



**T.C.
İSTANBUL ATLAS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ALT EKSTREMİTE AMPUTELERİNDE İKİLİ GÖREVE AİT AKUT
ETKİLERİN İNCELENMESİ**

Sultan YEKELENGA ÖZEN

**DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Şüheda ÖZKAN**

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Programı

İSTANBUL, 2025



**T.C.
İSTANBUL ATLAS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ALT EKSTREMİTE AMPUTELERİNDE İKİLİ GÖREVE AİT AKUT
ETKİLERİN İNCELENMESİ**

Sultan YEKELENGA ÖZEN

**DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Şüheda ÖZKAN**

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Programı

İSTANBUL, 2025

T.C.
İSTANBUL ATLAS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
TEZ ONAY SAYFASI

ÖĞRENCİ ADI -SOYADI	Sultan YEKELENGA ÖZEN		
ÖĞRENCİ NUMARASI	232105008		
PROGRAM ADI	Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Yüksek Lisans Programı		
İstanbul Atlas Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalında Sultan YEKELENGA ÖZEN tarafından hazırlanan “ Alt Ekstremitte Amputelerinde İkili Göreve Ait Akut Etkilerin İncelenmesi ” adlı tez çalışması jüri tarafından Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.			
Tez Savunma Tarihi: 18 / 06 / 2025			
Jüri Üyesinin Unvanı, Adı, Soyadı	Çalıştığı Kurum	İmzası	
Dr. Öğr. Üyesi Şüheda ÖZKAN	İstanbul Atlas Üniversitesi		
Dr. Öğr. Üyesi Meltem KAYA	İstanbul Atlas Üniversitesi		
Dr. Öğr. Üyesi Talar CİLACI	Demiroğlu Bilim Üniversitesi		

İstanbul Atlas Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca bu tez jüri tarafından onaylanmış ve Enstitü Yönetim Kurulu kararıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Hafize UZUN
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

BEYAN

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bulguların sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilmeyen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; çalışmamın İstanbul Atlas Üniversitesinde kullanılan “bilimsel intihal tespit programı” ile tarandığını ve öngörülen standartları karşıladığını beyan ederim.

Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm.

Sultan YEKELENGA ÖZEN

İTHAF

Destekleri ile her zaman yanımda olan Annem, Babam ve Eşime, Aileme ithaf ediyorum.



BÜTÇE DESTEKLERİ

ALT EKSTREMİTE AMPUTELERİNDE İKİLİ GÖREVE AİT AKUT ETKİLERİN İNCELENMESİ

Bu tez çalışması için herhangi bir kurumdan bütçe desteği alınmamıştır.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim ve tez sürecim boyunca kıymetli bilgileri ve deneyimleriyle bana rehberlik eden, bilgi birikimi ile çalışmamın planlanması ve yürütülmesinde her daim yardımcı olan değerli tez danışmanım Sn. Dr. Öğr. Üyesi Şüheda ÖZKAN'a,

Yüksek lisans eğitimim süresince bilgi ve tecrübelerini bizimle paylaşan Sn. Prof. Dr. Yaşar Gül BALTACI'ya, Sn. Doç. Dr. Hilal DENİZÖĞLU KÜLLİ'ye ve Sn. Doç. Dr. Aybüke ERSİN'e,

Hem lisans hem yüksek lisans eğitimimde emekleri olan kendilerinden çok şey öğrendiğim Dr. Öğr. Üyesi Meltem KAYA, Dr. Öğr. Üyesi Hikmet UÇGUN ve Dr. Öğr. Üyesi Gamze DEMİRCİOĞLU'na

Destekleri ile beni motive eden, çalışmamda yardımını esirgemeyen canım arkadaşlarım OP. Tuğba TANIŞ ve OP. Esra SERT'e

Her adımında en büyük destekçilerim olan canım annem ve babama, varlıklarını her daim hissettiren kardeşlerime

Beni benden daha çok düşünen, mesleki ve akademik her anımda yanımda olan, cesaret ve ilham kaynağım, en büyük destekçim olan biricik eşim Uzm.Fzt. Kemal ÖZEN'e,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Haziran 2025

Sultan YEKELENGA ÖZEN

İÇİNDEKİLER

	Sayfa no
BEYAN	iv
İTHAF	v
BÜTÇE DESTEKLERİ	vi
TEŞEKKÜR.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	viii
SİMGE/SEMBOL VE KISALTMALAR LİSTESİ	x
ŞEKİL VE RESİMLER LİSTESİ	xi
TABLolar LİSTESİ	xii
ÖZET	xiii
ABSTRACT	xv
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1 AMPUTASYON VE EPİDEMİYOLOJİSİ.....	4
2.1.1 Amputasyonun Tanımı ve Seviyeleri.....	4
2.1.2 Amputasyonun Yaygın Nedenleri.....	5
2.1.3 Alt Ekstremitte Amputasyonları.....	6
2.2 AMPUTASYONUN GENEL SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ	7
2.2.1 Otonom Sinir Sistemi ve Amputasyon.....	8
2.2.2 Amputasyon ve Bilişsel Fonksiyonlar.....	12
2.2.3 İkili Görev Paradigması ve Klinik Önemi.....	14
3. GEREÇ VE YÖNTEM	18
3.1 BİREYLER.....	18
3.2 YÖNTEM	19
3.3 DEĞERLENDİRMELER	21
3.3.1 Demografik Bilgi Formu:.....	22

3.3.2 2 Dakika Yürüme Testi:	22
3.3.3 Zamanlı Kalk Yürü Testi:	23
3.3.4 Fonksiyonel Uzanma Testi:.....	23
3.3.5 Otonom Sinir Sisteminin Değerlendirilmesi:	24
3.3.6 Stroop Testi TBAG Formu:	25
3.3.7 İz Sürme Testi:	26
3.3.8 Nelson El Reaksiyon Testi:	27
4. BULGULAR	28
5. TARTIŞMA	40
5.1 TARTIŞMA	40
5.1.1 Fiziksel Fonksiyon ve Denge	42
5.1.2 Bilişsel Fonksiyonlar	43
5.1.3 Otonom Sinir Sistemi Değerlendirmesi	45
5.2 ÇALIŞMANIN SINIRLILIĞI	48
5.3 SONUÇ	48
5.4 ÖNERİLER	49
6. KAYNAKLAR.....	51
7. EKLER	63
EK 1 İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI	63
EK 2 ETİK KURUL	63
EK 3 DEMOGRAFİK BİLGİLER FORMU	65
EK 4 ZAMANLI KALK YÜRÜ TESTİ	66
EK 5 FONKSİYONEL UZANMA TESTİ.....	67
EK 6 2 DAKİKA YÜRÜME TESTİ	68
EK 7 STROOP TESTİ T-BAG FORMU	69
EK 8 İZ SÜRME TESTİ.....	70
EK 9 NELSON EL REAKSİYON TESTİ	71
8. ÖZGEÇMİŞ	72

SİMGE/SEMBOL VE KISALTMALAR LİSTESİ

OSS	Otonom Sinir Sistemi
SSS	Sempatik Sinir Sistemi
PSS	Parasempatik Sinir Sistemi
KH	Kalp Hızı
KHD	Kalp Hızı Değişkenliği
2 DYT	2 Dakika Yürüme Testi
ZKYT	Zamanlı Kalk Yürü Testi
FUT	Fonksiyonel Uzanma Testi
ST	Stroop Testi
İST	İz Sürme Testi
sn	Saniye
cm	Santimetre
m	Metre
m/ sn	Metre/ Saniye
kg	Kilogram
VKİ	Vücut Kütle İndeksi
%	Yüzde
X	Ortalama
SS	Standart sapma

ŞEKİL VE RESİMLER LİSTESİ

	Sayfa no
Şekil 2.1: Alt Ekstremitte Amputasyonları	5
Şekil 3.1: Çalışma Akış Diyagramı.....	21
Şekil 3.2: POLAR H10 Cihazı ve Konumlandırılması	24

TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 3.1: Cihaz aracılığıyla ölçülen KHD parametreleri ve anlamları	25
Tablo 4.1: Ampute ve kontrol gruplarının demografik ve klinik özelliklerinin karşılaştırılması.....	28
Tablo 4.2: Ampute ve kontrol gruplarının başlangıç fiziksel fonksiyon ve denge parametrelerinin karşılaştırılması.	29
Tablo 4.3: Ampute ve kontrol gruplarının başlangıç bilişsel fonksiyon parametrelerinin karşılaştırılması.....	30
Tablo 4.4: Ampute ve kontrol gruplarının başlangıç otonom sinir sistemi parametrelerinin karşılaştırılması.....	31
Tablo 4.5: Ampute grubunun ikili görev öncesi ve sonrası denge parametrelerinin karşılaştırılması.....	31
Tablo 4.6: Kontrol grubunun ikili görev öncesi ve sonrası denge parametrelerinin karşılaştırılması.....	32
Tablo 4.7: Ampute grubunun ikili görev öncesi ve sonrası bilişsel fonksiyon parametrelerinin karşılaştırılması.....	33
Tablo 4.8: Kontrol grubunun ikili görev öncesi ve sonrası bilişsel fonksiyon parametrelerinin karşılaştırılması.....	34
Tablo 4.9: Ampute grubunun ikili görev öncesi ve sonrası otonom sinir sistemi parametrelerinin karşılaştırılması.	35
Tablo 4.10: Kontrol grubunun ikili görev öncesi ve sonrası otonom sinir sistemi parametrelerinin karşılaştırılması.	36
Tablo 4.11: Denge parametrelerinde ikili göreve ait akut etkilerin gruplar arası karşılaştırılması	37
Tablo 4.12: Bilişsel fonksiyon parametrelerinde ikili göreve ait akut etkilerin gruplar arası karşılaştırılması.....	37
Tablo 4.13: Otonom sinir sistemi parametrelerinde ikili göreve ait akut etkilerin gruplar arası karşılaştırılması.....	39

ÖZET

Yekelenga Özen, S. (2025). Alt Ekstremitte Amputelerinde İkili Göreve Ait Akut Etkilerin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Atlas Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, İstanbul.

Bu çalışma, alt ekstremitte amputelerinde ikili göreve ait akut etkileri incelemeyi ve sağlıklı kontroller ile kıyaslamayı amaçlamaktadır. Çalışmaya, alt ekstremitte amputasyonuna sahip 16 katılımcı ile benzer demografik özelliklerde seçilen 16 sağlıklı katılımcı olmak üzere toplam 32 gönüllü katıldı. Fonksiyonel değerlendirme; 2 Dakika Yürüme Testi (2DYT), Zamanlı Kalk Yürü Testi (ZKYT) ve Fonksiyonel Uzanma Testi (FUT) ile; bilişsel değerlendirme ise Stroop Testi TBAG Formu (ST), İz Sürme Testi (İST) ve Nelson El Reaksiyon Testi ile yapıldı. Otonom sinir sistemi ölçümleri POLAR H10 cihazı kullanılarak gerçekleştirildi. Katılımcılar, birinci görev olarak 2DYT'ni, ikinci görev olarak ise eş zamanlı bilişsel ve motor görevleri yerine getirdi; tüm değerlendirmeler ikili görev öncesinde ve sonrasında uygulanarak elde edilen sonuçlar karşılaştırıldı. Tüm verilerin analizinde SPSS v.26 (SPSS Inc., ABD) yazılımı kullanıldı. Kategorik veriler χ^2 testi ile değerlendirildi. Normal dağılım göstermeyen veya sıralı verilerin analizinde, grup içi karşılaştırmalar için Wilcoxon testi, gruplar arası karşılaştırmalar için Mann-Whitney U testi kullanıldı. Normal dağılım gösteren sayısal verilerin analizinde, grup içi karşılaştırmalarda eşleştirilmiş örneklem t-testi, gruplar arası karşılaştırmalarda ise bağımsız örneklem t-testi uygulandı. Tüm analizlerde anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edildi. Ampute grubunda, ikili görev sonrası fiziksel performans testlerinden ZKYT süresinde istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş, FUT mesafesinde ise istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlemlendi. Bilişsel değerlendirmelerde ST 1 süresi, ST 3 ve İST A1 süresi anlamlı düzeyde düştü ancak ST 3 düzeltme sayısında anlamlı bir artış kaydedildi. Otonom sinir sistemi yanıtlarından kalp hızı ve sempatik sistem aktivitesini yansıtan SNS İndeks anlamlı artış gösterirken parasempatik sistem aktivitesini yansıtan PNS İndekste ise anlamlı azalma kaydedildi. Kontrol grubunda ise ikili görev sonrası fiziksel performans testlerinden ZKYT süresi istatistiksel olarak anlamlı şekilde azalırken, FUT mesafesi arttı. Bilişsel performans değerlendirmelerinde, ST'nin 1., 3., 4. ve 5. bölüm süreleri ile İz Sürme Testi A1, A2, B1 ve B2 sürelerinde istatistiksel olarak anlamlı düşüş gözlemlendi; ayrıca B Formu - A Formu süre farkında da anlamlı azalma kaydedildi. Ancak, otonom sinir sistemi değerlendirmelerinde ikili görev öncesi ve sonrası arasında istatistiksel olarak anlamlı

bir fark saptanmadı. Her iki grupta da denge parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenirken, gruplar arası karşılaştırmada yalnızca ZKYT süresinde ampute grup lehine anlamlı fark saptandı. Bu bulgu, ikili görev uygulamasının dinamik denge üzerinde daha belirgin bir etki yarattığını düşündürmektedir. Sonuçlar, ikili görev uygulamasının her iki grupta da özellikle dikkat ve yürütücü işlevleri akut olarak artırdığını gösterdi. Ancak ampute bireylerde ST’de inhibisyon yükü arttıkça hata yapma eğilimi yükseldi ve bilişsel kazanımlar daha sınırlı kaldı. İki grup arasında yalnızca bilişsel değerlendirmelerden İST A1 süresinde ampute grup lehine ve otonom sinir sistemi değerlendirmelerinden PNS indeksinde ise kontrol grubunun lehine anlamlı fark saptandı. Bu bulgular, ikili görev uygulamasının temel düzeyde bilişsel hız ve görsel-motor işleme becerileri üzerinde etkili olabileceğini ancak ampute bireylerin kısa süreli stres karşısında parasempatik dengeyi sürdürmekte güçlük yaşayabileceğini düşündürmektedir. Alt ekstremitte amputelerinde motor becerilere ek olarak bilişsel işlevleri destekleyen ve otonom sinir sistemi regülasyonunu hedefleyen bütüncül yaklaşımların gerekliliğine işaret etmektedir.

Anahtar kelimeler: Amputasyon, İkili görev, Bilişsel fonksiyon, Fiziksel performans, Otonom sinir sistemi

ABSTRACT

Yekelenga Özen, S. (2025). Investigation of Acute Effects of Dual Tasks in Lower Extremity Amputees. Master's, İstanbul Atlas University Postgraduate Education Institute, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, İstanbul.

This study aimed to examine the acute effects of dual-task in individuals with lower limb amputation and to compare the outcomes with healthy controls. A total of 32 volunteers participated in the study, including 16 individuals with lower limb amputation and 16 healthy participants selected with similar demographic characteristics. Functional assessment was conducted using the 2-Minute Walk Test (2MWT), Timed Up and Go Test (TUG), and Functional Reach Test (FRT), while cognitive performance was evaluated using the Stroop Test TBAG Form (ST), Trail Making Test (TMT), and Nelson Hand Reaction Test. Autonomic nervous system measurements were obtained using the POLAR H10 device. Participants performed the 2MWT as the primary task and executed simultaneous cognitive and motor tasks as the secondary task. All assessments were administered both before and after the dual-task intervention, and the results were compared. Statistical analyses were conducted using SPSS v.26 (SPSS Inc., USA). Categorical variables were analyzed using the χ^2 test. For non-normally distributed or ordinal data, the Wilcoxon test was used for within-group comparisons and the Mann–Whitney U test for between-group comparisons. For normally distributed numerical variables, paired samples t-test was used for within-group comparisons, and independent samples t-test was applied for between-group comparisons. Statistical significance was set at $p < 0.05$. In the amputee group, a statistically significant decrease in TUG duration and a significant increase in FRT distance were observed following the dual-task intervention. In cognitive assessments, significant reductions were found in ST-1, ST-3, and TMT A1 durations, whereas a significant increase was noted in ST-3 correction counts. Regarding autonomic responses, the SNS index reflecting sympathetic activity showed a significant increase, while the PNS index indicating parasympathetic activity decreased significantly. In the control group, post-intervention analysis revealed a statistically significant reduction in TUG duration and an increase in FRT distance. Significant decreases were observed in ST sections 1, 3, 4, and 5, as

well as in TMT A1, A2, B1, and B2 durations; additionally, a significant reduction was found in the B Form – A Form time difference. However, no statistically significant differences were detected in autonomic nervous system parameters between pre- and post-task measurements. Although both groups showed statistically significant improvements in balance parameters, between-group comparisons revealed a significant difference only in TUG duration in favor of the amputee group. This suggests that the dual-task intervention had a more pronounced effect on dynamic balance. The findings indicated that dual-task practice acutely enhanced attention and executive functions in both groups. However, as inhibition demands increased in the Stroop Test, the tendency to make errors rose among amputee participants, and cognitive gains remained limited. Between-group comparisons revealed a significant difference only in the TMT A1 duration in favor of the amputee group and in the PNS index in favor of the control group. These findings suggest that dual-task interventions may improve basic-level cognitive speed and visuomotor processing skills, but individuals with amputation may have difficulty maintaining parasympathetic balance in response to short-term stress. Overall, the results highlight the necessity of integrative rehabilitation approaches in lower limb amputees that not only target motor skills but also support cognitive functions and autonomic nervous system regulation.

Keywords: Amputation, Dual-task, Cognitive function, Physical performance, Autonomic nervous system

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Amputasyon travma, enfeksiyon, tümör, konjenital anormallikler veya dolaşım bozuklukları gibi çeşitli nedenlerle işlevini yitirmiş bir ekstremitenin veya ekstremiteye ait bir bölümün cerrahi olarak vücuttan çıkarılması işlemidir (Şener and Erbahçeci, 2018). Bireyin yaşamında kalıcı değişimlere yol açan amputasyon, yalnızca fiziksel kayıpla sınırlı kalmayıp, fonksiyonellik, psikolojik durum ve günlük yaşam aktiviteleri üzerinde derin etkiler oluşturan majör bir travma olarak tanımlanır (Deans et al., 2008, Morgan et al., 2014). Alt ekstremitte amputasyonlarının, üst ekstremitte amputasyonlarına oranla yaklaşık 5 kat daha fazla görüldüğü bildirilmektedir (Wasser et al., 2017). Alt ekstremitte amputasyonları sonrası, bacak ve sırt kaslarında atrofi, güç kaybı, yürüyüş asimetrisi, eklem yüklenme farklılıkları ve bacak boyu uzunluğu uyumsuzlukları gibi kas-iskelet sistemi üzerinde önemli değişiklikler meydana gelir (Highsmith et al., 2019). Bu biyomekanik değişiklikler, amputasyon seviyesinin proksimale ilerlemesiyle daha da belirginleşmekte ve bireyin fonksiyonelliğinde azalmaya, enerji tüketiminde artışa neden olmaktadır (McDonald et al., 2018, Mutlu et al., 2017).

Protez ile ambulasyon, normal yürüyüşe kıyasla %10-40 oranında daha fazla enerji gerektirmekte olup, bu gereksinim amputasyon seviyesi yükseldikçe artmaktadır (Mutlu et al., 2017). Artan enerji ihtiyacı, sempatik sinir sistemi aktivitesini tetiklemekte ve bireylerde yorgunluk, denge kaybı ve fiziksel kısıtlılık riskini artırmaktadır (Naschitz and Lenger, 2008). Ayrıca, yürüyüş parametrelerinde görülen destek yüzeyinin artması, adım uzunluğu ve süresindeki asimetrikler ile yürüyüş hızında azalma, kapsamlı ve kişiye özel rehabilitasyon programlarını zorunlu kılmaktadır (Highsmith et al., 2010). Bu programlar sadece fiziksel iyileşmeyi değil, aynı zamanda bireyin toplumsal yaşama yeniden entegrasyonunu da hedeflemelidir (Czerniecki, 1996).

Ambulasyon sağlıklı bireylerde otomatikleşmiş ve minimal bilişsel çaba gerektiren bir süreçken, alt ekstremitte amputasyonuna sahip bireylerde protez kullanımı ile yürümek belirgin bilişsel yük gerektirir (Williams et al., 2006). Protezin uzaydaki pozisyonunun sürekli takip edilmesi, proprioseptif geri bildirim eksikliği ve düşme korkusu, yürüyüşü otomatik bir görev olmaktan çıkarıp dikkat gerektiren bir faaliyet haline getirir (Lamoth et al., 2010, Heller et al.,

2000). Ayrıca, amputasyon etiyojisi (diyabet, travma, periferik arter hastalığı vb.) ve eşlik eden sistemik hastalıklar, bilişsel fonksiyonlar üzerinde olumsuz etkiler yaratarak bu yüklenmeyi daha da artırmaktadır (Willrich et al., 2005). Artan bilişsel ve fiziksel yük, bireylerin yaşam kalitesini ve toplumsal katılımını olumsuz etkilemektedir (Smith-Ray et al., 2015).

Günlük yaşam aktiviteleri sıklıkla motor ve bilişsel görevlerin eş zamanlı yürütülmesini gerektirir; örneğin yürürken konuşmak, alışveriş yaparken düşünmek veya bir nesne taşımak. Bu tür görevler "ikili görev" (dual task) olarak tanımlanır ve motor-bilişsel etkileşim gerektirir (Mcisaac et al., 2015). Sağlıklı bireylerle yürütülen çalışmalarda ikili görev sırasında performans düşüşleri gözlemlenirken, bu durum ampute bireylerde daha belirgin hale gelmekte ve yürüyüş hızı, adım uzunluğu ile postüral kontrol gibi parametrelerde anlamlı değişikliklere yol açmaktadır (Omana et al., 2023, Morgan et al., 2016). Literatürde, ampute bireylerde ikili görev performansına dair çalışmalar sınırlıdır ve genellikle denge ve yürüyüş parametreleri üzerine odaklanmaktadır.

İkili görevlerin hem sağlıklı bireylerde hem de çeşitli nörolojik ya da ortopedik rahatsızlıkları olan bireylerde, denge ve yürüyüş performansı üzerinde olumsuz etkiler oluşturabildiği çalışmalarda gösterilmiştir (Moreira et al., 2021, Knaepen et al., 2015). Ancak alt ekstremité amputeleri ile sağlıklı bireyler arasında ikili görev koşullarının fiziksel fonksiyonlar, bilişsel fonksiyonlar ve fizyolojik yanıtlar üzerinde oluşturduğu akut etkilerin karşılaştırmalı olarak incelendiği çalışmalar sınırlıdır. Amputelerin günlük yaşam aktivitelerinde sıkça ikili görevlerle karşı karşıya kaldığı düşünüldüğünde, bu bireylerde ikili görev etkilerinin detaylı bir şekilde incelenerek anlaşılmasının, rehabilitasyon süreçlerinin planlanması açısından büyük önem taşımaktadır (Omana et al., 2023).

Bu çalışmada alt ekstremité amputelerinde ikili görevlerin fiziksel, bilişsel ve fizyolojik parametreler üzerine akut etkilerinin incelenmesi ve sağlıklı kontroller ile kıyaslanması amaçlanmaktadır. Özellikle otonom sinir sistemi yanıtları ve bilişsel fonksiyonlar üzerindeki etkilerin bir arada değerlendirilmesi ile daha kapsamlı sonuçlara ulaşmak hedeflenmektedir.

Çalışmamızın, bu kapsamda alt ekstremité amputasyonlu bireylerde ikili görev sonrası oluşan akut değişimleri inceleyen ilk çalışmalardan biri olması nedeniyle, elde edilecek sonuçların, ampute bireyler için geliştirilecek rehabilitasyon programlarına katkı sağlayacağını öngörmekteyiz. Aynı zamanda çalışmamızda sağlıklı bireylerle yapılacak karşılaştırmamızın, amputasyonun bu sistemler üzerindeki etkisini daha net ortaya koyma imkanı sunması

hedeflenmektedir. İkili görevin ampute bireyler üzerindeki akut etkilerini ortaya koymanın, görevlerin getirdiği zorlukları anlamaya ve rehabilitasyon sürecinde oluşabilecek zorlukları yönetmekte rehberlik edebileceğini düşünmekteyiz.

