

T.C.  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SAĞLIKLI BİREYLERDE KOGNİTİF GÖREV İLE  
BİRLİKTE SUNULAN FARKLI AKUSTİK  
UYARANLARDA STATİK DENGE PERFORMANSININ  
İNCELENMESİ

Uzm. Ody. Selin SARIÇAMLIK

Odyoloji Programı  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANKARA

2024



T.C.  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SAĞLIKLI BİREYLERDE KOGNİTİF GÖREV İLE BİRLİKTE  
SUNULAN FARKLI AKUSTİK UYARANLARDA STATİK  
DENGE PERFORMANSININ İNCELENMESİ

Uzm. Ody. Selin SARIÇAMLIK

Odyoloji Programı  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEZ DANIŞMANI  
Dr. Öğr. Üyesi Öznur YİĞİT

ANKARA  
2024

**SAĞLIKLI BİREYLERDE KOGNİTİF GÖREV İLE BİRLİKTE SUNULAN FARKLI AKUSTİK  
UYARANLARDA STATİK DENGİ PERFORMANSININ İNCELENMESİ**

**Öğrenci: Selin SARIÇAMLIK**

**Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Öznur YİĞİT**

Bu tez çalışması 04/06/2024 tarihinde jürimiz tarafından “Odyoloji Yüksek Lisans Programı” nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

**Jüri Başkanı:** Doç. Dr. Merve BATUK  
(Hacettepe Üniversitesi)

**Tez Danışmanı:** Dr. Öğr. Üyesi Öznur YİĞİT  
(Hacettepe Üniversitesi)

**Üye:** Prof. Dr. Gonca SENNAROĞLU  
(Hacettepe Üniversitesi)

**Üye:** Dr. Öğr. Üyesi Emre GÜRSES  
(Hacettepe Üniversitesi)

**Üye:** Dr. Öğr. Üyesi Eylem SARAÇ KAYA  
(Lokman Hekim Üniversitesi)

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

13 Haziran 2024

Prof. Dr. Müge YEMİŞÇİ ÖZKAN  
Enstitü Müdürü

## YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

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

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

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

o 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>

o Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. <sup>(3)</sup>

04 /06/2024

Selin SARIÇAMLIK

i

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

(1) Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.

(2) Madde 6. 2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internette paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.

(3) Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir \*. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokollü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.

Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir

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

## ETİK BEYAN

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

*Uzm. Ody. Selin SARIÇAMLIK*

## TEŞEKKÜR

Lisans ve yüksek lisans hayatım boyunca değerli rehberliği ve sevgisiyle yolumu aydınlatan; güler yüzü, sabrı ve desteğiyle beni cesaretlendiren ve öğrencisi olmaktan gurur duyduğum kıymetli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Öznur YİĞİT'e,

Tez çalışmam boyunca katkılarını ve güler yüzünü esirgemeyen bölüm başkanımız Sayın Prof. Dr. Gonca SENNAROĞLU'na,

Lisans dönemimden itibaren hayranlıkla takip ettiğim, rehberliği ve sevgisi için minnettar olduğum değerli hocam Doç. Dr. Merve BATUK'a,

Tez çalışmamın her aşamasında desteğini ve değerli zamanını esirgemeyen Arş. Gör. Dr. Nizamettin Burak AVCI'ya,

Lisans ve yüksek lisans eğitim hayatıma katkıda bulunan, başta güveni ve tüm desteği için Dr. Öğr. Üyesi Emre GÜRSES olmak üzere Hacettepe Üniversitesi Odyoloji Bölümü öğretim üyelerine,

Tez hazırlama sürecinde uyarıların hazırlanmasında emeği geçen sayın Dr. Öğr. Üyesi Nurhan ERBİL'e; Gürültü uyarısının tez çalışmamızda kullanılmak üzere gerekli izinler konusunda desteğini esirgemeyen Prof. Dr. Didem TÜRKYILMAZ'a

Bu süreçte geçirdiğim en zorlu dönemlerde yanımda olan, bana evlerinin ve gönüllerinin kapısını açan Nevin DİKMEN ve Göksu TABAK'a, Dilber ÖZTÜRK'e; pozitif enerjisi ve sabrı ile yol gösteren sayın hocam Dr. Öğr. Üyesi Deniz TUZ'a

Beraber ağlayıp beraber güldüğümüz, kilometrelerin ayıramadığı can dostum Eda HEMİŞ'e; her zaman yanımda olan "iyi ki"lerim İrem KARAKÜLÜK ve İrem IŞIK'a; yıllar sonra kavuştüğümüz Rabia DOKUZ'a ve bütün arkadaşlarıma,

Her zaman yanımda olan, güçlülere rağmen sevgileri ile ayakta durmayı öğrendiğim çok kıymetli anne ve babama, hayattaki en büyük güç kaynağım biricik kardeşime ve evrenin bana en güzel zamanda hediyesi yol arkadaşşıma,

Yüksek lisans eğitimim süresince 2210-A Genel Yurt İçi Yüksek Lisans Burs Programı kapsamında maddi destek aldığım TÜBİTAK'a,

sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

## ÖZET

**Sarıçamlık, S., Sağlıklı Bireylerde Kognitif Görev ile Birlikte Sunulan Farklı Akustik Uyarılarda Statik Denge Performansının İncelenmesi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji Programı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2024.** Bu çalışma bilişsel aktivite ile eş zamanlı sunulan akustik uyarıların dikkat ve görev performansı üzerindeki etkilerinin postüral salınım değişiklikleri yoluyla incelenmesini amaçlamaktadır. Bu kapsamda 19-24 yaş aralığında 54 katılımcı çalışmaya dahil edilmiştir. Katılımcılar sunulacak akustik uyarana göre sessiz (kontrol), gürültülü ve müzikli ortam olacak şekilde 3 gruba eşit katılımcı sayısında ayrılmıştır. Çalışmada katılımcılara bilişsel görev olarak *Stroop* renk-kelime testinin uyumsuz uyarıları sunulmuştur. Bilişsel görevin gerçekleştirilmesi sırasında bir gruba akustik uyarı sunulmazken, bir gruba Mozart'ın *Jupiter* bestesi, diğer gruba 7 dB sinyal gürültü oranında *multitalker babble* gürültü sunulmuştur. Akustik uyarılar kulaklık yoluyla sunulmuş, rahat dinleme seviyesini aşmamak için maksimum genlikte ses seviyesi 70 dB SPL olacak şekilde ayarlanmıştır. Postüral kontrol bilgisayarlı statik postürografi cihazında Dengenin Kliniğe Uyarlanmış Duyusal Etkileşim Testi'nin gözler açık sert zemin ve gözler açık sünger zemin koşullarında gerçekleştirilmiştir. Sessiz ortamda ikili görevin etkisi incelendiğinde, görevsiz duruma göre *Stroop* görevi hem sert zeminde ( $p<0.05$ ), hem sünger zeminde ( $p<0.05$ ) postüral salınım hızını anlamlı olarak artırmıştır. Bütün gruplarda sünger zemindeki salınım hızı sert zemine göre anlamlı derecede daha fazla elde edilmiştir ( $p<0.05$ ). Üç grup arasında yalnızca sert zeminde postüral salınım hızı farklılık göstermiş, bu farklılık ikili değerlendirmelerde yalnızca gürültü-kontrol grupları arasında bulunmuştur. Gürültülü ortamda bilişsel görev sırasında postüral salınım anlamlı derecede azalmıştır ( $p<0.05$ ). Müzik-gürültü, müzik-kontrol grupları arasında anlamlı farklılık gözlenmemiştir. Üç grupta da gruplar arasında ve grup içinde zemin koşulları arasında *Stroop* ortalama cevap süresi açısından anlamlı farklılık elde edilmemiştir ( $p>0.05$ ). Bu çalışma günlük hayatta gerçekleştirdiğimiz çok görevli durumlarda akustik uyarıların önemine dikkat çekmektedir. Daha sonra yapılacak çalışmalarla değişkenlerin çeşitlendirilmesi ve dinamik koşulların bulguların günlük hayata genellenebilmesine ve yeni rehabilitasyon yöntemlerinin gelişmesine katkı sağlayacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Stroop, müzik, statik denge, postürografi, postüral stabilite



## ABSTRACT

**Sarıçamlık, S., Investigation of Static Balance Performance in Different Acoustic Stimuli Presented with Cognitive Task in Healthy Individuals, Hacettepe University, Graduate School of Health Sciences Audiology Program, Master Thesis, Ankara, 2024.** This study uses postural sway alterations to evaluate the effect of concurrent auditory stimuli and cognitive activity on attention and task performance. The study included 54 individuals aged 19 to 24. Participants were divided into three groups based on whether they would be provided with acoustic stimuli in a silent (control), loud, or musical environment. As a cognitive task, participants were shown incongruent stimuli from the Stroop color-word test. One group took the cognitive test without any auditory stimuli, another group heard Mozart's Jupiter, and a third group heard multitalker babble noise with a signal-to-noise ratio of 7 dB. Acoustic stimuli were delivered using headphones, with the volume set to 70 dB SPL at maximum amplitude to prevent exceeding the acceptable hearing level. A computerized static posturography device was used to assess postural control for the eyes-open firm surface and eyes-open foam surface conditions of the Modified Clinical Test of Sensory Interaction in Balance. In silent, the Stroop task significantly increased postural sway velocity on firm and foam surfaces ( $p < 0.05$ ) compared to the no-task condition. All groups showed significantly higher sway velocity on foam surfaces compared to firm surfaces ( $p < 0.05$ ). Postural sway velocity differed between the three groups only on the firm surface, difference was found only between the noise-control groups. Postural sway was significantly decreased during the cognitive task in the noisy environment ( $p < 0.05$ ). No significant difference was observed between music-noise and music-control groups. There was no significant difference in Stroop mean response time between the three groups or between the group's surface circumstances ( $p > 0.05$ ). This study emphasizes the importance of audio inputs in multitasking scenarios that we encounter in everyday life. In future investigations, the diversification of factors and dynamic situations will help to generalize the findings to everyday life and develop novel rehabilitation approaches.

