gürültüden izole etmek için fNIRS işleme paketi HOMER3 Matlab araç kutusu (Huppert vd., 2009) kullanılmıştır. İlk olarak, ham sinyal seviyeleri 0,001 yoğunluk biriminden (NIRSport2 verileri için, V) düşük veya sinyal-gürültü oranı değeri 5'ten düşük olan kanallar daha ileri analizden çıkarılmıştır (hmrPruneChannels). Yoğunluk, optik yoğunluğa (OD) dönüştürülmüştür (hmrR_Intensity2OD). fNIRS'ın iyi çalışması için hareket artefaktlarına olan duyarlılığı azaltmak amacıyla ön işleme gerçekleştirilmiştir. Dolayısıyla hemodinamik tepki fonksiyonunun (HRF) tahmini üzerindeki hareket artefaktlarının etkisini hafifletmek için çeşitli hareket düzeltme algoritmaları kullanılmıştır. Sırasıyla temel çizgi kaymalarını ve sivri uçları düzeltmek için hem spline-enterpolasyonunu hem de Savitzky-Golay filtrelemesini uygulayan SplineSG hareket düzeltme işlevi kullanılmıştır (hmrR_MotionCorrectSplineSG) (Scholkmann vd., 2010) yumuşatma için önerilen parametre p değerini 0,99'a ayarlayıp 10 saniyelik kare boyutu kullanılmıştır. Optik yoğunluk, Beer-Lambert Yasası (hmrR_OD2Conc) (Cope ve Delpy,

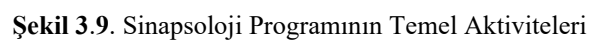
1988; Delpy vd., 1988) yoluyla oksijenlenmiş, oksijensiz hemoglobinin konsantrasyonlarına (sırasıyla HbO, HbR, HbT) dönüştürülmeden önce kardiyak sinyal gibi yüksek frekanslı gürültüyü gidermek için 0,5 Hz'lik bir düşük geçişli filtre (hmrR_BandpassFilt: Bandpass_Filter_OpticalDensity) kullanılmıştır. Daha sonra, hemodinamik yanıt fonksiyonunu (HRF) tahmin etmek için genel bir doğrusal model (hmrR_GLM) uygulanmıştır. GLM'de sıradan en küçük kareler kullanılmış ve 1s genişliğinde ve adımlı ardışık bir Gauss fonksiyonları dizisi uygulanmıştır. GLM, 3. dereceden bir polinom kayma düzeltmesi içermektedir. Bağlı HbO ve HbR konsantrasyonları nöral aktiviteyi yansıtmaktadır (Ferrari ve Quaresima, 2012). HbO ölçümleri, HbR'den daha yüksek bir sinyal-gürültü oranı nedeniyle değişimi daha iyi ifade edeceğinden HbO konsantrasyon değerleri göz önüne alınmıştır. HbO değerlerinin beyin yüzeyinde yansması ve görselleştirilmesi “Colin27” dijital beyin atlasını (Collins vd., 1998) kullanan AtlasViewer MATLAB araç kutusu kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Christopher M. Aasted vd., 2015).

3.3.13. İkili Egzersiz Programı (SYNAP)

Yaşlı yetişkinlerin bilişsel ve fiziksel sağlıklarını desteklemek amacıyla geliştirilen çeşitli egzersiz programları bulunmaktadır. Bu bağlamda, SYNAP (Synaptology) Programı hem güvenli hem de etkili bir oyun benzeri yaklaşım sunmaktadır. Mochiduki (2015) tarafından tanıtılan bu program, yaşlı bireylerin bilişsel işlevlerini desteklerken fiziksel aktivitelerini de artırmayı hedeflemektedir (Mochiduki, 2015). Programın yapısı; SYNAP Programı, geleneksel İkili Görev (Dual-Task) programlarıyla kıyaslandığında daha basit uygulamalara odaklanmaktadır. Örneğin, otururken kelime sayma veya adım atma gibi görevler, katılımcıların zihinsel ve fiziksel becerilerini eşzamanlı olarak geliştirmelerine olanak tanımaktadır (Yamada, Aoyama, Tanaka, Nagai, & Chihashi, 2011). Program, katılımcıların hafıza, hesaplama, öğrenme, dikkat, konsantrasyon, düşünme ve problem çözme gibi bilişsel işlevlerini harekete geçirmektedir (Kuo, Huang, & Yeh, 2018).

Çalışmanın içeriği; SYNAP Programı, katılımcıların sol ve sağ elleriyle renkli toplar kullanarak veya RPS (Taş-kâğıt-makas) sembollerini içeren görevler gerçekleştirmelerini sağlar. Ayrıca, sayıları eklemek, kelimeleri saymak, top atmak ve sembolleri uygulamak gibi bilişsel görevleri de kapsamaktadır. Program, germe, alt vücut egzersizleri ve yürüyüş

Oturum Yapısı; Her oturum, üst kısım için 10 dakikalık nefes alma ve esneklik egzersizleri ile başlamakta, ardından alt gövde egzersizleri ile devam etmekte ve 45 dakikalık SYNAP programı ile sürmektedir. Oturumlar, nefes ve esneme egzersizleri ile 5 dakikalık bir soğuma süreci ile tamamlanmaktadır. Ayrıca, bilişsel görevlerin zorluk derecesi, katılımcıların ilerlemesine bağlı olarak her iki haftada bir artırılmaktadır. Bu yöntem, katılımcıların bilişsel ve fiziksel kapasitelerini geliştirmeyi amaçlamaktadır. SYNAP Programı, yaşlı yetişkinlerin bilişsel ve fiziksel sağlıklarını geliştirmek için tasarlanmış etkili bir müdahale olarak öne çıkmaktadır. Yoon, Isoda ve Okura (2020) tarafından yapılan çalışmalar, programın etkinliğini ilk kez niceliksel verilerle doğrulamıştır. Bu bağlamda, SYNAP'ın uygulama süreci ve yapılandırması, yaşlı bireylerin günlük yaşam kalitelerini artırma potansiyeline sahip olduğu görülmektedir (Yoon, Isoda, & Okura, 2020).



Aktiviteler, sayı sayma, hesaplama, hafıza, problem çözme, görsel renk tanıma ve kelime sayma gibi bilişsel görevlerle birleştirilmiş oyunlardan oluşur. Programın ilk seansı, Taş, Kâğıt, Makas (RPS) oyunu ile başlarken, ikinci seans renkli toplar oyununa geçişle devam eder. Üçüncü oturum ise katılımcıların partnerlerle birlikte ortak oyunlar oynaması üzerine kurulmuştur.

3.4. İstatistiksel Analiz

Verilerin istatistiksel analizi SPSS Programı (Versiyon 22) ve Excel kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tanımlayıcı istatistiklerin ardından, Tabachnick ve Fidell'in (2015) ölçütlerine göre çarpıklık ve basıklık katsayıları (-1.5 ile +1.5 arası) incelenerek normal dağılım varsayımı değerlendirilmiştir. Normal dağılım gösteren değişkenler için ön test, son test ve takip ölçümlerinde deney ve kontrol grubu karşılaştırmaları bağımsız örneklem t-testi ile yapılmış, uygulamanın etkisi tekrarlı ölçümlerde varyans analizi (2 Grup x 3 Zaman) ile belirlenmiş ve takip karşılaştırmasında grupların kendi içindeki değişimleri eşleştirilmiş örneklem t-testi ile incelenmiştir. Normal dağılım göstermeyen değişkenlerde ise ikili karşılaştırmalar için Mann Whitney-U testi, uygulamanın etkisi için Friedman Testi ve takip ölçümlerinde grupların ayrı ayrı değerlendirilmesi için Wilcoxon testi kullanılmıştır. Etki büyüklüğü Cohen's d (0.20 düşük, 0.50 orta, 0.80 büyük) ve eta kare (η^2) (0.01 düşük, 0.06 orta, 0.14 yüksek) değerleri ile değerlendirilmiş, ortalamalar arasındaki farkın anlamlılığı ise $\alpha=0.05$ olarak belirlenmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Demografik Bilgiler ve Başlangıç Değerlendirmeleri

Tablo 4.1. Katılımcıların Yaş, Boy, Kilo, Beden Kitle İndeksi (Bki) ve Mini Mental Durum Değerlendirme (Mms) Puanlarına İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

Ölçüm Kategorisi	Deney Grubu (N=18)	Kontrol Grubu (N=13)	Toplam (N=31)
Yaş (yıl)	71.53 ± 4.39	69.84 ± 4.65	70.84 ± 4.51
Boy (cm)	157.72 ± 4.74	158.92 ± 6.69	158.45 ± 5.63
Kilo (kg)	72.21 ± 9.30	69.64 ± 9.89	71.09 ± 9.55
BKI (kg/m ²)	29.11 ± 3.85	28.28 ± 4.37	28.80 ± 4.08
Mini Mental Test (MMS)	28.50 ± 1.38	27.62 ± 1.12	28.12 ± 1.28

Tablo da görüldüğü üzere, çalışmaya katılan bireylerin yaş ortalaması $70,83 \pm 4,56$ yıl olarak hesaplanmıştır. Deney ve kontrol gruplarının yaş, boy, kilo, beden kitle indeksi (BKİ) ve Mini Mental Durum Değerlendirme (MMS) puanları incelendiğinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir ($p > .05$).

4.2. Bilişsel Testlere İlişkin Bulgular

4.2.1. Stroop Testi Performansı

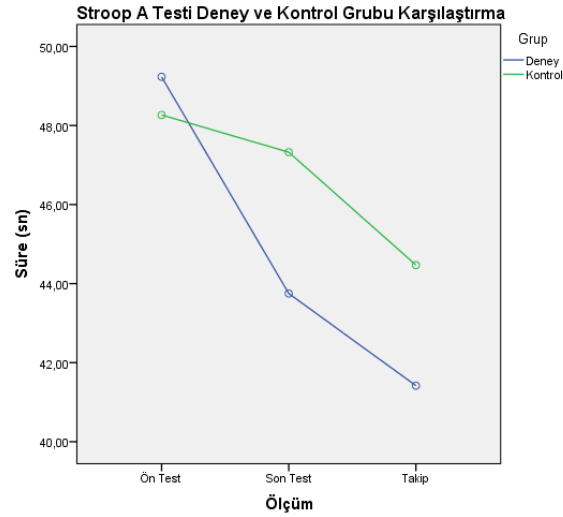
Bu çalışmada, Stroop Testi'nin Çapa versiyonun A ve C bölümleri kullanılmıştır. Stroop Testi Çapa versiyonunun A Bölümü, katılımcıların yalnızca renklerin adlarını hızlı ve doğru bir şekilde adlandırmalarını gerektirir; burada amaç, katılımcıların renk tanıma ve işlem hızlarını ölçmektir. Bu bölüm, herhangi bir bilişsel engel veya interferans olmadan renkleri adlandırma becerisini değerlendirirken, C Bölümü ise daha karmaşık bir bilişsel süreç gerektirir. Bu bölümde, kelimenin anlamı ile yazılı rengin uyumsuz olduğu, yani renk adı ve yazılı renk arasında bir çelişki bulunduğu durumlar sunulur. Katılımcılar, kelimenin anlamını göz ardı ederek yazılı rengin doğru adını vermelidirler. Bu, bilişsel esneklik ve inhibisyon yeteneğini test eder, çünkü katılımcıların otomatik olarak gelen doğru olmayan cevabı engellemeleri ve doğru renk ismini hızlıca seçmeleri beklenir. Bu

iki bölüm, bireylerin dikkat kontrolü, bilişsel esneklik ve otomatik yanıtların engellenmesi gibi temel bilişsel işlevlerini ölçmeyi amaçlar.

Tablo 4.2. Stroop A Testine Ait Ortalama ve Standart Sapma Değerleri ile Varyans Analizi Sonuçları

Gruplar	Ön Test	Son Test	Takip	Tekrarlı Ölçümlerde		
			Ölçümü	Varyans Analiz Sonuçları		
	Ort± SS	Ort± SS	Ort ± SS	Zaman (F)	Zaman× Grup (F)	Grup (F)
Deney (n=17)	49.23 ± 9.51	43.75 ± 9.00	41.42± 7.00	F(2.52) = 30.975 p = .000 η ² =.544	F(2.52) = 5.307 p = .008 η ² .170	F(1.26) = 0.432 p = .517 η ² .016
Kontrol (n=11)	48.27 ± 8.86	47.32± 10.20	44.47± 8.20			

*p<0.05



Şekil 4.10. Stroop A Testi Deney ve Kontrol Grubu Karşılaştırması

Stroop A bölümü değişkenine ilişkin yapılan bağımsız örneklem t-testi sonucunda, çalışmanın başlangıcında deney ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir ($t_{(26)} = 1.133$, $p = .268$).

Uygulama sonrası tekrarlı ölçümler ANOVA sonuçları, zamanın ana etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir ($F_{(2,52)} = 30,975$, $p < .001$), zaman ve grup etkileşimi de anlamlı bulunmuştur ($F_{(2,52)} = 5,307$, $p = .008$). Fakat grup ana etkisi de istatistiksel olarak anlamlı değildir ($F_{(1,26)} = 0,432$, $p = .517$).

Stroop C Testi, Tablo 4.3'te deney ve kontrol gruplarının ön test, son test ve takip ölçümlerine ilişkin ortalama $\pm$ standart sapma değerleri ile tekrarlı ölçüm varyans analiz sonuçları olarak gösterilmiştir.

Tablo 4.3. Stroop A Testinin Deney ve Kontrol Grupları Arasında Yapılan İkili Karşılaştırmalar

Grup	Stroop A	Ort Fark	t	p	d
Deney	Ön- Son	5.31	5.32	.00	1.25
Deney	Ön- Takip	7.81	7.19	.00	1.75
Deney	Son- Takip	2.33	2.95	.09	.72
Kontrol	Ön- Son	1.86	1.66	.13	.48
Kontrol	Ön- Takip	3.80	3.84	.03	1.16
Kontrol	Son- Takip	2.85	2.14	.06	.65

* $p < 0.05$

Stroop A Testinin deney ve kontrol grupları arasında yapılan ikili karşılaştırmaları, Tablo 4.4'te ortalama $\pm$ standart sapma değerleri, t değerleri, p değerleri ve Cohen's d etkisi ile birlikte sunulmuştur.

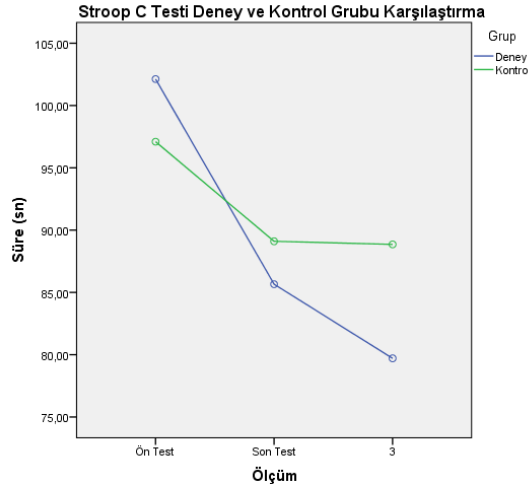
Deney grubunda, Stroop A testi, Ön – Son test karşılaştırması anlamlı bir fark göstermiştir ($p = ,000$), büyük bir etki büyüklüğü ile ($d = 1,25$) sonuçlanmıştır. Ön- Takip karşılaştırmasında da yüksek bir etki büyüklüğü gözlemlenmiş ($d = 1,75$) ve fark anlamlı bulunmuştur ($p = ,000$). Son- Takip karşılaştırması ise orta düzeyde bir etki büyüklüğüne ($d = 0,72$) sahip olup, fark anlamlıdır ($p = ,009$). Kontrol grubunda, Ön- Son karşılaştırması istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p = ,125$) ve etki büyüklüğü küçüktür ($d = 0,48$). Ön- Takip karşılaştırmasında anlamlı bir fark bulunmuş ($p = ,003$) ve orta düzeyde bir etki büyüklüğü elde edilmiştir ($d = 1,16$). Son olarak, Son- Takip

karşılaştırması anlamlı bulunmamış ($p = ,057$), ancak orta düzeyde bir etki büyüklüğü gözlemlenmiştir ($d = 0,65$).

Tablo 4.4. Stroop C Testi: Deney ve Kontrol Gruplarının Ön Test, Son Test ve Takip Ölçümü Sonuçları

Gruplar	Ön Test	Son Test	Takip Ölçümü	Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analiz Sonuçları		
	Ort $\pm$ SS	Ort $\pm$ SS	Ort $\pm$ SS	Zaman (F)	Zaman $\times$ Grup (F)	Grup (F)
Deney (n=17)	102.13 $\pm$ 23.64	85.66 $\pm$ 18.68	79.71 $\pm$ 18.26	$F_{(2,52)}=31.382$ $p = .000$ $\eta^2=.547$	$F_{(2,52)}=3.225$ $p = .048$ $\eta^2=.110$	$F_{(1,26)}=0.009$ $p = .924$ $\eta^2=.000$
Kontrol (n=11)	97.10 $\pm$ 30.34	89.10 $\pm$ 24.59	88.86 $\pm$ 39.70			

* $p<0.05$



Şeki 4.11. Stroop C Testi Deney ve Kontrol Grubu Karşılaştırması

Stroop C bölümü değişkenine ilişkin yapılan bağımsız örneklem t-testi sonucunda, çalışmanın başlangıcında deney ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir ($t_{(29)} = 0.655$, $p = .518$).

Uygulama sonrası tekrarlı ölçümler ANOVA sonuçları, zamanın ana etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir ($F_{(2,52)}=31,382$, $p<,001$) ölçümler arasında genel

bir fark olduğunu görülmektedir. Zaman ve grup etkileşimi de anlamlıdır ($F_{(2,52)}=3,225$, $p=.048$), bu da deney ve kontrol gruplarının zaman içindeki performanslarının farklılaştığını gösterir. Ancak, grup ana etkisi anlamlı değildir [$F_{(1,26)}=0,009$, $p=.924$] bu da gruplar arasında genel bir performans farkı olmadığını belirtir.

Tablo 4.5. Stroop C Testi: Deney ve Kontrol Gruplarının Zaman İçindeki Değişimi

Grup	Stroop C	Ort Fark	t	p	d
Deney	Ön- Son	15.78	4.69	.00	1.20
Deney	Ön- Takip	22.41	7.09	.00	1.70
Deney	Son- Takip	5.95	2.38	.03	.52
Kontrol	Ön- Son	7.94	2.56	.03	.58
Kontrol	Ön- Takip	12.34	2.70	.02	.68
Kontrol	Son- Takip	4.34	2.30	.04	.48

* $p<0.05$

Deney grubunda, Stroop C testi, Ön – Son test karşılaştırması anlamlı bir fark göstermiştir ($p = ,000$), büyük bir etki büyüklüğü ile ($d = 1,20$) sonuçlanmıştır. Ön- Takip karşılaştırmasında da yüksek bir etki büyüklüğü gözlemlenmiş ($d = 1,70$) ve fark anlamlı bulunmuştur ($p = ,000$). Son- Takip karşılaştırması ise orta düzeyde bir etki büyüklüğüne ($d = 0,52$) sahip olup, fark anlamlıdır ($p = .03$). Kontrol grubunda, Ön- Son karşılaştırması istatistiksel olarak anlamlı ($p = .03$) ve etki büyüklüğü orta düzeyde ($d = .58$) olduğu, Ön- Takip karşılaştırması istatistiksel olarak anlamlı ($p = .02$) ve yüksek düzeyde bir etki büyüklüğü olduğu ($d = .68$) ve Son- Takip karşılaştırması istatistiksel olarak anlamlı ($p = .04$), ve orta düzeyde bir etki büyüklüğü gözlemlenmiştir ($d = 0,48$).

4.2.2. İz Sürme (TMT) Testi

İz Sürme Testi (Trail Making Test- TMT), bilişsel işlevleri değerlendirmek amacıyla kullanılan nöropsikolojik bir testtir. TMT-A dikkat ve işlem hızını, TMT-B ise yürütücü işlevleri, bilişsel esnekliği ve zihinsel geçiş becerisini ölçer. TMT-25 versiyonu, özellikle yaşlı bireylerde uygulama süresini kısaltarak bilişsel değerlendirmeyi daha pratik hale getiren bir uyarlamadır. Bu test, yaşa bağlı bilişsel değişimlerin belirlenmesinde ve müdahalelerin etkililiğinin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır.

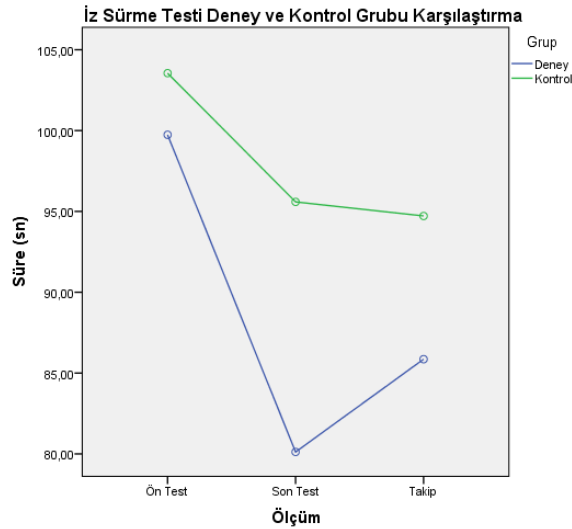
Bu çalışmada test, ikili görev egzersizleri öncesi, sonrası ve takip ölçümünde hem deney hem de kontrol grubundaki yaşlı bireylere uygulanmıştır.

Tablo 4.6. İz Sürme (TMT) Testi İkincil Varyans Analizi Sonuçları

Gruplar	Ön Test	Son Test	Takip Ölçümü	Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analiz Sonuçları		
	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS	Zaman (F)	Zaman x Grup (F)	Grup (F)
Deney (n=17)	99.74 ±23.30	80.12 ±18.33	85.86 ±19.44	$F_{(2,52)} = 11.324$ $p = .000$ $\eta^2 = .303$	$F_{(2,52)} = 2.283$ $p = .112$ $\eta^2 = .081$	$F_{(1,26)} = 1.100$ $p = .304$ $\eta^2 = .041$
Kontrol (n=11)	103.55 ±32.62	95.59 ±28.08	94.72 ±31.74			

* $p < 0.05$

İz Sürme (TMT) Testi ikincil varyans analizi sonuçları, Tablo 4.7’de deney ve kontrol gruplarının ön test, son test ve takip ölçümlerine ilişkin ortalama $\pm$ standart sapma değerleri ile tekrarlı ölçümlerdeki varyans analiz sonuçları şeklinde sunulmuştur.



Şekil 4.12. İz Sürme Testi Deney ve Kontrol Grubu Karşılaştırması

İz Sürme (TMT) Testi değişkenine ilişkin yapılan bağımsız örneklem t-testi sonucunda, çalışmanın başlangıcında deney ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir ($t_{(29)} = 0.009$, $p = .993$).

Uygulama sonrası tekrarlı ölçümler ANOVA sonuçları, zamanın ana etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir ($F_{(2,52)} = 11,324$, $p < .001$), ancak zaman ve grup etkileşimi anlamlı bulunmamıştır ($F_{(2,52)} = 2,283$, $p = .112$), ve grup ana etkisi de istatistiksel olarak anlamlı değildir ($F_{(1,26)} = 1,100$, $p = .304$).

Tablo 4.7. İz Sürme (TMT) Testi İkili Karşılaştırma Sonuçları

Grup	İz Sürme	Ort Fark	t	p	d
Deney	Ön- Son	19,63	4.85	.00	0.89
Deney	Ön- Takip	13,88	3.36	.04	0.61
Deney	Son- Takip	-5,73	-2.06	.06	0.38
Kontrol	Ön- Son	1.86	1.66	.13	0.30
Kontrol	Ön- Takip	3.80	3.84	.03	0.70
Kontrol	Son- Takip	2.85	2.14	.06	0.39

* $p < 0.05$

Gruplar arası analiz sonuçlarına göre, deney grubunda ön test ile son test puanları arasında anlamlı bir fark saptanmıştır ($t(4.85) = 19.63$, $p < .05$, $d = 0.89$). Ön test ile takip testi puanları arasındaki fark da anlamlıdır ($t(3.36) = 13.88$, $p < .05$, $d = 0.61$). Ancak son test ile takip testi arasındaki fark anlamlı değildir ($t(-2.06) = -5.73$, $p = .06$, $d = 0.38$). Kontrol grubunda ise ön test ile son test puanları arasında anlamlı bir fark bulunmazken ($t(1.66) = 1.86$, $p = .13$, $d = 0.30$), ön test ile takip testi ($t(3.84) = 3.80$, $p < .05$, $d = 0.70$) ve son test ile takip testi ($t(2.14) = 2.85$, $p = .06$, $d = 0.39$) arasındaki farklar anlamlılık sınırında yer almaktadır.

4.3. Fiziksel Testlere İlişkin Bulgular

Çalışmada fiziksel testler, deney ve kontrol gruplarına ön test aşamasında uygulanmaya başlamıştır. Deney grubuna 8 hafta haftada 2 kez toplam 16 oturum ikili görev egzersizleri uygulanmıştır. Her iki grup da ön test, son test ve takip ölçümlerine katılmıştır. Bu süreçte, katılımcıların fiziksel performansını değerlendirmek amacıyla aşağıda açıklanan fiziksel test ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

El Kavrama Gücü Testi, yaşa bağlı genel kuvvet ve kas gücünü ölçerek üst ekstremité performansını belirlemeye yönelik bir değerlendirme aracı olarak kullanılmıştır.

Tek Bacak Denge Testi, deneklerin tercih ettikleri bacak üzerinde gözleri açık ve yardım almadan mümkün olan en uzun süre dengede durma kapasitesini ölçmüştür. Ayrıca, Denge ve Yürüme Performans Testi (Timed Up and Go) ile katılımcıların sandalyeden kalkıp belirli bir mesafe yürüyerek tekrar sandalyeye oturmaları sırasında geçen süre ölçülmüş ve böylece yaşlı bireylerde düşme riski değerlendirilmiştir.

4.3.1. El Kavrama Kuvveti Testi

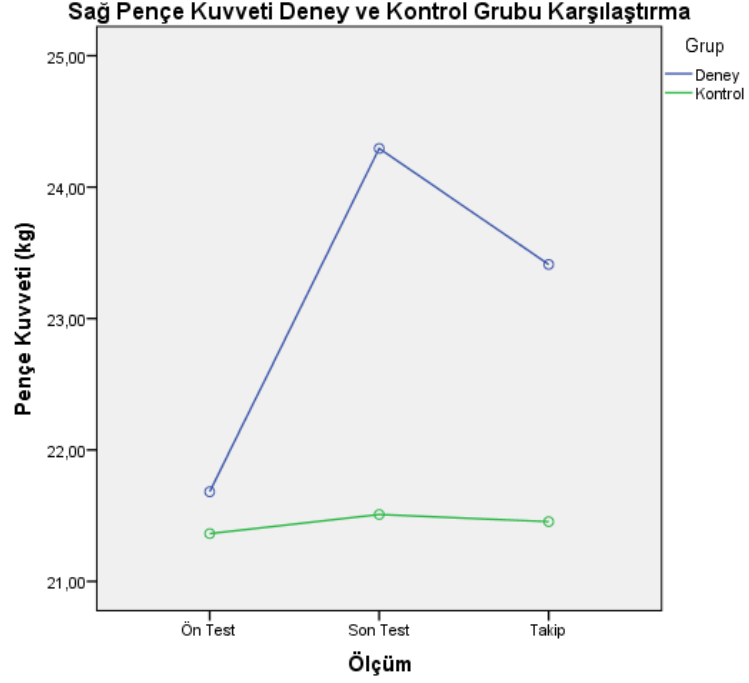
El kavrama kuvveti testi, bireylerin üst ekstremité kas gücünü değerlendirmek amacıyla kullanılan yaygın ve güvenilir bir ölçüm yöntemidir. Bu test, genellikle bir el dinamometresi aracılığıyla gerçekleştirilir ve bireyin maksimum izometrik el kavrama gücünü belirler. Yaşlı bireylerde fiziksel işlevselliğin ve kas gücünün bir göstergesi olarak önemli bir parametre sunar. Aynı zamanda genel sağlık durumu, yaşam kalitesi ve sarkopeni gibi yaşa bağlı kas kayıplarının değerlendirilmesinde de yaygın biçimde kullanılmaktadır. Bu çalışmada test, ikili görev egzersizleri öncesi, sonrası ve takip ölçümünde hem deney hem de kontrol grubundaki yaşlı bireylere uygulanmıştır.

Tablo 4.8. Katılımcıların Sağ El Kavrama Kuvvet Puanlarına Göre Zaman ve Grup Etkisine Göre Dağılımı

Grup	Ön Test		Son Test Takip		Zaman (F)	Zaman × Grup (F)	Grup (F)
Deney (n=17)	Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS		F(2.52)=4.646 p = .014 η ² = 0.15	F(2.52) =3.723 p = .031 η ² = 0.13	F(1.26) = 2.018 p = .167 η ² = 0.07
Kontrol (n=11)	21.36 ± 3.34	21.51 ± 2.97	21.45 ± 3.89				

*p<0.05

Katılımcıların sağ el kavrama puanlarının zaman ve grup etkisine göre dağılımı, Tablo 4.9'da ortalama ± standart sapma değerleri ile birlikte zaman, zaman × grup ve grup etkilerine ilişkin varyans analiz sonuçları şeklinde sunulmuştur.



Şekil 4.13. Sağ El Kavrama Kuvveti Deney ve Kontrol Grubu Karşılaştırma

Çalışma öncesinde sağ el kavrama kuvveti için yapılan analizde, deney ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Deney grubunun t değeri ($t_{(29)} = 0.087$, $p = 0.989$) ve kontrol grubunun t değeri ($t_{(29)} = 0.200$, $p = 0.988$) olarak elde edilmiştir. Her iki p değeri de 0,05'in çok üzerinde olduğundan, bu sonuçlar gruplar arasında sağ el kavrama kuvveti açısından ön test aşamasında anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir.

Zaman faktörü sağ el kavrama kuvveti ölçüm puanları üzerinde anlamlı bir etkiye sahiptir ($F_{(2,52)} = 4,646$, $p = ,014$), ölçüm zamanları arasında belirgin bir fark olduğunu belirlenmiştir. Ayrıca, zaman $\times$ grup etkileşimi anlamlı bulunmuştur ($F_{(2,52)} = 3,723$, $p = ,031$), Ancak grup ana etkisi deney ve kontrol grubunda anlamlı değildir ($F_{(1,26)} = 2,018$, $p = ,167$).

Tablo 4.9. Sağ El Kavrama Kuvveti Testi: Deney ve Kontrol Grupları Arasındaki İkili Karşılaştırmalar

Grup	Sağ El Kavrama (kg)	Ort Fark	t	p	d
Deney	Ön- Son	-2.64	t(17) = -6.77	.00	-1.60
Deney	Ön- Takip	-1.73	t(16) = -2.14	.048	-.52
Deney	Son- Takip	.88	t(16) = 1.41	.18	.34
Kontrol	Ön- Son	-.20	t(11) = -.74	.48	-0.21
Kontrol	Ön- Takip	-.09	t(10) = -.14	.90	-.04
Kontrol	Son- Takip	.05	t(10) = .08	.94	.02

*p<0.05

Deney ve kontrol gruplarının zaman içindeki ikili karşılaştırma sonuçları, Tablo 4.11’de Sağ el kavrama kuvveti kapsamında sunulmuştur.

Sağ el kavrama kuvveti testinde deney grubu, Ön- Son karşılaştırması anlamlı bir fark göstermiştir (p = ,000), büyük bir etki büyüklüğü ile (d = -1,60) sonuçlanmıştır. Ön- Takip karşılaştırması da anlamlıdır (p = ,048) ve orta düzeyde bir etki büyüklüğü bulunmuştur (d = -0,52). Ancak, Son- Takip karşılaştırması istatistiksel olarak anlamlı değildir (p = ,179) ve etki büyüklüğü küçüktür (d = 0,34).

Kontrol grubunda, Ön- Son karşılaştırması anlamlı değildir (p = ,475) ve etki büyüklüğü küçüktür (d = -0,21). Ön- Takip karşılaştırması da anlamlı değildir (p = ,895) ve etki büyüklüğü oldukça düşüktür (d = -0,04). Son- Takip karşılaştırmasında ise anlamlı bir fark bulunmamıştır (p = ,938) ve etki büyüklüğü oldukça küçük kalmıştır (d = 0,02).

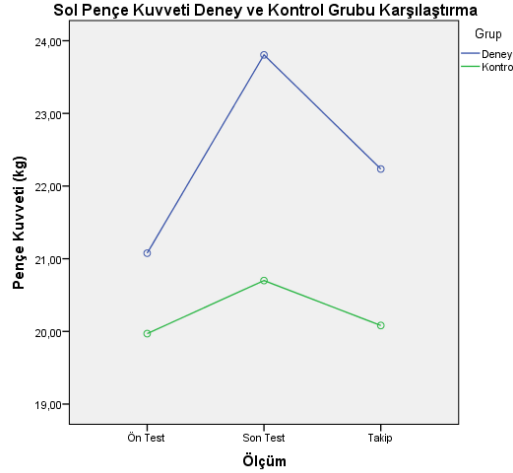
Başlangıçta gruplar arasında sağ el kavrama kuvveti açısından fark yokken (p = .82), son testte deney grubunda anlamlı artış görülmüş (p = .01, Cohen’s d = 2.73) ve takipte fark anlamlı olmasa da etki büyüklüğü yüksek kalmıştır (p = .17, d = 1.96).

Tablo 4.10. Katılımcıların Sol El Kavrama Kuvveti Puanlarına Göre Zaman ve Grup Etkisine Göre Dağılımı

Grup	Ön Test	Son Test	Takip			
			Ölçümü	Zaman (F)	Zaman × Grup (F)	Grup (F)
	Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS			
Deney (n=17)	21.08 ± 4.01	23.81 ± 3.06	22.24 ± 3.38	F(2,52)=33.89 p = 0.00 η ² = 0,57	F(1,26) = 9.26 p = 0.01 η ² = 0,26	F(1,26)= 3.20 p = 0.09 η ² = 0,11
Kontrol (n=11)	19.97 ± 2.97	20.70 ± 2.81	20.08 ± 3.08			

*p<0.05

Katılımcıların sol el kavrama kuvvet puanlarının zaman ve grup etkisine göre dağılımı, Tablo 4.10'da ortalama ± standart sapma değerleri ile birlikte zaman, zaman × grup ve grup etkilerine ilişkin varyans analiz sonuçları şeklinde sunulmuştur.



Şekil 4.14. Sol El Kavrama Kuvveti Deney ve Kontrol Grubu Karşılaştırma

Çalışma öncesinde sol el kavrama kuvveti ölçümüne yönelik yapılan t-testi analizinde, deney ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Eşit varyans varsayımı altında yapılan t-testi sonucunda, deney grubunun t değeri ($t_{(29)} = 1,441$, $p = 0,240$) ve kontrol grubunun t değeri ($t_{(29)} = 0,885$, $p = 0,383$) elde edilmiştir.

Her iki p değeri de 0,05'in oldukça üzerinde olduğundan, bu bulgular, gruplar arasında sol el kavrama kuvveti ölçümü açısından anlamlı bir fark olmadığını ortaya koymaktadır.

Zaman faktörü sol el kavrama kuvveti ölçüm puanları üzerinde anlamlı bir etkiye sahiptir ($F_{(2,52)} = 33,893$, $p = 0,000$). Zaman $\times$ grup etkileşimi anlamlı bulunmuştur ($F_{(1,26)} = 9,257$, $p = 0,005$). Grup ana etkisi ise anlamlı değildir ($F_{(1,26)} = 3,200$, $p = 0,085$).