1. Hipotez (H_0/ H_1): Alt ekstremitte amputelerinde ikili görevin fiziksel fonksiyonlar üzerine akut etkisi vardır/ yoktur.
2. Hipotez (H_0/ H_1): İkili görevin fiziksel fonksiyonlar üzerindeki akut etkisi alt ekstremitte amputeleri ve sağlıklı bireyler arasında farklılık gösterir/ göstermez.
3. Hipotez (H_0/ H_1): Alt ekstremitte amputelerinde ikili görevin bilişsel fonksiyonlar üzerine akut etkisi vardır/ yoktur.
4. Hipotez (H_0/ H_1): İkili görevlerin bilişsel fonksiyonlar üzerindeki akut etkisi alt ekstremitte amputeleri ve sağlıklı bireyler arasında farklılık gösterir/ göstermez.
5. Hipotez (H_0/ H_1): Alt ekstremitte amputelerinde ikili görev otonom sinir sistemi yanıtları üzerine akut etkisi vardır/ yoktur.
6. Hipotez (H_0/ H_1): İkili görevlerin otonom sinir sistemi yanıtları üzerindeki akut etkisi alt ekstremitte amputeleri ve sağlıklı bireyler arasında farklılık gösterir/ göstermez.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 AMPUTASYON VE EPİDEMİYOLOJİSİ

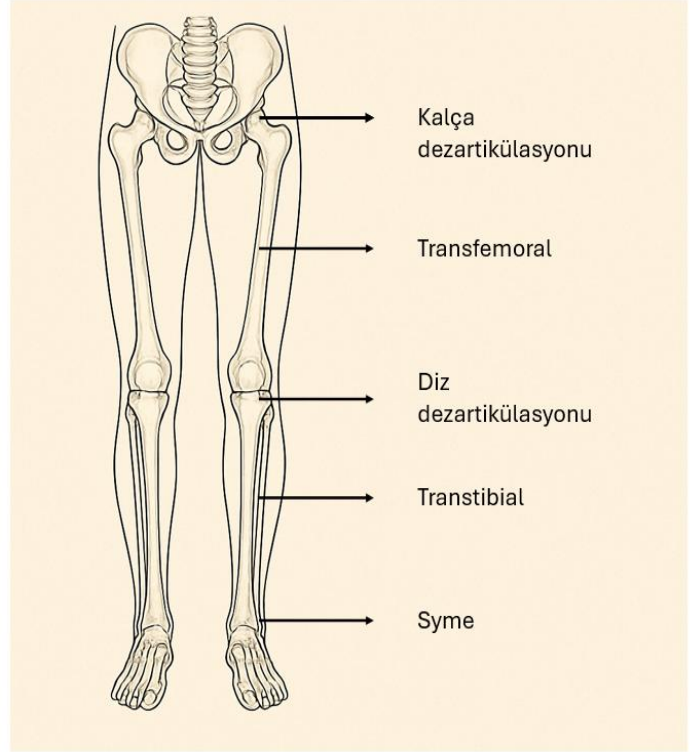
2.1.1 Amputasyonun Tanımı ve Seviyeleri

Amputasyon; travma, enfeksiyon, tümör, konjenital anormallikler veya dolaşım bozuklukları gibi çeşitli nedenlerle işlevini yitirmiş ekstremitenin veya ekstremiteye ait bir bölümün cerrahi olarak vücuttan ayrılması işlemidir. Genellikle, yaşamı tehdit eden durumların önüne geçmek veya bireyin fonksiyonel durumunu iyileştirilmek amacıyla uygulanan bu prosedür, bireyin yaşamını derinden etkileyen ve kalıcı bir değişimdir (Hafner et al., 2007, Penn-Barwell, 2011). Amputasyon, yalnızca patolojik dokuların uzaklaştırılmasını değil, aynı zamanda fonksiyonel güdük oluşumunu sağlayarak bireyin bağımsızlığını yeniden kazanmasına da yardımcı olmayı amaçlar (Esquenazi, 2004).

Amputasyonun bireyler üzerindeki etkileri sadece fiziksel düzeyde değil; aynı zamanda psikolojik, sosyal ve fonksiyonel alanlarda da belirgindir (Morgan et al., 2014). Ampute bireylerde, ekstremitte kaybına bağlı olarak günlük yaşam aktivitelerinde, işlevsel mobilitede ve toplumsal rollerin yerine getirilmesinde çeşitli zorluklar ortaya çıkabilir. Özellikle alt ekstremitte amputasyonlarında yürüyüş gibi temel aktiviteler ciddi şekilde etkilenirken; üst ekstremitte amputasyonlarında ise kendine bakım aktivitelerinde belirgin kısıtlılıklar gözlemlenir (Sansam et al., 2009).

Alt ekstremitte amputasyon seviyeleri, proksimalden distale doğru şu şekilde sıralanabilir:

1. Hemipelvektomi
2. Kalça dezartikülasyonu
3. Transfemoral amputasyon (diz üstü)
4. Diz dezartikülasyonu
5. Transtibial amputasyon (diz altı)
6. Syme amputasyonu (ayak bileği dezartikülasyonu)
7. Parsiyel ayak amputasyonları
 - a. Pirogoff amputasyonu
 - b. Chopart amputasyonu (midtarsal düzeyde)
 - c. Lisfrank amputasyonu (tarsometatarsal eklem dezartikülasyonu)
 - d. Transmetatarsal amputasyonlar
 - e. Metatarsofalangeal amputasyonlar
 - f. Parmak amputasyonları



Şekil 2.1:Alt Ekstremitte Amputasyonları

Bu seviyeler arasında en sık uygulananlar diz altı (transtibial) ve diz üstü (transfemoral) amputasyonlardır. Transtibial amputasyonlar tüm amputasyonların yaklaşık %39'unu, transfemoral amputasyonlar ise %31'ini oluşturmaktadır (Esquenazi, 2004, Penn-Barwell, 2011). Amputasyon seviyesinin proksimale doğru ilerlemesiyle birlikte fonksiyonellik azalmakta, aktiviteye katılım kısıtlanmakta ve enerji tüketimi artmaktadır (Sansam et al., 2009).

2.1.2 Amputasyonun Yaygın Nedenleri

Amputasyonun en sık nedenleri arasında periferik vasküler hastalıklar, diyabet, travma, konjenital anomaliler ve maligniteler yer almaktadır (Varma et al., 2014). Yüksek gelirli ülkelerde diyabet ve damar hastalıkları amputasyonların başlıca sebeplerini oluştururken, düşük ve orta gelirli ülkelerde travmatik nedenlerin ön planda olduğu bildirilmektedir (McDonald et al., 2021, Azak, 2022). Periferik vasküler hastalıklar ve diyabet genellikle alt ekstremitte amputasyonlarına yol açmakta olup, bu durum daha çok ileri yaş grubunda gözlemlenmektedir (Dillingham et al., 2002).

Vasküler nedenli amputasyonlar sıklıkla 65 yaş ve üzeri bireylerde görülmekte ve tüm alt ekstremité amputasyonlarının yaklaşık %75-80'ini oluşturmaktadır (Yİğİt, 2025). Travmatik nedenli amputasyonlar genellikle genç bireylerde görülür ve başlıca nedenler arasında iş kazaları, motorlu araç kazaları ve ateşli silah yaralanmaları yer alır (Dillingham et al., 2002). Türkiye’de, alt ekstremité amputasyonlarının önemli bir kısmının trafik kazaları kaynaklı olduğu, üst ekstremité amputasyonlarında ise iş kazalarının öne çıktığı belirtilmiştir (Aydın and Okur, 2018).

2.1.3 Alt Ekstremité Amputasyonları

Alt ekstremité amputasyonları, tüm ekstremité amputasyonlarının yaklaşık %80-85'ini oluşturmaktadır. Araştırmalar, tüm alt ekstremité amputasyonlarının %93,4'ünün vasküler nedenlere bağlı olduğunu ortaya koymuştur. Travma, özellikle genç bireylerde daha yaygın görülürken, kanser kaynaklı amputasyonlar genellikle adolesan dönemde ortaya çıkmaktadır (Newhall et al., 2016, Dillingham et al., 2002).

Yapılan epidemiyolojik çalışmalarda disvasküler nedenli amputasyonlar arasında en sık görülen seviye ayak parmakları (%33,2), ardından transtibial (%28,2), transfemoral (%26,1) ve ayak amputasyonları (%10,6) olarak sıralanmıştır. Diz dezartikülasyonu, kalça dezartikülasyonu ve hemipelvektomi, daha nadir olup tüm amputasyonların %1,5'ini oluşturmaktadır (Renzi et al., 2006).

Alt ekstremité amputasyon seviyesinin fonksiyonellik, yürüme kapasitesi ve enerji tüketimi üzerinde belirleyici etkileri bulunmaktadır. Amputasyon seviyesi yükseldikçe bireyin yürüme hızı azalmakta, adım uzunluğu ve kadans düşmekte, enerji tüketimi ise artmaktadır. Travmatik nedenli amputasyon geçiren bireylerin, vasküler nedenli amputelere kıyasla daha yüksek yürüme kapasitesine sahip oldukları bildirilmektedir (Highsmith et al., 2010, Carse et al., 2020).

Alt ekstremité amputasyonu sonrası kullanılan protezler, bireylerin motor kontrolü ve mobilitelerini kazanmalarında kritik rol oynasa da, bu teknolojiler proprioseptif geri bildirim sağlamakta yetersizdir. Protezin mekanik yapısı, ağırlığı ve kullanıcıya olan uyumu da yürüyüş simetrisi ve bilişsel yük üzerinde belirleyici olmaktadır. Bu durum, protezli bireylerin yürüme sırasında daha fazla dikkat harcamasına ve yürüyüş paterninin otomatikleşememesine neden olabilmektedir (Carse et al., 2020, Morgan et al., 2016). Yürürken aynı anda bilişsel bir görev

gerçekleştirmek, protezli bireyler için yürüyüş stabilitesini azaltabilir, dengeyi zorlayabilir ve sempatovagal dengeyi etkileyerek otonom sinir sistemi yanıtlarında değişime yol açabilir (Omana et al., 2023, Coffey et al., 2012).

2.2 AMPUTASYONUN GENEL SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ

Amputasyon, yalnızca uzuv kaybı ile sınırlı kalmayan, bireyin genel sağlığını çok yönlü olarak etkileyen bir durumdur. Kas-iskelet sistemi, denge-motor kontrol, enerji tüketimi ve hatta otonom sinir sistemi gibi temel fizyolojik yapılar bu süreçten doğrudan etkilenmektedir. Bu etkiler, bireyin fonksiyonel bağımsızlığını, yaşam kalitesini ve sosyal katılımını belirleyen başlıca unsurlardır.

Amputasyon sonrası kas-iskelet sisteminde kontraktürler, kas zayıflığı, eklem instabilitesi, dejeneratif hastalıklar ve bel ağrısı gibi yaygın sorunlar gözlemlenmektedir. Bu değişiklikler genellikle dengesiz yük dağılımı, protez uyumsuzluğu ve postüral bozukluklar gibi nedenlerle ortaya çıkmakta ve uzun vadede hem ampute hem de sağlam ekstremitte üzerinde aşırı yüklenmelere neden olmaktadır. Protezle yürüyüş sırasında gelişen uzunluk farkları ve kompensatör stratejiler, zamanla skolyoz ve bel problemleri gibi sekonder komplikasyonlara yol açabilmektedir (Deans et al., 2008).

Postüral kontrol ve denge stratejileri de amputasyonla birlikte ciddi şekilde değişime uğrar. Özellikle alt ekstremitte amputasyonlarında proprioseptif geri bildirim kaybı, görsel ve vestibüler girdilere olan bağımlılığı artırır. Duruş fazı süresinde uzama, lateral gövde deviasyonları ve asimetrik yüklenmeler, düşme riskini artıran önemli etkenlerdendir (Yoo, 2014, Soares et al., 2009). Bu bireylerin yaklaşık yarısı yılda en az bir kez düşme deneyimi yaşamakta ve bu durum hem fiziksel hem psikososyal açıdan yaşam kalitesini olumsuz etkilemektedir (Hunter et al., 2017).

Yürüme sırasında harcanan enerji miktarı da amputasyon seviyesi ile doğrudan ilişkilidir. Transtibial ve transfemoral seviyeler karşılaştırıldığında, daha proksimal amputasyonların daha fazla kompensatör çaba ve dolayısıyla daha yüksek enerji tüketimi gerektirdiği bilinmektedir (Carse et al., 2020, Christensen et al., 2016). Mikroişlemcili diz eklemleri ve karbon fiber protezler gibi teknolojik gelişmeler enerji verimliliğini artırsa da, özellikle transfemoral ve bilateral amputelerde yürüme maliyeti oldukça yüksektir (Carse et al.,

2020, Amtmann et al., 2015). Bu durum hem fiziksel uygunluk düzeyini düşürmekte hem de bireyin günlük yaşam aktivitelerine katılımını sınırlamaktadır (Azak, 2022).

Fizyolojik değişimlere ek olarak, amputasyonun otonom sinir sistemi üzerindeki etkileri de son derece dikkat çekicidir. Sempatik ve parasempatik sistemler arasındaki denge kaybı, özellikle kalp hızı değişkenliği, vasküler tonus ve dolaşım regülasyonunda sorunlara neden olmaktadır (Naschitz and Lenger, 2008). Kortikal reorganizasyon, afferent sinir uyarılarının azalması ve kronik stres faktörleri, otonom sinir sistemi üzerinde sistemik etkiler yaratmaktadır (Nishioka et al., 2024). Bu değişiklikler, hem iç dengeyi hem de bireyin stres, ağrı ve fiziksel yüklenmelere verdiği yanıtları etkilemektedir.

Amputasyonun fizyolojik etkileri sadece uzuv eksikliğiyle sınırlı kalmamakta, vücudun çok sayıda sistemini etkileyerek bireyin tüm yaşam fonksiyonları üzerinde belirleyici rol oynamaktadır. Bu nedenle, rehabilitasyon süreci yalnızca fiziksel iyileşmeyi değil, aynı zamanda otonom düzenin yeniden yapılandırılmasını da kapsayacak şekilde bütüncül olarak ele alınmalıdır.

2.2.1 Otonom Sinir Sistemi ve Amputasyon

2.2.1.1 Otonom Sinir Sisteminin Temel İşlevleri

Otonom sinir sistemi (OSS), organizmanın iç dengesini sağlayan temel sistemlerden biridir ve homeostazın korunmasında merkezi bir rol oynar. OSS, sempatik ve parasempatik olmak üzere iki ana alt sistemden oluşur. Bu iki sistem birbirine zıt etkiler göstererek denge sağlar; bir sistemin aktivasyonu artarken, diğeri baskılanır. OSS istemsiz olarak çalışır ve kalp kası, düz kaslar, ekzokrin ve endokrin bezler gibi birçok doku ve organın işlevini düzenler. Ayrıca OSS, dolaşım, sindirim, solunum ve termoregülasyon gibi çok sayıda homeostatik işlevin düzenlenmesinde görev alır (Patel, 2015, Cerritelli et al., 2021).

OSS organizasyonu hem merkezi hem de periferik sinir sistemi yapılarıyla bağlantılıdır. Merkezi OSS; hipotalamus, beyin sapı ve omurilikte yer alan nöral yapılardan oluşur. Bu merkezler periferik yapılardan gelen afferent bilgileri değerlendirerek efferent yollara uygun yanıtları gönderir. Hipotalamus, OSS'nin üst düzey düzenleyici merkezi olup limbik sistemden aldığı sinyallerle sempatik veya parasempatik cevapları koordine eder. Periferik OSS ise efferent liflerin geçtiği gangliyonlar aracılığıyla organlara ulaşır. Bu karmaşık yapı içinde

afferent, efferent ve konnektör nöronlar birlikte çalışır (Scott-Solomon et al., 2021, Vanderpal and Brazie, 2024).

OSS'nin çalışması genellikle bilinçli kontrol dışında gerçekleşir. Efferent yollar preganglionik ve postganglionik nöronlardan oluşur. Preganglionik lifler merkezi sinir sisteminden çıkarak gangliyonlara ulaşır, burada postganglionik nöronlarla sinaps yaparak efektör organlara iletilir (Scott-Solomon et al., 2021). OSS ayrıca beyin sapı düzeyinde reflekslerin düzenlenmesi, solunum kontrolü, kardiyak fonksiyonlar ve yutma, hapşıрма, öksürme gibi istemsiz hareketlerin entegrasyonunda rol oynar (Akyüz and Ma, 2012).

Sempatik Sinir Sistemi

Sempatik sinir sistemi (SSS), organizmanın stres ve tehlike durumlarına yanıt vermesini sağlayan "savaş ya da kaç" mekanizmasından sorumludur (Mccorry, 2007). Bu sistem, kalp atış hızını ve kan basıncını artırır, bronşyolları genişletir, pupillayı dilate eder, gastrointestinal peristaltizmi inhibe eder ve terlemeyi artırır (Patel, 2015). Sempatik preganglionik lifler spinal kordun T1-L2 segmentlerinden çıkarak paravertebral gangliyonlara ulaşır ve burada sinaps yapar. Bu gangliyonlardan çıkan postganglionik lifler efektör organlara yönelir (Vanderpal and Brazie, 2024).

SSS'nin kimyasal mediatörleri norepinefrin ve epinefrindir. Bu nörotransmitterler, α ve β reseptörlerini aktive ederek kalp, damarlar ve bronşlar gibi birçok sistemin fonksiyonunu düzenler. β 1 reseptörleri kalp fonksiyonlarını ve yağ asidi mobilizasyonunu, β 2 reseptörleri düz kas gevşemesi ve glikoz mobilizasyonunu, α reseptörleri ise vasküler düz kas kasılması ve norepinefrin salınımının düzenlenmesinden sorumludur (Karemaker, 2017, Arslan and Ünal Çevik, 2022).

Parasempatik Sinir Sistemi

Parasempatik sinir sistemi (PSS), organizmanın dinlenme, enerji tasarrufu ve sindirim gibi süreçleri düzenlemesini sağlar (Mccorry, 2007). Kalp atış hızını düşürür, sindirimi uyarır, mesane kasılmasını artırır ve sfinkterlerin gevşemesini sağlar (Kenney and Ganta, 2014). PSS'nin preganglionik nöronları beyin sapı (III, VII, IX, X. kranial sinirler) ve sakral spinal kord (S2-S4) segmentlerinden çıkar. Bu nöronların çoğu vagus siniri aracılığıyla yayılır ve birçok iç organı innerve eder (Scott-Solomon et al., 2021, Ten Donkelaar, 2011).

Vagus siniri, parasempatik sistemdeki en uzun ve en geniş kapsamlı sinirdir; tüm parasempatik liflerin %75'ini içerir ve hem afferent hem de efferent liflerden oluşur. Bu sinir, sadece organ innervasyonunu değil, aynı zamanda vagovagal refleks yoluyla anti-inflamatuvar tepkileri de düzenleyebilir. Parasempatik sistemin temel nörotransmitteri asetilkolindir. Asetilkolin, muskarinik ve nikotinik reseptörler üzerinden etkisini gösterir. Muskarinik 1 ve 2 reseptörler farklı organ sistemlerinde görev yaparken, nikotinik reseptörler otonom gangliyonlar ve çizgili kaslarda bulunur. Bu düzenleyici sistem, yaşamı sürdüren temel fizyolojik işlevlerin çoğunu otonom bir şekilde kontrol eder ve OSS'nin her iki alt sistemi de dengeli çalışarak organizmanın iç dengesini sağlar (Bonaz et al., 2021, Das et al., 2020).

2.2.1.2 Ampute Bireylerde OSS Değişimi ve Adaptasyonu

Amputasyon sonrası vücutta meydana gelen nörofizyolojik değişiklikler, otonom sinir sisteminin işleyişini önemli ölçüde etkilemektedir. OSS'deki bu değişikliklerin merkezinde, sempatik ve parasempatik sistemler arasındaki dengenin bozulması yer alır. Sempatik aktivite genellikle artış gösterirken, parasempatik aktivite baskılanmakta ve bu durum, ağrı eşiği, kalp hızı, vasküler direnç ve homeostatik refleksler üzerinde doğrudan etkiler yaratmaktadır (Modan et al., 1998, Naschitz and Lenger, 2008).

Kortikal reorganizasyon süreçleri amputasyon sonrası OSS'nin etkilenmesinde kritik rol oynar. Ampute edilen ekstremiteye ait sinir yollarının kesilmesi, spinal kordun arka boynuzundaki sinaptik yapılar üzerinde kalıcı değişimlere yol açmakta; bu durum spinal inhibitör kontrolün azalması ve ağrı eşiklerinin düşmesi ile sonuçlanmaktadır. Ayrıca kortikal düzeyde, afferent sinir uyarılarının yokluğu nedeniyle reorganizasyon meydana gelir ve bu süreçte bazı sessiz bağlantılar aktif hale gelerek nöroplastik değişimlere neden olur (Scott-Solomon et al., 2021). Bu değişiklikler yalnızca algısal deneyimleri değil, aynı zamanda OSS'nin efferent yanıtlarını da etkiler.

Ampute bireylerde yapılan bir çalışmada oral glukoz tolerans testi sırasında kalp hızı değişkenliğinde düşük frekanslı bileşenin (LF power) artışı ile birlikte plazma norepinefrin seviyelerinde belirgin yükselmeler rapor edilmiştir. Bu bulgular, sempatik sinir sistemi aktivitesinin arttığını ve bu artışın kronik psikolojik stres, insülin direnci ve hiperinsülinemi ile ilişkili olabileceğini düşündürmektedir (Nishioka et al., 2024). SSS'deki bu aşırı aktivasyon, vasküler yapılar üzerinde baskı oluşturmakta, endotelial hasar ve aterosklerotik süreçlerin hızlanmasına neden olabilmektedir. Ampute bireylerde hiperinsülinemi, hipertansiyon ve

obezite gibi kardiyovasküler risk faktörlerinin daha sık görülmesi, sempatik sistemdeki bu dengesizliğin sistemik sonuçlarını yansıtır. Özellikle yürüme sırasında güdükteki irritasyon, plazma norepinefrin düzeylerini artırarak sempatik çıkışı daha da pekiştirebilir (Peles et al., 1995).

Sempatik-parasempatik dengenin bozulması, kalp hızı değişkenliği ölçümleri ile de doğrulanmaktadır. İstirahat kalp hızı ölçümlerinde normal üstü değerler, sempatik tonusun baskın hale geldiğini gösterir. Aynı zamanda parasempatik katkının azalması, vagal tonusun zayıflamasıyla birlikte homeostatik reflekslerin etkinliğini düşürür. Bu değişiklikler ise, özellikle ortostatik stres durumlarında belirgin hale gelir (Naschitz and Lenger, 2008).

Alt ekstremité amputasyonu, dolaşım sistemi üzerinde hem mekanik hem de nörojenik bozulmalara neden olarak kan basıncı regülasyonunu güçleştirir. Venöz dönüşteki azalma baroreseptör reflekslerini zayıflatırken, protez kullanımı bu etkinin dengelenmesine katkı sağlar. Protez, postüral değişimler ve yürüme esnasında periferik vasküler direnci artırarak baro refleksin etkinliğini desteklemekte ve dolaşım stabilitesine yardımcı olmaktadır (Nishioka et al., 2024). Ancak bazı bireylerde protez kullanımı ortostatik hipertansiyona yol açabilir. Özellikle kronik hipertansiyon öyküsü olan ampute bireylerde ayakta durma sırasında sistolik kan basıncı 170 mmHg'nin üzerine çıkabilmektedir. Bu durum, sempatik sistemin aşırı aktivasyonu ve parasempatik sistemin yetersiz kalmasıyla ilişkili kardiyovasküler dengesizlikten kaynaklanmaktadır (Verma et al., 2017, Charkoudian et al., 2005).

Amputasyon sonrası OSS'de meydana gelen değişimler; kortikal reorganizasyon, sempatik aktivitenin artışı, parasempatik aktivitenin baskılanması ve bu iki sistem arasındaki dengenin bozulması şeklinde özetlenebilir. Bu değişiklikler yalnızca fizyolojik değil, aynı zamanda klinik sonuçlar doğurur: fantom ağrısı, güdük ağrısı, hipertansiyon, kardiyovasküler hastalık riski, ortostatik regülasyon bozuklukları, kronik stres, yorgunluk ve yaşam kalitesinde düşüş. Bu nedenle rehabilitasyon sürecinde OSS dengesinin izlenmesi, gerekli önlemlerin alınması ve bireyselleştirilmiş tedavi yaklaşımları ile OSS regülasyonun sağlanması büyük önem taşımaktadır (Nishioka et al., 2024, Claret et al., 2019) .

2.2.2 Amputasyon ve Bilişsel Fonksiyonlar

2.2.2.1 Bilişsel Fonksiyonlar ve Yüklenme Mekanizmaları

Kognisyon; bilginin edinilmesi, işlenmesi, saklanması ve uygun davranışlara dönüştürülmesini kapsayan kompleks bir zihinsel süreçtir. Bu süreç; dikkat, bellek, yürütücü işlevler, vizüospasyal beceriler, problem çözme, karar verme, algı ve reaksiyon zamanı gibi üst düzey zihinsel işlevleri içerir (Donnelly et al., 2016). Dikkat, bilginin seçici bir biçimde işlenmesini sağlarken; bellek, bilginin kodlanması, saklanması ve gerektiğinde hatırlanmasını içerir (Singh and Sachdeva, 2014). Yürütücü işlevler ise bireyin hedefe yönelik planlama yapmasını, dikkatini yönlendirmesini, bilgi güncellemesi yapmasını ve davranışlarını kontrol etmesini sağlar (Atagün et al., 2010, Kim et al., 2014). Bu işlevlerin koordineli şekilde çalışması, bireyin çevresel taleplerle uyumlu davranabilmesini mümkün kılar.