**Key Words:** Stroop, music, static balance, posturography, postural stability

## İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
ETİK BEYAN SAYFASI	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER ve KISALTMALAR	xi
ŞEKİLLER	xii
TABLolar	xiv
<b>1. GİRİŞ</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER</b>	<b>3</b>
2.1. Vestibüler Sistem	3
2.1.1. Denge Sistemi	4
2.1.2. Dengenin Biyomekanikleri	5
2.1.3. Dengenin Değerlendirilmesi	6
2.1.4. Dengenin Kliniğe Uyarlanmış Duyusal Etkileşim Testi (mCTSIB)	8
2.2. İşitme ve Vestibüler Duyular Arasındaki İlişki	8
2.2.1. Akustik Uyarıların Vestibüler Sistem Üzerindeki Etkisi	10
2.3. Dikkat	12
2.3.1. Dikkat İçeren Değerlendirmelerde Bilişsel Testler	14
2.3.2. Stroop Test	14
2.3.3. Akustik Uyarıların Dikkat Üzerindeki Etkileri	15
2.4. Bilişsel İşlevler ve Vestibüler Sistem	16
2.4.1. Vestibüler Sistem ve Dikkat	17
2.4.2. Vestibüler Sistem ve Dikkat İlişisini İncelemede Çoklu Görev Metodu	17
<b>3. BİREYLER VE YÖNTEM</b>	<b>20</b>
3.1. Bireyler	20
3.2. Araçlar ve Yöntem	21
3.2.1. Katılımcıların Dahil Edilme Süreci	21

3.3. Test Yöntemi ve Süreci	24
3.3.1. Test Ortamının Hazırlanması	25
3.3.2. Test Aşaması	27
3.4. İstatistiksel Analiz	28
<b>4. BULGULAR</b>	<b>30</b>
4.1. Katılımcıların Demografik Bilgileri	30
4.2. İkili Görevin Salınım Hızına Etkisi	30
4.3. Stroop Görevi ile Sunulan Farklı Akustik Uyarıların Postüral Salınım Hızına Etkisi	31
4.4. Akustik Uyarıların Stroop Ortalama Cevap Süresine Etkisi	32
<b>5. TARTIŞMA</b>	<b>34</b>
<b>6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER</b>	<b>40</b>
<b>7. KAYNAKLAR</b>	<b>42</b>
<b>8. EKLER</b>	<b>51</b>
EK 1: Etik Kurul Değerlendirme Raporu	
EK 2: Power Analiz Grafiği	
EK 3: Demografik Bilgi Formu	
EK 4: Baş Dönmesi Engellilik Envanteri (BEE)	
EK 5: Turnitin	
EK 6: Dijital Makbuz	
<b>9. ÖZGEÇMİŞ</b>	<b>58</b>

## SİMGELER VE KISALTMALAR

$\pm$	Artı/Eksi
$\circ$	Derece
%	Yüzde
<b>BEE:</b>	Baş Dönmesi Engellilik Envanteri
<b>dB</b>	Desibel
<b>dB(A):</b>	A Ağırlıklı Ses Seviyesi
<b>dBHL:</b>	Desibel Hearing Level
<b>dBSL:</b>	Desibel Sensation Level
<b>dB SPL:</b>	Desibel Sound Pressure Level
<b>DDİKT:</b>	Denge Duyusal İnteraksiyonu Klinik Testi
<b>Hz:</b>	Hertz
<b>mCTSIB:</b>	Dengenin Kliniğe Uyarlanmış Duyusal Etkileşim Testi
<b>Sn:</b>	Saniye
<b>SNR:</b>	Sinyal Gürültü Oranı

**ŞEKİLLER**

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
2.1. Normal ve Anormal mCTSIB 1. ve 3. Koşul Sonuçları	9
3.1. Natus Basic Balance Master Statik Postürografi Cihazı	22
3.2. <i>NeuroCom Balance Master</i> Versiyon 8.2.0	23
3.3. <i>NeuroCom Balance Master</i> Versiyon 8.2.0 Arayüz	23
3.4. Normal mCTSIB Test Sonuçları	24
3.5. Uyumsuz <i>Stroop</i> Uyaran Örneği	26
3.6. Test Ortamı	27
4.1. Sessiz Ortamda İkili Görevin Postüral Salınım Etkisi	31
4.2. <i>Stroop</i> Görevli Sert Zeminde Postüral Salınım Hızı Karşılaştırması	32

**TABLolar**

<b>Tablo</b>	<b>Sayfa</b>
2.1. mCTSIB Test Koşulları	8
4.1. Katılımcıların Demografik Bilgileri	30
4.2. Sessiz Ortamda İkili Görevin Postüral Salınım Etkisi	31
4.3. Sert Zemin ve Sünger Zemin Koşullarında Stroop Görevli Postüral Salınım Hızı	32
4.4. <i>Stroop</i> Ortalama Cevap Süresi	33

## 1. GİRİŞ

Bağımsız yaşam için oldukça önemli bir rolü olan denge, vestibülospinal refleksin spinal motor nöronlarla bağlantıları sayesinde gerçekleştirilmektedir. Vücudun basınç ve ağırlık merkezinin başlangıç pozisyonuna göre sürdürülebilmesi için denge sistemi, görsel, somatosensör ve vestibüler bilgileri kullanmaktadır (1). Ancak son zamanlarda yapılan çalışmalar işitsel ipuçlarının da postüral kontrol ve vestibüler-bilişsel bağlantılarda rol oynadığını göstermiştir (2). Denge bozuklukları çoğu zaman statik ve dinamik koşullar altında tek görev olarak değerlendirilmektedir. Ancak kalabalık ve gürültülü bir ortamda yürürken aynı anda bir sohbeti sürdürebilmek gibi günlük yaşam koşullarında bireyler çoklu görev koşulları altında dengelerini korumak ve sürdürmek zorunda kalmaktadır (3). Bu durum son zamanlarda ikili veya çoklu görevler ile birlikte yapılan denge değerlendirmeleri ve rehabilitasyon yöntemleri ile ilgili çalışmaların artmasını sağlamıştır. Motor ve bilişsel faaliyetin aynı anda gerçekleştirilmeye çalışılması sınırlı dikkat kapasitesi nedeniyle görev performansını etkilemektedir (4). Özellikle seçici dikkat becerilerinin denge üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalarda sıklıkla inhibitör kontrol mekanizmalarını değerlendiren *Stroop* test tercih edilmektedir. Bilişsel görevlerin motor çıktılarının incelenmesinde ise postüral salınımın değerlendirilmesi tercih edilen yöntemlerden biridir (5).

Günlük hayatta sıklıkla maruz kaldığımız müzik ve gürültü gibi akustik uyarılar hem postüral salınımı hem de dikkat mekanizmalarını dolayısıyla bilişsel görev performansını etkilemektedir. Mozart'ın *Jupiter* bestesi gibi sakin, dinleyicide olumlu duygular uyandıran ve dinamik olarak değişen müzikal özelliklere sahip uyarıların statik dengenin sürdürülmesinde görsel bilgilerin kullanımını azaltıp vestibüler ve somatosensoryel girdilerin kullanımında artışa sebep olarak postüral stabiliteyi iyileştirdiği görülmüştür (6-8). Öte yandan çeşitli dikkat becerilerinin kullanılarak görevin takip edilmesi gerektiği durumlarda özellikle konuşma uyarısı içeren gürültü varlığı postüral stabiliteyi olumsuz yönde etkilemektedir (9). Müzik ve gürültü karşılaştırmaları bilişsel beceriler için de gerçekleştirilmiştir. Literatürde "Mozart Etkisi" olarak bilinen ve bilişsel becerilerin Mozart müziği dinlenmesi esnasında geçici olarak iyileştiğini ifade eden fenomen tartışmalıdır (10). Ancak

gürültü ile ilgili çalışmalar özellikle çevre gürültüsünün bilişsel beceriler üzerindeki olumsuz etkilerini göstermişlerdir (11, 12). Bununla birlikte literatürde müzik ve gürültü gibi denge ve bilişsel sistem üzerinde farklı etkileri olan akustik uyarıların çoklu görev performansına etkilerinin bir arada incelendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmada sağlıklı bireylerde *Stroop* görevi sırasında farklı akustik uyarıların statik denge performansına etkilerinin incelenmesi ve bu etkilerin müzik-gürültü kapsamında karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu çalışma ile akustik uyarıların bilişsel görev esnasında dikkat becerilerine etkisinin postüral salınımına yansımalarının incelenmesi, bulguların literatüre kazandırılması ve çoklu görev rehabilitasyon çalışmalarına katkı sunulması beklenmektedir. Çalışmanın hipotezleri aşağıda belirtildiği gibidir:

Hipotez 1;

H0: Akustik uyarı yokluğunda bilişsel görevin dengeye etkisi yoktur.

H1: Akustik uyarı yokluğunda bilişsel görevin dengeye etkisi vardır.

Hipotez 2;

H0: Bilişsel görev sırasında müzik uyarısının statik denge performansına etkisi yoktur.

H1: Bilişsel görev sırasında müzik uyarısının statik denge performansına etkisi vardır.

Hipotez 3;

H0: Bilişsel görev sırasında gürültü uyarısının statik denge performansına etkisi yoktur.

H1: Bilişsel görev sırasında gürültü uyarısının statik denge performansına etkisi vardır.

Hipotez 4;

H0: Bilişsel görev sırasında farklı akustik uyarıların statik denge performansına etkileri arasında farklılık yoktur.

H1: Bilişsel görev sırasında farklı akustik uyarıların statik denge performansına etkileri arasında farklılık vardır.



## 2. GENEL BİLGİLER

İç kulağın tıpkı bir labirent gibi sahip olduğu yolları ve kanalları sebebiyle iç kulak yapıları Labirent (*Labyrinthus*) olarak adlandırılmaktadır. Labirentin kemik yapıdan oluşan dış katmanı kemik labirent olarak adlandırılmakta ve içerisinde membranöz labirenti bulundurmaktadır. Vestibüler sistem ve işitme sistemi birbirini takip eden kemik ve membranöz yapıdan oluşmaktadır. *Canales semisirculares ossei*, vestibül ve koklea kemik labirenti; semisirküler kanalların içerisindeki *ductus semicircularis*, vestibulumda bulunan utrikul ve sakkul, koklea içerisindeki *ductus cochlearis* ve bu yapıları birbirine bağlayan kanallar ise membranöz labirenti oluşturmaktadır. Membranöz labirent içerisinde endolenf adı verilen potasyum iyonundan zengin bir sıvı bulundurmaktadır. Membranöz labirent ve kemik labirent arasında kalan bölgede ise sodyum iyonundan zengin perilenf sıvısı bulunmaktadır. Bu iki sıvı sistemi birbiri ile karışmaz. Vestibüler sistem ve işitme sisteminin birbirini takip eden kemik ve membranöz yapıları dolayısıyla sıvı sistemleri de birbiri ile bağlantılıdır (1). İki sistemin kanlanması da labirentin arterin dalları ile sağlanmaktadır. İç kulak yolundan sonra labirentin arterin koklear dalı *modiolosa* ulaşır ve koklea içerisinde dallanır. Vestibüler dalları utrikul, sakkul ve semisirküler kanallara dağılır. Aynı zamanda koklea ve vestibüler sistemin inervasyonu da ortaktır. *N.cochlearis* lifleri ile kokleanın, n. Utrikularis, n.saccularis ve semisirküler kanallara dağılan *n. Ampullaris* ile vestibüler end organların inervasyonu sağlanmaktadır. Hem işitme sisteminin hem de vestibüler end organların inervasyonunu yapan lifler 8. Kraniyal sinir olan *n. Vestibulocochlearisi* oluşturmaktadır (1, 13). Dolayısıyla hem anatomik hem fizyolojik ortaklıkları bu iki sistemin ayrılmaz bir bütün olmasını sağlamaktadır.