Tablo 4.11. Sol El Kavrama Kuvveti: Deney ve Kontrol Grupları Arasındaki İkili Karşılaştırmalar

Grup	Sol El (Kg)	Ort Fark	t (df)	p	d
Deney	Ön- Son	-2.67	t(17) = -6.47	.00	-1.52
Deney	Ön- Takip	-1.16	t(16) = -1.63	.12	-.40
Deney	Son- Takip	1.57	t(16) = 2.90	.01	.70
Kontrol	Ön- Son	-.66	t(11) = -3.58	.00	-1.04
Kontrol	Ön- Takip	-.11	t(10) = -.17	.87	-.05
Kontrol	Son- Takip	.62	t(10) = 1.05	.32	.32

* $p < 0.05$

Sol el kavrama kuvveti kapsamında, deney ve kontrol gruplarının zaman içindeki ikili karşılaştırma sonuçları Tablo 4.12'de detaylı olarak sunulmuştur.

Sol el kavrama kuvveti testinde, deney grubunda Ön-Son karşılaştırması anlamlı bir fark göstermiştir ($p = ,000$), büyük bir etki büyüklüğü ile ($d = -1,52$). Ön-Takip karşılaştırması anlamlıdır ($p = ,010$) ve orta düzeyde bir etki büyüklüğü bulunmuştur ($d = -0,40$). Ancak, Son-Takip karşılaştırması istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p = ,179$) ve etki büyüklüğü küçüktür ($d = 0,70$). Kontrol grubunda, Ön-Son karşılaştırması anlamlıdır ($p = ,004$) ve büyük bir etki büyüklüğü bulunmuştur ($d = -1,04$). Ön-Takip karşılaştırması anlamlı değildir ($p = ,866$) ve etki büyüklüğü çok küçüktür ($d = -0,05$). Son-Takip karşılaştırmasında da anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p = ,319$) ve etki büyüklüğü küçüktür ($d = 0,32$). Sol el kavrama kuvveti ölçümlerinde, ön testte gruplar arasında anlamlı fark yokken ($p = 0.41$), son testte her iki grup da anlamlı artış göstermiş ve aralarındaki fark anlamlı hale gelmiştir ($p = 0.01$); ancak takip ölçümünde bu fark anlamlı değildir ($p = 0.10$), bu da müdahalenin her iki grupta benzer etki yarattığını göstermektedir.

4.3.2. Tek Ayak Denge Testi

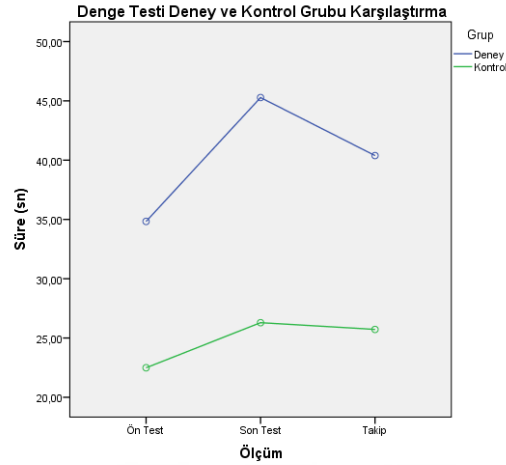
Tek ayak denge testi, bireyin statik denge kapasitesini değerlendirmek amacıyla kullanılan basit ve etkili bir ölçüm yöntemidir. Bu testte katılımcı, belirli bir süre boyunca tek ayak üzerinde hareketsiz durmaya çalışır ve denge süresi saniye cinsinden kaydedilir. Özellikle yaşlı bireylerde düşme riskiyle ilişkili denge yetisinin değerlendirilmesinde yaygın olarak tercih edilir. Denge bozukluklarının erken tespiti ve müdahale gereksiniminin belirlenmesinde önemli bir parametre sunar. Postüral kontrol mekanizmalarının objektif biçimde değerlendirilmesine imkân tanıyan bu test, proprioseptif geri bildirim, vestibüler sistem ve alt ekstremité kas kuvvetinin bütüncül işleyişine dayanmaktadır. Klinik ve deneysel çalışmalarda geçerliliği yüksek bulunan bu yöntem, yaşla birlikte azalan denge performansını izlemek açısından da kritik rol oynamaktadır. Bu çalışmada test, ikili görev egzersizleri öncesi, sonrası ve takip ölçümünde hem deney hem de kontrol grubundaki yaşlı bireylere uygulanmıştır.

Tablo 4.12. Denge Ölçümlerine Ait Ortalama, Standart Sapma ve Varyans Analizi Sonuçları

Grup	Ön Test	Son Test	Takip	Zaman (F)	Zaman × Grup (F)	Grup (F)
	Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS			
				F(2.52) = 3.334	F(2.52) = 0.733	F(1.26) = 6.148
				p = .043	p = .485	p = .020
Deney	34.83 ± 20.29	45.28 ± 20.56	40.39 ± 17.41	$\eta^2 = 0.11$	$\eta^2 = 0.03$	$\eta^2 = 0.19$
Kontrol	22.49 ± 16.84	26.29 ± 16.81	25.72 ± 12.02			

*p<0.05

Denge performansına ilişkin ölçümlerin ortalama, standart sapma ve varyans analiz sonuçları Tablo 4.15'te ayrıntılı şekilde sunulmuştur.



Şekil 4.15. Denge Testi Deney ve Kontrol Grubu Karşılaştırması

Denge performansına ilişkin yapılan bağımsız örneklem t-testi, başlangıçta deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermiştir ($t(29) = 2.083, p = .043$). Tekrarlı ölçümler ANOVA sonuçları, zaman faktörünün denge puanları üzerinde anlamlı bir ana etki yarattığını ortaya koymuştur ($F(2, 52) = 3.334, p = .043$). Ancak, zaman $\times$ grup etkileşimi anlamlı değildir ($F(2, 52) = 0.733, p = .485$), Buna karşılık, grup ana etkisi anlamlı bulunmuştur ($F(1, 26) = 6.148, p = .020$).

Tablo 4.13. Tek Ayak Denge Testi İkili Karşılaştırma Sonuçları

Grup	Tek Ayak Denge	Ort Fark	t	p	d
Deney	Ön Test – Son Test	-10.53	-2.44	.026*	0.58
Deney	Ön Test – Takip	-5.55	-1.34	.198	0.33
Deney	Son Test – Takip	4.89	1.52	.149	0.37
Kontrol	Ön Test – Son Test	-2.74	-1.16	.269	0.33
Kontrol	Ön Test – Takip	-3.24	-1.05	.317	0.30
Kontrol	Son Test – Takip	0.57	0.16	.875	0.05

* $p < 0.05$

Deney grubunda tek ayak denge puanları ön test ile son test arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermektedir ($p = .026$). Ancak, ön test ile takip testi ($p = .198$) ve son test ile takip testi ($p = .149$) arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Kontrol grubunda ise tüm

test karşılaştırmalarında (ön test - son test, ön test - takip, son test - takip) istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır.

Tablo 4.14. Tek Ayak Denge Testi Sonuçlarının Deney ve Kontrol Grupları Arasındaki Bağımsız Örneklem t-Testi Analizi

Tek Ayak Denge	Grup	Ort Fark	t (sd)	p
Ön Test	Deney- Kontrol	14.10	t(28.51) = 2.19	.04
Son Test	Deney- Kontrol	20.69	t(26.34) = 3.06	.00
Takip Ölçümü	Deney- Kontrol	14.66	t(25.83) = 2.63	.01

***p<0.05**

Tek ayak denge testi sonuçlarının deney ve kontrol grupları arasındaki bağımsız örneklem t-testi analizleri Tablo 4.17’de sunulmuştur.

Tek ayak denge testi sonuçlarına göre, ön testte deney ve kontrol grupları arasında anlamlı fark bulunmuştur ($t_{(28,51)} = 2,193$, $p = 0,037$). Son testte de gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmış ($t_{(26,34)} = 3,060$, $p = 0,005$), takip ölçümünde ise deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir fark görülmüştür ($t_{(25,83)} = 2,635$, $p = 0,014$).

4.3.3. Zamanlı Kalk Yürü Testi

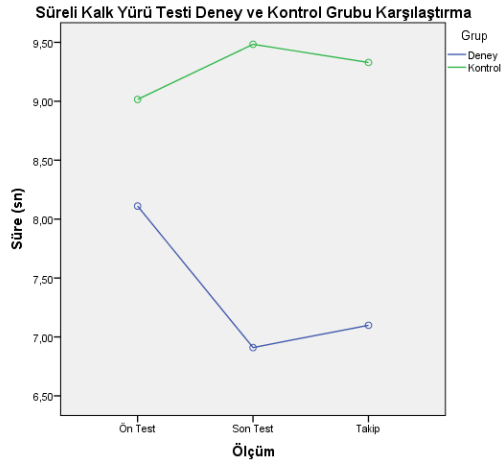
Zamanlı Kalk Yürü Testi (Timed Up and Go Test – TUG), yaşlı bireylerde alt ekstremité kas gücü, denge, yürüme yetisi ve genel fiziksel işlevselliği değerlendirmek amacıyla yaygın olarak kullanılan, pratik, güvenilir ve geçerli bir ölçüm aracıdır. Test, katılımcının sandalyeden kalkarak belirli bir mesafeyi yürümesi, ardından geri dönüp yeniden oturmasıyla geçen sürenin ölçülmesine dayanır. Düşme riski taramalarında sıkça tercih edilen bu test, aynı zamanda motor performans, fonksiyonel mobilite ve hareket kabiliyetinin izlenmesinde önemli ve değerli bilgiler sağlar. Bu çalışmada TUG testi, hem deney hem de kontrol grubundaki yaşlı bireylere, ikili görev egzersizleri öncesinde, sonrasında ve takip ölçümünde uygulanarak zaman içindeki değişimlerin değerlendirilmesine olanak tanımıştır.

Tablo 4.15. Zamanlı Kalk Yürü Testine Ait Ortalama, Standart Sapma ve Varyans Analizi Sonuçları

	Ön Test	Son Test	Takip	Zaman (F)	Zaman × Grup (F)	Grup (F)
Grup	Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS			
Deney	8.11 ± 0.79	6.91 ± 0.52	7.10 ± 0.55	F(2.52)=3.246 p = .047 η ² = 0.11	F(2.52)=14.756 p = .000 η ² = 0.36	F(1.26) =51.150 p = .000 η ² = 0.66
Kontrol	9.02 ± 1.21	9.48 ± 0.91	9.33 ± 1.14			

*p<0.05

Zamanlı Kalk Yürü Testine ilişkin ortalama ve standart sapma değerleri ile zaman, zaman × grup ve grup etkilerine dair varyans analizi sonuçları Tablo 4.18’de sunulmuştur.

**Şekil 4.16.** Zamanlı Kalk Yürü Testi Deney ve Kontrol Grubu Karşılaştırması

Yürüme performansına ilişkin olarak gerçekleştirilen bağımsız örneklem t-testi analizinde, varyansların eşit olduğu varsayımı altında yapılan değerlendirmede grup ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlılığa yakın bir fark gözlemlenmiştir ($t_{(29)} = -1.962$, $p = .059$). Varyansların eşit olmadığı varsayımı altında gerçekleştirilen alternatif analizde ise söz konusu fark istatistiksel anlamlılık düzeyine ulaşmamıştır ($t_{(18.77)} = -1.825$, $p = .084$). Her iki analizde de p değerlerinin .05 anlamlılık düzeyinin üzerinde olması başlangıçta gruplar arasında yürüme performansı bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir.

Yürüme skorlarına ilişkin tekrarlı ölçümler varyans analizi sonuçları incelendiğinde, zaman faktörünün istatistiksel olarak anlamlı bir ana etkiye sahip olduğu görülmektedir ($F_{(2,52)} = 3,246$, $p = ,047$). Zaman ile grup arasındaki etkileşim de anlamlı bulunmuştur ($F_{(2,52)} = 14,756$, $p = ,000$), bu da deney ve kontrol gruplarının zaman içerisindeki değişimlerinin birbirinden farklılaştığını göstermektedir. Ayrıca, grup faktörü açısından da anlamlı bir ana etki saptanmıştır ($F_{(1,26)} = 51,150$, $p = ,000$).

Tablo 4.16. Zamanlı Kalk Yürü Testi: Deney ve Kontrol Grupları Arasındaki İkili Karşılaştırmalar

Grup	Zamanlı Kalk Yürü Testi (sn)	Ort Fark	t	p	d
Deney	Ön- Son	1.12	$t(17) = 5.63$	.00	1.33
Deney	Ön- Takip	1.01	$t(16) = 5.36$	.00	1.30
Deney	Son- Takip	-.19	$t(16) = -1.35$	.19	-.33
Kontrol	Ön- Son	-.46	$t(11) = -1.86$	.09	-.54
Kontrol	Ön- Takip	-.31	$t(10) = -0.86$	.41	-.26
Kontrol	Son- Takip	.15	$t(10) = 0.61$	.56	.18

* $p < 0.05$

Deney grubunda, ön test ile son test puanları arasında yapılan karşılaştırmada istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p = .000$). Benzer şekilde, ön test ile takip testi arasındaki fark da anlamlıdır ($p = .000$). Ancak, son test ile takip testi arasındaki karşılaştırmada anlamlılık gözlenmemiştir ($p = .196$). Kontrol grubunda ise, ön test ile son test karşılaştırması anlamlılık sınırında olup ($p = .090$), ön test ile takip testi ($p = .410$) ve son test ile takip testi ($p = .556$) karşılaştırmalarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır.

Tablo 4.17. Zamanlı Kalk Yürü Testi Sonuçlarının Deney ve Kontrol Grupları Arasında Bağımsız Örneklem t-Testi ile Karşılaştırılması

Zamanlı Kalk Yürü Testi	Karşılaştırma	Ort Fark	t (sd)	p	d
Ön Test	Deney- Kontrol	-.70	$t(18.77) = -1.83$	0.08	0.84
Son Test	Deney- Kontrol	-2.41	$t(28) = -8.65$	0.00	3.27
Takip ölçümü	Deney- Kontrol	-2.23	$t(26) = -6.99$	0.00	2.74

* $p < 0.05$

Zamanlı Kalk Yürü Testi sonuçlarının deney ve kontrol grupları arasında bağımsız örneklem t-testi ile karşılaştırılması Tablo 4.20’de gösterilmiştir.

Zamanlı Kalk Yürü Testi sonuçlarının deney ve kontrol grupları arasında son test ve takip ölçümleri açısından bağımsız örneklem t-testi ile karşılaştırılması sunulmaktadır. Son test ölçümünde, deney grubu ile kontrol grubu arasında ortalama fark $-2,41 \pm 0,28$ olarak bulunmuş ve bu fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($t_{(28)} = -8,65$, $p < 0,001$). Takip ölçümünde ise ortalama fark $-2,23 \pm 0,32$ olup, anlamlılık devam etmiş ve istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar elde edilmiştir ($t_{(26)} = -6,99$, $p < 0,001$).

4.4. SF-36 Yaşam Kalitesi Ölçeği

SF-36 Yaşam Kalitesi Ölçeği, bireylerin fiziksel, zihinsel ve sosyal sağlık durumlarını çok boyutlu biçimde değerlendiren, sağlıkla ilişkili yaşam kalitesini ölçmede uluslararası alanda geçerliliği ve güvenilirliği kanıtlanmış öz-bildirimli bir anket aracıdır. Toplam 36 maddeden oluşan bu ölçek, fiziksel işlevsellik, fiziksel rol kısıtlılığı, ağrı, genel sağlık algısı, canlılık, sosyal işlevsellik, duygusal rol kısıtlılığı ve ruhsal sağlık olmak üzere sekiz temel alt boyutu kapsamaktadır. Bu kapsamlı yapı, bireylerin hem subjektif sağlık algılarını hem de günlük yaşam aktivitelerine yansıyan sağlıkla ilişkili kısıtlılıkları ayrıntılı biçimde değerlendirmeye olanak tanır. Klinik araştırmalarda ve müdahale çalışmalarında yaygın biçimde kullanılan ölçek, sağlık durumundaki değişimleri izlemek açısından da önemli avantajlar sunar.

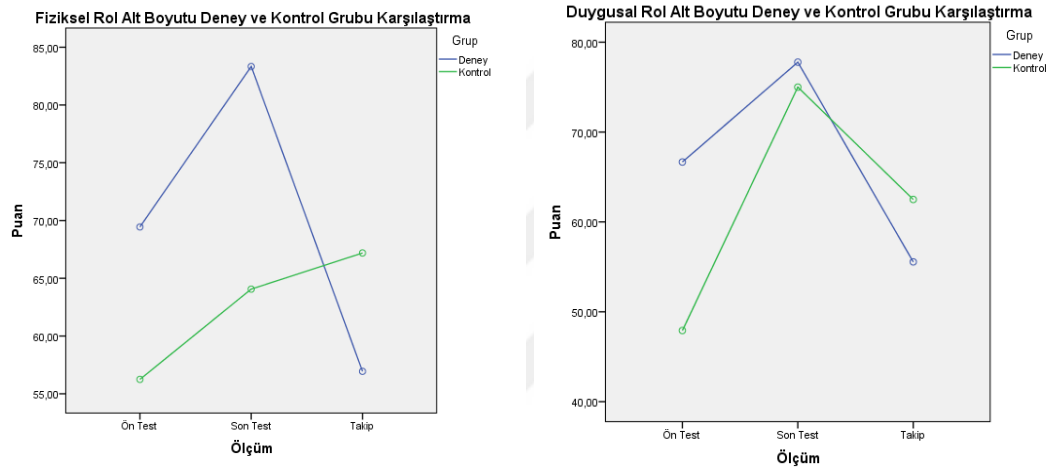
Tablo 4.18. SF-36 Alt Boyutları – Tekrarlı Ölçüm ANOVA Sonuçları

Alt Boyut	Grup	Ön Test (Ort±SS)	Son Test (Ort±SS)	Takip (Ort±SS)	Zaman (F/p)	Grup (F/p)	Zaman × Grup (F/p)
1.							
Fiziksel İşlev	Deney	74,72 ± 13,66	79,72 ± 14,09	76,67 ± 7,86	2,839 / 0,067	0,453 / 0,506	0,100 / 0,905
	Kontrol	72,92 ± 10,97	78,33 ± 6,85	73,33 ± 10,08			
2.							
Fiziksel Rol	Deney	69,44 ± 23,57	83,33 ± 22,69	56,94 ± 23,96	3,818 / 0,028*	1,481 / 0,234	3,702 / 0,031*
	Kontrol	56,25 ± 35,56	62,50 ± 19,94	62,50 ± 31,08			
3. Ağrı	Deney	78,75 ± 16,30	79,03 ± 21,91	80,28 ± 14,01	0,471 / 0,627	0,391 / 0,537	0,304 / 0,739
	Kontrol	72,50 ± 16,99	78,54 ± 23,51	77,08 ± 15,73			
4. Ruhsal Durum	Deney	78,22 ± 10,38	77,78 ± 19,70	73,56 ± 8,91	0,314 / 0,732	0,824 / 0,372	2,398 / 0,100
	Kontrol	69,33 ± 13,89	74,00 ± 9,42	76,33 ± 8,77			
5. Sosyal İşlev	Deney	77,78 ± 15,19	79,86 ± 19,71	80,56 ± 16,17	0,665 / 0,518	0,756/ 0,392	0,262 / 0,770
	Kontrol	71,88 ± 20,03	78,13 ± 22,69	73,96 ± 18,04			
6.							
Duygusal Rol	Deney	66,67 ± 25,57	77,78 ± 22,87	55,56 ± 22,87	5,954 / 0,005*	0,941/ 0,340	1,403 / 0,254
	Kontrol	50,00 ± 30,15	72,22 ± 27,83	58,33 ± 25,13			
7. Yaşam Enerjisi	Deney	75,00 ± 14,85	76,11 ± 23,11	80,00 ± 7,67	0,785 / 0,461	0,009/ 0,924	0,161 / 0,852
	Kontrol	74,17 ± 12,03	77,92 ± 13,89	77,92 ± 10,54			
8. Genel Sağlık	Deney	69,72 ± 12,66	73,06 ± 17,92	67,50 ± 10,74	0,867 / 0,426	0,333/ 0,568	0,438 / 0,647
	Kontrol	66,67 ± 14,51	68,75 ± 12,64	67,92 ± 9,64			

*p<0.05

Yapılan bağımsız örneklem t-testi sonuçlarına göre, SF-36 alt boyutları için ön test aşamasında, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Fiziksel

İşlev ($t_{(29)} = 0,447$, $p = 0,658$), Fiziksel Rol ($t_{(29)} = 0,918$, $p = 0,366$), Ağrı ($t_{(29)} = 0,988$, $p = 0,331$), Sosyal İşlev ($t_{(29)} = 0,752$, $p = 0,458$), Ruhsal Durum ($t_{(29)} = 1,961$, $p = 0,060$), Duygusal Rol ($t_{(29)} = 1,240$, $p = 0,225$), Yaşam Enerjisi ($t_{(29)} = -0,076$, $p = 0,940$) ve Genel Sağlık ($t_{(29)} = 0,416$, $p = 0,680$) alt boyutlarında gruplar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı olmayıp, tüm p değerleri .05'in üzerinde yer almaktadır. Bu bulgular, deney ve kontrol grupları arasında başlangıç aşamasında herhangi bir anlamlı fark olmadığını göstermektedir.



Şekil 4.17. SF-36 Alt Boyutlarına İlişkin Deney ve Kontrol Grubu Karşılaştırmaları

SF-36 Alt Boyutlarına ait tekrarlı ölçümler ANOVA sonuçlarına göre, Fiziksel Rol ve Duygusal Rol alt boyutlarında zaman faktörünün ve grup $\times$ zaman etkileşiminin anlamlı etkileri bulunmuştur. Fiziksel Rol alt boyutunda zaman faktörünün anlamlı etkisi ($F_{(2,52)} = 3,818$, $p = .028$) ve grup $\times$ zaman etkileşiminin anlamlı etkisi ($F_{(2,52)} = 3,702$, $p = .031$) gözlemlenmiştir. Ayrıca, Duygusal Rol alt boyutunda zaman faktörünün anlamlı etkisi ($F_{(2,52)} = 5,954$, $p = .005$) saptanmıştır. Diğer alt boyutlar, Fiziksel İşlev, Ağrı, Ruhsal Durum, Sosyal İşlev, Yaşam Enerjisi ve Genel Sağlık açısından ise zaman, grup veya grup $\times$ zaman etkileşiminin anlamlı bir etkisi bulunmamıştır. Bu bulgular, yalnızca Fiziksel Rol ve Duygusal Rol alt boyutlarında zamanla ilgili değişikliklerin anlamlı olduğunu, ancak bu değişimlerin grup ve zaman etkileşimi ile bağlantılı olmadığını göstermektedir.

Tablo 4.19. SF-36 Alt Boyutlarına Ait Ön, Son ve Takip Ölçümleri Arasındaki t-Testi Sonuçları

Alt Boyut	Grup	Karşılaştırma	Ort (Fark)	t (sd)	p	d*
Fiziksel Rol Güçlüğü	Deney	Ön- Son	-13.89	t(17) = -1.97	.07	-0.46
		Ön- Takip	12.50	t(17) = 3.00	.01	0.71
		Son- Takip	26.39	t(17) = 3.70	.00	0.87
	Kontrol	Ön- Son	-3.85	t(12) = -0.49	.65	-0.13
		Ön- Takip	-6.25	t(11) = -1.00	.34	-0.29
		Son- Takip	0.00	t(11) = 0.00	1.0	0.00
Duygusal Rol Güçlüğü	Deney	Ön- Son	-11.11	t(17) = -1.30	.21	-0.31
		Ön- Takip	11.11	t(17) = 1.46	.16	0.34
		Son- Takip	22.22	t(17) = 3.12	.01	0.74
	Kontrol	Ön- Son	-17.95	t(12) = -2.01	.07	-0.56
		Ön- Takip	-8.33	t(11) = -1.00	.34	-0.29
		Son- Takip	13.89	t(11) = 1.82	.09	0.53

*p<0.05

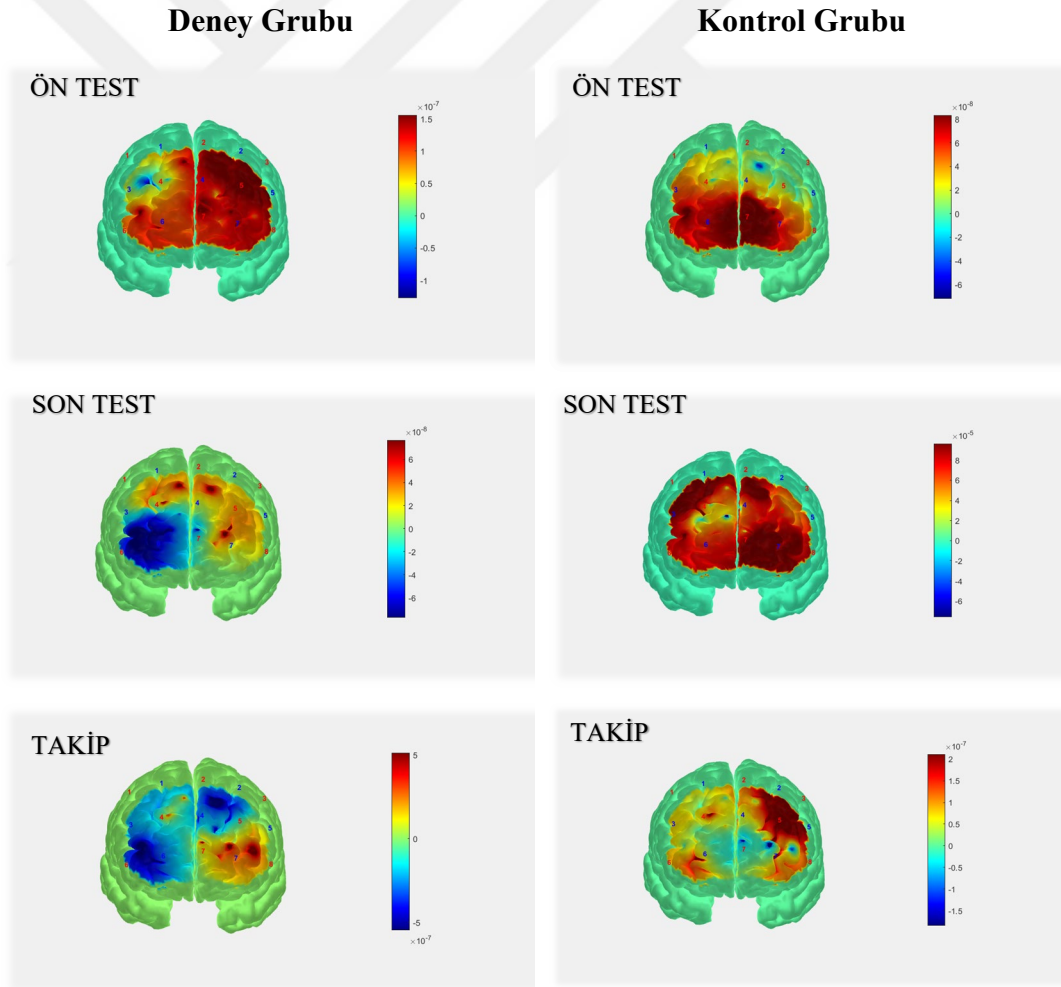
SF-36 alt boyutlarından Fiziksel Rol Güçlüğü ve Duygusal Rol Güçlüğü'ne ait ön, son ve takip ölçümleri arasındaki ikili karşılaştırmalar Tablo 4.22'de verilmiştir.

Fiziksel Rol Güçlüğü alt boyutunda, deney grubu ön test ile takip ölçümü ($p = ,008$) ve son test ile takip ölçümü ($p = ,002$) arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Ön test ile son test arasındaki fark ise anlamlılık düzeyine yakın olmakla birlikte istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p = ,066$). Kontrol grubunda ise yapılan karşılaştırmaların hiçbiri istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > ,05$). Duygusal Rol Güçlüğü alt boyutunda, deney grubunda yalnızca son test ile takip ölçümü arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ($p = ,006$). Diğer karşılaştırmalar istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > ,05$). Kontrol grubunda ise tüm karşılaştırmalarda anlamlılık düzeyine ulaşamamıştır ($p > ,05$). Tüm karşılaştırmalar için etki büyüklüğü değerleri (Cohen's d) küçükten ortaya doğru değişmektedir.

4.5. fNIRS İkili Görev Egzersizi Öncesi, Sonrası ve Takip Ölçümleri

4.5.1. Stroop Testi A Bölümü fNIRS Aktivasyon Verileri

Stroop A testi uygulaması sırasında deney ve kontrol gruplarının fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopi (fNIRS) verilerine dayalı olarak oluşturulan topografik haritaları sunulmaktadır. Haritalar, oksijenlenmiş hemoglobin (HbO) düzeylerindeki değişimleri yansıtarak, frontal, prefrontal, motor, premotor, temporal, parietal, oksipital ve dorsolateral prefrontal korteks (DLPFK) dahil olmak üzere sekiz farklı beyin bölgesine ilişkin kortikal aktivasyon örüntülerini görselleştirmektedir. Görev sırasında elde edilen bu veriler, bilişsel kontrol, dikkat, yürütücü işlevler ve sensorimotor süreçler açısından gruplar arası nörofizyolojik farklılıkların değerlendirilmesine olanak tanımaktadır.



Şekil 4.18. Stroop A Testi Sırasında Deney ve Kontrol Gruplarının fNIRS Topografik Haritaları ile Beyin Aktivasyon Değişimleri

Tablo 4.20. Sağ Superior Frontal Girus Aktivasyonunun Stroop A Testi Performansı Sırasındaki Değişimi

Grup	Kanal	N	Ön Mean Rank	Son Mean Rank	Takip Mean Rank	X ²	p
Deney	1	18	2.00	2.22	1.78	1.78	0.41
Kontrol	1	11	1.82	2.36	1.82	2.18	0.34
Deney	8	18	2.00	2.33	1.67	4.00	0.14
Kontrol	8	11	1.55	2.36	2.09	3.82	0.15
Deney	9	18	1.94	2.06	2.00	0.55	0.76
Kontrol	9	11	1.91	1.91	2.18	0.73	0.69
Deney	16	18	2.18	1.83	2.00	1.00	0.61
Kontrol	16	11	1.91	1.91	2.18	0.54	0.76

*p<0.05

Stroop A testi performansı sırasında deney ve kontrol gruplarında ön test, son test ve takip ölçümlerine ait sağ süperior frontal girus aktivasyonundaki değişimler Tablo 4.23'te kanal bazında gösterilmektedir.

Bu tablo, Sağ superior frontal girus (Frontal_Sup_R) aktivasyonunun Stroop A Testi performansı sırasındaki değişimini gösteren bir çalışmanın bulgularını içermektedir. Hem Deney hem de Kontrol gruplarında, "Ön", "Son" ve "Takip" zaman noktalarında bu beyin bölgesinin aktivasyon düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Tüm incelenen kanallar (1, 8, 9 ve 16) için p değerleri 0.05'in üzerindedir.

Tablo 4.21. Sol Superior Frontal Girus Aktivasyonunun Stroop A Testi Performansı Sırasındaki Değişimi

Grup	Kanal	N	Ön Mean Rank	Son Mean Rank	Takip Mean Rank	X ²	p
Deney	4	18	2.17	2.33	1.50	7.00	0.03*
Kontrol	4	11	1.82	2.00	2.18	0.73	0.70
Deney	6	18	2.00	2.17	1.83	1.00	0.61
Kontrol	6	11	1.64	1.82	2.55	5.09	0.08
Deney	14	18	2.17	2.06	1.78	1.44	0.49
Kontrol	14	11	1.91	2.00	2.09	0.18	0.91
Deney	20	18	1.83	2.11	2.06	0.78	0.68
Kontrol	20	11	1.91	2.00	2.09	0.18	0.91
Deney	22	18	2.06	1.89	2.06	0.33	0.85
Kontrol	22	11	1.91	1.91	2.18	0.54	0.76

*p<0.05

Stroop A testi performansı sırasında sol süperior frontal girus aktivasyonundaki değişimler, deney ve kontrol grupları için kanal bazında, ön test, son test ve takip ölçümlerine ait detaylı verilerle birlikte Tablo 4.24'da sunulmaktadır.

Analiz sonucunda, Deney grubunun Kanal 4'ünde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim ($\chi^2=7.00$, $p=0.03^*$) tespit edilmiştir. Bu kanal için yapılan non-parametrik karşılaştırmalar, "Takip" ölçümünün "Ön" ölçümünden ($Z = -2.243$, $p = 0.025$) ve "Son" ölçümünden ($Z = -1.982$, $p = 0.048$) istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklılaştığını göstermektedir. Ancak, "Son" ve "Ön" ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($Z = -0.109$, $p = 0.913$). Tablodaki diğer tüm kanallar (6, 14, 20, 22) ve Kontrol grubunun tüm kanalları için aktivasyon düzeylerindeki değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Tablo 4.22. Sağ Medial Superior Frontal Girus Aktivasyonunun Stroop A Testi Performansı Sırasındaki Değişimi

Grup	Kanal	N	Ön Mean Rank	Son Mean Rank	Takip Mean Rank	X ²	p
Deney	3	18	2.22	2.17	1.61	4.11	0.13
Kontrol	3	11	1.82	2.55	1.64	5.09	0.08
Deney	10	18	2.22	1.94	1.83	1.44	0.49
Kontrol	10	11	1.91	2.36	1.73	2.36	0.31

* $p<0.05$

Stroop A testi performansı sırasında sağ medial süperior frontal girus aktivasyonundaki değişimler, deney ve kontrol grupları için ön test, son test ve takip ölçümlerine ait detaylı verilerle birlikte Tablo 4.25'de sunulmaktadır.

Bu tablo, sağ medial superior frontal girus aktivasyonunun Stroop A Testi performansı sırasında, Deney ve Kontrol gruplarında, "Ön", "Son" ve "Takip" zaman noktalarındaki değişimini sunmaktadır. İncelenen Kanal 3 için Deney grubunda $\chi^2=4.11$ ve $p=0.13$, Kontrol grubunda $\chi^2=5.09$ ve $p=0.08$ değerleri gözlemlenmiştir. Kanal 10'da ise Deney grubunda $\chi^2=1.44$ ve $p=0.49$, Kontrol grubunda $\chi^2=2.36$ ve $p=0.31$ değerleri elde

edilmiştir. Tüm bu p değerleri, geleneksel istatistiksel anlamlılık düzeyi olan 0.05'in üzerindedir.

Tablo 4.23. Sol Orta Frontal Girus Aktivasyonunun Stroop A Testi Performansı Sırasındaki Değişimi

Grup	Kanal	N	Ön Mean Rank	Son Mean Rank	Takip Mean Rank	X ²	p
Deney	2	18	1.94	2.17	1.89	0.78	0.68
Kontrol	2	11	2.00	2.09	1.91	0.18	0.91
Deney	17	18	2.44	1.78	1.78	5.33	0.07
Kontrol	17	11	1.73	1.91	2.36	2.36	0.31

*p<0.05

Tablo 4.26' de sol orta frontal girus aktivasyonunun Stroop A Testi performansı sırasında, Deney ve Kontrol gruplarında, "Ön", "Son" ve "Takip" zaman noktalarındaki değişimini sunmaktadır. Kanal 2 için Deney grubunda $\chi^2=0.78$ ve $p=0.68$, Kontrol grubunda $\chi^2=0.18$ ve $p=0.91$ değerleri elde edilmiştir. Kanal 17'de ise Deney grubunda $\chi^2=5.33$ ve $p=0.07$, Kontrol grubunda $\chi^2=2.36$ ve $p=0.31$ değerleri kaydedilmiştir. Tüm bu p değerleri, istatistiksel anlamlılık düzeyi olan 0.05'in üzerindedir.

