

T.C.  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ZİHİNSEL YORGUNLUK SONRASI ZORLU BİLİŞSEL GÖREVDE  
STATİK DENGİNİN İNCELENMESİ

Dr. Ody. Seda ERCAN YILDIZ

Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Programı  
DOKTORA TEZİ

ANKARA

2024



T.C.  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ZİHİNSEL YORGUNLUK SONRASI ZORLU BİLİŞSEL GÖREVDE  
STATİK DENGENİN İNCELENMESİ

Dr. Ody. Seda ERCAN YILDIZ

Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Programı  
DOKTORA TEZİ

TEZ DANIŞMANI  
Prof. Dr. Gülsüm Aydan GENÇ

ANKARA  
2024

## ONAY

**ZİHİNSEL YORGUNLUK SONRASI ZORLU BİLİŞSEL GÖREVDE STATİK DENGENİN  
İNCELENMESİ****Seda ERCAN YILDIZ****Danışman: Prof. Dr. Gülsüm Aydan GENÇ**

Bu tez çalışması 13.03.2024 tarihinde jürimiz tarafından "Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Programı" nda doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

**Jüri Başkanı:** *Prof. Dr. Songül Aksoy*  
*Lokman Hekim Üniversitesi*

**Üye:** *Prof. Dr. Gonca Sennaroğlu*  
*Hacettepe Üniversitesi*

**Üye:** *Prof. Dr. Seyra Erbek*  
*Lokman Hekim Üniversitesi*

**Üye:** *Doç. Dr. Görkem Ertuğrul*  
*Hacettepe Üniversitesi*

**Üye:** *Dr. Öğr. Üyesi Öznur Yiğit*  
*Hacettepe Üniversitesi*

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

21 Mart 2024

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

## YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

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

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

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

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

13/03/2024

(İmza)

Seda ERCAN YILDIZ

i

<sup>i</sup> “Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”

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

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

## ETİK BEYAN

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

*Dr. Ody. Seda ERCAN YILDIZ*

## TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresince değerli bilgi ve deneyimlerini paylaşan, her türlü konuda katkı sağlayan, destekleriyle hayatıma dokunan, yaşadığım onca zorlukta dimdik durmamı sağlayan ve bunu tüm samimiyetiyle yapan, fikirleri ve tecrübeleriyle sadece eğitimimi değil psikolojik sağlamlığımı, özgüvenimi de borçlu olduğum saygıdeğer danışmanım Prof. Dr. Aydan Genç'e

Tez çalışmam süresince değerli katkı, bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen tez izleme komitesi üyeleri sayın Prof. Dr. Seyra Erbek ve Dr. Öğr. Üyesi Öznur Yiğit hocalarıma,

Tezime yol gösterici fikir ve katkıda bulunan değerli jüri üyelerim Prof. Dr. Gonca Sennaroğlu, Prof. Dr. Songül Aksoy ve Doç. Dr. Görkem Ertuğrul'a,

Hacettepe'de ilk tanıştığım arkadaşlarımdan olan ve iyi ki tanımışım dediğim, katkı ve bilgisini hiç esirgemeyen işini profesyonel yapan kıymetli Dr. Öğr. Üyesi Emre Gürses'e ve akademik bilgi ve deneyimleriyle katkı sağlayan, her durumda destekleriyle yanımda hissettiğim değerli çalışma arkadaşlarım Dr. Fzt. Öznur Fidan, Arş. Gör. Seda Namaldı ve Dr. Öğr. Üyesi Cemile Bozdemir Özel'e,

Hayatım boyunca her koşulda arkamda olan, her anlamda beni destekleyen ve yüreklendiren canımdan öte annem Melahat Ercan, babam Salih Ercan, ablam Serpil Çulhacıoğlu, desteğiyle her an ve koşulda yanımda hissettiğim canım ablam Sibel Aslan'a ve öncelikle mutluluk sonra da başarı dolu bir ömür dilediğim yeğenlerime, yaşadığım tüm zorlukları kolaylaştırmak için elinden gelen tüm özveriyi, anlayışı gösteren ve tez yazımda büyük katkıları olan değerli eşim Abdullah Yıldız'a ve varlığıyla hayat bulduğum, tüm moral ve motivasyon kaynağım olan biricik kızım Azra Eda Yıldız'a

En içten saygı, sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

## ÖZET

**ERCAN YILDIZ, S., Zihinsel Yorgunluk Sonrası Zorlu Bilişsel Görevde Statik Dengenin İncelenmesi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Programı Doktora Tezi, Ankara, 2024.** Bu çalışmada, sağlıklı genç yetişkinlerde zihinsel yorgunluğun statik dengeye etkisinin ve zihinsel yorgunluk varlığında, tekli göreve kıyasla ikili görevin statik dengeye etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda başlangıç, zihinsel yorgunluk koşulu ve *dual-task* koşulu olmak üzere 3 koşulda değerlendirmeler yapılmıştır. Çalışmaya 18- 44 yaş arasında sağlıklı 19 kadın ve 19 erkek olmak üzere toplam 38 birey dahil edilmiştir. Başlangıç koşulunda 25 dakika dinlenme sağlanmış ardından değerlendirmeler yapılmıştır. Zihinsel yorgunluk 25 dakikalık Stroop test ile oluşturulmuştur. İkili görev için dengede kalma görevine ek olarak 300 ile 600 arasından seçtikleri bir sayıdan geriye doğru 7 çıkarma görevi verilmiştir. Tüm koşullardaki denge değerlendirmeleri statik postürografi cihazı ile yapılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre zihinsel yorgunluğun tek başına statik dengeyi etkilemediği ( $p>,05$ ) ancak zihinsel yorgunluğa eklenen bilişsel görevin orta ve büyük düzeyde etki büyüklükleriyle istatistiksel olarak anlamlı olarak yüksek salınım miktarlarına neden olduğu gözlenmiştir ( $p<,05$ ). Tek göreve kıyasla ikili görevde statik denge değerlendirmesinde önemli salınım artışları görülmesi, zihinsel yorgunluğun belirgin etkiye sahip olabileceğini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Stroop test, zihinsel yorgunluk, denge, çift görev, postural stabilite.



## ABSTRACT

**ERCAN YILDIZ, S., Investigation of Static Balance In A Challenging Cognitive Task After Mental Fatigue, Hacettepe University Graduate School of Health Sciences Audiology and Speech Disorders Programme Doctor of Philosophy Thesis, Ankara, 2024.** The aim of this study was to investigate the effect of mental fatigue on static balance in healthy young adults and the effect of dual-task compared to single-task on static balance in the presence of mental fatigue. For this purpose, assessments were performed in 3 conditions: baseline, mental fatigue condition and dual-task condition. A total of 38 adults, 19 females and 19 males, aged between 18 and 44 years were included in the study. The baseline condition consisted of a 25-minute rest period followed by assessments. Mental fatigue was induced with a 25-minute Stroop test. For the dual task, in addition to the balancing task, they were given the task of subtracting 7 backwards from a number chosen between 300 and 600. Balance assessments in all conditions were performed with a static posturography device. According to the results of the study, it was observed that mental fatigue alone did not affect static balance ( $p>.05$ ), but the cognitive task added to mental fatigue caused statistically significant high oscillation amounts with medium and large effect sizes ( $p<.05$ ). The fact that significant increases in oscillations were observed in the static balance assessment in the dual task compared to the single task suggests that mental fatigue may have a significant effect.

**Keywords:** Stroop test, mental fatigue, balance, dual task, postural stability.

**İÇİNDEKİLER**

ONAY	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
ETİK BEYAN	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xii
ŞEKİLLER	xiii
TABLolar	xv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Denge	3
2.1.1. Dengenin Bileşenleri	5
2.1.2. Denge ve Bilişsel Beceriler	9
2.1.3. Bilişsel Beceriler ve Zihinsel Yorgunluk	10
2.1.4. Zihinsel Yorgunluk ve Denge İlişkisi	12
2.2. Denge Değerlendirilmesi	14
2.2.1. Denge Değerlendirme Ölçek/Formlar	16
2.2.2. Statik Dengenin Değerlendirilmesi	16
3. BİREYLER VE YÖNTEM	19
3.1. Bireyler	19
3.1.1. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri	19

3.1.2.	Çalışmaya Dahil Edilmeme Kriterleri	20
3.2.	Yöntem	20
3.2.1.	İlk Değerlendirmede Kullanılan Form ve Ölçekler	22
3.2.2.	Zihinsel Yorgunluk ve <i>Dual-Task</i> Koşullarında Kullanılan Ölçekler	23
3.2.3.	Statik Denge Değerlendirmesi	24
3.2.4.	<i>Stroop</i> Test	25
3.2.5.	<i>Dual-Task</i>	26
3.3.	İstatistiksel Yöntem	26
4.	<b>BULGULAR</b>	27
4.1.	Tanımlayıcı İstatistik Verileri	27
4.2.	Zihinsel Yorgunluk	27
4.3.	Statik Denge	31
4.3.1.	Başlangıç ile Zihinsel Yorgunluk Koşulu Karşılaştırılması	31
4.3.2.	Zihinsel Yorgunluk Koşulu ve <i>Dual-Task</i> Koşulu Karşılaştırması	34
5.	<b>TARTIŞMA</b>	39
6.	<b>SONUÇ VE ÖNERİLER</b>	47
7.	<b>KAYNAKLAR</b>	48
8.	<b>EKLER</b>	55

EK-1: Tez Çalışması ile İlgili Etik Kurul İzinleri

Ek-2: Tez Çalışması Orijinallik Raporu

Ek-3: Denge Değerlendirme Formu

Ek-4: Ekolojik Anlık Değerlendirme (EAD)

EK-5: Mini Mental Durum Testi

EK-6: Çok Boyutlu Yorgunluk Envanteri

EK-7: Yorgunluk Şiddet Skalası

EK-8: Görsel Analog Ölçeği

EK-9: Stroop Test

9. ÖZGEÇMİŞ

## SİMGELER VE KISALTMALAR

<b>BOS</b>	Beyin Omurilik Sıvısı
<b>COP</b>	<i>Center of Pressure</i> (Basınç Merkezi)
<b>ÇBYE</b>	Çok Boyutlu Yorgunluk Envanteri
<b>DT</b>	<i>Dual-Task</i>
<b>DTK</b>	<i>Dual-Task</i> Koşulu
<b>EAD</b>	Ekolojik Anlık Değerlendirme
<b>EEG</b>	Elektroensefalografi
<b>F</b>	Frekans
<b>GAÖ</b>	Görsel Analog Ölçeği
<b>KBB</b>	Kulak Burun Boğaz
<b>MMDT</b>	Mini Mental Durum Test
<b>NC</b>	Gözler kapalı, sert yüzey
<b>NO</b>	Gözler açık, sert yüzey
<b>PC</b>	Gözler kapalı, yumuşak yüzey
<b>PO</b>	Gözler açık, yumuşak yüzey
<b>SI</b>	Stabilite İndeksi
<b>TUG</b>	<i>Timed Up and Go Test</i> (Zamanlı Kalk Yürü Testi)
<b>VKR</b>	Vestibülo-Kolik Refleks
<b>VOR</b>	Vestibülo-Oküler Refleks
<b>VSR</b>	Vestibülo-Spinal Refleks
<b>YŞS</b>	Yorgunluk Şiddet Skalası
<b>WDI</b>	<i>Weight Distribution Index</i> (Ağırlık Dağılım İndeksi)
<b>ZY</b>	Zihinsel Yorgunluk
<b>ZYK</b>	Zihinsel Yorgunluk Koşulu

## ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
2.1. Dengenin bileşenleri (30).	7
2.2. Statik posturografi cihazı ve örnek olarak gösterilen bir pozisyon. Solda, statik posturografi cihazı; sağda, baş düz, gözler açık, sert zeminde.	18
3.1. Akış şeması, ÇBYE: çok boyutlu yorgunluk envanteri, DTK: <i>dual-task</i> koşulu, EAD: ekolojik anlık değerlendirme, GAÖ: görsel analog ölçeği, MMDT: mini mental durum testi, YŞS: yorgunluk şiddet skalası, ZYK: zihinsel yorgunluk koşulu.	22
4.1. Çok boyutlu yorgunluk envanterinin başlangıç ve zihinsel yorgunluk koşulu arasındaki karşılaştırmalı grafikleri.	28
4.2. Çok boyutlu yorgunluk envanteri'nin zihinsel yorgunluk koşulu ve <i>dual-task</i> koşulu arasındaki karşılaştırmalı grafikleri.	28
4.3. Yorgunluk şiddet skalasının başlangıç ve zihinsel yorgunluk koşulu arasındaki karşılaştırmalı grafikleri.	29
4.4. Yorgunluk şiddet skalasının zihinsel yorgunluk koşulu ve <i>dual-task</i> koşulu arasındaki karşılaştırmalı grafikleri.	29
4.5. Görsel analog ölçeğinin başlangıç ve zihinsel yorgunluk koşulu arasındaki karşılaştırmalı grafikleri.	30
4.6. Görsel analog ölçeğinin zihinsel yorgunluk koşulu ve <i>dual-task</i> koşulu arasındaki karşılaştırmalı grafikleri.	30
4.7. Salınım frekanslarının (F1, F2, F3 VE F4) gözler açık sert yüzey (NO), gözler kapalı sert yüzey (NC), gözler açık yumuşak yüzey (PO) ve gözler kapalı yumuşak yüzey (PC) pozisyonlarında başlangıç ve zihinsel yorgunluk koşulu (zyk) arasındaki karşılaştırmalı grafikleri.	32
4.8. Ağırlık dağılım indeksi (WDI) gözler açık sert yüzey (NO), gözler kapalı sert yüzey (NC), gözler açık yumuşak yüzey (PO) ve gözler kapalı yumuşak yüzey (PC) pozisyonlarında başlangıç ve zihinsel yorgunluk koşulu (ZYK) arasındaki karşılaştırmalı grafikleri.	32

- 4.9.** Stabilite indeksi (SI) gözler açık sert yüzey (NO), gözler kapalı sert yüzey (NC), gözler açık yumuşak yüzey (PO) VE gözler kapalı yumuşak yüzey (PC) pozisyonlarında başlangıç ve zihinsel yorgunluk koşulu (ZYK) arasındaki karşılaştırmalı grafikleri. 33
- 4.10.** Salınım frekanslarının (F1, F2, F3 VE F4) gözler açık sert yüzey (NO), gözler kapalı sert yüzey (NC), gözler açık yumuşak yüzey (PO) ve gözler kapalı yumuşak yüzey (PC) pozisyonlarında zihinsel yorgunluk koşulu (ZYK) VE *dual-task* koşulu (DTK) arasındaki karşılaştırmalı grafikleri. 35
- 4.11.** Ağırlık dağılım indeksi (WDI) gözler açık sert yüzey (NO), gözler kapalı sert yüzey (NC), gözler açık yumuşak yüzey (PO) VE gözler kapalı yumuşak yüzey (PC) pozisyonlarında zihinsel yorgunluk koşulu (ZYK) VE *dual-task* koşulu (DTK) arasındaki karşılaştırmalı grafikleri. 36
- 4.12.** Stabilite indeksi (SI) gözler açık sert yüzey (NO), gözler kapalı sert yüzey (NC), gözler açık yumuşak yüzey (PO) ve gözler kapalı yumuşak yüzey (PC) pozisyonlarında zihinsel yorgunluk koşulu (ZYK) ve *dual-task* koşulu (DTK) arasındaki karşılaştırmalı grafikleri. 37

## TABLOLAR

<b>Tablo</b>	<b>Sayfa</b>
<b>4.1.</b> Demografik bilgiler.	27
<b>4.2.</b> Kullanılan skalaların tanımlayıcı istatistik ve karşılaştırmalı sonuçları.	31
<b>4.3.</b> NO, NC, PO ve PC pozisyonlarındaki denge değerlerinin başlangıç ve ZYK arasındaki tanımlayıcı istatistik ve karşılaştırmalı sonuçları (değerlendirilen dört duyuşal pozisyon; gözler açık ve kapalı, yüzey sert ve yumuşak).	34
<b>4.4.</b> NO, NC, PO VE PC pozisyonlarındaki denge değerlerinin ZYK ve <i>DTK</i> arasındaki tanımlayıcı istatistik ve karşılaştırmalı sonuçları (değerlendirilen dört duyuşal pozisyon; gözler açık ve kapalı, yüzey sert ve yumuşak).	38



## 1. GİRİŞ

Denge kontrolü, bireyin ağırlık merkezini, destek yüzeyi içinde koruma yeteneğini ifade eder ve bu kontrol, görsel, vestibüler ve proprioseptif girdilere, aynı zamanda merkezi düzeyde gerçekleşen sensorimotor bütünleştirme işlemine dayanmaktadır. Denge, vestibüler, işitsel, motor ve daha yüksek seviyeli premotor sistemler de dahil olmak üzere çoklu vücut sistemlerinin karmaşık entegrasyonu ve koordinasyonu ile sağlanmaktadır (1).

Zihinsel Yorgunluk (ZY), zorlu bir bilişsel görevin belirli bir süre boyunca gerçekleştirilmesinin ardından ortaya çıkan öznel duygusal ve psikobiyojik bir durumdur (2). Bu durum, modern günlük yaşamda yaygındır. Genellikle ZY'nin yorgunluk veya bitkinlik duygularına yol açarak mevcut göreve devam odaklanmayı zorlaştıracağı (3, 4) buna bağlı olarak bilişsel ve davranışsal performansı bozabileceği (3) öne sürülmüştür.

Bilişsel ve denge görevleri paradoksal olarak ilişkilidir ve eş zamanlı olarak gerçekleştirildiğinde işlev görmeleri için ortak bilişsel mekanizmalar gerektirir. Bilişsel veya otomatik bir işlem gerektiren bu süreç, işle ilgili faaliyetleri dikkatli, verimli ve güvenli bir şekilde gerçekleştirerek motor performansı optimize etmektedir. Düşmeleri ve düşmeye bağlı yaralanmaları önlemektedir. Literatürde tartışmalı olarak zihinsel yorgunluğun bilişsel kaynakları azalttığını ve bunun da denge kontrolündeki önemli rolünü azaltarak denge performansını olumsuz etkilediğini gösteren (5) çalışmalara karşın dengeye etkisi olmadığını savunan (6) çalışmalar da mevcuttur. Bu farklı görüşler nedeniyle, ZY ile postüral stabilite arasındaki ilişkinin araştırılması gerektiği vurgulanmıştır (4, 7).

Literatürde, zihinsel yorgunluğu belirlemek için kullanılan testler ve uygulama süreleri çeşitlilik göstermektedir. ZY'nin denge üzerindeki etkisine ilişkin önceki

çalışmalarda elde edilen farklı bulgular, çalışmaların öncelikle sağlıklı bireylerde yapılmasının gerekliliğini de vurgulamamıza neden olmuştur.

Çalışmamız, sağlıklı genç yetişkinlerden oluşan çalışma grubunda zihinsel yorgunluğun ve bilişsel görevlerin statik dengeyi nasıl etkilediğine dair çalışmaları genişletmeyi amaçlamaktadır. Bu amaca ulaşmak için ZY 25 dakikalık *Stroop* testi ile oluşturulmuştur. Can sıkıntısı ile karıştırılmaması için ZY'ye maruz kalma süresi kısa tutulmuş ve ikili bir görev (*dual-task (DT)*) eklenerek değerlendirmeler tekrarlanmıştır (8). Günümüzde giderek yaygınlaşan zor bilişsel görevlerin bir sonucu olarak gelişen akut zihinsel yorgunluğun statik dengeyi nasıl etkilediği tespit edilmiştir. Çalışmamızda, önceki çalışmalardan farklı olarak değerlendirmelerin aynı gün ve saatte yapılmasına özen gösterilmiştir. Çalışmanın hipotezleri aşağıdaki şekildedir:

H0: Zihinsel yorgunluk sağlıklı genç yetişkinlerde statik dengeyi etkilemez.

H1: Zihinsel yorgunluk sağlıklı genç yetişkinlerde statik dengeyi etkiler.

H0: Zihinsel yorgunluk varlığında, ikili görev tekli göreve kıyasla statik dengeyi etkilemez.

H1: Zihinsel yorgunluk varlığında, ikili görev tekli göreve kıyasla statik dengeyi etkiler.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Denge

Yer çekim merkezini destek yüzeyi sınırları içinde tutarak vücut hareketlerinin sabit veya aktif halde iken postürünü koruyabilmesi olan denge, vücudun bir noktası etrafında dönen bir cismin hareketini kontrol etme yeteneği olarak da tanımlanabilmektedir (9). Denge, günlük yaşamın işlevsel aktiviteleri için önemlidir (10). Statik denge, vücudun hareketsiz olduğu anlarda stabilizasyonu sürdürme yeteneğini, dinamik denge ise hareketli bir yüzeyde ayakta durma ve yürüme gibi aktiviteler sırasında postüral stabiliteyi sağlama becerisini tanımlar. Postüral oryantasyon ise, görevlerin yerine getirilmesi sırasında vücut bölümleri ve çevre arasındaki en iyi işlevsel ilişkiyi elde etme ve sürdürme yeteneğini içerir (11).

Postüral kontrol, vücudun konumunu stabilize ve yönlendirme amacıyla kontrol etme yeteneği olarak ifade edilir ve belirli bir düzeyde dikkat gerektiren özellikle vücut hareketleri sırasında denge talepleri arttığında, dik bir duruşu korumak için gerekli olan temel bir motor beceridir (12). Optimal postüral kontrol, günlük fonksiyonel aktivitelerin gerçekleştirilmesinde kritik öneme sahiptir (9). Literatürde gözler açık, kapalı; sert ve yumuşak zemin olarak farklı pozisyonlarda basınç merkezi yer değiştirmelerinin ve salınım hızının arttığı vurgulanmaktadır. Ayrıca, postüral kontrolde salınım hızının artmasına bağlı olarak düşme riskinin de arttığına ilişkin önemli kanıtlar da bildirilmektedir (13, 14). Örneğin, modifiye Romberg Testinde ayakta durma süresinin  $\leq 19$  sn olması (15), olağan yürüme hızının  $< 1$  m/s olması (16) ve zamanlı kalk ve yürü testini (*Timed Up and Go Test (TUG)*) tamamlama süresinin  $\geq 13,5$  sn olması (17), düşme riskinde iki ila üç kat artışla ilişkilendirilmektedir.