### 2.1. Vestibüler Sistem

Vestibüler sistem periferde 3 semisirküler kanal ve 2 otolit organ olmak üzere 5 duyuşal end organdan oluşmaktadır. Semisirküler kanallar posterior, anterior ve horizontal semisirküler kanal olmak üzere her iki kulakta 3'er adet bulunan yarım daire şeklindeki kanallardır. Semisirküler kanallar buldukları düzleme göre isimlendirilir ve başlıca o düzlemde meydana gelen açısal hareketlere karşı duyarlıdır. Bütün semisirküler kanalların bir uçları utrikula açılır. Diğer uçları ise üzeri *kupula* adı

verilen jelatinöz madde ile örtülü yaklaşık 7000 tüy hücresinden oluşan *crista ampullaris* bulunmaktadır (14).

Kafa hareketleri ile semisirküler kemik kanalların içerisinde bulunan zar labirentteki endolenf sıvısı hareketlenir. Endolenf sıvısının hareketi tüy hücrelerinin hareketine yol açarak tüy hücreleri ile bağlantılı vestibüler sinire (*n. vestibulares*) impulslar iletilir. Benzer fizyoloji dikey ve yatay ivmelenme hareketlerinde otolit organlarda görülmektedir. Dikey ivmelenme hareketlerine duyarlı sakkül ve yatay ivmelenme hareketlerine duyarlı utrikül, otolit organlar olarak adlandırılır (14, 15). Vestibüler end organlardaki tüy hücrelerinin oluşturduğu elektriksel potansiyel vestibüler sinir boyunca taşınarak ponda bulunan vestibüler çekirdek kompleksine ulaşır. Burada gelen sinyal işlenir ve çeşitli motor nükleuslara iletilerek üç temel refleksi oluşturacak motor çıktılara dönüştürülür. Refleksler bağlantılı oldukları motor sistemlere göre vestibülooküler, vestibülospinal ve vestibülokolik refleks olarak adlandırılmaktadır. Vestibülooküler refleks kafa hareketine göre göz hareketlerini düzenleyerek kafa hareketi esnasında görme alanını sabitlemeye yardımcı olmaktadır. Vestibülospinal refleks, spinal motor nöronlarla bağlantıları sayesinde dengenin sağlanmasında ve yer çekimine karşı postürün korunmasında rol oynamaktadır. Vestibülokolik refleks ise boyun kaslarının kasılma ve gevşemesini uyararak başı sabitlemede rol oynamaktadır. Bu refleks sistemler girdilerini vestibüler sistemin yanı sıra somatosensör ve görsel sistemlerden de toplamaktadırlar. Vestibüler sistem ile bağlantılı bu refleksler sayesinde bakış stabilizasyonu ve dengenin korunumu sağlanmaktadır. Vestibüler sistemin adaptif işlemcisi ise serebellumdur. Serebellum vestibüler reflekslerin oluşmasında rol almamakla birlikte vestibüler refleksleri kontrol ederek bir çeşit kalibrasyon gerçekleştirmektedir (14-16).

### **2.1.1. Denge Sistemi**

Temel amacı dik duruş sırasında veya hareket halinde postüral stabilizasyonu sağlamak ve sürdürmek olan denge sistemi görsel, somatosensör ve vestibüler sistemlerden gelen geri bildirimleri kullanarak işlevini gerçekleştirmektedir. Bu sistemlerden gelen bilgiler stabilizasyonun artırılmasına yönelik, ayak hareketleri ve ayakların konumlandırması ile basınç merkezini değiştirme veya kolları vücuttan

uzaklaştırma ve vücuda yaklaştırma ile ağırlık merkezini değiştirme stratejilerinde kullanılmaktadır (1, 17).

Dik duruş pozisyonu vücudun referans değeridir ve ağırlık merkezi tork görevi görmektedir. Herhangi bir nedenden dolayı vücut kendi referans değerinden saptığında dengenin tekrar sağlanması sürecinde serebellar sistemin efferent müdahalesi ile refleksif ve otomatik düzeltici kas ve eklem hareketleri gerçekleştirilmektedir (17). Vestibüler, somatosensör ve görsel geri bildirimlerin kullanıldığı bu mekanizma “Geribildirim Kontrol Mekanizması” olarak adlandırılmaktadır (18). Postüral kontrolün sağlanması için ağırlık ve basınç merkezinin dengelenmesine yönelik ortaya çıkan bu hareketler bireylerde çeşitli yönlerde vücut salınımlarına neden olmaktadır. İnsanlar tamamen sabit dengede duramamalarına rağmen en kararlı duruşun sağlanabilmesi için orantılı vücut salınımları ile dengeye ulaşmaya çalışmaktadır (17, 19). Uzun hareketleri hakkında oluşturulan somatosensöriyel geri bildirimler vücut salınımlarını minimum düzeyde tutmaktadır (19). Dengenin korunması ve tekrar sağlanması çoklu duyuşsal, motor ve biyomekanik etkileşimi gerektirmektedir. Dik pozisyonda dönme eksenini ayak bileği olacak şekilde ters sarkaç gibi hareket ederek postüral kontrol sağlanmaktadır (20).

### 2.1.2. Dengenin Biyomekanikleri

İnsanlarda postüral kontrol ile denge korunumu için gerekli biyomekanikler aşağıda açıklanmıştır (21).

*Ağırlık Merkezi Salınımı:* Ağırlık merkezinin başlangıç pozisyonunun çevresinde yaptığı açısal dikey yönelimlerdir.

*Destek Tabanı:* Ayaklar rahat bir şekilde yerleştirilen dik duruş sırasında her iki ayağı da kapsayan kareye benzer bir alanı ifade eder. Düz ve sağlam zemin üzerinde dengenin korunmasına yönelik ayak tabanından en efektif duyuşsal bilgilerin toplanmasını sağlamaktadır.

*Stabilite Sınırları:* Anterior-posterior ve medial-lateral yönlerde mümkün olan maksimum ağırlık merkezi yer değiştirme sınırlarını ifade eder ki insanda bu açılar en arkadan en öne  $12.5^{\circ}$ , en sağdan en sola  $16^{\circ}$  ‘lik bir sınırı kapsayan bir elipse benzetilmektedir. Bu sınırlar ayakların yerleşimi, destek tabanı ile ilgili problemlerden

kaynaklı veya stabil olmayan destek tabanında ve ağırlık merkezi salınım frekansına bağlı değişmektedir.

*Salınım Sınırları:* Stabilite sınırları içerisinde iki boyutlu olarak gerçekleşen ön-arka veya yanlara doğru yapılan maksimum ağırlık merkezi salınım açısıdır.

*Ağırlık Merkezi Hizalama:* Sabit dik duruş sırasında bireyin ağırlık merkezi, destek tabanı merkezinin tam üst hizasına denk gelmektedir. Dengenin korunumunun devam edebilmesi için ağırlık merkezi hizalaması, stabilite sınırları dahilinde ve salınım sınırları içerisinde gerçekleştirilen salınımlar ile sağlanmaktadır.

*Denge:* Ağırlık merkezinin destek tabanı merkezinde bulunması durumunda dengede bulunma hali gerçekleşmektedir.

### **2.1.3. Dengenin Değerlendirilmesi**

Postüral kontrol hem sabit duruşlarda hem dinamik hareket sırasında vücut dengesinin sağlanması ve sürdürülmesini ifade etmektedir (22). İnsanlarda ayakta dik duruş sırasında dengenin değerlendirilmesine yönelik yapılan ilk bilimsel çalışmanın Romberg (23) tarafından 1853 yılında gerçekleştirildiği düşünülmektedir. Çeşitli santral vakalar ile çalışan Romberg hastalarının gözleri kapalı şekilde dik duruş sırasında postüral salınımlarında artış olduğunu gözlemlemiştir. İlk zamanlar sabit ayakta duruş ile dengenin incelenmesine dayanan bu metot zaman içerisinde geliştirilmiş ve çeşitlendirilmiştir. Postüral salınımın bir gözlemci tarafından incelenmesi ile başlayan bu süreçte tek ayak üzerinde duruş veya farklı bir zemin üzerinde duruş gibi çeşitli statik veya yürüme, ağırlık aktarma gibi dinamik durumların değerlendirildiği metotlar geliştirilmiştir (24, 25). Denge değerlendirmelerine yönelik teknolojik araçların gelişmesi ile gözlemsel değerlendirme yöntemleri sayısal sonuçlar elde edilebilen laboratuvar testleri ile desteklenmiştir.

Birden fazla duyuşal sistemin dahil olduğu denge mekanizması vücut salınımları ve hareket kabiliyeti gibi daha çeşitli ve karmaşık durumları içeren yöntemler ile değerlendirilmektedir. Statik ve dinamik koşullarda dengenin değerlendirilmesine yönelik çok sayıda subjektif ve objektif ölçüm metotları geliştirilmiştir. Sert ve sünger zemin üzerinde dik duruşun değerlendirildiği *Romberg* testi, yürüyüşün gözlemsel değerlendirmeleri gibi yatakbaşı yöntemler ve hastalığın

yaşam kalitesi üzerindeki etkilerini veya bireylerin engel algısı/rahatsızlık düzeyi gibi durumları değerlendiren çeşitli anket/ölçekler subjektif değerlendirme yöntemlerini oluştururken vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller, *video head impulse* test, bilgisayarlı statik/dinamik postürografi gibi cihazlar ile ölçüm yapılan testler objektif değerlendirme yöntemlerini oluşturmaktadır (26). Objektif ölçüm yöntemlerinden biri olan bilgisayarlı postürografi, statik veya dinamik platformlar ile uygulanan, yazılımı içerisinde birçok test barındıran, güvenilir, postüral dengenin sağlanması için gerekli duyuşal ve motor koordinasyonun değerlendirilmesinde altın standart olarak kabul edilmektedir (27). Günümüzde bilgisayarlı statik postürografi cihazı ve yazılımının içerdiği testler statik denge değerlendirmelerinde sıklıkla tercih edilmektedir (25).