Tablo 4.24. Sol Medial Superior Frontal Girus Aktivasyonunun Stroop A Testi Performansı Sırasındaki Değişimi

Grup	Kanal	N	Ön Mean Rank	Son Mean Rank	Takip Mean Rank	X ²	p
Deney	5	18	2.17	2.06	1.78	1.44	0.49
Kontrol	5	11	1.82	2.18	2.00	0.73	0.70
Deney	12	18	2.06	2.22	1.72	2.33	0.31
Kontrol	12	11	1.73	2.09	2.18	1.27	0.53
Deney	13	18	2.00	2.22	1.78	1.44	0.49
Kontrol	13	11	1.77	1.77	2.45	4.55	0.10
Deney	15	18	1.94	2.22	1.83	1.44	0.49
Kontrol	15	11	2.00	2.27	1.73	1.64	0.44
Deney	18	18	2.22	1.89	1.89	1.33	0.51
Kontrol	18	11	2.27	2.00	1.73	1.64	0.44

*p<0.05

Bu tablo, Stroop A Testi sırasında sol orbital frontal girus aktivasyonunun Deney ve Kontrol gruplarında, “Ön”, “Son” ve “Takip” ölçümlerine göre değişimini göstermektedir. İncelenen tüm kanallar (5, 12, 13, 15, 18) için her iki grupta da istatistiksel olarak anlamlı bir değişim saptanmamıştır. Deney grubu için sırasıyla Kanal 5 ($\chi^2 = 1.44$, $p = .49$), Kanal 12 ($\chi^2 = 2.33$, $p = .31$), Kanal 13 ($\chi^2 = 1.44$, $p = .49$), Kanal 15 ($\chi^2 = 1.44$, $p = .49$) ve Kanal 18 ($\chi^2 = 1.33$, $p = .51$); Kontrol grubu için ise Kanal 5 ($\chi^2 = 0.73$, $p = .70$), Kanal 12 ($\chi^2 = 1.27$, $p = .53$), Kanal 13 ($\chi^2 = 4.55$, $p = .10$), Kanal 15 ($\chi^2 = 1.64$, $p = .44$) ve Kanal 18 ($\chi^2 = 1.64$, $p = .44$) değerleri elde edilmiştir. Tüm p değerleri .05 anlamlılık düzeyinin üzerindedir.

Tablo 4.25. Sol Orta Frontal Girus Aktivasyonunun Stroop A Testi Performansı Sırasındaki Değişimi

Grup	Kanal	N	Ön Mean Rank	Son Mean Rank	Takip Mean Rank	X ²	p
Deney	7	18	1.83	2.28	1.89	2.11	0.35
Kontrol	7	11	1.73	1.91	2.36	2.36	0.31

* $p < 0.05$

Tablo 4.28’da sol inferior frontal girus aktivasyonunun Stroop A Testi performansı sırasında, Deney ve Kontrol gruplarında, "Ön", "Son" ve "Takip" zaman noktalarındaki değişimini sunmaktadır. İncelenen Kanal 7 için Deney grubunda $\chi^2=2.11$ ve $p=0.35$, Kontrol grubunda $\chi^2=2.36$ ve $p=0.31$ değerleri elde edilmiştir. Tüm bu p değerleri, istatistiksel anlamlılık düzeyi olan 0.05'in üzerindedir.

Tablo 4.26. Sağ Anterior Singulat Korteks Aktivasyonunun Stroop A Testi Performansı Sırasındaki Değişimi

Grup	Kanal	N	Ön Mean Rank	Son Mean Rank	Takip Mean Rank	X ²	p
Deney	11	18	2.11	2.00	1.89	0.44	0.80
Kontrol	11	11	2.09	1.91	2.00	0.18	0.91
Deney	19	18	2.00	2.17	1.83	1.00	0.61
Kontrol	19	11	2.27	2.00	1.73	1.64	0.44

* $p < 0.05$

Tablo 4.29' de sağ anterior singulat korteks aktivasyonunun Stroop A Testi performansı sırasında, Deney ve Kontrol gruplarında, "Ön", "Son" ve "Takip" zaman noktalarındaki değişimini göstermektedir. Kanal 11 için Deney grubunda $\chi^2=0.44$ ve $p=0.80$, Kontrol grubunda $\chi^2=0.18$ ve $p=0.91$ değerleri elde edilmiştir. Kanal 19'da ise Deney grubunda $\chi^2=1.00$ ve $p=0.61$, Kontrol grubunda $\chi^2=1.64$ ve $p=0.44$ değerleri kaydedilmiştir. Tüm bu p değerleri, istatistiksel anlamlılık düzeyi olan 0.05'in üzerindedir.

Tablo 4.27. Sol Inferior Frontal Girusun Üçgen Parçası Aktivasyonunun Stroop A Testi Performansı Sirasındaki Değişimi

Grup	Kanal	N	Ön Mean Rank	Son Mean Rank	Takip Mean Rank	X ²	p
Deney	21	18	2.11	1.94	1.94	0.33	0.85
Kontrol	21	11	2.09	2.00	1.91	0.18	0.91

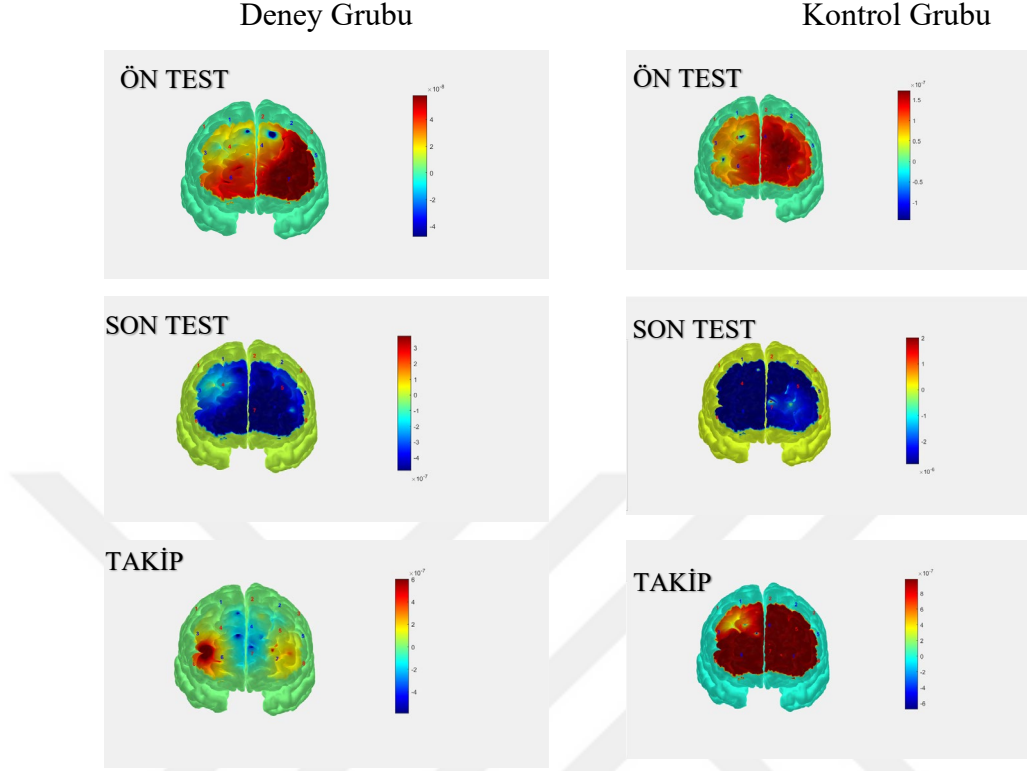
* $p<0.05$

Tablo 4.30' de sol inferior frontal girusun üçgen parçası aktivasyonunun Stroop A Testi performansı sırasında, Deney ve Kontrol gruplarında, "Ön", "Son" ve "Takip" zaman noktalarındaki değişimini sunmaktadır. İncelenen Kanal 21 için Deney grubunda $\chi^2=0.33$ ve $p=0.85$, Kontrol grubunda $\chi^2=0.18$ ve $p=0.91$ değerleri elde edilmiştir. Tüm bu p değerleri, istatistiksel anlamlılık düzeyi olan 0.05'in üzerindedir.

4.5.2. Stroop Testi C Bölünü fNIRS Aktivasyon Verileri

Görselde, Stroop C testi uygulaması sırasında deney ve kontrol gruplarına ait fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopi (fNIRS) verilerine dayanılarak oluşturulan topografik beyin aktivasyon haritaları sunulmaktadır. Bu haritalar, oksijenlenmiş hemoglobin (HbO) konsantrasyonundaki değişimleri yansıtarak, kortikal aktivite düzeylerini temsil etmektedir.

Görselleştirilen dağılımlar, frontal, prefrontal, motor, premotor, temporal, parietal, oksipital ve dorsolateral prefrontal korteks (DLPFK) olmak üzere toplam sekiz farklı beyin bölgesine ilişkin aktivasyon örüntülerini kapsamaktadır. Topografik haritalar, görev sırasında nöral aktivitenin mekânsal dağılımını karşılaştırmalı olarak ortaya koymakta ve bilişsel yüklenme ile ilişkili bölgesel hemodinamik yanıtları göstermektedir.



Şekil 4.19. Stroop C Testi Sırasında Deney ve Kontrol Gruplarının fNIRS Topografik Haritaları ile Beyin Aktivasyon Değişimleri

Tablo 4.28. Sağ Süperior Frontal Girus Aktivasyonunun Stroop C Testi Performansı Sırasındaki Değişimi

Grup	Kanal	Ön Mean Rank	Son Mean Rank	Takip Mean Rank	X ²	p
Deney	1	2.00	1.58	2.42	6.34	0.04
Kontrol	1	2.00	1.64	2.36	2.91	0.23
Deney	8	1.94	1.89	2.17	0.78	0.68
Kontrol	8	1.67	2.42	1.92	3.50	0.17
Deney	9	1.89	2.28	1.83	2.11	0.35
Kontrol	9	2.25	1.83	1.92	1.17	0.56
Deney	16	1.78	2.00	2.22	1.78	0.41
Kontrol	16	2.00	2.25	1.75	1.50	0.47

*p<0.05

Tablo 4.31' de Stroop C testi sırasında Deney ve Kontrol gruplarının sağ süperior frontal girus (Frontal_Sup_R) alanındaki hemodinamik yanıt fonksiyonu kanal değişimlerini inceleyen Ki-Kare testi sonuçlarını göstermektedir. Deney Grubu'nda yalnızca Kanal 1 için başlangıç, sırasında ve sonrası fazları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenirken ($\chi^2=6.34$, $p=0.04$), diğer kanallar da (8,9,16) ve Kontrol Grubu'nun tüm kanallarında anlamlı bir değişim bulunmamıştır (tüm p-değerleri $> .05$).

Deney Grubu'nda HRF11'in (Son) test sırası ve (Takip) test sonrası fazları arasındaki aktivasyon değişimi istatistiksel olarak anlamlıdır ($Z=-2.201$, $p=0.028$). Bununla birlikte, HRF11 test sırası ile test öncesi ($Z=-1.285$, $p=0.199$) ve HRF11 test sonrası ile test öncesi ($Z=-1.067$, $p=0.286$) arasındaki farklar anlamlı bulunmamıştır.

Tablo 4.29. Sağ Orta Frontal Girus Aktivasyonunun Stroop C Testi Performansı Sırasındaki Değişimi

Grup	KANAL	Ön Mean Rank	Son Mean Rank	Takip Mean Rank	X ²	p
Deney	2	2.06	2.17	1.78	1.44	0.49
Kontrol	2	2.25	2.08	1.67	2.17	0.34
Deney	17	1.89	2.28	1.83	2.11	0.35
Kontrol	17	1.67	2.17	2.17	2.67	0.26

* $p<0.05$

Tablo 4.32 Stroop C testi sırasında Deney ve Kontrol gruplarının sağ orta frontal girus (Frontal_Mid_R) alanındaki hemodinamik yanıt fonksiyonu kanal ortalama aktivasyon değişimlerini ve fazlar arası farkların istatistiksel anlamlılığını özetlemektedir. Veriler, her bir kanalın ön, son ve takip fazları için sunulmuştur.

Analizler sonucunda, sunulan kanal (2,17) herhangi birinde gerek Deney Grubu gerekse Kontrol Grubu içerisinde fazlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (tüm χ^2 değerleri için $p>.05$). Deney Grubu için kanal 2' de ($\chi^2=1.44$, $p=0.49$) ve kanal 17' de ($\chi^2=2.44$, $p=0.35$) anlamlılık gözlenmezken, Kontrol Grubu için kanal 2' de ($\chi^2=2.17$, $p=0.34$) ve kanal 17' de ($\chi^2=2.44$, $p=0.26$) da anlamlı bir fark saptanmamıştır.

Tablo 4.30.Sağ Medial Superior Frontal Girus Aktivasyonunun Stroop C Testi Performansı Sırasındaki Değişimi

Grup	Kanal	Ön Mean Rank	Son Mean Rank	Takip Mean Rank	X ²	p
Deney	3	1.94	1.81	2.25	1.89	0.39
Kontrol	3	2.00	2.08	1.92	0.17	0.92
Deney	10	2.17	1.97	1.86	0.87	0.65
Kontrol	10	1.75	2.17	2.08	1.17	0.56

***p<0.05**

Tablo 4.33’ da Stroop C testi sırasında Deney ve Kontrol gruplarının sağ orta frontal girus (Frontal_Sup_Medial_R) alanındaki hemodinamik yanıt fonksiyonu kanal ortalama aktivasyon değişimlerini ve fazlar arası farkların istatistiksel anlamlılığını özetlemektedir.

Analizler sonucu kanal (3,10) için gerek Deney Grubu gerekse Kontrol Grubu içerisinde fazlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (tüm χ^2 değerleri için $p>.05$). Deney Grubu için kanal 3’de ($\chi^2=1.89$, $p=0.39$) ve kanal 10’ da ($\chi^2=0.89$, $p=0.65$) anlamlılık gözlenmezken, Kontrol Grubu için kanal 3’de ($\chi^2=0.89$, $p=0.92$) ve kanal 10’ da ($\chi^2=1.89$, $p=0.56$) de anlamlı bir fark saptanmamıştır.

Tablo 4.31. Sol Orta Frontal Girus Aktivasyonunun Stroop C Testi Performansı Sırasındaki Değişimi

Grup	Kanal	Ön Mean Rank	Son Mean Rank	Takip Mean Rank	X ²	p
Deney Grubu	7	1.94	2.17	1.89	0.78	0.68
Kontrol Grubu	7	2.00	1.92	2.08	0.17	0.92

***p<0.05**

Tablo 4.34’de Stroop C testi sırasında Deney ve Kontrol gruplarının sol orta frontal girus (Frontal_Mid_L) alanındaki hemodinamik yanıt fonksiyonu kanal ortalama aktivasyon değişimlerini ve fazlar arası farkların istatistiksel anlamlılığını özetlemektedir.

Analizler sonucunda, Kanal 7 için gerek Deney Grubu gerekse Kontrol Grubu içerisinde fazlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (tüm χ^2 değerleri için

$p>.05$). Deney Grubu için kanal 7' de ($\chi^2=0.78$, $p=0.68$) ve Kontrol Grubu için kanal 7' de ($\chi^2=0.17$, $p=0.92$) anlamlılık gözlenmemiştir.

Tablo 4.32. Sol Superior Frontal Girus Aktivasyonunun Stroop C Testi Performansı Sırasındaki Değişimi

Grup	Kanal	Ön Mean Rank	Son Mean Rank	Takip Mean Rank	X ²	p
Deney	4	1.83	1.94	2.22	1.44	0.49
Kontrol	4	2.00	2.00	2.00	0.00	1.00
Deney	6	2.06	1.78	2.17	1.44	0.49
Kontrol	6	1.92	1.92	2.17	0.50	0.78
Deney	14	1.78	2.33	1.89	3.11	0.21
Kontrol	14	2.33	1.92	1.75	2.17	0.34
Deney	20	1.89	2.06	2.06	0.33	0.85
Kontrol	20	1.92	2.33	1.75	2.17	0.34
Deney	22	1.89	2.00	2.11	0.44	0.80
Kontrol	22	2.25	2.08	1.67	2.17	0.34

*** $p<0.05$**

Tablo 4.35 Stroop C testi sırasında Deney ve Kontrol gruplarının sol süperior frontal girus (Frontal_Sup_L) alanındaki hemodinamik yanıt fonksiyonu kanal ortalama aktivasyon değişimlerini ve fazlar arası farkların istatistiksel anlamlılığını özetlemektedir. Analizler sonucunda, sunulan Kanalların Kanal (4,6,14,20,22) herhangi birinde gerek Deney Grubu gerekse Kontrol Grubu içerisinde fazlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (tüm χ^2 değerleri için $p>.05$). Örneğin, Deney Grubu için kanal 4 ($\chi^2=1.44$, $p=0.49$) ve Kontrol Grubu için kanal 4 ($\chi^2=0.44$, $p=1.00$) anlamlılık gözlenmemiştir. Benzer şekilde, diğer tüm kanalları için (6, 14, 20, 22) hem Deney hem de Kontrol gruplarında fazlar arası aktivasyon değişimleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>.05$).

Tablo 4.33. Sol Medial Superior Frontal Girus Aktivasyonunun Stroop C Testi Performansı Sırasındaki Değişimi

Grup	Kanal	Ön Mean Rank	Son Mean Rank	Takip Mean Rank	X ²	p
Deney Grubu	5	2.06	1.83	2.11	0.78	0.68
Kontrol Grubu	5	2.33	2.00	1.67	2.67	0.26
Deney Grubu	12	1.94	1.97	2.08	0.20	0.91
Kontrol Grubu	12	2.25	1.92	1.83	1.17	0.56
Deney Grubu	13	1.94	2.28	1.78	2.33	0.31
Kontrol Grubu	13	2.17	1.92	1.92	0.50	0.78
Deney Grubu	15	1.78	2.33	1.89	3.11	0.21
Kontrol Grubu	15	2.08	2.17	1.75	1.17	0.56
Deney Grubu	18	1.94	2.19	1.86	1.10	0.58
Kontrol Grubu	18	2.00	2.08	1.92	0.17	0.92

***p<0.05**

Tablo 4.36da Stroop C testi sırasında Deney ve Kontrol gruplarının beynin belirli bir alanındaki hemodinamik yanıt fonksiyonu kanal ortalama aktivasyon değişimlerini ve fazlar arası farkların istatistiksel anlamlılığını özetlemektedir.

Analizler sonucu Kanalların (5,12,13,15,18) herhangi birinde gerek Deney Grubu gerekse Kontrol Grubu içerisinde fazlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (tüm χ^2 değerleri için $p>.05$). Örneğin, Deney Grubu için kanal 5 de ($\chi^2=0.78$, $p=0.68$) ve Kontrol Grubu için kanal 5 ($\chi^2=2.67$, $p=0.26$) anlamlılık gözlenmemiştir. Benzer şekilde, diğer tüm kanalları için (12,13,15,18) hem Deney hem de Kontrol gruplarında fazlar arası aktivasyon değişimleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>.05$).

Tablo 4.34. Sağ Anterior Singulat Korteks Aktivasyonunun Stroop C Testi Performansı Sırasındaki Değişimi

Grup	Kanal	Ön Mean Rank	Son Mean Rank	Takip Mean Rank	X ²	p
Deney Grubu	11	1.89	2.17	1.94	0.78	0.68
Kontrol Grubu	11	2.25	1.83	1.92	1.17	0.56
Deney Grubu	19	1.89	2.19	1.92	01.04	0.59
Kontrol Grubu	19	2.08	2.25	1.67	2.17	0.34

***p<0.05**

Tablo 4.37’ da Stroop C testi sırasında Deney ve Kontrol gruplarının sağ anterior singulat korteks (Cingulum_Ant_R Alanı) alanındaki hemodinamik yanıt fonksiyonu kanal ortalama aktivasyon değişimlerini ve fazlar arası farkların istatistiksel anlamlılığını özetlemektedir.

Analizler sonucunda, sunulan Kanalların (11,19) herhangi birinde gerek Deney Grubu gerekse Kontrol Grubu içerisinde fazlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (tüm χ^2 değerleri için $p>.05$). Deney Grubu için kanal 11 ($\chi^2=0.78$, $p=0.68$) ve Kontrol Grubu için kanal 11 ($\chi^2=1.17$, $p=0.56$) anlamlılık gözlenmemiştir. Benzer şekilde, Deney Grubu için kanal 19 ($\chi^2=1.04$, $p=0.59$) ve Kontrol Grubu için kanal 19 da ($\chi^2=2.04$, $p=0.34$) da anlamlı bir fark saptanamamıştır.

Tablo 4.35. Sol Inferior Frontal Girus. Pars Triangularis Stroop C Testi Performansı Sırasındaki Değişimi

Grup	Kanal	Ön Mean Rank	Son Test Mean Rank	Takip Testi Mean Rank	X ²	p
Deney Grubu	21	1.83	2.11	2.06	0.78	0.68
Kontrol Grubu	21	1.75	2.08	2.17	1.17	0.56

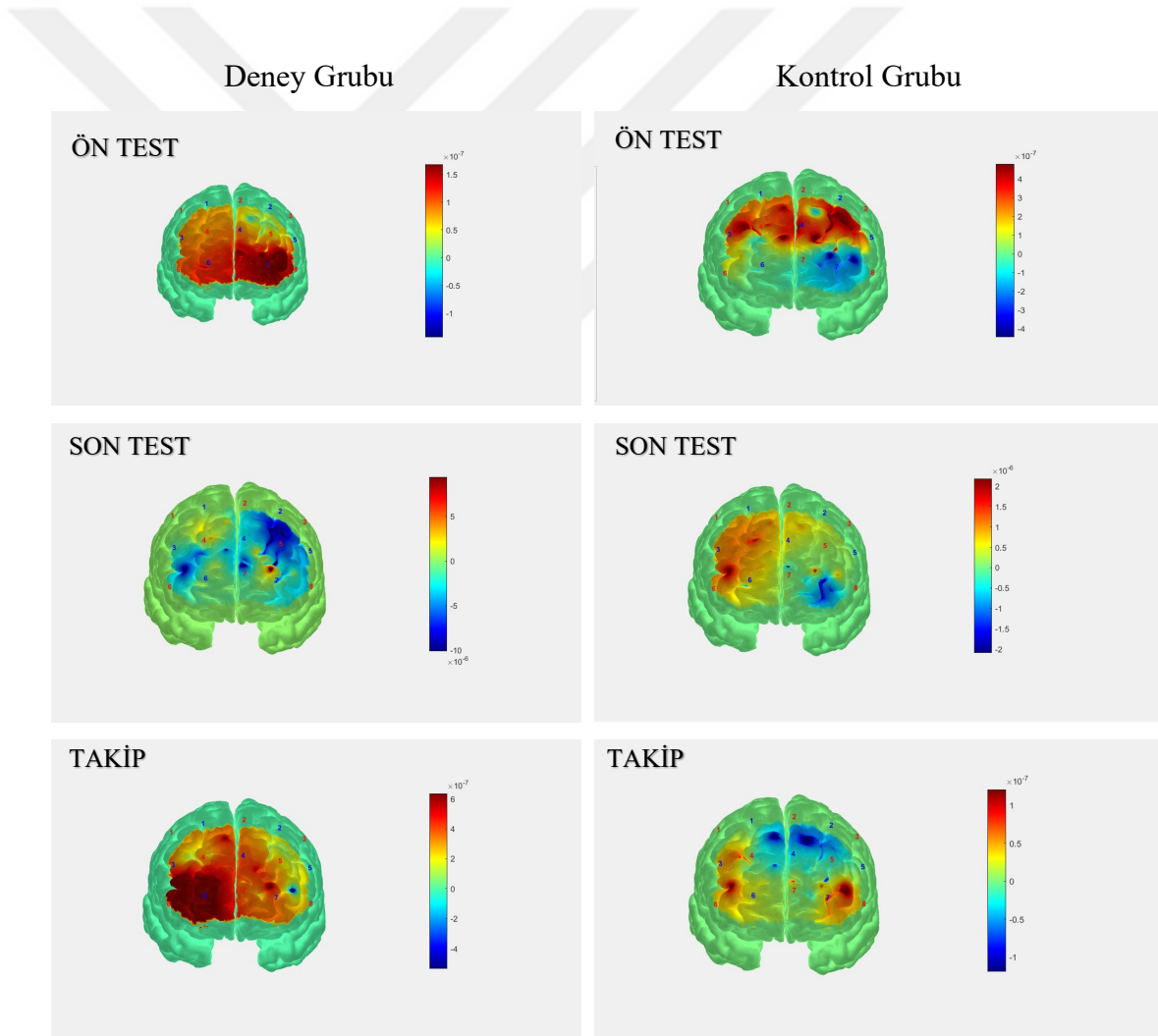
***p<0.05**

Tablo 4.41’de Stroop C testi sırasında Deney ve Kontrol gruplarının sol inferior frontal girus, pars triangularis (Frontal_Inf_Tri_L Alanı) bölgesindeki hemodinamik yanıt fonksiyonu kanal ortalama aktivasyon değişimlerini ve fazlar arası farkların istatistiksel

anlamlılığını özetlemektedir. Analizler sonucunda, Kanal 21 için gerek Deney Grubu gerekse Kontrol Grubu içerisinde fazlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (tüm χ^2 değerleri için $p>.05$). Deney Grubu için kanal 21 ($\chi^2=0.78$, $p=0.68$) ve Kontrol Grubu için kanal 21 ($\chi^2=1.17$, $p=0.56$) anlamlılık gözlenmemiştir.

4.5.3. İz Sürme Testi fNIRS Aktivasyon Verileri

İz Sürme testi uygulaması sırasında deney ve kontrol gruplarının fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopi (fNIRS) verilerine dayalı olarak oluşturulan topografik haritaları sunulmaktadır.



Şekil 4.20. İz Sürme Testi Sırasında Deney ve Kontrol Gruplarının fNIRS Topografik Haritaları ile Beyin Aktivasyon Değişimleri

Tablo 4.36. Sağ Superior Frontal Girus Aktivasyonunun İz sürme (TMT) testi performans değişimi

Grup	Kanal	Ön Mean Rank	Son Mean Rank	Takip Mean Rank	X ²	p
Deney	1	2.06	2.00	1.94	0.11	0.95
Kontrol	1	1.92	2.00	2.08	0.17	0.92
Deney	8	2.00	2.17	1.83	1.00	0.61
Kontrol	8	1.92	2.08	2.00	0.17	0.92
Deney	9	2.17	2.22	1.61	4.11	0.13
Kontrol	9	2.33	1.75	1.92	2.17	0.34
Deney	16	1.56	2.06	2.39	6.33	0.04
Kontrol	16	1.92	2.00	2.08	0.17	0.92

***p<0.05**

Tablo 4.39 'da Sağ superior frontal girus (Frontal_Sup_R) İz sürme (TMT) testi performansı sırasında Frontal_Sup_R bölgesindeki hemodinamik yanıt aktivasyon değişimleri incelenmiştir. Kanal 1'de, deney grubunda ($\chi^2=0.11$, $p=0.95$), kontrol grubunda ise ($\chi^2=0.17$, $p=0.92$) istatistiksel anlamlılık düzeyine ulaşılmamıştır. Kanal 8'de, deney grubunda ($\chi^2=1.00$, $p=0.61$), kontrol grubunda ise ($\chi^2=0.17$, $p=0.92$) anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Kanal 9'da, deney grubunda ($\chi^2=4.11$, $p=0.13$), kontrol grubunda ise ($\chi^2=2.17$, $p=0.34$) istatistiksel anlamlılık bulunmamıştır. Kanal 16'da, deney grubunda istatistiksel olarak anlamlı bir değişim kaydedilmiştir ($\chi^2=6.33$, $p=0.04$). Kanal 16'da deney grubunda yapılan faz içi karşılaştırmalarda, son-ön için $Z = -1.68$ ve $p=0.09$, takip-ön için $Z = -1.94$ ve $p=0.05$ değerleri elde edilmiştir; takip-son karşılaştırmasında ise $Z = -0.28$ ve $p=0.78$ bulunmuştur. Kontrol grubunda Kanal 16 için istatistiksel anlamlılık tespit edilmemiştir ($\chi^2=0.17$, $p=0.92$).

Tablo 4.37. Sağ Orta Frontal Girus Aktivasyonunun İz sürme (TMT) Performansı Sırasındaki Değişimi

Grup	Kanal	Ön Mean Rank	Son Mean Rank	Takip Mean Ran	X ²	p
Deney	2	2.22	2.17	1.61	4.11	0.13
Kontrol	2	1.75	1.92	2.33	2.17	0.34
Deney	17	1.89	2.06	2.06	0.33	0.85
Kontrol	17	2.17	2.04	1.79	0.85	0.64

***p<0.05**

İz Sürme (TMT) testi performansı sırasında sağ orta frontal girus bölgesindeki hemodinamik yanıt aktivasyon değişimleri, Tablo 4.40 'ta detaylı olarak sunulmuştur.

İz sürme (TMT) performansı sırasında Sağ orta frontal girus bölgesindeki hemodinamik yanıt aktivasyon değişimleri incelenmiştir. Kanal 2'de, deney grubunda ($\chi^2=4.11$, $p=0.13$) ve kontrol grubunda ($\chi^2=2.17$, $p=0.34$) istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Kanal 17'de ise, deney grubunda ($\chi^2=0.33$, $p=0.85$) ve kontrol grubunda ($\chi^2=0.89$, $p=0.64$) zamana bağlı aktivasyon değişimleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Tablo 4.38. Sağ Medial Superior Frontal Girus Aktivasyonunun İz sürme (TMT) Performansı Sırasındaki Değişimi

Grup	Kanal	Ön Mean Rank	Son Mean Rank	Takip Mean Rank	X ²	p
Deney	3	2.00	2.00	2.00	0.00	1.00
Kontrol	3	2.00	2.17	1.83	0.67	0.72
Deney	10	1.89	2.17	1.94	0.78	0.68
Kontrol	10	2.42	1.67	1.92	3.50	0.17

***p<0.05**

İz Sürme (TMT) testi performansı sırasında sağ medial süperior frontal girus aktivasyonundaki değişimler, Tablo 4.41'de sunulmaktadır.

İz sürme (TMT) performansı sırasında Sağ Medial Süperior Frontal Girus bölgesindeki hemodinamik yanıt aktivasyon değişimleri incelenmiştir. Kanal 3'te, deney grubunda ($\chi^2=0.00$, $p=1.00$) ve kontrol grubunda ($\chi^2=0.67$, $p=0.72$) istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Kanal 10'da ise, deney grubunda ($\chi^2=0.78$, $p=0.68$) ve kontrol grubunda ($\chi^2=3.50$, $p=0.17$) zamana bağlı aktivasyon değişimleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Tablo 4.39. Sol Superior Frontal Girus Aktivasyonunun İz sürme (TMT) Performansı Sırasındaki Değişimi

Grup	Kanal No	Ön Mean Rank	Son Mean Rank	Takip Mean Rank	X ²	p
Deney	4	2,06	1,94	2,00	0.11	0.95
Kontrol	4	2,42	1,83	1,75	3.17	0.21
Deney	6	2,17	2,11	1,72	2.11	0.35
Kontrol	6	2,67	1,50	1,83	8.67	0.01
Deney	14	1,89	2,11	2,00	0.44	0.80
Kontrol	14	2,50	1,92	1,58	5.16	0.08
Deney	20	2,00	2,11	1,89	0.44	0.80
Kontrol	20	2,17	2,17	1,67	2.00	0.37
Deney	22	2,06	2,00	1,94	0.11	0.95
Kontrol	22	1,75	2,25	2,00	1.50	0.47

***p<0.05**

İz Sürme (TMT) testi performansı sırasında sol süperior frontal girus aktivasyonundaki değişimler, deney ve kontrol grupları için Tablo 4.42 'de detaylandırılmıştır.

Tablo da İz sürme (TMT) performansı sırasında Sol Superior Frontal Girus aktivasyonundaki değişiklikleri, Deney ve Kontrol grupları için Kanal (4, 6, 14, 20, 22) bazında, ön test, son test ve takip ölçümleriyle özetlemektedir. Her kanal için gruplar arası

karşılaştırmalar, Hemodinamik Yanıt Fonksiyonu aktivasyon seviyelerinin değerleriyle sunulmuştur. Ki-Kare testi sonuçları (X^2 ve p değerleri), her kanal ve grup içindeki ölçüm zamanları (ön, son, takip) arasındaki istatistiksel farkları değerlendirmektedir. Genel olarak, çoğu kanal ve grup için ölçüm zamanları arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p > 0.05$). Ancak, Kanal 6'daki Kontrol grubunda ölçüm zamanları arasında anlamlı fark ($X^2 = 8.67$, $p = 0.01$) gözlenmiştir. Kanal 6'daki ek analizlerde; Son ile Ön arasındaki fark ($Z = -2.589$, $p = 0.010$), Takip ile Ön arasındaki fark ($Z = -1.726$, $p = 0.084$) ve Takip ile Son arasındaki fark ($Z = -0.784$, $p = 0.433$) incelenmiştir.

Tablo 4.40. Sol medial superior Aktivasyonunun İz sürme (TMT) Performansı Sırasındaki Değişimi

Grup	Kanal No	Ön Mean Rank	Son Mean Rank	Takip Mean Rank	X^2	p
Deney	5	2.06	2.00	1.72	2.33	0.31
Kontrol	5	1.92	2.17	1.92	0.50	0.78
Deney	12	2.06	1.72	2.22	2.33	0.31
Kontrol	12	2.33	1.75	1.92	2.17	0.34
Deney	13	1.72	2.06	2.22	2.33	0.31
Kontrol	13	2.08	1.92	2.00	1.67	0.92
Deney	15	1.83	1.94	2.22	1.44	0.49
Kontrol	15	1.67	2.25	2.08	2.17	0.34
Deney	18	1.72	2.28	2.00	2.78	0.25
Kontrol	18	2.25	1.75	2.00	1.89	0.39

* $p < 0.05$

Tablo 4.43.'te İz sürme (TMT) performansı sırasında Sol Medial Superior Frontal Girus (Frontal_Sup_Medial_L) aktivasyonunda meydana gelen değişimleri hem Deney hem de Kontrol grupları için çeşitli kanallar (5, 12, 13, 15, 18) bazında, ön test, son test ve takip ölçümlerine göre özetlemektedir.

Tablo, İz sürme (TMT) performansı sırasında Sol Medial Superior Frontal Girus (Frontal_Sup_Medial_L) aktivasyonunda meydana gelen değişimleri hem Deney hem de Kontrol grupları için çeşitli kanallar (5, 12, 13, 15, 18) bazında, ön test, son test ve takip ölçümlerine göre özetlemektedir. Her bir kanal için gruplar arası karşılaştırmalar

Hemodinamik Yanıt Fonksiyonu aktivasyon seviyelerinin ortalama (Ort) ve standart sapma (SS) değerleriyle sunulmaktadır. Ki-Kare testi sonuçları (χ^2 ve p değerleri) ise her bir kanal ve grup içindeki ölçüm (ön, son, takip) zamanları arasındaki istatistiksel farklılıkları değerlendirmektedir. Genel olarak, çoğu kanal ve grup için ölçüm zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p > 0.05$).

Tablo 4.41. Sol Orta Frontal Girus Aktivasyonunun İz sürme (TMT) Performansı Sırasındaki Değişimi

Grup	Kanal	Ön Mean Rank	Son Mean Rank	Takip Mean Rank	χ^2	p
Deney	7	1.89	2.22	1.89	1.33	0.51
Kontrol	7	2.50	1.67	1.83	4.67	0.10

* $p < 0.05$

İz Sürme (TMT) testi performansı sırasında sol orta frontal girus aktivasyonundaki değişimler, deney ve kontrol grupları için Tablo 4.44 'de sunulmaktadır.