Postüral salınımı yüksek ve postüral kontrolü azalmış olan yetişkinler daha sık düşmekte ve bu düşmeler nedeniyle postüral kontrolü iyi olan yetişkinlere göre daha yüksek kırık riskine sahip olabilmektedirler. Kırık ve/veya diğer kas-iskelet yaralanmalarına neden olan düşmeler, yetişkinlerde immobilizasyon ve morbiditenin

yanı sıra kişisel, ekonomik ve sosyal açıdan da önemli sonuçlar doğurmaktadır (18-20). Bunun yanı sıra hareket kısıtlılığı, fonksiyonel gerileme ve bakıma muhtaçlık gibi düşmeye bağlı ciddi yaralanmaların kısa ve uzun vadeli etkileri, yaşam kalitesini önemli ölçüde düşürmekte olup erken ölüm riskini de artırmaktadır (21). Postüral stabilite bozuklukları yaşlı popülasyonda daha sık teşhis edilmektedir. Bununla birlikte genç yetişkinlerde postüral stabilitenin zayıflığı ve aşırı postüral salınımın araştırmacıların ilgisini çektiği ve literatürde bu genç yetişkinlerde daha yüksek düşme riski bildirildiği görülmektedir (20, 22, 23).

Gerek laboratuvar çalışmaları gerekse klinik çalışmalar, vestibüler sistem öz hareket algısının fiziksel öz bilinç, uzamsal navigasyon, uzamsal öğrenme, uzamsal hafıza ve nesne tanıma hafızası ile ilgili olduğunu göstermektedir (24). Bu nedenle ZY, dengeyi sağlamak için işlem verimliliğini ve hızını azaltabilmekte ve böylece bireyin işle ilgili faaliyetlerinin dikkatli, verimli ve güvenli bir şekilde gerçekleşmesini sağlayan, düşmeleri ve düşmeye bağlı yaralanmaları önleyen ve motor performansını optimize eden postural kontrolü sağlayabilmektedir (25). Postüral kontrol, merkezi ve periferik sinir sistemlerindeki vestibüler, görsel ve somato-duyusal organlardan gelen çoklu girdilerin karmaşık entegrasyonunu gerektirmektedir (26). Son çalışmalar denge kabiliyetini bir kuvvet plakası kullanarak, postüral salınımla değişen basınç merkezini (*Center of Pressure (COP)*) araştırarak veya dört platforma ve bir ağırlık dağılım indeksine (*Weight Distribution Index (WDI)*) dayalı *COP*'yi araştırarak değerlendirmeler yapmaktadır (27). Denge sistemi işlevsel hedefleri; postüral durumu koruyabilme (oturma ya da ayakta durma), istemli hareketin kolaylaştırılması ve dengenin bozulduğu durumlarda (itme, çekme) dengeyi yeniden sağlayabilmeyi içermektedir (10).

Postüral bozuklukların teşhisi, düşmelerin önlenmesi ve postüral stabilitenin rehabilitasyonu, bireyin yaşam kalitesinin arttırılmasının yanı sıra sağlık harcamalarının azaltılması açısından da önem arz etmektedir. Bu nedenle hem

bireysel hem de toplumsal önemi ve etkisi nedeniyle dengenin sağlanmasında rol oynayan faktörleri anlamak faydalı olacaktır.

### 2.1.1. Dengenin Bileşenleri

Dengenin bileşenleri arasında görsel, vestibüler ve somatosensöriyel sistemler yer almaktadır. Görsel sistem, kişinin çevresindeki nesnelere algılamasına yardımcı olmakta, vestibüler sistem, kulak içindeki sıvıların hareketini algılamakta ve kişinin başının konumunu belirlemekte somatosensöriyel sistem ise vücudun farklı bölgelerindeki dokuların hareketini algılamakta ve kişinin vücudunun konumunu belirlemektedir (28).

Görsel sistem, baş ve gözün oryantasyonu ile ilgili bilgiyi sağlamaya odaklanmaktadır. Baş ve gözlerin konumu ve hareketleri, vücudun hafif doğrusal veya dönme biçimindeki hareketleri sırasında retinadaki görüntüyü aniden kaydırır. Bu bilgi, denge merkezlerine iletilerek postüral kontrol mekanizmalarına etki eder (29).

Vestibüler sistem, baş hareketlerini algılayarak hareket sırasında retina üzerindeki görüntülerin stabilitesini sağlamaktan sorumludur. Vestibüler sistem diğer sistemlerden benzersizdir çünkü anında çoklu duyuşal ve multimodal hale gelir (29). İç kulaktaki vestibüler reseptörler, baş hareketini üç boyutlu olarak algılar ve bu bilgi, merkezi vestibüler yollar aracılığıyla kontrol edilen refleksler ve algılar için kullanılır. Merkezi vestibüler sistem, vestibülo-oküler refleks (VOR), vestibülo-kolik refleks (VKR) ve vestibülo-spinal refleks (VSR) olmak üzere genellikle üç temel refleks ile açıklanmaktadır. VOR, baş ve vücut hareketleri esnasında, bakışı sabitleyerek net görüşün sağlanmasından; VKR, başın stabilize edilmesi için boyun kaslarının hareketini etkinleştirmekten, VSR ise postürü koruyarak yer çekim merkezini destek yüzeyi içerisinde tutarak vücudu dengelemekten sorumludur (10, 29).

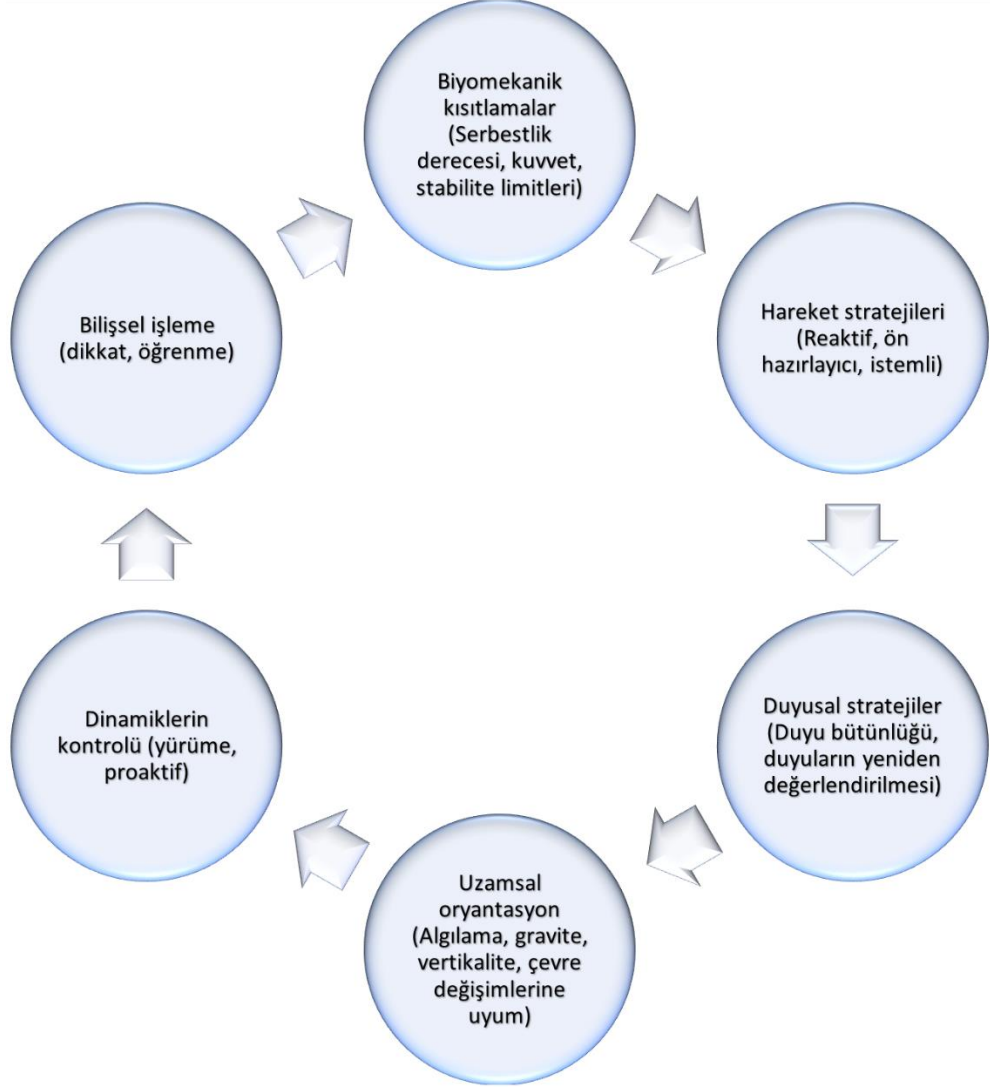
Somatosensöriyel sistemde, periferik duyu reseptörlerinden ve özellikle proprioseptif eklem reseptörlerinden gelen vücudun pozisyonu ve hareketleri ile ilgili

afferent girdiler, çeşitli düzeylerde işlenir ve birleştirilir. Bu işleme süreci, uygun efferent (motor) yanıtın oluşturulması için bilgi sağlar. Normal postürün korunması ve günlük yaşam aktivitelerinin güvenli bir şekilde gerçekleştirilmesi, başlıca proprioseptif ve kutanöz girdilerle ilişkilidir (10).

Ayakta durma, yürüme ve hareket etme gibi günlük faaliyetlerin güvenli bir şekilde gerçekleştirilmesi karmaşık fizyolojik mekanizmaların etkileşimi ile olmaktadır. Birçok sistemin devreye girdiği mekanizmadaki sorunun ne olduğunu anlamak için bütüncül değerlendirme yapılması önem taşımaktadır (30).

Günümüzde tek bir sistem veya denge refleksi olarak görülmeyen postüral kontrol çoklu sensorimotor süreçlerin etkileşiminden türetilen ve çoklu duyuşal girdilerden oluşan karmaşık bir motor beceri olarak kabul edilmektedir (30, 31). Postüral oryantasyon ve postüral denge olmak üzere iki ana fonksiyonel hedefi vardır. Postüral oryantasyon, yerçekimi, destek yüzeyi, görsel çevre ve iç referanslara göre vücut hizalamasında aktif kontrol sağlarken postüral denge hem kendi kendine oluşan hem de dışarıdan tetiklenen bozukluklar sırasında vücudun kütle merkezini stabilize etmek için sensorimotor stratejilerin koordinasyonunu sağlamaktadır. Postüral kontrolde uzamsal yönelim somatosensoriyel, vestibüler ve görsel sistemlerden gelen yakınsak duyuşal bilgilerin yorumlanmasına dayanmaktadır (28).

Postüral kontrolü anlamak adına bireylerin vestibüler bozukluklarına rağmen günlük yaşamda dengeye ilişkin fonksiyonlarını devam ettirebilmek için telafi edici stratejilerini dikkate almak ve santral sinir sisteminin dengeyi kontrol etmek için kullandığı normal stratejileri anlamak önemlidir (30). Dengenin bileşenlerine ilişkin alt başlıklar aşağıdaki gibi şematize edilebilmektedir (**Şekil 2.1.**).



**Şekil 2.1.** Dengenin bileşenleri (30).

### **Biyomekanik Kısıtlamalar**

Denge üzerindeki en önemli biyomekanik kısıtlamanın destek tabanı (ayak) boyutu ve kalitesi olduğu bilinmektedir. Ayakların boyutu, gücü, aralığının yanı sıra ayakta ağrı olup olmaması veya ayağın kontrolündeki herhangi bir sınırlama dengeyi etkilemektedir (30).

## **Hareket Stratejileri**

Dengenin sürdürülebilmesi için, sabit ayakta duruş pozisyonunda üç ana hareket stratejisi kullanılmaktadır: ayak bileği stratejisi, kalça stratejisi ve adım alma stratejisi. İlk iki strateji destek tabanını yerinde tutmaktadır. Bu iki stratejinin yetersiz kaldığı durumda yani ağırlık merkezinin destek yüzeyinin dışına çıkması durumunda üçüncü strateji ile bireysel adımlama veya uzanma hareketi açığa çıkmaktadır (30, 32, 33).

## **Duyusal Stratejiler**

Birey, karmaşık duyu ortamları yorumlamak için somatosensöriyel, görsel ve vestibüler sistemlerden gelen duyu bilgileri entegre etmelidir. Birey için değişen her duyu ortam yeniden adaptasyon ihtiyacı ortaya çıkarmaktadır. Sağlıklı bireyler iyi aydınlatılmış ve sağlam destek yüzeyine sahip bir ortamda dengeyi sağlamak için %70 oranında somatosensöriyel, %10 oranında görme ve %20 oranında vestibüler bilgiye güvenmektedirler. Bununla birlikte, iyi aydınlatılmamış veya dengesiz bir destek yüzeyi üzerinde durduklarında ise vestibüler ve görme bilgisine olan bağımlılıkları azaldıkça somatosensöriyel bilgiye bağımlılıkları artmaktadır (30, 33).

## **Uzamsal Oryantasyon**

Sağlıklı sinir sistemleri vücudun nasıl yönlendirileceğini otomatik olarak değiştirebilmektedir. Vücudu yerçekimine, destek yüzeyine, görsel çevreye ve iç referanslara göre yönlendirme yeteneği, postüral kontrolün kritik bir bileşenidir (30). Çevredeki nesnelere zaman ve mekan açısından algısı ve bireyle olan ilişkisi konumsal farkındalığı sağlar. Uzamsal algı sayesinde birey hareket ederken duvar gibi sabit nesnelere veya birey sabitken araba gibi hareketli araçlara çarpmamak başarılabilir.



## **Dinamiklerin Kontrolü**

Sabit bir duruşun aksine, sağlıklı bir kişinin kütle merkezi yürürken veya bir duruştan diğerine geçerken ayak desteğinin tabanı içinde olmaması durumudur (30, 34). Yürüyüş sırasında ve bir duruştan diğerine geçerken dengenin kontrolü, hareket eden kütle merkezinin karmaşık kontrolünü gerektirmektedir.

## **Bilişsel İşleme**

Destekle oturan kişi ile ayakta duran kişi karşılaştırıldığında ayakta duran kişide tepki süresi artmaktadır. Bu durum sadece ayakta durmanın bile bilişsel işlem gerektirdiği ve birçok bilişsel kaynak kullanıldığını göstermektedir (34). Postüral görev ne kadar zor olursa, o kadar fazla bilişsel işlem gerekmektedir. Dolayısıyla, postüral görevin zorluğu arttıkça reaksiyon süreleri ve bilişsel görevdeki performans düşmektedir (30). Duruş kontrolünde kullanılan ve diğer bilişsel işlemler sırasında kullanılan bilişsel kaynaklar paylaşıldığında postüral görevlerin performansı da ikincil bir bilişsel görev tarafından bozulmaktadır (30, 35).

### **2.1.2. Denge ve Bilişsel Beceriler**

Bilişsel görev süresinin uzun olmasının ortaya çıkardığı ZY'nin postüral denge kontrolü üzerindeki etkisine ilişkin literatür sınırlıdır (36, 37). Literatürde, denge kontrolünün otomatik olduğu ve çok az bilişsel kaynak gerektirdiği veya hiç gerektirmediğinin varsayıldığı çalışmalar görülmektedir (34, 38). Bunun yanı sıra özellikle son zamanlarda, geriye doğru sayarken dengede durma gibi bilişsel ikili görev ve gözler kapalıyken dengede durma gibi duyuşsal manipülasyonların kullanıldığı çalışmalar, statik ve dinamik denge kontrolünde önemli derecede bilişsel katılım olduğunu göstermektedir (5, 34, 39). Kerr ve meslektaşları (40) bilişsel uzamsal işleme ve postüral kontrolün ortak mekanizmalar gerektirebileceğini ifade ettikleri çalışmada hafızada kalanların ifadesi sırasında zor bir duruşun

sürdürülmesinin, bir uzamsal bellek için hatırlamayı etkilediğini, ancak sözel bir bellek görevini etkilemediğini göstermektedirler. Çalışmanın sonuçları, bilişsel uzamsal işlemlerin, ayakta duruşun düzenlenmesi için de gerekli olan nöral mekanizmalara dayandığını ve bilişsel işlemlerin denge yeteneğini etkilediğini ortaya koymaktadır (40).

Bilişsel performansın iyileştirilmesinin bireysel sağlığa olan faydalarının yanı sıra bazı çalışmalarla kanıtlandığı üzere bilişsel beceriler bireysel üretkenliği, ekonomik büyümeyi ve kazançları pozitif yönde etkilemektedir (41, 42).

Zayıf bilişsel performans, fizyolojik olarak yürütme işlevlerinin etkili bir şekilde kullanılmasını engellemekte, işleme ve motor tepkilerdeki ikincil gecikmeler nedeniyle postüral stabilitenin korunmasını zorlaştırmaktadır (4). Rankin ve diğ. (34) tarafından yapılan bir çalışmada, bilişsel süreçler ve denge kontrolü arasında güçlü etkileşimler olduğu öne sürülmektedir. Araştırmacılar bir denge platformunda agonist ve antagonist kasların tepki gecikmesi ve genliğinin aynı anda bilişsel bir görev gerçekleştirildiğinde daha yavaş ve daha küçük bulduklarını belirtmektedirler (34).

### **2.1.3. Bilişsel Beceriler ve Zihinsel Yorgunluk**

Zihinsel yorgunluk, zorlu bir bilişsel görevin belirli bir süre boyunca gerçekleştirilmesinin ardından ortaya çıkan öznel, duygusal ve psikobiyolojik bir durumdur (2). Dikkatteki azalmanın zihinsel çabayı artırdığı yaygın olarak kabul edilmektedir. Zihinsel olarak zorlayıcı görevlerin yerine getirilmesi sırasında, bireylerdeki tepki sürelerinin daha yavaş olduğu, buna öznel yorgunluk ve enerji azalması hislerinin eşlik ettiği gözlemlenmektedir (43). Bu tür görevlerin uzun süreli performansı, beyindeki yürütme işlevleriyle ilişkili olan prefrontal korteks aktivasyonunda değişikliklere yol açmaktadır. Çalışmalar, ZY'ye yol açabilecek bir görevi yerine getirmenin, beyin uyanıklığı ve uyarılma seviyelerinin azaldığını gösteren beta frekansının artması ile ilişkili olduğunu göstermektedir (43). Zihinsel

yorgunluğa yol açan dikkat görevini sürekli olarak gerçekleştirmenin nöral aktivitede neden olduğu değişikliklerin değerlendirildiği bir çalışmada, sağ alt ve orta frontal giruslardaki (sırasıyla Brodmann'ın 44. ve 9. alanları) beta frekans bandı gücündeki artışların zihinsel yorgunluktan kaynaklandığı gösterilmektedir (44). Literatürde zihinsel yorgunluğun etkilerinin en az 20 dakika boyunca devam ettiği belirtilmektedir (8).

Zaman içinde bilişteki değişiklikleri kontrol etmek için kısa ve uzun süreli bellek, dikkat süresi, konsantrasyon, dil ve iletişim becerileri, planlama ve talimatları anlama yeteneği gibi çeşitli zihinsel fonksiyonları değerlendirmek son derece önemlidir. Bilişsel bozukluğu, özellikle de demansı tespit etmek için yaygın olarak bir tarama testi olan Folstein ve arkadaşları (1975) (45) tarafından geliştirilen Minimal Mental Durum Testi oryantasyon, dikkat, hatırlama ve dil ile ilgili sorular içermektedir. Türkçe geçerlilik ve güvenilirliği 2002 yılında Güngen tarafından yapılan testin (46) oryantasyon bölümünde toplam 10 puanlık 10 soru, kayıt belleği bölümünde 3 puanlık 1 soru, dikkat ve hesaplama bölümünde 5 puanlık 1 soru, hatırlama bölümünde 3 puanlık 1 soru ve dil bölümünde toplam 9 puanlık 6 soru bulunmaktadır. Testin toplam puanının 24'ün altında olması, ilgili bir uzman tarafından daha ayrıntılı bilişsel değerlendirme yapılması gerektiğini göstermektedir. Testin uygulandığı kişilerde demans riski taşıyan ve ileri değerlendirilmeye ihtiyaç duyulan bireylerin belirlenmesinde 30 üzerinden 23 kesme puanının dikkate alınması önerilmektedir (47).

Zorlu bilişsel aktivite, zihinsel yorgunluk oluşturması nedeniyle çalışmalarda ikincil olarak verilen bir görev yani *DT* olarak, bilişsel görevler ve duruşlar arasındaki ilişkiyi araştırmak için sıklıkla kullanılmaktadır (48). Literatürde bilişsel görev ve duruş arasındaki ilişkinin uzun yıllardır dikkat çektiği ve araştırmacıların bu ilişkiyi anlamada *DT* kullandıkları görülmektedir (48). Ayrıca denge ile *DT* arasında ilişki olduğunun ortaya çıkarılmasının yanı sıra ikinci bir görevi yerine getirmenin de dengeyi

geliştirebileceği ve bu nedenle ZY ile postural stabilite arasındaki ilişkinin araştırılması gerektiği vurgulanmaktadır (4, 7, 49, 50).

#### **2.1.4. Zihinsel Yorgunluk ve Denge İlişkisi**

Modern yaşamda yaygın olan ZY genellikle yorgunluk veya bitkinlik duygularına yol açarak eldeki mevcut göreve devam etmeyi zorlaştırmaktadır (3, 4). Zihinsel yorgunluğun bozulmuş bilişsel ve davranışsal performansla ilişkili olduğu öne sürülmektedir (3). Zihinsel yorgunluk varlığında bilişsel performans düşmekte ve görev süresi arttıkça bilişsel verimlilik azalmaktadır (8, 51). Bilişsel işlevlerin sürekli aşırı yüklenmesinden veya aşırı kullanımından kaynaklanan ZY, günlük yaşam aktiviteleri için bilişsel kaynakların kullanımını da azaltabilmekte ve optimal işlevselliği etkileyebilmektedir.

Zihinsel yorgunluk oluşturmak için yapılan çalışmalarda, yaklaşık 30 dakika süren bilişsel faaliyetlerin ZY ile sonuçlanabileceği vurgulanmaktadır (4, 39).

Literatürde bireylerin eş zamanlı olarak birincil ve ikincil görevleri yerine getirmelerinin, dengenin sağlanmasında bilişin rolünü araştırmak için kullanıldığı görülmektedir (48). Dengede kalmak için dikkat kaynaklarının kullanılması gerektiği durumda, ikincil görevlerin yerine getirilmesinin dengeyi zorlaştırması beklenmektedir. Ayrıca, ikincil görevlerin türünün değişmesi, dengede kalmanın gerektirdiği özel dikkat kaynaklarını da ortaya çıkarmaktadır.

#### **Zihinsel Yorgunluğu Ölçen Ölçekler**

Zihinsel yorgunluk, zihinsel olarak zorlu görevlerin uzun süreli performansı nedeniyle santral sinir sisteminin işlenmesinde bir değişiklik meydana getirmektedir. Bu nedenle ZY varlığının araştırılması ve şiddetinin ölçülmesi gereken bir durum olarak kabul edilmektedir. Bu amaç doğrultusunda araştırmalarda kullanılmak üzere ölçekler geliştirilmiştir.