Bilgisayarlı statik postürografi temelde görsel, vestibüler, somatosensör sistemlerden oluşan duyuşal sistemi, duyuşal bilgileri birleştirerek motor çıktıların oluşması için iletmekle görevli santral sinir sistemini ve kas-eklem hareketlerini değerlendiren çeşitli testlerden oluşmaktadır. Cihaz, temel olarak düz ve sert bir zeminde yer alan en az 3 tane güç ölçümü yapan cihazın oluşturduğu güç platformundan oluşmaktadır. Birey güç platformu üzerinde yer alan, belirli sınırlar dahilinde ayaklarını yerleştirmektedir. Platform üzerinde dikey ve yatay kuvvet hareketi ölçülerek ilgili yazılımda çeşitli denge parametrelerine ve puanlarına dönüştürülmektedir (21). Bilgisayarlı statik postürografi yazılımının içerisinde yalnızca statik durumlar değil dinamik durumları da içeren testler yer almaktadır. Yazılımda yer alan testler aşağıda listelenmiştir (28):

- Stabilité Sınırları Testi (*Limits of Stability-LOS*)
- Dengenin Kliniğe Uyarlanmış Duyuşal Etkileşim Testi (*modified Clinical Test of Sensory Interaction Balance- mCTSIB*)
- Ritmik Ağırlık Aktarma Testi (*Rhythmic Weight Shift-RWS*)
- Çömelerek Ağırlık Taşıma Testi (*Weight Bearing Squat-WBS*)
- Tek Ayak Üzerinde Duruş Testi (*Unilateral Stance-US*)
- Otur-Kalk Testi (*Sit-To-Stand-STS*)
- Düz Yürüme Testi (*Walk Across-WA*)
- Tandem Yürüme Testi (*Tandem Walk-TW*)
- Adım/Hızlı Dönme Testi (*Step/Quick Turn-SQT*)
- Adım Yukarı/Aşağı Testi (*Step Up/Over-SUO*)

- Öne Hamle Testi (*Forward Lunge-FL*)

#### 2.1.4. Dengenin Kliniğe Uyarlanmış Duyusal Etkileşim Testi (mCTSIB)

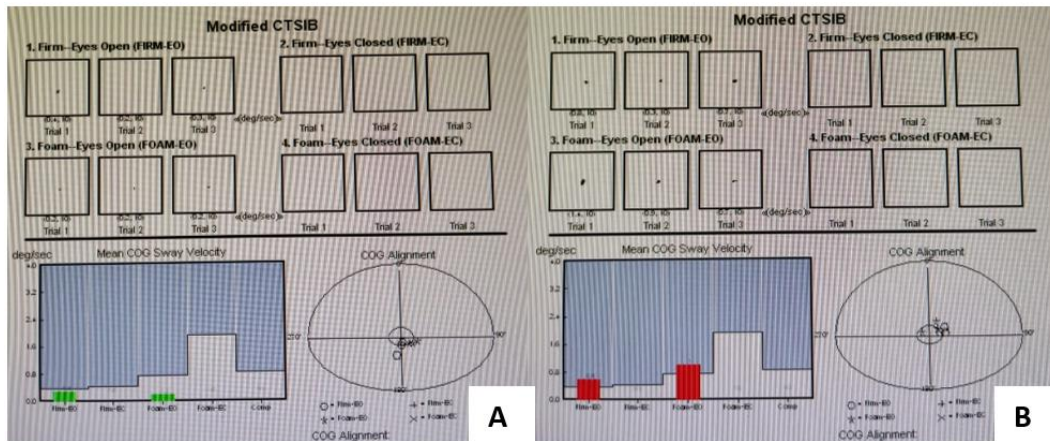
Postüral stabilite ve duyusal entegrasyonun farklı popülasyonlar üzerinde etkili bir ölçümünü sağlayan (29-31) mCTSIB aynı zamanda vestibüler rehabilitasyon aracı olarak da kullanılmaktadır (32, 33). Test ilk olarak Denge Duyusal İnteraksiyonu Klinik Testi (DDİKT) adı altında, gözler açık, kapalı, baş ‘vizüel dome’ içinde olmak üzere sırasıyla sert ve köpük zeminde, toplam 6 koşulda postüral stabilitenin değerlendirilmesi amacı ile geliştirilmiştir. Ancak vizüel *dome* ve gözler kapalı koşullar arasında bir fark bulunmaması sonucunda vizüel *dome* koşulu kaldırılarak gözler açık ve kapalı, sert ve yumuşak zeminlerde gerçekleştirilen 4 koşulluk versiyonuna modifiye edilmiştir (Tablo 2.1.). Modifiye versiyonunda postüral salınım hızının ve fonksiyonel denge değerlendirmesinin bilgisayarlı sayısal analizleri de bulunmaktadır (34). Çeşitli popülasyonlarda denge ve duyusal entegrasyonu değerlendirmek için mCTSIB testi kullanılmaktadır. Analizler, yaş, cinsiyet, boy, ayak yerleşimi gibi parametrelere göre ve her koşul için sağlıklı bireylerle yapılan normalizasyon çalışmaları dikkate alınarak oluşturulan yazılımda yer alan normal değerler ile yapılmaktadır (35, 36). Her koşulda alınan 3 kaydın ortalaması ile elde edilen test sonucu, salınım hızını ve ağırlık merkezi hizalama sırasında ağırlık merkezinin dik izdüşümünün dairesel düzlem üzerinde açısal grafiğini göstermektedir (Şekil 2.1.).

#### 2.2. İşitme ve Vestibüler Duyular Arasındaki İlişki

İşitme sistemi ve vestibüler sistem arasındaki ilişkinin incelenmesine yönelik çalışmalar 1900’lü yıllara dayanmaktadır. Tullio (37) tarafından 1920’lerde hayvanlarda çeşitli labirent hasarlarında ses uyarana cevaben göz, baş ve postüral cevaplar incelenmiştir. Günümüzde sese karşı oluşan vestibüler semptomlar “*Tullio Fenomeni*” olarak adlandırılmaktadır. Bekesy (38) tarafından 1935 yılında yüksek seste baş hareketleri raporlanmış daha sonra yapılan çalışmalarda yüksek sesle birlikte oksipital kemik üzerinden EMG kayıtları karşılaştırılmıştır. Hayvanlar ile ve daha sonra insanlar ile yapılan benzer çalışmalarda yüksek sese karşı miyojenik bir tepki olduğu gözlemlenmiştir.

**Tablo 2.1.** mCTSIB Test Koşulları

	Durum	Dengeye Etki Eden Sistemler
1. Koşul	Gözler Açık	Somatosensör
	Sert Zemin	Görsel Vestibüler
2. Koşul	Gözler Kapalı	Somatosensör
	Sert Zemin	Vestibüler
3. Koşul	Gözler Açık	Görsel
	Sünger Zemin	Vestibüler
4. Koşul	Gözler Kapalı	Vestibüler
	Sünger Zemin	



**Şekil 2.1.** A; Normal mCTSIB 1. ve 3. Koşul Sonuçları, B; Anormal mCTSIB 1. ve 3. Koşul Sonuçları.

Bickford ve ark. (39), Townsend ve Cody (40), Colebatch ve ark. (41) yüksek sesli kısa süreli akustik uyarının işitme kaybı varlığında bile *strenokleidomastoid* kasından ölçülebilen miyojenik aktiviteye neden olduğunu göstermişlerdir. Alt ekstremite ile yapılan çalışmalarda kısa akustik uyarıların *soleus* ve *tibial* kaslarda kasılmaya neden olduğu gösterilmiştir (42, 43). Yapılan bu çalışmalarda akustik uyarının vestibüler etkilerinin kokleaya yakın yerleşiminden dolayı sakkül tarafından sağlandığı düşünülmüştür (40). Bu etkiye membranöz labirent içerisindeki endolenf sıvısının yer değişimi sonucu

vestibülooküler, vestibülospinal ve vestibülokolik reflekslerin uyarımına neden olabileceği görüşü ortaya atılmıştır (44).

Denge sistemi temel olarak vestibüler, görsel ve somatosensör sistemlerden gelen bilgileri kullanmaktadır. Ancak işitme ipuçlarının da dengeye katkı sağladığı düşünülmektedir (13). Kanegaonkar ve ark. (2012) normal işiten bireylerle yaptıkları çalışmada statik postür kontrolünde işitsel ipuçlarının da kullanıldığını göstermişlerdir (45). Literatürde Kanegaonkar ve ark. çalışmalarından elde ettikleri bulgularını destekleyen, yeterli işitsel ipucunun bireyin uzamsal konumu hakkında ipucu sağlayarak postüral salınımı azalttığını ve dengeyi iyileştirdiğini savunan çalışmalar göze çarpmaktadır (46-49). Akustik uyarımın hareket ile ilişkilendirilmesi çok daha karmaşık bir süreci içermektedir. İşitme ve hareket arasındaki ilişkinin özellikle ritmik özellikleri serebellumda işlenmektedir (50). Yapılan çalışmalarda dorsal koklear çekirdek, parietal korteksin arka kısmı ve prefrontal korteksin işitme ve hareket ilişkisinde önemli role sahip oldukları gösterilmiştir (51-54).

### **2.2.1. Akustik Uyarıların Vestibüler Sistem Üzerindeki Etkisi**

#### ***Müzik ve Hareket***

Müzik algısı, saniyeler ve hatta milisaniyeler içerisinde dinamik olarak değişen, uzamsal keskinlik ve temporal çözümleme becerisi gerektiren geniş spektrumlu serebral cevapları içermektedir. Müziğin ritminin algılanmasının müzik algısının ilk aşaması olduğu düşünülmektedir (55, 56). Herhangi bir zamanda müzik dinlerken istemsiz olarak başımızı sallamamız veya parmaklarımızla ritim tutmamız aslında müziğin ritminin algılanması ile tetiklenen bir sürecin sonucudur. Bu durum araştırmacılar tarafından müziğin motor sistem ile bağlantı kurduğu hipotezlerle açıklanmıştır (57). Trevarthen (58) aynı ritmin neden olduğu serebral aktivite sonucu, farklı kişilerde aynı ritmik hareketleri ortaya çıkaran içgüdüsel olarak hareket etme meyilinden (*intrinsic motive pulse*) bahsetmiştir. Todd (59) tarafından özellikle dans müzikleri gibi değişken ve çok çeşitli akustik uyarılarda vestibüler ve sensörimotor sistemlerin etkileşimi sonucu istemsiz hareketlerin ortaya çıktığı öne sürülmüştür. Janata ve ark. (60) bu durumu müzikolojide zaman içerisindeki ritmik özelliklerin kişide oluşturduğu ve ritmik eylemler ortaya çıkartan his veya duygu için kullanılan “groove” terimi ile adlandırdıkları fenomen ile açıklamışlardır. Yüksek düzeyde



*groove* içeren akustik uyaranda eller ve parmakların dışında vücudun diğer kısımlarında da *spontan* hareketler ortaya çıkmaktadır (61, 62). Ancak Mozart'ın *Jupiter* bestesi gibi daha sakin, dinamik, karmaşık ve belirsiz “*groove*” yapısına sahip müzikler postüral salınımı azaltarak postüral stabilitenin iyileştirilmesine yardımcı olmaktadır (7, 8). Müziğin ritmi ile hareket etme ilişkisi farklı müzik türlerinde değişkenlik gösterse de hareketi tetikleyen sensörimotor süreç benzerdir (61).