İz sürme (TMT) testi performansı sırasında Sol orta frontal girus (Frontal_Sup_Medial_L) bölgesinin Kanal 7'deki hemodinamik yanıt aktivasyon değişimleri incelenmiştir. Deney grubunda (N=18), Kanal 7'deki aktivasyon değişimleri için $\chi^2=1.33$ ve $p=0.51$ değerleri kaydedilmiş olup, istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. Kontrol grubunda (N=12) ise Kanal 7 için $\chi^2=4.67$ ve $p=0.10$ değerleri elde edilmiş olup, istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır

Tablo 4.42. Sağ Anterior Singulat Korteks Aktivasyonunun İz sürme (TMT) testi Performansı Sırasındaki Değişimi

Grup	Kanal	Ön Mean Rank	Son Mean Rank	Takip Mean Rank	χ^2	p
Deney	11	1.78	2.06	2.17	1.44	0.49
Kontrol	11	2.08	2.00	1.92	0.17	0.92
Deney	19	1.78	2.00	2.00	1.78	0.41
Kontrol	19	2.33	1.75	1.92	2.17	0.34

* $p < 0.05$

İz Sürme (TMT) testi performansı sırasında sağ anterior singulat korteks aktivasyonundaki değişimler, deney ve kontrol grupları için Tablo 4.45'da sunulmaktadır.

Tablo da Sağ anterior singulat korteks Aktivasyonunun İz sürme (TMT) testi performansı sırasında Cingulum_Ant_R bölgesindeki hemodinamik yanıt aktivasyon değişimleri incelenmiştir. Kanal 11 için, deney grubunda (N=18) zamana bağlı değişimler için $\chi^2=1.44$ ve $p=0.49$ değerleri kaydedilmiştir. Kontrol grubunda (N=12) Kanal 11 için $\chi^2=0.17$ ve $p=0.92$ değerleri elde edilmiştir. Kanal 19 için, deney grubunda (N=18) zamana bağlı değişimler için $\chi^2=1.78$ ve $p=0.41$ değerleri kaydedilmiştir. Kontrol grubunda (N=12) Kanal 19 için $\chi^2=2.17$ ve $p=0.34$ değerleri elde edilmiştir.

Tablo 4.43. Sol Inferior Frontal Girusun Üçgen parçası Aktivasyonunun İz sürme (TMT) testi Performansı Sırasındaki Değişimi

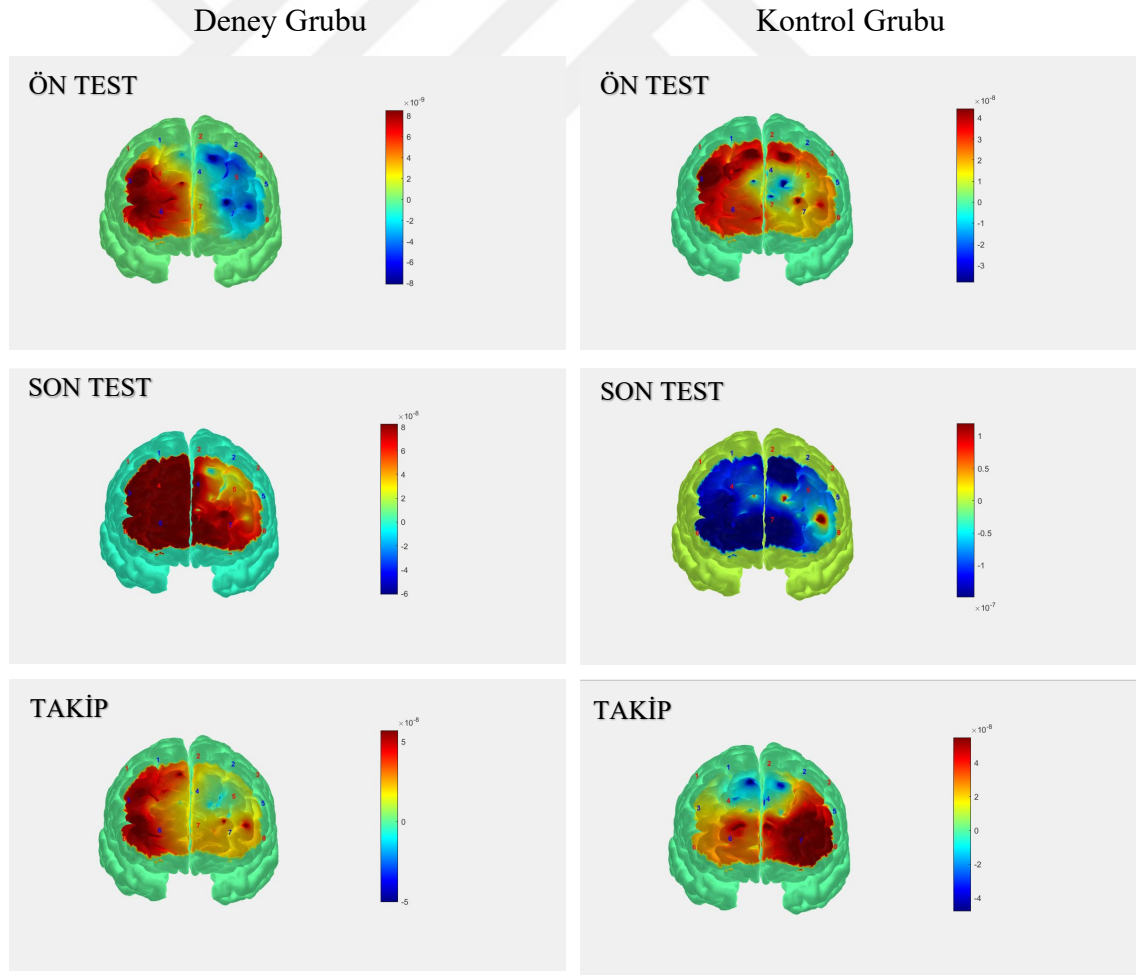
Grup	Kanal	Ön Mean Rank	Son Mean Rank	Takip Mean Rank	X ²	p
Deney	21	2.17	2.17	1.67	3.00	0.22
Kontrol	21	1.83	2.25	1.92	1.17	0.56

* $p<0.05$

İz Sürme Testi (TMT) performansı sırasında sol inferior frontal girusun üçgen parçasına (Frontal_Inf_Tri_L) ait kortikal aktivasyon değişimleri, deney ve kontrol grupları açısından Tablo 4.46'da ayrıntılı olarak sunulmaktadır. Bu analizde, söz konusu anatomik bölgeyi temsil eden Kanal 21 üzerinden elde edilen fNIRS verileri değerlendirilmiştir. Deney grubunda, farklı zaman noktaları (ön test, son test ve takip testi) arasında gözlemlenen hemodinamik yanıt değişimleri için yapılan analiz sonucunda, $\chi^2=3.00$ ve $p=0.22$ değerleri elde edilmiş; bu sonuç, zamana bağlı olarak anlamlı bir aktivasyon farklılığı olmadığını göstermektedir. Benzer şekilde, kontrol grubunda aynı bölge ve kanal için gerçekleştirilen analizde $\chi^2=1.17$ ve $p=0.56$ değerlerine ulaşılmış; bu da kontrol grubunda da istatistiksel olarak anlamlı bir değişimin gözlenmediğini ortaya koymaktadır. Her iki grupta da p değerlerinin 0.05 anlamlılık düzeyinin üzerinde olması, TMT testi sırasında sol inferior frontal girusun üçgen parçasında belirgin bir kortikal aktivasyon farklılığına işaret etmemektedir.

4.5.4. Tek Ayak Denge Testi fNIRS Aktivasyon Verileri

Tek Ayak Denge Testi sırasında deney ve kontrol gruplarına ait fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopi (fNIRS) verilerine dayalı olarak oluşturulan topografik haritalar Şekil X'te sunulmaktadır. Bu haritalar, oksijenlenmiş hemoglobin (HbO) düzeylerindeki değişimleri yansıtarak frontal, prefrontal, motor, premotor, temporal, parietal, oksipital ve dorsolateral prefrontal korteks (DLPFK) dahil olmak üzere sekiz farklı beyin bölgesindeki kortikal aktivasyon örüntülerini görselleştirmektedir. Görseller, dengeyi sürdürmeye yönelik bilişsel ve motor süreçlerin nörofizyolojik temsillerini ortaya koymakta; özellikle frontal ve prefrontal bölgelerdeki aktivite düzeylerini zamana ve gruba bağlı olarak karşılaştırmalı biçimde değerlendirme imkânı sunmaktadır. Bu bağlamda, topografik haritalar ikili görev temelli egzersizlerin kortikal aktivasyon üzerindeki etkilerinin görsel analizine olanak tanımaktadır.



Şekil 4.21. Tek Ayak Denge Testi Sırasında Deney ve Kontrol Gruplarının fNIRS Topografik Haritaları ile Beyin Aktivasyon Değişimleri

Tablo 4.44. Sağ Superior Frontal Girus Aktivasyonunun Tek Ayak Denge Testi Performansı Sırasındaki Değişimi

Grup	Kanal	N	Ön Mean Rank	Son Mean Rank	Takip Mean Rank	X ²	p
Deney	1	18	1.89	2.06	2.06	0.33	0.85
Kontrol	1	12	1.75	2.25	2.00	1.50	0.47
Deney	8	18	1.94	2.33	1.72	3.44	0.18
Kontrol	8	12	2.08	2.08	1.83	0.50	0.78
Deney	9	18	2.28	2.00	1.72	2.78	0.25
Kontrol	9	12	1.75	2.00	2.25	1.50	0.47
Deney	16	18	2.06	2.00	1.94	0.11	0.95
Kontrol	16	12	1.94	1.83	2.25	1.17	0.56

***p<0.05**

Tek ayak denge testi sırasında sağ süperior frontal girus aktivasyonundaki değişimler, Tablo 4.47 'de sunulmaktadır.

Tek ayak denge testi sırasında hem deney hem de kontrol gruplarında Sağ Süperior Frontal Girus aktivasyon düzeylerinde belirgin bir değişiklik gözlemlenmemiştir. Ön, son ve takip ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark ($p>0.05$) bulunmamaktadır.

Tablo 4.45. Sol Superior Frontal Girus Aktivasyonunun Tek Ayak Denge Testi Performansı Sırasındaki Değişimi

Grup	Kanal No	N	Ön Mean Rank	Son Mean Rank	Takip Mean Rank	X ²	p
Deney	4	18	2.01	2.28	1.61	4.33	0.12
Kontrol	4	12	2.08	1.92	2.00	0.17	0.92
Deney	6	18	2.28	2.06	1.67	3.44	0.18
Kontrol	6	12	1.92	1.83	2.25	1.17	0.56
Deney	14	18	2.33	2.11	1.56	5.78	0.06
Kontrol	14	12	1.57	1.83	2.58	6.50	0.04
Deney	20	18	2.44	1.78	1.78	5.33	0.07
Kontrol	20	12	2.08	1.67	2.25	2.17	0.34
Deney	22	18	2.33	1.89	1.78	3.11	0.21
Kontrol	22	12	1.83	1.83	2.33	2.00	0.37

***p<0.05**

Tek Ayak Denge Testi performansı sırasında sol süperior frontal girus aktivasyonundaki değişimler, deney ve kontrol grupları için Tablo 4.48 'de ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Sol Superior Frontal Girus aktivasyonunun tek ayak denge testi performansı sırasındaki değişimi incelendiğinde, deney ve kontrol gruplarında her kanal için ön, son ve takip dönemlerindeki ortalama aktivasyon düzeyleri Ki-kare (χ^2) ve p değerleri sunulmuştur. Kontrol grubunda Sol Superior Frontal Girus'u temsil eden Kanal 14'te $\chi^2=6.50$, $p=0.04$ ile anlamlı farklılık belirlenmiştir. Wilcoxon Signed Ranks Test analizleri, kontrol grubunda ön test ile takip ölçümleri arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermiştir ($Z = -2.040$, $p = 0.041$); ancak son test ile ön test ($Z = -0.157$, $p = 0.875$) ve takip ile son test ($Z = -1.334$, $p = 0.182$) karşılaştırmalarında anlamlılık tespit edilmemiştir. Diğer kanallar ve deney grubu için tüm zaman noktalarında $p > 0.05$ olup anlamlı değişim gözlenmemiştir.

Tablo 4.46. Sağ Medial Superior Frontal Girus Aktivasyonunun Tek Ayak Denge Testi Performansı Sırasındaki Değişimi

Grup	Kanal	N	Ön	Son	Takip	X^2	p
			Mean Rank	Mean Rank	Mean Rank		
Deney	3	18	1.83	2.25	1.78	3.11	0.21
Kontrol	3	12	2.00	2.08	1.92	0.17	0.92
Deney	10	18	2.28	2.00	1.72	11.44	0.00
Kontrol	10	12	1.75	2.00	2.25	1.17	0.56

* $p<0.05$

Tek Ayak Denge Testi performansı sırasında sağ medial süperior frontal girus aktivasyonundaki değişimler Tablo 4.49'da sunulmaktadır.

Tek ayak denge testi sırasında gerçekleştirilen fNIRS ölçümlerinde, üç ölçüm zamanı arasındaki farklılıkları değerlendirmek amacıyla tekrarlı ölçümler için non-parametrik varyans analizi kullanılmıştır. Deney grubunda 10 numaralı kanalda ön test, son test ve takip ölçümü arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($\chi^2 = 11,44$, $p = .00$). Bu anlamlı farklılığın hangi ölçümler arasında ortaya çıktığını belirlemek amacıyla yapılan Wilcoxon eşleştirilmiş çiftli karşılaştırma testine göre, takip ölçümü ile ön test arasında anlamlı bir fark saptanmıştır ($Z = -2,64$, $p = .008$). Son test ile ön test ($Z = -0,81$, $p = .420$) ve takip ölçümü ile son test ($Z = -1,55$, $p = .122$) karşılaştırmalarında anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Deney grubunda 3 numaralı kanalda ($\chi^2 = 3,11$, $p = .21$) ve

kontrol grubunda her iki kanalda da (3. kanal: $\chi^2 = 0,17$, $p = .92$; 10. kanal: $\chi^2 = 1,17$, $p = .56$) anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Anlamlılık düzeyi .05 olarak kabul edilmiştir.

Tablo 4.47. Sol Orta Frontal Girus Aktivasyonunun Tek Ayak Denge Testi Performansı Sırasındaki Değişimi

Grup	Kanal No	N	Ön Mean Rank	Son Mean Rank	Takip Mean Rank	X ²	p
Deney	2	18	2.17	2.33	1.78	1.44	0.49
Kontrol	2	12	2.00	2.08	1.92	3.17	0.21
Deney	17	18	2.22	1.83	1.94	1.44	0.49
Kontrol	17	12	2.00	1.83	2.17	0.67	0.72

* $p < 0.05$

Tek Ayak Denge Testi performansı sırasında sol orta frontal girus aktivasyonundaki değişimler, deney ve kontrol grupları için Tablo 4.50'te sunulmaktadır.

Kanal 2 deney grubu için χ^2 değeri 1.44 ($p=0.49$) olarak belirlenmiştir ve anlamlı bir fark çıkmamıştır. Kanal 2 kontrol grubunda ise χ^2 değeri 3.17 ($p=0.21$) olarak belirlenmiştir ve anlamlı bir fark çıkmamıştır. Kanal 17 deney grubunda χ^2 değeri 1.44 ($p=0.49$) olarak belirlenmiştir ve anlamlı bir fark çıkmamıştır. Kanal 17 kontrol grubunda χ^2 değeri 0.67 ($p=0.72$) olarak belirlenmiştir ve anlamlı bir fark çıkmamıştır.

Tablo 4.48. Sol İnför Frontal Girusun Üçgen Parçası Aktivasyonunun Tek Ayak Denge Testi Performansı Sırasındaki Değişimi

Grup	Kanal No	N	Ön Mean Rank	Son Mean Rank	Takip Mean Rank	X ²	p
Deney	21	18	2.33	1.75	1.92	3.30	0.19
Kontrol	21	12	1.83	1.75	2.42	3.17	0.21

* $p < 0.05$

Tek Ayak Denge Testi sırasında sol inferior frontal girusun üçgen parçasındaki aktivasyon değişimleri, Tablo 4.51 'de detaylı olarak sunulmuştur.

Tablo da tek ayak denge testi sırasında gerçekleştirilen fNIRS ölçümlerinde, deney ve kontrol gruplarının 21 numaralı kanalında ön test, son test ve takip ölçümleri arasındaki farklılıklar değerlendirilmiştir. Her iki grupta da Friedman testi sonuçları istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (Deney grubu: $\chi^2 = 3,30$, $p = 0,19$; Kontrol grubu: $\chi^2 = 3,17$, $p = 0,21$).

Tablo 4.49. Sol Medial Superior Frontal Girus Aktivasyonunun Tek Ayak Denge Testi Performansı Sırasındaki Değişimi

Grup	Kanal	N	Ön Mean Rank	Son Mean Rank	Takip Mean Rank	X ²	p
Deney	5	18	2.22	2.17	1.61	4.11	0.13
Kontrol	5	12	1.83	2.33	1.83	2.00	0.37
Deney	12	18	2.17	2.22	1.61	4.11	0.13
Kontrol	12	12	1.83	2.33	2.33	8.00	0.02
Deney	13	18	2.44	1.94	1.61	6.33	0.04
Kontrol	13	12	1.58	2.25	2.17	3.17	0.21
Deney	15	18	2.22	1.94	1.83	1.44	0.49
Kontrol	15	12	1.83	1.83	2.33	2.00	0.37
Deney	18	18	2.44	1.94	1.61	6.33	0.04
Kontrol	18	12	1.92	1.92	2.17	0.50	0.78

***p<0.05**

Tablodaki verilere göre, deney ve kontrol gruplarında farklı kanallardaki ön test, son test ve takip ölçümleri arasındaki anlamlılık düzeyleri değerlendirilmiştir. Deney grubunda 13 ve 18 numaralı kanallarda Friedman testiyle anlamlı farklar tespit edilmiştir ($\chi^2 = 6,33$; $p = 0,04$). Kanal 13'te, Wilcoxon testi takip ve ön test arasında anlamlı fark göstermiştir ($Z = -2,46$; $p = 0,01$); son test ile ön test farkı ise anlamlı olmamakla birlikte eğilim göstermiştir ($Z = -1,68$; $p = 0,09$). Kanal 18'de de takip ve ön test arasında anlamlı fark bulunmuştur ($Z = -2,20$; $p = 0,028$). Kontrol grubunda yalnızca 12 numaralı kanalda anlamlılık saptanmıştır ($\chi^2 = 8,00$; $p = 0,02$) ve Wilcoxon testiyle takip ile ön test arasında fark belirlenmiştir ($Z = -2,04$; $p = 0,04$). Diğer karşılaştırmalarda anlamlılık bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Tablo 4.50. Sol Orta Frontal Girus Aktivasyonunun Tek Ayak Denge Testi Performansı Sırasındaki Değişimi

Grup	Kanal No	N	Ön Mean Rank	Son Mean Rank	Takip Mean Rank	χ^2	p
Deney	7	18	2.39	1.94	1.67	4.78	0.09
Kontrol	7	12	1.67	2.17	2.17	2.00	0.37

*p<0.05

Kanal 7 için deney ($\chi^2 = 4,78$, $p = 0,09$) ve kontrol grubunda ($\chi^2 = 2,00$, $p = 0,37$) tek ayak denge testi sırasında fNIRS ölçümleri esnasında ön test, son test ve takip ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır.

Tablo 4.51. Sağ Anterior Singulat Korteks Aktivasyonunun Tek Ayak Denge Testi Performansı Sırasındaki Değişimi

Grup	Kanal	N	Ön Mean Rank	Son Mean Rank	Takip Mean Rank	χ^2	p
Deney	11	18	2.17	2.06	1.78	1.44	0.49
Kontrol	11	12	1.83	2.17	2.00	0.67	0.72
Deney	19	18	2.44	1.89	1.67	5.78	0.06
Kontrol	19	12	1.92	1.67	2.42	3.50	0.17

*p<0.05

Tek Ayak Denge Testi sırasında sağ anterior singulat korteks aktivasyonundaki değişimler, deney ve kontrol grupları için Tablo 4.54’de sunulmuştur. Her iki grubun 11 ve 19 numaralı kanallarına ait ön, son ve takip ölçümlerinin ortalama $\pm$ standart sapma değerleri ile Friedman testi sonuçları verilmiştir. 11 numaralı kanalda anlamlılık saptanmamıştır ($p > 0,05$). Deney grubunun 19 numaralı kanalında anlamlılığa yakın bir eğilim ($\chi^2 = 5,78$, $p = 0,06$), kontrol grubunda ise anlamlı fark bulunmamıştır ($\chi^2 = 3,50$, $p = 0,17$).

5. TARTIŞMA

Küresel yaşlanma trendiyle birlikte Alzheimer hastalığı ve diğer demans türleri hem birey sağlığı hem de toplumsal sağlık sistemleri açısından giderek daha büyük bir tehdit haline gelmektedir. Dikkat, koordinasyon ve reaksiyon süresi gibi bilişsel ve zihinsel beceriler, yaşamın her alanında kritik roller üstlenmekte olup, bu işlevlerin sürdürülmesi ve geliştirilmesi, özellikle nörodejeneratif hastalıkların önlenmesinde stratejik bir önem taşımaktadır. Yaşla birlikte artan demans riski karşısında, bilişsel ve fiziksel kapasitenin bütüncül olarak desteklenmesini hedefleyen ikili görev egzersizleri, önleyici müdahale yaklaşımları arasında öne çıkmaktadır. Bireylerin aynı anda hem motor hem de bilişsel görevleri yerine getirmesini içeren bu egzersiz türü, beynin nöroplastisite kapasitesini uyararak yeni sinaptik bağlantıların kurulmasını teşvik etmekte ve böylece bilişsel rezervin artırılmasına katkı sağlamaktadır. Bu çerçevede, egzersiz programlarının etkilerini bilimsel olarak değerlendirmek üzere, egzersiz öncesi, sonrası ve takip testleri gibi belirli zaman noktalarında, dikkat, hafıza ve yürütücü işlevler gibi bilişsel becerileri ve denge, koordinasyon, yürüme hızı gibi fiziksel performans göstergelerini değerlendiren objektif testlerin sistematik biçimde uygulanması gerekmektedir. Ölçümler sırasında fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopisi (fNIRS) gibi non-invaziv nörogörüntüleme yöntemlerinin kullanımı, kortikal düzeyde gerçekleşen nöral aktivite değişimlerinin gerçek zamanlı olarak izlenmesine olanak sağlayarak hem bilişsel hem de motor görevlerin beyin üzerindeki etkilerinin anlaşılmasına bilimsel derinlik kazandırmaktadır. fNIRS, özellikle prefrontal korteksin aktivasyonunu izleyerek, oksijenlenmiş ve deoksijenlenmiş hemoglobin düzeylerindeki değişimleri hassas biçimde tespit edebilmekte; taşınabilir yapısı sayesinde yaşlı bireylerle yürütülen hareket temelli araştırmalarda yüksek uygulanabilirlik sunmaktadır. Bu bütüncül yaklaşım, yaşa bağlı bilişsel ve fiziksel işlev kaybının önlenmesi amacıyla geliştirilecek kanıta dayalı müdahale stratejilerine önemli katkılar sağlayarak, yaşlı bireylerin yaşam kalitesinin artırılmasına yönelik sürdürülebilir çözümler sunma potansiyeline sahiptir.

Bu çalışma, altmış beş yaş üstü bireylerde ikili görev egzersizlerinin fiziksel aktivite (denge, el el kavrama kuvveti ve Zamanlı Kalk Yürü), bilişsel işlev ve yaşam kalitesi üzerine etkilerini araştırmayı hedeflemektedir. Egzersiz öncesi ve sonrası, ayrıca 4

haftalık takip sürecinde, fiziksel ve bilişsel testler (Stroop, TMT-25) uygulanırken, fNIRS (Fonksiyonel Yakın Kızılötesi Spektroskopisi) ile beyindeki nöral aktivitelerdeki değişimler gözlemlenecektir. fNIRS, beyin dokusundaki kan akışı ve oksijenlenmedeki değişiklikleri ölçerek, egzersizlerin beyin fonksiyonları üzerindeki etkisini doğrudan gösterir. Bu araştırma, yaşlı bireylerin bilişsel ve fiziksel sağlığını geliştirmeye yönelik kanıta dayalı yeni stratejiler sunmayı amaçlamıştır.

5.1. Demografik ve Antropometrik Özellikler

Çalışmaya katılan bireylerin yaş ortalaması 70.84 ± 4.56 yıl olup, deney ve kontrol gruplarının yaş ortalamaları sırasıyla 71.53 ± 4.39 ve 69.84 ± 4.65 yıldır. Grupların yaş ortalamaları birbirine oldukça yakın olup, bu durum örneklemin homojen ve karşılaştırılabilir olduğunu göstermektedir. Iuliano ve arkadaşlarının (2015) yaşlı bireylerde bilişsel ve fiziksel fonksiyonları inceleyen çalışmasında da benzer yaş ortalamaları rapor edilmiştir; bu da bulgularımızla paralellik göstermektedir.

Antropometrik parametrelerde de gruplar arasında benzerlik mevcuttur. Deney grubunun ortalama boyu 157.72 ± 4.74 cm, kilosu 72.21 ± 9.30 kg ve BKİ'si 29.11 ± 3.85 kg/m² iken, kontrol grubunda bu değerler sırasıyla 158.92 ± 6.69 cm, 69.64 ± 9.89 kg ve 28.28 ± 4.37 kg/m² olarak belirlenmiştir. Her iki grup da “fazla kilolu” veya “obezite başlangıcı” sınırlarında olup, bu durum yaşlı nüfusta yaygın metabolik risk profilini yansıtmaktadır. Almanya’da 65 yaş üzeri bireylerin %40’ı fazla kilolu, %13,7’si obez olarak bildirilmiş (Hajek ve ark., 2015), Avrupa’da ise 50 yaş ve üzerindekilerde fazla kilolu oranı %60,3, obezite oranı %19,2’dir (Abarca-Gómez ve ark., 2017). Bu veriler, literatürle uyumlu olarak çalışmamızın bulgularını desteklemektedir.

5.1.1. Mini Mental Durum Değerlendirme (MMS) Puanları

Deney grubu (28.50 ± 1.38) ile kontrol grubu (27.62 ± 1.12) arasında MMS puanları açısından anlamlı fark bulunmamıştır. Ortalama MMS puanlarının 28’in üzerinde olması, katılımcıların genel bilişsel durumunun iyi olduğunu ve belirgin bilişsel bozukluk yaşanmadığını göstermektedir. MMS, 65 yaş ve üzeri bireylerde bilişsel işlevi değerlendirmede yaygın ve güvenilir bir yöntem olup, Folstein ve ark. (1975) tarafından geliştirilmiş; Tombaugh ve McIntyre (1992) ile Güngen ve ark. (2002) tarafından geçerlilik ve standartizasyon çalışmaları yapılmıştır. Bu açıdan, çalışmamızın MMS

sonuçları literatürle uyumludur (Folstein ve ark., 1975; Tombaugh & McIntyre, 1992; Güngen ve ark., 2002).

5.2. Bilişsel Testlere İlişkin Sonuçlar

5.2.1. Stroop Testi Çapa Versiyonu A-C Bölümleri Ölçüm Sonuçları

Bu çalışmada, Stroop A bölümü başlangıç analizleri deney ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını göstererek grupların başlangıç denkleğini sağlamıştır. Uygulama sonrası tekrarlı ölçüm sonuçları, zamanın ana etkisinin anlamlı olduğunu ve daha önemlisi, zaman ve grup etkileşiminin de anlamlı olduğunu ortaya koymuştur. Bu bulgu, müdahalenin deney grubunun performansında zamanla kontrol grubundan farklı bir etki yarattığını ve hipotezlerimizi desteklediğini göstermektedir. Ancak, grup ana etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmaması, gruplar arasında genel bir kalıcı farktan ziyade, müdahalenin etkisinin zamanla ortaya çıkan dinamik bir değişim örüntüsü şeklinde kendini gösterdiğine işaret etmektedir. Bu durum, etkinin anlık performanstan çok, belirli bir öğrenme veya adaptasyon sürecine bağlı olarak gelişimsel yörüngelerdeki farklılaşma üzerinden yorumlanması gerektiği söylenebilir.

Güngen ve arkadaşları (2002), Stroop Testi Çapa versiyonunun geçerlilik ve güvenilirliğini incelemiş, yaş, eğitim düzeyi ve cinsiyet gibi demografik değişkenlerin Stroop A ve C bölümlerinin tamamlanma süreleri üzerindeki etkilerini faktöriyel ANOVA ve çoklu doğrusal regresyon analizleri ile değerlendirmişlerdir. Çalışmada, yaş ve eğitim düzeyinin Stroop A bölümü süresi üzerinde anlamlı etkileri bulunurken, deney ve kontrol grupları arasında grup ana etkisi anlamlı olmamıştır. Bu bulgular çalışmamızdaki sonuçlarla uyumludur.

Takamura, Kudo ve arkadaşlarının 2011 yılındaki çalışması, yaşlılarda ikili görev denge eğitiminin Stroop testi performansına etkilerini incelemiştir. Bu çalışma, başlangıçta deney ve kontrol grupları arasında Stroop görevi tamamlama hızı açısından anlamlı bir fark olmadığını saptamıştır. Eğitim sonrası ise, deney grubunun Stroop görevi tamamlama hızında kontrol grubuna göre anlamlı bir artış kaydettiği gözlemlenmiştir. Bu bulgular, bizim çalışmamızın Stroop bölümündeki grup ve zaman etkileşimini destekler niteliktedir. Her iki araştırma da uygulanan müdahalenin bilişsel performansta zamanla iyileşme sağladığını ve bu iyileşmenin müdahale grubunda daha belirgin olduğunu destekleyerek,

ikili görev egzersizlerinin bilişsel sağlığa katkısını vurgulamaktadır (Takamura ve ark., 2011).

5.2.2. Stroop Testi- Çapa Versiyonu A-C Bölümleri İçin Grup İçi Zaman Bazlı Karşılaştırmalar

Stroop testi A bölümü sonuçları, uygulanan müdahalenin bilişsel performans üzerindeki etkilerini hem deney hem de kontrol grupları özelinde detaylandırmıştır. Deney grubunda, Stroop A testi skorlarında ön-son test karşılaştırmasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark ($p = .000$) saptanmış olup, bu durum büyük bir etki büyüklüğü ($d = 1.25$) ile desteklenmiştir. Bu bulgu, müdahale programının bilişsel işlevler üzerinde, özellikle de dikkat ve işlem hızında, kısa vadede güçlü bir iyileşme sağladığını göstermektedir. Benzer şekilde, ön-takip test karşılaştırmasında da anlamlı bir fark ($p = .000$) ve yüksek bir etki büyüklüğü ($d = 1.75$) elde edilmesi, müdahalenin uzun vadede de bilişsel performansı sürdürülebilir bir şekilde artırma kapasitesine işaret etmektedir. Son-takip test karşılaştırmasında ise orta düzeyde bir etki büyüklüğü ($d = 0.72$) ile anlamlı bir fark ($p = .009$) bulunması, elde edilen kazanımların müdahale bitiminden sonra da belli bir düzeyde korunduğunu, ancak iyileşme hızının veya miktarının müdahale süresindeki kadar belirgin olmadığını düşündürmektedir.

Kontrol grubunda ise durum farklı bir tablo çizmektedir. Stroop A testi için ön-son test karşılaştırması istatistiksel olarak anlamlı bulunmamış ($p = .125$) ve küçük bir etki büyüklüğü ($d = 0.48$) ile sonuçlanmıştır. Bu, tek başına günlük yaşam aktivitelerinin veya genel test-tekrar etkisinin bilişsel performans üzerinde deney grubundaki kadar belirgin bir iyileşmeye yol açmadığını göstermektedir. Bununla birlikte, ön-takip test karşılaştırmasında anlamlı bir fark ($p = .003$) ve orta düzeyde bir etki büyüklüğü ($d = 1.16$) elde edilmesi dikkat çekicidir. Bu durum, kontrol grubunda dahi zamanla bilişsel işlevlerde bazı doğal iyileşmelerin veya çevresel faktörlerin etkisiyle belirli düzeyde adaptasyonların olabileceğini akla getirmektedir. Ancak, son-takip test karşılaştırmasının anlamlı bulunmaması ($p = .057$) ve orta düzeyde bir etki büyüklüğü ($d = 0.65$) sergilemesi, kontrol grubundaki ön-takip iyileşmesinin istatistiksel açıdan güçlü ve sürdürülebilir olmadığını, müdahale edilmediğinde kazanımların kaybolma eğiliminde olduğunu düşündürmektedir.

Literatürdeki bulgular da bu sonuçlarımızla genel olarak uyum göstermektedir. Horata ve arkadaşları (2020) tarafından sağlıklı yaşlı bireylerde yapılan bir çalışmada, ikili görev eğitim grubunda Stroop testi dahil olmak üzere birçok bilişsel değişken açısından anlamlı iyileşmeler rapor edilmiştir. Benzer şekilde, Eldemir ve arkadaşları (2025) Multipl Skleroz hastalarında online Pilates eğitiminin Stroop Testi performansı üzerindeki etkilerini incelemiş ve Stroop Testi'nde grup $\times$ zaman etkileşiminin anlamlı olduğunu ($p \leq 0.01$) bulmuşlardır. Bu da müdahale grubunun Stroop performansında kontrol grubuna kıyasla zamanla daha belirgin bir iyileşme gösterdiğini ortaya koymuştur. Öte yandan, Wiśniowska ve arkadaşları (2023) ikili görev eğitiminin bilişsel olarak daha zorlayıcı olduğunu ve daha fazla hataya yol açtığını, ancak görev planlama süresini uzatmadığını belirtmiştir; bu durum, ikili görev egzersizlerinin bilişsel işlevleri zorlayarak ve adaptasyonu teşvik ederek bilişsel performansta iyileşmelere yol açtığı genel fikriyle uyumludur. Welhaf ve arkadaşları (2022) tarafından yapılan ve klasik bir ikili görev çalışması olmasa da Stroop görevindeki bilişsel kontrolü ve müdahaleyi azaltmak için hedef hatırlatıcıların yaşlı yetişkinlerdeki etkisine odaklanan çalışma da yaşlılarda Stroop performansının manipüle edilebilirliğini ve bilişsel kontrol süreçlerinin önemini vurgulayarak bulgularımızı dolaylı yoldan desteklemektedir.

Stroop Testi Çapa Versiyonu C bölümü sonuçları incelendiğinde, uygulama öncesinde deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür. Uygulama sonrası ölçümlerde zamanın ana etkisi anlamlı bulunmuş ve genel olarak her iki grupta da performansta iyileşme gözlenmiştir. Ayrıca, zaman ile grup etkileşiminin anlamlı olması, deney ve kontrol gruplarının zaman içindeki performans değişikliklerinin farklılaştığını göstermektedir. Buna karşın, gruplar arasında genel performans farkı saptanmamıştır. Bu bulgular, uygulanan çift görev dengesi eğitiminin bilişsel performansı zamanla olumlu yönde etkilediğini, ancak iki grup arasında doğrudan performans farkı yaratmadığını ortaya koymaktadır.

Hiyamizu ve arkadaşları (2011), 65 yaş ve üzeri bireylerde ikili görev denge eğitiminin Stroop testi performansına etkilerini inceleyen randomize kontrollü çalışmalarında, başlangıçta gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığını belirtmişlerdir. Ancak, üç aylık eğitim sonrası deney grubunda Stroop görevi hızında anlamlı bir iyileşme gözlenmiş;

ayrıca, zaman ve grup etkileşiminin anlamlı bulunması, grupların zaman içindeki performans değişikliklerinin farklılaştığını göstermiştir (Hiyamizu ve ark., 2011). Bu bulgular, çalışmamızın Stroop "İnterferans" aşaması ile uyumludur. Stroop "İnterferans" aşaması (genellikle Stroop C bölümü olarak da adlandırılır), bilişsel ketleme (inhibisyon), seçici dikkat ve çatışma çözme gibi yürütücü işlevleri ölçen kritik bir test bölümüdür; bu aşamada kelimenin anlamı ile rengi birbiriyle çelişerek bilişsel bir çatışma yaratır ve otomatikleşmiş yanıtın bastırılmasını gerektirir. Hiyamizu ve arkadaşlarının bulgularının, bizim Stroop "İnterferans" aşamamızdaki zamanın ana etkisi ve zaman-grup etkileşiminin anlamlı olmasıyla desteklenmesi, her iki çalışmanın da ikili görev denge eğitiminin yaşlı bireylerde bilişsel kontrolü ve inhibisyon becerilerini olumlu yönde etkilediğini vurgulamaktadır. Çalışmamız bu araştırmayla benzer sonuçlar göstermektedir.