### **Çok Boyutlu Yorgunluk Envanteri**

Yorgunluğun ifade edilebildiği davranışlar temel alınarak ve farklı boyutları varsayılarak geliştirilmiş olan Çok Boyutlu Yorgunluk Envanterinin (ÇBYE) Türkçe geçerlilik ve güvenilirlik çalışması Başoğlu tarafından 2020 yılında yapılmıştır (52). Genel yorgunluk, fiziksel yorgunluk, motivasyon azalması, aktivite azalması ve zihinsel yorgunluk olmak üzere yorgunluğun beş farklı boyutunu ölçmektedir (52, 53). Zihinsel olarak konsantre olma yeteneklerini ölçen dört madde içermektedir. Çok Boyutlu Yorgunluk Envanterinde birincisi, yorgunluk kişinin işlevsellik hakkındaki genel sözleriyle ifade edilmektedir, örneğin "dinlenmiş hissediyorum". İkincisi, yorgun hissetmekle ilişkili fiziksel duyumlara atıfta bulunarak, üçüncüsü ise konsantrasyon güçlüğü gibi bilişsel semptomları dikkate alarak belirlenmektedir. Genel, fiziksel ve zihinsel yorgunluğun derecelerinin belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Her madde 1 (evet, bu doğru) ile 5 (hayır, doğru değil) arasında bir ölçeklendirme seçeneğine sahip olmakla beraber toplamda 20 maddeden oluşmaktadır.

### **Yorgunluk Şiddet Skalası**

Yorgunluk Şiddet Skalası (YŞS), Krupp ve arkadaşları tarafından geliştirilen 9 maddelik bir skaladır (54). Türkçe geçerlilik ve güvenilirlik çalışması 2012 yılında Gencay ve Can tarafından yapılmıştır (55). Skalada bazı sorular sadece fiziksel yorgunluğu değerlendirirken, bazı sorular ise fiziksel ve zihinsel yorgunluk boyutlarını değerlendirmektedir. Skalanın her bir maddesi, 1 (kesinlikle katılmıyorum) ile 7 (kesinlikle katılıyorum) arasında değişen yedili Likert tipi bir ölçekte puanlama ile derecelendirilmektedir. Skala puanlarının 4 veya üzerinde olması şiddetli yorgunluğun varlığına işaret etmektedir.

## **Görsel Analog Ölçeği**

Görsel Analog Ölçeği (GAÖ), kolayca ve doğrudan ölçülemeyen, sürekli değişen bir özelliği ya da tutumu ölçmek için kullanılan bir araçtır (56, 57). Türkçe geçerlilik ve güvenilirlik çalışması 2019 yılında Gençbaş ve Bebiş tarafından yapılmıştır (57). Ölçek genellikle solda "ağrı yok" ve sağda "dayanılmaz ağrı" gibi tanımlamaların yer aldığı 100 mm uzunluğunda yatay bir çizgiden oluşmaktadır. Ölçeği dolduran kişi ağrısını algıladığı dereceyi en doğru tanımlayan ifadeye denk gelen noktayı işaretler. GAÖ skoru, çizginin sol ucundan birey tarafından işaretlenen noktaya kadar milimetre cinsinden ölçülerek belirlenmektedir.

### **2.2. Denge Değerlendirilmesi**

Denge becerilerinin değerlendirilmesi, potansiyel bozuklukların doğru teşhis edilmesi, düşme riskinin belirlenmesi, tedavi planının oluşturulması ve zaman içindeki değişimin değerlendirilmesi için kritik öneme sahiptir. Ancak, dengenin karmaşık, çok faktörlü yapısı gereği birçok psikometrik olarak geçerli ve standartlaştırılmış ölçüm bulunduğundan bu süreç karmaşık bir hal alabilir (10, 11). Dengenin değerlendirilmesi, dengeyi korumak, çeşitli fizyolojik sistemler arasındaki duyuşal, motor ve biyomekanik bileşenlerin koordineli etkileşimlerine dayanmaktadır (10). Kas-iskelet sistemi ve merkezi sinir sistemi bileşenleri, statik denge, dinamik denge ve reaktif kontrol durumlarında farklı fonksiyonları yerine getirmektedir. Bu denge sistemi modeli, her bileşenin ve kontrol tipinin ayrı ayrı denge bozukluklarına neden olabileceğini ve tedavi yaklaşımlarının kişiselleştirilmesi için değerlendirmelerde bu bileşenlerin dikkate alınması gerektiğini vurgulamaktadır (11).

Vücut bölümleri arasındaki ilişki ve yer çekimine göre uygun yönelim ile postüral kontrol, desteğin tabanı değişmediğinde kütle merkezini kontrol ederek desteksiz durabilme yeteneği ile statik denge, destek tabanı içindeki kütle merkezini kontrol ederek ağırlık kaydırma yeteneği ile dinamik denge ortaya çıkmaktadır. Kütle

merkezini destek tabanına getirmek için stabiliteyi yeniden sağlayıcı düzeltici hareketler ile (yani ayak bileği, kalça ve adım atma stratejileri) reaktif kontrol devreye girmektedir. Yürümek, dönmek, uzanmak gibi fonksiyonel görevlerle denge korunmaya çalışılır. Dengenin sağlanmasına, güç ve koordinasyon gibi temel motor sistemler; görme ve vestibüler gibi temel duyu sistemler; dikkat, korku ve güven gibi temel bilişsel sistemler katkı sağlamaktadır (11).

Yatak başı muayenede nörolojik değerlendirme, spontan nistagmus değerlendirmesi, göz hareketleri takibi, pozisyonel nistagmus ve postural salınım değerlendirilebilmektedir. Bu değerlendirmeler baş dönmesi ve/veya denge bozukluğunun hangi patolojilerden kaynaklandığı ve hangi objektif testlerin kullanılması gerektiği konusunda ipucu vermektedir.

Denge bozuklukları, potansiyel olarak fiziksel, sosyal işlev ve aktivite kısıtlamalarına yol açabilir; düşmeler ve düşme korkusu kaynaklı hareketsizlik, travma ve depresyon ile ilişkilidir. Bu bozukluklar, birey ve toplum genelinde yaşam kalitesini belirgin bir şekilde azaltmaktadır. Klinik uygulamada, denge sorunlarının kapsamlı değerlendirilmesi hem tanı hem de tedavi açısından kritik öneme sahiptir. Bu değerlendirmeler, düşme riskini belirleme ve tedavi etkinliğini belirleme amacıyla işlevsel, sistem/fizyolojik ve objektif değerlendirmeleri içermektedir (1). Postural kontrol değerlendirmelerinde yaygın olarak kullanılan testler aşağıda özetlenmiştir.

İşlevsel değerlendirmeler; Aktiviteye Özgü Denge Güven Ölçeği, Berg Denge Ölçeği, Tinetti Denge ve Yürüme Değerlendirmesi, Fonksiyonel Uzanma Testi, Tandem Duruş Testi, Otur-Kalk Testi, Zamanlanmış Kalk ve Yürü testi, Tek Ayak Üstünde Durma Testi gibi testleri içermektedir.

Sistem/fizyolojik değerlendirmeler; Denge Değerlendirme Sistemleri Testi (Biyomekanik Kısıtlılıklar, Stabilite Sınırları, Postüral Ayarlamalar, Postüral Yanıtlar, Duyusal Oryantasyon, Yürüyüş Stabilitesi) ve Fizyolojik Denge Profili yaklaşımını

(görüş, ayaklarda kutanöz duyusu, bacak kas kuvveti, reaksiyon süresi ve duruşta postüral salınımı testleri) içermektedir.

Objektif değerlendirmeler; dinamik postürografi, statik postürografi ve giyilebilir hareket sensörlerini içermektedir.

### **2.2.1. Denge Değerlendirme Ölçek/Formlar**

Literatürde dengeyi değerlendirmek için yapılan uygulamaların geniş yelpazede değişkenlik göstermesi sebebiyle denge değerlendirme formu olarak kullanılan standart bir form bulunmamaktadır. Ancak araştırmacılar araştırmanın amaçlarına, klinik dinamiklere ve klinik şartlara göre mevcut değerlendirme formlarından referans alıp birleştirerek çalışmaya uygun şekilde oluşturulan formlar kullanmaktadır. Baş dönmesi ve denge değerlendirmesinde ilk ve en önemli adım, hikayenin alınması ve şikayetlerin ayrıntılı bir biçimde sorgulanmasıdır. Şikayetlerin ne zaman/ nasıl (ayakta/ otururken/ yürürken/ yatarken vb.) başladığı, baş dönmesinin ne kadar süreyle devam ettiği, ilaç kullanımı (ototoksisite/ vestibülotoksisite), işitme kaybı/ çınlama varlığı, şikayetlere mide bulantısı, kusma, baş ağrısı, görme bozukluğu/ kaybı, yürüme bozukluğu vb. gibi başka belirtilerin eşlik edip etmediği ayrıntılı bir biçimde sorgulanmalıdır. Denge bozukluğu olan bireyin ayrıntılı hikaye alımından sonra nörolojik muayene, otolojik muayene ve işitme değerlendirmesi sonuçlarının birlikte ele alınması gerekmektedir (58, 59).

### **2.2.2. Statik Dengenin Değerlendirilmesi**

Klinik uygulamada postüral kontrolün değerlendirilmesi için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Statik ve dinamik posturografi bu yöntemler içinde yer almaktadır (60). Vücudun basınç merkezi değişkenliği, bireyin yaşı ve değerlendirmede kullanılan ekipman gibi değişkenler kantitatif ölçümler elde etmede bu yöntemlerin güvenilirliğini ve geçerliliğini etkileyebilmektedir. Statik veya dinamik bilgisayarlı



posturografi vestibüler, görsel ve somato-sensöriyel sistemleri değerlendirirken kantitatif veriler sağlamaktadır. Bu nedenle, postüral instabiliteye neden olan belirli sistemlerin bozukluğunun teşhisi açısından bu değerlendirme yöntemlerinin duyarlılığı ve özgüllüğü yüksektir (61). Öte yandan, statik bilgisayarlı posturografi, dinamik bilgisayarlı posturografi değerlendirme yöntemine kıyasla daha kısa değerlendirme süresi ve daha ucuz ekipman avantajına sahiptir (60).

### **Statik Postürografi**

Statik postürografi, postüral stabilite kontrolünü ölçmek için laboratuvarlarda ve kliniklerde kullanılan basit bir non-invaziv yöntemdir (62). Hem statik hem de dinamik koşullarda stabil dik duruşu korumak için santral sinir sisteminin çevredeki değişiklikleri algılaması ve bu bilgilere dayanarak denge kaybına karşı kas aktivasyonunu yeterli bir şekilde uygulaması gerekmektedir. Bu sürekli olan bir süreçtir. Motor çıktı ile yakın etkileşim içinde olan propriyoseptif, görsel ve vestibüler sinyaller tarafından yönlendirilen duyuşal girdiler tarafından kontrol edilmektedir. Nöromüsküler kontrolün doğrusal olmayan önemli gecikmeleri ve fizyolojik sınırlamaları nedeniyle, postüral kontrolün motor çıktısı, rastgele salınımlardan etkilenmektedir. Titreme benzeri anlık salınımlar, postürografi testleri sırasında ayakların destek yüzeyi üzerindeki basınç değişiklikleri olarak değerlendirilebilmektedir (62, 63).

Postürografi değerlendirmesi öncesinde genellikle kullanılan cihazın kalibrasyonu yapıldıktan sonra kişi bilgilerinin (ad, soyad, protokol numarası vb.) girilmesi gerekmektedir. Statik postüral denge değerlendirmesi, bireyin çıplak ayakla ve kolları vücudunun yanında serbest durumda iken (**Şekil 2.2.**) güç plakasındaki dikey basınç dalgalanmalarının kaydedilmesi esasına dayanmaktadır. Gelen girdiler bir bilgisayar tarafından entegre edilmekte ve işlenmektedir.

Ölçüm türünün, hastanın yaşının, cinsiyetin, antropometrinin, ayak yerleşiminin, eşlik eden hastalıkların ve denge görevlerinin zorluk seviyelerinin posturografi sonuçlarını etkilediği bildirilmektedir (64). Statik postürografi, postüral kontrolü değerlendirmek için yaygın olarak kullanılmakta ve çoğunlukla basınç merkezini ölçen statik duruş sırasında uygulanmaktadır (65). Bu nedenle, denge bozukluğu olmayan sağlıklı bireylerin postüral reaksiyonlarında posturografi ölçüm sonuçlarında değişkenlik görülmesi muhtemel olmakla beraber yapılan bir çalışmada (26) statik postürografinin, fiziksel aktivite düzeyinin düşük olduğu genç ve sağlıklı yetişkinlerde postüral stabiliteyi test etmek için test-tekrar test güvenilirliğinin yüksek olduğu gösterilmektedir. Güvenilir sonuçlar elde edebilmek için homojen katılımcı gruplarının kullanılması da önerilmektedir (66). Statik postürografinin kolay kullanımı nedeniyle nörolojik tanı, hasta taraması, patolojinin ilerlemesi ve tedavi etkilerinin hızlı değerlendirilmesi için kullanılmasına ilgi her geçen gün artmaktadır (62).



**Şekil 2.2.** Statik posturografi cihazı ve örnek olarak gösterilen bir pozisyon. Solda, statik posturografi cihazı; sağda, baş düz, gözler açık, sert zeminde.

### 3. BİREYLER VE YÖNTEM

Bireyler, çalışmaya hiyerarşinin olmadığı sosyal çevreden davet edilmiştir. Davete olumlu cevap veren gönüllü bireylere onam formu imzalatılmış ve değerlendirmeler için randevu verilmiştir. Çalışmaya dahil olan bireyler çalışmanın kapsamı ve amacı hakkında bilgilendirilmiştir. Çalışmanın amacına paralel olarak sağlıklı bireylerde zihinsel yorgunluk oluşturulmuş çoklu görev uygulanmış ve sonrasında statik denge değerlendirmeleri yapılmıştır. Çalışmaya dahil olan bireylerin Kulak Burun Boğaz (KBB) muayeneleri Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalında, statik denge değerlendirmeleri Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümünde yapılmıştır. Çalışmanın Etik Kurul onayı (26.04.2022 tarih 22-114-45 kayıt numaralı onay), Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan alınmıştır.

#### 3.1. Bireyler

Çalışmada tüm bireyler başlangıç, zihinsel yorgunluk koşulu (ZYK) ve *dual-task* koşulu (DTK) olmak üzere 3 koşulda değerlendirmeye alınmıştır. Çalışmaya 18- 44 yaş arasında (67, 68) sağlıklı 19 kadın ve 19 erkek olmak üzere toplam 38 birey dahil edilmiştir.

##### 3.1.1. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri

Aşağıdaki kriterlere sahip bireyler çalışmaya dahil edilmiştir.

- Normal KBB muayenesine sahip olması
- Mini Mental Durum Test puanının 25 ve üzeri olması
- Yardımsız ayakta durabiliyor olması
- Okuryazar olması

- Çalışmaya katılmaya gönüllü olması

### 3.1.2. Çalışmaya Dahil Edilmeme Kriterleri

Aşağıdaki kriterlere sahip bireyler çalışmaya dahil edilmemiştir.

- Vestibüler değerlendirmelerinin normal olmaması
- İşitme kaybı şikayeti ve/veya işitme kaybı tanısı olması
- Kronik hastalık tanısı olması
- Bilinen nörolojik probleminin olması
- Yardımsız ayakta durmasını engelleyen fiziksel yetersizlik olması

## 3.2. Yöntem

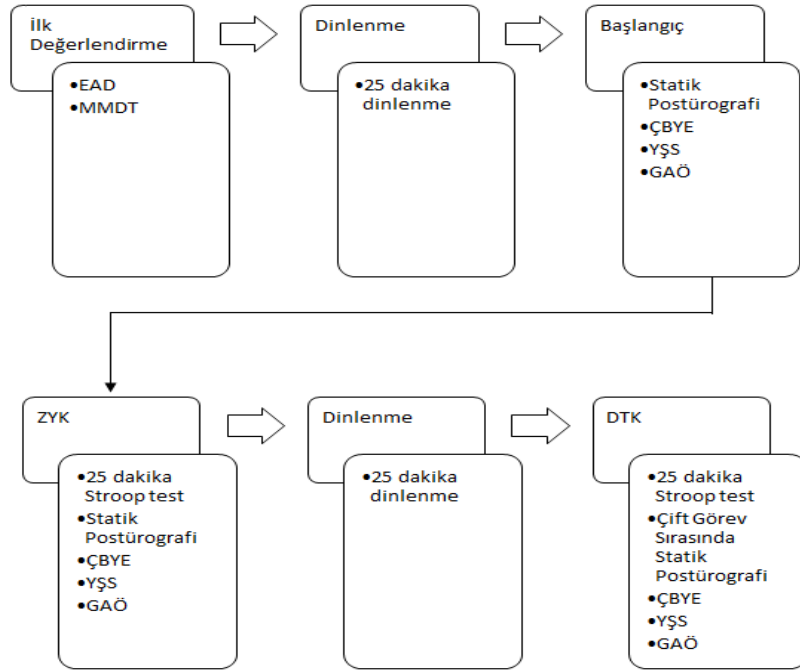
Çalışmaya katılmadan 24 saat önce rutin alkol/kafein tüketimi veya herhangi bir yorucu fiziksel aktivite yapılmamış olması bilgisi alındıktan sonra çalışmaya katılan bireylere ilk olarak denge değerlendirme formu uygulanmıştır. KBB muayenesi sırasında vestibüler sistem ile ilgili herhangi bir patolojiye sahip olmadığı KBB hekimi tarafından belirlenmiştir. Bireylerin dahil edilme kriterlerini karşılayıp karşılamadığını belirlemek amacıyla Ekolojik Anlık Değerlendirme (*Ecological Momentary Assessment* (EAD)) (69) ve Mini Mental Durum Test (MMDT) (46) uygulanmıştır. Çalışma üç koşulda uygulanmıştır:

**Başlangıç Koşulu:** Bireyler çalışmaya kabul edildikten sonra başlangıç aşamasına alınmış ve zihinlerini rahatlatmak için 25 dakika boyunca kendilerinin belirlediği rahatlatıcı bir aktivitede (kitap okuma, müzik dinleme) bulunmuşlardır. Dinlenme sonrasında statik denge değerlendirmesi yapılmış ve subjektif değerlendirmeler için ÇBYE (53), YŞS (54) ve GAÖ (57) sırasıyla uygulanmıştır. Ardından sırasıyla ZY ve DT koşulları uygulanmıştır (Şekil 3.1).

**Zihinsel Yorgunluk Koşulu:** Başlangıç koşulu tamamlandıktan sonra kişide ZY oluşması için 25 dakika (70) *Stroop* test uygulanmıştır. Ardından statik değerlendirme ve subjektif ölçekler (ÇBYE, YŞS ve GAÖ) tekrar edilmiştir.

**Dual-Task Koşulu:** Bu koşul, ZY koşulunun tamamlanmasının ardından uygulanmıştır. Katılımcılar 25 dakika dinlendirilip tekrar 25 dakika Stroop test uygulandıktan sonra statik denge değerlendirmesi sırasında ikinci bir görev verilmiştir. İkinci görev kişilerin çalışma belleğine yönelik bir aktiviteden (geriye sayma) oluşturulmuştur. Ardından subjektif ölçekler (ÇBYE, YŞS ve GAÖ) tekrarlanmıştır. Zorlu bilişsel görevin eklendiği bu koşuldaki değerlendirmeler çalışmayı etkileyecek çevresel ve sosyal faktörlerin kontrolünü ve değerlendirmelerin standardizasyonu sağlamak için aynı gün yapılmıştır. Tüm değerlendirmeler yaklaşık 2 saat sürmüştür.

Uygulamaların akış şeması Şekil 3.1.'de belirtilmiştir. Katılımcılara uygulanan subjektif ve objektif değerlendirme yöntemleri alt başlıklarda belirtilmiştir.



**Şekil 3.1.** Akış şeması, ÇBYE: Çok Boyutlu Yorgunluk Envanteri, DTK: *Dual-Task* Koşulu, EAD: Ekolojik Anlık Değerlendirme, GAÖ: Görsel Analog Ölçeği, MMDT: Mini Mental Durum Testi, YŞS: Yorgunluk Şiddet Skalası, ZYK: Zihinsel Yorgunluk Koşulu.

### 3.2.1. İlk Değerlendirmede Kullanılan Form ve Ölçekler

Çalışmada, ilk değerlendirmede 3 farklı form kullanılmıştır.

**Denge Değerlendirme Formu:** KBB hekimi tarafından periferik ve santral vestibüler patoloji varlığı gibi denge performansını etkileyen hastalıkların değerlendirilmesine yardımcı olması amacıyla kullanılmıştır. Nörolojik, vestibülospinal, vestibülooküler ve yatak başı değerlendirme testlerini kapsayan 14 maddelik değerlendirmeden oluşmaktadır (Bkz. EK-3).

**Ekolojik Anlık Değerlendirme Formu:** Kişisel bilgilerin ve anlık durumlarının tek formda toplanması amacı ile kullanılmıştır. 14 maddeden oluşmaktadır. Demografik bilgiler, özgeçmiş, uyku kalitesi, yaşam tarzı değerlendirmelerini

kapsamaktadır. Sağlık durumu, yaş sınırı gibi dahil edilme kriterlerini karşılayan bireyler çalışmaya dahil edilmiştir (Bkz. EK-4).

**Mini Mental Durum Testi:** Bilişsel düzey ve fonksiyonel durumun değerlendirmesi amacı ile kullanılmıştır. Yönelim, hafıza, dikkat, matematiksel işlemler, hatırlama ve lisan olmak üzere beş ana başlığı kapsamaktadır. Bu test sonucunda 25 puan ve üzeri alan bireyler çalışmaya dahil edilmiştir (Bkz. EK-5).

### 3.2.2. Zihinsel Yorgunluk ve *Dual-Task* Koşullarında Kullanılan Ölçekler

Çalışmaya dahil edilen bireylere değerlendirmeler sırasında 3 farklı ölçek kullanılmıştır.

**Çok Boyutlu Yorgunluk Envanteri:** Genel yorgunluk, fiziksel yorgunluk, zihinsel yorgunluk, motivasyon ve günlük yaşam aktivitelerinin değerlendirilmesi amacı ile kullanılmıştır. Yorgunluğun belirlenmesi için deneyim, somatik semptomlar, kognitif semptomlar, aktiviteye bağlı semptomlar ve davranışsal semptomlar olmak üzere beş ana başlığı kapsamaktadır. 1 ile 5 puan arasında değişen cevaplara sahip 20 madde içermekte ve toplam 20 ile 100 puan arasında bir skorlamadan oluşmaktadır. Sayısal olarak yüksek puanlar daha fazla yorgunluğu ifade etmektedir (Bkz. EK-6).