Bilişsel yüklenme, sınırlı zihinsel kaynakların aynı anda birden fazla göreve yönlendirilmesi gerektiğinde ortaya çıkar. Motor ve bilişsel süreçlerin eşzamanlı yürütülmesi gereken durumlarda, özellikle karmaşık veya yeni görevlerde, bilişsel sistemin yükü artar (Woollacott and Shumway-Cook, 2002, Kim and Brunt, 2007). İkili görev durumlarında; dikkat, bellek ve yürütücü işlevler arasında görev önceliği, dikkat dağılımı ve performans dengesi kurulur (Yogev-Seligmann et al., 2008). Yüklenmenin miktarı; bireyin zihinsel kapasitesi, görevin karmaşıklığı, çevresel koşullar ve motivasyon düzeyi gibi faktörlere bağlı olarak değişebilir (Abernethy et al., 2002).

Yürüyüş gibi otomatikleşmiş motor görevler bile travma sonrası veya protez kullanımında yeniden öğrenilmesi gereken kompleks aktiviteler haline gelir (Mulder et al., 2002, Varma et al., 2014). Bu durum, motor öğrenme sürecinde dikkat gereksinimini artırır. Motor öğrenme evrelerinin ilk aşaması olan bilişsel aşamada, görevlerin doğası anlaşılmaya çalışılırken dikkat yoğunluğu yüksektir. Otomatiklik sağlandıkça bu yük azalır ve çevresel taleplere cevap verme kapasitesi artar (Poldrack et al., 2005).

Bilişsel fonksiyonlar yaşla birlikte azalma gösterirken; diyabet, periferik arter hastalığı, uyku bozuklukları, KOAH gibi sistemik hastalıklar da bilişsel işlevleri olumsuz etkileyebilir (Wong, 2006). Bu tür hastalıkların eşlik ettiği bireylerde dikkat, bellek ve yürütücü işlevlerde bozulmalar görülmekte; günlük yaşam aktivitelerinde bağımsızlık, planlama, yeni beceri öğrenimi ve adaptasyon gibi süreçler etkilenmektedir (Willrich et al., 2005, Smith-Ray et al., 2015). Bu durum amputasyon geçirmiş bireylerde rehabilitasyon sürecinde bilişsel kapasitenin değerlendirilmesini zorunlu kılar.

Bilişsel yüklenmenin değerlendirilmesinde; sözel akıcılık testleri, modifiye stroop testleri, çalışma belleği ve zihinsel takip görevleri gibi çeşitli nöropsikolojik testler kullanılmaktadır. Ayrıca reaksiyon zamanı testleri bireyin bir duysal uyarana ne kadar sürede yanıt verdiğini ölçerek dikkat süresi ve bilgi işleme hızı hakkında önemli bilgiler sunar (Singh and Sachdeva, 2014). Bu testler, dikkat paylaşımı, bilgi işleme hızı ve yürütücü işlevlerin değerlendirilmesini sağlayarak bireyin rehabilitasyon sürecine uygunluk düzeyini belirlemede klinik anlamda önem taşır. Otomatikleşmemiş motor görevlerdeki ikili görev etkisi, aynı zamanda OSS yanıtlarını da etkileyerek, hem bilişsel hem fizyolojik yüklenmenin değerlendirilmesinde bütüncül bir yaklaşım sunar (Maidan et al., 2018).

2.2.2.2 Alt Ekstremitte Amputelerinde Bilişsel Yük ve Yürüyüş Performansına Etkileri

Alt ekstremitte amputasyonları sonrasında bireylerin yürüyüşü, yalnızca mekanik ve motor kontrol açısından değil; aynı zamanda bilişsel kaynakların yönetimi açısından da karmaşık bir süreç haline gelir. Özellikle diz üstü amputasyonlarda ayak bileği ve diz eklemi gibi temel proprioseptif geri bildirim kaynaklarının kaybı, yürüyüş sırasında postüral stabilitenin korunmasını güçleştirir ve bireyin protez hareketlerini sürekli olarak görsel yolla izleme gereksinimini artırır. Bu durum, motor kontrolün otomatikleşmesini engelleyerek yürüyüşü daha fazla bilişsel çaba gerektiren bir sürece dönüştürür (Heller et al., 2000, Morgan et al., 2016).

Protez kullanımı ile birlikte bireyler sadece mekanik adaptasyon değil, aynı zamanda yeni bir hareket modelini öğrenme sürecine girerler. Bu öğrenme süreci motor öğrenmenin bilişsel aşamasını içerdiğinden; dikkat, hafıza, planlama ve yürütücü işlevler gibi bilişsel sistemler yoğun olarak devreye girer (Mulder et al., 2002, Poldrack et al., 2005). Özellikle travmatik ya da diyabetik nedenli amputasyon geçiren bireylerde, altta yatan sistemik etkilenimler nedeniyle bilişsel fonksiyonlarda zayıflama görülebilir. Bu durum yeni motor becerilerin öğrenilmesini ve otomatikleştirilmesini daha da zorlaştırır (Willrich et al., 2005).

Amputelerde yürüyüş sırasında bilişsel yüklenmenin etkileri; kalp hızı, solunum sayısı gibi fizyolojik göstergelerdeki artışla da kendini gösterebilir (Knaepen et al., 2015). Yapılan çalışmalarda, alt ekstremitte protezi kullanan bireylerin yürüyüş esnasında bilişsel kaynaklarını daha fazla kullandıkları, bu nedenle ikili görev koşullarında yürüyüş hızlarının ve denge performanslarının anlamlı biçimde azaldığı gösterilmiştir (Lamoth et al., 2010, Coffey et al.,

2012). Ayrıca protez kullanıcılarında, çevresel uyarılara tepki verme, dengesiz zeminlerde ilerleme gibi günlük yaşam görevlerinde bilişsel çaba artışı gözlemlenmiştir (O’neill, 2008).

İkili görev yöntemiyle yapılan çalışmalar, amputelerde yürüyüşün kortikal düzeyde kontrol edildiğini ve dikkat gereksiniminin arttığını ortaya koymaktadır. Protezin otomatik kullanımı sağlanmadığında motor ve bilişsel görevlerin eşzamanlı yapılması zorlaşmakta, bu da bireylerde düşme riskini artırmakta ve hareket güvenliğini azaltmaktadır (Yogev-Seligmann et al., 2008, Maidan et al., 2018). Bu nedenle protezle yürüme sırasında ortaya çıkan ikili görev yüklenmesi, yalnızca yürüme performansını değil, aynı zamanda rehabilitasyon sürecini ve günlük yaşam kalitesini de doğrudan etkilemektedir.

Motor-bilişsel ikili görevlerin başarısı; prefrontal korteks, suplemer motor alan, serebellum ve parietal lob gibi yüksek kortikal merkezlerin koordineli çalışmasına bağlıdır (Lu et al., 2015). Bu alanlardaki aktivasyon protez kullanımına uyum, denge stratejilerinin gelişimi ve çevresel taleplere cevap verebilme açısından kritik öneme sahiptir. Görevler karmaşıktıkça ya da dikkat kapasitesi azaldıkça performansta düşüş gözlenmekte, bireyler hem fonksiyonel hem de bilişsel olarak zorlanmaktadır (Kim and Brunt, 2007, Woollacott and Shumway-Cook, 2002).

Alt ekstremité amputelerinde yürüyüş yalnızca fiziksel değil, yüksek düzeyde bilişsel bir eyleme dönüşmektedir. Protezle mobilite sağlanması, bireyin mevcut bilişsel kapasitesine, öğrenme hızına ve çevresel adaptasyonuna bağlıdır. Bu nedenle rehabilitasyon süreçlerinde ikili görev eğitimi, bilişsel değerlendirme ve görev otomatikliğinin yeniden inşası fonksiyonel iyileşmeyi destekleyen temel yaklaşımlar arasında yer almalıdır (Coffey et al., 2012).

2.2.3 İkili Görev Paradigması ve Klinik Önemi

İkili görev (dual task), aynı anda iki bağımsız görevin gerçekleştirilmesi sürecidir ve bu süreçte motor-motor veya motor-bilişsel görev kombinasyonları uygulanabilir (Mcisaac et al., 2015). Günlük yaşamda sık karşılaşılan bu durum, bireyin yürürken telefon kullanması, konuşması veya bir nesne taşıması gibi aktiviteleri içerir. Sağlıklı bireylerde yürüme otomatikleşmiş bir görev olarak kabul edilirken, bu otomatikliğin çeşitli nedenlerle bozulması durumunda ikili görev koşullarında performans düşüşleri gözlenebilir (Abernethy et al., 2002, Mulder et al., 2002). Bu düşüşler genellikle yürüyüş hızı, adım uzunluğu ve postüral kontrol gibi parametrelerde belirginleşmektedir (Morgan et al., 2016).

İkili görev etkisi; birincil ve ikincil görevlerin aynı anda yapılması sırasında performansta meydana gelen değişikliklerle değerlendirilir. Eğer performans düşüyorsa, bu durum bireyin dikkat kapasitesinin yetersiz kaldığını ve görevin otomatikliğinin tam olarak sağlanamadığını gösterir (Mcculloch, 2007, Choi et al., 2015). Bu bağlamda, ikili görev paradigması, yürüyüş gibi otomatik kabul edilen görevlerin ne düzeyde bilişsel kaynak gerektirdiğini değerlendirmek açısından önemli bir yöntem sunar (Yogev-Seligmann et al., 2008).

İkili görev performansında gözlenen bozulmaları açıklamak üzere çeşitli teoriler geliştirilmiştir. “Merkezi kapasite paylaşım modeli”, dikkat kaynaklarının sınırlı olduğunu ve bu kaynakların aynı anda birden fazla görev için bölüştürülmesinin performans düşüklüğüne neden olduğunu öne sürer (Tombu and Jolicoeur, 2003, Pashler, 1994). “Şişe boynu modeli”ne (bottleneck) göre ise, iki görev aynı işlem kaynaklarını kullandığında biri diğerine öncelik tanınarak ikinci görev geciktirilir. “Cross-talk modeli” ise iki görevin benzer sinirsel yollarla işlenmesi durumunda etkileşimlerinin ya olumlu ya da olumsuz şekilde sonuçlanabileceğini savunur (Koch, 2009, Pashler, 1994).

Bu teoriler yalnızca performans düşüklüğünün nedenlerini açıklamakla kalmayıp, aynı zamanda bireyin mevcut motor ve bilişsel kapasitesini değerlendirmede de kullanılabilir. Yapılan EEG çalışmaları ve beyin görüntüleme verileri, yürüyüş sırasında ikili görev uygulamalarının frontal korteks, suplementer motor alanlar ve premotor korteks gibi bölgelerde oksijen tüketiminin arttığını ve yürüyüşün artık sadece subkortikal değil, aynı zamanda kortikal düzeyde dikkat gerektirdiğini ortaya koymuştur (Beauchet and Berrut, 2006, Lu et al., 2015). Özellikle yaşlı bireylerde ve nörolojik hastalıklarda bu durum daha belirgindir ve ikili görev yüklenmesi sırasında bilişsel performansta düşüş daha fazladır. Dikkat, işleme hızı ve karar verme süreçlerindeki zorluklar aynı zamanda motor yanıtlarda gecikmeye ve dolayısıyla reaksiyon sürelerinde uzamaya sebep olabilir (Thönes et al., 2018).

İkili görev paradigması; günlük yaşam aktivitelerinin bilişsel yönünü, yürüyüşün otomatiklik düzeyini ve bireyin denge-mobilité ilişkisini değerlendirme açısından kritik bir klinik araçtır. Hem tanı koyma hem de rehabilitasyon hedeflerini belirlemede kullanılabilecek bu yaklaşım, özellikle düşme riski yüksek bireylerde önemli klinik faydalar sağlayabilir (Toulotte et al., 2006, Kim et al., 2014).

Alt ekstremitte amputasyonu geçirmiş bireyler için günlük yaşam, motor ve bilişsel görevlerin eş zamanlı yürütülmesini gerektiren çoklu görev durumları açısından ciddi zorluklar barındırmaktadır (Smith-Ray et al., 2015). Sağlıklı bireylerde otomatik olarak yürütülebilen bu görevler, amputasyon sonrasında yoğun dikkat ve bilişsel çaba gerektirir hale gelir. Özellikle yürüyüş sırasında protezin pozisyonunu takip etme zorunluluğu, ampute bireylerin bilişsel kaynaklarını daha fazla kullanmasına neden olur ve bu durum yürüyüş performansını olumsuz etkiler. Diz üstü amputelerde proprioseptif geri bildirimin kaybı ve protezlerin duysal destek sunamaması yürüyüş sırasında bilişsel yükü daha da artırır (Highsmith et al., 2016, Lamothe et al., 2010). Bu bireyler için basit günlük aktiviteler bile ciddi bilişsel yüklenmelere dönüşmekte; örneğin yürürken alışveriş listesini hatırlamak ya da tepsi taşımak gibi görevlerde performans düşüşü gözlenmektedir (Woollacott and Shumway-Cook, 2002, O’neill, 2008). Sağlıklı bireylerde motor ikincil görevlerin yürüyüş hızını düşürdüğü bilinirken, bu etki ampute bireylerde çok daha belirgin hale gelmektedir (Oh-Park et al., 2013). Ayrıca ikili görev koşullarındaki performans kayıpları sadece fiziksel becerileri değil, sosyal katılım, çevresel etkileşim ve genel yaşam kalitesini de olumsuz etkilemektedir (Koch, 2009). Yetersiz bilişsel kaynaklar, zamanla düşme korkusu ve bağımsızlık kaybına zemin hazırlayabilir (Beauchet and Berrut, 2006).

İkili görevler sırasında görülen yürüme hızı düşüşü ya da postüral etkilenimler, motor beceriler kadar bilişsel kapasitenin de bir göstergesidir (Thönes et al., 2018). Bu nedenle ikili görev performansının değerlendirilmesi, rehabilitasyon sürecinde önemli bir klinik araç haline gelmiştir ve çevresel uyum kapasitesini ölçmede kullanılmaktadır (Toulotte et al., 2006).

Ampute bireylerde ikili görev performansını etkileyen başlıca faktörler (Knaepen et al., 2015, Morgan et al., 2016):

- Amputasyon seviyesi (örneğin transfemoral vs. transtibial)
- Protez tipi ve teknolojik özellikleri
- Protezin bireysel uyumu ve mekanik sınırlılıkları
- Proprioseptif bilgi eksikliği ve duysal kayıplar
- Yürüyüşün otomatiklik düzeyi
- Bireyin genel bilişsel kapasitesi ve yürütücü işlevleri
- Sürekli, seçici ve bölünmüş dikkat becerileri
- Yorgunluk ve mental performans düzeyi
- İkincil görevin motor veya bilişsel nitelikte olması

- Günlük yaşamda karşılaşılan çevresel zorluklar
- Rehabilitasyon geçmişi ve egzersiz deneyimi
- Düşme korkusu ve güven hissi düzeyi
- Psikolojik durum (anksiyete, depresyon gibi)



3. GEREÇ VE YÖNTEM

Alt Ekstremitte Amputelerinde İkili Göreve Ait Akut Etkilerin İncelenmesi adlı tez çalışması için Atlas Üniversitesi'nin Girişimsel Olmayan Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulundan 22/07/2024 Tarih ve E-22686390-050.99-46599 karar numarası ile etik kuruldan onay alındı. Bu yapılan çalışma Helsinki Deklerasyonu'na uygun bir biçimde yürütüldü. Çalışmaya dahil edilme ve dışlanma kriterleri açısından değerlendirilen ve çalışmaya katılmaya gönüllü olan bireylere araştırmacı tarafından çalışmanın amacı hakkında bilgi verildi. Katılımcılara bilgilendirilmiş onam formu yazılı olarak sunuldu.

3.1 BİREYLER

Çalışma 20/08/2024- 20/04/2025 tarihleri arasında 16 alt ekstremitte protezi kullanan ve 16 sağlıklı gönüllü katılımcı ile yapıldı.

Çalışma 2 gruptan oluşmaktadır: alt ekstremitte amputasyonlarından transtibial veya transfemoral seviyedeki amputasyonlu katılımcılardan oluşan 'Ampute Grubu' ve sağlıklı katılımcılardan oluşan 'Kontrol Grubu' oluşturmaktır. İstanbul ilindeki özel ortez-protez merkezlerine başvuran ampute bireyler değerlendirmeye alınarak dahil edilme ve dışlanma kriterlerine uyan 16 katılımcı dahil edildi. Sağlıklı katılımcılar ise benzer yaş grubu ve cinsiyet özelliklerinde olmak üzere ampute bireylerin yakınları arasından seçildi. Katılımcıların, değerlendirmeler sırasında diğer katılımcıları izlemesine izin verilmedi.

Bu çalışmada G-power v3.1 programı (Universitat Kiel, Almanya) örneklem büyüklüğünün belirlenmesi amacıyla kullanıldı. İkili görev sırasında yürüyüş hızına ilişkin gruplar arası farkı inceleyen benzer bir çalışmada, Cohen's $d = 2.13$ düzeyinde büyük bir etki büyüklüğü bildirilmiştir (Hunter et al., 2018). Bu doğrultuda, %5 hata payı ($\alpha = 0.05$) ve %99 güç ($1-\beta = 0.99$) ile yapılan analiz sonucunda, her bir grup için gerekli minimum örneklem büyüklüğü 10 olarak hesaplandı. Olası veri kayıpları göz önünde bulundurularak, her grupta 15 katılımcı yer alacak şekilde toplam örneklem büyüklüğü 30 olarak belirlendi.

Çalışmaya dahil edilen bireyler için dahil olma ve dışlanma kriterleri şu şekildedir (Omana et al., 2023, Demirdel and Erbahçeci, 2020, Gremeaux et al., 2012).

Ampute Bireyler için Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri:

- Unilateral transfemoral veya transtibial ampute olmak
- Travma sebepli amputasyona sahip olmak
- 18-50 yaş aralığında olmak
- En az 1 yıl süreyle protez kullanıcısı olmak
- Yardımcı cihaz kullanmadan en az 200 metre yürüyebilmesi
- Aktivite seviyesinin K3 ya da K4 olması
- Çalışmaya katılmaya gönüllü olmak

Ampute Bireyler İçin Çalışmadan Dışlanma Kriterleri:

- Konjenital amputasyona sahip olmak
- Nörolojik veya ortopedik problemi bulunması
- Bilişsel fonksiyonları etkileyen kronik bir hastalığa sahip olmak

Sağlıklı Bireyler için Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri:

- 18- 50 yaş aralığında olmak
- Çalışmaya katılmaya gönüllü olmak

Sağlıklı Bireyler için Çalışmadan Dışlanma Kriterleri:

- Nörolojik veya ortopedik problemi bulunması
- Bilişsel fonksiyonları etkileyen kronik bir hastalığa sahip olmak

3.2 YÖNTEM

Dahil edilme ve dışlanma kriterlerine uyan 16 tek taraflı transfemoral veya transtibial ampute ve ampute bireylerin yakınlarından benzer demografik özelliklerde seçilen 16 sağlıklı birey çalışmaya alındı.

Tüm katılımcıların demografik bilgileri değerlendirme formu yoluyla toplandı ve tüm değerlendirmeler aynı fizyoterapist tarafından gerçekleştirildi. Tüm değerlendirmeler görevlerin başında ve sonunda yapılarak akut etkilerine bakıldı. Değerlendirmeler sırasında katılımcılar birbirine kör tutularak, diğer katılımcıları izlemelerine izin verilmedi.

Literatürdeki benzer çalışmalardan örnek alınarak çalışmamızda ampute popülasyonda sık kullanılan 2 Dakika Yürüme Testi 'ne (birinci görev), sırayla motor ve bilişsel görevler (ikili görev) eklendi. Katılımcılar kendi seçtikleri bir hızda koşmadan bilişsel ve motor görevleri gerçekleştirerek 2 DYT'ni tamamladılar. Teste başlamadan önce katılımcılara yürümenin yanı sıra farklı görevleri hangi sırayla ve nasıl gerçekleştirecekleri anlatıldı. Verilen ikili görevler kolaydan zora doğru sıralandı. Motor görevlerden başlanarak bilişsel görevlere doğru ilerlendi. Bu sıralama, McIsaac ve arkadaşlarının ikili görevler için oluşturduğu taksonomi çerçevesine göre düzenlendi (Mcisaac et al., 2015). Her bir görev için eşit süre (30 saniye) ayrıldı. Katılımcılar, test öncesinde tüm görevleri 1 kez prova etti. Test boyunca fizyoterapist tarafından katılımcılara eşlik edildi, görevlerin sıra ve süreleri takip edilerek yönlendirildi (O'shea et al., 2002, Laessoe et al., 2008, Mcisaac et al., 2015)

Yaptırılan ikili görevler literatürde ampute popülasyonda uygulanmış görevler arasından seçilmiş ve aşağıda tanımlanmıştır.

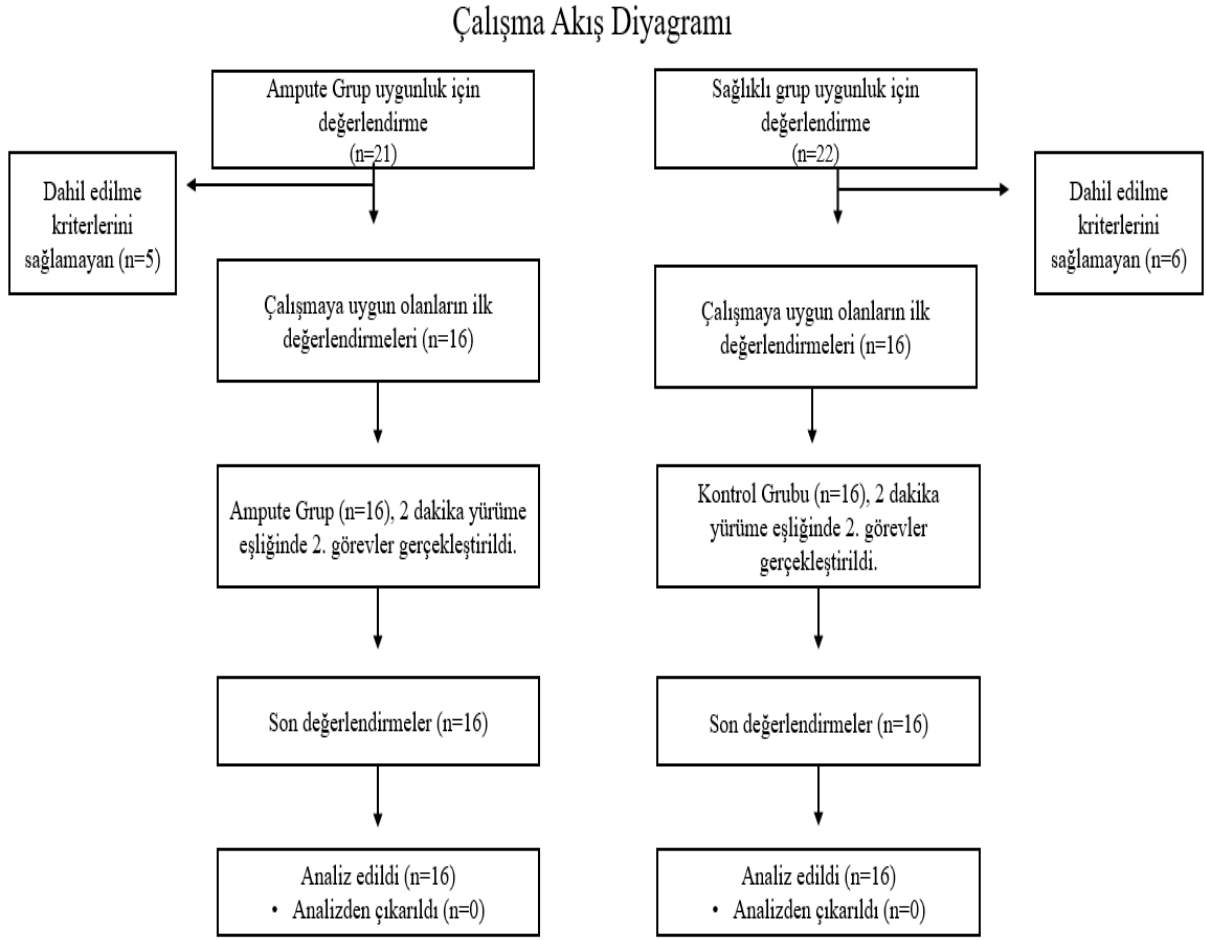
Motor görevler (Canning, 2005, Mcculloch, 2007, O'shea et al., 2002, Mcisaac et al., 2015)

1. Topu bir elden diğerine aktarmak: görev karmaşıklığı düşük ve günlük hayatta sık rastlanan alışılmış düzeyi yüksek
2. Çantadan sırayla üç nesneyi (para, anahtar, kalem) almak ve tekrar sırayla geri koymak: görev karmaşıklığı yüksek ve alışılmışlık düzeyi düşük

Bilişsel görevler (Omana et al., 2023, Bowen et al., 2001, Morris et al., 2000, Galletly and Brauer, 2005, Mcisaac et al., 2015)

1. Ayların isimlerini Aralık'tan Ocak'a doğru geri saymak: Bu görev, bellek ve sıralama becerilerini gerektirir; katılımcıların bir bilgi dizisini hatırlamasını ve zihinsel olarak manipüle etmesini gerektirir.
2. 100'den geriye üçer üçer saymak: Bu görev çalışma belleğini ve aritmetik becerileri zorlar; katılımcıların üçer üçer geriye doğru sayarken zihinsel hesaplamalar yapmalarını gerektirir.

Çalışmaya ait akış şeması şekil 3.1'de sunulmuştur.