5.2.3. Stroop Testi (A ve C Bölümleri) Performansının Deney ve Kontrol Gruplarında Ön, Son ve Takip Ölçümleri Arasındaki Farklılıklar

Stroop A testi sonuçlarının deney ve kontrol grubu ön test, son test ve takip testi olmak üzere üç ayrı ölçüm noktasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediği saptanmıştır ($p>.05$). Bu bulgu, uygulanan müdahale programının ya da zamanın kendi başına Stroop A testi performansı üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını düşündürmektedir.

Elde edilen Cohen's d etki büyüklükleri de bu yorumu destekler niteliktedir. Deney grubu için 0,02 ile -0,07, kontrol grubu için ise -0,10 ile -0,20 arasında değişen bu değerler, etkilerin son derece küçük, hatta ihmal edilebilir düzeyde olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Başka bir deyişle, gruplar arasındaki farklar pratik açıdan bir önem taşımamaktadır.

Bu sonuçlar, Stroop A testinin ölçtüğü bilişsel süreçler üzerinde uygulanan müdahalenin ya da doğal zaman akışının beklenen etkiyi yaratmadığını göstermektedir. Bu durum, kullanılan müdahale programının içeriği, süresi veya yoğunluğu gibi faktörlerin Stroop A testi ile ilişkili bilişsel işlevleri etkilemede yetersiz kalmış olabileceğine işaret edebilir. Ayrıca, Stroop A testinin duyarlılığı veya ölçülen bilişsel alanın müdahaleye dirençli olması gibi alternatif açıklamalar da göz önünde bulundurulmalıdır.

Stroop C Testi sonuçları, Deney-Kontrol Grubu'nun kendi içinde yapılan karşılaştırmalarda anlamlı bir fark olmadığını ortaya koymaktadır. Ön-Son, Ön-Takip ve Son-Takip ölçümleri arasında elde edilen p değerleri sırasıyla .43, .96 ve .57 olup, bu değerler istatistiksel olarak anlamlılık düzeyinin oldukça üzerindedir ($p > .05$). Buna paralel olarak hesaplanan etki büyüklükleri de oldukça düşüktür (Cohen's $d = 0.08, -0.01, -0.05$). Cohen'in (1988) ölçütlerine göre bu değerler "önemsiz" düzeyde etki büyüklüğü kategorisine girmektedir. Bu sonuçlar, ilgili ölçüm zamanları arasında Stroop C Testi performansında kayda değer bir değişim olmadığını ve uygulamanın bu ölçüt üzerinde anlamlı bir etki yaratmadığını göstermektedir.

Stroop Testi'nin Çapa versiyonu A ve C bölümlerinde iki grup arasında anlamlı bir farkın gözlenmemesi, birkaç olası nedene dayandırılabilir; Melby-Lervåg ve Hulme (2013), bilişsel eğitim çalışmalarında gözlemlenen etkisiz sonuçların olası nedenlerinden biri olarak tavan etkisine dikkat çekmektedir. Bu durum, katılımcıların müdahale öncesinde yüksek performans sergilemeleri nedeniyle gelişim alanının sınırlı kalmasıyla ilgilidir. Stroop Testi gibi görevlerde bu tür bir etki, müdahalenin etkilerini ortaya koymada ölçüm duyarlılığını azaltabilir. Lampit ve arkadaşları (2014) tarafından yapılan meta-analiz, bilişsel antrenman programlarının dozaj ve uygulama şeklinin önemini vurgulamaktadır. Müdahale yoğunluğu ve süresi, bilişsel gelişim için kritik önemdedir. Yetersiz dozaj, Stroop Testi gibi dikkat ve yürütücü işlev ölçümlerinde anlamlı değişikliklerin gözlenmemesine yol açabilir. Bu nedenle, etkisiz görünen sonuçlar müdahale dozunun yetersizliğinden kaynaklanıyor olabilir. Healy ve Wohldmann (2012) bilişsel eğitimin faydalarının, eğitim alınan görev ile test edilen görev arasındaki benzerlik derecesine bağlı olarak transfer etkisi gösterdiğini belirtmektedir; bu nedenle Stroop testi gibi spesifik bir testi doğrudan hedeflemeyen genel bir ikili görev egzersizi, beklenen transferi sağlamayabilir. Simons ve arkadaşları (2016), araştırmalarda kullanılan kontrol gruplarının tamamen pasif olmaması, bağlı bulundukları kurumlarda belirli aralıklarla bilişsel ve fiziksel faaliyetlere katılıyor olmaları gibi durumların, yani kontrol grubunun da müdahale ile çakışan veya fayda sağlayabilecek aktivitelerde bulunmasının, deney grubu ile aralarındaki farkın azalmasına neden olabileceğini belirtmiştir.

5.2.4. İz Sürme (TMT-25) Testine İlişkin Sonuçlar

Çalışmamızda bilişsel değerlendirme amacıyla Reitan tarafından geliştirilen İz Sürme Testi (TMT) kullanılmıştır. Bu test, katılımcıların sayısal bilgi, soyut düşünme, motor hız, görsel-motor kavram tarama, bilişsel esneklik ve konsantrasyon gibi çeşitli bilişsel becerilerini ölçmeyi amaçlar. TMT, karmaşık görsel tarama bileşenleri ve frontal lob aktivitesiyle ilişkisi nedeniyle bilişsel süreçlerin kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesinde önemli bir araçtır. TMT, TMT-A ve TMT-B olmak üzere iki bölümden oluşur. TMT-A, yalnızca 1-25 arası sayıları takip ederken, TMT-B sayılarla harfleri (1-A, 2-B, vb.) birleştirerek daha yüksek bilişsel esneklik ve dikkat gerektiren bir görev sunar. Her iki bölümde tamamlanma süreleri, hata sayıları ve düzeltme sıklıkları kaydedilir. Çalışmamızda yalnızca TMT- testi kullanılarak katılımcıların 1-25 arası sayıları tamamlama süreleri ölçülmüştür.

İz Sürme (TMT) Testi değişkenine ilişkin bulgular, ön testte deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir fark olmadığını ($p = .993$), uygulama sonrasında ise zamanın ana etkisinin anlamlı olduğunu ($p < .001$), buna karşın zaman ve grup etkileşiminin ($p = .112$) ve grup ana etkisinin ($p = .304$) istatistiksel olarak anlamlı olmadığını göstermektedir. Bu sonuçlar, zaman içinde genel bir gelişme yaşandığını ancak bu gelişmenin deney grubuna özgü bir etkiyle ortaya çıkmadığını, dolayısıyla uygulamanın TMT performansı üzerinde anlamlı bir farklılık yaratmadığı görülmektedir.

Marcelo de Maio Nascimento ve arkadaşları (2023), yaş ortalaması $66,20 \pm 4,05$ olan yaşlı kadınlar üzerinde yürüttükleri bir çalışmada, 12 haftalık fiziksel-bilişsel çift görev eğitiminin yönetici işlevler, depresyon, uyku kalitesi ve yaşam kalitesi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada deney ve kontrol gruplarına ayrılan katılımcılar değerlendirilmiş, özellikle Trail Making Test (TMT) ve Stroop Testi gibi bilişsel performans ölçümlerinde zaman ve grup etkileşimi açısından anlamlı gelişmeler olduğu raporlanmıştır. Buna karşılık, depresyon ve uyku kalitesinde anlamlı bir zaman-grup etkileşimi gözlenmemiştir (Nascimento ve ark., 2023).

Bu bulgular, özellikle zaman içinde tüm katılımcılarda gözlenen bilişsel gelişme açısından, çalışmamızın sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Çalışmamızda da TMT testi açısından zamanın ana etkisi anlamlı bulunmuş ($p < .001$), ancak zaman ve grup

etkileşimi anlamlı olmamıştır ($p = .112$). Bu durum, her iki çalışmada da çift görev eğitiminin zamanla bilişsel performans üzerinde olumlu etkiler yaratabileceğini, ancak bu etkinin deney grubuna özgü olup olmadığı konusunda farklı sonuçlar elde edildiğini göstermektedir. Bu bakımdan, çalışmamız literatürdeki mevcut araştırmalarla zaman etkisi yönünden benzerlik taşımaktadır.

İlgili alanda yapılan başka bir çalışmada; Renata do Nascimento Silva ve arkadaşları (2021), Parkinson hastalığına sahip bireyler üzerinde yaptıkları çalışmada, dual-task müdahalesinin İz Sürme Testi (TMT) performansı üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışmaya, Parkinson hastalığı tanısı almış 10 birey katılmış ve bu bireyler dual-task grup (DTG) ve kontrol grubu (CG) olarak ikiye ayrılmıştır. Çalışma sonucunda, TMT testi performansında DTG grubunda anlamlı bir iyileşme gözlemlenmiş ve grup arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p = 0.03$). Ayrıca, günlük yaşam aktiviteleri ve motor becerilerde de DTG grubunun, kontrol grubuna göre daha fazla gelişim gösterdiği ($p = 0.02$) tespit edilmiştir. Çalışmanın bulguları, dual-task müdahalesinin Parkinson hastalığı olan bireylerde bilişsel ve motor işlevlerin iyileştirilmesine katkı sağladığını ortaya koymuştur (Silva ve ark., 2021).

Bu bakımdan çalışmamızda elde edilen sonuçlar literatürdeki önceki çalışmalarla uyumlu olup, TMT testi performansında zamanla bir iyileşme olduğunu, ancak grup düzeyinde anlamlı farkların ortaya çıkmadığını göstermektedir. Bu, kullanılan müdahale türünün etkilerini anlamak için daha farklı testler ve uzun dönemli izlem gerekliliğini ortaya koymaktadır.

5.2.5. İz Sürme Testi (TMT-25) Sonuçlarına Göre Deney ve Kontrol Gruplarının Ölçüm Zamanlarına Göre Karşılaştırılması

İz Sürme Testi performansları açısından deney ve kontrol grupları arasında ön test, son test ve takip testi ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmamıştır. Ön test verileri incelendiğinde, her iki grup arasında benzer başlangıç seviyeleri olduğu ($p=.92$) tespit edilmiş, bu durum grupların rastgele atamasının etkinliğini ve başlangıç dengesinin sağlandığını doğrulamıştır. Son test verilerinde ($p=.17$) ve takip testi verilerinde ($p=.37$) de gruplar arasında anlamlı bir fark oluşmamıştır. Bu bulgular, uygulanan müdahalenin İz Sürme Testi performansı üzerinde doğrudan veya kalıcı bir etki

yaratmadığını göstermektedir. Etki büyüklükleri (Cohen's d) incelendiğinde ise, tüm testlerde küçük etki büyüklükleri (-0.05 ile -0.47 arasında) gözlemlenmiştir. Bu durum, gözlemlenen farklılıkların pratik açıdan da önemsiz düzeyde olduğunu ve müdahalenin İz Sürme Testi ile ölçülen dikkat, bilişsel esneklik ve görsel tarama becerileri üzerinde belirgin bir değişim sağlamadığını düşündürmektedir. Bu sonuçlar, ilgili literatürdeki benzer müdahalelerin etki mekanizmaları ve genelleylebilirliği açısından daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymaktadır.

Cai ve arkadaşları (2024) tarafından gerçekleştirilen sistematik derleme ve meta-analiz çalışmasında, exergame temelli müdahalelerin MCI tanılı yaşlı bireylerde bilişsel işlevler üzerindeki etkileri incelenmiş; İz Sürme Testi gibi bilişsel esneklik ve dikkat bileşenlerini ölçen testlerde küçük ama anlamlı düzeyde gelişmeler raporlanmıştır ($MD = -3.89$, %95 CI $[-6.45, -1.33]$). Araştırmacılar, bu etkilerin sınırlı düzeyde olduğunu ve kalıcılığın belirsizliğini vurgulamıştır. Bulgular, mevcut çalışmadaki sonuçlarla örtüşmekte olup, etkili bir bilişsel değişim için daha uzun süreli ve yapılandırılmış müdahalelere ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda, söz konusu bulgular mevcut araştırmanın sonuçlarıyla kısmen örtüşmekte ve benzer müdahalelerde gözlemlenen sınırlı etki düzeylerini desteklemektedir.

5.3. Fiziksel Testlere İlişkin Sonuçlar

5.3.1. Katılımcıların Sağ ve Sol El Kavrama Kuvveti Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Çalışma öncesinde sağ el kavrama kuvveti yönelik yapılan analizler, deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir fark bulunmadığını ortaya koymuştur. Bu bulgu, başlangıçta her iki grubun sağ el kavrama kuvveti açısından benzer özelliklere sahip olduğunu ve gruplar arasındaki farklılıkların çalışmanın başlangıcında gözlemlenmediğini göstermektedir. Ayrıca, sağ el kavrama kuvvetinin zamanla değişimi incelendiğinde, zaman faktörünün etkisi belirgin şekilde ortaya çıkmış ve ölçüm zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmiştir. Bu bulgu, müdahale sürecinin, sağ el kavrama kuvveti üzerinde zaman içinde bir gelişim sağladığını göstermektedir. Ancak, grup ana etkisinin anlamlı olmaması, müdahalenin her iki grup üzerinde benzer etkiler gösterdiği ve bu etkinin grubun müdahale veya kontrol statüsünden bağımsız olarak, zaman içinde gelişen bir süreç olduğunu göstermektedir.

Benzer şekilde, çalışma öncesinde sol el kavrama kuvvetine yönelik yapılan t-testi analizinde de deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu durum, çalışma başlangıcında gruplar arasında sol kavrama kuvveti açısından herhangi bir fark olmadığını ve grupların eşit düzeyde olduğu anlamına gelmektedir. Zaman faktörünün sol kavrama kuvveti üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu bulunmuş ve ölçüm zamanları arasında belirgin bir fark gözlemlenmiştir. Bu bulgu, müdahale sürecinin sol kavrama kuvveti üzerinde zamanla iyileşme sağladığını göstermektedir. Ancak, grup ana etkisinin anlamlı olmaması, bu gelişimin sadece zamanın etkisiyle ilgili olduğunu ve gruplar arasında belirgin bir fark oluşmadığını ortaya koymaktadır. Bu sonuç, sağ kavrama kuvveti ile benzer şekilde, her iki grubun zaman içinde benzer gelişim eğilimleri gösterdiğini göstermektedir.

Merchant ve arkadaşları (2025), 60 yaş ve üzeri yaşlı bireylerde saropeni riski taşıyan katılımcılarla yapılan bir çalışmada, 3 ay süresince uygulanan "dual-task" egzersiz programının etkilerini değerlendirmiştir. Çalışmaya katılan 111 kişi, ortalama 75,9 yaşında olup, program sonunda gait hızı, sağ kavrama kuvveti ve SPPB gibi fiziksel parametrelerde önemli gelişmeler gözlemlenmiştir. Deney grubunda sağ kavrama kuvveti ve gait hızında anlamlı artışlar bulunurken, kontrol grubunda benzer iyileşmeler tespit edilmemiştir. Zaman $\times$ Grup etkileşimi, egzersizin etkisinin deney grubunda daha belirgin olduğunu göstermiştir. Sonuç olarak, dual-task egzersizlerinin yaşlı bireylerin fiziksel işlevselliklerini artırmada ve saropeniyi azaltmada etkili bir yöntem olduğu bulunmuştur (Merchant ve ark., 2021)

Bu bakımdan, çalışmamız literatürdeki benzer araştırmalarla uyumlu sonuçlar göstermektedir. Özellikle, yaşlı bireylerde fiziksel işlevselliği artırmaya yönelik "dual-task" egzersiz programlarının etkileri üzerine yapılan önceki çalışmalarda da benzer iyileşmeler gözlemlenmiştir. Çalışmalar, bu tür egzersizlerin saropeni riski taşıyan bireylerde gait hızı, kas gücü ve genel fiziksel performansı iyileştirdiğini ortaya koymuştur. Ayrıca, düşme riski, sosyal izolasyon ve zihinsel sağlık gibi diğer önemli sağlık parametrelerinde de anlamlı gelişmeler kaydedilmiştir. Bu bulgular, egzersiz müdahalelerinin yaşlı bireylerin genel sağlık durumları üzerinde olumlu etkiler yarattığını destekleyen literatürdeki mevcut verilerle benzerlik göstermektedir.

5.3.2. Sağ ve Sol Kavrama Kuvveti İkili Karşılaştırmalar

Sağ kavrama kuvveti ölçümlerine dair analizler, deney grubunda müdahale öncesi ve hemen sonrası yapılan Ön-Son karşılaştırmasında anlamlı bir artış olduğunu ve bunun büyük bir etkiyle desteklendiğini göstermiştir. Ön-Takip karşılaştırması da anlamlı bulunmuş, müdahalenin etkisinin uzun vadede de bir miktar devam ettiğini, ancak orta düzeyde bir etkiyle sınırlı kaldığını düşündürmüştür. Ancak, Son-Takip karşılaştırmasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir, bu da kazanımların takip döneminde ek gelişme göstermediğini veya bir kısmının geri döndüğünü akla getirmektedir. Kontrol grubunda ise tüm zaman noktalarında anlamlı bir değişim bulunmamış, gözlemlenen tüm etki büyüklükleri küçük kalmıştır. Bu durum, deney grubundaki olumlu değişimlerin doğrudan uygulanan müdahaleye atfedilebileceğini desteklemekte, müdahalenin kısa vadede sağ kavrama kuvveti üzerinde güçlü bir etki yarattığını, ancak bu etkinin uzun vadede kısmen korunduğunu ortaya koymaktadır.

Sol kavrama kuvveti hem deney hem de kontrol grupları için farklı zaman dilimlerinde incelendi. Deney grubunda, müdahale öncesi ile hemen sonrası arasındaki (Ön-Son) karşılaştırmada belirgin bir artış kaydedilirken, bu iyileşme büyük bir etkiyle desteklendi. Müdahalenin ardından bir süre sonra yapılan (Ön-Takip) karşılaştırması da anlamlı bulundu, ancak bu kez etki orta düzeydeydi. Ancak, müdahale sonrası ile takip dönemi arasındaki (Son-Takip) karşılaştırmada istatistiksel bir fark tespit edilemedi, bu da elde edilen iyileşmenin takip sürecinde tamamen korunmadığını düşündürüyor. Kontrol grubunda ise dikkat çekici bir şekilde, (Ön-Son) karşılaştırmada anlamlı bir iyileşme gözlemlendi, bu da müdahaleden bağımsız olarak kısa vadeli bir artış potansiyelinin olabileceğine işaret etti. Ne var ki, kontrol grubunun (Ön-Takip) ve (Son-Takip) karşılaştırmalarında anlamlı bir değişim yaşanmadı, bu da kısa süreli iyileşmenin uzun vadede sürdürülemediğini gösterdi. Genel olarak, deney grubunda müdahalenin sol kavrama kuvveti üzerinde başlangıçta güçlü bir yükseliş sağladığı, ancak bu etkinin zamanla azalarak devam ettiği anlaşıldı. Kontrol grubunda da kısa vadeli bir ilerleme görülmesi, bu tür kas kuvveti ölçümlerinde müdahale dışı faktörlerin de etkili olabileceğini düşündürüyor.

Sağ kavrama kuvveti testine ilişkin bulgular, çalışmanın başlangıcında (ön test) deney ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını göstermiştir. Bu ön bulgu, randomize atamanın etkinliğini ve grupların sağ kavrama kuvveti açısından benzer başlangıç seviyelerine sahip olduğunu doğrulamaktadır. Müdahale sonrası gerçekleştirilen son test ölçümlerinde ise, deney ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmiş ve bu fark, uygulanan müdahalenin sağ kavrama kuvveti üzerinde büyük bir etki yarattığını gösteren yüksek bir etki büyüklüğü ile desteklenmiştir. Ancak, takip ölçümünde gruplar arasındaki farkın tekrar anlamlılık düzeyinin altına düşmesi, müdahalenin sağladığı kısa vadeli kazanımların uzun vadede tam olarak sürdürülemediğini veya zamanla bir miktar azaldığını düşündürmektedir. Bu sonuçlar, müdahalenin sağ kavrama kuvveti üzerinde akut ve güçlü bir iyileşme potansiyeline sahip olduğunu, ancak bu kazanımların kalıcılığı için ek ve sürekli stratejilerin önemini ortaya koymaktadır.

Sol kavrama kuvveti ölçümlerinde ise sağ kavrama kuvvetine benzer bir etki paterni gözlemlenmiştir. Ön testte deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir farkın bulunmaması, sol kavrama kuvveti açısından da grupların başlangıç denkliğinin sağlandığını teyit etmektedir. Son testte her iki grupta da anlamlı bir artış görülmekle birlikte, gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı çıkması, müdahalenin sol kavrama kuvveti üzerinde kısa vadede belirgin bir fark yarattığını düşündürmektedir. Ancak takip ölçümünde gruplar arasındaki farkın anlamlı olmaması, sol kavrama kuvvetindeki kazanımların da uzun dönemde kalıcılığının kısıtlı olduğunu işaret etmektedir. Bu bulgular, her iki kavrama kuvveti ölçümünde de müdahalenin ilk dönemdeki etkilerinin belirginliğini koruduğunu, ancak bu etkilerin zamanla azalma eğiliminde olduğunu göstermektedir. Gelecek araştırmalar, kavrama kuvvetindeki bu kısa vadeli iyileşmelerin uzun vadeli sürdürülebilirliğini sağlamak adına farklı müdahale protokollerini veya pekiştirme programlarını detaylıca incelemelidir.

Bu çalışmada ikili görev egzersizleri sonucu elde edilen sağ ve sol kavrama kuvvetindeki kısa vadeli belirgin artışlar ve bu artışların uzun vadede kısmi olarak korunması, literatürdeki mevcut kanıtlarla tutarlılık göstermektedir. Özellikle, Wang ve arkadaşlarının (2024) sarcopenia tanılı yaşlı bireylerde çeşitli egzersiz müdahalelerinin

etkilerini incelediği meta-analiz, kavrama kuvveti üzerinde kısa vadede istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif etkiler bulurken, bu etkinin uzun vadede azaldığını rapor etmiştir. Bu durum, uygulanan müdahalenin yaşlı bireylerde kas kuvveti artışı üzerinde kısa dönemde etkili olduğunu, ancak kazanımların kalıcılığının zamanla azalabileceğini düşündüren literatürdeki genel eğilimi desteklemektedir. Müdahale programlarının etkinliğinin sürdürülebilirliği ve kazanımların uzun vadeli korunumu, gelecekteki araştırmalar için önemli bir odak noktası olmaya devam etmektedir.

5.3.3. Tek Ayak Denge Testine İlişkin Değerlendirmeler

Bu çalışmada, ikili görev egzersizlerinin denge performansına yönelik yapılan analizler sonucunda, çalışmanın başlangıcında deney ve kontrol grupları arasında küçük ama belirgin bir fark olduğunu göstermektedir. Başlangıçta her iki grup arasında gözlemlenen farkın küçük olması, gruplar arasındaki denge performanslarının genel olarak benzer olduğunu, ancak yine de istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, gruplar arasındaki denge performanslarının başlangıçta benzer özellikler taşıdığını, ancak çalışmanın ilerleyen süreçlerinde performans değişimlerinin farklılaşmaya başladığını göstermektedir.

Uygulama sonrası yapılan tekrarlı ölçümler, zaman faktörünün denge puanları üzerinde anlamlı bir etkisi olduğunu ortaya koymuştur. Zaman içinde yapılan müdahalenin, denge performansını olumlu şekilde etkilediği ve zamanın, denge puanlarındaki değişikliklerde belirgin bir rol oynadığı görülmüştür. Zamanın etkisinin anlamlı olması, müdahalenin bu süre zarfında denge performansında gelişim sağladığını düşünülebilir. Bununla birlikte, zaman ve grup etkileşimi anlamlı bulunmamış olup, gruplar arasındaki zamanla ilgili değişimlerin benzer olduğu anlaşılmaktadır. Yani, her iki grup da zaman içinde benzer bir gelişim göstermiş ve gruplar arasındaki zamanla ilişkili değişiklikler birbirine yakın olmuştur.

Fakat, grup ana etkisi anlamlı bulunmuş ve deney grubunun, kontrol grubuna kıyasla daha iyi bir denge performansı sergilediği ortaya çıkmıştır. Bu bulgu, deney grubunun müdahale süreci boyunca daha fazla iyileşme gösterdiğini ve kontrol grubuna kıyasla daha yüksek bir performans sergilediğini göstermektedir.

5.3.4. Tek Ayak Denge Testi Grup Karşılaştırmaları

Tek Ayak Denge Testi sonuçları, deney ve kontrol grupları arasında tüm ölçüm zamanlarında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğunu ortaya koymuştur. Ön test verileri, çalışmanın başlangıcında dahi deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir farkın bulunduğunu göstermektedir. Bu bulgu, grupların denge performansı açısından başlangıçta eşdeğer olmadığını ve deney grubunun ön testte kontrol grubuna göre daha iyi bir denge performansına sahip olduğunu işaret etmektedir.

Müdahale sonrası gerçekleştirilen son test ölçümlerinde de deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir farklılık saptanmıştır. Bu durum, müdahale sonunda deney grubunun denge performansının kontrol grubuna kıyasla hala üstün olduğunu veya müdahalenin bu farkı koruduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, takip ölçümünde de deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir farkın gözlemlenmesi, deney grubunun denge performansı üzerindeki üstünlüğünün uzun vadede de devam ettiğini düşündürmektedir. Bu bulgular, uygulanan müdahalenin denge performansı üzerinde kalıcı ve olumlu bir etkiye sahip olabileceğine dair güçlü kanıtlar sunmaktadır. Ancak, başlangıçtaki anlamlı fark göz önüne alındığında, bu üstünlüğün müdahalenin doğrudan bir sonucu mu olduğu yoksa başlangıçtaki performans farkının bir yansıması mı olduğu detaylı olarak irdelenmelidir. Gelecek çalışmalar, bu başlangıç farkını ortadan kaldıracak daha homojen gruplarla veya istatistiksel kontrol yöntemleriyle müdahalenin gerçek etkisini daha net ortaya koyabilir.

Schwenk ve arkadaşlarının (2010) yürüttüğü randomize kontrollü bir çalışma, demans tanısı almış bireylerde bilişsel ve motor fonksiyonları hedefleyen müdahalelerin etkinliğine dair önemli bulgular sunmuştur. Bu çalışma, spesifik egzersiz programlarının ikili görev performansını iyileştirmede etkili olabileceğini göstermiş, böylece demanslı hastalarda düşme riskini azaltma ve günlük yaşam aktivitelerini destekleme potansiyeli taşımıştır. Bu tür araştırmalar, bilişsel bozukluğu olan bireylerde bilişsel-motor entegrasyonu güçlendirmenin ve fonksiyonel bağımsızlığı artırmanın yolları üzerine mevcut literatüre değerli katkılar sağlamaktadır.

Hiyamizu ve arkadaşları (2011), yaşlı bireylerde ikili görev denge eğitiminin denge performansına etkilerini araştırarak, deney grubunda 21 katılımcıya bilişsel görevlerle birlikte güç ve denge eğitimi uyguladıklarını, kontrol grubundaki 22 katılımcıya ise sadece

güç ve denge eğitimi verdiklerini, Stroop görevi hızında deney grubunun kontrol grubuna kıyasla anlamlı bir iyileşme sağladığını, ancak diğer denge parametrelerinde anlamlı bir fark tespit etmediklerini belirtmişlerdir.

Yıldız ve arkadaşları (2024), yaşlı yetişkinlerde ikili görev antrenmanının denge performansına etkilerini araştıran bir sistematik derleme ve meta-analiz çalışması yapmışlardır. Derleme, deney grubuna bilişsel görevlerle birlikte denge eğitimi uygulandığını, kontrol grubuna ise yalnızca denge eğitimi verildiğini belirtmektedir. Çalışma, deney grubunun kontrol grubuna kıyasla denge performansında anlamlı iyileşmeler sağladığını ve ikili görev antrenmanının yaşlı bireylerde dengeyi geliştirdiğini ortaya koymuştur. Bununla birlikte, zamanla ilgili grup etkileşiminin anlamlı bir fark oluşturmadığı ve her iki grubun zamanla benzer gelişmeler gösterdiği tespit edilmiştir. Bu bulgular, ikili görev egzersizlerinin yaşlı bireylerde dengeyi iyileştirme potansiyelini vurgulamakla birlikte, dengeyi iyileştiren diğer müdahalelere kıyasla net bir üstünlük göstermediğini göstermektedir.

Çalışmamız, literatürdeki benzer araştırmalarla uyumlu sonuçlar göstermektedir. Özellikle, yaşlı bireylerde ikili görev (dual-task) egzersizlerinin dengeyi iyileştirdiği ve postural kontrolü güçlendirdiğine dair önceki bulgularla paralellik göstermektedir. İkili görev egzersizin düşme riskini azaltarak dengeyi geliştirdiği ve genel fiziksel performansı iyileştirdiği literatürde vurgulanan önemli sonuçlar arasında yer almaktadır. Bu bulgular, dengeyi iyileştirmeye yönelik egzersizlerin yaşlı bireylerin sağlığını desteklediğini ortaya koymaktadır.

5.3.5. Zamanlı Kalk Yürü Testine İlişkin Değerlendirmeler

Çalışmada, ikili görev temelli egzersizlerin yaşlı bireylerin yürüyüş performansı üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilen analizler, müdahale öncesinde deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir farklılık bulunmadığını göstermiştir. Bu bulgu, grupların başlangıç düzeyinde homojen bir yapıya sahip olduğunu ve uygulanan müdahalenin etkisinin sağlıklı biçimde incelenmesine olanak tanıdığını göstermesi açısından önemlidir.

Zaman içinde elde edilen veriler ise, yürüyüş performansında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim meydana geldiğine işaret etmektedir. Özellikle zaman ve grup etkileşiminin anlamlı bulunması, deney grubunun müdahale süreci boyunca yürüyüş performansında belirgin bir artış sergilediğini ve bu gelişimin kontrol grubundaki değişimden anlamlı düzeyde ayrıştığını ortaya koymaktadır. Bu durum, motor-kognitif bileşenleri içeren egzersiz programlarının, yaşlı bireylerin fonksiyonel hareketlilik düzeylerini destekleyici etkisini açık biçimde göstermektedir.

5.3.6. Zamanlı Kalk Yürü Testi: Deney ve Kontrol Gruplarının Ön, Son ve Takip Ölçümlerine Göre İkili Karşılaştırmaları

Zamanlı Kalk Yürü Testi; performansındaki değişimler, deney ve kontrol grupları için farklı zaman noktalarında incelenmiştir. Deney grubunda, müdahale öncesi ve hemen sonrası yapılan Ön-Son karşılaştırmasında istatistiksel olarak anlamlı bir iyileşme gözlemlenmiştir. Bu, uygulanan müdahalenin kısa vadede fonksiyonel alt ekstremite gücü ve dengesi üzerinde güçlü bir pozitif etki yarattığını göstermektedir. Benzer şekilde, Ön-Takip karşılaştırması da anlamlı bulunmuştur, bu da müdahalenin sağladığı faydaların uzun vadede de önemli ölçüde korunduğuna işaret etmektedir. Ancak, Son-Takip karşılaştırmasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın bulunmaması, müdahale sonrası elde edilen kazanımların takip döneminde ek bir ilerleme kaydetmediğini veya stabil bir seviyeye ulaştığını düşündürmektedir.

Kontrol grubunda ise, Ön-Son karşılaştırmasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmezken, bu durum standart koşullar altında fonksiyonel performansın doğal seyrinde belirgin bir iyileşme göstermediğini ortaya koymaktadır. Ön-Takip ve Son-Takip karşılaştırmalarında da anlamlı bir farkın bulunmaması, kontrol grubunun performansının tüm ölçüm zamanlarında istikrarlı kaldığını veya minimal değişiklikler gösterdiğini teyit etmektedir. Deney grubunda gözlemlenen belirgin iyileşmelerin aksine, kontrol grubundaki bu istikrarlı durum, deney grubundaki olumlu değişimlerin doğrudan uygulanan müdahaleye atfedilebileceğini güçlendirmektedir. Bu bulgular genel olarak, müdahalenin yaşlı bireylerde SOKT performansını kısa ve orta vadede anlamlı düzeyde artırma potansiyeline sahip olduğunu, elde edilen kazanımların uzun vadede önemli

ölçüde sürdürülebildiğini ve bu kazanımların müdahaleye özgü olduğunu desteklemektedir.

5.3.7. Zamanlı Kalk Yürü Testi Grup Karşılaştırmaları

Müdahale sonrası gerçekleştirilen son test ölçümlerinde, deney grubu ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmiştir. Deney grubunun SOKT süresinde kontrol grubuna kıyasla belirgin bir azalma, yani daha iyi bir performans sergilediği tespit edilmiştir. Bu bulgu, uygulanan müdahalenin kısa vadede fonksiyonel alt ekstremite gücü ve mobilite üzerinde önemli ve pozitif bir etki yarattığını açıkça göstermektedir. Daha da önemlisi, bu anlamlı fark takip ölçümünde de devam etmiştir. Deney grubunun kontrol grubuna göre daha kısa SOKT sürelerini koruması, müdahalenin sağladığı faydaların uzun vadede de sürdürülebilir olduğunu ve elde edilen kazanımların kalıcı nitelikte olduğunu göstermektedir. Kontrol grubunda belirgin bir iyileşme gözlenmezken, deney grubundaki bu tutarlı ve anlamlı iyileşme, gözlemlenen olumlu değişimlerin doğrudan uygulanan müdahaleye atfedilebileceğini desteklemektedir. Bu sonuçlar, SOKT'nin yaşlı bireylerde fonksiyonel performansı artırmaya yönelik müdahalelerin etkinliğini değerlendirmede güçlü bir gösterge olduğunu ve müdahalemizin bu alanda kayda değer bir başarı sağladığını ortaya koymaktadır.

Aragao-Santos ve arkadaşları (2024) tarafından yürütülen randomize klinik bir çalışma, yaşlı kadınlarda ikili görev eğitimi ile fonksiyonel eğitimin fonksiyonel fitness üzerindeki etkilerini ve bu faydaların antrenmansızlık sonrası kalıcılığını incelemiştir. Bu araştırma, her iki eğitim türünün de Zamanlı Kalk Yürü Testi performansı dahil olmak üzere çeşitli fonksiyonel fitness ölçümlerinde anlamlı iyileşmeler sağladığını ortaya koymuştur. Özellikle SOKT için elde edilen adaptasyonların, üç aylık bir antrenmansızlık döneminden sonra bile korunduğu belirtilmiştir. Bu bulgular, yaşlı bireylerde fonksiyonel performansı artırmaya yönelik egzersiz müdahalelerinin sadece kısa vadede etkili olmakla kalmayıp, elde edilen kazanımların uzun vadede de sürdürülebilir olduğunu göstermesi açısından literatüre önemli katkılar sunmaktadır.

Lord ve arkadaşları (2002), Zamanlı Kalk Yürü Testi performansının yaşlı bireylerde sadece alt ekstremite kuvvetine bağlı olmadığını gösterdi. Çalışmaları, 75-93 yaş arası

bireylerde SOKT sonuçlarının; görme, duyu, reaksiyon süresi, denge ve hatta psikolojik durum gibi çok sayıda fizyolojik ve psikolojik faktörden etkilendiğini ortaya koydu. Bu bulgular, SOKT'nin kas gücünden ziyade, karmaşık bir transfer becerisini yansıttığını ve çok yönlü bir değerlendirme aracı olduğunu belirtmektedir.