**Yorgunluk Şiddet Skalası:** Günlük hayatta fiziksel yorgunluk, zihinsel yorgunluk, motivasyon ve aktivitenin değerlendirilmesi amacı ile kullanılmıştır. Yorgunluk semptomlarının ciddiyetini içermektedir. 1 ile 7 puan arasında değişen cevaplara sahip 9 madde içermekte ve 9 ile 63 puan arasında bir skorlamadan oluşmaktadır. Sayısal olarak yüksek puanlar daha fazla yorgunluğu ifade etmektedir (Bkz. EK-7).

**Görsel Analog Ölçeği:** Katılımcının yorgunluğunu değerlendirebilmesi ve önceki durumuyla karşılaştırma yapabilmesi amacıyla öznel derecelendirme

niteliğinde kullanılmıştır. 100 mmlik bir ölçek olup sayısal olarak yüksek puanlar daha fazla yorgunluğu ifade etmektedir (Bkz. EK-8).

### 3.2.3. Statik Denge Değerlendirmesi

Bireylerin statik denge değerlendirilmesi Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Hastanesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümü'nde bulunan Tetrax® Statik Posturografi (Sunlight Medical Ltd, İsrail), yazılım sürümü 5.0/ 15.1 DUM 0062 Revizyon 01 kullanılarak yapılmıştır (Şekil 2.1.). Değerlendirme dört pozisyonda uygulanmıştır:

1. Gözler açık, sert yüzey (NO)
2. Gözler kapalı, sert yüzey (NC)
3. Gözler açık, yumuşak yüzey (PO)
4. Gözler kapalı, yumuşak yüzey (PC).

Her pozisyonda katılımcılardan hareketsiz, kollar yanda ve dik bir şekilde durması istenmiştir. Değerlendirmeler her pozisyon için 32 saniye sürmüştür. Sonuçların analizi aşağıdaki şekilde yapılmıştır.

**Genel denge ve stabilite indeksi:** İki topuk ve iki parmak bölgesinin bastığı plakalardan oluşan dört plaka üzerindeki salınım miktarı ve katılımcının statik duruşunun göstergesi olarak denge salınım miktarını matematiksel olarak ifade eden sayısal sonuçtur ve kişinin kilosuna ve boyuna bağımlı değildir. Düşük değer yüksek stabiliteyi ifade eder. Literatürde karşılaşılan salınım alanı, salınım uzunluğu, salınım hızı ve ağırlık merkezinin yer değiştirmesi gibi diğer posturografi cihazlarında yapılan ölçümlerle güçlü bir korelasyona sahiptir.

**Duruş salınımlarının Fourier dönüşümü:** Fourier dönüşümü farklı frekanslardaki duruş salınımlarının yoğunluğunu (genliğini) göstermektedir. Fourier spektrumundaki sapmaları ve dalgalanmaları gözlemlemeye ve yorumlamaya ek



olarak sekiz adet Tetrax frekansının regresyon paternlerini ifade etmektedir. Yaklaşık olarak 0.1 Hz civarında olan alçak frekanstaki genlik değişimi normal duruş performansı olarak görülür. Bu alçak salınım frekansı (F) normal duruş dengesinin sağlanması için gereklidir ve sağlıklı kişilerde minimum efor ve stres ile denge sağlanmaktadır. Alçak frekans salınımı dengeyi sağlamada yeterli olmazsa, 0.3 Hz civarında alçak orta frekans salınımları başlar. Bu şekildeki benzer salınımlar vestibüler problemlerin yanında alkol etkilerinin, aşırı yorgunluğun ve fiziksel bitkinliğin neticelerinde ortaya çıkmaktadır. Yüksek orta frekans (0.5-1.0 Hz) bölgelerindeki salınımlar ise aşağı sırt ve spine omurga bölgelerinin aracılık ettiği somatosensör reaksiyonunun hareketliliğini gösterir. Yüksek frekans salınımları (1.0 Hz üzerindeki) genellikle merkezi sinir sistemi problemlerine işaret etmektedir. Bu nedenle sağlıklı bireylerden oluşan çalışmamızda F1 ve F2 (<0.1 Hz) alçak frekansları ve F3 ve F4 (0.1 -0.5 Hz) alçak-orta frekans değerlerinin verileri kullanılarak değerlendirmeler yapılmıştır.

**Ağırlık yüzdesi ve ağırlık dağılım indeksi:** Ağırlık dağılım ölçümleri dört ayak platformu üzerindeki ağırlığın yüzde olarak dağılımını ifade etmektedir. Normal bireylerde ağırlık dağılım sonuçları her bir platform için 25%'e yakındır. Teorik olarak *WDI*'nin alt sınırı sıfırdır ancak yüksek *WDI* bir patolojinin göstergesi olabilmektedir.

Çalışmamızda elde edilen bu skorlar koşullar arasında karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

#### **3.2.4. Stroop Test**

Zihinsel yorgunluğun oluşturulmasında *Stroop* test kullanılmıştır (Bkz. EK-9). Test, *Arial* yazı tipi, 34 punto ile A4 kağıdına basılı şekilde toplam 5 karttan oluşmaktadır. Testin uygulanmasında bireye her bir kart için farklı bir görev verilmiştir ve birey herhangi bir kartta hata yapması durumunda hata yaptığı kartın görevinden yeniden başlamıştır. Testte katılımcıdan istenen görev, sırası ile aşağıdaki gibidir.

Kart 1: Siyah mürekkeple yazılı renk isimleri okumak

Kart 2: Uyumsuz renk sözcüklerini (örneğin mavi mürekkeple yazılmış kırmızı sözcük) okumak

Kart 3: Renkli şekillerin renklerini söylemek

Kart 4: İlgisiz kelimelerin renklerini söylemek

Kart 5: Uyumsuz renk sözcüklerinin olduğu kelimeyi görmezden gelmek ve mürekkebin rengini yüksek sesle belirtmek.

### **3.2.5. Dual-Task**

Statik denge değerlendirmesi sırasında bireylerden 300 ile 600 arasında herhangi bir sayı seçmesi ve seçtiği sayıdan geriye doğru 7 sayısını çıkararak sesli olarak sayması istenmiştir. Bireyler statik denge değerlendirmesi boyunca bu görevi yerine getirmişlerdir. Uygulama boyunca bireyden geriye sayma görevi ve dengede kalma çabasıyla herhangi birine odaklanmaması istenmiştir.

### **3.3. İstatistiksel Yöntem**

Çalışmanın örneklem büyüklüğü G\*Power (71) kullanılarak hesaplanmıştır. %80 güvenle örneklem büyüklüğü 17 olarak belirlenmiştir. Her bir koşuldaki normallik dağılımında Shapiro-Wilk testi kullanılmış ve normal dağılım elde edilmemesinin nedeni ile medyan aralık (%25-%75) sonuçları paylaşılmıştır. Başlangıç koşulu ile zihinsel yorgunluk koşulu ve zihinsel yorgunluk koşulu ile dual-task koşulu arasındaki ilişkinin analizinde parametrik olmayan Wilcoxon işaretli sıra testi kullanılmıştır. P-değeri < 0,05 anlamlı olarak kabul edilmiştir. Tüm analizler IBM SPSS sürüm 25.0 yazılımı (IBM© Corp. Armonk, NY) kullanılarak yapılmıştır. Wilcoxon işaretli sıra testi için etki büyüklükleri r değeri kullanılarak hesaplanmıştır. Küçük, orta ve büyük etkiler için eşik değerleri sırasıyla 0,1, 0,3 ve 0,5'tir.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Tanımlayıcı İstatistik Verileri

Çalışmaya yaşları 18-44 arasında 19 (%50) kadın ve 19 (%50) erkek olmak üzere toplam 38 birey katılmıştır. Eğitim seviyeleri lise ile lisansüstü arasında değişen katılımcıların demografik bilgileri Tablo 4.1.'de özetlenmiştir. EAD sonuçlarına göre; tüm katılımcılar tam zamanlı olarak çalışmakta ve hiçbiri yorgunluğun birincil yan etki olarak belirtildiği herhangi bir ilaç kullanmamaktadır. Katılımcıların saat olarak ölçülen toplam uyku süresi, uyanıklık/uyku sınıflandırmasına göre 5-7 saat, 7-9 saat ve +9 saat seçenekleri için sırasıyla 8 (%21,05), 18 (%47,36) ve 12 (%31,57) olarak belirlenmiştir. Son 24 saatteki uyku kalitesini çok iyi, iyi ve idare eder olarak ifade eden katılımcıların sayısı ve yüzdeleri sırasıyla 17 (%44,73), 13 (%34,21) ve 8 (%21,05) şeklindedir. Yirmi yedi katılımcı (%71,05) kesintisiz bir uyku kalitesi bildirirken, on bir katılımcı ise (%28,94) değerlendirmeden önceki gece boyunca bir ila iki kez uyandıklarını bildirmişlerdir.

Tablo 4.1. Demografik bilgiler.

	Kadın (n=19)		Erkek (n=19)		Toplam (n=38)	
	Ortalama±SS	Min-Maks	Ortalama±SS	Min-Maks	Ortalama±SS	Min-Maks
Yaş (Yıl)	23,26 ± 5,83	18 - 38	30,95 ± 6,62	19 - 44	26,65 ± 7,59	18 - 44
VKİ (kg/cm <sup>2</sup> )	23,68 ± 2,80	18 - 28,5	24,16 ± 6,62	19 - 29	23,92 ± 2,92	18 - 29
Eğitim (Yıl)	13,26 ± 1,58	12 - 18	17,05 ± 2,78	12 - 22	15,15 ± 2,99	12 - 22
MMDT (maks=30)	28,15 ± 0,87	26 - 30	27,42 ± 1,23	26 - 30	27,78 ± 1,14	26 - 30

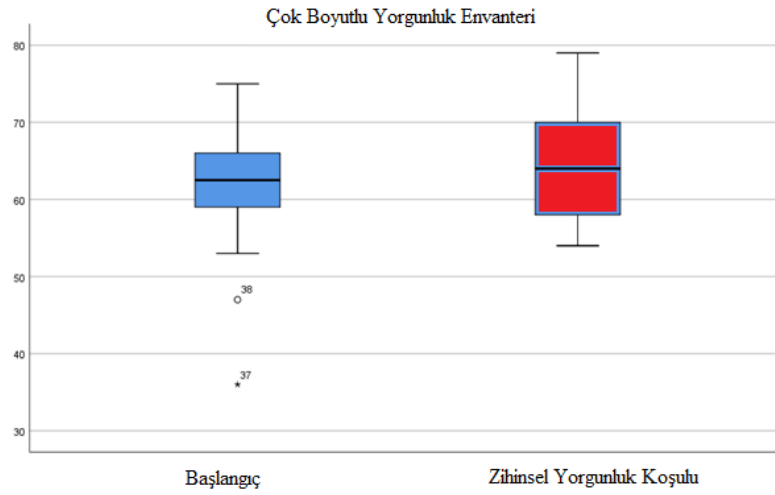
Maks: Maksimum, Min: Minimum, MMDT: Mini Mental Durum Testi, n: kişi sayısı, SS: Standart Sapma, VKİ: Vücut Kitle indeksi

### 4.2. Zihinsel Yorgunluk

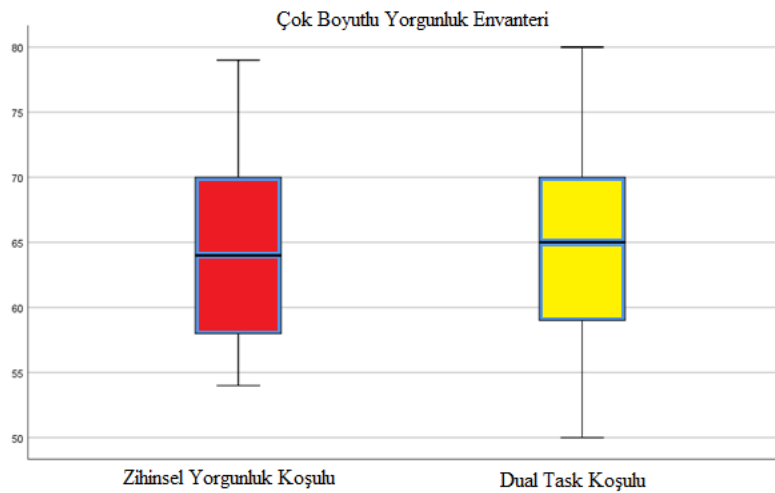
*Stroop* testi ZYK ve *DTK*'den önce olmak üzere iki kez uygulanmış ve iki uygulamada da tüm bireylerde performans zamanla kötüleşmiştir. İkili görev koşulunda çıkarma işleminde zamanla hatalar yaptıkları ancak değerlendirme

süresinin sonuna kadar yaklaşık iki buçuk dakika içinde geriye doğru sayma işlemine devam ettikleri görülmüştür. 300-600 arasında bir sayı tutan bireylerin yaklaşık %10'u eksilere kadar inmiş %90'dan fazlası da tek haneli rakamlarda kalmıştır.

Uygulanan ÇBYE'de, başlangıç ile ZYK arasında orta düzeyde ( $r=,435$ ) bir etki büyüklüğü ile istatistiksel olarak anlamlı yorgunluk artışları ortaya çıkmıştır ( $p=,007$ ) (Şekil 4.1.). Ancak ZYK ve *DTK* arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilememiştir (Şekil 4.2.).

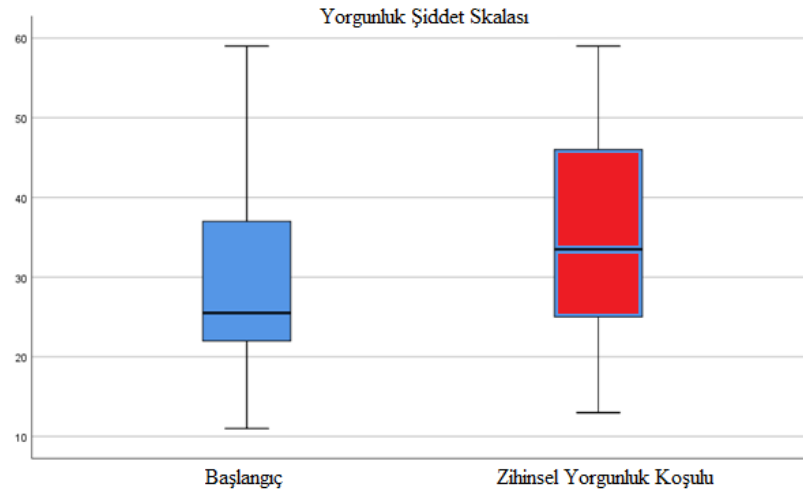


**Şekil 4.1.** Çok boyutlu yorgunluk envanterinin başlangıç ve zihinsel yorgunluk koşulu arasındaki karşılaştırmalı grafikleri.

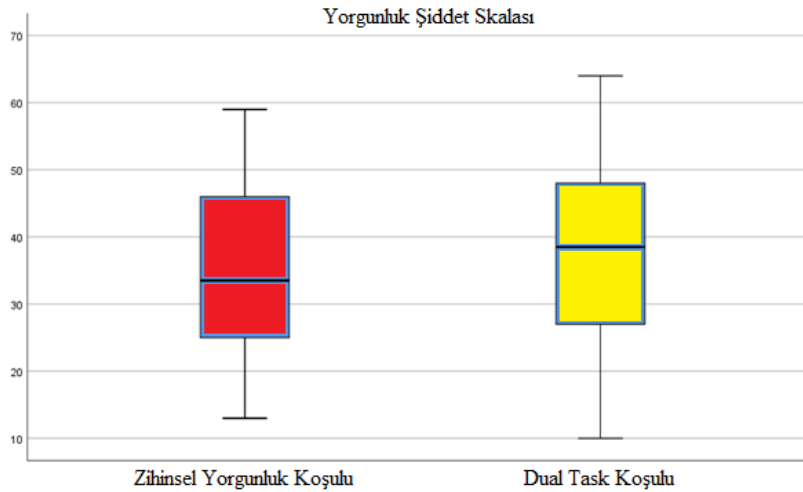


**Şekil 4.2.** Çok boyutlu yorgunluk envanteri'nin zihinsel yorgunluk koşulu ve dual-task koşulu arasındaki karşılaştırmalı grafikleri.

YŞS ölçümlerinde, başlangıç ile ZYK arasında büyük düzeyde bir etki büyüklüğü ile ( $r=,648$ ), ZYK ve *DTK* arasında orta düzeyde bir etki büyüklüğü ile ( $r=,377$ ) istatistiksel olarak anlamlı yorgunluk artışları bulunmuştur (sırasıyla;  $p<,001$ ,  $p=,020$ ) (**Şekil 4.3.** ve **Şekil 4.4.**).



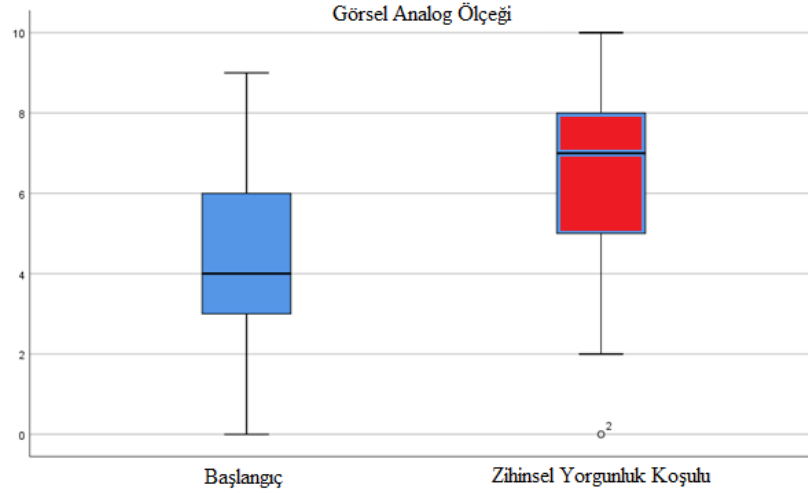
**Şekil 4.3.** Yorgunluk şiddet skalasının başlangıç ve zihinsel yorgunluk koşulu arasındaki karşılaştırmalı grafikleri.



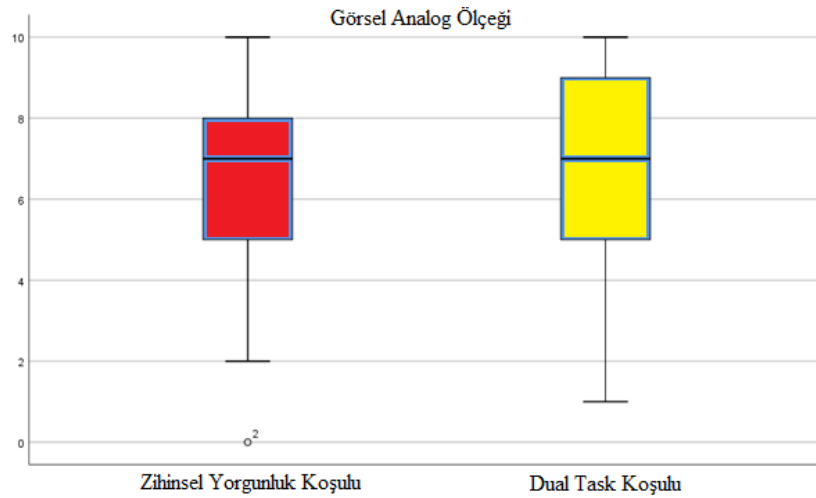
**Şekil 4.4.** Yorgunluk şiddet skalasının zihinsel yorgunluk koşulu ve dual-task koşulu arasındaki karşılaştırmalı grafikleri.

GAÖ ölçümlerinde; başlangıç ile ZYK arasında büyük bir etki büyüklüğü ile ( $r=,781$ ), ZYK ve *DTK* arasında orta düzeyde bir etki büyüklüğü ile ( $r=,343$ ) anlamlı

yorgunlukta istatistiksel olarak anlamlı artışlar bulunmuştur (sırasıyla;  $p < ,001$ ,  $p = ,034$ ) (Şekil 4.5. ve Şekil 4.6.).



**Şekil 4.5.** Görsel analog ölçeğinin başlangıç ve zihinsel yorgunluk koşulu arasındaki karşılaştırmalı grafikleri.



**Şekil 4.6.** Görsel analog ölçeğinin zihinsel yorgunluk koşulu ve dual-task koşulu arasındaki karşılaştırmalı grafikleri.

Bireylerde zihinsel yorgunluğun olup olmadığını ortaya çıkarmak için uygulanan anketlerin sonuçları **Tablo 4.2.**'de gösterilmiştir.