Sensörimotor süreç temel olarak “ileri besleme kontrolü” (*feedforward control*) ve “geri besleme kontrolü” (*feedback control*) aşamalarından oluşmaktadır. İleri besleme aşaması ileri işleme için gereken bilgilerin duyuşal sinyaller olarak toplanmasını ifade etmektedir. Beynin arka parietal korteksi, premotor korteks ve serebellumda akustik uyarının zamansal ve ritim, tını, perde, armonik ve metronom özellikleri değerlendirilir. Bu aşamada dikkat ve talamus gibi yapıların da katkılarıyla müziğe verilecek duygusal ve ritmik tepkiler belirlenmiş olur. Tepkiler çeşitli motor nöronların uyarılması ile birlikte dış kaynakla senkronize vücut hareketi olarak üretilmiş olur. Devam eden dış akustik uyarının senkronizasyonun denetlenerek senkronize hareketin sürdürülmesi ise geri besleme kontrolü aşamasını oluşturmaktadır (51). Vestibüler sistem motor hareketlerin oluşumunda multisensör etkileşiminin sağlanması ve işitsel ritmin algılanması açısından önemlidir. Müziğin işitilmesi ve algılanması baş hareketine ve vestibüler uyarılmaya neden olur. Aynı zamanda başın ritmik hareketi ile oluşan vestibüler uyarım da müziğin ritim algısına katkı sağlar (63). Yani vestibüler uyarım ve sensörimotor süreç birbirlerine çift yönlü etki göstermektedir.

### ***Gürültü ve Hareket***

En geniş tanımıyla istenmeyen ses olarak tanımlanan gürültü, tahmin edilemeyen ve yalnızca istatistiksel olarak ifade edilebilen rastgele bir sinyal türüdür. Termal gürültü, *Gaussian* gürültü, band sınırlı gürültü, *generating* gürültü, eşit genlikli *random* faz gürültü, beyaz gürültü, pembe gürültü, konuşma gürültüsü gibi çok çeşitli türlere ve farklı kullanım alanlarına sahiptir (64).

Evrimsel süreçte gürültü, hayatta kalma mücadelesinde vücutta “kaç ya da savaş”a yönelik tepkilere neden olan biyolojik bir stres etkenidir. Yüksek şiddette gürültüye karşı 3 akut tepki gelişmektedir: Yönlendirme tepkisi, irkilme refleksi,

savunma/kaçma reaksiyonu (65). Akut gürültünün kısa süreli etkileri orbicularis oculi kasının kasılması, kardiyak hızlanma ve elektroensefalografik potansiyellerdeki değişiklikler ile ortaya çıkmaktadır (66). Ancak kronik gürültü varlığında otonom sinir sisteminin etkilenimine bağlı olarak nörodejeneratif hastalıklar, nörogelişimsel bozukluklar, otoimmün ve iskemik hastalıklar gibi çeşitli patolojiler gelişmektedir (65). Gürültünün olumsuz etkilerine rağmen belirli gürültü seviyelerinde “stokastik rezonans” yoluyla denge üzerinde olumlu etki gösterebileceği kanıtlanmıştır (67, 68). Stokastik rezonans gürültü sunumu ile birlikte çıkış sinyalinin kalitesinde gözlenen iyileşmeleri ifade etmektedir (67). Literatürde beyaz gürültü ile yapılan çalışmalar işitsel veya somatosensör olarak sunulan beyaz gürültünün postüral salınımı azalttığı yönünde bulgular sunmuştur (67-70). Beyaz gürültü dışında Park ve ark. 2011 yılında sağlıklı genç yetişkinler ile yüksek şiddette (120 dB) ve yüksek frekanslı (3000 ve 4000 Hz) gürültüde salınımın maksimum etkilendiği gözlenmiştir (2). Sonuçlar belirli frekanslarda yüksek şiddette akustik gürültünün dengeyi değiştirebileceğini göstermektedir. Sunulan gürültünün, spontan periferik ve santral vestibüler işleme gürültüsü ile stokastik rezonans yoluyla postüral kontrole etki ettiği düşünülmektedir (67, 68, 71). Ancak çok konuşmacılı gürültü tipi veya “kokteyl partisi” olarak adlandırılan çevre ve konuşma gürültüsünün birleştiği çeşitli dikkat becerilerinin kullanılarak konuşmanın veya görevin takip edilmesi gerektiği durumlarda gürültü varlığı postüral stabiliteyi olumsuz yönde etkilemektedir (9).

### 2.3. Dikkat

Yürütücü işlevler bir plana/amaca ulaşmaya yönelik planlama ve organize etme, davranışların başlatılması, sürdürülmesi ve sonlandırılması için gerekli olan bilişsel becerileri kapsayan bir şemsiye terimdir (72). Dikkat, yürütücü işlevler içerisinde algı, hafıza ve üst işlemler arasında aşağıdan yukarı veya yukardan aşağı stratejiler yoluyla ilişki kurmaktadır (73). James (74) 1980 yılında dikkat ve odaklanmanın farklı çevresel etmenlerle etkili bir şekilde mücadele edebilmek için bazılarını görmezden gelebilme becerisi olduğunu öne sürmüştür. Parasuraman (75) ise dikkat için algısal, bilişsel ve motor becerilerin birbiri ile ve diğer bilişsel süreçler ile etkileşim içerisinde olduğu karmaşık bir süreçten bahsetmiştir. Bu süreçler kortikal ve subkortikal bölgeleri içeren “dikkat ağları” ile açıklanmaktadır (76). Dikkat ağları modelinde dikkat 3 temel ağ sisteminden oluşmaktadır: uyarılma (*alerting*),

yönlendirme (*orienting*), yürütücü dikkat (*executive attention*) (77). Uyarılma, sağ frontal lob, sağ parietal lob ve locus coeruleus tarafından yönetilen ve tetikte olarak her an tepki verebilmeye yönelik sürdürülen dikkati temsil etmektedir. Yönlendirme, superior ve inferior parietal lob, frontal göz alanları, orta beynin superior kollikulusu ve talamusun pulvinar adı verilen bölgesi ve retiküler çekirdekleri içeren bir ağ sistemi olup çeşitli duyuşal girdiler arasından seçim yapabilme becerisini gerçekleştirmektedir. Yürütücü dikkat ise anterior singulat korteks ve dorsolateral prefrontal korteksin katkılarıyla tepki alternatifleri arasındaki çatışmaların çözümlenmesinde ve dikkatin kontrol edilmesinde önemli bir rol oynamaktadır (78-80).

Hiyerarşik modelde dikkat; odaklanmış dikkat, sürdürülen dikkat, seçici dikkat, değişen dikkat ve bölünmüş dikkat olmak üzere 5 düzeyde tanımlanmaktadır (81).

*Odaklanmış dikkat:* İlgisiz uyarıyı göz ardı ederek belirli bir uyarıcıya/göreve odaklanma becerisini,

*Sürdürülen dikkat:* Belirli bir görev üzerinde uzun bir süre boyunca dikkatin sürdürülmesini,

*Seçici dikkat:* Birden çok uyarıcı arasından ilgili uyarıcının seçilerek dikkatin belirli bir uyarıcıya/göreve yönlendirilmesini,

*Değişen dikkat:* Dikkatin farklı uyarıcılar/görevler arasında kaydırılması, farklı uyarıcılar arasında geçiş yapabilme becerisini,

*Bölünmüş dikkat:* dikkatin aynı anda devam eden iki veya daha fazla süreçte tutulmasını ifade etmektedir (82).

Dikkat istemli veya istem dışı/istemsiz bir şekilde oluşabilmektedir. Başka bir deyişle aktif veya pasif dikkat uyarının dış kaynaklı olması veya içsel motivasyon ile sağlanması yönünden birbirinden ayrılmaktadır (83). İstemli dikkat bireylerin ilgili niyetlerine yönelik gerçekleştirilen amaçlı ve hedefe yönelik dikkat sürecidir. Belirli görevlere odaklanmayı sağlayarak algısal temsili geliştirmekte ve bilişsel performansı arttırmaktadır (83). İstemsiz dikkat ise uyarana karşı otomatik ve görevle ilgisiz uyarıların neden olduğu pasif dikkati ifade etmektedir (83, 84). İstemsiz dikkatin

algısal süreçlere olumlu etkisi bazı araştırmacılar tarafından kabul edilirken (85-88) bazıları bu etkinin algısal olmayan süreçlerin modülasyonu ile ortaya çıktığını savunmaktadır (89, 90).

### 2.3.1. Dikkat İçeren Değerlendirmelerde Bilişsel Testler

Dikkat ağları modelinde belirtilen uyarılma, yönlendirme ve yürütücü dikkat fonksiyonları “Dikkat Ağı Testi” ile değerlendirilmektedir. Hiyerarşik modelde yer alan dikkat türleri ise değerlendirilmek istenen dikkat türüne uygun geliştirilmiş testler ile değerlendirilmektedir. Örneğin odaklanmış dikkat için dijit sembol, sürdürülen dikkat için sürekli performans testi, seçici dikkat için *Stroop* testi, değişen dikkat için *Wisconsin* kart eşleme testi, bölünmüş dikkat için ise *oddball* paradigması ile oluşturulmuş testler tercih edilmektedir (82).

### 2.3.2. *Stroop* Test

*Stroop*’un kökeni 1886 yılında James McKeen Cattell’in öğrencisinin doktora çalışması sırasında fark ettikleri otomatik ve istemli cevaplama ayırımına dayanmaktadır. Cattell (91) sözcükler ve harflerin sözel ifadesi için gerçekleşen sürecin otomatik olduğunu ancak renkler ve resimlerin istemli ve efor harcayarak gerçekleştiğini ifade etmiştir. *Stroop* renk-kelime testinin geliştirilmesi ise 1935 yılında *Stroop* tarafından renk-kelime bozucu etkisinin tanımlanması ile gerçekleşmiştir (92). *Stroop* renk-kelime testinde farklı mürekkeplerde basılmış renk adları yazılan kartlar bulunmaktadır. Yazılan renk adı boyandığı mürekkep ile aynı veya farklı olabilmektedir. Testin uygulanması sırasında kişiden gördüğü kelimenin boyandığı rengi söylemesi istenmektedir. Örneğin mavi renk ile boyanmış “yeşil” kelimesi gibi uyumsuz renkte basılan mürekkebin rengini bildirmek yanıt seçiminde rekabet yaratarak uyumlu basılan mürekkebin rengini bildirmekten daha yavaş gerçekleşmektedir. Rekabetçi uyaran varlığında seçici dikkat becerisi ile göreve odaklanılmaktadır. Bireyin dikkatini kelimenin rengine odaklaması ve otomatik olarak gerçekleşen kelimeyi okuma refleksini baskılaması gerekmektedir. Bu durumda istemsiz dikkatin de devreye girmesi ile cevaplama süresi uzamakta ancak cevabın doğruluğu (süre kısıtlaması baskısı bulunmuyorsa) değişmemektedir (93).

Günümüzde bilgisayar tabanlı veya kartları ile uygulanabilen test, inhibitör kontrol mekanizmasını değerlendirmektedir. *Stroop* etkisi olarak adlandırılan durum,

çelişkili uyarıların varlığında çeldirici uyarı göz ardı edebilme (inhibe etme) ve doğru uyarıya ulaşabilmek için artan çaba ve tepki süresinde artış ile sonuçlanan bir durumdur (93, 94). Bilişsel esneklik, dikkat ve davranışı kaydırabilme yeteneği, hızlı bilişsel işleme ve bilginin otomatik ve paralel işlenmesi gerekliliği *Stroop* testinin frontal bölge faaliyetlerini yansıtan bir test olmasını sağlamaktadır (95).