Johansson ve arkadaşları tarafından 2023 yılında yapılan bir meta-analiz, Parkinson hastalığı (PD) olan bireylerde motor-bilişsel eğitimin ikili görev performansı üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışma, 11 farklı araştırmadan elde edilen verileri bir araya getirerek, bu tür eğitimin kontrol gruplarına kıyasla ikili görev performansında zamanla belirgin ve anlamlı iyileşmeler sağladığını ortaya koymuştur. Özellikle, motor-bilişsel eğitim alan grupta ikili görev yürüme hızı, kadansı ve adım uzunluğu gibi parametrelerde anlamlı artışlar, yürüme hızındaki ikili görev maliyetinde ise düşüş gözlemlenmiştir.

Çalışmamızın sonuçları literatürde yer alan güncel araştırmalarla yüksek düzeyde tutarlılık göstermektedir. Özellikle motor ve bilişsel görevlerin eşzamanlı biçimde yürütüldüğü müdahale protokollerinin, bilişsel kaynakların yürüyüş gibi motor görevlerle entegrasyonunu artırarak yürüme performansını olumlu yönde etkilediği bildirilmektedir. Ayrıca, bu tür bütüncül yaklaşımlar yalnızca fiziksel kapasiteyi artırmakla kalmayıp, aynı zamanda düşme riskinin azaltılması, yürüyüş güvenliğinin artırılması ve genel yaşam kalitesinin desteklenmesi açısından da önemli katkılar sağlamaktadır. Bu bağlamda, çalışmamızda elde edilen iyileşmelerin rastlantısal ya da zamana bağlı pasif değişimlerden ziyade, uygulanan ikili görev egzersizlerinin yapısal ve işlevsel etkileriyle ilişkili olduğu değerlendirilmektedir.

5.4. Sf-36 Yaşam Kalitesi Ölçeğine İlişkin Değerlendirmeler

Çalışmada sağlıkla ilişkili yaşam kalitesi (SF-36) alt boyutları üzerindeki müdahalenin etkileri incelenmiştir. Bağımsız örneklem t-testi sonuçlarına göre, çalışmanın başlangıç aşamasında deney ve kontrol grupları arasında SF-36'nın hiçbir alt boyutu açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu durum, grupların müdahale öncesinde sağlıkla ilişkili yaşam kalitesi açısından homojen olduğunu ve gözlemlenen olası farklılıkların müdahalenin etkisiyle ilişkili olabileceğini göstermektedir.

SF-36 alt boyutlarına ilişkin tekrarlı ölçümler ANOVA analizleri, müdahalenin zaman içindeki etkilerini ve gruplar arası farklılaşmaları ortaya koymuştur. Analizler sonucunda, Fiziksel Rol ve Duygusal Rol alt boyutlarında zaman faktörünün anlamlı bir ana etkiye sahip olduğu gözlemlenmiştir. Bu bulgu, her iki grupta da zamanla Fiziksel Rol ve Duygusal Rolde genel bir değişim yaşandığını göstermektedir. Ancak, Fiziksel Rol alt boyutunda grup $\times$ zaman etkileşiminin de anlamlı bulunması, bu alt boyuttaki değişimin gruplar arasında farklılaştığını, yani deney grubundaki Fiziksel Rol iyileşmesinin kontrol grubuna göre zaman içinde daha belirgin olduğunu düşündürmektedir. Buna karşılık, Duygusal Rol alt boyutunda zaman faktörünün anlamlı bir etkisi olmasına rağmen, grup veya grup $\times$ zaman etkileşiminin anlamlı bulunmaması, bu alt boyuttaki değişimin gruplar arasında istatistiksel olarak farklılaşmadığını, her iki grubun da benzer bir değişim eğilimi gösterdiğini ifade etmektedir. SF-36'nın diğer alt boyutları (Fiziksel İşlev, Ağrı, Ruhsal Durum, Sosyal İşlem, Yaşam Enerjisi ve Genel Sağlık) için zaman, grup veya grup $\times$ zaman etkileşiminin anlamlı bir etkisi tespit edilmemiştir. Bu durum, uygulanan müdahalenin bu spesifik yaşam kalitesi boyutları üzerinde belirgin bir farklılaştırıcı etki yaratmadığını ortaya koymaktadır. Özellikle Fiziksel Rol boyutunda gözlemlenen grup-zaman etkileşimi, uygulanan egzersiz programının katılımcıların fiziksel faaliyetleri nedeniyle kısıtlanma derecesini olumlu yönde etkileme potansiyeline işaret etmektedir. Duygusal Roldeki genel iyileşme ise, muhtemelen çalışmaya katılmanın veya genel aktivite seviyesindeki değişikliklerin getirdiği genel psikolojik faydalarla ilişkilendirilebilir.

5.4.1. Deney ve Kontrol Gruplarının Sf-36 Alt Boyutlarına İlişkin Ön, Son ve Takip Ölçüm Sonuçları

Bu bölümde SF-36 yaşam kalitesi ölçeğinin deney ve kontrol gruplarına ait Fiziksel Rol Güçlüğü ve Duygusal Rol Güçlüğü alt boyutlarındaki değişimler, deney ve kontrol grupları arasında farklı zaman noktalarında incelenmiştir.

Fiziksel Rol Güçlüğü alt boyutunda, deney grubunda önemli bulgular elde edilmiştir. Ön test ile takip ölçümü arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı bulunması, deney grubundaki bireylerin fiziksel rolleri yerine getirmede yaşadıkları güçlüklerde uzun vadede belirgin bir azalma sağlandığını göstermektedir. Benzer şekilde, son test ile takip

ölçümü arasındaki farkın da anlamlı olması, müdahale sonrası elde edilen kazanımların takip döneminde deney grubunda daha da pekiştiğini veya bu alandaki iyileşmenin sürdürülebilir olduğunu düşündürmektedir. Ön test ile son test arasındaki farkın istatistiksel anlamlılık düzeyine yakın olması, kısa vadede de bir eğilim olduğunu, ancak tam anlamlılığa ulaşmadığını göstermektedir. Kontrol grubunda ise bu alt boyuta ilişkin yapılan tüm karşılaştırmalarda istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bu durum, uygulanan müdahalenin fiziksel rol güçlükleri üzerindeki olumlu etkisinin deney grubuna özgü olduğunu ve kontrol grubunda doğal seyrinde belirgin bir iyileşme gözlenmediğini teyit etmektedir.

Duygusal Rol Güçlüğü alt boyutuna bakıldığında ise, deney grubunda yalnızca son test ile takip ölçümü arasındaki farkın anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgu, müdahale sonrası elde edilen iyileşmenin takip döneminde deney grubundaki bireylerin duygusal rollerdeki güçlüklerin azaltılmasına katkıda bulunduğunu işaret etmektedir. Ancak, diğer karşılaştırmaların (ön test ile son test, ön test ile takip ölçümü) anlamlı olmaması, duygusal rol güçlükleri üzerindeki etkinin fiziksel rol güçlüklerindeki kadar kapsamlı ve hızlı olmadığını düşündürmektedir. Kontrol grubunda ise Duygusal Rol Güçlüğü alt boyutunda hiçbir karşılaştırmada istatistiksel olarak anlamlı bir farka ulaşılamamıştır. Bu sonuçlar, müdahalenin duygusal roller üzerindeki etkisinin daha spesifik veya zamanla ortaya çıkan bir etki olduğunu ve kontrol grubunda bu alanda belirgin bir değişim olmadığını göstermektedir. Genel olarak, bulgular müdahalenin özellikle deney grubunda fiziksel rol güçlükleri üzerinde uzun vadeli ve belirgin bir etki potansiyeline sahip olduğunu, duygusal rol güçlükleri üzerinde ise daha sınırlı ancak yine de olumlu bir etki yarattığını göstermektedir.

5.4.2. SF-36 Alt Boyutları Deney ve Kontrol Grupları Karşılaştırması

Bu çalışmada, SF-36 yaşam kalitesi ölçeğinin Fiziksel Rol Güçlüğü ve Duygusal Rol Güçlüğü alt boyutlarındaki değişimler deney ve kontrol grupları arasında karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, müdahalenin Fiziksel Rol Güçlüğü üzerinde kısa vadede anlamlı bir iyileşme sağladığını göstermiştir. Müdahale sonrasında gerçekleştirilen son test ölçümünde deney grubunun, kontrol grubuna kıyasla fiziksel sağlık sorunlarının günlük yaşam aktivitelerine etkisinde belirgin bir iyileşme sergilemesi, uygulanan

programın fiziksel işlevsellik ve rol performansı üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu ortaya koymaktadır. Başlangıç ölçümlerinde gruplar arasındaki benzerlik, müdahalenin öncesinde grupların homojen olduğunu ve sonrasında gözlenen farkların müdahaleye bağlı olduğunu desteklemektedir.

Bununla birlikte, takip ölçümünde deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir farkın bulunmaması, müdahalenin kısa vadeli kazanımlarının zamanla azaldığını veya sürdürülemediğini göstermektedir. Bu durum, fiziksel rol güçlüğündeki gelişmelerin kalıcılığını sağlamak için sürekli veya destekleyici müdahalelerin gerekliliğine işaret etmektedir.

Duygusal Rol Güçlüğü alt boyutunda ise, tüm ölçüm zamanlarında deney ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilememiştir. Bu bulgu, fizyolojik müdahalelerin duygusal ve psikososyal alanlardaki karmaşık sorunları tek başına etkileyemeyebileceğine işaret etmektedir. Duygusal rol güçlüklerinin çok boyutlu yapısı ve bu alandaki kısıtlamaların azaltılmasının genellikle daha kapsamlı, psikolojik destek ve psikososyal müdahaleler gerektirdiği literatürde sıkça vurgulanmaktadır.

Sok ve arkadaşları (2021) tarafından yapılan yarı deneysel bir çalışma, toplulukta yaşayan yaşlılarda kognitif/egzersiz ikili görev programının bilişsel fonksiyon, sağlık durumu, depresyon ve yaşam memnuniyeti üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışmanın sonucunda, müdahale grubunun kontrol grubuna kıyasla bu alanlarda istatistiksel olarak anlamlı iyileşmeler gösterdiği belirtilmiştir.

Zhou ve arkadaşları (2024) tarafından yapılan bu çalışma, bilişsel kırılganlık ve depresyonu olan yaşlı hastalarda egzersiz-bilişsel ikili görev eğitiminin kırılganlık, bilişsel fonksiyon, psikolojik durum ve yaşam kalitesi üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışmanın temel bulgularından biri, ikili görev eğitimi alan gözlem grubunda, rutin müdahale alan kontrol grubuna kıyasla SF-36'nın her bir boyutunun skorlarının anlamlı ölçüde daha yüksek çıkmasıdır.

Dorfman ve arkadaşları (2014), koşu bandı üzerinde uygulanan ikili görev eğitiminin (DT) tekrarlayan düşme geçmişi olan yaşlı bireylerde yaşam kalitesi üzerindeki etkilerini de

araştırmışlardır. Çalışmalarında, SF-36 (Sağlık Durumu Anketi) kullanarak, yaşam kalitesi puanlarında istatistiksel olarak anlamlı bir iyileşme olduğunu bulmuşlardır. Bu sonuç, ikili görev eğitiminin yalnızca fiziksel ve bilişsel yetenekleri değil, aynı zamanda yaşlı bireylerin genel yaşam kalitesini de olumlu yönde etkileyebileceğini göstermektedir.

Sinaei ve arkadaşları (2017), ikili görev içeren ve içermeyen denge eğitimlerinin yaşlı bireylerde yaşam kalitesi üzerindeki etkilerini incelemiştir. Dört haftalık eğitim sonrası SF-36 ile ölçülen yaşam kalitesi alt boyutlarında her iki grupta da anlamlı iyileşmeler saptanmıştır. Ancak, ikili görevli ve tek görevli denge eğitimi grupları arasında yaşam kalitesi iyileşmeleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu bulgular, her iki egzersiz protokolünün de yaşam kalitesini benzer düzeyde artırdığını göstermektedir.

Chandran (2021) tarafından yürütülen bu deneysel çalışmada, denge bozukluğu olan yaşlı bireylerde tek görev ve ikili görev denge eğitimlerinin yaşam kalitesi üzerindeki etkinliği araştırılmıştır. Dört hafta süren eğitim programları sonucunda, her iki eğitim grubunda da SF-36 (Sağlık Durumu Anketi) ile ölçülen yaşam kalitesinde anlamlı iyileşmeler olduğu bulunmuştur. Çalışma, ikili görev eğitimini alan grubun yaşam kalitesi ve dengeyi iyileştirme konusunda tek görev eğitimine kıyasla daha etkili olduğunu belirtmiştir. SF-36'nın sekiz alt boyutundan yedisinde (Fiziksel İşlevsellik, Fiziksel Sağlık Nedeniyle Rol Kısıtlaması, Canlılık, Sosyal İşlevsellik, Ağrı, Genel Sağlık Algısı ve Genel Ruhsal Sağlık) her iki grupta da zamanla anlamlı iyileşmeler görülürken, Duygusal Sağlık Nedeniyle Rol Kısıtlaması alt boyutunda anlamlı bir fark saptanmamıştır. Bu bulgular, ikili görev eğitiminin yaşlı bireylerde genel yaşam kalitesi ve dengeyi iyileştirmede tek görev eğitiminden üstün olduğunu göstermektedir.

Çalışmamızın bulguları literatürdeki çalışmalar ile benzer sonuçlar göstermektedir ve İkili görev egzersizlerinin yaşlı bireylerin yaşam kalitesi üzerinde olumlu etkileri olduğu yönünde uyum sağlamaktadır. Özellikle Fiziksel Roldeki anlamlı grup-zaman etkileşimi, müdahalemizin bu spesifik yaşam kalitesi boyutunu hedeflemede başarılı olduğunu göstermektedir. Duygusal Roldeki genel iyileşme ve diğer alt boyutlarda grup-zaman

etkileşiminin olmaması, gelecekteki araştırmaların müdahale içeriklerini bu boyutları daha etkin bir şekilde iyileştirecek şekilde optimize etme ihtiyacını ortaya koymaktadır.

5.5. İkili Görev Egzersizleri: Öncesi ve Sonrası Bilişsel ve Fiziksel Testlerde fNIRS Ölçümü ve Takip Analizi

Bu çalışma, bilişsel gerileme riski taşıyan yaşlı bireylerde uygulanan ikili görev egzersizlerinin, bilişsel test performansı üzerindeki etkilerini fNIRS yöntemiyle incelemekte ve bu egzersizlerin bilişsel gerilemeyi önleyici potansiyelini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Taşınabilir fNIRS sistemleri, fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) veya elektroensefalografi (EEG) gibi diğer nörogörüntüleme yöntemlerinden daha az hareket eserlerine duyarlı olduğundan, gerçek dünya senaryolarında çok çeşitli performansları değerlendirmek için kullanılabilir (Pinti vd., 2018). Yakın kızılötesi ışık kullanımıyla fNIRS, belirli yüzeysel kortikal bölgelerdeki nöral aktivitenin dolaylı ölçümleri olan oksijenli hemoglobin (HbO) ve oksijensiz hemoglobin (HbR) içindeki göreve bağlı değişiklikleri tespit eder (Bunce vd., 2006). Özellikle beyin bölgeleri daha aktif hale geldikçe, oksijene olan artan talebi (diğer metabolitlerle birlikte) desteklemek için serebral kan akışı artar; bu da HbR'nin azalması ve HbO'nun artması olarak tespit edilebilir (Bunce vd., 2006). Frontal korteks, bilişsel kontrol, motor planlama ve yürütücü işlevlerin yönetiminden sorumlu geniş bir alandır. Bu bölge, özellikle prefrontal korteks (PFK) altında daha özel işlevlere sahip alt alanlara ayrılır.

Çalışma, kontrol ve egzersiz gruplarının Stroop C, Stroop A ve İz Sürme bilişsel testleri sırasında fNIRS yöntemiyle elde edilen oksijenlenmiş hemoglobin (HbO) değerlerini karşılaştırmış; bu karşılaştırmalar sonucunda, ön test, son test ve takip ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıkların yalnızca superior frontal gyrus bölgesinde ortaya çıktığını göstermiştir. Bu bağlamda, çalışmada gözlemlenen aktivite değişiklikleri yürütücü işlevler, dikkat ve bilişsel kontrol süreçlerindeki nöroplastik etkilerle ilişkilendirilebilir. Özellikle aktivite değişiminin izlendiği superior frontal gyrus bölgesi hem yürütücü bilişsel işlevlerdeki rolü hem de yaşa bağlı bilişsel gerileme süreçlerindeki duyarlılığıyla dikkat çekmektedir. Nitekim, bu bölgede gözlemlenen metabolik değişikliklerin bilişsel gerilemeyle ilişkilendirildiği, ancak bu değişimlerin invaziv

olmayan yapısal görüntüleme yöntemleriyle saptanabilen yapısal atrofiye işaret edip etmediğinin henüz netlik kazanmadığı bildirilmektedir (Valdés Hernández vd., 2018). Bu noktada, fNIRS, bu tür sınırlamaları aşabilecek non-invaziv, taşınabilir ve maliyet olarak etkin bir alternatif olarak öne çıkmaktadır.

Pozitron emisyon tomografisi (PET) kullanılan bir çalışmada, Alzheimer hastalığına ilerleyen hafif bilişsel bozukluğu olan bireylerde, superior frontal girus dahil olmak üzere prefrontal kortekste metabolik değişiklikler gözlenmiş; ancak hastalığı ilerlemeyen bireylerde bu değişikliklere rastlanmamıştır (Drzezga vd., 2003). Superior frontal girus'nin çeşitli bilişsel ve motor kontrol görevlerinde yoğun olarak yer aldığı bilinmektedir. Lateral kısmın çalışma belleği ve dikkatle güçlü ilişkileri olduğu, medialin ise diğer bilişsel ilişkili işlemlerde daha etkili olduğu düşünülmektedir (Boisgueheneuc vd., 2006; Li vd., 2013). Önceki çalışmalar, farklı bilişsel kapasiteye sahip hastaları ayırmak ve hafif bilişsel bozukluğa "ilerleyenler" ve "ilerlemeyenler" arasındaki farkları incelemek için kortikal kalınlıktaki değişiklikleri kullanmıştır (Julkunen vd., 2009). Superior frontal girus kortikal kalınlığındaki azalma, azalan bilişsellikle ilişkilendirilmiştir (Julkunen vd., 2009). Dahası, kortikal yüzey alanının beyin yapısındaki değişikliklere karşı hassas bir belirteç olduğu iyi bilinmektedir (Nissim vd., 2017). Normal yaşlanmada, Superior frontal girus'nin beyinde yaşa bağlı en büyük yüzey alanı azalmalarından birine sahip olduğu bilinmektedir (Lemaitre vd., 2012). Yüzey alanındaki azalmaların sağlıklı popülasyonlarda düşük çalışma belleği performansı ile ilişkili olduğu gösterilmiştir; ancak, bu şu anda bilişsel olarak bozulmuş demografi bağlamında belirlenmemiştir (Nissim vd., 2017) ve bildiğimiz kadarıyla herhangi bir demans biçimine ilerleme bağlamında analiz edilmemiştir.

AtlasViewer üzerinden elde edilen MNI koordinatları doğrultusunda, AAL2 (Automated Anatomical Labeling 2) atlasında "Frontal_Sup" olarak sınıflandırılan bölge, anatomik olarak "superior frontal gyrus, dorsolateral" olarak tanımlanmakta olup, bu bölge fonksiyonel açıdan sıklıkla dorsolateral prefrontal korteks (DLPFL) içinde değerlendirilir (Rolls vd., 2020, 2015). Bu iki terim terminolojik olarak farklı görünmekle birlikte, aynı beyin bölgesini ifade etmektedir. Dolayısıyla Stroop C ve İz Sürme testleri sırasında fNIRS ile elde edilen HbO verilerinin analizi sonucunda, Frontal_Sup_R olarak

tanımlanan sağ superior frontal girus anatomik bölgeye karşılık gelen tek bir kanalda tespit edilen, deney grubuna ait ön test, son test ve takip ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık sağ dorsolateral prefrontal korteks (rDLPFK) de yer almaktadır.

DLPFK'nin Stroop testi ile olan ilişkisi, bilişsel çatışma durumlarında yanıt engelleme ve seçici dikkat gibi süreçleri yöneten nöral ağların aktifleşmesiyle açıklanmaktadır (Banich vd., 2000). Friehs ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, Stroop testi sırasında dikkat ve müdahale kontrolü süreçlerinde beynin sağ ve sol dorsolateral prefrontal korteksinin rolünü incelemiştir. Katılımcılara transkraniyal manyetik stimülasyon (rTMS) uygulanarak beyin aktiviteleri geçici olarak bozulmuş ve görev performansları değerlendirilmiştir. Bulgulara göre, sağ DLPFK'ye uygulanan uyarım dikkat kontrolünü ve uyarılara yanıt verme becerisini olumsuz etkilemiş, özellikle kolay bir görevden sonra gelen zor görevlerde tepki süreleri uzamıştır. Sol DLPFK'ye uygulanan uyarım ise benzer bir bozulmaya yol açmamıştır. Bu sonuçlar, sağ DLPFK'nin bilişsel kontrol, dikkat odağı ve müdahale süreçlerinde kritik bir rol üstlendiğini göstermektedir (Friehs vd., 2020). Bu bulgular, çalışmamızda yalnızca deney grubunda gözlenen sağ DLPFK'ye ait HbO değişimlerinin, ikili görev egzersizlerinin bilişsel kontrol mekanizmalarını olumlu yönde etkileyebileceğini düşündürmektedir. Dolayısıyla, sağ DLPFK'nin Stroop ve İz Sürme gibi müdahale gerektiren görevlerdeki aktivite düzeyi, yaşlı bireylerde bilişsel gerilemeyi önlemeye yönelik müdahalelerin değerlendirilmesinde potansiyel bir biyobelirteç olarak değerlendirilebilir. Ehlis ve arkadaşlarının yürüttüğü güncel bir çalışmada ise, rDLPFK'in bilişsel kontrol mekanizmalarındaki rolü, Stroop çatışma çözümlemesi sırasında nedensel olarak test edilmiştir. Katılımcılar, görsel ve işitsel uyarılardan oluşan bir Stroop görevi sırasında fNIRS ve EEG ile izlenmiş; ayrıca, rDLPFK'ye uygulanan inhibitör nitelikteki theta-burst TMS (transkraniyal manyetik stimülasyon) ile bu bölgenin işlevi geçici olarak baskılanmıştır. TMS uygulaması sonrası, hem davranışsal olarak artan Stroop hataları hem de EEG/fNIRS ölçümlerinde dikkat dağıtıcı uyarıları baskılamada yetersizlik gözlemlenmiştir. Bu bulgular, sağ DLPFK'nin görevle ilgisiz duyuşsal bilgiyi bastırarak adaptif bilişsel kontrolü sağladığını göstermektedir (Ehlis vd., 2024). Benzer şekilde, bizim çalışmamızda da ikili görev egzersizlerinin ardından Stroop C ve İz Sürme testleri sırasında rDLPFK bölgesinde fNIRS ölçümleriyle anlamlı HbO değişiklikleri saptanmıştır. Bu sonuçlar, Strobel ve arkadaşlarının sağ DLPFK'nin bilişsel çatışma

yönetimi ve dikkat seçiciliği üzerindeki etkisini gösteren bulgularıyla paralellik göstermekte ve ikili görev egzersizlerinin bilişsel kontrolü güçlendirme potansiyelini desteklemektedir.

Bu çalışmada Stroop A testi sırasında, sol superior frontal girus (Frontal_Sup_L) bölgesine karşılık gelen Kanal 4'te, yalnızca deney grubunda anlamlı bir aktivite değişimi gözlenmiştir. Bu değişim özellikle takip ölçümünde ortaya çıkmış hem ön teste göre hem de son teste göre anlamlı artış göstermiştir. Bu durum, ikili görev egzersiz programının etkisinin zaman içinde sürdüğünü ve bir ay sonra yapılan takip ölçümünde belirginleştiğini düşündürmektedir. Bu bulgu, bilişsel müdahalenin geç etkili ancak kalıcı nöroplastik yanıtlar oluşturabileceğini desteklemektedir. Kontrol grubunda ve diğer kanallarda anlamlı bir değişiklik olmaması, gözlenen etkilerin spesifik olarak uygulanan egzersiz programına bağlı olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda, sol superior frontal girus gibi yürütücü işlevlerle ilişkili prefrontal kortikal bölgelerdeki aktivite değişimleri, bilişsel egzersizlerin yaşlı bireylerde uzun vadeli faydalar sağlayabileceğine işaret etmektedir. Stroop A testi sırasında yalnızca takip ölçümünde belirginleşen sol hemisfer aktivitesi, bu etkinin zamansal olarak geç ortaya çıktığını ve kalıcılık gösterebileceğini düşündürmektedir. Buna karşın Stroop C ve İz Sürme testlerinde sağ hemisferde gözlenen aktivite değişiklikleri, farklı bilişsel süreçlerin (seçici dikkat, tepki inhibisyonu, görsel-takip becerisi gibi) DLPFK bölgelerini farklı zamanlarda etkileyebileceğini göstermektedir. Bu bağlamda, egzersiz sonrası gözlenen hemodinamik değişikliklerin hem görev tipi hem de test zamanlamasıyla ilişkili olduğu görülmektedir.

Bilişsel testlere (Stroop ve İz Sürme) kıyasla, daha motor-destekli bir görev olan tek ayak denge testi sırasında elde edilen fNIRS verileri, frontal bölge alt alanlarında daha geniş kapsamlı aktivite değişimlerine işaret etmektedir. Özellikle sol ve sağ medial superior frontal girus bölgelerine karşılık gelen kanallarda (Kanal 10, 13 ve 18) deney grubunda takip-ön test ölçümleri arasında anlamlı HbO artışları gözlenmiş olup, bu durum egzersiz sonrası kortikal adaptasyonun sürdürülebilirliğini göstermektedir. Superior frontal girusun alt bölümleri olan medial ve dorsolateral alanlar, motor ve bilişsel süreçlerde farklı işlevsel bağlantılar sergilemektedir (Li vd., 2013). Medial bölgelerdeki bu değişiklikler, motor planlama, postüral kontrol ve dikkatsel düzenleme ile ilişkili olabilir.

Bu doğrultuda, çalışma kapsamında hem bilişsel hem de motor tabanlı görevler sırasında prefrontal korteksin özellikle superior frontal girus alt bölümlerinde gözlemlenen anlamlı aktivite değişimleri, ikili görev egzersizlerinin yaşlı bireylerde nöroplastisiteyi destekleyebileceğini göstermektedir. Frontal alt alanlardaki bu aktivite artışı, yaşa bağlı bilişsel ve motor gerilemeye karşı duyarlı beyin bölgelerinde fonksiyonel iyileşmeyi işaret etmekte; dolayısıyla fNIRS temelli ölçümlerin hem müdahale etkilerinin takibinde hem de potansiyel birer biyobelirteç olarak kullanılmasında önemli bir araç olabileceğini ortaya koymaktadır. Gelecekte yapılacak daha uzun süreli ve geniş örneklemlili çalışmalarla, bu etkinin sürekliliği ve klinik çıktılarla ilişkisi daha ayrıntılı olarak değerlendirilebilir.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

6.1. Sonuç

Küresel demografik değişimlerle birlikte yaşlı nüfusun artması, Alzheimer ve diğer demans türlerinin önemli bir halk sağlığı sorunu olarak ön plana çıkmasına yol açmaktadır. Bu bağlamda, yaşa bağlı bilişsel gerilemeyi önlemek amacıyla, dikkat, koordinasyon ve reaksiyon süresi gibi temel bilişsel işlevleri destekleyen ikili görev egzersizleri giderek önem kazanmaktadır. Bu egzersizler, beynin nöroplastisite kapasitesini harekete geçirerek bilişsel rezervin güçlenmesine katkıda bulunmaktadır.

Bu çalışma, Antalya’da yaşayan 65 yaş ve üzeri bireylerde ikili görev egzersizlerinin bilişsel performans, fiziksel işlevsellik ve yaşam kalitesi üzerindeki etkilerini, fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopisi (fNIRS) verileriyle destekleyerek incelemiştir. Çalışma grubunun yaş ve antropometrik özellikleri, literatürdeki benzer yaşlı nüfus verileriyle uyumlu bulunmuş; deney ve kontrol grupları arasında başlangıç bilişsel düzey açısından anlamlı fark saptanmamıştır.

Bilişsel değerlendirmelerde Stroop Testi’nin A ve C bölümleri ile İz Sürme Testi (TMT-A) kullanılmıştır. Stroop testlerinde zaman ve grup etkileşimi anlamlı bulunmuş; bu da ikili görev egzersizlerinin deney grubunda bilişsel kontrol ve dikkat fonksiyonlarını olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Ancak TMT testinde gruba özgü bir iyileşme gözlenmemiştir. Fiziksel işlevlerde, kavrama kuvveti kısa vadede artarken, Zamanlı Kalk Yürü Testi’nde deney grubunda anlamlı ve kalıcı gelişmeler elde edilmiştir. SF-36 yaşam kalitesi ölçeğinin Fiziksel Rol Güçlüğü boyutunda iyileşme gözlenirken, Duygusal Rol Güçlüğü alanında anlamlı değişim saptanmamıştır; bu durum psikososyal destek ihtiyacını işaret etmektedir.

fNIRS bulguları, çalışmanın nörogörüntüleme açısından en kritik ve yenilikçi boyutunu oluşturmaktadır. Fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopisi ile elde edilen veriler, özellikle superior frontal girus ve dorsolateral prefrontal korteks (DLPFK) bölgelerinde ikili görev egzersizleri sonrası anlamlı hemodinamik artışlar olduğunu ortaya koymuştur. Sağ DLPFK’de kaydedilen oksijenli hemoglobin (HbO) artışları, bilişsel kontrol, dikkat

sürdürme ve tepki inhibisyonu gibi yürütücü işlevlerin güçlendiğine dair somut nörofizyolojik kanıtlar sunmaktadır. Bu artışlar, yaşlanmaya bağlı bilişsel gerilemeyi yavaşlatmak veya telafi etmek üzere beynin fonksiyonel kapasitesinin artırılabilceğini göstermektedir.

Bununla birlikte, sol superior frontal girustaki kalıcı aktivite artışı, ikili görev egzersizlerinin sadece geçici değil, aynı zamanda uzun vadeli nöroplastik etkiler yaratma potansiyelini desteklemektedir. Bu durum, egzersizle indüklenen nöral değişimlerin beynin yapısal ve fonksiyonel reorganizasyonunu tetikleyerek bilişsel rezervi artırdığını ve yaşlanmaya karşı adaptif yanıtları güçlendirdiğini göstermektedir.

Ayrıca, motor işlevlerin değerlendirilmesi amacıyla gerçekleştirilen tek ayak denge testi sırasında, frontal korteksin medial ve lateral bölgelerinde gözlenen anlamlı hemodinamik artışlar, ikili görev egzersizlerinin sadece bilişsel alanlarda değil, aynı zamanda motor planlama, postüral kontrol ve denge gibi kritik motor fonksiyonlarda da olumlu nörofizyolojik adaptasyonlar sağladığını ortaya koymaktadır. Bu bulgu, yaşa bağlı denge bozukluklarının önlenmesi ve düşme riskinin azaltılması açısından klinik olarak önemli bir gösterge olarak değerlendirilebilir.

Sonuç olarak, bu çalışma, ikili görev egzersizlerinin yaşlı bireylerde bilişsel kontrolü güçlendirmekle kalmayıp, nöroplastisiteyi uyatarak hem bilişsel hem de motor işlevlerin kortikal temellerini olumlu yönde yeniden organize ettiğini kapsamlı bir şekilde ortaya koymaktadır. Fonksiyonel hemodinamik değişiklikler, egzersizlerin beyinde yarattığı adaptif etkilerin doğrudan bir yansıması olarak, günlük yaşam kalitesi ve bağımsız fonksiyonel yeteneklerin iyileştirilmesine zemin hazırlamaktadır.

6.2. Öneriler

İkili görev egzersizlerinin yaşlı bireylerde bilişsel ve motor fonksiyonlar üzerindeki etkilerinin sürdürülebilirliğini değerlendirmek amacıyla, daha geniş örneklem gruplarını kapsayan, çok merkezli ve uzun süreli prospektif çalışmaların gerçekleştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmalar, egzersizlerin kalıcı nöroplastik etkileri ile yaşam kalitesi üzerindeki olumlu katkılarını daha net ortaya koyacaktır. Özellikle fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopisi (fNIRS) teknolojisinin kullanımı, yaşlı popülasyonda non-

invaziv, taşınabilir ve maliyet açısından erişilebilir bir yöntem olarak, beyin aktivasyonları ve hemodinamik değişimlerin zamana bağlı izlenmesi için ideal bir araçtır ve araştırmalarda öncelikli olarak değerlendirilmelidir.

Egzersiz programlarına psikososyal destek bileşenlerinin entegre edilmesi, Duygusal rol gücü alanındaki iyileşmelerin artırılması açısından kritik bir stratejidir; böylelikle yaşlı bireylerin hem bilişsel hem de duygusal iyilik halleri bütüncül biçimde desteklenebilir. Ayrıca, yaş, sağlık durumu ve bilişsel işlev profiline göre bireyselleştirilmiş ikili görev egzersiz programlarının tasarlanması ve uygulanması, müdahalelerin etkinliğini artırarak yaşam kalitesine yönelik etkilerin güçlendirilmesini sağlayacaktır.

Teknoloji destekli uygulamaların, özellikle mobil sağlık platformları, giyilebilir cihazlar ve sanal gerçeklik destekli egzersiz sistemlerinin kullanımı yoluyla, ikili görev egzersizlerinin ev ortamında uygulanabilirliği ve takibi sağlanmalıdır. Bu yaklaşım, erişilebilirliği artırırken, programlara uyum ve süreklilik konusunda da önemli avantajlar sunacaktır.