**Tablo 4.2.** Kullanılan skalaların tanımlayıcı istatistik ve karşılaştırmalı sonuçları.

Kullanılan Skalalar	Başlangıç Medyan (%25-%75)	ZYK Medyan (%25-%75)	Test Sonucu	p	r	ZYK Medyan (%25-%75)	DTK Medyan (%25-%75)	Test Sonucu	p	r
<b>ÇBYE</b>	62,5 (59-66)	64 (58-70)	-2,683	<b>,007*</b>	,435	64 (58-70)	65 (59-70,5)	-,559	,576	,090
<b>YŞS</b>	25,5 (22-37,8)	33,5 (25-46)	-3,997	<b>&lt;,001*</b>	,648	33,5 (25-46)	38,5 (26,8-48,5)	-2,326	<b>020*</b>	,377
<b>GAÖ</b>	4 (3-6)	7 (5-8)	-4,812	<b>&lt;,001*</b>	,781	7 (5-8)	7 (5-9,2)	-2,118	<b>034*</b>	,343

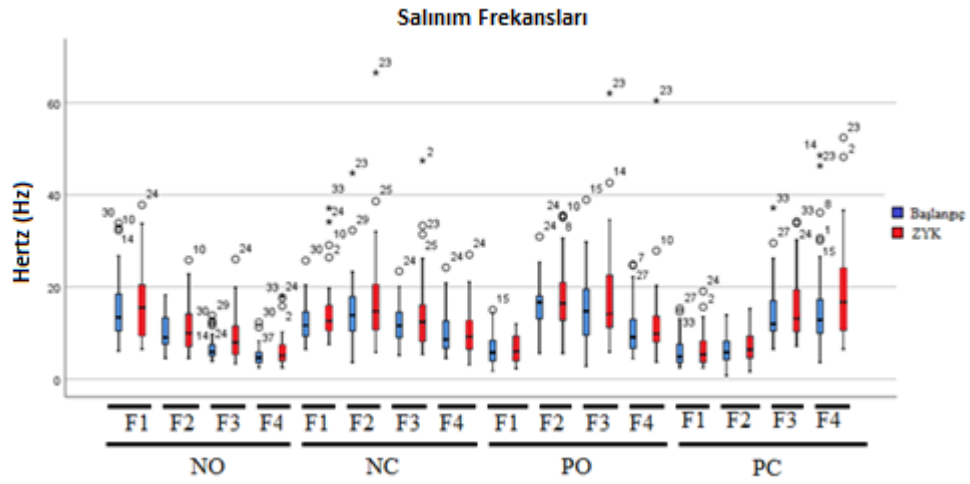
\* $p < ,05$   $r$ =etki büyüklüğü, ZYK (zihinsel yorgunluk koşulu) DTK (*dual-task* koşulu), ÇBYE (çok boyutlu yorgunluk envanteri), YŞS (yorgunluk şiddet skalası), GAÖ (görsel analog ölçeği)

### 4.3. Statik Denge

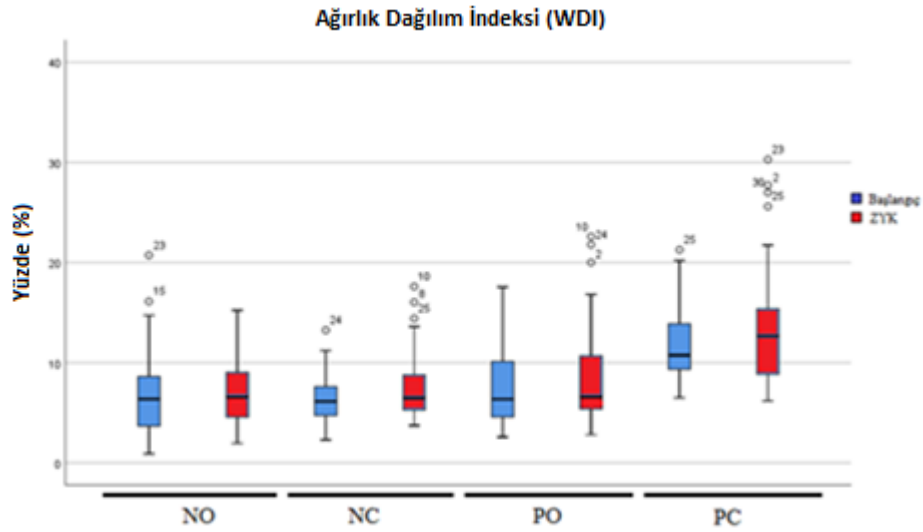
Denge değerlendirmelerine ilişkin karşılaştırmalar başlangıç ve zihinsel yorgunluk koşulu ile zihinsel yorgunluk ve *dual-task* koşulu arasında yapılmıştır.

#### 4.3.1. Başlangıç ile Zihinsel Yorgunluk Koşulu Karşılaştırılması

NO pozisyonundaki F3, NC pozisyonundaki F1 ve PC pozisyonundaki F4 frekanslarında orta düzeyde etki büyüklükleri ile (sırasıyla;  $r=,347$ ,  $r=,326$ ,  $r=,368$ ) zihinsel yorgunluk koşulunda istatistiksel olarak anlamlı salınım artışları bulunmuştur (sırasıyla;  $p=,032$ ,  $p=,045$ ,  $p=,023$ ) (**Şekil 4.7.**). Bununla birlikte yukarıda belirtilen frekanslar haricindeki frekanslar ile hiçbir pozisyonda *WDI*, *SI* değerleri arasında istatistiksel anlamlılık elde edilmemiştir (**Şekil 4.8.** ve **Şekil 4.9.**). İstatistiksel karşılaştırmalar **Tablo 4.3.**'te gösterilmiştir.

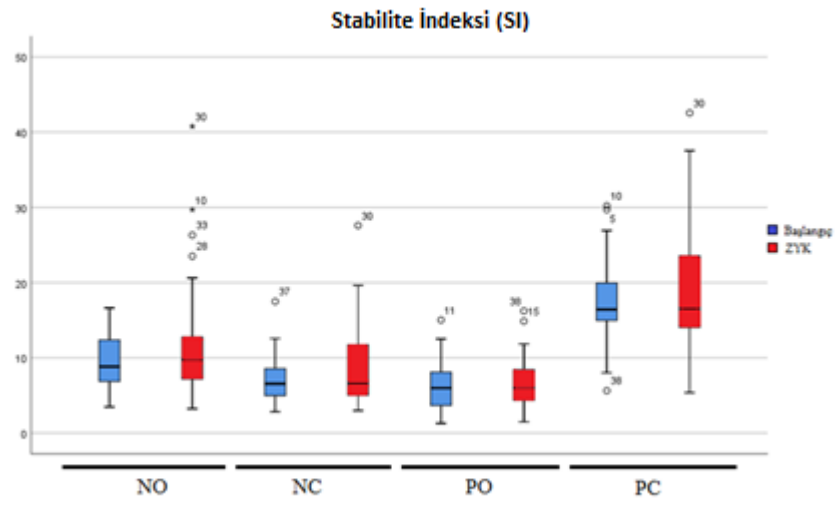


**Şekil 4.7.** Salınım frekanslarının (F1, F2, F3 ve F4) gözler açık sert yüzey (NO), gözler kapalı sert yüzey (NC), gözler açık yumuşak yüzey (PO) ve gözler kapalı yumuşak yüzey (PC) pozisyonlarında başlangıç ve zihinsel yorgunluk koşulu (ZYK) arasındaki karşılaştırmalı grafikleri.



**Şekil 4.8.** Ağırlık dağılım indeksi (*WDI*) gözler açık sert yüzey (NO), gözler kapalı sert yüzey (NC), gözler açık yumuşak yüzey (PO) ve gözler kapalı yumuşak yüzey (PC) pozisyonlarında başlangıç ve zihinsel yorgunluk koşulu (ZYK) arasındaki karşılaştırmalı grafikleri.





**Şekil 4.9.** Stabilite indeksi (SI) gözler açık sert yüzey (NO), gözler kapalı sert yüzey (NC), gözler açık yumuşak yüzey (PO) ve gözler kapalı yumuşak yüzey (PC) pozisyonlarında başlangıç ve zihinsel yorgunluk koşulu (ZYK) arasındaki karşılaştırmalı grafikleri.

**Tablo 4.3.** NO, NC, PO ve PC pozisyonlarındaki denge değerlerinin başlangıç ve ZYK arasındaki tanımlayıcı istatistik ve karşılaştırmalı sonuçları (değerlendirilen dört duyuşal pozisyon; gözler açık ve kapalı, yüzey sert ve yumuşak).

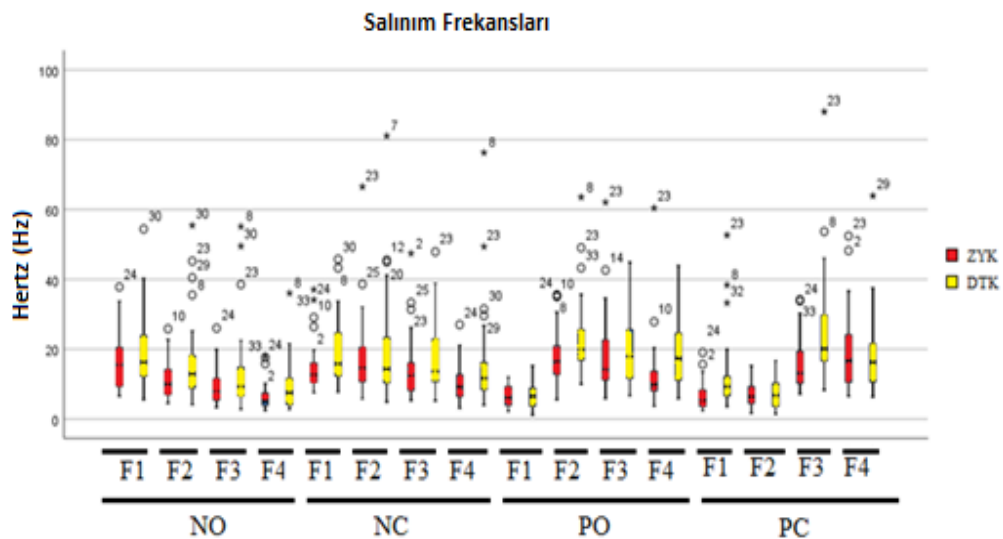
Statik Denge Çıktıları	Başlangıç Medyan (%25-%75)	ZYK Medyan (%25-%75)	Test sonucu	p	r
Gözler açık sert zemin (NO)					
F1	13,40 (10,38-18,45)	15,51 (9,36-20,46)	-,152	,879	,024
F2	9,00 (7,60-13,41)	9,97 (7,05-14,37)	-1,835	,067	,297
F3	5,93 (5,02-7,70)	7,96 (5,34-11,52)	-2,139	<b>,032*</b>	,347
F4	4,63 (3,54-5,84)	5,16 (3,93-7,49)	-1,530	,126	,187
WDI	6,37 (3,49-8,68)	6,57 (4,52-9,09)	-,058	,954	,000
SI	8,83 (6,81-12,55)	9,71 (7,16-12,88)	-1,153	,249	,187
Gözler kapalı sert zemin (NC)					
F1	11,66 (9,28-14,75)	12,62 (10,49-16,02)	-2,009	<b>,045*</b>	,326
F2	13,87 (10,26-18,21)	14,71 (10,60-20,86)	-1,943	,052	,315
F3	11,60 (8,91-14,77)	12,45 (8,16-16,67)	,776	,438	,125
F4	8,60 (6,63-12,72)	9,26 (6,39-12,72)	-,073	,942	,011
WDI	6,14 (4,72-7,62)	6,47 (5,24-8,86)	-1,516	,130	,246
SI	6,56 (4,97-8,62)	6,59 (4,97-11,82)	-1,704	,088	,276
Gözler açık yumuşak zemin (PO)					
F1	5,77 (3,91-8,39)	6,04 (3,94-9,36)	-,609	,542	,098
F2	16,68 (12,90-18,24)	16,43 (12,65-21,25)	-1,350	,177	,219
F3	14,73 (9,48-19,63)	14,14 (11,05-22,70)	-1,457	,145	,236
F4	9,10 (6,66-13,01)	9,85 (7,98-13,68)	-1,146	,252	,186
WDI	6,35 (4,55-10,16)	6,59 (5,28-10,75)	-,776	,438	,125
SI	5,98 (3,58-8,14)	5,99 (4,04-8,45)	-,080	,936	,012
Gözler kapalı yumuşak zemin (PC)					
F1	4,85 (3,60-7,61)	5,33 (3,61-8,40)	-,950	,342	,154
F2	5,80 (4,14-8,43)	6,43 (4,43-9,34)	-,515	,607	,083
F3	11,97 (10,33-17,22)	13,13 (10,24-19,37)	-1,748	,081	,283
F4	12,83 (9,81-17,43)	16,68 (10,57-24,21)	-2,270	<b>,023*</b>	,368
WDI	10,74 (9,34-14,19)	12,65 (8,84-15,61)	-1,428	,153	,231
SI	16,43 (14,80-20,20)	16,52 (13,96-23,59)	-,877	,380	,142

\* $p < ,05$ ,  $r$  (etki büyüklüğü), ZYK (zihinsel yorgunluk koşulu), *DTK* (*dual-task* koşulu), NO (normal pozisyon gözler açık, sert yüzey), NC (normal pozisyon gözler kapalı sert yüzey), PO (gözler açık, yumuşak yüzey), PC (gözler kapalı, yumuşak yüzey), F1, F2, F3, F4 (salınım frekansları), *WDI* (ağırlık dağılım indeksi), *SI* (stabilite indeksi)

#### 4.3.2. Zihinsel Yorgunluk Koşulu ve Dual-Task Koşulu Karşılaştırması

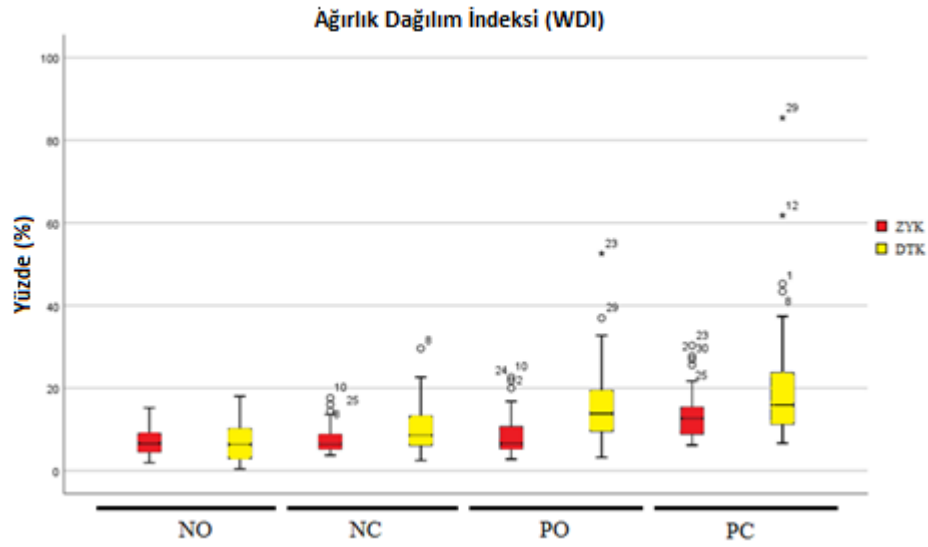
Frekans sonuçlarına baktığımızda; NO pozisyonunda, F2 ( $p = ,007$ ), F3 ( $p = ,039$ ) ve F4'te ( $p = ,005$ ) orta düzeyde etki büyüklükleriyle (sırasıyla;  $r = ,436$ ,  $r = ,335$ ,  $r = ,456$ ) ZYK'ye göre *DTK*'de daha zayıf bir statik denge gözlenmiştir ancak F1'de istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. NC pozisyonunda, F1 ( $p = ,005$ ), F3 ( $p = ,018$ ) ve F4'te ( $p = ,005$ ) orta düzeyde etki büyüklükleriyle (sırasıyla;  $r = ,457$ ,  $r = ,382$ ,  $r = ,457$ ) *DTK*'de istatistiksel olarak anlamlı salınım artışları göstermiştir ancak F2'de istatistiksel olarak

anlamli fark bulunmamıştır. PO pozisyonunda, F2 ( $p=,003$ ) ve F4'te ( $p<,001$ ) orta ve büyük düzeyde etki büyüklükleriyle (sırasıyla;  $r=,481$ ,  $r=,606$ ) istatistiksel olarak anlamlı artışlarla ZYK'ye göre *DTK*'de daha zayıf bir statik denge ortaya çıkmıştır ancak F1 ve F3'te istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. PC pozisyonunda, F1 ( $p=,001$ ) ve F3'te ( $p<,001$ ) büyük düzeyde etki büyüklükleri ile (sırasıyla;  $r=,542$ ,  $r=,705$ ) istatistiksel olarak *DTK*'de daha zayıf bir statik denge ortaya çıkmıştır ancak F2 ve F4'te istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Salınım frekanslarının (F1, F2, F3 ve F4) ZYK ile *DTK* arasındaki istatistiksel karşılaştırmaları sırasıyla **Şekil 4.10.**'da gösterilmiştir.



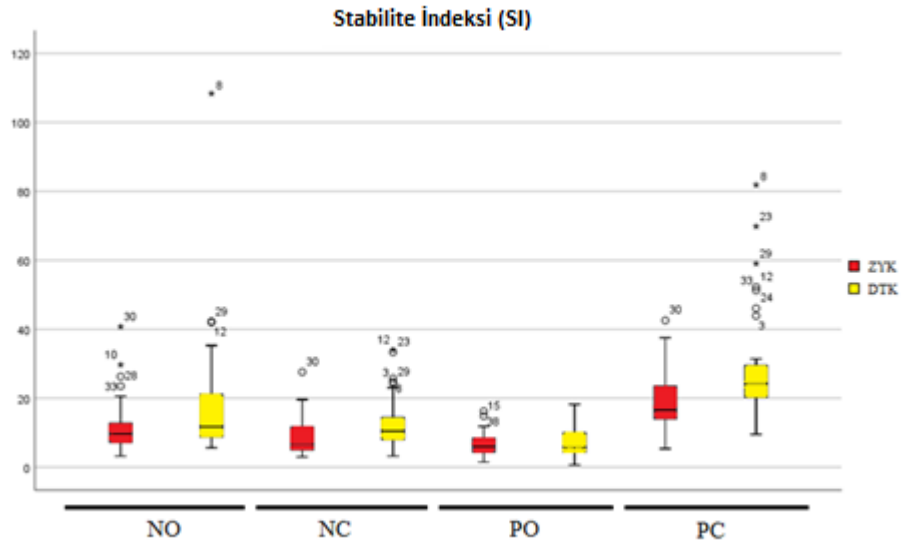
**Şekil 4.10.** Salınım frekanslarının (F1, F2, F3 ve F4) gözler açık sert yüzey (NO), gözler kapalı sert yüzey (NC), gözler açık yumuşak yüzey (PO) ve gözler kapalı yumuşak yüzey (PC) pozisyonlarında zihinsel yorgunluk koşulu (ZYK) ve *dual-task* koşulu (*DTK*) arasındaki karşılaştırmalı grafikleri.

*WDI* sonuçlarında; NO pozisyonunda istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. NC pozisyonunda, orta düzeyde bir etki büyüklüğü ile ( $r=,450$ ,  $p=,005$ ), PO pozisyonunda büyük düzeyde bir etki büyüklüğü ile ( $r=,646$ ,  $p<,001$ ), PC pozisyonunda orta düzeyde etki büyüklüğü ile ( $r=,483$ ,  $p=,003$ ) istatistiksel olarak anlamlı artışlarla daha zayıf bir statik denge ortaya çıkmıştır. *WDI* değerlerinin ZYK ile *DTK* arasındaki istatistiksel karşılaştırmaları **Şekil 4.11.**'de gösterilmiştir.



**Şekil 4.11.** ÄĖirlik dağılım indeksi (*WDI*) gözler açık sert yüzey (NO), gözler kapalı sert yüzey (NC), gözler açık yumuşak yüzey (PO) ve gözler kapalı yumuşak yüzey (PC) pozisyonlarında zihinsel yorgunluk koşulu (ZYK) ve *dual-task* koşulu (*DTK*) arasındaki karşılaştırmalı grafikleri.

SI sonuçlarında NO pozisyonunda orta düzeyde bir etki büyüklüğü ile ( $r=,448$ ,  $p=,006$ ), NC pozisyonunda büyük düzeyde bir etki büyüklüğü ile ( $r=,512$ ,  $p=,002$ ), PC büyük düzeyde etki büyüklüğü ile ( $r=,646$ ,  $p<,001$ ) istatistiksel olarak ZYK'ye göre *DTK*'de daha zayıf bir statik denge ortaya çıkmıştır. Ancak PO pozisyonunda istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. SI değerlerinin ZYK ile *DTK* arasındaki istatistiksel karşılaştırmaları **Şekil 4.12.**'de gösterilmiştir.



**Şekil 4.12.** Stabilite indeksi (SI) gözler açık sert yüzey (NO), gözler kapalı sert yüzey (NC), gözler açık yumuşak yüzey (PO) ve gözler kapalı yumuşak yüzey (PC) pozisyonlarında zihinsel yorgunluk koşulu (ZYK) ve *dual-task* koşulu (DTK) arasındaki karşılaştırmalı grafikleri.

Tüm pozisyonlarda frekans, *WDI* ve SI değerlerinde ZYK'ye göre DTK'de denge salınımlarının arttığı tespit edilmiştir. ZYK ve DTK arasındaki denge değerlendirmeleri dört duyuşal pozisyonda (NO, NC, PO ve PC) **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı..**'te g österilmiştir.

**Tablo 4.4.** NO, NC, PO ve PC pozisyonlarındaki denge değerlerinin ZYK ve DTK arasındaki tanımlayıcı istatistik ve karşılaştırmalı sonuçları (değerlendirilen dört duyuşal pozisyon; gözler açık ve kapalı, yüzey sert ve yumuşak).

Statik Denge Çıktıları	ZYK Medyan (%25-%75)	DTK Medyan (%25-%75)	Test sonucu	p	r
Gözler açık sert zemin (NO)					
F1	15,51 (9,36-20,46)	16,29 (11,96-23,99)	-1,022	,307	,165
F2	9,97 (7,05-14,37)	12,97 (8,87-18,20)	-2,690	<b>,007*</b>	,436
F3	7,96 (5,34-11,52)	9,29 (6,64-14,93)	-2,067	<b>,039*</b>	,335
F4	5,16 (3,93-7,49)	7,50 (4,10-11,61)	-2,813	<b>,005*</b>	,456
WDI	6,57 (4,52-9,09)	6,42 (2,98-10,20)	-,167	,868	,027
SI	9,71 (7,16-12,88)	11,75 (8,73-21,39)	-2,763	<b>,006*</b>	,448
Gözler kapalı sert zemin (NC)					
F1	12,62 (10,49-16,02)	15,87 (12,00-24,68)	-2,821	<b>,005*</b>	,457
F2	14,71 (10,60-20,86)	14,34 (10,29-24,39)	-,297	,766	,048
F3	12,45 (8,16-16,67)	13,73 (10,67-23,04)	-2,357	<b>,018*</b>	,382
F4	9,26 (6,39-12,72)	11,62 (8,29-16,33)	-2,821	<b>,005*</b>	,457
WDI	6,47 (5,24-8,86)	8,58 (6,10-13,24)	-2,777	<b>,005*</b>	,450
SI	6,59 (4,97-11,82)	10,46 (8,00-14,73)	-3,154	<b>,002*</b>	,512
Gözler açık yumuşak zemin (PO)					
F1	6,04 (3,94-9,36)	6,47 (3,79-9,14)	-,972	,331	,157
F2	16,43 (12,65-21,25)	19,92 (16,86-25,79)	-2,966	<b>,003*</b>	,481
F3	14,14 (11,05-22,70)	17,97 (11,57-25,59)	-,921	,357	,057
F4	9,85 (7,98-13,68)	17,38 (11,05-24,58)	-3,734	<b>&lt;,001*</b>	,606
WDI	6,59 (5,28-10,75)	13,77 (9,51-19,61)	-3,981	<b>&lt;,001*</b>	,646
SI	5,99 (4,04-8,45)	5,73 (4,42-10,20)	-1,653	,098	,268
Gözler kapalı yumuşak zemin (PC)					
F1	5,33 (3,61-8,40)	9,26 (6,61-12,37)	-3,343	<b>,001*</b>	,542
F2	6,43 (4,43-9,34)	6,67 (3,60-10,29)	-1,312	,189	,212
F3	13,13 (10,24-19,37)	20,06 (16,62-29,78)	-4,343	<b>&lt;,001*</b>	,705
F4	16,68 (10,57-24,21)	16,26 (10,67-21,53)	-,732	,464	,118
WDI	12,65 (8,84-15,61)	15,89 (11,23-24,18)	-2,980	<b>,003*</b>	,483
SI	16,52 (13,96-23,59)	24,24 (20,28-29,79)	-3,981	<b>&lt;,001*</b>	,646

\*p<,05, r (etki büyüklüğü), ZYK (zihinsel yorgunluk koşulu), DTK (*dual-task* koşulu), NO (normal pozisyon gözler açık, sert yüzey), NC (normal pozisyon gözler kapalı sert yüzey), PO (gözler açık, yumuşak yüzey), PC (gözler kapalı, yumuşak yüzey), F1, F2, F3, F4 (salınım frekansları), WDI (ağırlık dağılım indeksi), SI (stabilite indeksi)

## 5. TARTIŞMA

Literatürde yorgunluğun, yaşamın çeşitli yönleriyle ilişkili olabileceği ortaya konulmaktadır. Bu nedenle zihinsel yorgunluğu yeterince doğru ölçen geçerli ve uygulanabilir araçlara ihtiyaç duyulmaktadır (52). Çok boyutlu yorgunluk envanterindeki spesifik soruların, yorgunluğun farklı yönlerinin ayırt edilmesine yardımcı olduğu ve profesyonellere değerli bilgiler sağladığı görülmektedir (52). Bu nedenle çalışmada ilk olarak ÇBYE ölçeğinin kullanılması tercih edilmiştir. ÇBYE sonuçlarına göre *Stroop* testi ile oluşturulması hedeflenen zihinsel yorgunluğun istatistiksel olarak ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Çalışmanın ilk karşılaştırma sonucu olan ZYK'de, ZY'nin arttığı, ancak ikinci karşılaştırma sonucu olan DTK'de medyan değerlerinde artış olmasına rağmen istatistiksel fark olmadığı gözlemlenmiştir. Bu bulgular, çok boyutlu envanterin ZY'yi ölçmede etkili olabileceğini, ancak genel ve fiziksel yorgunluk, motivasyon ve aktivite azalması gibi soruları da kapsadığından anlık ZY'yi ölçmede yetersiz kalmış olabileceğini düşündürmektedir. Yorgunluğun çok boyutlu bir durum olması sebebiyle ÇBYE'ye ek olarak YŞS ve GAÖ de kullanılmıştır.