*Stroop* test değerlendirmelerinde standart bir puanlama sistemi kullanılmamıştır. Doğru yanıt sayısı, yanlış cevapların hata oranı olarak hesaplanması ve bu değerleri içeren çeşitli formüller oluşturulmakla birlikte çoğu çalışmada cevaplama süresi esas olarak kullanılan değerlendirme parametresidir (93). *Stroop* testinin Türk kültürüne uyarlama çalışmaları Karakaş ve ark. (96) tarafından yapılmıştır. Test, normal insanların yanı sıra psikolojik ve nörolojik rahatsızlıkların değerlendirilmesinde de kullanılmaktadır (94).

### 2.3.3. Akustik Uyarıların Dikkat Üzerindeki Etkileri

Çevresel gürültü bireylerde huzursuzluk, uyku bozuklukları, kardiyovasküler problemler, doğum ve üreme sağlığının bozulması gibi problemlere sebep olarak ruh sağlığını ve yaşam kalitesini olumsuz etkilemektedir (97). Gürültünün bilişsel performans üzerindeki etkileri gürültü çeşidine, şiddetine ve durasyonuna göre değişiklik göstermektedir. Maruz kalınan gürültünün kısa durasyonlu olması, uzun durasyondan daha etkilidir. Bu durum uzun durasyonda gürültünün stres etkisine adaptasyon sonucu etkinin azalması ile açıklanmıştır (98). Liu ve ark. (99) gerçekleştirdikleri çalışmada 10 sağlıklı yetişkin katılımcıya 45, 65 ve 85 dBA şiddetinde konuşma gürültüsü de içeren fabrika gürültüsü, klasik müzik ya da sözlü pop müzik sunulmuştur. Okuma performansının değerlendirildiği çalışmada uyaran tipi açısından en iyi performans klasik müzikte gözlenirken en kötü performans fabrika gürültüsünde gözlenmiştir. Ayrıca uyaran şiddetinin artması ile bilişsel performans arasında ters orantılı bir ilişki bulunmaktadır (11, 99). Benzer çalışmalarda elde edilen bulgulara göre konuşma gürültüsünün su veya trafik gürültüsü gibi çeşitli gürültülerle bir arada kullanıldığında dikkat becerileri üzerindeki maskeleyiciliği ve bilişsel performansa olumsuz etkileri diğer gürültü türlerine göre daha fazla elde edilmektedir (12, 100). Schlittmeier ve ark. (12) 60 dBA'lık konuşma gürültüsü ile trafik gürültüsünün sessiz koşula göre *Stroop* test performansını önemli ölçüde

kötüleştirdiğini göstermişlerdir. Kontrol edilebilir stres faktörü *Stroop* test başarısını artırırken, kontrol edilemeyen ve daha sert tepki gösterilen stres faktöründe *Stroop* başarısı azalmaktadır. Gürültünün bir stres faktörü olarak görüldüğü durumlarda *Stroop* testi cevaplama sürelerinde artış gözlenmiştir (101).

Müziğin bilişsel işlevler ve performans üzerindeki etkisi ise tartışmalıdır. Müzik bireylerde duygu durumunu ve davranışları etkileyen önemli bir faktördür. Rauscher (102) 1993 yılında, Mozart müziğinin uzamsal görev performansını artırdığını gözlemlemiş ve Mozart müziğinin bilişsel görev performansına geçici olumlu etkisini “Mozart Etkisi” olarak açıklamıştır. Ancak araştırmacının deney yöntemi ve istatistiği eleştirilmiştir. Mozart’ın olumlu etkileri bireyde yol açtığı pozitif duygulara ve bu duyguların dikkat dağıtıcı/negatif uyaranların göz ardı edilmesine olanak sağladığı yönünde yorumlanmıştır (103). Mozart müziklerinin dinlenme anında geçici bilişsel performansı artırdığını savunan çalışmaların yanında spesifik bir Mozart Etkisi’nin olmadığını savunan çalışmalar da bulunmaktadır (103, 104). Mozart Etkisi bulunmasa da çalışmalar olumlu duygular uyandıran müziklerin bilişsel performans sırasında dinlendiğinde performansı iyileştirdiğini göstermektedir. Mozart bestelerinin içerdiği müzikal özellikleri sebebiyle olumlu duygular uyandırması, Mozart Etkisi yanılığını ortaya çıkarmıştır (10).

#### **2.4. Bilişsel İşlevler ve Vestibüler Sistem**

Vestibüler sistem her ne kadar beyinsapı düzeyine kadar yapılanmış ve refleksif bir mekanizmadan oluşsa da çeşitli santral bağlantıları bulunmaktadır. Periferden toplanan vestibüler bilgilerin alt-refleksif mekanizmalar ve üst işleme mekanizmalarda işlenmektedir. Bu durumun en önemli kanıtı vestibüler “algısal” becerilerdir. Serebellum algısal işleme becerileri için aracıdır. Vestibüler sinyaller serebellumdan talamokortikal yollar ile birden fazla talamik çekirdeğe, medial superior temporal alana, intraparietal sulkus ve hipokampusa projeksiyonlar oluşturmaktadır (105, 106). Bu bölgelerde vestibüler duyu bilgileri dahil pek çok duyu bölgeden gelen bilgiler kullanılarak kendi kendine hareket algısı, uzamsal navigasyon, yerçekiminin iç algısı, vücut ve bedensel farkındalık gibi bilişsel beceriler gerçekleştirilmektedir (107). Postür kontrolünde vestibüler sistemin serebral kortekste motor ve premotor korteks ile yaptığı direkt bağlantılar önem kazanmaktadır (106).

Vestibüler patolojiye sahip hastaların %60'ından fazlasında görsel-uzamsal kısa süreli hafızada azalma, anksiyete/depresyon semptomları, yorgunluk ve uyku kalitesinde azalma gözlenmiştir (108, 109). Bu semptomlar araştırmacılar tarafından vestibüler bozukluğun bilişsel ve duygusal etkileri açısından yorumlanmıştır. *Meniere*'li hasta grubu ile sağlıklı grubun karşılaştırıldığı bir çalışmada, *Meniere*'li grupta önemli ölçüde daha kötü dikkat, hafıza, görsel-uzamsal beceriler, bilgi işleme ve yürütme becerileri gözlenmiştir (110). Vestibüler bozukluklarda ortaya çıkan bu bulgular vestibüler sisteminin çok çeşitli santral bağlantılarını kanıtlayıcı niteliktedir.

#### **2.4.1. Vestibüler Sistem ve Dikkat**

Vestibüler sistem, insula, superior temporal girus, hipokampus ve alt parietal lobülü içeren geniş bir kortikal ağ ile etkileşim içerisinde. Vestibüler sistem görsel-uzamsal yetenek, hafıza, dikkat ve yürütme işlevi gibi çeşitli bilişsel işlev alanlarına katkıda bulunmaktadır. Vestibüler sistem bozukluklarında görsel-uzamsal yeteneklerde azalma, dikkat eksiklikleri gibi çeşitli bilişsel yürütücü fonksiyonlarda bozulmalar gözlenmektedir (111). Vestibüler değerlendirmelerde, vestibüler fonksiyon ve bilişsel görevler arasındaki etkileşimi araştırmak için çift görev değerlendirmeleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu değerlendirmeler, gerçek yaşam durumlarını taklit etmek ve vestibüler disfonksiyonu olan bireylerde bilişsel-motor etkileşimi değerlendirmek için bilişsel görevleri motor görevlerle birleştirmeyi içerir (112).

#### **2.4.2. Vestibüler Sistem ve Dikkat İlişkisini İncelemede Çoklu Görev Metodu**

Denge genel anlamda otomatik ve refleksif bir beceri olsa da zorlu koşullarda dikkatin dengede durma üzerine yoğunlaşması ve dengenin korunması için efor sarf edilmesi gerekmektedir. Çalışmalar dikkatin iç dikkat odağı olarak kendi hareket ve dengesi üzerine yönlendirmenin dengeyi otomatik ve refleksif olduğu kadar efektif olarak sağlayamadığını göstermişlerdir (113-115). Bu gözlemi "Kısıtlı Eylem Hipotezi" ile açıklamışlardır. Bu hipoteze göre hareket ve denge üzerine bilinçli müdahale otomatik müdahalenin önüne geçerek motor sistemin kendi kendini organize etmesini engellemektedir (116).

İkili görev etkileşimi bireyin aynı anda gerçekleştirmesi gereken bir esas görev ve bir yan görev olduğunda gerçekleşmektedir. Bu durumda "Kapasite Sınırı Teorisi"

her bir göreve ayrılabilir bilişsel kaynak miktarının bir sınırı olduğunu, mevcut dikkat kapasitesinin veya bilişsel kaynakların, kapasite sınırına ulaşılan kadar ayrı görevler arasında dağıtılabileceğini öne sürmektedir (117). Bölünen kapasite sınırı aşıldığında görevlerden birinde veya her iki görev için performansta düşüşe ve zorlanmaya sebep olur. “Merkezi Darboğaz Kuramı” dikkat kaynaklarının görevler arasında bölündüğü durumlarda görev değiştirme, yanıt seçimi ve bilgi işlemede zorlukları açıklamaktadır. Bu kurama göre çift görev durumunda yanıt seçimi paralel olarak değil ardışık olarak gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle iki görev aynı anda sunulduğunda görevler arasında öncelik seçimi gerçekleşmektedir (118). Postüral stabiliteyi etkileyen motor görev ve bilişsel görev aynı anda sunulduğunda bireylerin önceliği hayati önem taşıyan motor görev olmaktadır (119). İkili görev sırasında vestibüler bozukluğu olan bireylerin dengelerini koruyabilmeleri için dikkat kaynakları için daha fazla bilişsel efor göstermelerine neden olabilmektedir. Bu durum vestibüler patolojilerde denge ve bilişi içeren ikili görev durumunda zorluklara yol açmaktadır (119, 120). Ancak “Çapraz Konuşma Modeli”ne göre, eş zamanlı gerçekleştirilen iki görevin birbiri ile benzer nöral sistemleri kullanması durumunda görevlerin dikkat talepleri birbirini etkilememekte ve görev performansını olumlu yönde etkilemektedir. Bu model farklı nöral sistemleri kullanan görevlerde daha fazla bilişsel efor harcanmasının görev performanslarını olumsuz etkilediğini savunmaktadır (121).