Şekil 3. 1: Çalışma Akış Diyagramı

3.3 DEĞERLENDİRMELER

Tüm katılımcılar ikili görev öncesinde ve sonrasında olmak üzere iki kez değerlendirildi.

- Demografik bilgiler, demografik bilgi formu ile,
- İkili görevler esnasındaki yürüme mesafesi ve hızı 2 Dakika Yürüme Testi ile,
- Denge ve mobilite Zamanlı Kalk Yürü Testi ile,
- Denge Fonksiyonel Uzanma Testi ile,
- Otonom sinir sistemi, kalp hızı değişkenliği üzerinden POLAR H10 cihazı ve Kubios uygulaması ile,

- Seçici dikkat kapasitesi, dikkat becerileri, işlem hızı ve genel yürütücü işlem yetenekleri Stroop Test TBAG Formu ile,
- Çalışma belleği, planlama, karmaşık dikkat ve set değiştirme benzeri yönetici işlevleri İz Sürme Testi ile,
- Reaksiyon süresi, Nelson El Reaksiyon Testi ile değerlendirildi.

3.3.1 Demografik Bilgi Formu

Demografik bilgi formu yaş, cinsiyet, boy, vücut ağırlığı, vücut kitle indeksi (VKİ), medikal özgeçmiş, amputasyon nedeni, amputasyon seviyesi, amputasyon cerrahisini takiben geçen süre ve protez kullanımı vb. bilgileri sorgulayan bir formdur.

3.3.2 2 Dakika Yürüme Testi

2 dakika yürüme testinde (2DYT), katılımcının kendi seçtiği yürüme hızında herhangi bir teşvik olmadan işaretlenmiş bir parkurda iki dakika boyunca mümkün olan en uzun mesafeyi kat etmesi istenir ve bu mesafe kaydedilir. Test kapalı alan içerisinde düz bir zemin uygulanır, duraklamalara izin verilir. Testi uygulayan terapist katılımcıya test boyunca eşlik eder. Test sonucunda ortalama yürüme hızı ve katedilen mesafe ölçülür. Ampute ve sağlıklı popülasyonda uygulanabilen 6 Dakika Yürüme Testi ile korelasyonu yüksek ve geçerliliği kanıtlanmış bir değerlendirme ölçütüdür. Amputelerde protez kullanımı ile doğrudan ilişkili olan denge ve fiziksel kapasite 2DYT aralığıyla ölçülebilir. Amputelerde rehabilitasyona bağlı değişikliklerin ölçümüne ise duyarlıdır. Sağlıklı yetişkinlerde, yürümenin biyoenerjitik verimliliğini yansıtan ve rahat yürüme hızına karşılık gelen 0,90 ila 1,60 m/s arasında değişen hızlar olarak gözlemlenir. (Gremeaux et al., 2012, Sawers and Hafner, 2020).

Köseoğlu ve arkadaşları, *Amputasyonlu Hastanın Takibinde Kullanılan Ölçekler* adlı derlemesinde alt ekstremité amputelerinde, aktivite bileşeni ICF kategorilerinin 2 DYT ile değerlendirebilir olduğunu bildirmiştir (Köseoğlu and Di, 2017). Türkçe geçerlilik ve güvenilirlik çalışması çeşitli ortopedik rahatsızlıklarda yapılmıştır (Yuksel et al., 2017, Yuksel et al., 2021). Çalışmamızda ampute ve sağlıklı katılımcıların ikili görev esnasındaki yürüme hızı ve mesafesi 2 DYT aracılığıyla kaydedildi.

3.3.3 Zamanlı Kalk Yürü Testi

Zamanlı Kalk Yürü Testi (ZKYT) için 48 cm yüksekliğinde bir kolçaklı bir sandalye kullanılır. Sandalyenin ön ayaklarının bitiminden itibaren 3 metre sonrası bir çizgi ve koni ile işaretlenir. Katılımcı sandalyeden kalkıp, işaretli alana kadar normal temposunda yürüyerek gidip daha sonra işaretli alandan dönerek tekrar sandalyeye gelip oturması anlatılır. Teste başlanmadan önce katılımcılara testin nasıl yapılacağı gösterilir. Kronometre yardımıyla test boyunca geçen süre kaydedilir (Clemens et al., 2018). ZKYT, Türkçe geçerliği ve güvenilirliği birçok farklı çalışmada yapılmıştır (Kahraman et al., 2020, Akin, 2023, Çatal, 2024). Alt ekstremitte amputelerinde mobilite yeteneğini, dengeyi ve düşme riskini değerlendirmek amacıyla kullanılan performansa dayalı bir testtir. ZKYT, motor kontrol ve denge kontrolünün değerlendirilmesine fırsat tanır (Sawers and Hafner, 2020).

3.3.4 Fonksiyonel Uzanma Testi

Bu testte, katılımcıdan duvara doğru omzunu yaslayarak yan dönmesi ve kolunu 90 derece fleksiyonda tutması istenir. Bu şekilde dururken duvarda orta parmak hizası işaretlenir. Sonrasında katılımcıdan; adım almadan, 90 derece fleksiyondaki kol pozisyonunu koruyarak uzanabildiği kadar aynı hizada öne doğru uzanması istenir ve orta parmak hizası tekrar işaretlenir. İki işaret arasındaki uzaklık ölçülür. Fonksiyonel Uzanma Testi (FUT), stabilite sınırlarını ve stabilite proaktif denge yeteneğini değerlendirmek için kullanılır. 15 cm ve altı düşme riskinin önemli derecede arttığını, 15 cm ile 25 cm. arası orta derecede düşme riski olduğunu göstermektedir. Katılımcıya bu test üç kez yaptırılır ve skorların ortalaması alınır. Uygulamada mezura kullanılır ve test ortalama 2 dakika sürer (Katz-Leurer et al., 2009). FUT'nin Türk popülasyonda birçok çalışmada kullanılmış ve geçerli bulunmuş bir değerlendirme yöntemidir (Saraç, 2017, Balkan et al., 2020). FUT ampute popülasyonda denge ve düşme riskinin değerlendirilmesinde sık kullanılan bir performans ölçüm aracıdır (Sawers and Hafner, 2020).

3.3.5 Otonom Sinir Sisteminin Değerlendirilmesi

Otonom sinir sistemi değerlendirilmesi kalp hızı değişkenliği (KHD) parametreleri ölçümü için giyilebilir bir göğüs kemeriyle birlikte kullanılan Polar H10 cihazı kullanıldı. Polar H10 yüksek hassasiyet ve doğrulukta çalışan bir kalp hızı ölçüm sensörüdür. Cihaz, kalp hızını gerçek zamanlı olarak yakalamak için göğse temas eden yumuşak, ayarlanabilir bir sensörle birlikte kullanılır. Cihazı bluetooth ile akıllı bir telefona bağlayarak veriler kaydedilir ve verilerin analizi için ise cihazın desteklemiş olduğu KUBIOS yazılımı kullanıldı. Katılımcı oturur pozisyondayken 3 dakika boyunca ölçüm yapılır. Cihazın doğru bir ölçüm yapabilmesi için her ölçümden önce elektrot yüzeyinin ıslatılması gereklidir. Ölçüm yapılırken katılımcı konuşmamalı ve hareket etmemelidir (Chattopadhyay and Das, 2021, Tarvainen et al., 2014).



Şekil 3. 2:POLAR H10 Cihazı ve Konumlandırılması

Tablo 3.1: Cihaz Aracılığıyla Ölçülen KHD Parametreleri ve Anlamları (Malik et al., 1996, Billman, 2013, Shaffer et al., 2014, Tarvainen et al., 2014, Laborde et al., 2017, Demircioğlu et al., 2024)

Parametre	Tanım / Açıklama
Kalp Hızı (KH)	Kalbin bir dakikadaki atım sayısıdır (bpm). Otonom sinir sisteminin sempatik ve parasempatik etkilerini yansıtır.
Mean RR	İki kalp atımı arasındaki ortalama zaman aralığıdır (ms). KHD'nin temel hesaplama noktasıdır.
RMSSD	Ardışık RR aralıkları farklarının kareköklerinin ortalamasıdır. Parasempatik (vagal) aktivitenin güçlü bir göstergesidir.
PNS Index	Parasempatik sinir sistemi aktivitesini sayısal olarak tanımlar. Yüksek PNS, artmış vagal tonusu gösterir.
SNS Index	Sempatik sinir sistemi aktivitesini sayısal olarak tanımlar. Yüksek SNS, stres veya uyarılmışlık durumunu yansıtır.
Stress Index	Kalp atımları arasındaki dağılımın düzeyine bağlı olarak otonom stres düzeyini yansıtır. Yüksek değerler, artmış sempatik tonus anlamına gelir.
Respiratory Rate	Dakikadaki solunum sayısıdır. HF bandı üzerinden hesaplanabilir, solunum frekansındaki değişiklikler HF bandını doğrudan etkiler.
LF Power (ms ²)	Düşük frekans gücü (0.04–0.15 Hz). Hem sempatik hem parasempatik aktiviteyi içerir, ama genellikle sempatik baskınlık göstergesi olarak yorumlanır. Fiziksel aktivite, psikolojik stres ve mental yük gibi durumlarda artabilir. Yorumlanırken HF ile birlikte ele alınmalıdır.
HF Power (ms ²)	Yüksek frekans gücü (0.15–0.4 Hz). Tamamen parasempatik aktiviteyi temsil eder. HF bileşeni, kalp atımındaki solunum kaynaklı dalgalanmaları (respiratuar sinüs aritmisi) yansıtır. Dinlenme, gevşeme ve derin nefes alma gibi durumlarda artış gösterir.
LF/HF Ratio	Sempatik ve parasempatik dengenin oranıdır. Yüksek oran, sempatik baskınlığı; düşük oran, parasempatik baskınlığı gösterir.

3.3.6 Stroop Testi TBAG Formu

Stroop Testi (ST), John Ridley Stroop tarafından frontal bölge aktivite ve yürütücü işlevlerini yansıtan bilişsel bir test olarak tanımlanmıştır. Dikkat, işleme hızı, tepki inhibisyonu ve çalışma belleği gibi yürütücü işlevlerin değerlendirilmesinde kullanılır. Türk popülasyonuna standardize edilen TBAG Formu, ST'nin Türkçe uyarlanmış versiyonudur ve beş alt bölümden oluşmaktadır. Testin toplam uygulanma süresi 10 dakikadır. Testte katılımcıya beş ayrı kart sunulur ve her bir kart için belirli yönergeler doğrultusunda tepki vermesi istenir. Test performansı genellikle süre, doğru cevap sayısı, hata sayısı, düzeltme sayısı ve müdahale etkisi (Stroop etkisi) üzerinden değerlendirilir. Stroop etkisi, 5. kartta daha belirgindir ve genellikle 5. kart süresinden 1. veya 3. Kartın uygulanma süresi çıkarılarak hesaplanır (Kılıç et al., 2002, Karakaş et al., 1999).

- 1. Kart:** Siyah renkle yazılmış renk isimleri okunur. Temel okuma hızı ve dikkat ölçülür.
- 2. Kart:** Farklı renklerde basılmış renk isimleri okunur. Renklendirme, dikkat dağıtıcı unsur olarak görev yapar.
- 3. Kart:** Farklı renkteki dairelerin renkleri adlandırılır. Renk tanıma ve işleme hızını değerlendirir.
- 4. Kart:** Renk ismi olmayan kelimelerin farklı renklerde yazıldığı kartta, kelimelerin rengi adlandırılır. Otomatik okuma eğilimi baskılanmadan, rengi tanıma becerisi ölçülür.
- 5. Kart:** Farklı renkte yazılmış renk isimleri okunmadan, yalnızca kelimelerin yazıldığı renkler söylenir. İnhibisyon becerisi değerlendirilir. Otomatik okuma refleksi bastırılarak, kelimenin rengi söylenmelidir.

3.3.7 İz Sürme Testi

İz Sürme testi (İST) A ve B olmak üzere iki bölümden oluşur. A bölümünde randomize bir biçimde dağılmış olan içerisinden rakamların bulunduğu daireler vardır. Katılımcıdan bu daireleri doğru aritmetik sıralama ile ardışık olarak (1-2-3-4-5...) birleştirmesi istenir. B bölümünde ise daireler içerisinde randomize olarak yerleştirilmiş olan harfler ve rakamlar bulunur. Katılımcılardan, sırayla bir rakam ve bir harf kuralını izleyerek birbirini takip eden, doğru dizilimde, alfabetik sıraya göre (1-A,2-B,3-C,4-D...) birleştirmesi istenir. Testin her iki bölümü içinde ayrı olarak süre tutulur. Katılımcılara “Başla” komutu verildikten sonra kronometre başlatılır. Testten önce katılımcılara; 'Başla' komutundan sonra, bu formlardaki daireleri hızlı ve doğru bir şekilde birleştirmelisiniz, hata yaptığınızı fark ederseniz, doğru sıralamaya geri dönerek devam edin” şeklinde bilgilendirme yapıldı. Testin her bir bölümü için tamamlama süreleri kaydedildi (Cangöz et al., 2007, Türkeş et al., 2015).

İST'nin A bölümü görsel tarama yeteneğine dayalı işleme hızını, B bölümü ise karmaşık dikkat, planlama, set değiştirebilme, engelleme becerisi ve ardışıklığı takip edebilmeyi değerlendirir. İST, Amerika Birleşik Devletler Ordusu'nda görevli psikologlar tarafından geliştirilmiştir. Türkçe standardizasyonu ve norm belirleme çalışması yapılmış bir testtir (Türkeş et al., 2015, Cangöz et al., 2007). Bu çalışmada İST; çalışma belleği, karmaşık dikkat, planlama ve set değiştirme gibi bilişsel işlevleri, görsel-mekansal işleme ve motor yetenekleri değerlendirmek için kullanıldı.

3.3.8 Nelson El Reaksiyon Testi

Test uygulayan kişi cetveli ucundan tutarak deneğin baş ve işaret parmakları arasında olacak şekilde konumlandırır, daha sonra cetveli bırakır. Cetvel bırakıldığında ise katılımcının cetveli yakalaması istenir. Katılımcının eli sabittir ve testte 20 deneme yapılır. Katılımcı cetveli parmaklarıyla yakaladığı üst noktada, deneğin reaksiyon zamanı belirlenir. En yüksek ve en düşük beşer denemenin skorları dahil edilmeden kalan skorların ortalaması alınır (Polat, 2009, Ertavukcu et al., 2021).

3.3.9 İstatistiksel Analiz

Tüm verilerin istatistiksel analizi, SPSS v.26 (SPSS Inc., ABD) programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Nitel verilerin analizinde χ^2 testi kullanılmıştır. Normal dağılım göstermeyen veya sıralı (ordinal) verilerde grup içi karşılaştırmalar için Wilcoxon testi, gruplar arası karşılaştırmalar için ise Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Normal dağılım gösteren sayısal verilerin analizinde grup içi karşılaştırmalarda eşleştirilmiş örneklem t-testi (Paired Samples T-Test), gruplar arası karşılaştırmalarda ise bağımsız örneklem t-testi (Independent Samples T-Test) kullanılmıştır. Etki büyüklüğü değerleri 0–0,19 aralığında ‘ihmal edilebilir’, 0,20–0,49 arasında ‘küçük’, 0,50–0,79 arasında ‘orta’ ve 0,80 ve üzeri ‘büyük’ etki büyüklüğü olarak sınıflandırılmıştır. Tüm analizlerde istatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir (Cohen, 2013).

4. BULGULAR

Ampute Grubundaki ve Kontrol Grubundaki katılımcıların demografik ve klinik özelliklerinin karşılaştırılması Tablo 4.1’de verildi. Veriler incelendiğinde iki gruptaki katılımcıların yaşlarının 23 ile 46 arasında değişmekte olduğu görüldü. Ampute grubundaki katılımcıların boylarının ortalama $176,56 \pm 0,06$ olduğu ve kilo ortalamalarının $83,06 \pm 13,60$ olduğu kaydedildi. Kontrol grubundaki katılımcıların boylarının ortalama $179,38 \pm 0,06$ olduğu ve kilo ortalamalarının $82,75 \pm 11,48$ olduğu kaydedildi. Gruplar arasında demografik ve klinik özellikler açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu ($p>0,05$).

Tablo 4.1: Ampute ve kontrol gruplarının demografik ve klinik özelliklerinin karşılaştırılması.

	Ampute Grubu (n=16)	Kontrol Grubu (n=16)	p değeri	%95 CI
Cinsiyet				
Erkek (n; %)	16 (%100)	16 (%100)	1,000	-
Kadın (n; %)	0 (%0)	0 (%0)		
Yaş (yıl)	34,31±7,42 [23-46]	33,18±6,61 [24 - 45]	0,654	[-3,95 - 6,20]
Vücut Kompozisyonu				
Boy (cm)	176,56±0,06 [164 - 190]	179,38±0,06 [168 - 191]	0,251	[-0,07 - 0,20]
Kilo (kg)	83,06±13,60 [60 - 117]	82,75±11,48 [62 - 107]	0,944	[-8,77 - 9,39]
VKİ (kg/m ²)	26,76±4,83 [19,44 - 36,52]	25,64±2,64 [21,97 - 31,95]	0,424	[-1,69 - 3,92]
Eğitim Durumu				
İlköğretim (n; %)	1 (%6,3)	1 (%6,3)	0,183	[0,207 - 0,543]
Lise (n; %)	9 (%56,3)	4 (%25,0)		
Üniversite (n; %)	6 (%37,5)	11 (%68,8)		

Tablo 4.1: Ampute ve kontrol gruplarının demografik ve klinik özelliklerinin karşılaştırılması. (Devam)				
Dominant Taraf Ekstremit				
Sağ (n; %)	13 (%81,3)	14 (%87,5)	0,626	[0,296 - 0,642]
Sol (n; %)	3 (%18,8)	2 (%12,5)		
Ampute Taraf Ekstremit				
Sağ (n; %)	9 (%56,3)	-	-	-
Sol (n; %)	7 (%43,8)			
Amputasyon Seviyesi				
Transtibial	6 (%31,6)	-	-	-
Transfemoral	13 (%68,4)			
Amputasyon Üzerinde Geçen Süre (ay)	114,93±125,047	-	-	-
Protez Kullanım Süresi (ay)	104,50±116,00	-	-	-
Günlük Protez Kullanım Süresi (saat)	10,31±4,96	-	-	-

Sonuçlar $X \pm SS$ / [Min-Maks] ya da n (%) şeklinde verildi.

VKİ: vücut kütle indeksi.

Tablo 4.2: Ampute ve kontrol gruplarının başlangıç fiziksel fonksiyon ve denge parametrelerinin karşılaştırılması.

	Ampute Grubu (n=16)	Kontrol Grubu (n=16)	p değeri	t değeri
Fiziksel Fonksiyon Parametreleri				
2DYT Mesafesi (m)	63,89±27,42	136,69±24,01	<0.001	7,990
2DYT Hızı (m/sn)	0,53±0,22	1,13±0,20	<0.001	8,072
Denge Parametreleri				
ZKYT Süresi (sn)	13,27±4,69	5,23±1,07	<0.001	-7,450
FUT Mesafesi (cm)	25,34±8,23	31,80±7,66	0,029	2,300

Sonuçlar $X \pm SS$ şeklinde verildi.

2DYT: 2 Dakika Yürüme Testi; FUT: Fonksiyonel Uzanma Testi; ZKYT: Zamanlı Kalk Yürü Testi.

Tablo 4.2’de ampute ve kontrol grubundaki katılımcıların başlangıç fiziksel fonksiyon ve denge parametrelerinin karşılaştırılması verildi. Gruplar arasındaki başlangıç fiziksel fonksiyon değerleri arasında anlamlı bir fark vardı ($p<0,05$).

Tablo 4.3: Ampute ve kontrol gruplarının başlangıç bilişsel fonksiyon parametrelerinin karşılaştırılması.

	Ampute Grubu (n=16)	Kontrol Grubu (n=16)	p değeri	t değeri
Stroop Testi TBAG Formu				
Bölüm 1 Test Süresi (sn)	12,10±4,61	8,74±1,79	0,011	-2,718
Bölüm 1 Hata Sayısı	0,12±0,50	-	0,325	-0,959
Bölüm 1 Düzeltme Sayısı	-	-	1,000	-
Bölüm 2 Test Süresi (sn)	13,40±5,85	10,59±3,61	0,113	-1,635
Bölüm 2 Hata Sayısı	0,37±1,38	-	0,178	-1,072
Bölüm 2 Düzeltme Sayısı	0,31±0,87	0,12±0,34	0,430	-0,815
Bölüm 3 Test Süresi (sn)	12,28±5,08	9,55±2,37	0,061	-1,949
Bölüm 3 Hata Sayısı	0,12±0,34	0,06±0,25	0,559	-0,569
Bölüm 3 Düzeltme Sayısı	-	0,12±0,34	0,154	1,411
Bölüm 4 Test Süresi (sn)	18,36±9,43	13,98±4,51	0,104	-1,677
Bölüm 4 Hata Sayısı	0,68±1,19	0,12±0,50	0,093	-1,737
Bölüm 4 Düzeltme Sayısı	0,50±0,63	0,37±0,61	0,576	-0,594
Bölüm 5 Test Süresi (sn)	28,12±10,83	19,44±4,96	0,007	-2,916
Bölüm 5 Hata Sayısı	1,25±1,80	0,31±0,87	0,072	-1,881
Bölüm 5 Düzeltme Sayısı	0,87±0,88	0,50±0,89	0,243	-1,182
Stroop Etkisi 1	15,83±8,55	9,88±3,72	0,016	-2,551
Stroop Etkisi 2	16,01±9,29	10,69±3,79	0,042	-2,121
İz Sürme Testi				
A Formu 1. Kısım Süresi (sn)	5,66±3,22	3,02±0,83	0,004	-1,476
A Formu 2. Kısım Süresi (sn)	41,29±18,17	20,83±3,87	<0,001	-2,254
B Formu 1. Kısım Süresi (sn)	7,41±3,59	3,78±1,24	0,001	-2,076
B Formu 2. Kısım Süresi (sn)	84,74±32,90	55,95±9,92	0,002	-2,964
B Formu-A Formu Süresi (sn)	43,43±22,77	35,12±9,61	0,189	-1,346
B Formu/A Formu Süresi (sn)	2,23±0,69	2,76±0,64	0,033	2,251
Nelson El Reaksiyon Testi Süresi (sn)	13,25±4,63	15,12±3,35	0,202	1,310

Sonuçlar $X \pm SS$ şeklinde verildi.

Tablo 4.3'te ampute ve kontrol grubundaki katılımcıların başlangıç bilişsel fonksiyon parametrelerinin karşılaştırılması verildi. Gruplar arası başlangıç bilişsel fonksiyon değerlendirmelerinin karşılaştırılmasında Stroop Testi TBAG Formunun Bölüm 1 Test Süresi, Bölüm 5 Test Süresi, Stroop Etkisi 1 ve Stroop Etkisi 2 değerlerinde; İz Sürme Testinin A Formu 1. Kısım Süresi, A Formu 2. Kısım Süresi ve B Formu / A Formu Süresi değerlerinde anlamlı fark bulundu ($p<0,05$). Başlangıç bilişsel fonksiyon değerlendirmelerinin diğer parametreleri arasında ise gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu ($p>0,05$).

Tablo 4.4: Ampute ve kontrol gruplarının başlangıç otonom sinir sistemi parametrelerinin karşılaştırılması.

	Ampute Grubu (n=16)	Kontrol Grubu (n=16)	p değeri	t değeri
KHD Parametreleri				
KH (atım/dk)	82,00±9,72	83,87±12,82	0,645	0,464
RMSSD (ms)	19,81±12,59	24,56±13,53	0,312	1,027
PNS-İndeks (ms ²)	-1,48±0,78	-1,38±0,93	0,760	0,331
SNS-İndeks (ms ²)	2,71±2,52	2,23±1,59	0,524	-0,645
Mean RR (ms)	696,04±191,64	731,61±121,44	0,535	0,628
Stress İndeks	19,86±13,20	15,72±5,41	0,254	-1,160
Respiratory Rate (soluk/dk)	15,33±4,47	16,43±3,24	0,433	0,798
LF Power (ms ²)	612,97±686,36	504,33±311,58	0,569	-0,577
HF Power (ms ²)	220,15±267,82	281,73±249,90	0,506	0,673
LF/HF Ratio	4,20±3,08	2,97±3,10	0,270	-1,126

Sonuçlar $X \pm SS$ şeklinde verildi.

Tablo 4.4'te verilen ampute ve kontrol grubundaki katılımcıların başlangıç otonom sinir sistemi parametrelerinin karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilemedi ($p>0,05$).

Tablo 4.5: Ampute grubunun ikili görev öncesi ve sonrası denge parametrelerinin karşılaştırılması.

	Ampute Grubu (n=16)				
	İkili Görev Öncesi	İkili Görev Sonrası	p değeri	d_{Cohen}	t değeri
Denge Parametreleri					
ZKYT Süresi (sn)	13,27±4,69	11,76±4,49	<0.001	-0,329	-1,930
FUT Mesafesi (cm)	25,34±8,23	26,98±7,27	<0.001	0,211	1,230

Sonuçlar $X \pm SS$ ya da n (%) şeklinde verildi.

FUT: Fonksiyonel Uzanma Testi; ZKYT: Zamanlı Kalk Yürü Testi.