Yorgunluk şiddet skalası, hem fiziksel hem de zihinsel yorgunluğu değerlendirmektedir. Çalışmanın ilk ve ikinci karşılaştırma sonuçları zihinsel yorgunluk artışının meydana geldiğini göstermektedir ki bu durum anlık ZY'nin ölçülmesi için kullanılabilecek bir ölçek olduğunu desteklemektedir. Alhanbali ve meslektaşları (72) tarafından yapılan bir çalışmada, YŞS soruları daha spesifik hedefe yönelik bir değerlendirme için belirli hastalık gruplarına uyarlanmıştır. Gelecekteki çalışmalarda, skalanın rafine ve revize edilmesi, değerlendirilecek popülasyona özgü daha spesifik sorular oluşturulabilecek ve anlık zihinsel yorgunluğu vurgulayabilecek değerlendirme soruları kullanılabilecektir.

Subjektif değerlendirmelerde kullandığımız bir diğer ölçek ise GAÖ'dür. Literatürde GAÖ'nün zihinsel yorgunluğun değerlendirilmesinde geleneksel (52), hızlı (73), güvenilir ve geçerli (74) olduğu gösterilmektedir. Çalışmamızda anlık zihinsel

yorgunluğu belirlemek amacıyla kullandığımız ölçeğin ilk karşılaştırma sonucuna göre Stroop test ile ZY oluşturulmuş ve ikinci karşılaştırma sonucuna göre ikili görev ile ZY'nin arttığı gözlenmiştir.

Çift görev aşamasında geriye çıkarma görevinde bireylerin zamanla yanırlarının arttığı ve daha yavaş reaksiyon süresi ortaya çıktığı görülmüştür. Tüm ölçek sonuçlarına bakarak *Stroop* testinin ZY oluşturmada başarılı olduğu, bununla birlikte ek görevin zihinsel yorgunluğu arttıran bir faktör olduğunu söylemek mümkündür. Sürekli zihinsel çaba gerektiren *Stroop* testinin dikkati ve bilişsel beceriyi azalttığı bilinmektedir (75-77). Önceki araştırmalar, *Stroop* test uygulamasının neden olduğu ZY'nin nörobilişsel testler sırasında elektrofizyolojik değişiklikleri de etkileyebileceğini göstermektedir (39).

Çalışmada elde edilen bulgular hipotezlere göre değerlendirildiğinde ZY'nin statik dengeyi tek başına etkilemediği sonucu, Hipotez 1: "H0: Zihinsel yorgunluk sağlıklı genç yetişkinlerde statik dengeyi etkilemez." hipotezini desteklemektedir. Çalışma sonuçlarımızda ZY'nin statik dengeyi tek başına etkilemediği bulunmuş, H0 kabul edilmiş, H1 reddedilmiştir. Literatürde ZY ve statik denge üzerine tartışmalı çalışmalar bulunduğu dikkati çekmektedir. Lew & Qu (78) 44 sağlıklı genç katılımcıda yaptığı çalışmada zihinsel yorgunluğun denge kaybı riskini artırdığını göstermektedir. Bir başka çalışmada postüral salınımın, denge performansı ve postüral kontrolde yorgunluğa bağlı bozulmalarla daha da kötüleştiği gösterilmektedir (79). Yakın zamanda yapılan bir meta-analiz çalışmasında, ZY'nin fiziksel performansı olumsuz etkilediği belirtilmektedir (5). Tüm vücut veya tek eklem/uzuv dayanıklılığını inceleyen başka bir meta-analiz çalışması da, uzun süreli zihinsel aktivitenin dayanıklılık performansını bozduğunu ortaya koymaktadır (80). Ayrıca ZY'nin kas kuvveti, güç, dayanıklılık ve spora özgü motor performans üzerinde küçük ile orta düzeyde etkileri olduğunu gösteren literatür bilgisi de mevcuttur (81). Literatürde yer alan bu çalışmaların aksine Salihu ve arkadaşları'nın yakın zamanda yaptığı araştırma (6), sonuçlarımızla benzerlik göstermektedir. 60 sağlıklı genç katılımcıda ZY'nin denge



üzerindeki etkilerinin incelendiği bu çalışmada ayrıntılı bilgi sağlayan hassas bir posturografik cihaz kullanılmadığı için zihinsel yorgunluğun etkisiyle oluşabilecek salınımdaki minimal değişikliklerin gözden kaçmış olabileceği öne sürülmektedir (6). Literatürde, zihinsel yorgunluk oluşmadan toplumu uyarmak ve bu sayede yorgunluğun yol açabileceği kazaların meydana gelmesini önlemek için ZY'yi ölçen ölçeklerin kullanılabilmesi savunulmuştur (82, 83). Denge performansı genel bir beceriden ziyade göreve özgü olduğundan, bazı çalışmalarda belirtildiği üzere genç yetişkinlerde zihinsel yorgunluğun denge üzerindeki etkisinin olmaması, kullanılan denge görevinin türüne ve karmaşıklık düzeyine bağlı olabilmektedir. Çalışmada kullanılan posturografi cihazı detaylı bilgi sağlayan hassas bir cihazdır ve değerlendirmeler 32 saniye sürmektedir. Cihazın hassasiyeti ve ölçüm süresinin uzunluğunun, statik denge değerlendirmesinin tutarlılığını ve güvenilirliğini arttırdığı düşünülmektedir. Gözler açık sert zemin, gözler kapalı sert ve yumuşak zemin pozisyonlarındaki üç frekans sonucunda istatistiksel anlamlılık *WDI* ve *SI* değerlerine yansıyacak büyüklükte elde edilmemiştir. Frekanslardaki salınım miktarı, kompanse edilebilir düzeyde olması nedeniyle genel dengeyi etkilememiştir. Çalışmada en küçük salınımlar ölçülmüş olsa da ZY'nin statik denge üzerinde tek başına bir etkisinin görülmediğini söylemek mümkündür.

Morris ve Christie (2020) (37) çalışmalarında 20 dakikalık bir yorgunluk protokolü uygulamışlar ve bireylerde yorgunluk oluştuğunu ancak bunun denge performansını etkilemediğini göstermişlerdir. *Stroop* testi'nin 45 ila 90 dakika arasında değişiklik gösteren süresi, bilişsel görevler sırasında ZY'ye can sıkıntısı ekleyerek tek başına incelemeyi zorlaştırmaktadır (8). Bu bağlamda zihinsel yorgunluk ve can sıkıntısını ayırt etmek için daha kısa ve daha zorlu bilişsel görevlerin kullanılması daha işlevsel olacaktır.

Çalışmanın sonuçları, bir diğer hipotez olan Hipotez 2: "H0: Zihinsel yorgunluk varlığında, ikili görev tekli göreve kıyasla statik dengeyi etkilemez." hipotezini desteklememekte ancak H1'i desteklemektedir. Çalışmanın en önemli sonucu, genç

yetişkinlerde tüm pozisyonlarda ZY'ye eklenen ikili görevin neden olduğu daha yüksek salınım dereceleridir. Statik denge bulgularının özeti, ZYK'ye kıyasla DTK'deki salınımlarda önemli artışlar görülmesinin statik dengenin fonksiyonelliğini etkilediği yönündedir. Literatürde ZY'nin daha fazla dikkat gerektiren görevleri etkileyebileceği öne sürülmekte ve bu etki izole kas görevleri arasındaki otomatik kontrol farklılıklarına bağlanmaktadır (5, 80). Bu bağlamda, denge üzerine yapılan araştırmalar, zihinsel yorgunluğun tek görev denge performansına kıyasla çift görev denge performansı üzerinde daha belirgin bir etkiye sahip olabileceğini göstermektedir (5). Bu yönüyle çalışmamız literatürü desteklemektedir.

İkili görev varlığında dengenin bozulmasının nedeni "çok kaynaklı dikkat modeli (*multi-resource model of attention*)" ile açıklanabilmektedir. Bu model, şarkı söylerken dengede kalmaya çalışmak gibi birden fazla göreve sürekli maruz kalmanın sonucunda ortaya çıkabilecek zaman paylaşımı becerilerindeki düşüşü anlamak için önemli bir yaklaşım sunmaktadır (84). Çift görevli aşırı yüklenme ile ilgili performans hataları, dengeyi korumak için sürecin verimliliğini ve hızını azaltabilmekte ve böylece dengeyi bozabilmektedir. Bu durum, zamanı iyi yönetmek açısından çok kaynaklı dikkat modeliyle ilgili olduğu için çalışmamızla yakından ilgilidir ve iyi anlaşılması gerekmektedir.

Çok kaynaklı dikkat modelini destekleyen kanıtlar da mevcuttur. Kesintisiz olarak bilişsel bir görevle meşgul olmanın dikkati duruştan uzaklaştırarak bilinçli kontrolü zayıflattığı ve otomatik postüral süreçleri teşvik ettiği gösterilmektedir (85-87).

Günlük aktiviteler genellikle bilişsel ve motor becerilerin eş zamanlı olarak yürütülmesini gerektirmekte ve bu durum da ikili görev performansının değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. İkili görev paradigması hem işlevsel bir değerlendirme aracı hem de yaralanma sonrası rehabilitasyon stratejisi olarak kullanılabilir (88). Genç yetişkinlerde günlük yaşamda farkında olmadan çoklu görevlerden kaynaklanan ZY'nin duruş kontrolünü bozarak günlük aktiviteleri

olumsuz etkilemesi, motor performansın optimize edilmesini zorlaştırması, düşme ve düşmeye bağlı yaralanma riskini artırması mümkündür (89-91).

Statik denge değerlendirmesi yapılan 30 genç ve 30 yaşlı sağlıklı bireyler üzerinde yapılan bir çalışmanın sonuçları, ikili görevin basınç merkezi değişimi hızını büyük ölçüde artırdığına ve görünüşe göre daha fazla postüral adaptasyon gerekliliğine işaret etmektedir. Bu durumun tüm örneklemde meydana gelmiş olması yaşa duyarlı olmadığını göstermektedir. Bununla birlikte, bu çalışmanın salınım ölçümleri, yaşlı grupta genç gruba kıyasla daha yüksek bir basınç merkezi hızı ve salınım alanı göstermektedir (92). Başka bir çalışmaya göre, denge kontrolünün bilişsel etkileri dengesizliğe ve düşmelere yol açabilmektedir. Bu da bilişsel bir görevin eşzamanlı performansını denge için daha da zorlayıcı hale getirmektedir (93). Çalışmalar ayrıca *DT* performansı ile düşme riski arasında da bir ilişki olduğunu da göstermektedir. Geriye doğru sayarken dengede kalmak veya müzik dinlerken konuşmak zamanlanmış basit bir hareketlilik görevini yerine getirme becerisinin zayıf olması, dört kat daha fazla düşme riski ile ilişkilendirilmektedir (94). Bilişsel yorgunluğu azaltmaya yönelik müdahaleler ve bilişsel yorgunluğun düşme riskindeki rolünün araştırması gerektiği vurgulanmaktadır (43). Çalışmamızda her ne kadar doğrudan düşme riski değerlendirilmemiş olsa da, özellikle görsel bilginin kaybolduğu veya propriyoseptif bilginin bozulduğu zamanlarda denge kabiliyetinin düşük olduğunu gösteren mevcut literatüre katkı sağlanmıştır.

Bununla birlikte, tek ayak üstünde durma veya yumuşak bir yüzeyde dengede kalmaya çalışma gibi postüral taleplerin arttığı durumlarda dengeyi değerlendiren bazı çalışmalarda, dengenin daha fazla etkilendiği doğrulanmamıştır, bu da literatürdeki çalışma sonuçlarının heterojenliğini artırmış olabilmektedir. Uzun yıllardır yapılan çalışmalarda birçok araştırmacı bilişsel görevler ve duruşlar arasındaki ilişkiyi araştırmak için ikili görev kullanmıştır. Çalışmaların birçoğunda hangi spesifik *DT*'nin etkileşime neden olduğu konusunda sonuçlar tutarsız olsa da etkileşimin varlığı kanıtlanmıştır (40, 49, 50). Bununla birlikte, bazı çalışmalar ikinci bir görevi

yerine getirmenin dengeyi geliştirebildiğini göstermektedir. Bu da denge ile ikinci bir bilişsel görev arasındaki ilişkinin basit olmadığının kanıtı olarak gösterilebilmektedir. Örneğin, yapılan bir çalışmada (40), bazı katılımcılar ikinci bir görevi yerine getirdiklerinde, sadece platform üzerinde sabit bir şekilde durduklarından daha dengeli durabildikleri bildirilmektedir. Benzer bir etki, Wundt ses çekici ile yapılan vuruşların sayılması ile postüral kontrolü sürdürme arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmada da dikkati çekmektedir (95). Söz konusu bu çalışmada uzun süre gözlem yapılmış ve vuruşları saymayan katılımcıların sayan katılımcılara göre daha fazla hareket ettiğinin gözlemlendiği vurgulanmıştır. Bu çalışmadan yaklaşık 70 yıl sonra yapılan bir diğer çalışmada ise (49), baş dönmesi ve aşırı yorgunluğu olan hastaların Brooks'un (1967) (96) oluşturduğu uzamsal hafıza görevini yerine getirirken salınımların azaldığı bildirilmektedir. Ayrıca, Maylor ve ark. (2001) (50) genç ve yaşlı yetişkinlerde, Brooks'un uzamsal hafıza görevinin kodlama aşaması sırasında salınım hızı ve değişkenliğinin önemli ölçüde azaldığını (yani dengenin iyileştiğini) bulmuşlardır. Bu bulgular, rehabilitasyon ortamlarında hem tek hem de çift görev performansı yoluyla denge geliştirme potansiyelinin olabileceğini vurgulamaktadır. Bu gelişme, düşme konusunda çeşitli derecelerde kaygı duyan bireylere de fayda sağlamaktadır (97, 98). Çift görev eğitimi motor ve bilişsel esnekliği geliştirebilmekte böylelikle düşme riskini azaltabilmektedir (99, 100).

Geçmiş çalışmalar ikinci görevlerin yaşlı yetişkinler üzerinde genç yetişkinlere göre daha büyük etkileri olduğunu göstermektedir (50, 101). Buna karşılık genç ve yaşlı yetişkinlerin karşılaştırıldığı bir çalışmada iyileşme miktarı açısından herhangi bir fark gözlenmemiştir (48). Daha fazla katılımcı ve test tekrarı ile mevcut araştırmada genç yetişkinlerde hareket gelişimi gözlemlenmesinin mümkün olabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte, literatürdeki çalışma sonuçları gelişimin güvenilir olduğunu ve dengede kalmanın zorlaştığı durumlarda (ZY veya DT koşulunda) gelişimin meydana gelme olasılığının daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bu sonuçların göreve özgü olması muhtemeldir, bu nedenle benzer bir etkinin diğer ikincil bilişsel görevlerde meydana gelip gelmeyeceğinin de incelendiği çalışmaların

planlanması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, gelecekteki çalışmalarda cinsiyet farklılıklarının da ortadan kaldırılması için ya erkeklerden ya da kadınlardan oluşan katılımcıların dahil edildiği bir çalışmanın yapılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir. Bunun yanı sıra yaş farkı da bilişsel performansı etkileyeceğinden dengede kalma çabasının yaşlı yetişkinler için genç yetişkinlere göre zihinsel olarak daha zorlu olduğunu gösterilebilmektedir.

Swan ve ark.'larının yaptığı çalışmada (48) bilişsel performans genç ve yaşlı yetişkinler arasında farklılık göstermektedir. Yaşlanma ve hafıza ilişkisinin araştırıldığı çalışmalarda (102, 103) birçoğuyla tutarlı olarak, yaşlı yetişkinler genç yetişkinlere göre daha düşük hafıza performansı göstermektedir. Bu nedenle gelecek çalışmalardaki popülasyonun yaşlı bireylerden oluşturulması faydalı olacaktır. Ayrıca, mekansal ve mekansal olmayan hafıza görevleri arasında tespit edilen bilişsel performans farkı için zorlukların standardizasyonunu sağlamak da önemlidir.

Duyusal bilgi, beynin çeşitli alanları tarafından merkezi olarak işlenmektedir. Tesadale ve Simoneau'nun çalışmasının sonuçları, merkezi işlem faktörlerinin postüral stabilite için önemli bir sınırlama olduğunu düşündüren çalışmalara katkıda bulunmaktadır (35). Örneğin, yapılan birkaç kohort çalışması (35, 104) merkezi işlem hızı, dikkat kapasiteleri ve postüral stabilite arasında önemli ilişkiler olduğunu göstermektedir. Gelecekteki çalışmalar için bilişsel ve duyu-motor seviyeleri arasındaki bağlantıyı kesin bir şekilde ayırt etmek ve bu bağlantının yaşlanma veya başka herhangi bir patolojiyle nasıl değiştiğini açıkça ortaya koymak muhtemel zorluklardandır.

Çalışmamızın iki güçlü yanı mevcuttur. İlki, denge değerlendirmesinin objektif ölçümüdür. Kullanılan posturografi cihazı en hassas salınımları dahi tespit etmiştir ve test süresi güvenilirliğini artırmıştır. İkinci güçlü yön ise değerlendirmelerin aynı gün yapılarak standardizasyonun sağlanmasıdır. Katılımcıların uyku, beslenme, ev ve iş kazaları gibi çevresel maruziyetlerden, sosyal ve duygusal faktörlerden etkilenmesini en aza indirmek için tüm değerlendirmeler aynı gün yapılmıştır.

Çalışmanın üç sınırlılığı bulunmaktadır. İlki, zihinsel yorgunluğun nesnel olarak kanıtlanmamış olmasıdır. Çalışmada, *Stroop* testinin neden olduğu ZY yalnızca öznel olarak değerlendirildiğinden, öznel değerlendirmelerin algısal, hafıza ve duygusal süreçler gibi diğer karıştırıcı faktörlerden etkilenebileceği ve bu nedenle kesinlikle *Stroop* kaynaklı olarak kolayca yorumlanamayacağını göz ardı etmemek gerekmektedir. İkincisi, *Stroop* testindeki bozulmadan ne kadar süre sonra, kaç hata yapıldığı ve değerlendirme süresi boyunca *DT*'nin ne kadar başarılı bir şekilde gerçekleştirildiği hakkında detaylı veri toplanmamasıdır. Üçüncüsü, ZYK ve *DTK*'nin randomize olarak sunulmamasıdır.

İleride yapılacak çalışmalarda ZY oluşumunun objektif ölçümlerle ortaya konulması önerilmektedir. ZY oluşumunun beyin omurilik sıvısı (BOS), kan veya tükürükteki kortizol seviyesi, Elektroensefalografi (EEG) dalgaları gibi daha objektif kanıtlarla desteklenmesinin yapılacak çalışmaları daha da güçlendireceği düşünülmektedir. Bununla birlikte bireylerin *DTK*'de her iki göreve de öncelik vermemesi gerektiği yönündeki uyarılara rağmen hangi görevin (denge veya çıkarma) daha fazla bozulduğunu istatistiksel olarak hesaplamak da mümkündür. *Stroop* testinin zaman içindeki bozulmasının ve geriye doğru sayma görevindeki hataların hesaplanması çalışmayı güçlendirecektir. Gelecekte yapılacak benzer konudaki çalışmalarda etkili olacağı düşünülen bu faktörlerin dikkate alınması önerilmektedir.

Çalışmamız, zihinsel yorgunluğun, temel bir görev olan dik duruşu etkilemediğini ortaya koymaktadır ve dinamik dengenin etkilenip etkilenmediğinin araştırılması konusunda gelecekteki çalışmalara öncü niteliktedir.

## 6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Sonuç olarak, çalışmamız günlük yaşamda sık karşılaşılan bir durum olan zihinsel yorgunluğa ek olarak çift görevin normal pozisyon (gözler açık ve sert zemin) dahil olmakla birlikte görsel ipuçlarının azaldığı karanlık ortamlarda ve düz olmayan veya engebeli yüzeylerde denge becerilerini olumsuz etkileyebileceğini ortaya koymaktadır. Modern yaşamda sıklıkla maruz kalınan ikili görev durumlarının sağlıklı bireylerde bile dengeyi etkileyebileceği görülmektedir. Zihinsel yorgunluk varlığında çift görevin postüral salınımdaki rolünün daha iyi anlaşılması, araştırmacılar ve sağlık profesyonelleri arasında bu önemli risk faktörüne ilişkin farkındalığı artırabilecek ve gelecekteki çalışmalara rehberlik edebilecektir.