Bunun yanı sıra, egzersiz müdahaleleri ile birlikte beslenme, sosyal etkileşim ve bilişsel eğitim programlarının entegre edildiği multidisipliner yaklaşımların geliştirilmesi; yaşlı bireylerde kognitif rezervin artırılması ve yaşam kalitesinin iyileştirilmesinde daha etkili sonuçlar elde edilmesini mümkün kılacaktır. Özellikle Alzheimer hastalığı ve vasküler demans gibi spesifik demans türlerine sahip alt gruplarda, ikili görev egzersizlerinin etkilerinin fNIRS verileriyle desteklenerek ayrıntılı biçimde araştırılması, farklı patolojik süreçlere özgü optimize edilmiş egzersiz protokollerinin geliştirilmesine önemli katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Abo, M.; Hamaguchi, T. Effectiveness of a dual-task intervention involving exercise and vocalized cognitive tasks. *J. Clin. Med.* 2024, 13(10), 2962. <https://doi.org/10.3390/jcm13102962>

Alzheimer's Association. Alzheimer's disease facts and figures. *Alzheimers Dement.* 2022, 18(1), 700–789. <https://doi.org/10.1002/alz.12329>

Aajami, Z.; Kazazi, L.; Toroski, M.; Bahrami, M.; Borhaninejad, V. Relationship between depression and cognitive impairment among elderly: A cross-sectional study. *J. Caring Sci.* 2020, 9(3), 148–153. <https://doi.org/10.34172/jcs.2020.022>

Abarca-Gómez, L.; Abdeen, Z.; Hamid, Z.A.; Abu-Rmeileh, N.M.E.; Acosta-Cazares, B.; Acuin, C.; ... Rivera, J.A. Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: A pooled analysis of 2416 population-based measurement studies. *Lancet* 2017, 390(10113), 2627–2642. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32129-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32129-3)

Angulo, J.; El Assar, M.; Álvarez-Bustos, A.; Rodríguez-Mañas, L. Physical activity and exercise: Strategies to manage frailty. *Redox Biol.* 2020, 37, 101513. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2020.101513>

Al Hasawi, N.; Alkandari, M.F.; Luqmani, Y.A. Phosphofructokinase: A mediator of glycolytic flux in cancer progression. *Crit. Rev. Oncol. Hematol.* 2014, 92(3), 312–321. <https://doi.org/10.1016/j.critrevonc.2014.05.007>

Alzheimer's Disease International. World Alzheimer Report 2015: The global impact of dementia. *Alzheimers Dis. Int.* 2017. <https://www.alzint.org/resource/world-alzheimer-report-2015/>

Aragao-Santos, J.C.; Behm, D.G.; de Moura, T.R.; Da Silva-Grigoletto, M.E. Dual-task training is as effective as functional training on the functional fitness of older women: A

randomized clinical trial. BMC Geriatr. 2024, 24, 607. <https://doi.org/10.1186/s12877-024-05204-w>

Arcoverde, C.; Deslandes, A.; Rangel, A.; Pavão, R.; Nigri, F.; Engelhardt, E.; Laks, J. Role of physical activity on the maintenance of cognition and activities of daily living in elderly with Alzheimer's disease. Arq. Neuropsiquiatr. 2008, 66(2-B), 323–327. <https://doi.org/10.1590/S0004-282X2008000200011>

Ahlskog, J.E.; Geda, Y.E.; Graff-Radford, N.R.; Petersen, R.C. Physical exercise as a preventive or disease-modifying treatment of dementia and cognitive decline. Mayo Clin. Proc. 2011, 86(9), 876–884. <https://doi.org/10.4065/mcp.2011.0252>

American College of Sports Medicine. Physical activity guidelines for Americans: 2nd edition. 2021. <https://www.acsm.org>

Ambrose, A.F.; Paul, G.; Hausdorff, J.M. Risk factors for falls among older adults: A review of the literature. Maturitas 2013, 75(1), 51–61. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2013.02.009>

Abellaneda-Pérez, K.; Vaqué-Alcázar, L.; Vidal-Piñeiro, D.; Jannati, A.; Solana, E.; Bargalló, N.; Santarnecchi, E.; Pascual-Leone, A.; Bartres-Faz, D. Age-related differences in default-mode network connectivity in response to intermittent theta-burst stimulation. NeuroImage 2019, 188, 794–806. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2018.11.036>

Awick, E.A.; Wójcicki, T.R.; Olson, E.A.; Fanning, J.; Chung, H.D.; Zuniga, K.; Mackenzie, M.; Kramer, A.F.; McAuley, E. Differential exercise effects on quality of life and health-related quality of life in older adults: A randomized controlled trial. Qual. Life Res. 2014, 24(2), 455–462. <https://doi.org/10.1007/s11136-014-0762-0>

Blazer, D.G. Depression in late life: Review and commentary. J. Geriatr. Psychiatry Neurol. 2003, 16(2), 82–89. <https://doi.org/10.1177/0891988703254916>

Bauer, L.; O'Bryant, S.E.; Fisher, J.M.; [Diğer yazarlar]. Examining the Test of Memory Malingering Trial 1 and Word Memory Test Immediate Recognition as screening tools

for insufficient effort. *Assessment* 2007, 14(3), 254–261.
<https://doi.org/10.1177/1073191106297617>

Barnes, L.L.; Mendes de Leon, C.F.; Wilson, R.S.; Bienias, J.L.; Evans, D.A. Social resources and cognitive decline in a population of older African Americans and whites. *Neurology* 2004, 63(12), 2322–2326.
<https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000147473.04043.b3>

Banich, M.T.; Milham, M.P.; Atchley, R.; Cohen, N.J.; Webb, A.; Wszalek, T.; Shenker, J. fMRI studies of Stroop tasks reveal unique roles of anterior and posterior brain systems in attentional selection. *J. Cogn. Neurosci.* 2000, 12(6), 988–1000.

Berkman, L.F.; Glass, T.; Brissette, I.; Seeman, T.E. From social integration to health: Durkheim in the new millennium. *Soc. Sci. Med.* 2000, 51(6), 843–857.
[https://doi.org/10.1016/s0277-9536\(00\)00065-4](https://doi.org/10.1016/s0277-9536(00)00065-4)

Brink, T.L.; Yesavage, J.A.; Owen, L.; ve ark. Screening tests for geriatric depression. *Clin. Gerontol.* 1982, 1(1), 37–43.

Bhatti, G.K.; Reddy, A.P.; Reddy, P.H.; Bhatti, J.S. Lifestyle modifications and nutritional interventions in aging-associated cognitive decline and Alzheimer’s disease. *Front. Aging Neurosci.* 2020, 11, 369. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2019.00369>

Bestmann, S.; Feredoes, E. Combined neurostimulation and neuroimaging in cognitive neuroscience: Past, present, and future. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 2013, 1296(1), 1–17.
<https://doi.org/10.1111/nyas.12110>

Bherer, L.; Erickson, K.I.; Liu-Ambrose, T. A review of the effects of physical activity and exercise on cognitive and brain functions in older adults. *J. Aging Res.* 2013, 2013, 657508. <https://doi.org/10.1155/2013/657508>

Banich, M.T.; Milham, M.P.; Atchley, R.; Cohen, N.J.; Webb, A.; Wszalek, T.; Shenker, J. fMRI studies of Stroop tasks reveal unique roles of anterior and posterior brain systems in attentional selection. *J. Cogn. Neurosci.* 2000, 12(6), 988–1000.

Bunce, S.C.; Izzetoglu, M.; Izzetoglu, K.; Onaral, B.; Pourrezaei, K. Functional near-infrared spectroscopy. *IEEE Eng. Med. Biol. Mag.* 2006, 25(4), 54–62.

Bull, F.C.; ve ark. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *Br. J. Sports Med.* 2020, 54(24), 1451–1462. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955>

Browne, W.; Nair, B.K.K.R. The Timed Up and Go test. *Med. J. Aust.* 2019, 210(1), 13–14.e1. <https://doi.org/10.5694/mja2.12045>

Canlı, U.; Kurt, C. Investigation of the relationship between cognitive functions, physical activity, and strength in healthy middle-aged adults. *Online J. Recreat. Sports* 2023, 12(4), 528. <https://doi.org/10.22282/tojras.1312314>

Carvalho, A.; Rea, I.M.; Parimon, T.; Cusack, B.J. Physical activity and cognitive function in individuals over 60 years of age: A systematic review. *Clin. Interv. Aging* 2014, 9, 661–682. <https://doi.org/10.2147/CIA.S55520>

Carbonell, Á.; Navarro-Pérez, J.-J.; Mestre, M.-V. Challenges and barriers in mental healthcare systems and their impact on the family: A systematic integrative review. *Health Soc. Care Community* 2020. <https://doi.org/10.1111/hsc.12968>

Cangöz, B.; Karakoç, E.; Selekler, K. Trail Making Test: Normative data for Turkish elderly population by age, sex, and education. *J. Neurol. Sci.* 2009, 283(1–2), 73–78. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2009.02.313>

Cao, H.; Zhao, H.; ve ark. Depression increased risk of coronary heart disease: A meta-analysis of prospective cohort studies. *Front. Cardiovasc. Med.* 2022, 9, 913888. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2022.913888>

Chodzko-Zajko, W.J.; Proctor, D.N.; Fiatarone Singh, M.A.; Minson, C.T.; Nigg, C.R.; Topp, R. Exercise and physical activity for older adults. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2009, 41(7), 1510–1530. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181a0c95c>

Cohen, S.; ter Stege, J.A.; Geurtsen, G.J.; Scherpbier, H.J.; Kuijpers, T.W.; Reiss, P.; Schmand, B.; Pajkrt, D. Poorer cognitive performance in perinatally HIV-infected children versus healthy socioeconomically matched controls. *Clin. Infect. Dis.* 2015, 60(7), 1111–1119. <https://doi.org/10.1093/cid/ciu1144>

Cruz-Jentoft, A.J.; Baeyens, J.P.; Bauer, J.M.; ve ark. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing* 2010, 39(4), 412–423. <https://doi.org/10.1093/ageing/afq034>

Chaparro, G.N.; Sosnoff, J.J.; Hernandez, M.E. Effects of aerobic fitness on cognitive motor interference during self-paced treadmill walking in older adults. *Aging Clin. Exp. Res.* 2020, 32(12), 2539–2547. <https://doi.org/10.1007/s40520-020-01479-2>

Choo, I.C.H.; Lee, D.Y.; Oh, J.S.; ve ark. Posterior cingulate cortex atrophy and regional cingulum disruption in mild cognitive impairment and Alzheimer’s disease. *Neurobiol. Aging* 2010, 31(5), 772–779. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2009.05.012>

Cabeza, R. Hemispheric asymmetry reduction in older adults: The HAROLD model. *Psychol. Aging* 2002, 17(1), 85–100. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.17.1.85>

Cacioppo, J.T.; Cacioppo, S. Social relationships and health: The toxic effects of perceived social isolation. *Soc. Pers. Psychol. Compass* 2014, 8(2), 58–72. <https://doi.org/10.1111/spc3.12087>

Cerqueira, J.J.; Almeida, O.F.X.; Sousa, N. The neurobiology of depression: An integrated view. *J. Psychosom. Res.* 2005. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2005.01.004>

Colucci-D’Amato, L.; Speranza, L.; Volpicelli, F. Neurotrophic factor BDNF, physiological functions and therapeutic potential in depression, neurodegeneration and brain cancer. *Int. J. Mol. Sci.* 2020, 21(20), 7777. <https://doi.org/10.3390/ijms21207777>

Chen, Y.; Cao, Z.; Mao, M.; Sun, W.; Song, Q.; Mao, D. Increased cortical activation and enhanced functional connectivity in the prefrontal cortex ensure dynamic postural balance during dual-task obstacle negotiation in the older adults: A fNIRS study. *Brain and Cognition*, 165, 105904, 2022.

Christiansen, L.; Beck, M.M.; Bilenberg, N.; Wienecke, J.; Astrup, A.; Lundbye-Jensen, J. Effects of exercise on cognitive performance in children and adolescents with ADHD. *J. Clin. Med.* 2019, 8(6), 841. <https://doi.org/10.3390/jcm8060841>

Cotman, C.W.; Berchtold, N.C. Exercise: A behavioral intervention to enhance brain health and plasticity. *Trends Neurosci.* 2002, 25(6), 295–301. [https://doi.org/10.1016/S0166-2236\(02\)02143-4](https://doi.org/10.1016/S0166-2236(02)02143-4)

Cruz-Jentoft, A.J.; Baeyens, J.P.; Bauer, J.M. Sarcopenia: Revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing* 2019, 48(1), 16–31. <https://doi.org/10.1093/ageing/afy169>

Cruz-Jentoft, A.J.; Sayer, A.A. Sarcopenia: A multi-dimensional approach. *Lancet* 2019, 393(10191), 1335–1346. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)30132-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)30132-9)

Colcombe, S.; Kramer, A.F. Fitness effects on the cognitive function of older adults: A meta-analytic study. *Psychol. Sci.* 2003, 14(2), 125–130. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.t01-1-01430>

Chandran, V.; Smitha, D. Comparison of single task and dual task balance training on the quality of life of elderly with balance impairment. *Indian J. Physiother. Occup. Ther.* 2021, 15(4), 166–178. <https://doi.org/10.37506/ijpot.v15i4.16521>

Chowdhary, N.; ve ark. Reducing the risk of cognitive decline and dementia: WHO recommendations. *Front. Neurol.* 2022, 12, 765584. <https://doi.org/10.3389/fneur.2021.765584>

Aasted, C.M.; Yücel, M.A.; Cooper, R.J.; Dubb, J.; Tsuzuki, D.; Becerra, L.; Boas, D.A. Anatomical guidance for functional near-infrared spectroscopy: AtlasViewer tutorial. *Neurophotonics* 2015, 2(2), 020801.

Colcombe, S.J.; Erickson, K.I.; Scalf, P.E.; Kim, J.S.; Prakash, R.; McAuley, E.; Elavsky, S.; Marquez, D.X.; Hu, L.; Kramer, A.F. Aerobic exercise training increases brain volume in aging humans. *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.* 2006, 61(11), 1166–1170. <https://doi.org/10.1093/gerona/61.11.1166>

Cobb, W.; London, G.B.; Gastaut, H.; Hess Jr, R.; Jung, R.; Magnus, O.; Terzian, H. Report of the committee on methods of clinical examination in electroencephalography. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.* 1958, 10(2), 370–375.

Collins, D.L.; Zijdenbos, A.P.; Kollokian, V.; Sled, J.G.; Kabani, N.J.; Holmes, C.J.; Evans, A.C. Design and construction of a realistic digital brain phantom. *IEEE Trans. Med. Imaging* 1998, 17(3), 463–468.

Cope, M.; Delpy, D.T. System for long-term measurement of cerebral blood and tissue oxygenation on newborn infants by near infra-red transillumination. *Med. Biol. Eng. Comput.* 1988, 26, 289–294.

Cooper, R.J.; Selb, J.; Gagnon, L.; Phillip, D.; Schytz, H.W.; Iversen, H.K.; Ashina, M.; Boas, D.A. A systematic comparison of motion artifact correction techniques for functional near-infrared spectroscopy. *Front. Neurosci.* 2012, 6, 147. <https://doi.org/10.3389/fnins.2012.00147>

Demakis, G. J. Frontal lobe damage and tests of executive processing: A meta-analysis of the category test, Stroop test, and trail-making test. *J. Clin. Exp. Neuropsychol.* 2004, 26(3), 441–450. <https://doi.org/10.1080/13803390490510149>

Demir, S. Farklı eğrilik ve kurtosis katsayıları altında örneklem büyüklükleri açısından normallik testlerinin karşılaştırılması. *Int. J. Assess. Tools Educ.* 2022, 9(2), 397–409. <https://doi.org/10.21449/ijate.1101295>

De Strooper, B.; Karran, E. The cellular phase of Alzheimer's disease. *Cell* 2016, 164(4), 603–615. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2015.12.056>

Delpy, D. T.; Cope, M.; van der Zee, P.; Arridge, S.; Wray, S.; Wyatt, J. Estimation of optical pathlength through tissue from direct time of flight measurement. *Phys. Med. Biol.* 1988, 33(12), 1433.

Dinga, Q.; Ying, Z.; Gómez-Pinilla, F. Exercise influences hippocampal plasticity by modulating brain-derived neurotrophic factor processing. *Neuroscience* 2011, 192, 773–780. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2011.06.032>

Divandari, N.; Bird, M. L.; Vakili, M.; Jaberzadeh, S. The association between dynamic balance and executive function: Which dynamic balance test has the strongest association with executive function? *Curr. Neurol. Neurosci. Rep.* 2024, 24(6), 151–161. <https://doi.org/10.1007/s11910-024-01340-3>

Diamond, A. Executive functions. *Annu. Rev. Psychol.* 2013, 64, 135–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>

Drzezga, A.; Lautenschlager, N.; Siebner, H.; Riemenschneider, M.; Willoch, F.; Minoshima, S.; Kurz, A. Cerebral metabolic changes accompanying conversion of mild cognitive impairment into Alzheimer's disease: A PET follow-up study. *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging* 2003, 30, 1104–1113.

De Greeff, J. W.; Bosker, R. J.; Oosterlaan, J.; Visscher, C.; Hartman, E. Effects of physical activity on executive functions, attention, and academic performance in preadolescent children: A meta-analysis. *J. Sci. Med. Sport* 2018, 21(5), 501–507. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.01.002>

Dorfman, M.; Herman, T.; Brozgol, M.; Shema, S.; Weiss, A.; Hausdorff, J. M.; Mirelman, A. Dual-task training on a treadmill to improve gait and cognitive function in elderly idiopathic fallers. *J. Neurol. Phys. Ther.* 2014, 38(4), 246–253. <https://doi.org/10.1097/NPT.0000000000000057>

Donovan, N. J.; Wu, Q.; Rentz, D. M.; Sperling, R. A.; Marshall, G. A.; Glymour, M. M. Loneliness, depression, and cognitive function in older U.S. adults. *Int. J. Geriatr. Psychiatry* 2016, 31(5), 550–556. <https://doi.org/10.1002/gps.4495>

Ehlis, A.-C.; Zarantonello, L.; Haeussinger, F. B.; Rohe, T.; Rosenbaum, D.; Fallgatter, A. J.; Maier, M. J. The DLPFk is centrally involved in resolving Stroop conflicts, suppressing distracting sensory input within the auditory and visual system. *Front. Psychol.* 2024, 15, 1427455.

Eldemir, K.; Eldemir, S.; Ozkul, C.; Irkeç, C.; Guclu-Gunduz, A. The effects of online pilates training on cognitive functions and dual task performance in people with multiple

sclerosis: A randomized controlled study. *Mult. Scler. Relat. Disord.* 2025, 97, 106393.
<https://doi.org/10.1016/j.msard.2025.106393>

Emek Savaş, D.; Yerlikaya, D.; Yener, G. G.; Tanör, Ö. Ö. Stroop Testi Çapa Formu'nun geçerlik-güvenirlilik ve norm çalışması. *Türk Psikiyatri Derg.* 2020, 31(1), 9–21.
<https://doi.org/10.5080/u23549>

Ertan, T. Geriatrik Depresyon Ölçeği'nin Türkçe uyarlaması. *Türk Geriatri Derg.* 1996, 2(2), 67–70.

Farràs-Permanyer, L.; Guàrdia-Olmos, J.; Peró-Cebollero, M. Mild cognitive impairment and fMRI studies of brain functional connectivity: The state of the art. *Front. Psychol.* 2015, 6, Article 1095. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01095>

Farahani, F. V.; Karwowski, W.; Lighthall, N. R. Application of graph theory for identifying connectivity patterns in human brain networks: A systematic review. *Front. Neurosci.* 2019, 13, Article 585. <https://doi.org/10.3389/fnins.2019.00585>

Falbo, S.; Condello, G.; Capranica, L.; Forte, R.; Pesce, C. Effects of physical-cognitive dual task training on executive function and gait performance in older adults: A randomized controlled trial. *Biomed Res. Int.* 2016, Article 5812092. <https://doi.org/10.1155/2016/5812092>

Festa, F.; Medori, S.; Macrì, M. Move your body, boost your brain: The positive impact of physical activity on cognition across all age groups. *Biomedicines* 2023, 11(6), 1765. <https://doi.org/10.3390/biomedicines11061765>

Ferrari, M.; Quaresima, V. A brief review on the history of human functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) development and fields of application. *Neuroimage* 2012, 63(2), 921–935.

Fried, L. P.; Tangen, C. M.; Walston, J.; Newman, A. B.; Hirsch, C.; Gottdiener, J.; Seeman, T.; Tracy, R.; Kop, W. J.; Burke, G.; McBurnie, M. A. Frailty in older adults: Evidence for a phenotype. *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.* 2001, 56(3), M146–M156. <https://doi.org/10.1093/gerona/56.3.m146>

Friebs, M. A.; Klaus, J.; Singh, T.; Frings, C.; Hartwigsen, G. Perturbation of the right prefrontal cortex disrupts interference control. *NeuroImage* 2020, 222, 117279.

Friston, K. J.; Holmes, A. P.; Poline, J. B.; Frith, C. D. Statistical parametric maps in functional imaging: A general linear approach. *Hum. Brain Mapp.* 1995, 2(4), 189–210. <https://doi.org/10.1002/hbm.460020402>

Folstein, M. F.; Folstein, S. E.; McHugh, P. R. "Mini-mental state": A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J. Psychiatr. Res.* 1975, 12(3), 189–198. [https://doi.org/10.1016/0022-3956\(75\)90026-6](https://doi.org/10.1016/0022-3956(75)90026-6)

Grobe, S.; Kakar, R. S.; Smith, M. L.; Mehta, R.; Baghurst, T.; Boolani, A. Impact of cognitive fatigue on gait and sway among older adults: A literature review. *Prev. Med. Rep.* 2017, 6, 88–93. <https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2017.02.016>

Güngen, C.; Ertan, T.; Eker, E.; Yaşar, R.; Engin, F. Reliability and validity of the standardized Mini Mental State Examination in the diagnosis of mild dementia in Turkish population. *Turk Psikiyatri Derg.* 2002, 13(4), 273–281.

Gomes, M. J.; Martinez, P. F.; Pagan, L. U.; Damatto, R. L.; Cezar, M. D. M.; Lima, A. R. R.; Okoshi, K.; Okoshi, M. P. Skeletal muscle aging: Influence of oxidative stress and physical exercise. *Oncotarget* 2017, 8(12), 20428–20440. <https://doi.org/10.18632/oncotarget.14670>

Han, S. D.; Boyle, P. A.; James, B. D.; Yu, L.; Bennett, D. A. Mild cognitive impairment is associated with poorer decision-making in community-based older persons. *J. Am. Geriatr. Soc.* 2015, 63(4), 744–749. <https://doi.org/10.1111/jgs.13346>

Hajek, A.; Lehnert, T.; Ernst, A.; Lange, C.; Wiese, B.; Prokein, J.; Weyerer, S.; Werle, J.; Pentzek, M.; Fuchs, A.; Luck, T.; Bickel, H.; Mösch, E.; Heser, K.; Wagner, M.; Maier, W.; Scherer, M.; Riedel-Heller, S. G.; König, H. H. Prevalence and determinants of overweight and obesity in old age in Germany. *BMC Geriatr.* 2015, 15, 83. <https://doi.org/10.1186/s12877-015-0081-5>

Haripriya, S.; Kumar, D.; Samuel, S. E.; Soman, A. Effect of a multi-component exercise program on functional mobility, exercise capacity, and quality of life in older adults. *J. Clin. Diagn. Res.* 2018, 12(7), YC01–YC04. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2018/30986.11782>

Hedden, T.; Gabrieli, J. D. E. Insights into the ageing mind: A view from cognitive neuroscience. *Nat. Rev. Neurosci.* 2004, 5(2), 87–96. <https://doi.org/10.1038/nrn1323>

Henderson, T. A., van Lierop, M. J., McLean, M., Uszler, J. M., Thornton, J. F., Siow, Y.-H., Pavel, D. G., & Cardaci, J. Functional neuroimaging in psychiatry—Aiding in diagnosis and guiding treatment: What the American Psychiatric Association does not know. *Frontiers in Psychiatry*, 2020, 11, Article 276. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2020.00276>

Healy, A. F., & Wohldmann, E. Specificity and transfer of learning. In B. H. Ross (Ed.), *Psychology of learning and motivation* (Vol. 57, 2012, pp. 227–253). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394293-7.00006-6>

Hertzog, C., Kramer, A. F., Wilson, R. S., & Lindenberger, U. (2008). Enrichment effects on adult cognitive development: Can the functional capacity of older adults be preserved and enhanced? *Psychological Science in the Public Interest*, 2008, 9(1), 1–65. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6053.2009.01034.x>

Hebert, L. E., Weuve, J., & Scherr, P. A.. Alzheimer disease in the United States (2010–2050) estimated using the 2010 census. *Neurology*, 2013, 80(19), 1778–1783. <https://doi.org/10.1212/WNL.0b013e31828726f5>

Holtzer, R., Mahoney, J. R., Izzetoglu, M., Izzetoglu, K., Onaral, B., & Verghese, J. fNIRS study of walking and walking while talking in young and old individuals. *The Journals of Gerontology: Series A*, 2011, 66A(8), 879–887. <https://doi.org/10.1093/gerona/glr068>

Hong, S.-Y., Moon, Y., & Choi, J.-D. . Effects of cognitive task training on dynamic balance and gait of patients with stroke: A preliminary randomized controlled study.

Medical Science Monitor: Basic Research, 2021, 27, e925264.
<https://doi.org/10.12659/MSMBR.925264>

Hirsch, J. A., Winters, M., Ashe, M. C., Clarke, P. J., & McKay, H. A. . Destinations that older adults experience within their GPS activity spaces: Relation to objectively measured physical activity. *Environment and Behavior*, 2016, 48(1), 55–77.
<https://doi.org/10.1177/0013916515607312>

Hiyamizu, M., Morioka, S., Shomoto, K., & Shimada, T. Effects of dual task balance training on dual task performance in elderly people: A randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 2012, 26(1), 58–67. <https://doi.org/10.1177/0269215510394222>.

Hill, A.-M., Starling, T., Xin, W., Naseri, C., Xu, D., O'Brien, G., Etherton-Beer, C., Flicker, L., Bulsara, M., Morris, M. E., & Vaz, S. Promoting healthy aging for older people living with chronic disease by implementing community health programs: A randomized controlled feasibility study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2024, 21(12), 1667. <https://doi.org/10.3390/ijerph21121667>.

Huettel, S. A., Song, A. W., & McCarthy, G. *Functional magnetic resonance imaging* (4th ed.). Sinauer Associates, 2021.

Huang, W., Li, X., Xie, H., Qiao, T., Zheng, Y., Su, L., Tang, Z. M., & Dou, Z. Different cortex activation and functional connectivity in executive function between young and elder people during the Stroop test: An fNIRS study. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 2022, 14, Article 864662. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2022.864662>

Huppert, T. J., Diamond, S. G., Franceschini, M. A., Boas, D. A. "HomER: a review of time-series analysis methods for near-infrared spectroscopy of the brain". *Applied Optics*, 2009, 48(10), D280-D298.

Huppert, T. J., Karim, H., Lin, C. C., Alqahtani, B. A., Greenspan, S. L., & Sparto, P. J. Functional imaging of cognition in an old-old population: A case for portable functional near-infrared spectroscopy. *PLoS One*, 2017, 12(10), e0184918.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0184918>.

Idowu, M. I., & Szameitat, A. J. Executive function abilities in cognitively healthy young and older adults—A cross-sectional study. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 2023, 15, 976915. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2023.976915>

Jenkinson, C., Coulter, A., & Wright, L. Short form 36 (SF-36) health survey questionnaire: normative data for adults of working age. *BMJ*, 1993, 306(6890), 1437-1440. <https://doi.org/10.1136/bmj.306.6890.1437>

Johansson, H., Folkerts, A. K., Hammarström, I., Kalbe, E., & Leavy, B. Effects of motor-cognitive training on dual-task performance in people with Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Neurology*, 2023, 270(6), 2890–2907. <https://doi.org/10.1007/s00415-023-11610-8>

Ju, Y., & Tam, K. Y. Pathological mechanisms and therapeutic strategies for Alzheimer's disease. *Neural Regeneration Research*, 2022, 17(3), 543–549. <https://doi.org/10.4103/1673-5374.320970>

Julkunen, V., Niskanen, E., Muehlboeck, S., Pihlajamäki, M., Könönen, M., Hallikainen, M., ... Evans, A. "Cortical thickness analysis to detect progressive mild cognitive impairment: a reference to Alzheimer's disease". *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 2009, 28(5), 389-397.

Kâhya, M., Moon, S., Ranchet, M., Vukas, R. R., Lyons, K. E., Pahwa, R., Akinwuntan, A., & Devos, H. Brain activity during dual-task gait and balance in aging and age-related neurodegenerative conditions: A systematic review. *Experimental Gerontology*, 2019, 128, 110756. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2019.110756>

Kara, L., Martin, L., Blizzard, A. G., Wood, V., Srikanth, V., Thomson, R., Sanders, L. M., & Callisaya, M. L. Cognitive function, gait, and gait variability in older people: A population-based study. *The Journals of Gerontology: Series A*, 2013, 68(6), 726–732. <https://doi.org/10.1093/gerona/gls224>

Kelly, M. E., Duff, H., Kelly, S., McHugh Power, J. E., Brennan, S., Lawlor, B. A., & Loughrey, D. G. The impact of social activities, social networks, social support, and social

relationships on the cognitive functioning of healthy older adults: A systematic review. *Systematic Reviews*, 2017, 6(1), 259. <https://doi.org/10.1186/s13643-017-0632-2>.

Kim, J., Jeong, M., Stiles, W. R., & Choi, H. S. Neuroimaging modalities in Alzheimer's disease: Diagnosis and clinical features. *International Journal of Molecular Sciences*, 2022, 23(11), 6079. <https://doi.org/10.3390/ijms23116079>

Kirschner, F., Paas, F., & Kirschner, P. A. A cognitive load approach to collaborative learning: United brains for complex tasks. *Educational Psychology Review*, 2009, 21, 31–42. <https://doi.org/10.1007/s10648-008-9095-2>

Klimova, B., & Dostalova, R. The impact of physical activities on cognitive performance among healthy older individuals. *Brain Sciences*, 2020, 10(6), 377. <https://doi.org/10.3390/brainsci10060377>

Kumar, S., & Preetha, G. Health promotion: An effective tool for global health. *Indian Journal of Community Medicine*, 2012, 37(1), 5-12. <https://doi.org/10.4103/0970-0218.94009>

Kuo, C.-Y., Huang, Y.-M., & Yeh, Y.-Y. Let's play cards: Multi-component cognitive training with social engagement enhances executive control in older adults. *Frontiers in Psychology*, 2018, 9, Article 2482. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02482>

Koçyiğit, H., Aydemir, Ö., Fişek, G., Ölmez, N., & Memiş, A. Kısa Form-36'nın (KF-36) Türkçe versiyonunun geçerlilik ve güvenilirlik çalışması. *İstanbul Tıp Fakültesi Dergisi*, 1999, 62(1), 45-54.

Lemaitre, H., Goldman, A. L., Sambataro, F., Verchinski, B. A., Meyer-Lindenberg, A., Weinberger, D. R., Mattay, V. S. "Normal age-related brain morphometric changes: nonuniformity across cortical thickness, surface area and gray matter volume?". *Neurobiology of Aging*, 2012, 33(3), 617-e1.

León-Carrión, J., & León-Domínguez, U. Functional near-infrared spectroscopy (fNIRS): Principles and neuroscientific applications. In *Neuroimaging methods* (pp. 48-74), 2012.

Ilali, M., Le Berre, M., Vedel, I., & Khanassov, V. Telehealth in primary care for older adults: A systematic review of mixed studies. *BMC Primary Care*, 2023, 24, 152. <https://doi.org/10.1186/s12875-023-02085-7>

Laurin, D., Verreault, R., Lindsay, J., MacPherson, K., & Rockwood, K. Physical activity and risk of cognitive impairment and dementia in elderly persons. *Archives of Neurology*, 2001, 58(3), 498–504. <https://doi.org/10.1001/archneur.58.3.498>

Lampit, A., Hallock, H., & Valenzuela, M. Computerized cognitive training in cognitively healthy older adults: A systematic review and meta-analysis of effect modifiers. *PLoS Medicine*, 2014, 11(11), e1001756. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001756>

Li, G., Li, X., & Chen, L. Personally tailored exercises for improving physical outcomes for older adults in the community: A systematic review. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 2022, 101, Article 104707. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2022.104707>

Li, W., Qin, W., Liu, H., Fan, L., Wang, J., Jiang, T., Yu, C. "Subregions of the human superior frontal gyrus and their connections". *Neuroimage*, 2013, 78, 46-58.

Li, K. Z. H., Bherer, L., Mirelman, A., Maidan, I., & Hausdorff, J. M. Cognitive involvement in balance, gait and dual-tasking in aging: A focused review from a neuroscience of aging perspective. *Frontiers in Neurology*, 2018, 9, 913. <https://doi.org/10.3389/fneur.2018.00913>

Iuliano, E., di Cagno, A., Aquino, G., Fiorilli, G., Mignogna, P., Calcagno, G., & Di Costanzo, A. Effects of different types of physical activity on the cognitive functions and attention in older people: A randomized controlled study. *Experimental Gerontology*, 2015, 70, 105–110. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2015.07.008>

Liu-Ambrose, T., Nagamatsu, L. S., Voss, M. W., & Kramer, A. F. Resistance training and executive functions: A 12-month randomized controlled trial. *Archives of Internal Medicine*, 2010, 170(2), 170-178. <https://doi.org/10.1001/archinternmed.2009.494>

Liu, W., Zhang, J., Wang, Y., Li, J., Chang, J., & Jia, Q. Effect of physical exercise on cognitive function of Alzheimer's disease patients: A systematic review and meta-analysis

of randomized controlled trials. *Frontiers in Psychiatry*, 2022, 13, Article 927128. <https://doi.org/10.3389/fpsyt.2022.927128>

Lloyd-Fox, S., Blasi, A., & Elwell, C. E. Illuminating the developing brain: the past, present and future of functional near infrared spectroscopy. *Neurosci. Biobehav. Rev.*, 2010, 34, 269–284. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2009.07.008

Loprinzi, P. D., Frith, E., Edwards, M. K., Sng, E., & Ashpole, N. The effects of exercise on memory function among young to middle-aged adults: Systematic review and recommendations for future research. *American Journal of Health Promotion*, 2018, 32(3), 691–704. <https://doi.org/10.1177/0890117117737409>

Lord, S. R., Murray, S. M., Chapman, K., Munro, B., & Tiedemann, A. Sit-to-stand performance depends on sensation, speed, balance, and psychological status in addition to strength in older people. *The Journals of Gerontology: Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 2002, 57(8), M539–M543. <https://doi.org/10.1093/gerona/57.8.m539>

Mandolesi, L., Polverino, A., Montuori, S., Foti, F., & 5 other authors. Effects of physical exercise on cognitive functioning and wellbeing: Biological and psychological benefits. *Frontiers in Psychology*, 2018, 9, 509. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00509>

Ma, D., Izzetoglu, M., Holtzer, R., & Jiao, X. Deep learning-based walking tasks classification in older adults using fNIRS. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 2023, 31, 3437-3447. <https://doi.org/10.1109/TNSRE.2023.3306365>.

Martel, R., Shepherd, M., & Goodyear-Smith, F. Implementing the routine use of electronic mental health screening for youth in primary care: Systematic review. *JMIR Mental Health*, 2021, 8(11), e30479. <https://doi.org/10.2196/30479>

Meguro, K., Constans, J.-M., Shimada, M., Yamaguchi, S., Ishizaki, J., Ishii, H., Yamadori, A., & Sekita, Y. Corpus callosum atrophy, white matter lesions, and frontal executive dysfunction in normal aging and Alzheimer's disease: A community-based

study: The Tajiri Project. *International Psychogeriatrics*, 2003, 15(1), 9–25.
<https://doi.org/10.1017/s104161020300872x>

Medeiros, R., Baglietto-Vargas, D., & LaFerla, F. M. The role of tau in Alzheimer's disease and related disorders. *Alzheimer's & Dementia*, 2011, 7(1), 1-11.
<https://doi.org/10.1111/j.1755-5949.2010.00177.x>

Mei, X., Zou, C.-J., Hu, J., Liu, X.-L., Zheng, C.-Y., & Zhou, D.-S. Functional near-infrared spectroscopy in elderly patients with four types of dementia. *World Journal of Psychiatry*, 2023, 13(5), 203–214. <https://doi.org/10.5498/wjp.v13.i5.203>

Melby-Lervåg, M., & Hulme, C. Is working memory training effective? A meta-analytic review. *Developmental Psychology*, 2013, 49(2), 270–291.
<https://doi.org/10.1037/a0028228>

Merchant, R. A., Chan, Y. H., Hui, R. J. Y., Lim, J. Y., Kwek, S. C., Seetharaman, S. K., Au, L. S. Y., & Morley, J. E. Possible sarcopenia and impact of dual-task exercise on gait speed, handgrip strength, falls, and perceived health. *Frontiers in Medicine*, 2021, 8, 660463. <https://doi.org/10.3389/fmed.2021.660463>

Mochiduki, M. Synapsology for the prevention of cognitive decline. *Japanese Journal of Cognitive Neuroscience*, 2015, 17, 155–158.