Tablo 4.5’te ampute grubunun ikili görev öncesi ve sonrası denge parametrelerinin karşılaştırılması verildi. Ampute grubunun ikili görev sonrası ZKYT süresi ve FUT mesafesi değerlerinde ikili görev öncesi değerlere kıyasla istatistiksel anlamlı bir fark vardı ($p<0,001$) ve bu farklar küçük etki büyüklüğüne sahipti ($d_{\text{Cohen}} < 0,50$).

Tablo 4.6: Kontrol grubunun ikili görev öncesi ve sonrası denge parametrelerinin karşılaştırılması.

	Kontrol Grubu (n=16)				
	İkili Görev Öncesi	İkili Görev Sonrası	p değeri	d_{Cohen}	t değeri
Denge Parametreleri					
ZKYT Süresi (sn)	5,23±1,07	4,90±1,04	<0.001	-0,313	-0,885
FUT Mesafesi (cm)	31,80±7,66	33,82±6,89	<0.001	0,277	0,783

Sonuçlar $X \pm SS$ şeklinde verildi.

FUT: Fonksiyonel Uzanma Testi; ZKYT: Zamanlı Kalk Yürü Testi.

Tablo 4.6’da kontrol grubunun ikili görev öncesi ve sonrası denge parametrelerinin karşılaştırılması verildi. Kontrol grubunun ikili görev sonrası ZKYT süresi ve FUT mesafesi değerlerinde ikili görev öncesi değerlere kıyasla istatistiksel anlamlı bir fark vardı ($p<0,001$) ve bu farklar küçük etki büyüklüğüne sahipti ($d_{\text{Cohen}} < 0,50$).

Tablo 4.7: Ampute grubunun ikili görev öncesi ve sonrası bilişsel fonksiyon parametrelerinin karşılaştırılması.

	Ampute Grubu (n=16)				
	İkili Görev Öncesi	İkili Görev Sonrası	p değeri	d _{Cohen}	t değeri
Stroop Testi TBAG Formu					
Bölüm 1 Test Süresi (sn)	12,10±4,61	10,39±3,26	0,008	-0,428	-1,211
Bölüm 1 Hata Sayısı	0,12±0,50	0,06±0,25	0,333	-0,151	-0,427
Bölüm 1 Düzeltme Sayısı	0	0	1,000	-	-
Bölüm 2 Test Süresi (sn)	13,40±5,85	15,24±8,24	0,225	0,257	0,727
Bölüm 2 Hata Sayısı	0,37±1,38	0,25±0,57	0,652	-0,113	-0,320
Bölüm 2 Düzeltme Sayısı	0,31±0,87	0,62±1,14	0,055	0,305	0,863
Bölüm 3 Test Süresi (sn)	12,28±5,08	11,23±3,41	0,211	-0,242	-0,684
Bölüm 3 Hata Sayısı	0,12±0,34	0,18±0,40	0,333	0,161	0,455
Bölüm 3 Düzeltme Sayısı	0	0,37±0,61	0,029	0,857	2,424
Bölüm 4 Test Süresi (sn)	18,36±9,43	18,64±12,70	0,944	0,025	0,071
Bölüm 4 Hata Sayısı	0,68±1,19	0,31±0,79	0,083	-0,366	-1,035
Bölüm 4 Düzeltme Sayısı	0,50±0,63	0,31±0,47	0,270	-0,341	-0,964
Bölüm 5 Test Süresi (sn)	28,12±10,83	26,51±13,29	0,286	-0,132	-0,373
Bölüm 5 Hata Sayısı	1,25±1,80	1,00±1,54	0,261	-0,149	-0,421
Bölüm 5 Düzeltme Sayısı	0,87±0,88	1,06±0,92	0,333	0,211	0,579
Stroop Etkisi 1	15,83±8,55	15,28±10,40	0,751	-0,057	-0,161
Stroop Etkisi 2	16,01±9,29	16,12±11,66	0,953	0,010	0,028
İz Sürme Testi					
A Formu 1. Kısım Süresi (sn)	5,66±3,22	4,15±1,80	0,005	-0,578	-1,635
A Formu 2. Kısım Süresi (sn)	41,29±18,17	37,14±20,07	0,235	-0,216	-0,611
B Formu 1. Kısım Süresi (sn)	7,41±3,59	6,41±4,26	0,195	-0,253	-0,716
B Formu 2. Kısım Süresi (sn)	84,74±32,90	85,61±48,42	0,890	0,021	0,059
B Formu - A Formu Süresi (sn)	43,43±22,77	48,46±35,58	0,455	0,168	0,475
B Formu / A Formu Süresi (sn)	2,23±0,69	2,42±0,92	0,374	0,233	0,659
Nelson El Reaksiyon Testi Süresi (sn)	13,25±4,63	11,85±3,91	0,078	-0,326	-0,922

Sonuçlar $X \pm SS$ ya da n (%) şeklinde verildi.

Tablo 4.7’de ampute grubunun ikili görev öncesi ve sonrası bilişsel fonksiyon parametrelerinin karşılaştırılması verildi. Ampute grubunun ikili görev sonrası Stroop Testi Bölüm 1 test süresi ve Bölüm 3 düzeltme sayısı değerleri ile İz Sürme Testi A Formu 1. kısım süresinde ikili görev öncesi değerlere kıyasla istatistiksel anlamlı bir fark vardı ($p<0,05$) ve bu farklar orta ve büyük etki büyüklüğüne sahipti. Ampute grubunda bilişsel fonksiyonun değerlendirildiği diğer parametrelerde ise ikili görev öncesi ve sonrası karşılaştırmada istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu ($p>0,05$).

Tablo 4.8: Kontrol grubunun ikili görev öncesi ve sonrası bilişsel fonksiyon parametrelerinin karşılaştırılması.

	Kontrol Grubu (n=16)				
	İkili Görev Öncesi	İkili Görev Sonrası	p değeri	d _{Cohen}	t değeri
Stroop Testi TBAG Formu					
Bölüm 1 Test Süresi (sn)	8,74±1,79	8,24±1,79	0,029	-0,279	-0,789
Bölüm 1 Hata Sayısı	-	-	1,000	-	-
Bölüm 1 Düzeltme Sayısı	-	0,06±0,25	0,333	0,339	0,959
Bölüm 2 Test Süresi (sn)	10,59±3,61	10,73±3,87	0,811	0,037	0,105
Bölüm 2 Hata Sayısı	-	-	1,000	-	-
Bölüm 2 Düzeltme Sayısı	0,12±0,34	0,31±0,70	0,270	0,345	0,976
Bölüm 3 Test Süresi (sn)	9,55±2,37	8,74±2,02	0,002	-0,367	-1,038
Bölüm 3 Hata Sayısı	0,06±0,25	-	0,333	-0,339	-0,959
Bölüm 3 Düzeltme Sayısı	0,12±0,34	0,25±0,44	0,432	0,330	0,933
Bölüm 4 Test Süresi (sn)	13,98±4,51	12,53±3,78	0,007	-0,348	-0,984
Bölüm 4 Hata Sayısı	0,12±0,50	0,12±0,34	1,000	-	-
Bölüm 4 Düzeltme Sayısı	0,37±0,61	0,18±0,40	0,270	-0,368	-1,041
Bölüm 5 Test Süresi (sn)	19,44±4,96	17,47±4,26	0,047	-0,426	-1,205
Bölüm 5 Hata Sayısı	0,31±0,87	0,12±0,34	0,333	-0,287	-0,812
Bölüm 5 Düzeltme Sayısı	0,50±0,89	0,50±0,89	1,000	-	-
Stroop Etkisi 1	9,88±3,72	8,73±3,82	0,240	-0,305	-0,863
Stroop Etkisi 2	10,69±3,79	9,23±3,29	0,142	-0,411	-1,162
İz Sürme Testi					
A Formu 1. Kısım Süresi (sn)	3,02±0,83	2,54±1,00	0,007	-0,522	-1,476
A Formu 2. Kısım Süresi (sn)	20,83±3,87	17,28±4,97	0,011	-0,797	-2,254

Tablo 4.8: Kontrol grubunun ikili görev öncesi ve sonrası bilişsel fonksiyon parametrelerinin karşılaştırılması. (Devam)					
B Formu 1. Kısım Süresi (sn)	3,78±1,24	2,99±0,88	0,001	-0,734	-2,076
B Formu 2. Kısım Süresi (sn)	55,95±9,92	45,00±10,95	<0,001	-1,048	-2,964
B Formu - A Formu Süresi (sn)	35,12±9,61	27,71±9,92	0,003	-0,758	-2,144
B Formu / A Formu Süresi (sn)	2,76±0,64	2,73±0,82	0,908	-0,040	-0,113
Nelson El Reaksiyon Testi Süresi (sn)	15,12±3,35	14,07±4,35	0,112	-0,270	-0,764

Sonuçlar $X \pm SS$ ya da n (%) şeklinde verildi.

Tablo 4.8’de kontrol grubunun ikili görev öncesi ve sonrası bilişsel fonksiyon parametrelerinin skorları verildi. Kontrol grubunun ikili görev sonrası Stroop Testi Bölüm 1, Bölüm 3, Bölüm 4 ve Bölüm 5 test süresi değerleri ile İz Sürme Testi A ve B Formlarının 1. ve 2. kısım süreleri ile B Formu - A Formu süresi değerlerinde ikili görev öncesi değerlere kıyasla anlamlı bir fark vardı ($p < 0,05$) ve bu farklar küçük, orta ve büyük etki büyüklüğüne sahipti. Kontrol grubunda bilişsel fonksiyonun değerlendirildiği diğer parametrelerde ise ikili görevler öncesi ve sonrası karşılaştırmada anlamlı bir fark bulunmadı ($p > 0,05$).

Tablo 4.9: Ampute grubunun ikili görev öncesi ve sonrası otonom sinir sistemi parametrelerinin karşılaştırılması.

	Ampute Grubu (n=16)				
	İkili Görev Öncesi	İkili Görev Sonrası	p değeri	d_{Cohen}	t değeri
KHD Parametreleri					
KH (atım/dk)	82,00±9,72	84,18±10,40	0,017	0,216	0,611
RMSSD (ms)	19,81±12,59	17,68±10,39	0,119	-0,184	-0,520
PNS-İndeks (ms ²)	-1,48±0,78	-1,67±0,75	0,012	-0,242	-0,684
SNS-İndeks (ms ²)	2,71±2,52	3,18±2,59	0,021	0,183	0,518
Mean RR (ms)	696,04±191,64	719,03±97,05	0,634	0,151	0,427
Stress İndeks	19,86±13,20	20,87±12,85	0,406	0,077	0,218
Respiratory Rate (soluk/dk)	15,33±4,47	15,20±3,39	0,901	-0,032	-0,091
LF Power (ms ²)	612,97±686,36	517,62±392,53	0,538	-0,170	-0,481
HF Power (ms ²)	220,15±267,82	186,73±252,48	0,265	-0,128	-0,362

Tablo 4.9: Ampute grubunun ikili görev öncesi ve sonrası otonom sinir sistemi parametrelerinin karşılaştırılması. (Devam)					
LF/HF Ratio	4,20±3,08	5,85±4,13	0,118	0,452	1,278

Sonuçlar $X \pm SS$ şeklinde verildi.

Tablo 4.9’da ampute grubunun ikili görev öncesi ve sonrası otonom sinir sistemi değerlendirmelerinin karşılaştırılması. Ampute grubunun ikili görev sonrası KHD Parametrelerinden KH, PNS-İndeks ve SNS-İndeks değerlerinde ikili görev öncesi değerlere kıyasla istatistiksel anlamlı bir fark vardı ($p<0,05$) ve bu farklar ihmal edilebilir ile küçük etki büyüklüğüne sahipti. Ampute grubunda otonom sinir sisteminin değerlendirildiği diğer parametrelerde ise ikili görev öncesi ve sonrası karşılaştırmada istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu ($p>0,05$).

Tablo 4.10: Kontrol grubunun ikili görev öncesi ve sonrası otonom sinir sistemi parametrelerinin karşılaştırılması.

	Kontrol Grubu (n=16)				
	İkili Görev Öncesi	İkili Görev Sonrası	p değeri	d _{Cohen}	t değeri
KHD Parametreleri					
KH (atım/dk)	83,87±12,82	83,25±15,39	0,633	-0,043	-0,122
RMSSD (ms)	24,56±13,53	27,18±17,52	0,196	0,167	0,472
PNS-İndeks (ms ²)	-1,38±0,93	-1,24±1,12	0,174	0,136	0,385
SNS-İndeks (ms ²)	2,23±1,59	2,28±1,76	0,794	0,029	0,082
Mean RR (ms)	731,61±121,44	744,76±138,32	0,240	0,101	0,286
Stress İndeks	15,72±5,41	15,91±5,78	0,793	0,033	0,093
Respiratory Rate (soluk/dk)	16,43±3,24	16,95±3,85	0,492	0,146	0,413
LF Power (ms ²)	504,33±311,58	636,20±568,30	0,127	0,287	0,812
HF Power (ms ²)	281,73±249,90	361,41±404,82	0,128	0,236	0,668
LF/HF Ratio	2,97±3,10	3,36±4,06	0,408	0,107	0,303

Sonuçlar $X \pm SS$ şeklinde verildi.

Tablo 4.10’da kontrol grubunun ikili görev öncesi ve sonrası otonom sinir sistemi değerlendirmelerinin karşılaştırılması verildi. Kontrol grubunda otonom sinir sisteminin

değerlendirildiği parametrelerin ikili görev öncesi ve sonrasının karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark kaydedilmedi ($p>0,05$).

Tablo 4.11: Denge parametrelerinde ikili göreve ait akut etkilerin gruplar arası karşılaştırılması

	Ampute Grubu (n=16)	Kontrol Grubu (n=16)	p değeri	d_{Cohen}	t değeri
Denge Değerlendirmesi					
Δ ZKYT Süresi (sn)	-1,51 $\pm$ 1,20	-0,33 $\pm$ 0,71	0,001	1,196	3,383
Δ FUT Mesafesi (cm)	1,64 $\pm$ 2,13	2,02 $\pm$ 3,44	0,708	0,132	0,373

Sonuçlar $X \pm SS$ şeklinde verildi.

FUT: Fonksiyonel Uzanma Testi; ZKYT: Zamanlı Kalk Yürü Testi.

Tablo 4.11’de ampute ve kontrol gruplarının ikili görev sonrası denge değerlendirme sonuçlarının fark değerlerinin karşılaştırılması verildi. İkili görev sonrası ZKYT süresinin fark değerlerinin karşılaştırılmasında iki grup arasında istatistiksel anlamlı bir fark vardı ($p<0,001$) ve bu fark büyük etki büyüklüğüne sahipti ($d_{Cohen}=1,196$). İkili görev sonrası FUT mesafesinin fark değerlerinin karşılaştırılmasında ise iki grup arasında istatistiksel anlamlı bir fark yoktu ($p>0,05$).

Tablo 4.12: Bilişsel fonksiyon parametrelerinde ikili göreve ait akut etkilerin gruplar arası karşılaştırılması

	Ampute Grubu (n=16)	Kontrol Grubu (n=16)	p değeri	d_{Cohen}	t değeri
Stroop Testi TBAG Formu					
Δ Bölüm 1 Test Süresi (sn)	-1,71 $\pm$ 2,24	-0,49 $\pm$ 0,42	0,052	-0,757	-2,141
Δ Bölüm 1 Hata Sayısı	-0,06 $\pm$ 0,25	0	0,325	-0,339	-0,959
Δ Bölüm 1 Düzeltme Sayısı	0	0,06 $\pm$ 0,25	0,325	-0,339	-0,959
Δ Bölüm 2 Test Süresi (sn)	1,84 $\pm$ 5,81	0,13 $\pm$ 2,27	0,284	0,387	1,095
Δ Bölüm 2 Hata Sayısı	-0,12 $\pm$ 1,08	0	0,649	-0,157	-0,444
Δ Bölüm 2 Düzeltme Sayısı	0,31 $\pm$ 0,60	0,18 $\pm$ 0,65	0,578	0,207	0,585
Δ Bölüm 3 Test Süresi (sn)	-1,05 $\pm$ 3,22	-0,81 $\pm$ 0,87	0,777	-0,101	-0,286
Δ Bölüm 3 Hata Sayısı	0,06 $\pm$ 0,25	-0,06 $\pm$ 0,25	0,168	0,480	1,358
Δ Bölüm 3 Düzeltme Sayısı	0,37 $\pm$ 0,61	0,12 $\pm$ 0,61	0,262	0,409	1,157
Δ Bölüm 4 Test Süresi (sn)	0,28 $\pm$ 16,18	-1,44 $\pm$ 1,82	0,674	0,149	0,421

Tablo 4.12: Bilişsel fonksiyon parametrelerinde ikili göreve ait akut etkilerin gruplar arası karşılaştırılması. (Devam)					
ΔBölüm 4 Hata Sayısı	-0,37±0,80	0,00±0,36	0,100	-0,596	-1,686
ΔBölüm 4 Düzeltme Sayısı	-0,18±0,65	-0,18±0,65	1,000	-	-
ΔBölüm 5 Test Süresi (sn)	-1,60±5,81	-1,96±3,63	0,835	0,074	0,209
ΔBölüm 5 Hata Sayısı	-0,25±0,85	-0,18±0,75	0,828	-0,087	-0,246
ΔBölüm 5 Düzeltme Sayısı	0,18±0,75	0,00±1,15	0,590	0,185	0,523
ΔStroop Etkisi 1	-0,55±6,85	-1,15±3,77	0,762	0,108	0,305
ΔStroop Etkisi 2	0,10±7,10	-1,46±3,78	0,441	0,274	0,775
İz Sürme Testi					
ΔA Formu 1. Kısım Süresi (sn)	-1,50±1,81	-0,47±0,61	0,040	-0,762	-2,155
ΔA Formu 2. Kısım Süresi (sn)	-4,15±13,42	-3,54±4,88	0,867	-0,060	-0,170
ΔB Formu 1. Kısım Süresi (sn)	-0,99±2,94	-0,79±0,76	0,787	-0,093	-0,263
ΔB Formu 2. Kısım Süresi (sn)	0,86±24,76	-10,95±6,42	0,074	-0,652	-1,844
ΔB Formu- A Formu Süresi (sn)	5,03±26,24	-7,40±8,39	0,081	0,638	1,805
ΔB Formu / A Formu Süresi (sn)	0,19±0,85	-0,02±0,87	0,475	0,244	0,690
ΔNelson El Reaksiyon Testi Süresi (sn)	-1,39±2,96	-1,04±2,47	0,715	-0,128	-0,362

Sonuçlar $X \pm SS$ şeklinde verildi.

Tablo 4.12’de ampute ve kontrol gruplarının ikili görev sonrası bilişsel fonksiyon değerlendirme sonuçlarının fark değerlerinin karşılaştırılması verildi. ikili görev sonrası iz sürme testinin A formu 1. kısım süresi fark değerlerinin karşılaştırılmasında ampute grubu ile kontrol grubu arasında istatistiksel anlamlı bir fark vardı ($p=0,040$) ve bu fark büyük etki büyüklüğüne sahipti ($d_{Cohen}=-0,762$). İkili görev sonrası bilişsel fonksiyon değerlendirmesine ait diğer parametrelerin fark değerlerinin karşılaştırılmasında ise iki grup arasında istatistiksel anlamlı bir fark yoktu ($p>0,05$).

Tablo 4.13: Otonom sinir sistemi parametrelerinde ikili göreve ait akut etkilerin gruplar arası karşılaştırılması

	Ampute Grubu (n=16)	Kontrol Grubu (n=16)	p değeri	d_{Cohen}	t değeri
KHD Parametreleri					
ΔKH (atım/dk)	2,18 $\pm$ 3,27	-0,62 $\pm$ 5,12	0,074	0,651	1,841
$\Delta RMSSD$ (ms)	-2,12 $\pm$ 5,13	2,62 $\pm$ 7,75	0,051	-0,721	-2,039
ΔPNS -İndeks (ms ²)	-0,19 $\pm$ 0,27	0,14 $\pm$ 0,40	0,009	-0,967	-2,735
ΔSNS -İndeks (ms ²)	0,46 $\pm$ 0,72	0,05 $\pm$ 0,76	0,125	0,553	1,564
$\Delta Mean$ RR (ms)	22,98 $\pm$ 189,41	13,14 $\pm$ 43,02	0,841	0,071	0,201
$\Delta Stress$ İndeks	1,00 $\pm$ 4,71	0,19 $\pm$ 2,85	0,557	0,208	0,588
$\Delta Respiratory$ Rate (soluk/dk)	-0,13 $\pm$ 4,14	0,52 $\pm$ 2,98	0,611	-0,180	-0,509
ΔLF Power (ms ²)	-95,34 $\pm$ 605,18	131,86 $\pm$ 326,59	0,196	-0,467	-1,321
ΔHF Power (ms ²)	-33,41 $\pm$ 115,38	79,68 $\pm$ 198,05	0,058	-0,697	-1,971
$\Delta LF/HF$ Ratio	1,64 $\pm$ 3,96	0,38 $\pm$ 1,82	0,258	0,408	1,154

Sonuçlar $X \pm SS$ şeklinde verildi.

Tablo 4.13'te ampute ve kontrol gruplarının ikili görev sonrası otonom sinir sistemi değerlendirme sonuçlarının fark değerlerinin karşılaştırılması verildi. İkili görev sonrası KHD parametrelerinden yalnızca PNS-İndeks fark değerlerinin karşılaştırılmasında ampute grubu ile kontrol grubu arasında istatistiksel anlamlı bir fark vardı ($p=0,009$) ve bu fark büyük etki büyüklüğüne sahipti ($d_{Cohen}=-0,967$). İkili görev sonrası otonom sinir sistemi değerlendirmesine ait diğer parametrelerin fark değerlerinin karşılaştırılmasında ise iki grup arasında istatistiksel anlamlı bir fark yoktu ($p>0,05$).

5. TARTIŞMA

5.1 TARTIŞMA

Bu çalışmanın amacı, alt ekstremitte amputasyonuna sahip bireylerde ikili görev koşullarının fiziksel, bilişsel ve fizyolojik fonksiyonlar üzerine olan akut etkilerini incelemek ve sağlıklı kontroller ile kıyaslamaktır. Çalışmaya 16 ampute birey ve 16 ampute bireylerin yakınlarından benzer demografik özelliklerde seçilen sağlıklı birey olmak üzere toplam 32 katılımcı dahil edildi. Gruplar arasında yaş, cinsiyet ve eğitim düzeyi gibi temel demografik değişkenlerde anlamlı bir fark saptanmadı. Ancak, ampute grubunun fiziksel ve bilişsel performansı başlangıçta kontrol grubuna göre daha düşüktü, fizyolojik parametrelerde ise fark yoktu. İkili görev sonrası ampute grubunda; denge parametrelerinden ZKYT süresinde anlamlı düşüş ve FUT mesafesinde anlamlı artış tespit edildi. Bilişsel değerlendirmelerde ST Bölüm 1 ve 3, İST A Formu 1. Kısım (A1) süresinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma ancak ST Bölüm 3 düzeltme sayısında anlamlı bir artış kaydedildi. Otonom sinir sistemi yanıtlarından kalp hızı ve sempatik sistem aktivitesini yansıtan SNS İndeks anlamlı artış gösterirken parasempatik sistem aktivitesini yansıtan PNS İndekste ise anlamlı azalma kaydedildi. Kontrol grubunda ise ikili görev sonrası hem fiziksel hem de bilişsel parametrelerde daha yaygın anlamlı gelişmeler izlendi. Kontrol grubunun ZKYT süresinde azalma, FUT mesafesinde ise artış saptandı. Bilişsel değerlendirmelerde kontrol grubunda ST Bölüm 1, 3, 4 ve 5 sürelerinde ve İST A1, A2, B1, B2 süreleri ile B-A skorunda istatistiksel olarak anlamlı azalma kaydedildi. Kontrol grubunun ikili görev sonrası otonom sinir sistemi değerlendirmesinde ise fark bulunamadı. Gruplar arası karşılaştırmalarda ZKYT süresi ve İST A1 süresinde ampute grup lehine anlamlı fark bulunurken PNS İndekste ise kontrol grubu lehine anlamlı fark kaydedildi.

Ampute bireylerde yapılan çalışmalar çoğunlukla fiziksel değerlendirmeler üzerine yoğunlaşmıştır. Rehabilitasyon başarısı, sıklıkla yürüyüş parametrelerindeki iyileşmeler ile ölçülmüştür (Omana et al., 2023). Ancak son yıllarda yapılan çalışmaların sonuçları, protez kullanımının yalnızca ambulasyon becerisini yeniden kazandırmakla sınırlı olmadığını; aynı

zamanda bireylerin günlük yaşama yeniden entegrasyonunu kolaylaştıran çok boyutlu bir adaptasyon süreci olduğunu vurgulamaktadır. Özellikle protezle birlikte yürürken konuşmak, yön değiştirmek ya da bir nesneyi taşımak gibi ikili görev durumlarında, bireyin hem motor hem de bilişsel kaynaklarını eş zamanlı olarak koordine etmesi gerekmektedir (Moreira et al., 2021, Frengopoulos et al., 2018). Ampute bireylerin bu tür ikili görev durumlarında, protezle yürüyüş sırasında bilişsel kaynaklara duyduğu artmış ihtiyaç, yürüme otomatikliğini azaltmakta ve görev performansında kayıplara neden olmaktadır (Morgan et al., 2016).