Denge-biliş ikili görev değerlendirmeleri postüral görevde değişiklik yapmadan yalnızca ikinci görevde meydana gelen değişikliklerin incelenmesi şeklinde yapılabileceği gibi her iki görevde gösterilen performansın incelenmesi şeklinde de yapılabilmektedir (122, 123). Bu çalışmalarda birincil motor görev olarak sıklıkla yürümenin kinematik özellikleri (124), yürüyüşü başlatma (125) ve postüral kontrol değerlendirmelerinden yararlanılmaktadır. Bilişsel görevin postüral kontrol üzerindeki etkileri genellikle postüral salınım hızı ve ağırlık merkezi hizalama açıları kapsamında değerlendirilmektedir (112). Bilişsel görevin zorluk seviyesine bağlı olarak dikkat taleplerinin artması postüral kontrol üzerinde değişken etkilere sebep olmaktadır. Bu noktada “Doğrusal Olmayan Etkileşim Modeli” görev ve postüral performans arasında “U” şeklinde bir ilişki olduğunu savunmaktadır. Bu modele göre daha kolay bilişsel görevler sırasında Kısıtlı Eylem Hipotezi’ne uygun olarak bilişsel



görev postüral salınımı azaltarak dengeyi olumlu etkilemektedir. Ancak nispeten zor bilişsel görevlerin neden olduğu dikkat talebinde artış, bilişsel eforu artırmakta ve postüral kontrolü olumsuz etkilemektedir (126). Bonnet ve Baudry (127) ise yakın zamanda bahsedilen modellemelerde yer alan bilişsel kapasitenin ikiye bölüdüğü veya öncelikli dikkat dağılımını tartışmıştır. Bonnet ve Baudry'nin "Sinerji Modeli"ne göre duysal bilgilerin bilinçli şekilde kullanılacağı ikili görevlerde duysal ve postüral sistemler santral sinir sistemi tarafından ayrı ayrı değil sinerjik olarak kontrol edilmektedir. Bu model görsel hassasiyet gerektiren görev varlığında postüral ve görsel sistem arasındaki ek sinerjik bilişsel bağlantılar sayesinde salınımın azaltılmasının görsel görevi kolaylaştırmak için gerçekleştiğini öne sürmektedir.

### 3. BİREYLER VE YÖNTEM

Bu çalışma Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 18/10/2022 tarihli ve GO 22/974 no'lu izni ile (EK 1), Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji Anabilim Dalı Odyoloji Yüksek Lisans Programı kapsamında yüksek lisans tezi olarak gerçekleştirilmiştir.

Çalışma, sağlıklı bireylerde çevresel akustik uyarımın ikili görev esnasında statik denge üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi amacıyla planlanmış olup tanımlayıcı araştırma niteliğindedir. Çalışmaya katılan bütün bireylerden gönüllü yazılı onam formu alınmıştır. Katılımcılara yapılan işitme testi Hacettepe Üniversitesi Erişkin Hastanesi Odyoloji Ünitesi'nde, denge değerlendirmesi Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü'ne bağlı vestibüler laboratuvarında tamamlanmıştır.

#### 3.1. Bireyler

Çalışmanın örneklem büyüklüğünü belirlemek amacıyla güç analizi yapılmıştır. Bu çalışmanın örneklem büyüklüğü, yapılan güç analizi sonucunda (EK 2) testin gücü %80, birinci tip hata %5 olmak üzere 0.4714045 birimlik etki genişliğini anlamlı bulabilmek için toplam 48 kişi olarak belirlenmiştir. Ancak veri çıkarma durumu göz önünde bulundurularak toplam 54 kişi dahil edilmiştir. Katılımcılara araştırmacıların yakın çevrelerinden kartopu örnekleme yöntemi ile ulaşılmıştır.

Araştırmada 1 kontrol grubu ve 2 çalışma grubu bulunmaktadır. Toplam 54 katılımcı üç gruba her grupta 18 katılımcı olacak şekilde eşit ve randomize olarak dağıtılmıştır. Çalışma öncesinde katılımcı numaraları onam formları üzerine yazılmıştır. Numaralar rastgele bir şekilde üç gruba eşit olarak dağıtılmıştır. Katılımcıya, onam formu üzerinde yazan sayının ait olduğu gruba uygun uyarın sunumu gerçekleştirilmiştir. Katılımcı hangi uyarının uygulanacağını önceden bilmemektedir.

Çalışmaya dahil edilme ve çalışmadan dışlanma kriterleri çalışma grupları ve kontrol grubu için aynı olup aşağıda sunulduğu şekildedir.

### Araştırmaya Dahil Edilme Kriterleri:

- 18-24 yaş arasında olmak
- Normal sınırlarda işitme eşiklerine sahip olmak (125-8000 Hz <15 dBHL)
- Denge performanslarını etkileyebilecek odyo-vestibüler, bilişsel, kas-iskelet sistemi rahatsızlığı ve psikolojik bozukluğu olmamak
- Dengenin Kliniğe Uyarlanmış Etkileşim Testi (mCTSIB)'nde tüm koşullarda normal denge fonksiyonu göstermek
- Baş Dönmesi Engellilik Envanteri (BEE) <16 puan almak
- Tanılanmış nörolojik ve psikolojik rahatsızlığa sahip olmamak

### Araştırmadan Dışlanma Kriterleri:

- 18 yaşından küçük, 24 yaşından büyük olmak
- İşitme kaybı olması
- Denge performanslarını etkileyebilecek odyo-vestibüler, kognitif, muskuloskeletal ve psikolojik bozukluğu olmak
- Dengenin Kliniğe Uyarlanmış Etkileşim Testi'nde en az 1 koşulda normalin dışında denge fonksiyonu göstermek
- Diğer etkenler: madde bağımlılığı olması, nöropsikiyatrik ilaç kullanımı, kronik uyku hastalıkları ve renk körlüğü
- Baş Dönmesi Engellilik Envanteri (BEE) >16 puan almak
- Tanılanmış nörolojik ve psikolojik rahatsızlığa sahip olmak

## **3.2. Araçlar ve Yöntem**

### **3.2.1. Katılımcıların Dahil Edilme Süreci**

Çalışmaya gönüllü olarak katılmak isteyen bireylere amaç ve süreç anlatılmış, onam formu imzalatılmıştır. Demografik Bilgi Formu (EK 3) doldurtulan katılımcıların saf ses işitme değerlendirmesi, Hacettepe Üniversitesi Hastanesi Odyoloji Bölümü'nde Maico MA42 odyometre cihazı ile yapılmıştır. 125-8000 Hz'lerde, her bir frekans için hem hava hem kemik yolu işitme eşikleri 15 dB ve daha iyi (normal işitme) olan bireyler çalışmaya dahil edilmiştir (128). Bireylerin mevcut baş dönmesi/denge bozukluklarının teste olumsuz etkilerini ekarte edebilmek için ilk olarak BEE uygulanmış daha sonra bilgisayarlı statik postürografi cihazında mCTSIB

testi ile normal denge fonksiyonları doğrulanmıştır. Dahil edilme kriterlerini karşılayan katılımcılar 15 gün sonra bilgisayarlı statik postürografi cihazında mCTSIB testinin 1. ve 3. koşullarında eşzamanlı *Stroop* test uygulanarak değerlendirilmiştir. Katılımcılar bu değerlendirmeyi randomize olarak atandıkları gruba göre sessiz, müzikli veya gürültülü ortamda tamamlamışlardır.

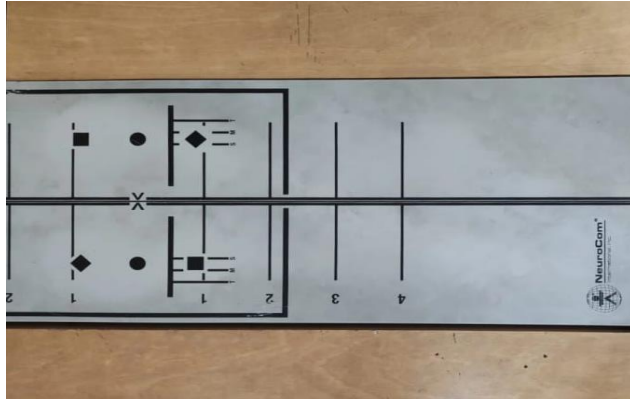
### ***Baş Dönmesi Engellilik Envanteri (BEE)***

1990 yılında geliştirilen Baş Dönmesi Engellilik Envanteri vestibüler bozuklukların kişi üzerindeki fiziksel, duygusal ve fonksiyonel etkilerinin belirlenmesine yönelik oluşturulan 25 soruluk bir ankettir (129). Bu sorulardan 1, 4, 8, 11, 13, 17 ve 25. Sorular fiziksel engel algısını, 2, 9, 10, 15, 18, 20, 21, 22 ve 23. Sorular duygusal engel algısını; 3, 5, 6, 7, 12, 14, 16, 19 ve 24. Sorular ise fonksiyonel engel algısını değerlendirmektedir. Sorular evet, bazen, hayır cevaplarına göre sırasıyla 4, 2, 0 puan olarak puanlandırılmaktadır. Anketten alınan total puan minimum 0, maksimum 100 olmaktadır. Total puan 3 düzeyde incelenmektedir. 16-34 puan= hafif engel düzeyini (Düzyey 1); 36-52 puan= orta engel düzeyini (Düzyey 2); 54+ puan= şiddetli engel düzeyini (Düzyey 3) ifade etmektedir (1).

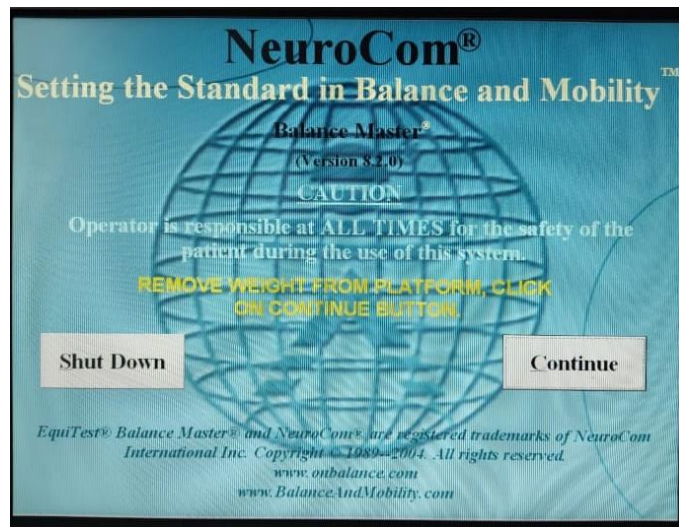
### ***Bilgisayarlı Statik Postürografi ile Salınımın Değerlendirilmesi***

*Natus Basic Balance Master* Statik Postürografi cihazında (Şekil 3.1.) NeuroCom *Balance Master* Versiyon 8.2.0 sistemi (Şekil 3.2.) içerisinde bulunan Dengenin Kliniğe Uyarlanmış Duyusal Etkileşim Testi (mCTSIB)'nin tamamı dahil edilme aşamasında, sadece gözler açık olan 1. ve 3. koşulları ise *Stroop* testi sırasında test aşamasında kullanılmıştır. Değerlendirme öncesinde katılımcının ad-soyad, doğum tarihi ve boy bilgileri yazılım ara yüzüne (Şekil 3.3.) kaydedilmiştir.