Posturografi sistemleri denge becerilerinin kantitatif ölçümünde kullanılmaktadır. Çalışmada kullanılan posturografi cihazında 0,01Hz ile 3Hz arasındaki salınım sıklığına bakılabilmektedir. Bu çalışmada hastalıklara bağlı salınımların artması ve düşme sıklığının daha yüksek olması nedeniyle alçak frekans olan ilk dört frekans (0,01 Hz -0,5 Hz) değerlendirilmiştir. Cihaz ile ayrıca sekiz pozisyon değerlendirmesi daha yapılabilmektedir. Çalışmamızda baş sağa eğik, gözler açık, baş sola eğik, gözler kapalı, baş 30 derece öne eğik, gözler kapalı ve baş 30 derece arkaya eğik, gözler kapalı pozisyonları değerlendirilmemiştir. Daha kapsamlı bir değerlendirme için sekiz frekansın (0,5Hz ile 3Hz arası) ve sekiz pozisyonun tamamının dikkate alındığı yeni çalışmalar yapılması tavsiye edilmektedir.

Araştırmacı veya uygulayıcılar için zihinsel yorgunlukla birlikte çift görevin statik denge bozukluğu için bir risk faktörü olabileceğini akılda tutmak, ciddi vakalarda rehabilitasyon programlarının yolunu açmak gerektiği gibi çıkarımlar yapmak doğru olacaktır. Bununla birlikte denge bozukluğunu önlemek için çalışma ortamlarında bilişsel olarak zorlu faaliyetlere uzun süre maruz kalmayı önlemeye yönelik müdahaleleri benimsemek de iş sağlığı ve güvenliği açısından değerli bir çıkarım olacaktır.

## 7. KAYNAKLAR

1. Mancini M, Horak FB. The relevance of clinical balance assessment tools to differentiate balance deficits. *European journal of physical and rehabilitation medicine*. 2010;46(2):239.
2. Herlambang MB, Cnossen F, Taatgen NA. The effects of intrinsic motivation on mental fatigue. *PLoS One*. 2021;16(1):e0243754.
3. Boksem MA, Tops M. Mental fatigue: costs and benefits. *Brain Res Rev*. 2008;59(1):125-39.
4. Nikooharf Salehi E, Jaydari Fard S, Jaberzadeh S. Mental Fatigue Impairs Postural Stability in Older Adults. *Res Q Exerc Sport*. 2022:1-8.
5. Brahms M, Heinzl S, Rapp M, Muckstein M, Hortobagyi T, Stelzel C, et al. The acute effects of mental fatigue on balance performance in healthy young and older adults - A systematic review and meta-analysis. *Acta Psychologica*. 2022;225.
6. Salihu AT, Usman JS, Hill KD, Zoghi M, Jaberzadeh S. Mental fatigue does not affect static balance under both single and dual task conditions in young adults. *Experimental brain research*. 2023:1-16.
7. Varas-Diaz G, Kannan L, Bhatt T. Effect of Mental Fatigue on Postural Sway in Healthy Older Adults and Stroke Populations. *Brain Sci*. 2020;10(6).
8. Jacquet T, Poulin-Charronnat B, Bard P, Lepers R. Persistence of Mental Fatigue on Motor Control. *Front Psychol*. 2020;11:588253.
9. Hlaing SS, Puntumetakul R, Wanpen S, Boucaut R. Balance Control in Patients with Subacute Non-Specific Low Back Pain, with and without Lumbar Instability: A Cross-Sectional Study. *Journal of Pain Research*. 2020;13:795-803.
10. Ün Ö. Beyin felçli (Serebral palsili) hastalarda sanal gerçeklik eğitiminin denge ve işlevsellik üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi [Yüksek lisans tezi]: Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 2018.
11. Sibley KM, Straus SE, Inness EL, Salbach NM, Jaglal SB. Balance assessment practices and use of standardized balance measures among Ontario physical therapists. *Physical therapy*. 2011;91(11):1583-91.
12. Palluel E, Nougier V, Olivier I. Postural control and attentional demand during adolescence. *Brain Res*. 2010;1358:151-9.
13. Era P, Sainio P, Koskinen S, Haavisto P, Vaara M, Aromaa A. Postural balance in a random sample of 7,979 subjects aged 30 years and over. *Gerontology*. 2006;52(4):204-13.
14. Abrahamova D, Hlavacka F. Age-related changes of human balance during quiet stance. *Physiol Res*. 2008;57(6):957-64.
15. Agrawal Y, Carey JP, Hoffman HJ, Sklare DA, Schubert MC. The modified Romberg Balance Test: normative data in U.S. adults. *Otol Neurotol*. 2011;32(8):1309-11.
16. Abellan van Kan G, Rolland Y, Andrieu S, Bauer J, Beauchet O, Bonnefoy M, et al. Gait speed at usual pace as a predictor of adverse outcomes in community-dwelling older people an International Academy on Nutrition and Aging (IANA) Task Force. *J Nutr Health Aging*. 2009;13(10):881-9.



17. Shumway-Cook A, Brauer S, Woollacott M. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test. *Physical therapy*. 2000;80(9):896-903.
18. Tinetti ME. Clinical practice. Preventing falls in elderly persons. *N Engl J Med*. 2003;348(1):42-9.
19. Stel VS, Smit JH, Pluijm SM, Lips P. Consequences of falling in older men and women and risk factors for health service use and functional decline. *Age and ageing*. 2004;33(1):58-65.
20. O'Neill TW, Marsden D, Adams JE, Silman AJ. Risk factors, falls, and fracture of the distal forearm in Manchester, UK. *Journal of Epidemiology and Community Health*. 1996;50(3):288-92.
21. Lesinski M, Hortobagyi T, Muehlbauer T, Gollhofer A, Granacher U. Effects of Balance Training on Balance Performance in Healthy Older Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Med*. 2015;45(12):1721-38.
22. Visser JE, Carpenter MG, van der Kooij H, Bloem BR. The clinical utility of posturography. *Clin Neurophysiol*. 2008;119(11):2424-36.
23. Goulding A, Jones IE, Taylor RW, Piggot JM, Taylor D. Dynamic and static tests of balance and postural sway in boys: effects of previous wrist bone fractures and high adiposity. *Gait Posture*. 2003;17(2):136-41.
24. Hitier M, Besnard S, Smith PF. Vestibular pathways involved in cognition. *Frontiers in integrative neuroscience*. 2014;8:59.
25. Hachard B, Noé F, Ceyte H, Trajin B, Paillard T. Balance control is impaired by mental fatigue due to the fulfilment of a continuous cognitive task or by the watching of a documentary. *Exp Brain Res*. 2020;238(4):861-8.
26. Akkaya N, Doganlar N, Celik E, Aysse SE, Akkaya S, Gungor HR, et al. Test-Retest Reliability of Tetrax(R) Static Posturography System in Young Adults with Low Physical Activity Level. *Int J Sports Phys Ther*. 2015;10(6):893-900.
27. Yoon S-W, Kwon H-M, Kang Y-H. The Difference of Weight Distribution Index in Elderly People According to Gender. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*. 2012;7(1):103-10.
28. Badakva A, Miller N, Zobova L. Integration of Vestibular, Visual, and Proprioceptive Inputs in the Cerebral Cortex during Movement Control. *Human Physiology*. 2023;49(2):176-82.
29. Grace Gaerlan M, Alpert PT, Cross C, Louis M, Kowalski S. Postural balance in young adults: the role of visual, vestibular and somatosensory systems. *Journal of the American Academy of Nurse Practitioners*. 2012;24(6):375-81.
30. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and ageing*. 2006;35(suppl\_2):ii7-ii11.
31. Ersin K, Gürlek E, Güler H, Ertugay ÇK, Şerbetçioğlu MB. Appropriate Image Selection With Virtual Reality in Vestibular Rehabilitation: Cross-sectional Study. *JMIR Serious Games*. 2023;11(1):e40806.
32. Horak FB. Clinical Measurement of Postural Control in Adults. *Physical Therapy*. 1987;67(12):1881-5.

33. Widdowson C, Ganhotra J, Faizal M, Wilko M, Parikh S, Adhami Z, et al. Virtual reality applications in assessing the effect of anxiety on sensorimotor integration in human postural control. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc.* 2016;2016:33-6.
34. Rankin JK, Woollacott MH, Shumway-Cook A, Brown LA. Cognitive influence on postural stability: a neuromuscular analysis in young and older adults. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences.* 2000;55(3):M112-M19.
35. Teasdale N, Simoneau M. Attentional demands for postural control: the effects of aging and sensory reintegration. *Gait & posture.* 2001;14(3):203-10.
36. Gebel A, Busch A, Stelzel C, Hortobagyi T, Granacher U. Effects of Physical and Mental Fatigue on Postural Sway and Cortical Activity in Healthy Young Adults. *Frontiers in Human Neuroscience.* 2022;16.
37. Morris AJ, Christie AD. The effect of a mentally fatiguing task on postural balance control in young and older women. *Exp Gerontol.* 2020;132:110840.
38. Takakusaki K, Saitoh K, Harada H, Kashiwayanagi M. Role of basal ganglia-brainstem pathways in the control of motor behaviors. *Neurosci Res.* 2004;50(2):137-51.
39. Van Cutsem J, Marcora S, De Pauw K, Bailey S, Meeusen R, Roelands B. The Effects of Mental Fatigue on Physical Performance: A Systematic Review. *Sports Med.* 2017;47(8):1569-88.
40. Kerr B, Condon SM, McDonald LA. Cognitive spatial processing and the regulation of posture. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance.* 1985;11(5):617.
41. Johnes G. Schooling, experience and earnings: international evidence from MARS. *Economics Bulletin.* 2016;36(3):1287-+.
42. Patel PC, Ganzach Y. Returns to balance in cognitive skills for the self-employed: evidence from 18 countries. *Small Business Economics.* 2019;52(1):89-109.
43. Grobe S, Kakar RS, Smith ML, Mehta R, Baghurst T, Boolani A. Impact of cognitive fatigue on gait and sway among older adults: A literature review. *Prev Med Rep.* 2017;6:88-93.
44. Tanaka M, Ishii A, Watanabe Y. Neural effects of mental fatigue caused by continuous attention load: A magnetoencephalography study. *Brain Research.* 2014;1561:60-6.
45. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. "Mini-mental state": a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of psychiatric research.* 1975;12(3):189-98.
46. Güngen C, Ertan T, Eker E, Yaşar R, Engin F. [Reliability and validity of the standardized Mini Mental State Examination in the diagnosis of mild dementia in Turkish population]. *Turk Psikiyatri Derg.* 2002;13(4):273-81.
47. Galea M, Woodward M. Mini-Mental State Examination (MMSE). *Aust J Physiother.* 2005;51(3):198.
48. Swan L, Otani H, Loubert PV, Sheffert SM, Dunbar GL. Improving balance by performing a secondary cognitive task. *Br J Psychol.* 2004;95(Pt 1):31-40.

49. Andersson G, Yardley L, Luxon L. A dual-task study of interference between mental activity and control of balance. *Otology & Neurotology*. 1998;19(5):632-7.
50. Maylor EA, Allison S, Wing AM. Effects of spatial and nonspatial cognitive activity on postural stability. *British journal of psychology*. 2001;92(2):319-38.
51. Cook DB, O'Connor PJ, Lange G, Steffener J. Functional neuroimaging correlates of mental fatigue induced by cognition among chronic fatigue syndrome patients and controls. *Neuroimage*. 2007;36(1):108-22.
52. Başoğlu F, Öncü J, Kuran B, Alptekin HK. The reliability and validity of The Turkish version of Multidimensional Fatigue Inventory-20 for the evaluation of different dimensions of fatigue in patients with fibromyalgia. *Turk J Phys Med Rehabil*. 2020;66(4):436-43.
53. Smets EM, Garssen B, Bonke B, De Haes JC. The Multidimensional Fatigue Inventory (MFI) psychometric qualities of an instrument to assess fatigue. *J Psychosom Res*. 1995;39(3):315-25.
54. Krupp LB, Alvarez LA, LaRocca NG, Scheinberg LC. Fatigue in multiple sclerosis. *Arch Neurol*. 1988;45(4):435-7.
55. Gencay-Can A, Can SS. Validation of the Turkish version of the fatigue severity scale in patients with fibromyalgia. *Rheumatol Int*. 2012;32(1):27-31.
56. Crichton N. Visual analogue scale (VAS). *J Clin Nurs*. 2001;10(5):706-6.
57. Gençbaş D, Bebiş H. Sirt Ağrısı ve Vücut Duruşu Değerlendirme Aracı: Türkçe Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. *Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*. 2019(3):383-9.
58. Baydan M, Yılmaz S. Denge testleri. *Ankara Sağlık Bilimleri Dergisi*. 2018;7(2):70-6.
59. Józefowicz-Korczyńska M, Chmielecka-Rutkowska J, Mazerant A. Clinical tests for balance stability and gait assessment—Bedside Tests. *Polski Przegląd Otorinolaryngologiczny*. 2016;5(1):57-63.
60. Barozzi S, Socci M, Soi D, Di Berardino F, Fabio G, Forti S, et al. Reliability of postural control measures in children and young adolescents. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2014;271(7):2069-77.
61. Tomaz A, Gananca MM, Garcia AP, Kessler N, Caovilla HH. Postural control in underachieving students. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2014;80(2):105-10.
62. Błaszczuk JW, Cieślińska-Świder J, Orawiec R. New methods of posturographic data analysis may improve the diagnostic value of static posturography in multiple sclerosis. *Heliyon*. 2021;7(2).
63. Zok M, Mazzà C, Cappozzo A. Should the instructions issued to the subject in traditional static posturography be standardised? *Medical engineering & physics*. 2008;30(7):913-6.
64. Geurts AC, Nienhuis B, Mulder TW. Intrasubject variability of selected force-platform parameters in the quantification of postural control. *Arch Phys Med Rehabil*. 1993;74(11):1144-50.
65. Reutimann S, Hill-Strathy M, Krewer C, Bergmann J, Müller F, Jahn K, et al. Influence of footwear on postural sway: A systematic review and meta-analysis on barefoot and shod bipedal static posturography in patients and healthy subjects. *Gait & Posture*. 2022;92:302-14.

66. Helbostad JL, Askim T, Moe-Nilssen R. Short-term repeatability of body sway during quiet standing in people with hemiparesis and in frail older adults. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85(6):993-9.
67. Chen S-H, Chou L-S. Gait balance control after fatigue: Effects of age and cognitive demand. *Gait & Posture.* 2022;95:129-34.
68. Raykar R, Tajne K, Palekar T. Effect of forward head posture on static and dynamic balance. *World Journal of Pharmaceutical Research.* 2018;7(9):797-808.
69. Shiffman S, Stone AA, Hufford MR. Ecological momentary assessment. *Annu Rev Clin Psychol.* 2008;4:1-32.
70. Ishii A, Tanaka M, Shigihara Y, Kanai E, Funakura M, Watanabe Y. Neural effects of prolonged mental fatigue: a magnetoencephalography study. *Brain research.* 2013;1529:105-12.
71. Faul F, Erdfelder E, Lang A-G, Buchner A. G\* Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior research methods.* 2007;39(2):175-91.
72. Alhanbali S, Dawes P, Lloyd S, Munro KJ. Self-Reported Listening-Related Effort and Fatigue in Hearing-Impaired Adults. *Ear Hear.* 2017;38(1):e39-e48.
73. Bantia R, Malcarne VL, Roesch SC, Ko CM, Greenbergs HL, Varni JW, et al. Correspondence between daily and weekly fatigue reports in breast cancer survivors. *Journal of Behavioral Medicine.* 2006;29:269-79.
74. Jaydari Fard S, Lavender AP. A comparison of task-based mental fatigue between healthy males and females. *Fatigue: Biomedicine, Health & Behavior.* 2019;7(1):1-11.
75. Boksem MA, Meijman TF, Lorist MM. Effects of mental fatigue on attention: an ERP study. *Cognitive brain research.* 2005;25(1):107-16.
76. Mun S, Kim ES, Park MC. Effect of mental fatigue caused by mobile 3D viewing on selective attention: an ERP study. *Int J Psychophysiol.* 2014;94(3):373-81.
77. West R. The effects of aging on controlled attention and conflict processing in the Stroop task. *J Cogn Neurosci.* 2004;16(1):103-13.
78. Lew FL, Qu X. Effects of mental fatigue on biomechanics of slips. *Ergonomics.* 2014;57(12):1927-32.
79. Qu X, Xie Y, Hu X, Zhang H. Effects of fatigue on balance recovery from unexpected trips. *Human factors.* 2020;62(6):919-27.
80. Giboin L-S, Wolff W. The effect of ego depletion or mental fatigue on subsequent physical endurance performance: A meta-analysis. *Performance Enhancement & Health.* 2019;7(1-2):100150.
81. Brown DMY, Graham JD, Innes KI, Harris S, Flemington A, Bray SR. Effects of Prior Cognitive Exertion on Physical Performance: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Med.* 2020;50(3):497-529.
82. Bafna T, Hansen JP. Mental fatigue measurement using eye metrics: A systematic literature review. *Psychophysiology.* 2021;58(6):e13828.
83. Tran Y, Craig A, Craig R, Chai R, Nguyen H. The influence of mental fatigue on brain activity: Evidence from a systematic review with meta-analyses. *Psychophysiology.* 2020;57(5):e13554.

84. Wickens CD. Multiple resources and mental workload. *Human factors*. 2008;50(3):449-55.
85. Lajoie Y, Richer N, Jehu DA, Tran Y. Continuous Cognitive Tasks Improve Postural Control Compared to Discrete Cognitive Tasks. *J Mot Behav*. 2016;48(3):264-9.
86. Potvin-Desrochers A, Richer N, Lajoie Y. Cognitive tasks promote automatization of postural control in young and older adults. *Gait Posture*. 2017;57:40-5.
87. Simoneau EM, Billot M, Martin A, Perennou D, Van Hoecke J. Difficult memory task during postural tasks of various difficulties in young and older people: a pilot study. *Clinical Neurophysiology*. 2008;119(5):1158-65.
88. Register-Mihalik JK, Littleton AC, Guskiewicz KM. Are divided attention tasks useful in the assessment and management of sport-related concussion? *Neuropsychol Rev*. 2013;23(4):300-13.
89. Ercan S, Baskurt F, Baskurt Z, Cetin C. Effect of Self-perceived Fatigue on Balance and Functional Mobility in Middle-Aged Obese Women. *Acta Med Okayama*. 2019;73(2):95-100.
90. Mitchell R, Driscoll T, Healey S. Work-related road fatalities in Australia. *Accid Anal Prev*. 2004;36(5):851-60.
91. Paillard T. Plasticity of the postural function to sport and/or motor experience. *Neurosci Biobehav Rev*. 2017;72:129-52.
92. Bergamin M, Gobbo S, Zanotto T, Sieverdes JC, Alberton CL, Zaccaria M, et al. Influence of age on postural sway during different dual-task conditions. *Frontiers in aging neuroscience*. 2014;6:271.
93. Fletcher LJ, Osler CJ. Effects of mental fatigue on static upright stance and functional balance in older adults. *Aging and Health Research*. 2021;1(4):100043.
94. Faulkner KA, Redfern MS, Cauley JA, Landsittel DP, Studenski SA, Rosano C, et al. Multitasking: association between poorer performance and a history of recurrent falls. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2007;55(4):570-6.
95. Fearing F. Factors influencing static equilibrium: an experimental study of the effect of controlled and uncontrolled attention upon sway. *Journal of comparative psychology*. 1925;5(1):1.
96. Brooks LR. The suppression of visualization by reading. *The Quarterly journal of experimental psychology*. 1967;19(4):289-99.
97. Chui KK, Hood E, Klima D. Meaningful Change in the Walking Speed of Older Adults. *Gerontologist*. 2012;52:591-.
98. Wollesen B, Schulz S, Seydell L, Delbaere K. Does dual task training improve walking performance of older adults with concern of falling? *BMC geriatrics*. 2017;17(1):1-9.
99. Wollesen B, Scrivener K, Soles K, Billy Y, Leung A, Martin F, et al. Dual-Task Walking Performance in Older Persons With Hearing Impairment: Implications for Interventions From a Preliminary Observational Study. *Ear Hear*. 2018;39(2):337-43.
100. Wollesen B, Voelcker-Rehage C. Training effects on motor-cognitive dual-task performance in older adults. *Eur Rev Aging Phys A*. 2014;11(1):5-24.

101. Maylor EA, Wing AM. Age differences in postural stability are increased by additional cognitive demands. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*. 1996;51(3):P143-P54.
102. Lu HN, Ni X, Fung AWT, Lam LCW. Mapping the Proxies of Memory and Learning Function in Senior Adults with High-performing, Normal Aging and Neurocognitive Disorders. *Journal of Alzheimers Disease*. 2018;64(3):815-26.
103. Uryash A, Flores V, Adams JA, Allen PD, Lopez JR. Memory and Learning Deficits Are Associated With Ca(2+) Dyshomeostasis in Normal Aging. *Front Aging Neurosci*. 2020;12:224.
104. Shumway-Cook A, Woollacott M, Kerns KA, Baldwin M. The effects of two types of cognitive tasks on postural stability in older adults with and without a history of falls. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 1997;52(4):M232-M40.