Mevcut çalışmalarda, ikili görevlerin denge ve yürüyüş hızı parametrelerinde anlamlı düzeyde performans kaybına yol açtığı bildirilmektedir. Alt ekstremitte amputelerinde fiziksel performans, denge ve yürüyüş hızı değerlendirmelerinde ise çeşitli ölçüm araçlarının yaygın biçimde kullanıldığı görülmektedir. Özellikle yürüme hızı ve kapasitesinin değerlendirilmesinde 2DYT; mobilite ve postüral dengeyi değerlendirmede ise ZKYT ve FUT, geçerliği kanıtlanmış ve sıklıkla tercih edilen ölçüm araçlarıdır (Highsmith et al., 2016, Demirdel and Erbahçeci, 2020). Çalışmamızda da bu doğrultuda, ampute popülasyonda yaygın olarak kullanılan 2DYT birinci görev olarak belirlendi ve katılımcılardan 2 dakika boyunca kendi belirledikleri en hızlı tempoda yürümeleri istendi. Yürüyüş sırasında sırasıyla motor ve bilişsel ikili görevler eklendi ve bu uygulamaların akut etkilerini değerlendirebilmek amacıyla ikili görev öncesi ve sonrası denge ölçümleri ZKYT ve FUT ile yapıldı.

Literatürde, amputelerde ikili görev performansına odaklanan çalışmaların yanı sıra, ikili görev temelli egzersizlerin rehabilitasyon programlarına entegrasyonu ile uzun dönem sonuçlarını değerlendiren araştırmalar da mevcuttur. Bu çalışmalar, ikili görev yüklenmesinin motor ve bilişsel performansı olumsuz etkilediği, ancak uzun süreli eğitimin motor ve bilişsel sistemlerde adaptif yeniden yapılanmayı desteklediğini göstermektedir (Moreira et al., 2021, Morgan et al., 2016). Literatürde, tek seferlik bir ikili görev uygulamasını takiben fiziksel performans, bilişsel işlevler ve otonom sinir sistemi parametrelerinde meydana gelen akut değişimleri çok boyutlu biçimde değerlendiren bir çalışmaya, bildiğimiz kadarıyla yer verilmemiştir.

Çalışmamızda, ampute bireylerin bir motor görev (yürüme) sırasında bilişsel ve motor ikincil görevleri eşzamanlı olarak yerine getirmesi sağlandı; bu ikili görev uygulamasının öncesinde ve sonrasında fiziksel, bilişsel ve fizyolojik parametrelerdeki akut değişimler değerlendirildi ve elde edilen sonuçlar sağlıklı bireylerle karşılaştırıldı. Elde edilen bulguların, amputelerde ikili göreve ait akut etkileri ortaya koyarak hem rehabilitasyon sürecinde

karşılaşılabilecek zorlukların daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayabileceğini, hem de ikili görev temelli müdahale programlarının planlanmasında klinik açıdan bu zorlukları yönetmede yol gösterici olabileceğini düşünmekteyiz.

5.1.1 Fiziksel Fonksiyon ve Denge

Yürüyüş hızı, literatürde ikili görev etkilerinin değerlendirilmesinde yaygın şekilde kullanılan objektif bir parametre olarak öne çıkmaktadır. Yapılan çalışmalarda tek ve ikili görev koşullarında ampute bireylerin düz ve engelli zeminlerde yürüyüş hızlarının sağlıklı bireylerden anlamlı düzeyde daha düşük olduğu bildirmiştir (Sturk et al., 2018, Morgan et al., 2016). Ampute bireylerde yürüyüşle eş zamanlı görevlerin etkilerini inceleyen sistematik bir derlemede, ikili görevlerin yürüyüş hızı, simetrisi ve postüral denge üzerinde belirgin etkiler yarattığı raporlanmıştır (Omana et al., 2023). Benzer biçimde, çalışmamızda ampute grubunun ikili görev eşliğinde gerçekleştirdiği 2DYT'deki mesafe ve yürüyüş hızı, kontrol grubuna kıyasla anlamlı düzeyde daha düşük bulundu. Ampute bireylerde protez kullanımı sırasında artan dikkat gereksinimi ve dengeyi koruma ihtiyacı, bilişsel-motor kaynakların eşzamanlı kullanımını zorlaştıran ve performansta gözlenen azalmanın altında yatan potansiyel bir mekanizma olarak değerlendirilebilir.

İkili görev eğitimleri sonrasında yürüyüş hızı ve simetrisinde iyileşmelerin görüldüğü literatürde bildirilmiştir. Ayrıca, ikili görevin denge kontrolünü geliştirdiği de rapor edilmiştir (Highsmith et al., 2016, Omana et al., 2023). Çalışmamızda tek oturumluk ikili görev sonrasında bile hem ampute hem de kontrol grubunda ZKYT süresi azaldı, FUT mesafesi ise arttı. Gruplar arası karşılaştırmada ise ZKYT süresindeki değişim açısından ampute grubun lehine anlamlı fark tespit edildi, FUT mesafesi açısından ise anlamlı fark bulunmadı. Elde edilen bulgular, ikili görevlerin ampute ve sağlıklı bireylerde fiziksel performans ve denge çıktılarında akut olarak artış sağladığını ortaya koydu. Bulgularımız, literatürde ikili görevin denge performansında otomatikleşmeyi artırdığına ilişkin sonuçlarla uyumludur (O'shea et al., 2002, Demirdel and Erbahçeci, 2020). İkili görev sırasında artan dikkat düzeyi ve uyarılmışlık hali denge performansını artırmış olabilir. Ayrıca, bu artış motor görevlere ayrılan bilişsel kaynakların yeniden düzenlenmesi sonucunda refleksif postüral stratejilerin devreye girmesiyle de ilişkili olabilir. Bu mekanizmalar, kısa süreli bir uygulama gerçekleştirilmiş olmasına rağmen denge parametrelerinde gözlenen akut artışı açıklayabilir. ZKYT'deki iyileşmenin belirginleşmesi ise, ikili görevlerin özellikle dinamik postüral kontrol sistemlerini uyarması ile

ilişkili olabilir. Bu bulgular ışığında, amputelere özgü rehabilitasyon programlarına entegre edilecek ikili görev temelli egzersizlerin, denge ve yürüme performansını artırmada etkili bir araç olabileceği düşünülebilir.

5.1.2 Bilişsel Fonksiyonlar

Bilişsel fonksiyonlar; bilgi işleme, dikkat, bellek ve yürütücü kontrol yoluyla çevresel uyuma katkı sağlayan zihinsel süreçlerdir. Bu fonksiyonlar yaş, sistemik hastalıklar ve travmalardan etkilenir (Dexter and Ossmy, 2023). Literatürde özellikle travma ve diyabet sebebiyle amputasyon cerrahisi geçiren bireylerde bilişsel işlevlerde azalma görülebileceği bildirilmiştir. Alt ekstremitte amputelerinde yürüyüş sırasında artan dikkat ihtiyacı, proprioseptif kayıplar ve protez kullanımı nedeniyle bilişsel kaynaklar daha yoğun kullanılır; bu durum özellikle dikkat, işleme hızı ve yürütücü işlevlerde sınırlılıklara yol açabilir (Willrich et al., 2005, Morgan et al., 2014). Özellikle ikili görev koşullarında bilişsel performansta azalmalar bildirilmiştir. Literatürde bu etkiler görsel ve işitsel Stroop Testi, İST ve reaksiyon zamanı gibi nöropsikolojik testlerle değerlendirilmiştir (Omana et al., 2023). Çalışmamızda, bilişsel fonksiyonların dikkat, işleme hızı, inhibisyon, çalışma belleği ve yürütücü işlevlerin farklı bileşenlerini kapsamlı biçimde değerlendirmek amacıyla Stroop Testi TBAG Formu, İST ve Nelson El Reaksiyon Testi kullanıldı.

Coffey ve arkadaşları (2012), alt ekstremitte amputelerinde bilişsel fonksiyonları inceledikleri derlemede, ampute bilişsel performansta düşüşün genel popülasyona kıyasla daha yaygın olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca yürütücü işlevlerdeki yetersizliklerin ampute bireylerin protezle yeni bir hareket modeli öğrenme ve günlük yaşam aktivitelerinde bağımsızlık kazanma süreçlerini zorlaştırabileceğini vurgulamıştır (Coffey et al., 2012). Çalışmamızda ikili görevler öncesinde ampute ve sağlıklı grupların bilişsel performans düzeyleri karşılaştırıldığında, ST Bölüm 1 ve 5 süreleri, Stroop Etkisi 1-2, İz Sürme A Formunun her iki kısmı ve B/A oranı açısından gruplar arasında anlamlı farklar saptandı. Bu bulgular, ampute bireylerin sağlıklı bireylere kıyasla daha düşük bilişsel performans sergilediklerini ve bu durumun literatürde bildirilen eğilimlerle örtüştüğünü göstermektedir (Coffey et al., 2012, Morgan et al., 2014). Katılımcılarımızın tamamının travmaya bağlı amputasyon geçirmiş olması hem amputasyonun kendisinin hem de travmatik sürecin yürütücü işlevler ve dikkat mekanizmaları üzerinde etkili olabileceğini düşündürmektedir.

Ampute grubun ST Bölüm 1 ve İz Sürme A1 süresindeki anlamlı düşüş, ikili görev uygulaması sonrasında işleme hızında olumlu bir akut etki oluştuğunu göstermektedir. Bu etki, dikkat gerektiren basit bilişsel görevlerde daha belirgin görünmektedir. Ancak ST Bölüm 3 düzeltme sayısındaki artış, ampute bireylerin inhibisyon yükü arttıkça hata yapma eğilimlerinin arttığını düşündürmektedir. Bu bulgular, kompleks görevlerde yürütücü kontrol işlevlerin sınırlı bir adaptif yanıt kapasitesine işaret etmektedir. Knaepen ve arkadaşları (2015), motor ve bilişsel görevlerin eş zamanlı uygulanması sırasında prefrontal korteksin fizyolojik olarak daha aktif hale geldiğini ve bilişsel yükün arttığını bildirmiştir (Knaepen et al., 2015). Bu bulgulara göre, ampute bireylerde bilişsel süreçlerin akut yüklenme karşısında sınırlı ancak potansiyel olarak geliştirilebilir olduğunu düşünmekteyiz.

Kontrol grubunda ise ST'nin 1., 3., 4. ve 5. bölümlerindeki sürelerin anlamlı şekilde azalması, hem dikkat hem de yürütücü işlevlerde belirgin bir akut artış olduğunu göstermektedir. Ayrıca İST A ve B formlarında sürelerin anlamlı düzeyde kısalması, bu grubun hem işleme hızı hem de set değiştirme becerilerinde yüksek düzeyde bilişsel esneklik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Özellikle Stroop 4 ve 5 kartlarının inhibisyon ve dikkat kontrolünü ölçtüğü göz önüne alındığında, ikili görevlerin yürütücü işlevler üzerindeki etkisinin bu grup için daha belirgin olduğu görüldü. Moreira ve arkadaşları (2021), hem anlık hem uzun süreli ikili görev uygulamalarının yürütücü işlevler ve dikkat üzerinde olumlu etkiler yarattığını vurgulamış; özellikle daha önce egzersiz tecrübesi olan bireylerin bu tür görevlerden daha fazla fayda sağladığını göstermiştir (Moreira et al., 2021). Bu bulgu, sağlıklı grubun daha belirgin gelişim göstermesini desteklemektedir. Çalışmamızda sağlıklı bireylerin Stroop ve İz Sürme Testi skorlarında anlamlı gelişmeler göstermesi, bu bireylerin bilişsel esneklik ve inhibisyon becerilerinin güçlü olduğunu ortaya koydu. Bu iyileşmenin, ikili görevlerin prefrontal kortekste fizyolojik aktiviteyi artırması yoluyla yürütücü işlevleri geçici olarak desteklemesinden kaynaklanmış olabileceği düşünmekteyiz. Ayrıca sağlıklı bireylerin daha yüksek bilişsel rezerv kapasitesi ve egzersiz alışkanlıkları da bu adaptif performansa katkı sağlamış olabilir. Ancak bu çalışmada mevcut fiziksel aktivite seviyesinin değerlendirilmemesi bir sınırlılık olup gelecekte planlanan çalışmalarda göz önünde bulundurulabilir.

Gruplar arası karşılaştırmada sadece İz Sürme A1 süresi farkında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlemlendi. Bu durum, ikili görevlerin akut etkisinin her iki grupta da benzer yönlü değişimler oluşturduğunu, ancak etki düzeyinin bazı temel dikkat görevlerinde daha

belirgin olabileceğini düşündürmektedir. Ampute bireylerin başlangıç düzeyindeki düşük bilişsel performansı dikkate alındığında, gözlenen gelişimlerin görece sınırlı kalması, amputasyon sonrası yürütücü işlevlerde meydana gelen yavaş ve kademeli adaptasyon sürecine işaret etmektedir (Coffey et al., 2012). Literatürde ikili görev eğitimlerinin bilişsel fonksiyonlar üzerinde iyileşmelere yol açtığını bildiren çalışmalar mevcuttur (Omana et al., 2023). Ancak ikili görevlerin akut etkisinin sınırlı olduğunu düşünmekteyiz.

Alt ekstremitte amputasyonunun dikkat ve yürütücü işlevlerde zayıflama ile ilişkili olduğu ve ampute bireylerin bilişsel rehabilitasyon ihtiyaçlarının sıklıkla göz ardı edildiği bildirilmektedir. Yürüyüş paterninin otomatikleşmediği bireylerde ikili görev temelli uygulamaların dikkat ve planlama gibi bilişsel alanları destekleyerek fonksiyonel bağımsızlığa katkı sağlayabileceği belirtilmiştir (Willrich et al., 2005, Hafner et al., 2007, Morgan et al., 2014). Çalışmamızda, ikili görevlerin hem ampute hem de sağlıklı bireylerde akut bilişsel kazanımlar sağladığı görüldü. Bu bulgular, ikili görevlerin özellikle yürütücü işlevleri hedefleyen bilişsel rehabilitasyon protokollerine entegre edilmesinin, ampute bireylerin bilişsel kapasitesini güçlendirmek ve protez ile yürüyüş esnasında daha etkin bir performans sergilemelerini desteklemek açısından potansiyel faydalar sunabileceğini düşündürmektedir.

5.1.3 Otonom Sinir Sistemi Değerlendirmesi

Alt ekstremitte amputasyonu, sadece motor kayıplarla sınırlı kalmayıp, aynı zamanda otonom sinir sistemi üzerinde de fizyolojik etkiler oluşturabilmektedir. Amputasyon sonrasında gelişen nörofizyolojik yeniden yapılanma süreci, sempatik ve parasempatik sistemler arasındaki dengeyi etkileyerek kalp hızı regülasyonu, vasküler tonus kontrolü, barorefleks duyarlılığı ve stres yanıtı gibi temel otonom işlevlerde yetersizliklere neden olabilmektedir (Karemaker, 2017). Literatürde, amputasyon sonrasında baroreseptör duyarlılığında azalma ve norepinefrin düzeylerinde artış olduğu; buna eşlik eden sempatik aktivite artış ve kalp hızı değişkenliğindeki düşüşün sempatovagal dengenin bozulduğunu gösterdiği bildirilmektedir. Bu fizyolojik değişimlerin, dolaşım sisteminin otonom regülasyon kapasitesini zayıflattığı ve otonom sistemin hem istirahat hem de efor sırasında homeostatik dengeyi sürdürebilme yetisini sınırladığı öne sürülmektedir (Hagiga et al., 2023, Prvu-Bettger et al., 2009). Çalışmamızda otonom sinir sistemi değerlendirmesi, dış faktörlerin etkisini en aza indirmek ve ölçümlerin içsel geçerliliğini artırmak amacıyla değerlendirmel aşamasında ilk sıraya alındı. Bu şekilde, özellikle stres, bilişsel efor veya fiziksel aktivite gibi diğer testlerin OSS parametreleri üzerinde

oluşturabileceği akut fizyolojik değişikliklerin önüne geçilmesi amaçlandı. Her iki grupta da ikili görevler öncesi otonom sinir sistemi yanıtlarına bakıldığında, kalp hızı değişkenliği parametreleri açısından ampute ve sağlıklı bireyler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı. Ampute katılımcıların amputasyon üzerinden geçen süreleri (ortalama 114,93 ay) ve protez kullanım süreleri (ortalama 104,5 ay) literatürdeki ampute popülasyonda yapılan çalışmalarda katılımcıların ortalamalarından daha yüksek bulundu (Amtmann et al., 2015). Bu durumun, uzun süreli amputasyon geçmişine bağlı olarak gelişen fizyolojik adaptasyon mekanizmaları yoluyla otonom sinir sistemi yanıtlarının dengelenmiş olmasından kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz.

Literatürde, amputasyon ile KHD parametreleri arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar sınırlıdır ancak amputasyon sonrası sempatik aktivitenin arttığı, parasempatik aktivitenin baskılandığı bildirilmiştir (Naschitz and Lenger, 2008). Hafner ve arkadaşları (2007), protezle işlevselliği yüksek düzeyde olan bireylerde ise OSS parametrelerinin normal popülasyona daha yakın seyrettiğini belirtmişlerdir (Hafner et al., 2007). Bizim çalışmamızda yer alan ampute katılımcıların tamamı travmatik nedenlerle amputasyon geçirmiş, herhangi bir diyabet, kardiyovasküler hastalık veya metabolik sendrom gibi kronik hastalık öyküsüne sahip olmayan, dolayısıyla sistemik OSS açısından düşük risk taşıyan bireylerden oluşmaktaydı. Bu durum, sempatovagal dengenin göreceli olarak korunmuş olmasına katkıda bulunmuş olabilir. Ayrıca, örneklemimizdeki bireylerin büyük çoğunluğu uzun süredir protez kullanan ve günlük yaşam aktivitelerinde bağımsız şekilde işlev görebilen, stabil bir klinik tabloya sahip bireylerdi. Bu da OSS'nin zaman içerisinde çevresel uyaranlara ve fiziksel aktiviteye karşı çeşitli adaptasyonlar geliştirebileceğini düşündürmektedir. Tüm bu faktörler birlikte değerlendirildiğinde, travmatik etiyolojiye sahip, sistemik komorbiditesi olmayan ve fonksiyonel düzeyi korunmuş ampute bireylerde OSS'nin sağlıklı bireylere yakın değerler göstermesi beklenen bir sonuç olarak değerlendirilebilir.

Çalışmamızda, ampute bireylerde ikili görev öncesi ve sonrası OSS yanıtları değerlendirildiğinde, özellikle PNS indeksinde anlamlı azalma, SNS indeksinde ve kalp hızında ise anlamlı artış gözlemlendi. Amputasyon sonrası OSS dengesinin hassas bir düzeyde seyrettiğini ve eklenen motor-bilişsel stres yüklenmesinin sempatik aktiviteyi artırarak parasempatik baskılanmayı daha da derinleştirdiğini göstermektedir. PNS indeksindeki azalma vagal tonusun zayıfladığını, SNS indeksindeki artış ise sempatik sistemin aktive olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Benzer biçimde, Karemaker ve arkadaşları (2017), KHD ölçümleriyle elde edilen

sempatovagal parametrelerin özellikle psikolojik ve bilişsel yük altında hızlı değişkenlik gösterebildiğini vurgulamıştır (Karemaker, 2017). Kalp hızındaki artış, OSS aktivitesinin dışavurumlarından biri olarak görev sırasında artan fizyolojik talebin bir sonucu olarak yorumlanabilir. Artan kalp hızı, yürüme ve dikkat gibi eş zamanlı motor- bilişsel aktivitelerin OSS üzerindeki yükünü yansıtmaktadır. Coffey ve arkadaşları (2012), amputasyon geçirmiş bireylerde bilişsel görevlerin OSS yanıtlarını artırdığını ve yürütücü işlevle ilişkili stresin sempatik aktivasyonu tetikleyebileceğini ifade etmiştir (Coffey et al., 2012).

Buna karşın, kontrol grubunda ikili görev öncesi ve sonrası tüm OSS parametreleri açısından anlamlı bir fark gözlenmedi. Sağlıklı bireylerin parasempatik ve sempatik sistem dengesini kısa süreli stres karşısında daha iyi koruyabildikleri gözlemlendi. Laborde ve arkadaşları (2017), yüksek bilişsel rezerv kapasitesine sahip bireylerin KHD düzeylerini stabilize etme becerilerinin daha yüksek olduğunu, bu durumun OSS'nin daha esnek ve dirençli yanıtlar üretmesini sağladığını ifade etmişlerdir (Laborde et al., 2017). Kontrol grubunun başlangıç değerlendirmelerindeki bilişsel ve fiziksel performanslarının ampute gruptan daha yüksek olması ve sağlıklı bireylerin günlük yaşamlarında benzer ikili görevleri sıkça deneyimlemeleri, bu görevlerin onlar için ek bir fizyolojik yük oluşturmamasına neden olmuş olabilir. Bu durum, sağlıklı bireylerde otonom sinir sistemi dengesinin korunmasını kolaylaştırarak, parasempatik ve sempatik yanıtların daha stabil ve dirençli seyretmesine katkı sağlamış olabilir.

İkili görev sonrası gruplar arası karşılaştırmalarda ise yalnızca PNS indeks farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Ampute bireylerin ikili görev sonrası parasempatik aktivitesinde belirgin bir düşüş yaşanırken, kontrol grubunun OSS dengesini koruduğunu göstermektedir. PNS indeksindeki bu düşüş, amputasyon sonrası bireylerde vagal tonusun daha kırılgan olduğunu ve özellikle dikkat, planlama ve yürütücü işlev içeren görevlerin OSS üzerinde daha yoğun bir baskı oluşturduğunu ortaya koymaktadır. Omana ve arkadaşları (2023), alt ekstremitte amputelerinde ikili görevin hem bilişsel hem de fizyolojik sistemlerde artan yük oluşturduğunu, özellikle OSS üzerinden yansımalarının dikkatle izlenmesi gerektiğini bildirmiştir (Omana et al., 2023).

KHD parametrelerinden RMSSD, Stress İndeks ve LF/HF oranında anlamlı bir değişim gözlenmemiş olması, bu göstergelerin daha uzun süreli stres yanıtları için duyarlı olduğunu ve akut değişimlerde sınırlı varyasyon gösterebileceğini düşündürmektedir (Billman, 2013). Hafner ve arkadaşları (2007), protezli bireylerde OSS stabilizasyonunun fonksiyonel bağımsızlıkla yakından ilişkili olduğunu belirtmiş ve özellikle dikkat dağıtıcı koşullar altında

OSS'nin düzenlenmesinin rehabilitasyon başarısı üzerinde belirleyici olabileceğini vurgulamıştır (Hafner et al., 2007). Çalışmamız ampute bireylerde OSS'nin akut motor-bilişsel yüklenmelere karşı daha hassas bir yapıya sahip olduğunu göstermiştir. Kısa süreli kalp hızı artışı, parasempatik baskılanma ve sempatik aktivasyondaki değişimler, rehabilitasyon süreçlerinde yalnızca fiziksel performans değil, fizyolojik stres toleranslarının da dikkate alınması gerektiğine işaret etmektedir.

Elde edilen verilere göre gruplar arası karşılaştırmalarda başlangıçta fiziksel ve bilişsel performansta anlamlı farklar gözlemlendi, ancak ikili görev sonrası değişim düzeyleri çoğunlukla benzer bulundu. Sonuçlar, ikili görev uygulamasının özellikle dikkat ve yürütücü işlevler üzerinde olumlu etkiler yarattığını gösterdi. Ancak ampute bireylerde inhibisyon yükü arttıkça hata yapma eğilimi yükseldi ve bilişsel kazanımlar daha sınırlı kaldı. Ayrıca otonom sinir sistemi yanıtlarında, gruplar arası karşılaştırmada sadece PNS indeksinde kontrol grubu lehine anlamlı fark saptandı; bu durum, ampute bireylerin kısa süreli stres karşısında parasempatik dengeyi sürdürmede yetersiz kaldığını ortaya koydu.

5.2 ÇALIŞMANIN SINIRLILIĞI

Çalışmamızdaki ampute katılımcıların tamamının travma kaynaklı amputasyon geçirmiş olması ve kronik hastalığa sahip bireylerin dışlanması, örneklemin homojenliğini artırsa da klinik çeşitliliği sınırlandırmıştır. Bu nedenle elde edilen sonuçlar, vasküler nedenli amputasyon geçirmiş ya da komorbid hastalıklara sahip ampute bireylere genellenmemelidir.

Bir diğer sınırlılık ise katılımcılar 2 Dakika Yürüme Testi'ni sadece ikili görevler eşliğinde gerçekleştirmiş ve eşlik eden bir görev olmaksızın yürüme hızı ve mesafesinin kaydedilmemiş olmasıdır. Bu sebeple katılımcıların ikili görev performansı ve ikili görev maliyeti değerlendirilememiştir.