McLay, R., Kirkwood, R. N., Kuspinar, A., Richardson, J., Wald, J., Raghavan, N., Ellerton, C., Pugsley, S., & Beauchamp, M. K. Validity of balance and mobility screening tests for assessing fall risk in COPD. *Chronic Respiratory Disease*, 2020, 17, Article 1479973120922538. <https://doi.org/10.1177/1479973120922538>

Mihara, M., Miyai, I., Hatakenaka, M., Kubota, K., & Sakoda, S. Sustained prefrontal activation during ataxic gait: A compensatory mechanism for ataxic stroke? *NeuroImage*, 2007, 37(1), 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.06.014>

Musalek, C., & Kirchengast, S. Grip strength as an indicator of health-related quality of life in old age—A pilot study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2017, 14(12), 1447. <https://doi.org/10.3390/ijerph14121447>

Musich, S., Wang, S. S., Hawkins, K., & Greame, C. The frequency and health benefits of physical activity for older adults. *Population Health Management*, 2017, 20(3). <https://doi.org/10.1089/pop.2016.0071>

Mutlay, F., Ulusoylar Erken, N., Dost Günay, F. S., Kaya, D., & Işık, A. T. Yaşlılarda depresyon düşme sıklığı ile ilişkilendirilebilir mi? *Geriatrik Tıp ve Rehabilitasyon Dergisi*, 2020, 3(3), 103-109. <https://doi.org/10.47141/geriatrik.826378>.

Mlinac, M. E., & Feng, M. C. Assessment of activities of daily living, self-care, and independence. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 2016, 31(6), 506–516. <https://doi.org/10.1093/arclin/acw049>

Miyai, I., Tanabe, H. C., Sase, I., Eda, H., Oda, I., Konishi, I., Tsunazawa, Y., Suzuki, T., & Yanagida, T. Cortical mapping of gait in humans: A near-infrared spectroscopic topography study. *Neuroimage*, 2001, 14(5), 1186–1192. <https://doi.org/10.1006/nimg.2001.0905>.

Molloy, D. W., & Standish, T. I. M. A Guide to the Standardized Mini-Mental State Examination. *International Psychogeriatrics*, 1997, 9(S1), 87-94. doi:10.1017/S1041610297004754

Naveh-Benjamin, M. Adult age differences in memory performance: Tests of an associative deficit hypothesis. *Psychology and Aging*, 2000, 15(4), 521–537. <https://doi.org/10.1037//0278-7393.15.4.521>

Nascimento, M. de M., Maduro, P. A., Rios, P. M. B., Doğum Günü, L. dos S., Silva, C. N., Kliegel, M., & Ihle, A. Effects of a 12-week physical-cognitive dual-task training on executive functions, depression, sleep quality, and quality of life in older adult women: A randomized pilot study. *Sustainability*, 2023, 15(1), 97. <https://doi.org/10.3390/su15010097>

Nóbrega-Sousa, P., Gobbi, L. T. B., Orcioli-Silva, D., Conceição, N. R. da, Beretta, V. S., & Vitorio, R. Prefrontal cortex activity during walking: Effects of aging and associations

with gait and executive function. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 2020, 34(10), 915-924. <https://doi.org/10.1177/1545968320953824>.

Nissim, N. R., O'Shea, A. M., Bryant, V., Porges, E. C., Cohen, R., Woods, A. J. Frontal structural neural correlates of working memory performance in older adults. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 2017, 8, 328.

Park, H.-J., & Friston, K. Structural and functional brain networks: From connections to cognition. *Science*, 2013, 342(6158), 1238411. <https://doi.org/10.1126/science.1238411>

Pinti, P., Aichelburg, C., Gilbert, S. J., Hamilton, A. F., & other authors. A review on the use of wearable functional near-infrared spectroscopy in naturalistic environments: Review of fNIRS measurements in naturalistic environments. *Japanese Psychological Research*, 2018, 60(3), 225-240. <https://doi.org/10.1111/jpr.12206>

Podsiadlo, D., & Richardson, S. The timed "Up & Go": A test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 1991, 39(2), 142–148. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1991.tb01616.x>

Poline, J.-B., & Brett, M. The general linear model and fMRI: Does love last forever? *NeuroImage*, 2012, 62(2), 742-746. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2012.01.133>

Rajmohan, R., & Reddy, P. H. Amyloid-beta and phosphorylated tau accumulations cause abnormalities at synapses of Alzheimer's disease neurons. *Journal of Alzheimer's Disease*, 2017, 57(4), 975-999. <https://doi.org/10.3233/JAD-160612>

Reuter-Lorenz, P. A., & Cappell, K. A. Neurocognitive aging and the compensation hypothesis. *Current Directions in Psychological Science*, 2008, 17(3), 177-182. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2008.00570.x>

Reuter-Lorenz, P., & Park, D. C. Human neuroscience and the aging mind: A new look at old problems. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 2010, 65(4), 405-415. <https://doi.org/10.1093/geronb/gbq035>

Rogers, B. P., Morgan, V. L., Newton, A. T., & Gore, J. C. Assessing functional connectivity in the human brain by fMRI. *Magnetic Resonance Imaging*, 2007, 25(10), 1347–1357. <https://doi.org/10.1016/j.mri.2007.03.007>

Rolls, E. T., Huang, C.-C., Lin, C.-P., Feng, J., Joliot, M. Automated anatomical labelling atlas 3. *NeuroImage*, 2020, 206, 116189.

Rolls, E. T., Joliot, M., Tzourio-Mazoyer, N. Implementation of a new parcellation of the orbitofrontal cortex in the automated anatomical labeling atlas. *NeuroImage*, 2015, 122, 1-5.

Rosso, A. L., Baillargeon, E. M., Perera, S., VanSwearingen, J., Rosano, C., Huppert, T. J., & Brach, J. S. Prefrontal cortex activation while walking did not change but gait speed improved after a randomized physical therapy intervention. *Aging Clinical and Experimental Research*, 2024, 36(1), 43–51. <https://doi.org/10.1007/s40520-023-02666-7>

Salthouse, T. A. Neuroanatomical substrates of age-related cognitive decline. *Psychological Bulletin*, 2011, 137(5), 753–784. <https://doi.org/10.1037/a0023262>

Sanders, L. M. J., Hortobágyi, T., Karssemeijer, E. G. A., Van der Zee, E. A., Scherder, E. J. A., & van Heuvelen, M. J. G. Effects of low- and high-intensity physical exercise on physical and cognitive function in older persons with dementia: A randomized controlled trial. *Alzheimer's Research & Therapy*, 2020, 12(1), 28. <https://doi.org/10.1186/s13195-020-00597-3>

Sanchez-Alcala, M., Aibar-Almazan, A., Carcelen-Fraile, M. d. C., Castellote-Caballero, Y., Cano-Sánchez, J., Achalandabaso-Ochoa, A., Muñoz-Perete, J. M., & Hita-Contreras, F. Effects of dance-based aerobic training on frailty and cognitive function in older adults with mild cognitive impairment: A randomized controlled trial. *Diagnostics*, 2025, 15(3), 351. <https://doi.org/10.3390/diagnostics15030351>

Schulz, R., & Sherwood, P. R. Physical and mental health effects of family caregiving. *Journal of Social Work Education*, 2017, 53(1), 105-113. <https://doi.org/10.5175/JSWE.2008.773247702>.

Schmitz, A., Kuehl, M., & Klein, R. Effects of phosphofructokinase and pyruvate kinase activity on energy metabolism during muscle contractions. *American Journal of Physiology- Cell Physiology*, 2012, 302(6), C852–C861. <https://doi.org/10.1152/ajpcell.00101.2012>

Schuch, F. B., Vancampfort, D., Richards, J., Rosenbaum, S., Ward, P. B., & Stubbs, B. Exercise as a treatment for depression: A meta-analysis adjusting for publication bias. *Journal of Psychiatric Research*, 2016, 77, 42–51. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2016.02.023>

Stuart, S., Vitorio, R., Morris, R., Martini, D. N., Fino, P. C., & Mancini, M. Cortical activity during walking and balance tasks in older adults and in people with Parkinson's disease: A structured review. *Maturitas*, 2018, 113, 51-59. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2018.04.011>

Sivertsen, H., Bjørkløf, G. H., Engedal, K., Selbæk, G., & Helvik, A.-S. Depression and quality of life in older persons: A review. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 2015, 40(5–6), 311–339. <https://doi.org/10.1159/000437299>

Silva, R. do N., Afonso, S. V., Felipe, L. R., Oliveira, R. A., Martins, L. J. P., & Sande de Souza, L. A. P. Dual-task intervention based on trail making test: Effects on Parkinson's disease. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 2021, 27(4), 628-633. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2021.04.013>

Smith, P. J., Blumenthal, J. A., Hoffman, B. M., Cooper, H., Strauman, T. A., Welsh-Bohmer, K., Browndyke, J. N., & Sherwood, A. Aerobic exercise and neurocognitive performance: A meta-analytic review of randomized controlled trials. *Psychosomatic Medicine*, 2010, 72(3), 239–252. <https://doi.org/10.1097/PSY.0b013e3181d14633>

Sinaei, E., Kamali, F., Nematollahi, A., & Etminan, Z. Comparing the effects of balance training with and without cognitive tasks on the quality of life and balance performance in community-dwelling older adults: a single-blind randomized clinical trial. *Journal of Rehabilitation Sciences & Research*, 2017, 4(1), 4-8. <https://doi.org/10.30476/jrsr.2016.41106>

Strawbridge, W. J., Deleger, S., Roberts, R. E., & Kaplan, G. A. Physical activity reduces the risk of subsequent depression for older adults. *American Journal of Epidemiology*, 2002, 156(4), 328–334. <https://doi.org/10.1093/aje/kwf047>

Sturnieks, D. L., Chan, L. L. Y., Espinoza Cerda, M. T., Herrera Arbona, C., Herrero Pinilla, B., Santiago Martinez, P., Seng, N. W., Smith, N., Menant, J. C., & Lord, S. R. Cognitive functioning and falls in older people: A systematic review and meta-analysis. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 2025, 128, 105638. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2024.105638>

Schattin, A., Arner, R., Gennaro, F., & de Bruin, E. D. Adaptations of prefrontal brain activity, executive functions, and gait in healthy elderly following exergame and balance training: A randomized-controlled study. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 2016, 8, 278. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2016.00278>

Schwenk, M., Scherder, E. J. A., & van Heuvelen, M. J. G. The interplay between cognitive and motor functioning in healthy older adults: Findings from dual-task studies and suggestions for intervention. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 2018, 10, 1–12. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2018.00001>

Schear, J. M., & Sato, S. D. Effects of visual acuity and visual motor speed and dexterity on cognitive test performance. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 1989, 4(1), 25–32. [https://doi.org/10.1016/0887-6177\(89\)90004-8](https://doi.org/10.1016/0887-6177(89)90004-8)

Schwenk, M., Zieschang, T., Oster, P., & Hauer, K. Dual-task performances can be improved in patients with dementia: A randomized controlled trial. *Neurology*, 2010, 74(24), 1961–1968. <https://doi.org/10.1212/WNL.0b013e3181e39696>

Scholkmann, F., Spichtig, S., Muehleemann, T., & Wolf, M. How to detect and reduce movement artifacts in near-infrared imaging using moving standard deviation and spline interpolation. *Physiological Measurement*, 2010, 31(5), 649.

Sok, S., Shin, E., Kim, S., & Kim, M. Effects of Cognitive/Exercise Dual-Task Program on the Cognitive Function, Health Status, Depression, and Life Satisfaction of the Elderly

Living in the Community. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2021, 18(15), 7848. <https://doi.org/10.3390/ijerph18157848>

Silverberg, N. B., Ryan, L. M., Carrillo, M. C., Sperling, R., Petersen, R. C., Posner, H. B., Snyder, P. J., Hilsabeck, R., Gallagher, M., Raber, J., Rizzo, A., Possin, K., King, J., Kaye, J., Ott, B. R., Albert, M. S., Wagster, M. V., Schinka, J. A., Cullum, C. M., Farias, S. T., & Ferman, T. J. Assessment of cognition in early dementia. *Alzheimer's & Dementia*, 2011, 7(5), e1-e17. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2011.05.001>

Simons, D. J., Boot, W. R., Charness, N., Gathercole, S. E., Chabris, C. F., Hambrick, D. Z., & Stine-Morrow, E. A. L. Do "brain-training" programs work? *Psychological Science in the Public Interest*, 2016, 17(3), 103–186. <https://doi.org/10.1177/1529100616661983>

Stroop, J. R. Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 1935, 18(6), 643–662. <https://doi.org/10.1037/h0054651>

Tasvuran Horata, E., Cetin, S. Y., & Erel, S. Effects of individual progressive single- and dual-task training on gait and cognition among older healthy adults: A randomized-controlled comparison study. *European Geriatric Medicine*, 2021, 12(2), 363–370. <https://doi.org/10.1007/s41999-020-00429-5>

Taylor, A. H., Cable, N. T., Faulkner, G., Hillsdon, M., Narici, M., & Van Der Bij, A. K. Physical activity and older adults: A review of health benefits and the effectiveness of interventions. *Ageing and Society*, 2007, 27(5), 703-725. <https://doi.org/10.1080/02640410410001712421>

Tahami Monfared, A. A., Byrnes, M. J., White, L. A., & Zhang, Q. Alzheimer's disease: Epidemiology and clinical progression. *Neurology Therapy*, 2022, 11(3), 553–569. <https://doi.org/10.1007/s40120-022-00338-8>

Takamura, H., Kudo, S., Ikeda, T., Suzuki, S., & Katagiri, Y. Effects of dual task balance training on dual task performance in elderly people: A randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 2011, 26(1), 58–67. <https://doi.org/10.1177/0269215510394222>

Takeuchi, H., Taki, Y., Nouchi, R., & Kawashima, R. The influence of using a smartphone while walking on prefrontal cortex activity: A near-infrared spectroscopy study. *NeuroImage*, 2022, 246, 118758. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2021.118758>PMC

Valdés Hernández, M. del C., Reid, S., Mikhael, S., Pernet, C., The Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative. Do 2-year changes in superior frontal gyrus and global brain atrophy affect cognition? *Alzheimer's & Dementia: Diagnosis, Assessment & Disease Monitoring*, 2018, 10(1), 706-716.

Van Balkom, T. D., van den Heuvel, O. A., Berendse, H. W., van der Werf, Y. D., & Vriend, C. The effects of cognitive training on brain network activity and connectivity in aging and neurodegenerative diseases: A systematic review. *Neuropsychological Review*, 2020, 30(2), 267–286. <https://doi.org/10.1007/s11065-020-09440-w>

Vaishya, R., Misra, A., Vaish, A., Ursino, N., & D'Ambròsi, R. Hand grip strength as a proposed new vital sign of health: A narrative review of evidences. *Journal of Health, Population and Nutrition*, 2024, 43(7), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s41043-024-00500-y>

Verbrugge, L. M., & Jette, A. M. The disablement process. *Social Science & Medicine*, 1994, 38(1), 1-14. [https://doi.org/10.1016/0277-9536\(94\)90294-1](https://doi.org/10.1016/0277-9536(94)90294-1)

Verhaeghen, P., & Salthouse, T. A. Meta-analyses of age-cognition relations in adulthood: Estimates of linear and nonlinear age effects and structural models. *Psychological Bulletin*, 1997, 121(3), 331–351. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.121.3.331>

Victor, C. R., Rippon, I., Quinn, C., Nelis, S. M., Martyr, A., Hart, N., Lamont, R., & Clare, L. The prevalence and predictors of loneliness in caregivers of people with dementia: Findings from the IDEAL programme. *Aging & Mental Health*, 2021, 25(7), 1232–1238. <https://doi.org/10.1080/13607863.2020.1753014>

Von Lüthmann, A., Zheng, Y., Ortega-Martinez, A., Kiran, S., Somers, D. C., Cronin-Golomb, A., Awad, L. N., Ellis, T. D., Boas, D. A., & Yücel, M. A. Towards neuroscience of the everyday world (NEW) using functional near-infrared spectroscopy. *Current*

Opinion in Biomedical Engineering, 2021, 18, 100272.
<https://doi.org/10.1016/j.cobme.2021.100272>

Watson, N. L., Rosano, C., Boudreau, R. M., Simonsick, E. M., Ferrucci, L., Sutton-Tyrrell, K., Hardy, S. E., Atkinson, H. H., Yaffe, K., Satterfield, S., Harris, T. B., & Newman, A. B. Executive function, memory, and gait speed decline in well-functioning older adults. *The Journals of Gerontology: Series A*, 2010, 65(10), 1093–1100.
<https://doi.org/10.1093/gerona/glq111>

Wang, M., & Saudino, K. J. Emotion regulation and stress. *Journal of Adult Development*, 2011, 18, 95–103. <https://doi.org/10.1007/s10804-010-9114-7>

Wang, Z., Ren, K., Li, D., Lv, Z., Li, X., He, X., Wang, D., & Jiang, W. Assessment of brain function in patients with cognitive impairment based on fNIRS and gait analysis. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 2022, 14, 799732.
<https://doi.org/10.3389/fnagi.2022.799732>

Wang, X., Wang, L., Wu, Y., Cai, M., & Wang, L. Effect of different exercise interventions on grip strength, knee extensor strength, appendicular skeletal muscle index, and skeletal muscle index strength in patients with sarcopenia: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Diseases*, 2024, 12(4), 71.
<https://doi.org/10.3390/diseases12040071>

Ward, N., Dawson, K., Marchant, N. L., & Rusted, J. M. Dual-tasking with the Stroop task: Effects of stimulus type and aging. *Frontiers in Psychology*, 2021, 12, 624141.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.624141>

World Health Organization. Body mass index (BMI). 2021. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>

Weaver, A. N., & Jaeggi, S. M. Activity engagement and cognitive performance amongst older adults. *Frontiers in Psychology*, 2021, 12, 620867.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.620867>

Webber, M., & Fendt-Newlin, M. A review of social participation interventions for people with mental health problems. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology*, 2017, 52(4), 369–380. <https://doi.org/10.1007/s00127-017-1372-2>

Weuve, J., Kang, J. H., Manson, J. E., Breteler, M. M. B., Ware, J. H., & Grodstein, F. Physical activity, including walking, and cognitive function in older women. *JAMA*, 2004, 292(12), 1454–1461. <https://doi.org/10.1001/jama.292.12.1454>

Wiśniowska, J., Łojek, E., Olejnik, A., & Chabuda, A. The Characteristics of the Reduction of Interference Effect during Dual-Task Cognitive-Motor Training Compared to a Single Task Cognitive and Motor Training in Elderly: A Randomized Controlled Trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2023, 20(2), 1477. <https://doi.org/10.3390/ijerph20021477>

Wollesen, B., & Voelcker-Rehage, C. Training effects on motor–cognitive dual-task performance in older adults: A systematic review. *European Review of Aging and Physical Activity*, 2014, 11(1), 5–24. <https://doi.org/10.1007/s11556-013-0122-z>

Woollacott, M. H., & Tang, P. F. Balance control during walking in the older adult: Research and its implications. *Physical Therapy*, 1997, 77(6), 646–660. <https://doi.org/10.1093/ptj/77.6.646>

Xie, Y., Wu, Z., Sun, L., Zhou, L., Wang, G., Xiao, L., & Wang, H. The effects and mechanisms of exercise on the treatment of depression. *Frontiers in Psychiatry*, 2021, 12, 705559. <https://doi.org/10.3389/fpsyt.2021.705559>

Yang, Y., Chen, T., Shao, M., Yan, S., Yue, G. H., & Jiang, C. Effects of Tai Chi Chuan on inhibitory control in elderly women: An fNIRS study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 2020, 13, 476. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00476>

Yang, B., Deng, X., Qu, X., Li, Y., Guo, L., & Yu, N. Identification of functional near-infrared spectroscopy for older adults with mild cognitive impairment: A systematic review. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 2025, 17, 1492800. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2025.1492800>

Yamada, M., Aoyama, T., Tanaka, B., Nagai, K., & Ichihashi, N. Seated stepping exercise in a dual-task condition improves ambulatory function with a secondary task: A randomized controlled trial. *Aging Clinical and Experimental Research*, 2011, 23(5–6), 386–392. <https://doi.org/10.1007/BF03337763>

Yen, C., Lin, C.-L., & Chiang, M.-C. Exploring the frontiers of neuroimaging: A review of recent advances in understanding brain functioning and disorders. *Life*, 2023, 13(7), 1472. <https://doi.org/10.3390/life13071472>

Yesavage, J. A., Brink, T. L., Rose, T. L., Lum, O., Huang, V., Adey, M., & Leirer, V. O. Development and validation of a geriatric depression screening scale: A preliminary report. *Journal of Psychiatric Research*, 1982, 17(1), 37–49. [https://doi.org/10.1016/0022-3956\(82\)90033-4](https://doi.org/10.1016/0022-3956(82)90033-4)

Yildiz, S. E., Fidan, O., Gulsen, C., Colak, E., & Genc, G. A. Effect of dual-task training on balance in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 2024, 121, 105368. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2024.105368>

Yoon, J., Isoda, H., & Okura, T. Evaluation of beneficial effect of a dual-task exercise based on Japanese transitional games in older adults: A pilot study. *Journal Name*, 2020, 12(19), 18957–18969.

Yoshida, H., Kato, H., & Tsubota, K. Association between hand-grip strength and depressive symptoms in elderly Japanese individuals. *Age and Ageing*, 2009, 38(6), 629–633. <https://doi.org/10.1093/ageing/afp157>

Yoshida, Y., Iwasa, H., Kumagai, S., Yoshida, H., & Suzuki, T. Association between C-reactive protein (CRP) level and physical performance in community-dwelling elderly in Japan. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 2009, 49(2), 154–158. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2009.10.002>

Young, J. K. Alzheimer's disease and exercise: A literature review. *Journal of Alzheimer's Disease Reports*, 2020, 4(1), 365–371. <https://doi.org/10.3233/ADR-200218>

Zhang, R., Geng, X., & Lee, T. M. C. Large-scale functional neural network correlates of response inhibition: an fMRI meta-analysis. *Brain Structure and Function*, 2017, 222(9), 3973–3990. <https://doi.org/10.1007/s00429-017-1443-x>

Zhao, W., Luo, Y., Zhao, L., Mok, V., Su, L., Yin, C., Sun, Y., Lu, J., Shi, L., & Han, Y. Automated brain MRI volumetry differentiates early stages of Alzheimer's disease from normal aging. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology*, 2019, 32(6), 354–364. <https://doi.org/10.1177/0891988719862637>

Zhao, X., Huang, H., & Du, C. Association of physical fitness with cognitive function in the community-dwelling older adults. *BMC Geriatrics*, 2022, 22, 868. <https://doi.org/10.1186/s12877-022-03564-9>

Zhang, Y., Zhang, Y., Jiang, Z., Xu, M., & Qing, K. The effect of EEG and fNIRS in the digital assessment and digital therapy of Alzheimer's disease: A systematic review. *Frontiers in Neuroscience*, 2023, 17, 1269359. <https://doi.org/10.3389/fnins.2023.1269359>

Zhou, S., Chen, S., Liu, X., Zhang, Y., Zhao, M., & Li, W. Physical activity improves cognition and activities of daily living in adults with Alzheimer's disease: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2022, 19(3), 1216. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031216>

Zimeo Morais, G. A., Balardin, J. B., & Sato, J. R. fNIRS Optodes' Location Decider (Fold): A Toolbox For Probe Arrangement Guided By Brain Regions-Of-Interest. *Scientific Reports*, 2018, 8(1), 3341.

EKLER

EK 1. KİŞİSEL BİLGİ FORMU

Anket tarihi/.../...../

Ad Soyad:	Doğum tarihi:
Cinsiyet: K ☐ E ☐	Meslek:
Yaş:	Ağırlık (kg): Yağ oranı: BKI:
Boy (cm):	Eğitim Durumu:
Medeni durum:	Kronik hastalık Kalp ☐ diyabe ☐
Sigara kullanım E ☐ ☐	Tansiyon ☐ Kanser ☐ Astım ☐
Alkol kullanım E ☐ ☐ H ☐	Artrit ☐
	Diğer:

ÖNTEST	SON TEST	TAKİP ÖLÇÜMÜ
El kavrama :	El kavrama :	El kavrama :
Zamanlı kalk yürü:	Zamanlı kalk yürü:	Zamanlı kalk yürü:
Tek bacak denge :	Tek bacak denge :	Tek bacak denge :
TMT-25 :	TMT-25 :	TMT-25 :
Stroop :	Stroop :	Stroop :

EK 2. Standardize Mini Mental Test

Ad Soyad:

Tarih:

Aktif El:

YÖNELİM (Toplam puan 10)

Hangi yıl
içindeyiz.....()

Hangi
mevsimdeyiz.....()

Hangi
aydayız.....()

Bu gün ayın
kaçı.....()

Hangi
gündeiz.....()

Hangi ülkede
yaşıyoruz.....()

Şu an hangi şehirde
bulunmaktasınız.....()

Şu an bulunduğunuz semt
neresidir.....()

Şu an bulunduğunuz bina
neresidir.....()

Şu an bu binada kaçınıcı
kattasınız.....()

KAYIT HAFIZASI (Toplam puan 3)

Size birazdan söyleyeceğim üç ismi dikkatlice dinleyip ben bitirdikten sonra tekrarlayın

(masa, bayrak, Elbise) (20sn süre tanınır) Her doğru isim 1
puan.....()

EK 3. YESAVAGE GERİATRİK DEPRESYON SKALASI (KISA FORM)

Aşağıdaki sorulara geçen hafta süresince hissettiklerinizi belirtir EVET ya da HAYIR şeklinde yanıt veriniz.

SORU	Evet	Hayır
S1.Temel olarak yaşamdan zevk alıyor musunuz?	Evet	Hayır
S2. Aktivitelerinizin ve ilgilerinizin çoğundan uzaklaştınız mı?	Evet	Hayır
S3.Hayatınızın boş olduğunu düşünüyor musunuz?	Evet	Hayır
S4. Çoğunlukla canınız sıkılır mı?	Evet	Hayır
S5. Çoğu zaman moraliniz iyi midir?	Evet	Hayır
S6. Kendinize kötü bir şeyler olacağını düşünerek korkar mısınız?	Evet	Hayır
S7. Çoğunlukla kendinizi mutlu hissedersiniz mi?	Evet	Hayır
S8. Sıklıkla kendinizi yardıma muhtaç hissedersiniz mi?	Evet	Hayır
S9.Dışarı çıkmak ve yeni şeyler yapmak yerine evde mi oturmayı tercih edersiniz?	Evet	Hayır
S10. Hafızanızla ilgili olarak çoğu kişiden daha fazla mı probleme sahip olduğunuzu düşünüyorsunuz?	Evet	Hayır
S11.Şu anda hayatta olduğunuz için mutlu musunuz?	Evet	Hayır
S12. Son zamanlarda kendinizi değersiz olarak hissediyor musunuz?	Evet	Hayır
S13. Enerji dolu musunuz?	Evet	Hayır
S14. Durumunuzun ümitsiz olduğunu mu düşünüyorsunuz?	Evet	Hayır
S15. Çoğu kişinin sizden daha iyi durumda olduğunu mu düşünüyorsunuz?	Evet	Hayır

EK 4. SF-36 Yaşam Kalitesi Ölçeği Kısa Form

Adınız Soyadınız:

1. Genel olarak sağlığını için aşağıdakilerden hangisini söyleyebilirsiniz?

a) Mükemmel b) Çok iyi c) İyi d) Orta e) Kötü

2. Bir yıl öncesiyle karşılaştırdığınızda, şimdi genel olarak sağlığını nasıl değerlendirirsiniz?

a) Bir yıl öncesine göre çok daha iyi b) Bir öncesine göre biraz daha iyi c) Bir yıl öncesiyle hemen hemen aynı d) Bir yıl öncesine göre biraz daha kötü e) Bir yıl öncesinden çok daha kötü

3. Aşağıdaki maddeler gün boyunca yaptığınız etkinliklerle (işlerle) ilgilidir. Sağlığını şimdi bu etkinlikleri kısıtlıyor mu? Kısıtlıyorsa ne kadar?

	Evet, oldukça kısıtlıyor	Evet, biraz kısıtlıyor	Evet, hiç kısıtlamıyor
1. Koşmak, ağır kaldırmak, ağır sporlara katılmak gibi			
2. Bir masayı çekmek, elektrik süpürmesini itmek ve ağır olmayan sporları yapmak gibi orta dereceli etkinlikler			
3. Günlük alışverişte alınanları kaldırma veya taşıma			
4. Merdivenle çok sayıda kat çıkma			
5. Merdivenle bir kat çıkma			
6. Öne eğilme veya diz çökme			
7. Bir iki kilometre yürüme			
8. Birkaç sokak öteye yürüme			
9. Bir sokak öteye yürüme			
10. Kendi başına banyo yapma veya giyinme			

EK 5.Tek Ayak Denge Testi

Hasta ayakta dururken tek ayağını yukarı kaldırması istenir.

Süre baston gibi bir yardımcı araç kullanıyorsa onu tutmayı bıraktığı an kullanmıyorsa da ayağını yukarı kaldırdığı an tutulur.

Hastanın ayağı yere temas etmesiyle birlikte süre durdurulur. 30 saniye tek ayak üzerinde durabilmişse testin bittiği söylenir.

Hastaya okunacak yönerge:

Bu test sizin ayakta durma dengenizi değerlendirecektir.

Şimdi göstereceğim gibi tek ayağınız üzerinde durabildiğiniz süre boyunca durmanızı isteyeceğim (Hastaya nasıl yapacağını gösterin).

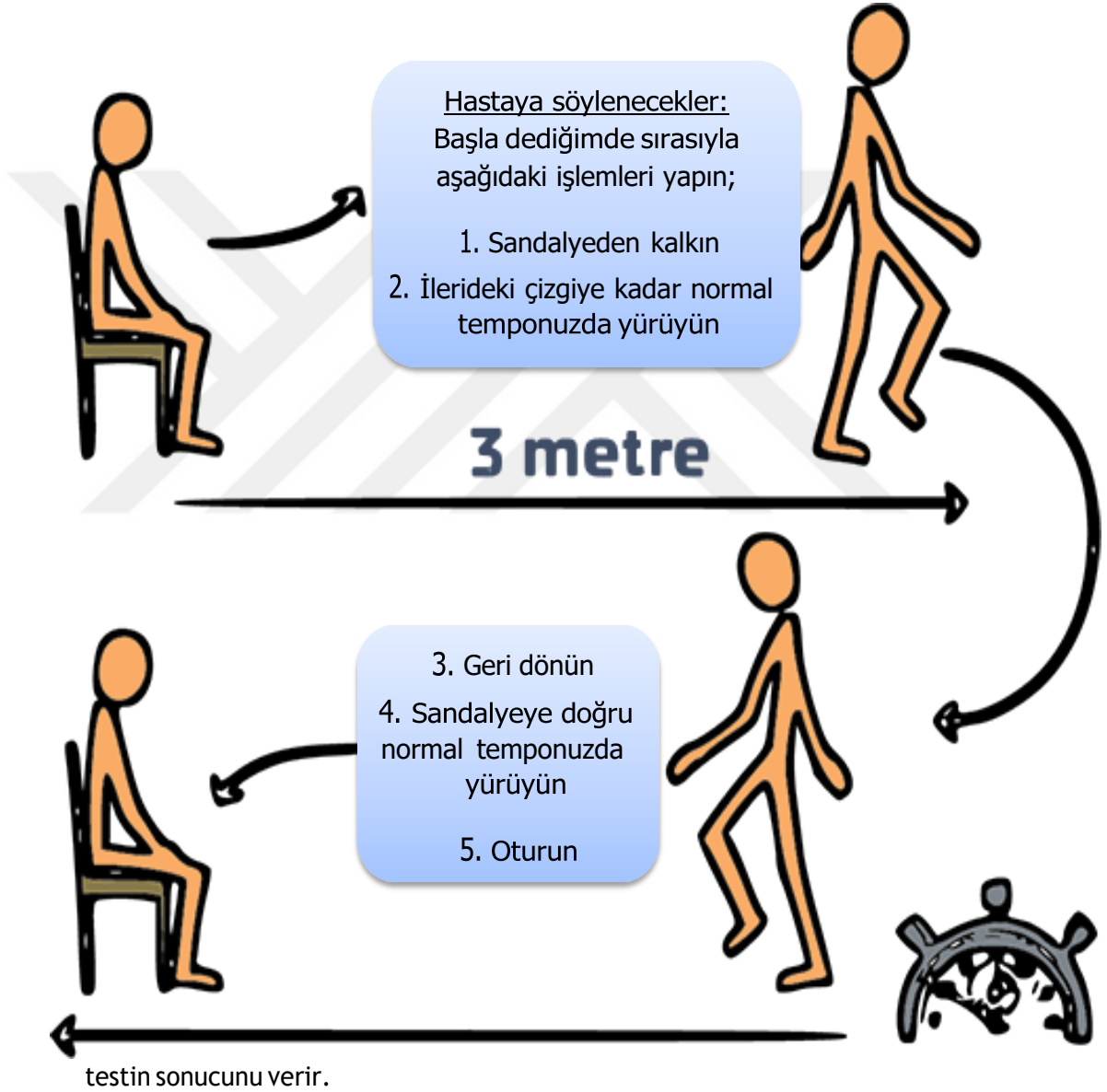
İstedığınız ayak üzerinde durmakta serbestsiniz.

Ayağınızı havada istediğiniz şekilde tutabilirsiniz ancak boşta duran ayağınızı diğer ayağa yaslamayın.

EK 6. Testi

Yaşlılarda düşme riskini ve mobilitayı değerlendiren testin uygulaması için bir sandalye ve bir kronometre gereklidir.

Test hastanın her zaman kullandığı ayakkabı ile yapılır ve eğer ihtiyaç duyuyorsa yürümeye yardımcı araçlarını kullanabileceği söylenir. Sandalyenin önündeki 3 metrelik alan belirlenir. Hastadan sandalyeden kalkıp bu mesafeyi yürüyüp tekrar oturması istenir. Geçen zaman



T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
2023

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
	AÇIK ADRESİ:	
	TELEFON	
	FAKS	
	E-POSTA	
	ETİK KURUL KODU	2012-KAEK-20
PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI		Prof.Dr.Abdurrahman AKTOP
ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI		İkili Görev Egzersizlerinin Yaşlı Bireylerde Yaşam Kalitesi, Fiziksel ve Bilişsel Fonksiyonlar Üzerine Etkisinin İncelenmesi
KARAR BİLGİLERİ	Karar No:KAEK- 730	Tarih: 13.09.2023
	Yukarıda bilgileri verilen çalışmanın yapılacağı merkezlerden/birimlerden izin alındıktan sonra yapılmasında bilimsel ve etik açısından sakınca olmadığına oy birliği ile karar verilmiştir.	

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	Fatih	Uyruğu	
Soyadı	KOÇ	Tel no	
Doğum tarihi		e-posta	

Eğitim Bilgileri

Mezun olduğu kurum		Mezuniyet yılı
Lise	Trabzon Endüstri Meslek Lisesi	2010
Lisans	Akdeniz Üniversitesi Spor Yöneticiliği	2018
Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi Spor Yöneticiliği	2020
Doktora	Akdeniz Üniversitesi Hareket ve Antrenman	

Yabancı Dilleri	Sınav türü	Puanı
İngilizce	Yökdil sağlık bilimleri	

Proje Deneyimi

Proje Adı	Destekleyen kurum	Süre (Yıl-Yıl)
İkili görev egzersizlerinin yaşlı bireylerde yaşam kalitesi, fiziksel ve bilişsel fonksiyonlar üzerine etkisinin incelenmesi	Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi	6 Ay

Burslar-Ödüller:

Yayınlar ve Bildiriler:

Koç, F., & Erman, A. (2025). Yaşlı yetişkinlerde zihinsel ve fiziksel katılımın yaşam kalitesi üzerindeki etkisinin incelenmesi. *International Journal of Turkish Sport and Exercise Psychology*, 5(1), 30–44. <https://doi.org/10.55376/ijtsep.1662247>