## 8. EKLER

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



**Prof.Dr.Merih ÖZGEN**  
(Başkan)  
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi  
Tıp Fakültesi  
Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon AD

**Prof.Dr.Hava ÜSKÜDAR TEKE**  
(Başkan Yardımcısı)  
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi  
Tıp Fakültesi  
İç Hastalıkları AD / Hematoloji BD

**Doç.Dr.Ferdi KÖŞGER**  
(Raportör)  
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi  
Tıp Fakültesi  
Ruh Sağlığı ve Hastalıkları AD

**Prof.Dr.Ömür ŞAYLIGİL**  
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi  
Tıp Fakültesi Tıp Tarihi ve Etik AD

**Prof.Dr.Setenay DİNÇER ÖNER**  
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi  
Tıp Fakültesi Biyoistatistik AD

**Prof.Dr.Özlem ÖRSAL**  
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi  
Sağlık Bilimleri Fakültesi  
Halk Sağlığı Hemşireliği AD

**Prof.Dr.Suzan ŞAYLIŞOY**  
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi  
Tıp Fakültesi Radyoloji AD

**Doç.Dr.Gökür YORULMAZ**  
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi  
Tıp Fakültesi  
İç Hastalıkları AD / Endokrinoloji  
ve Metabolizma Hastalıkları BD

**Doç.Dr.Muhammed Fatih ÖNSÜZ**  
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi  
Tıp Fakültesi Halk Sağlığı AD

**Doç.Dr.Melih VELİPAŞAOĞLU**  
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi  
Tıp Fakültesi  
Kadın Hastalıkları ve Doğum AD

**Doç.Dr.Zeren BARIŞ**  
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi  
Tıp Fakültesi  
Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları AD /  
Çocuk Gastroenterolojisi BD

**Doç.Dr.Mustafa Değer BİLGEC**  
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi  
Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları AD

**Doç.Dr.Esra YEŞİLOVA**  
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi  
Diş Hekimliği Fakültesi  
Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi AD

**Dr.Öğr.Üy.F.Nazlı DURMAZ  
CELİK**  
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi  
Tıp Fakültesi Nöroloji AD

**Av. Önder CAN**  
Avukat

**Etik Kurul Sekreterliği**  
Ceren KESKİNER  
Tel: 0 222 239 29 79 / 4690-91

T.C.  
**ESKİŞEHİR OSMANGAZI ÜNİVERSİTESİ**  
**GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU**  
**BAŞKANLIĞI**

KARAR FORMU	
<b>Başvuru Tarihi:</b> 23.03.2022	<b>Çalışmanın Başlığı:</b> "Zihinsel Yorgunluk Sonrası Zorlu Bilişsel Görevde Statik Dengenin İncelenmesi"  <b>Çalışmacılar:</b> Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü – Prof.Dr.G.Aydan GENÇ (Tez Danışmanı), Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü - Uzm.Ody.Seda ERCAN YILDIZ (Tez Sahibi)
<b>Çalışmanın değerlendirildiği ilk toplantı tarihi:</b>  26.04.2022	<b>Sonuç:</b> 1. Araştırmacılara hasta haklarına dikkat etmeleri, gönüllünün sağlığına ve diğer kişilik haklarına zarar verilmemesi için gereken tedbirlerin alınması, gönüllülerin kimliği ile ilgili kayıtların ilgili mevzuat hükümlerine göre korunması önerilmektedir. Araştırmacıların kurulumuza taahhütnamelerle iletmış oldukları sorumlulukları yerine getirmeleri beklenmektedir.
<b>Karar Tarihi:</b> 26.04.2022  <b>Karar No:</b> 45	<b>Çalışmacılar:</b> Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü – Prof.Dr.G.Aydan GENÇ'in sorumluluğunda yürütülecek olan "Zihinsel Yorgunluk Sonrası Zorlu Bilişsel Görevde Statik Dengenin İncelenmesi" başlıklı araştırma/çalışma gereç, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup, araştırmanın/çalışmanın gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel yönden sakınca bulunmadığına oy birliği ile karar verilmiştir. Araştırmacılara başarılar dileriz.

EK-1 Devamı




**T.C.**  
**ESKİŞEHİR OSMANGAZI ÜNİVERSİTESİ**  
**GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU**  
**BAŞKANLIĞI**

**Çalışmanın Başlığı: "Zihinsel Yorgunluk Sonrası Zorlu Bilişsel Görevde Statik Dengenin İncelenmesi"**

<b>GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU</b>			
	Ünvanı/Adı/Soyadı	Kurumu	İmza
1	Prof.Dr.Merih ÖZGEN (Başkan)	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon AD	
2	Prof.Dr.Hava ÜSKÜDAR TEKE (Başkan Yardımcısı)	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi İç Hastalıkları AD / Hematoloji BD	
3	Doç.Dr.Ferdi KÖŞGER (Raportör)	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Ruh Sağlığı ve Hastalıkları AD	
4	Prof.Dr.Ömür ŞAYLIGİL	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıp Tarihi ve Etik A.D	
5	Prof.Dr.Setenay DİNÇER ÖNER	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyostatistik AD	
6	Prof.Dr.Özlem ÖRSAL	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Halk Sağlığı Hemşireliği AD	
7	Prof.Dr.Suzan ŞAYLISOY	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji AD	
8	Doç.Dr.Göknur YORULMAZ	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi İç Hastalıkları AD / Endokrinoloji ve Metabolizma Hastalıkları BD	
9	Doç.Dr.Muhammed Fatih ÖNSÜZ	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı AD	
10	Doç.Dr.Melih VELİPAŞAOĞLU	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Kadın Hastalıkları ve Doğum AD	
11	Doç.Dr.Zeren BARIŞ	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları AD / Çocuk Gastroenterolojisi BD	
12	Doç.Dr.Mustafa Değer BİLGEÇ	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları AD	
13	Doç.Dr.Esra YEŞİLOVA	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağz, Diş ve Çene Radyolojisi AD	
14	Dr.Öğr.Üy.F.Nazlı DURMAZ ÇELİK	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroloji AD	
15	Av.Önder CAN	Hukuk	



## Ek-2: Tez Çalışması Orijinallik Raporu




## Dijital Makbuz

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

Gönderinizin ilk sayfası aşağıda gönderilmektedir:

Gönderen:	Seda Ercan Yıldız
Ödev başlığı:	ZİHİNSEL YORGUNLUK SONRASI ZORLU BİLİŞSEL GÖREVDE S...
Gönderi Başlığı:	ZİHİNSEL YORGUNLUK SONRASI ZORLU BİLİŞSEL GÖREVDE S...
Dosya adı:	Tez_18.03.24.docx
Dosya boyutu:	2.46M
Sayfa sayısı:	68
Kelime sayısı:	12,156
Karakter sayısı:	83,518
Gönderim Tarihi:	19-Mar-2024 01:49ÖS (UTC+0300)
Gönderim Numarası:	2324663855



Copyright 2024 Turnitin. Tüm hakları saklıdır.

## EK-2 Devamı

## Zihinsel Yorgunluk Sonrası Zorlu Bilişsel Görevde Statik Dengenin İncelenmesi

Seda ERCAN YILDIZ

68 sayfa

ZİHİNSEL YORGUNLUK SONRASI ZORLU BİLİŞSEL GÖREVE  
STATİK DENGİNİN İNCELENMESİ

## ORJİNALLİK RAPORU

%8

BENZERLİK ENDEKSİ

%8

İNTERNET KAYNAKLARI

%2

YAYINLAR

%3

ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

## BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	<a href="http://acikerisim.medipol.edu.tr">acikerisim.medipol.edu.tr</a> İnternet Kaynağı	%1
2	<a href="http://docplayer.biz.tr">docplayer.biz.tr</a> İnternet Kaynağı	%1
3	<a href="http://acikbilim.yok.gov.tr">acikbilim.yok.gov.tr</a> İnternet Kaynağı	%1
4	<a href="http://www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080">www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080</a> İnternet Kaynağı	%1
5	<a href="http://dspace.ankara.edu.tr">dspace.ankara.edu.tr</a> İnternet Kaynağı	%1
6	<a href="http://vs1.doczz.fr">vs1.doczz.fr</a> İnternet Kaynağı	<%1
7	<a href="http://dergipark.org.tr">dergipark.org.tr</a> İnternet Kaynağı	<%1
8	<a href="http://openaccess.hacettepe.edu.tr:8080">openaccess.hacettepe.edu.tr:8080</a> İnternet Kaynağı	<%1
9	<a href="http://acikerisim.pau.edu.tr:8080">acikerisim.pau.edu.tr:8080</a> İnternet Kaynağı	<%1

## EK-2 Devamı

10	<a href="http://acikerisim.karatay.edu.tr:8080">acikerisim.karatay.edu.tr:8080</a> İnternet Kaynağı	<% 1
11	<a href="http://acikerisim.aksaray.edu.tr">acikerisim.aksaray.edu.tr</a> İnternet Kaynağı	<% 1
12	<a href="http://www.nevsehirpsikiyatri.com">www.nevsehirpsikiyatri.com</a> İnternet Kaynağı	<% 1
13	Submitted to Hacettepe University Öğrenci Ödevi	<% 1
14	Submitted to Beykent Üniversitesi Öğrenci Ödevi	<% 1
15	Submitted to Istanbul University Öğrenci Ödevi	<% 1
16	Hatipoğlu, Aygöl. "Normal ve İşitme Engelli Çocuklarda Denge Alistirmalarının Denge Becerilerine Etkisinin İncelenmesi.", Marmara Üniversitesi (Turkey), 2021 Yayın	<% 1
17	Submitted to Ege Üniversitesi Öğrenci Ödevi	<% 1
18	<a href="http://www.kbb.org.tr">www.kbb.org.tr</a> İnternet Kaynağı	<% 1
19	<a href="http://www.turkailehekderg.org">www.turkailehekderg.org</a> İnternet Kaynağı	<% 1
20	Gökçe, Gökçenur. "Diş destekli, diş doku destekli ve kemik destekli hızlı üst çene genişletme yöntemlerinin havayolu üzerine etkisinin değerlendirilmesi", İzmir Katip Celebi University (Turkey), 2024 Yayın	<% 1
21	<a href="http://nek.istanbul.edu.tr:4444">nek.istanbul.edu.tr:4444</a> İnternet Kaynağı	<% 1
22	<a href="http://openaccess.hacettepe.edu.tr">openaccess.hacettepe.edu.tr</a> İnternet Kaynağı	<% 1
23	<a href="http://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a> İnternet Kaynağı	<% 1

### Ek-3: Denge Değerlendirme Formu

Katılımcı Kodu:

#### Denge Değerlendirme Formu

##### 1. Nörolojik ve Vestibülospinal Değerlendirme

- Parmak burun testi (üst ekstremiteler için)
- Diz Topuk Testi (alt ekstremiteler)
- Romberg Testi
- Tandem Romberg Testi
- Unterberger Testi
- Tek Çizgi Üzerinde Yürüme

Normal

Patolojik

Normal	Patolojik

##### 2. Vestibülookuler Değerlendirme

- Bakış (Gaze) Değerlendirmesi
- Spontan Nistagmus Değerlendirmesi
- Pursuit Tracking Testi
- Sakkad Test
- Head Thrust Test
- Pozisyonel Nistagmus Değerlendirmesi
- Dix – Hallpike Manevrası
- Foam Pad Değerlendirmesi

Normal

Patolojik

Normal	Patolojik

NOT:

--

#### Ek-4: Ekolojik Anlık Değerlendirme (EAD)

Ecological Momentary Assessment (EMA)' dan uyarlanan sorular aşağıda belirtilmiştir.

Burke, Louise A.; Naylor, Graham Daily-Life Fatigue in Mild to Moderate Hearing Impairment: An Ecological Momentary Assessment Study, *Ear and Hearing*: November/December 2020 - Volume 41 - Issue 6 - p 1518-1532 doi: 10.1097/AUD.0000000000000888

Değişken	Soru/Ölçek	Ölçüm
Yaş	Kaç yaşındasınız?	Yaş:
Cinsiyet	Cinsiyetiniz ne?	0 = kadın 1 = erkek
Çalışma durumu	İş durumunuz nedir?	1 = yarı zamanlı çalışan 2 = tam zamanlı çalışan 3 = çalışmıyor
İşitme cihazları	İşitme cihazınız var mı?	0 = hayır 1 = evet
Sağlık durumu	Kendinizi yorgun hissetmenize neden olabilecek herhangi bir sağlık durumunuz olduğunu düşünüyor musunuz?	0 = hayır 1 = evet
Kulak çınlaması	Hiç kulak çınlaması yaşadınız mı?	0 = hayır 1 = evet
İlaç tedavisi	Şu anda kendinizi yorgun hissetmenize neden olabilecek herhangi bir ilaç alıyor musunuz?	0 = hayır 1 = evet
Yaşam tarzı faktörleri	Yorgun hissetmenize neden olan yaşam tarzı faktörleri var mı?	0 = hayır 1 = evet
Tipik uyku süresi	Geceleri genellikle kaç saat uyursunuz?	0 = 5 saatin altında 1 = 5-7 sa 2 = 7-9 sa 3 = 9+ sa
Tipik uyku süresi	Normal bir gecede ne kadar iyi uyuyorsunuz?	0 = çok iyi 1 = iyi 2 = yeterli 3 = kötü 4 = çok kötü
Uyku kalitesi	Dün gece nasıl uyudunuz?	0 = çok iyi 1 = iyi 2 = yeterli 3 = kötü 4 = çok kötü
Uyku sürekliliği	Dün gece kaç kez uyandınız?	0 = yok 1 = 1-2 kez 2 = 3-4 kez 3 = 5+ kez
Uyku süresi	Dün gece ne kadar uyudunuz?	0 = 9+ sa 1 = 7-9 sa 2 = 5-7 sa 3 = 5 saatin altında
Anlık yorgunluk	Lütfen şu anki yorgunluğunuzu en iyi tanımlayan sayıyı seçerek derecelendiriniz.	0-10 derecelendirme ölçeği, daha yüksek puanlar daha fazla yorgunluğu gösterir.

## EK-5: Mini Mental Durum Testi

## STANDARDIZE MINI MENTAL TEST

<b>Ad Soyad:</b>	<b>Tarih:</b>	<b>Yaş:</b>
<b>Eğitim (yıl):</b>	<b>Meslek:</b>	<b>Aktif El:</b>
<b>T. Puan:</b>		

**YONELİM (Toplam puan 10)**

Hangi yıl içindeyiz..... ( )

Hangi mevsimdeyiz ..... ( )

Hangi aydayız ..... ( )

Bu gün ayın kaçı ..... ( )

Hangi gündeyiz ..... ( )

Hangi ülkede yaşıyoruz ..... ( )

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

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

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

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

**KAYIT HAFIZASI (Toplam puan 3)**

Size birazdan söyleyeceğim üç ismi dikkatlice dinleyip ben bitirdikten sonra tekrarlayın (Masa, Bayrak, Elbise) (20 sn süre tamamı) Her doğru isim 1 puan ..... ( )

**DIKKAT ve HESAP YAPMA (Toplam puan 5)**

100'den geriye doğru 7 çıkartarak gidin. Dur deyinceye kadar devam edin.  
Her doğru işlem 1 puan. (100, 93, 86, 79, 72, 65) ..... ( )

**HATIRLAMA (Toplam puan 3)**

Yukarıda tekrar ettiğiniz kelimeleri hatırlıyor musunuz? Hatırladıklarınızı söyleyin.  
(Masa, Bayrak, Elbise)..... ( )

**LİSAN (Toplam puan 9)**

a) Bu gördüğünüz nesnelerin isimleri nedir? (saat, kalem) 2 puan (20 sn tut) ..... ( )

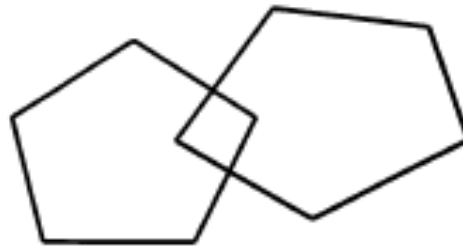
b) Şimdi size söyleyeceğim cümleyi dikkatle dinleyin ve ben bitirdikten sonra tekrar edin. "Eğer ve fakat istemiyorum" (10 sn tut) 1 puan..... ( )

c) Şimdi sizden bir şey yapmanızı isteyeceğim, beni dikkatle dinleyin ve söylediğimi yapın. "Masada duran kağıdı sağ/sol elinizle alın, iki elinizle ikiye katlayın ve yere bırakın itfif" Toplam puan 3, süre 30 sn, her bir doğru işlem 1 puan..... ( )

d) Şimdi size bir cümle vereceğim. Okuyun ve yazıda söylenen şeyi yapın. (1 puan)  
"GÖZLERİNİZİ KAPATIN" (arka sayfada)..... ( )

e) Şimdi vereceğim kağıda aklınıza gelen anlamlı bir cümleyi yazın (1 puan)..... ( )

f) Size göstereceğim şeklin aynısını çizin. (arka sayfada) (1 puan) ..... ( )



## EK-6: Çok Boyutlu Yorgunluk Envanteri

## MULTIDIMENSIONAL FATIGUE INVENTORY

\*\*\*MFI-20\*\*\*

Tallmatlar:

Aşağıdaki ifadelerle, son zamanlarda nasil hissettiginiz hakkında bir fikir edinmek istiyoruz.  
 Örneğin, " RAHATLAMIŐ HISSEDİYORUM" ifadesi vardır.

Bunun tamamen doğru olduğunu düşünüyörseniz, qerçekten son zamanlarda rahatlamıő hissediyörseniz, lütfen soldaki kutuya bir X yerleştirin; bunun qibi

Evet ,bu doğru

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Hayır ,doğru değil

İfadeye katılıyörseniz bir X i Evet,bu doğru ifadesine,ifadeye katılmıyörseniz, bir X'i Hayır bu doğru değildir ifadesine yerleştirebilirsiniz. Lütfen, bir ifadeyi kaçırmayın ve her ifadenin yanında bir X yerleştirin.

1. Kendimi iyi hissediyorum	Evet, bu doğru	1	2	3	4	5	Hayır,doğru değil
2. Fiziksel olarak sadece birazcık yapabileceğimi hissediyorum	Evet, bu doğru	1	2	3	4	5	Hayır,doğru değil
3. Çok aktif hissediyorum	Evet, bu doğru	1	2	3	4	5	Hayır,doğru değil
4. Her türlü güzel şeyi yapacak gibi hissediyorum	Evet, bu doğru	1	2	3	4	5	Hayır,doğru değil
5. Yorgun hissediyorum	Evet, bu doğru	1	2	3	4	5	Hayır,doğru değil
6. Sanırım bir günde çok şey yapıyorum .	Evet, bu doğru	1	2	3	4	5	Hayır,doğru değil
7. Bir şey yaptığımda, düşüncelerimi bunun üzerinde tutabilirim	Evet, bu doğru	1	2	3	4	5	Hayır,doğru değil
8. Fiziksel olarak çok fazla meşgul olabilirim.	Evet, bu doğru	1	2	3	4	5	Hayır,doğru değil
9. Birşeyler yapmaktan endişe duyuyorum.	Evet, bu doğru	1	2	3	4	5	Hayır,doğru değil
10. Sanırım bir günde çok az şey yapıyorum	Evet, bu doğru	1	2	3	4	5	Hayır,doğru değil
11. İyi konsantre olabilirim.	Evet, bu doğru	1	2	3	4	5	Hayır,doğru değil
12. Dinlendim.	Evet, bu doğru	1	2	3	4	5	Hayır,doğru değil
13. Birşeylere konsantre olmak çok çaba gerektirir.	Evet, bu doğru	1	2	3	4	5	Hayır,doğru değil
14. Fiziksel olarak kötü bir durumda olduğumu hissediyorum	Evet, bu doğru	1	2	3	4	5	Hayır,doğru değil
15. Çok fazla planım var.	Evet, bu doğru	1	2	3	4	5	Hayır,doğru değil
16. Kolayca yorulurum.	Evet, bu doğru	1	2	3	4	5	Hayır,doğru değil
17. Çok az iş yaptım.	Evet, bu doğru	1	2	3	4	5	Hayır,doğru değil
18. Herhangi bir şey yaptığımı düşünmüyorum.	Evet, bu doğru	1	2	3	4	5	Hayır,doğru değil
19. Düşüncelerim kolayca dağılır.	Evet, bu doğru	1	2	3	4	5	Hayır,doğru değil
20. Fiziksel olarak mükemmel bir durumda olduğumu hissediyorum.	Evet, bu doğru	1	2	3	4	5	Hayır,doğru değil

İşbirliğiniz için Çok Teőekkürler.

## EK-7: Yorgunluk Şiddet Skalası

**Yorgunluk Şiddet Ölçeği (YŞS)**

YŞS, yorgunluk semptomlarının ciddiyetini derecelendiren dokuz adet farklı durumu ifade eden kısa sorulardan oluşur. Her şıktaki durumu okuyunuz ve geçen ay içerisindeki durumu tam yansıtan, bu durumlara katılıp yada katılmamayı değerlendiren 1'den 7'ye kadar olan sayılardan biri işaretleyiniz. İşaretleyeceğiniz düşük bir değer (örn:1) bu duruma kesinlikle katılmadığınızı , yüksek bir değer ise (örn: 7) kesinlikle katıldığınızı ifade etmektedir. Her soru için sadece bir sayıyı (1 ile 7 arasında) işaretlemeniz gerekmektedir.

Gecen hafta boyunca gördüm ki;

- 1) Yorulduğum zaman motivasyonum azalmakta:.....1 2 3 4 5 6 7
- 2) Egzersiz beni yoruyor:.....1 2 3 4 5 6 7
- 3) Çok kolay yoruluyorum:.....1 2 3 4 5 6 7
- 4) Yorgunluk fiziksel fonksiyonuma mani oluyor:.....1 2 3 4 5 6 7
- 5) Yorgunluk bana çok sık problem yaratmakta:.....1 2 3 4 5 6 7
- 6) Yorgunluğum sürekli fiziksel fonksiyon yapmamı engellemekte:.....1 2 3 4 5 6 7
- 7) Yorgunluk belli görevlerimi ve sorumluluklarımı yerine getirmeme mani olmakta:  
.....1 2 3 4 5 6 7
- 8) Yorgunluk beni engelleyen 3 şikayetimden biri halinde:.....1 2 3 4 5 6 7
- 9) Yorgunluk işimi yapmama, aile ve sosyal hayatıma mani olmakta:  
.....1 2 3 4 5 6 7



## EK-8: Görsel Analog Ölçeği

1. Şuandaki zihinsel yorgunluk şiddetinizi aşağıdaki 10 cm'lik çizgi üzerinde işaretleyiniz.

0 \_\_\_\_\_ 10




Kendimi zihinsel olarak hiç yorgun hissetmedim.

Kendimi zihinsel olarak dayanılmaz şiddette yorgun hissettim.

2. Uygulanan Stroop Test sonrası zihinsel yorgunluk şiddetinizi aşağıdaki 10 cm'lik çizgi üzerinde işaretleyiniz.

0 \_\_\_\_\_ 10




Kendimi zihinsel olarak hiç yorgun hissetmedim.

Kendimi zihinsel olarak dayanılmaz şiddette yorgun hissettim.

3. Uygulanan zorlu bilişsel aktivite sonrası zihinsel yorgunluk şiddetinizi aşağıdaki 10 cm'lik çizgi üzerinde işaretleyiniz.

0 \_\_\_\_\_ 10



Kendimi zihinsel olarak hiç yorgun hissetmedim.

Kendimi zihinsel olarak dayanılmaz şiddette yorgun hissettim.

## EK-9: Stroop Test

**Stroop Testi TBAG Formu**

**1. Kart**

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. Kart ve 5. Kart**

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. Kart**

●	●	●	●
●	●	●	●
●	●	●	●
●	●	●	●
●	●	●	●

**4. Kart**

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

## 9. ÖZGEÇMİŞ