5.3 SONUÇ

Bu çalışma, alt ekstremité amputasyonu geçirmiş bireylerde ikili görev uygulamalarının bilişsel, fiziksel ve otonom sinir sistemi üzerindeki akut etkilerini değerlendirerek sağlıklı kontroller ile kıyaslamak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmamıza transtibial veya transfemoral amputasyona sahip 16 alt ekstremité protezi kullanıcısı ve 16 sağlıklı birey dahil edildi. Elde edilen bulgular, ikili görev uygulamalarının akut düzeyde fiziksel performans ve

bazı bilişsel işlevler üzerinde olumlu etkiler yaratabileceğini göstermektedir. Ampute bireylerde, Zamanlı Kalk Yürü Testi ve Fonksiyonel Uzanma Testi gibi denge ve mobiliteye ilişkin parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı gelişme kaydedilmiştir. Benzer şekilde, Stroop Testi ve İz Sürme Testi sonuçlarında da dikkat ve işleme hızını yansıtan temel göstergelerde olumlu değişimler gözlenmiştir. Ancak ampute bireylerin inhibisyon yükü arttıkça hata yapma eğiliminin arttığını ve kompleks görevlerdeki kontrol işlevlerinde sınırlı bir adaptasyon olduğu görülmüştür.

Buna karşılık, otonom sinir sistemi değerlendirmelerinde özellikle parasempatik sinir sistemini yansıtan PNS indeksinde anlamlı bir düşüş saptanmış, bu da ikili görev uygulamasının ampute bireylerde vagal tonusu baskılayabileceğini ortaya koymuştur. Kalp hızı ve sempatik aktivite göstergelerinde artış gözlenmesine rağmen, diğer OSS parametrelerinde anlamlı değişimler saptanmamıştır. Genel olarak değerlendirildiğinde, ikili görev uygulamalarının ampute bireyler için akut bilişsel ve fiziksel kazanımlar sağlayabilirken, parasempatik sistem üzerindeki etkileri göz önünde bulundurularak bu bireylerin fizyolojik stres yüküne karşı daha dikkatli şekilde takip edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

5.4 ÖNERİLER

Bu çalışmada elde edilen bulgular doğrultusunda, alt ekstremité amputasyonu olan bireylerde ikili görev temelli uygulamaların, akut düzeyde fiziksel performans ve bilişsel işlevlerde olumlu etkiler yarattığı görüldü. Bu nedenle, ampute ve protez rehabilitasyonunda ikili görevlerin sistematik biçimde uygulanması önerilmektedir. Denge ve yürüyüşe yönelik işlevsel değerlendirmelerle birlikte, bilişsel işlevleri hedefleyen dikkat, işleme hızı ve yürütücü kontrol temelli egzersizler, motor-bilişsel bütünlüğü destekleyerek fonksiyonel bağımsızlığı artırabilir.

İkili görev uygulamalarının ampute bireylerde parasempatik aktivitede akut düşüşe neden olduğu göz önünde bulundurulduğunda, bu bireylerin fizyolojik stres yanıtları dikkatle izlenmelidir. KHD tabanlı OSS değerlendirmeleri, bireyselleştirilmiş egzersiz programlarının fizyolojik sınırlar içinde planlanmasına yardımcı olabilir. Özellikle sempatik-parasempatik dengeyi bozabilecek yoğun bilişsel yüklenmelerin, uygulamalar sırasında OSS takibi ile kontrol altına alınması önerilmektedir.

Literatürde ikili görevlerin performansa olan etkileri geniş şekilde değerlendirilmiş olsa da, görev sonrasındaki akut etkileri inceleyen çalışmalar oldukça sınırlıdır. Ayrıca ikili görevlerin nasıl uygulanacağına dair standart bir protokol bulunmamaktadır. Bu nedenle, gelecekteki çalışmalarda görev türü, karmaşıklık düzeyi ve görev sırası gibi değişkenlerin fiziksel, bilişsel ve otonom sistemler üzerindeki etkileri ayrıntılı olarak araştırılmalıdır.

Daha geniş ve heterojen örneklerle yapılacak boylamsal ve takipli çalışmalarda, amputasyonun seviyesi, protez türü, günlük protez kullanım süresi ve psikososyal faktörler gibi değişkenlerin de dikkate alınması önemlidir. Bu çalışmalar, ikili görev uygulamalarının sadece akut etkilerini değil, aynı zamanda uzun vadeli uyum süreçlerine olan katkılarını ortaya koyarak klinik uygulamaların yönlendirilmesine katkı sağlayabilir.

6. KAYNAKLAR

- ABERNETHY, B., HANNA, A. & PLOOY, A. 2002. The attentional demands of preferred and non-preferred gait patterns. *Gait & Posture*, 15, 256-265.
- AKIN, M. B. 2023. *Serebral Palsili Hastalarda süreli Kalk yürü Ve 30 Saniye Otur Kalk Testlerinin Fonksiyonel Kapasiteyi değerlendirmedeki Yerinin araştırılması*. Dokuz Eylul Universitesi (Turkey).
- AKYÜZ, G. & MA, L. 2012. Otonom sinir sistemi anatomisi ve değerlendirilmesi. *Türkiye Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Dergisi*, 58, 1-5.
- AMTMANN, D., MORGAN, S. J., KIM, J. & HAFNER, B. J. 2015. Health-related profiles of people with lower limb loss. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 96, 1474-1483.
- ARSLAN, D. & ÜNAL ÇEVİK, I. 2022. Interactions between the painful disorders and the autonomic nervous system. *Agri-the journal of the turkish society of algology*, 34.
- ATAGÜN, M. İ., BALABAN, Ö. D., ALTINBAŞ, K., YEŞİLYURT, S. & TAN, D. 2010. İki uçlu bozuklukta bilişsel işlev bozukluklarının klinik belirleyicileri ve bilişsel ara fenotipler. *Düşünen Adam Psikiyatri ve Nörolojik Bilimler Dergisi*, 23, 265-274.
- AYDIN, A. & OKUR, S. Ç. 2018. Effects of test socket on pain, prosthesis satisfaction, and functionality in patients with transfemoral and transtibial amputations. *Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research*, 24, 4031.
- AZAK, N. 2022. *Alt ekstremité amputasyonu olan bireylerde algılanan sosyal destek, işlevsellik ve ruhsal belirtiler*. Marmara Universitesi (Turkey).
- BALKAN, A. F., SALCI, Y. & KEKLİCEK, H. 2020. Ambulatuvar Multipl Skleroz Hastalarında Fonksiyonel Uzanma Testinin Güvenilirlik ve Geçerliliği. *Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation*, 7, 56-63.
- BEAUCHET, O. & BERRUT, G. 2006. Gait and dual-task: definition, interest, and perspectives in the elderly. *Psychologie & neuropsychiatrie du vieillissement*, 4, 215-225.
- BILLMAN, G. E. 2013. The LF/HF ratio does not accurately measure cardiac sympatho-vagal balance. *Frontiers Media SA*.

- BONAZ, B., SINNIGER, V. & PELLISSIER, S. 2021. Therapeutic potential of vagus nerve stimulation for inflammatory bowel diseases. *Frontiers in neuroscience*, 15, 650971.
- BOWEN, A., WENMAN, R., MICKELBOROUGH, J., FOSTER, J., HILL, E. & TALLIS, R. 2001. Dual-task effects of talking while walking on velocity and balance following a stroke. *Age and ageing*, 30, 319-323.
- CANGÖZ, B., KARAKOÇ, E. & SELEKLER, K. 2007. Standardization study of “Trail Making Test” for Turkish adults and elderly people (ages 50 and over). *Turkish Journal of Geriatrics*, 10.
- CANNING, C. G. 2005. The effect of directing attention during walking under dual-task conditions in Parkinson's disease. *Parkinsonism & related disorders*, 11, 95-99.
- CARSE, B., SCOTT, H., BRADY, L. & COLVIN, J. 2020. A characterisation of established unilateral transfemoral amputee gait using 3D kinematics, kinetics and oxygen consumption measures. *Gait & posture*, 75, 98-104.
- CERRITELLI, F., FRASCH, M. G., ANTONELLI, M. C., VIGLIONE, C., VECCHI, S., CHIERA, M. & MANZOTTI, A. 2021. The role of the vagus nerve during fetal development and its relationship with the environment. *arXiv preprint arXiv:2106.01756*.
- CHARKOUDIAN, N., JOYNER, M., JOHNSON, C., EISENACH, J., DIETZ, N. & WALLIN, B. 2005. Balance between cardiac output and sympathetic nerve activity in resting humans: role in arterial pressure regulation. *The Journal of physiology*, 568, 315-321.
- CHATTOPADHYAY, S. & DAS, R. 2021. Comparing heart rate variability with polar H10 sensor and pulse rate variability with LYFAS: A novel study. *J. Biomed. Eng. Technol*, 9, 1-9.
- CHOI, J. H., KIM, B. R., HAN, E. Y. & KIM, S. M. 2015. The effect of dual-task training on balance and cognition in patients with subacute post-stroke. *Annals of rehabilitation medicine*, 39, 81-90.
- CHRISTENSEN, J., IPSEN, T., DOHERTY, P. & LANGBERG, H. 2016. Physical and social factors determining quality of life for veterans with lower-limb amputation (s): a systematic review. *Disability and rehabilitation*, 38, 2345-2353.

- CLARET, C. R., HERGET, G. W., KOUBA, L., WIEST, D., ADLER, J., VON TSCHARNER, V., STIEGLITZ, T. & PASLUOSTA, C. 2019. Neuromuscular adaptations and sensorimotor integration following a unilateral transfemoral amputation. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 16, 1-11.
- CLEMENS, S. M., GAILEY, R. S., BENNETT, C. L., PASQUINA, P. F., KIRK-SANCHEZ, N. J. & GAUNAURD, I. A. 2018. The Component Timed-Up-and-Go test: the utility and psychometric properties of using a mobile application to determine prosthetic mobility in people with lower limb amputations. *Clinical rehabilitation*, 32, 388-397.
- COFFEY, L., O'KEEFE, F., GALLAGHER, P., DESMOND, D. & LOMBARD-VANCE, R. 2012. Cognitive functioning in persons with lower limb amputations: a review. *Disability and Rehabilitation*, 34, 1950-1964.
- COHEN, J. 2013. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*, routledge.
- CZERNIECKI, J. M. 1996. Rehabilitation in limb deficiency. 1. Gait and motion analysis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 77, S3-S8.
- ÇATAL, B. C. 2024. *Geriatrik bireylerde düşme riskini değerlendiren yöntemlerin etkinliğinin incelenmesi*.
- DAS, S., GORDIÁN-VÉLEZ, W. J., LEDEBUR, H. C., MOURKIOTI, F., ROMPOLAS, P., CHEN, H. I., SERRUYA, M. D. & CULLEN, D. K. 2020. Innervation: the missing link for biofabricated tissues and organs. *NPJ Regenerative medicine*, 5, 11.
- DEANS, S. A., MCFADYEN, A. K. & ROWE, P. J. 2008. Physical activity and quality of life: A study of a lower-limb amputee population. *Prosthetics and orthotics international*, 32, 186-200.
- DEMIRCIOĞLU, G., ÖZDEN, A. V. & GENÇ, H. 2024. Comparison of the efficacy of auricular vagus nerve stimulation and conventional low back rehabilitation in patients with chronic low back pain. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 56, 101862.
- DEMIRDEL, S. & ERBAHÇECİ, F. 2020. Investigation of the effects of dual-task balance training on gait and balance in transfemoral amputees: a randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 101, 1675-1682.
- DEXTER, M. & OSSMY, O. 2023. The effects of typical ageing on cognitive control: recent advances and future directions. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 15, 1231410.

- DILLINGHAM, T. R., PEZZIN, L. E. & MACKENZIE, E. J. 2002. Limb amputation and limb deficiency: epidemiology and recent trends in the United States. *Southern medical journal*, 95, 875-884.
- DONNELLY, J. E., HILLMAN, C. H., CASTELLI, D., ETNIER, J. L., LEE, S., TOMPOROWSKI, P., LAMBOURNE, K. & SZABO-REED, A. N. 2016. Physical activity, fitness, cognitive function, and academic achievement in children: a systematic review. *Medicine and science in sports and exercise*, 48, 1197.
- ERTAVUKCU, A., SANIOGLU, A., ŞAHİN, İ. H. & ERTAVUKCU, S. 2021. Reaksiyon zamanı ve reaksiyon zamanının ölçülmesi. *Ulusal Kinesyoloji Dergisi*, 2, 55-66.
- ESQUENAZI, A. 2004. Amputation rehabilitation and prosthetic restoration. From surgery to community reintegration. *Disability and rehabilitation*, 26, 831-836.
- FRENGOPOULOS, C., PAYNE, M. W., HOLMES, J. D., VIANA, R. & HUNTER, S. W. 2018. Comparing the effects of dual-task gait testing in new and established ambulators with lower extremity amputations. *PM&R*, 10, 1012-1019.
- GALLETLY, R. & BRAUER, S. G. 2005. Does the type of concurrent task affect preferred and cued gait in people with Parkinson's disease? *Australian Journal of Physiotherapy*, 51, 175-180.
- GREMEAUX, V., DAMAK, S., TROISGROS, O., FEKI, A., LAROCHE, D., PERENNOU, D., BENAİM, C. & CASILLAS, J.-M. 2012. Selecting a test for the clinical assessment of balance and walking capacity at the definitive fitting state after unilateral amputation: a comparative study. *Prosthetics and orthotics international*, 36, 415-422.
- HAFNER, B. J., WILLINGHAM, L. L., BUELL, N. C., ALLYN, K. J. & SMITH, D. G. 2007. Evaluation of function, performance, and preference as transfemoral amputees transition from mechanical to microprocessor control of the prosthetic knee. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 88, 207-217.
- HAGIGA, A., ALY, M., GUMAA, M., REHAN YOUSSEF, A. & CUBISON, T. 2023. Targeted muscle reinnervation in managing post-amputation related pain: A systematic review and meta-analysis. *Pain Pract*, 23, 922-932.

- HELLER, B., DATTA, D. & HOWITT, J. 2000. A pilot study comparing the cognitive demand of walking for transfemoral amputees using the Intelligent Prosthesis with that using conventionally damped knees. *Clinical rehabilitation*, 14, 518-522.
- HIGHSMITH, M. J., ANDREWS, C. R., MILLMAN, C., FULLER, A., KAHLE, J. T., KLENOW, T. D., LEWIS, K. L., BRADLEY, R. C. & ORRIOLA, J. J. 2016. Gait training interventions for lower extremity amputees: a systematic literature review. *Technology & Innovation*, 18, 99-113.
- HIGHSMITH, M. J., GOFF, L. M., LEWANDOWSKI, A. L., FARROKHI, S., HENDERSHOT, B. D., HILL, O. T., RABAGO, C. A., RUSSELL-ESPOSITO, E., ORRIOLA, J. J. & MAYER, J. M. 2019. Low back pain in persons with lower extremity amputation: a systematic review of the literature. *The Spine Journal*, 19, 552-563.
- HIGHSMITH, M. J., SCHULZ, B. W., HART-HUGHES, S., LATLIEF, G. A. & PHILLIPS, S. L. 2010. Differences in the spatiotemporal parameters of transtibial and transfemoral amputee gait. *JPO: Journal of Prosthetics and Orthotics*, 22, 26-30.
- HUNTER, S. W., BATCHELOR, F., HILL, K. D., HILL, A.-M., MACKINTOSH, S. & PAYNE, M. 2017. Risk factors for falls in people with a lower limb amputation: a systematic review. *Pm&r*, 9, 170-180. e1.
- HUNTER, S. W., FRENGOPOULOS, C., HOLMES, J., VIANA, R. & PAYNE, M. W. 2018. Dual-task related gait changes in individuals with trans-tibial lower extremity amputation. *Gait & Posture*, 61, 403-407.
- KAHRAMAN, B. O., OZSOY, I., AKDENİZ, B., OZPELİT, E., SEVİNC, C., ACAR, S. & SAVCI, S. 2020. Test-retest reliability and validity of the timed up and go test and 30-second sit to stand test in patients with pulmonary hypertension. *International journal of cardiology*, 304, 159-163.
- KARAKAŞ, S., ERDOĞAN, E., SAK, L., SOYSAL, A. Ş., ULUSOY, T., ULUSOY, İ. Y. & ALKAN, S. 1999. Stroop Testi TBAG Formu: Türk kültürüne standardizasyon çalışmaları, güvenirlik ve geçerlik. *Klinik Psikiyatri*, 2, 75-88.
- KAREMAKER, J. M. 2017. An introduction into autonomic nervous function. *Physiological measurement*, 38, R89.

- KATZ-LEURER, M., FISHER, I., NEEB, M., SCHWARTZ, I. & CARMELI, E. 2009. Reliability and validity of the modified functional reach test at the sub-acute stage post-stroke. *Disability and rehabilitation*, 31, 243-248.
- KENNEY, M. J. & GANTA, C. K. 2014. Autonomic nervous system and immune system interactions. *Comprehensive physiology*, 4, 1177.
- KİLİÇ, B. G., KOÇKAR, İ. A., IRAK, M., ŞENER, Ş. & KARAKAŞ, S. 2002. Stroop testi TBAG formu'nun 6-11 yaş grubu çocuklarda standardizasyon çalışması. *Çocuk ve Gençlik Ruh Sağlığı Dergisi*, 9, 86-99.
- KIM, G. Y., HAN, M. R. & LEE, H. G. 2014. Effect of dual-task rehabilitative training on cognitive and motor function of stroke patients. *Journal of physical therapy science*, 26, 1-6.
- KIM, H.-D. & BRUNT, D. 2007. The effect of a dual-task on obstacle crossing in healthy elderly and young adults. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88, 1309-1313.
- KNAEPEN, K., MARUSIC, U., CREA, S., GUERRERO, C. D. R., VITIELLO, N., PATTYN, N., MAIRESSE, O., LEFEBER, D. & MEEUSEN, R. 2015. Psychophysiological response to cognitive workload during symmetrical, asymmetrical and dual-task walking. *Human movement science*, 40, 248-263.
- KOCH, I. 2009. The role of crosstalk in dual-task performance: evidence from manipulating response-code overlap. *Psychological Research PRPF*, 73, 417-424.
- KÖSEOĞLU, B. F. & Di, S. Ö. 2017. Amputasyonlu hastanın takibinde kullanılan ölçekler. *Turkiye Klin*, 10, 401-8.
- LABORDE, S., MOSLEY, E. & THAYER, J. F. 2017. Heart rate variability and cardiac vagal tone in psychophysiological research—recommendations for experiment planning, data analysis, and data reporting. *Frontiers in psychology*, 8, 213.
- LAESSOE, U., HOECK, H. C., SIMONSEN, O. & VOIGT, M. 2008. Residual attentional capacity amongst young and elderly during dual and triple task walking. *Human movement science*, 27, 496-512.

- LAMOTH, C. J., AINSWORTH, E., POLOMSKI, W. & HOUDIJK, H. 2010. Variability and stability analysis of walking of transfemoral amputees. *Medical engineering & physics*, 32, 1009-1014.
- LU, C.-F., LIU, Y.-C., YANG, Y.-R., WU, Y.-T. & WANG, R.-Y. 2015. Maintaining gait performance by cortical activation during dual-task interference: a functional near-infrared spectroscopy study. *PloS one*, 10, e0129390.
- MAIDAN, I., NIEUWHOF, F., BERNAD-ELAZARI, H., BLOEM, B. R., GILADI, N., HAUSDORFF, J. M., CLAASSEN, J. A. & MIRELMAN, A. 2018. Evidence for differential effects of 2 forms of exercise on prefrontal plasticity during walking in Parkinson's disease. *Neurorehabilitation and neural repair*, 32, 200-208.
- MALIK, M., BIGGER, J. T., CAMM, A. J., KLEIGER, R. E., MALLIANI, A., MOSS, A. J. & SCHWARTZ, P. J. 1996. Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *European heart journal*, 17, 354-381.
- MCCORRY, L. K. 2007. Physiology of the autonomic nervous system. *American journal of pharmaceutical education*, 71, 78.
- MCCULLOCH, K. 2007. Attention and dual-task conditions: physical therapy implications for individuals with acquired brain injury. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, 31, 104-118.
- MCDONALD, C. L., KRAMER, P. A., MORGAN, S. J., HALSNE, E. G., CHEEVER, S. M. & HAFNER, B. J. 2018. Energy expenditure in people with transtibial amputation walking with crossover and energy storing prosthetic feet: A randomized within-subject study. *Gait & posture*, 62, 349-354.
- MCDONALD, C. L., WESTCOTT-MCCOY, S., WEAVER, M. R., HAAGSMA, J. & KARTIN, D. 2021. Global prevalence of traumatic non-fatal limb amputation. *Prosthetics and orthotics international*, 45, 105-114.
- MCISAAC, T. L., LAMBERG, E. M. & MURATORI, L. M. 2015. Building a framework for a dual task taxonomy. *BioMed research international*, 2015, 591475.
- MODAN, M., PELES, E., HALKIN, H., NITZAN, H., AZARIA, M., GITEL, S., DOLFIN, D. & MODAN, B. 1998. Increased cardiovascular disease mortality rates in traumatic lower limb amputees. *The American journal of cardiology*, 82, 1242-1247.

- MOREIRA, P. E. D., DIEGUEZ, G. T. D. O., BREDT, S. D. G. T. & PRAÇA, G. M. 2021. The acute and chronic effects of dual-task on the motor and cognitive performances in athletes: a systematic review. *International journal of environmental research and public health*, 18, 1732.
- MORGAN, S., KELLY, V. & HAFNER, B. The impact of transfemoral amputation on the cognitive load associated with level walking. 40th Annual Academy Meeting AAOP, 2014.
- MORGAN, S. J., HAFNER, B. J. & KELLY, V. E. 2016. The effects of a concurrent task on walking in persons with transfemoral amputation compared to persons without limb loss. *Prosthetics and orthotics international*, 40, 490-496.
- MORRIS, M., IANSEK, R., SMITHSON, F. & HUXHAM, F. 2000. Postural instability in Parkinson's disease: a comparison with and without a concurrent task. *Gait & posture*, 12, 205-216.
- MULDER, T., ZIJLSTRA, W. & GEURTS, A. 2002. Assessment of motor recovery and decline. *Gait & posture*, 16, 198-210.
- MUTLU, A., KHAROOTY, M. D. & YAKUT, Y. 2017. The effect of segmental weight of prosthesis on hemodynamic responses and energy expenditure of lower extremity amputees. *Journal of physical therapy science*, 29, 629-634.
- NASCHITZ, J. & LINGER, R. 2008. Why traumatic leg amputees are at increased risk for cardiovascular diseases. *QJM: An International Journal of Medicine*, 101, 251-259.
- NEWHALL, K., SPANGLER, E., DZEBISASHVILI, N., GOODMAN, D. C. & GOODNEY, P. 2016. Amputation rates for patients with diabetes and peripheral arterial disease: the effects of race and region. *Annals of vascular surgery*, 30, 292-298. e1.
- NISHIOKA, Y., HOEKSTRA, S., SAWADA, K., NAKAMURA, T., TAJIMA, F. & MIKAMI, Y. 2024. Blood Pressure Regulation in Persons with a Transfemoral Amputation: Effects of Wearing a Prosthesis. *JPO: Journal of Prosthetics and Orthotics*, 36, 49-53.
- O'SHEA, S., MORRIS, M. E. & IANSEK, R. 2002. Dual task interference during gait in people with Parkinson disease: effects of motor versus cognitive secondary tasks. *Physical therapy*, 82, 888-897.

- O'NEILL, B. 2008. Cognition and mobility rehabilitation following lower limb amputation. *Psychoprosthetics*. Springer.
- OH-PARK, M., HOLTZER, R., MAHONEY, J., WANG, C., RAGHAVAN, P. & VERGHESE, J. 2013. Motor dual-task effect on gait and task of upper limbs in older adults under specific task prioritization: pilot study. *Aging clinical and experimental research*, 25, 99-106.
- OMANA, H., MADOU, E., MONTERO-ODASSO, M., PAYNE, M. W., VIANA, R. & HUNTER, S. W. 2023. The effect of dual-task testing on the balance and gait of people with lower limb amputations: A systematic review. *PM&R*, 15, 94-128.
- PASHLER, H. 1994. Dual-task interference in simple tasks: data and theory. *Psychological bulletin*, 116, 220.
- PATEL, T. R. 2015. Anatomy of the sympathetic nervous system. *Nerves and Nerve Injuries*, 495-506.
- PELES, E., AKSELROD, S., GOLDSTEIN, D., NITZAN, H., AZARIA, M., ALMOG, S., DOLPHIN, D., HALKIN, H. & MODAN, M. 1995. Insulin resistance and autonomic function in traumatic lower limb amputees. *Clinical Autonomic Research*, 5, 279-288.
- PENN-BARWELL, J. G. 2011. Outcomes in lower limb amputation following trauma: a systematic review and meta-analysis. *Injury*, 42, 1474-1479.
- POLAT, G. 2009. 9? 12 yaş grubu çocuklarda 12 haftalık temel badminton eğitimi antrenmanlarının motorik fonksiyonları ve reaksiyon zamanları üzerine etkileri. Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- POLDRACK, R. A., SABB, F. W., FOERDE, K., TOM, S. M., ASARNOW, R. F., BOOKHEIMER, S. Y. & KNOWLTON, B. J. 2005. The neural correlates of motor skill automaticity. *Journal of Neuroscience*, 25, 5356-5364.
- PRVU-BETTGER, J. A., BATES, B. E., BIDEISPACH, D. E. & STINEMAN, M. G. 2009. Short- and long-term prognosis among veterans with neurological disorders and subsequent lower-extremity amputation. *Neuroepidemiology*, 32, 4-10.
- RENZI, R., UNWIN, N., JUBELIRER, R. & HAAG, L. 2006. An international comparison of lower extremity amputation rates. *Annals of vascular surgery*, 20, 346-350.

- SANSAM, K., NEUMANN, V., O'CONNOR, R. J. & BHAKTA, B. 2009. Predicting walking ability following lower limb amputation: a systematic review of the literature. *Journal of rehabilitation medicine*, 41, 593-603.
- SARAÇ, D. C. 2017. *Total diz protezli hastalarda düşme ve dengeyi değerlendiren performans testlerinin güvenilirlik ve geçerliliğinin incelenmesi*. Dokuz Eylül Üniversitesi (Turkey).
- SAWERS, A. & HAFNER, B. J. 2020. Using clinical balance tests to assess fall risk among established unilateral lower limb prosthesis users: cutoff scores and associated validity indices. *Pm&r*, 12, 16-25.
- SCOTT-SOLOMON, E., BOEHM, E. & KURUVILLA, R. 2021. The sympathetic nervous system in development and disease. *Nature Reviews Neuroscience*, 22, 685-702.
- SHAFFER, F., MCCRATY, R. & ZERR, C. L. 2014. A healthy heart is not a metronome: an integrative review of the heart's anatomy and heart rate variability. *Frontiers in psychology*, 5, 1040.
- SINGH, M. & SACHDEVA, S. 2014. Cognitive assessment techniques. *Int J Inf Technol Knowl Manag*, 7, 108-118.
- SMITH-RAY, R. L., HUGHES, S. L., PROHASKA, T. R., LITTLE, D. M., JURIVICH, D. A. & HEDEKER, D. 2015. Impact of cognitive training on balance and gait in older adults. *Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 70, 357-366.
- SOARES, A. S. O. D. C., YAMAGUTI, E. Y., MOCHIZUKI, L., AMADIO, A. C. & SERRÃO, J. C. 2009. Biomechanical parameters of gait among transtibial amputees: a review. *Sao Paulo Medical Journal*, 127, 302-309.
- STURK, J. A., LEMAIRE, E. D., SINITSKI, E., DUDEK, N. L., BESEMANN, M., HEBERT, J. S. & BADDOUR, N. 2018. Gait differences between K3 and K4 persons with transfemoral amputation across level and non-level walking conditions. *Prosthetics and orthotics international*, 42, 626-635.
- ŞENER, F. & ERBAHÇECİ, F. 2018. Protezler.
- TARVAINEN, M. P., NISKANEN, J.-P., LIPPONEN, J. A., RANTA-AHO, P. O. & KARJALAINEN, P. A. 2014. Kubios HRV–heart rate variability analysis software. *Computer methods and programs in biomedicine*, 113, 210-220.

- TEN DONKELAAR, H. J. 2011. *Clinical neuroanatomy: brain circuitry and its disorders*, Springer Science & Business Media.
- THÖNES, S., FALKENSTEIN, M. & GAJEWSKI, P. D. 2018. Multitasking in aging: ERP correlates of dual-task costs in young versus low, intermediate, and high performing older adults. *Neuropsychologia*, 119, 424-433.
- TOMBU, M. & JOLICŒUR, P. 2003. A central capacity sharing model of dual-task performance. *Journal of Experimental Psychology: Human perception and performance*, 29, 3.
- TOULOTTE, C., THEVENON, A., WATELAIN, E. & FABRE, C. 2006. Identification of healthy elderly fallers and non-fallers by gait analysis under dual-task conditions. *Clinical rehabilitation*, 20, 269-276.
- TÜRKEŞ, N., CAN, H., KURT, M. & DIKEÇ, B. E. 2015. İz Sürme Testi'nin 20-49 yaş aralığında Türkiye için norm belirleme çalışması. *Türk Psikiyatri Derg*, 26, 189-196.
- VANDERPAL, G. & BRAZIE, R. 2024. Integrating Polyvagal Theory With Agile Project Management. *Journal of Organizational Psychology*, 24.
- VARMA, P., STINEMAN, M. G. & DILLINGHAM, T. R. 2014. Physical medicine and rehabilitation clinics of North America epidemiology of limb loss. *Physical medicine and rehabilitation clinics of North America*, 25, 1.
- VERMA, A. K., GARG, A., XU, D., BRUNER, M., FAZEL-REZAI, R., BLABER, A. P. & TAVAKOLIAN, K. 2017. Skeletal muscle pump drives control of cardiovascular and postural systems. *Scientific reports*, 7, 45301.
- WASSER, J. G., HERMAN, D. C., HORODYSKI, M., ZAREMSKI, J. L., TRIPP, B., PAGE, P., VINCENT, K. R. & VINCENT, H. K. 2017. Exercise intervention for unilateral amputees with low back pain: study protocol for a randomised, controlled trial. *Trials*, 18, 1-11.
- WILLIAMS, R. M., TURNER, A. P., ORENDURFF, M., SEGAL, A. D., KLUTE, G. K., PECORARO, J. & CZERNIECKI, J. 2006. Does having a computerized prosthetic knee influence cognitive performance during amputee walking? *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 87, 989-994.

- WILLRICH, A., PINZUR, M., MCNEIL, M., JUKNELIS, D. & LAVERY, L. 2005. Health related quality of life, cognitive function, and depression in diabetic patients with foot ulcer or amputation. A preliminary study. *Foot & ankle international*, 26, 128-134.
- WONG, A. J. 2006. The cognitive effects of Obstructive Sleep Apnoea Syndrome (OSAS): a comparison between untreated patients and patients on at least 3 months Continuous Positive Airway Pressure (CPAP) treatment.
- WOOLLACOTT, M. & SHUMWAY-COOK, A. 2002. Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. *Gait & posture*, 16, 1-14.
- YİĞİT, G. 2025. *Vasküler Travma*, Akademisyen Kitabevi.
- YOGEV-SELIGMANN, G., HAUSDORFF, J. M. & GILADI, N. 2008. The role of executive function and attention in gait. *Movement disorders: official journal of the Movement Disorder Society*, 23, 329-342.
- YOO, S. 2014. Complications following an amputation. *Physical medicine and rehabilitation clinics of North America*, 25, 169-178.
- YUKSEL, E., KALKAN, S., CEKMECE, S., UNVER, B. & KARATOSUN, V. 2017. Assessing minimal detectable changes and test-retest reliability of the timed up and go test and the 2-minute walk test in patients with total knee arthroplasty. *The Journal of arthroplasty*, 32, 426-430.
- YUKSEL, E., UNVER, B., KALKAN, S. & KARATOSUN, V. 2021. Reliability and minimal detectable change of the 2-minute walk test and Timed Up and Go test in patients with total hip arthroplasty. *Hip International*, 31, 43-49.

7. EKLER

EK 1 İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI

Sultan YEKELENGA ÖZEN, Dr. Öğr. Üyesi Şüheda ÖZKAN - ALT
EKSREMİTE AMPUTELERİNDE İKİLİ GÖREVE AİT AKUT
ETKİLERİN İNCELENMESİ

ORJİNALLİK RAPORU

% 13	% 11	% 9	% 6
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	acikerisim.atlas.edu.tr İnternet Kaynağı	% 4
2	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	% 1
3	Submitted to The Scientific & Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) Öğrenci Ödevi	% 1
4	acikerisim.medipol.edu.tr İnternet Kaynağı	% 1
5	Yılmaz, Pınar. "Odaklanmış dikkat ile sosyal beceri düzeyi arasındaki ilişkinin karşılaştırılması", Maltepe University (Turkey), 2024 Yayın	% 1
6	acikerisim.ybu.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	% 1
7	Submitted to Bahcesehir University Öğrenci Ödevi	<% 1

EK 2 ETİK KURUL



T.C.
İSTANBUL ATLAS ÜNİVERSİTESİ
Girişimsel Olmayan Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu



Sayı :E-22686390-050.99-46599
Konu :22.07.2024 Tarih ve 06/29 Sayılı Etik
Kurul Kararı

23.07.2024

Sayın Dr. Öğr. Üyesi Şüheda ÖZKAN

İstanbul Atlas Üniversitesi Girişimsel Olmayan Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu tarafından yapmış olduğunuz başvuru incelenmiş olup Fzt. Sultan Yekelenga Özen ile birlikte planladığınız "**Alt Ekstremité Amputelerinde İkili Göreve Ait Akut Etkilerin İncelenmesi**" isimli araştırmanız kurulumuzun 22.07.2024 tarihli ve 06 sayılı toplantısında etik yönden uygun görülmüştür.
Bilgilerinize sunarım.

Prof. Dr. Ayhan BİLİR
Kurul Başkanı

EK 3 DEMOGRAFİK BİLGİLER FORMU



GENEL AMPUTE DEĞERLENDİRME ANKETİ

Ad-Soyad:

Doğum tarihi:

Boy/ Kilo:

Cinsiyet: K E

Medeni durum: Bekar

Evli

Eğitim durumu: İlkokul

Lise

Üniversite

Meslek:

Kronik hastalıklarınız:.....

Düzenli kullanılan ilaçlar:.....

Dominant Taraf:Amputasyon Tarafı:.....

Amputasyon seviyesi:.....

Amputasyon nedeni:

Amputasyon tarihi:.....Varsa 2.amputasyon tarihi.....

İlk protezinizi amputasyondan ne kadar süre sonra kullandınız?

.....

Kaç yıldır protez kullanmaktasınız?.....

Kullanılan protez türü.....

Protezinizi günde ortalama kaç saat kullanmaktasınız?.....

Ne kadar süre rehabilitasyon aldınız?.....

Yürümeye yardımcı araç kullanıyor musunuz?

Walker Koltuk Değneği

Kanadyen

Yok

EK 4 ZAMANLI KALK YÜRÜ TESTİ

Zamanlı Kalk Ve Yürü Testi

The Timed Up and Go (TUG) Test

Hastanın Adı Soyadı: _____ Tarih: ____/____/____

Yaşlarda düşme riskini ve mobilitayı değerlendiren testin uygulanışı 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 testin sonucunu verir.

Hastaya söylenecekler:
Başla dediğimde sırasıyla aşağıdaki işlemleri yapınız
1. Sandalyeden kalkın
2. İlerideki çizgiye kadar normal tempunuzda yürüyün

3 metre

3. Geri dönün
4. Sandalyeye doğru normal tempunuzda yürüyün
5. Oturun

Geçen Süre: _____ saniye	Var olanları işaretleyin:	
Yağlı bir birey bu testi 12 saniyeden daha uzun sürede tamamlıyorsa düşme riski vardır	☐ Yavaş ve değişken tempo	☐ Denge kaybı
	☐ Kısa adım aralığı	☐ Kol sallama kısa ya da yok
	☐ Duvara tutunuyor.	☐ Ayaklarını sürüyor
	☐ Kalkıp gitli dönüyor	☐ Yürüme araçlarını düzgün kullanmıyor


www.paranlma.com.tr

Paranlma ve Gözlemleme Biriminde Hazırlanmıştır

EK 5 FONKSİYONEL UZANMA TESTİ

Fonksiyonel Uzanma Testi (Functional Reach Test)

Hastanın Adı Soyadı: _____ Tarih: ____/____/____

Fonksiyonel Uzanma Testi hasta ayakta iken (Fonksiyonel Uzanma) veya otururken (Modifiye Fonksiyonel Uzanma) uygulanabilir. Denemeler arasında 15 saniyelik bir dinlenme molasına izin verilmesi uygun olacaktır.

Gereçler: Duvarda işaretleme yapabilmek için renkli bant (izolasyon bandı olabilir) ve uzunca cetvel (duvara montesi bant ile de yapılabilir.)

Fonksiyonel Erişim (ayakta durma talimatları):

- Hastadan bir duvarın yanında yan durması ve duvara yakın olan kolunu duvara değdirmeden omuz 90° fleksiyonda, dirsek ekstansiyonda ve yumruğu kapalı olarak beklemesi istenir.
- Değerlendirici, 3. metakarp başı hizasını duvardaki cetvele işaretler.
- Hastadan "adım atmadan uzanabildiği kadar uzanması" istenir.
- 3. Metakarp başının yeni yeri işaretlenir.
- Siklar, başlama ve bitiş konumu arasındaki fark ölçülerek belirlenir. Üç deneme yapılır ve son iki denemenin ortalaması alınır.

Modifiye Fonksiyonel Erişim Testi (ayakta duramayan bireyler için uyarlanmıştır):

- Bir sandalyeye otururken, etkilenmemiş kolda, hastanın akromiyon seviyesi hizasında duvara monte edilmiş düz bir ölçüm çubuğu ile gerçekleştirilir.
- Kalça, diz ve ayak bileği 90° fleksiyonda olup ayakla düz olarak yere temas eder.
- Başlangıç noktası: oturur konumdaki hasta sandalyeye yaslanmış olarak kol 90° fleksiyonda (sağa-sola uzanmalar ölçülürken ise 90° abduksiyonda) iken üçüncü metakarpın distal ucu duvardaki cetvel işaretlenerek belirlenir. Üç deneme yapılır. Aşağıdaki şartlar sağlanmalıdır:
 - Etkilenmemiş taraf duvara yakın olarak oturup öne eğilin,
 - Siziniz duvara bakacak şekilde oturup sağa eğiliniz,
 - Siziniz duvara bakacak şekilde oturup sağa eğiliniz.

Burton, P. W., G. K. Wilson, et al. (2003). "Functional reach: a non-clinical measure of balance." J Geriatr 48(3): 483-87.

Tarih	1. Ölçüm	2. Ölçüm	3. Ölçüm	Ortalama (2+3/2)

EK 6 2 DAKİKA YÜRÜME TESTİ

2 Dakika Yürüme Testi (2DYT)

2-Minute Walk Test (2MWT)

Hastanın Adı Soyadı: _____ Tarih: ____/____/____

Orta-ciddi kalp veya akciğer hastalığında tedavi yanıtını değerlendirmek ya da tek seferlik ölçümle (Alzheimer, yaşlı hasta, MS, Parkinson, Osteoartrit, Spinal kord yaralanması, İnme gibi hastalıklarda) kişinin mortalite ve morbiditesinde belirleyici olan fonksiyonel kapasitesini değerlendirmek için kullanılan bir testtir.

Testin yapılacağı alanın 30 metre uzunluğunda, düz ve sert zemine sahip bir koridor olması önerilir. Koridor uzunluğu 3m'de bir işaretlenmelidir. Dönüş bölgeleri turuncu renkli trafik konisi gibi bir cisimle belirtilmelidir. Başlangıç ve bitiş için bir çizgi belirlenmelidir (Yürüme etabının toplam 60m olması önerilir. 30 m'den kısa koridorda dönüşler ekstra yavaşlama ve zaman kaybına neden olacağı için sonucun daha düşük ölçülmesine neden olur. Yürüyüş tempo ve ritmini cihaz sabitlediği için yürüme bandında testin yapılması önerilmez). Test için önerilen malzemeler; kronometre, dönüş noktalarını belirleyen koniler, kolay ulaşılabilir bir yere konmuş sandalye, oksijen desteği (ihtiyaç halinde kullanılmak üzere), tansiyon aleti, defibrilatör (MI vs durumunda). Hasta rahat kıyafet ve yürüyüş için uygun yapıda ayakkabı giymiş olmalı. Her zamanki kullandığı baston, walker gibi yardımcı yürüme cihazlarını kullanabilir. İlaç vs tedavisini her zamanki gibi alır. Testten önce hafif yemek yemiş olmalıdır. Testten önceki 2 saat içinde ağır bedensel aktivite yapmamış olmalıdır.

Test yapılmadan önce ısınma periyodu yapılmamalıdır. Eğer başka gün tekrar edilecekse mümkün mertebe aynı saatlerde yapılmalıdır. Hasta başlangıç çizgisinin yakınındaki bir sandalyede oturarak 10 dk dinlenir. TA ölçümü ve MI anjina öyküsü sorgulanır. Hasta ile beraber yürümeyiniz. Hasta konuşmadan yürümelidir. Tamamlanan her dakika sonrasında "Gayet güzel gidiyor. ... dakikanız kaldı" (her dakikaya ait süre) şeklinde açıklama yapılır.

Hastaya okunacak yönerge:

Bu testin hedefi 2 dakika içinde yürüyebileceğiniz en fazla mesafeyi yürümenizdir. Bu süre boyunca yorulacaksınız. Belki nefesiniz daralacak ve kendinizi çok yorgun hissedebilirsiniz. İhtiyaç duyduğunuz yer ve zamanda yavaşlayıp durabilir ve dinlenebilirsiniz. Bu sırada duvara tutunabilirsiniz. Ancak kendinizi hazır hissettiğiniz an tekrar yürümeye başlayın. Her 2 işaret mesafesinin arasında durmadan, beklemeden gidip gelerek yürüyeceksiniz. Şimdi size nasıl yürüyeceğinizi ve dönerken hiç beklemeden nasıl devam edeceğinizi göstereceğim. Siz e başla dediğimde yürümeye başlayın. "Başla"

D.M. Connelly, B.A. Thomas, S.J. Otto (2009) *Physiother Can*, 2009 Spring; 61(2): 76-87.

Hastanın 2DYT Mesafesi (metre): _____

Motor görevler

1. Topu bir elden diğerine aktarmak
2. Çantadan sırayla üç nesneyi (para, anahtar, kalem) almak ve tekrar sırayla geri koymak

Bilişsel görevler

1. Ayların isimlerini Aralık'tan Ocak'a doğru geri saymak:
1. 100'den geriye üçer üçer saymak

EK 7 STROOP TESTİ T-BAG FORMU

STROOP TEST TBAG FORMU

YÖNERGE:

BÖLÜM 1: SİYAH/BEYAZ OKUMA

BÖLÜM 2: RENKLİ KELİMELERİ OKUMA

BÖLÜM 3: DAİRELERİN RENGİ SÖYLEME

BÖLÜM 4: RENKLİ KELİMELERİN RENGİNİ SÖYLEME

BÖLÜM 5: RENKLİ KELİMELERİN RENGİNİ SÖYLEME

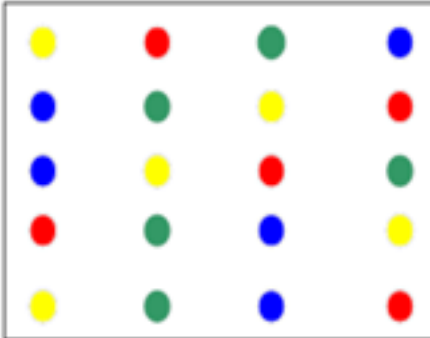
1. BÖLÜM

mavi sarı kırmızı yeşil
yeşil mavi sarı kırmızı
yeşil kırmızı mavi sarı
kırmızı yeşil sarı mavi
sarı kırmızı yeşil mavi
kırmızı mavi sarı yeşil

2. BÖLÜM

mavi sarı kırmızı yeşil
yeşil mavi sarı kırmızı
yeşil kırmızı mavi sarı
kırmızı yeşil sarı mavi
sarı kırmızı yeşil mavi
kırmızı mavi sarı yeşil

3. BÖLÜM



4. BÖLÜM

kadar zayıf ise orta
orta kadar zayıf ise
orta ise kadar zayıf
ise orta zayıf kadar
zayıf ise orta kadar
ise kadar zayıf orta

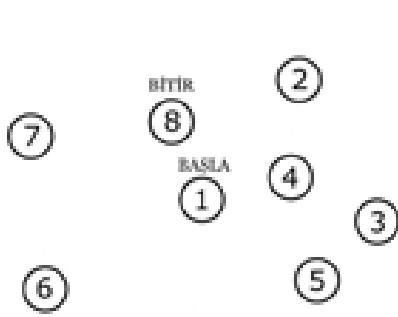
5. BÖLÜM

mavi sarı kırmızı yeşil
yeşil mavi sarı kırmızı
yeşil kırmızı mavi sarı
kırmızı yeşil sarı mavi
sarı kırmızı yeşil mavi
kırmızı mavi sarı yeşil

KAYIT	Süre (sn)		Hata sayısı		Düzeltilme Sayısı	
1. Bölüm						
2. Bölüm						
3. Bölüm						
4. Bölüm						
5. Bölüm						

EK 8 İZ SÜRME TESTİ

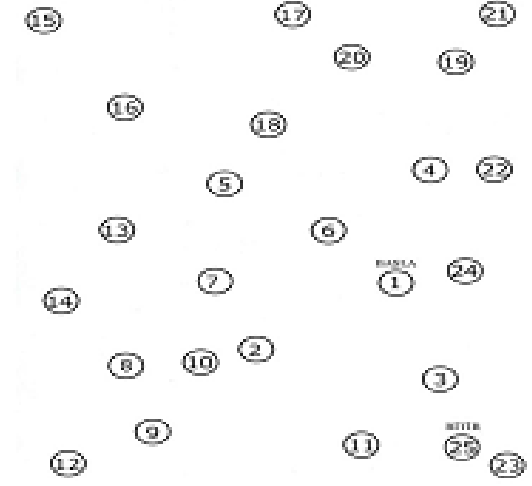
İz Sürme Testi A Formu 1. ve 2. Kısım



1. Kısım Süre(sn)

Önce:

Sonra:

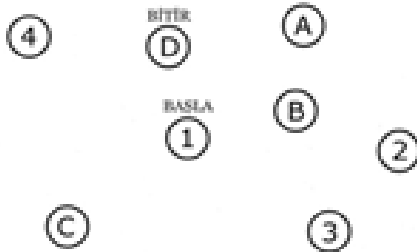


2. Kısım Süre(sn):

Önce:

Sonra:

İz Sürme Testi B Formu 1. ve 2. Kısım



1. Kısım süre

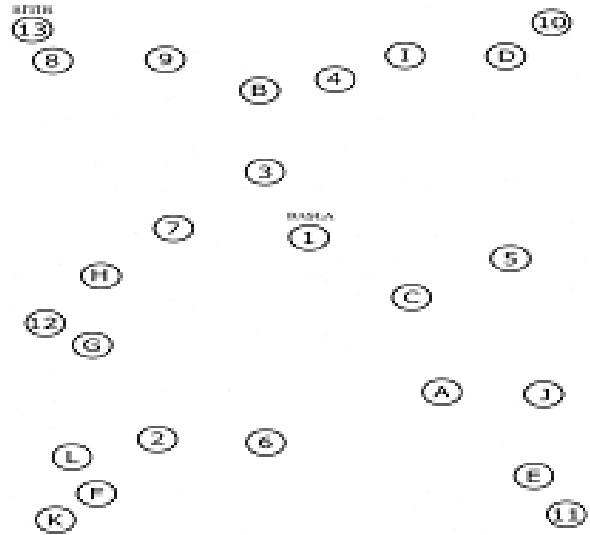
Önce:

Sonra:

2. Kısım süre:

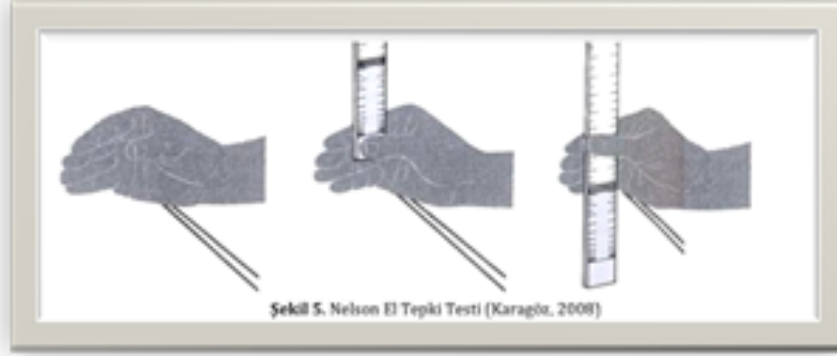
Önce:

Sonra:



EK 9 NELSON EL REAKSİYON TESTİ

Görsel uyarana karşı reaksiyon zamanını ölçen bir testtir. El reaksiyon testinde cetvel değin el parmakları arasında olacak şekilde yer alır. Uygulamacı cetveli ucundan ve yukarıda tutar. Hazır sinyali verdikten bir süre sonra cetveli bırakır. Denek cetveli en kısa sürede yakalamaya çalışır. Yakaladığı noktadaki mesafeye göre reaksiyon zamanı hesaplanarak kaydedilir.



	Görev Öncesi		Görev Sonrası
1.		1.	
2.		2.	
3.		3.	
4.		4.	
5.		5.	
6.		6.	
7.		7.	
8.		8.	
9.		9.	
10.		10.	
11.		11.	
12.		12.	
13.		13.	
14.		14.	
15.		15.	
16.		16.	
17.		17.	
18.		18.	
19.		19.	
20.		20.	
ortalama		ortalama	

8. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı:Sultan YEKELENGA ÖZEN

Doğum Tarihi ve Yeri:

Öğrenim Durumu:

Lisans

Derece	Okul Adı ve Bölümü	Mezuniyet Yılı
Lisans	Bezm-i Alem Vakıf Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon	2014- 2019
Y.Lisans	İstanbul Atlas Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon	2023- Devam

İş Deneyimi	:	
Unvan	Görev Yeri	Yıl
Fizyoterapist	Ortopedi Ortez ve Protez Yapım Merkezi	2019- 2024
Fizyoterapist	Ortopedi Sağlık Hizmetleri	2024- Devam