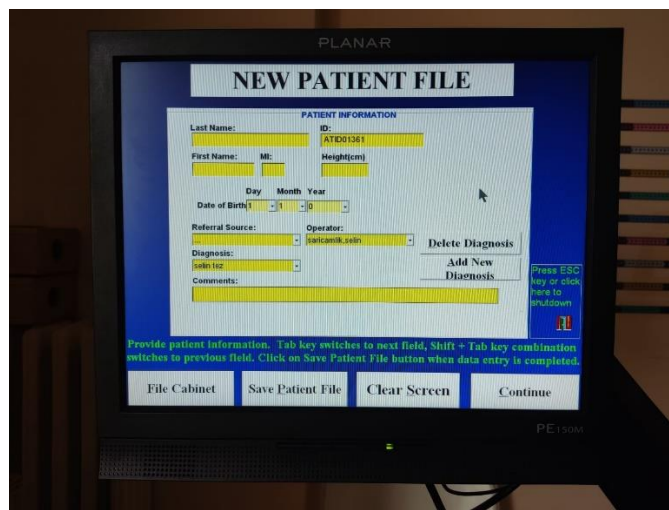
Sonrasında mCTSIB testi seçilerek durumlar arası geçiş ve süngerin yerleştirilmesi süreçleri haricinde ara verilmeden testin 4 koşulu da tamamlanmıştır. MCTSB testi gözler açık sabit zemin, gözler kapalı sabit zemin, gözler açık sünger zemin, gözler kapalı sünger zemin olmak üzere toplam 4 koşuldan oluşmaktadır. Bütün koşulların normal olduğu kişiler çalışmaya dahil edilmiştir.



Şekil 3.1. Natus Basic Balance Master Statik Postürografi Cihazı.

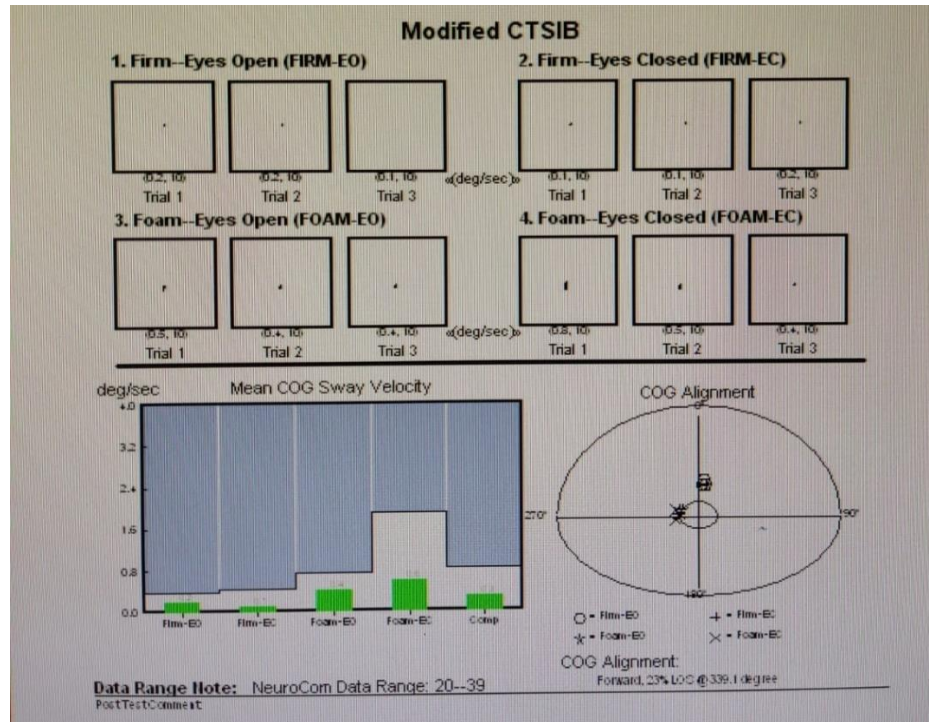


Şekil 3.2. NeuroCom Balance Master Versiyon 8.2.0.



Şekil 3.3. NeuroCom Balance Master Versiyon 8.2.0 Arayüz.

Sonuçların değerlendirilmesi her durum için sistem tarafından x ve y düzlemlerinde hesaplanan ağırlık merkezi salınım hızı ve ağırlık merkezi hizalamanın izdüşümünün oluşturduğu açısız yönelim açısından yapılmaktadır. Normal koşullara sahip bir katılımcı için sistem sonuç grafiği Şekil 3.4. ile gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Normal mCTSIB Test Sonuçları.

### 3.3. Test Yöntemi ve Süreci

*Stroop Test* ile birlikte yapılan denge değerlendirmesi, bütün katılımcılara dahil edilme değerlendirmesinden 15 gün sonra uygulanmıştır. Bu şekilde öğrenme etkisi engellenmiştir. Katılımcılar her iki uygulamadan önce test ve süreç hakkında bilgilendirilmiştir.

### 3.3.1. Test Ortamının Hazırlanması

#### *Statik Postürografi Cihaz Hazırlığı*

Test, çalışmaya katılmaya gönüllü olan ve dahil edilme kriterlerini karşılayan katılımcılara dahil etme değerlendirmesinden iki hafta sonra uygulanmıştır. Statik Postürografi Cihazı'nda yalnızca mCTSIB testi seçilerek değerlendirmeler yapılmıştır.

#### *Akustik Uyarıların Hazırlanması ve sunulması*

Çalışma gruplarında test sırasında akustik uyarı sunularak bilişsel göreve odaklanan dikkat üzerinde etki yaratmak ve buna bağlı olarak salınım değişikliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda 1. çalışma grubuna müzik, 2. çalışma grubuna gürültü uyarı sunulmuştur.

Müzik uyarı olarak Mozart'ın *Symphony No.41 in C Major "Jupiter"* bestesi seçilmiştir. Waer ve ark. (130) 50-55 yaş aralığında sağlıklı kadın bireyler ile yaptıkları çalışmada *Jupiter* bestesinin denge üzerindeki olumlu etkilerini göstermişlerdir. Ayrıca Kim A ve ark. (131) tarafından *Stroop Test* ile yapılan çalışmada Mozart müziğinin bilişsel fonksiyonlar üzerindeki olumlu etkisi gösterilmiştir. Hem denge hem dikkat üzerindeki olumlu etkileri sebebiyle çalışmamızda müzik uyarı olarak Mozart tercih edilmiştir. *Jupiter* bestesinin 14. dk ile 26. dk zaman aralığındaki daha stabil spektral özellik gösteren kısmı seçilmiştir.

Yapılan çalışmalar ortam gürültüsü ve konuşma gürültüsünün belirli sinyal gürültü oranlarında birleştirilmesi ile oluşturulan uyarıların dikkat ve bilişsel beceriler üzerindeki olumsuz etkilerini göstermektedir (132-134). Bu nedenle çalışmamızda gürültü uyarı olarak Gökçen Kesici'nin (135) doktora tez çalışması amacıyla oluşturulan Türkçe *Multitalker Babble* gürültü kullanılmıştır. Matlab üzerinden oluşturulan *Multitalker Babble* uyarı 7 dB sinyal gürültü oranında (SNR) 3 farklı erkek ve 3 farklı kadın konuşmacı tarafından seslendirilen kelimelerden oluşmaktadır. Gürültü ile ilgili detaylara Gökçen Kesici doktora tez çalışmasından ulaşılabilir (135).

Yapılan çalışmalarda akustik uyarılar dinleyicilere konforlu dinleme ses seviyelerinde sunulmuştur (6, 130). Bu çalışmada kullanılan her iki akustik uyarı zaman içerisinde değişen spektral özellikler içerdiğinden katılımcıların konforlu

dinleme seviyesinden uzaklaşmamak için uyarıların maksimum genlikte ses seviyesi 70 dB SPL olacak şekilde ayarlanmıştır. Ölçümler Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik Laboratuvarında yapılmıştır.

Agata Zelechowska ve ark. (136) uyarı sunumunda kulaklıkla sunulan akustik uyarıların hoparlör ile sunulmasına göre daha fazla vücut hareketine sebep olduğunu göstermişlerdir. Bu nedenle bu çalışmada da kulaklık ile uyarı sunumu tercih edilmiş, uyarılar Lenovo Ideapad markalı laptop aracılığıyla Senheiser HD380 pro kulaklık ile katılımcılara sunulmuştur.

### ***Stroop Uyarılarının Hazırlanması***

*Stroop* testi bilişsel kontrol ve müdahalenin engellenmesi ile ilişkiliyken, denge görevleri uzamsal işlevler, navigasyon ve hafıza ile ilgili nöral bağlantıları devreye sokar. Çalışmamızda farklı nöral bağlantılar ve bilişsel sistemler içeren bu iki görevin eş zamanlı yürütülmesinde dikkat kaynaklarının kullanımı incelenmiştir. Bu nedenle denge üzerindeki etkinin gözlenebilmesi amacıyla yalnızca *Stroop* testinin bozucu etkisinin daha yüksek gözlemlendiği renk ismi-mürekkep uyumsuzluğu durumu uygulanmıştır (93). *Stroop* uyarıları siyah arka plan üzerinde isim ve mürekkep rengine göre 17x30 boyutunda uyumsuz *Stroop* uyarıları (Kırmızı, Mavi, Sarı, Yeşil) yerleştirilerek hazırlanmıştır. Uyumsuz *Stroop* uyarı örneği Şekil 3.5. ile gösterilmiştir.



**Şekil 3.5.** Uyumsuz *Stroop* Uyarı Örneği.

*Stroop* uyarılarının sunumu, platform üzerinde duran katılımcının dik duruş pozisyonunda karşıya bakışta rahat görebileceği yükseklikte ve göz hizasından 100 cm uzaklıkta yerleştirilmiş bilgisayar ekranı ile sağlanmıştır (Şekil 3.6.).



Her uyarın teker teker sunulmuştur. *Stroop* denemesi için sunulan 10 *Stroop* uyarını değerlendirmede kullanılan sunumdan farklı hazırlanmıştır. Her birey tek başına teste alındığı ve bir kişiye tek uygulama yapılacağı için *Stroop* uyarıları bütün bireylere aynı sırada sunulmuştur. Uyarılar arasında sabit bir süre belirlenmemiş, katılımcılar cevapladıkça bir sonraki *Stroop* uyarısına geçilmiştir. Literatürde rekabetçi uyarın varlığında cevaplama süresi uzadığı ancak süre kısıtlaması bulunmadığında cevabın doğruluğunun değişmediğı gösterilmiştir (93). Çalışmamızda *Stroop* uyarıları arasında herhangi bir süre kısıtlaması bulunmadığından farklı akustik uyarıların *Stroop* performansına olan etkilerini değerlendirmek için ortalama yanıt süresinden yararlanılmıştır.



**Şekil 3.6.** Test Ortamı.

### 3.3.2. Test Aşaması

Katılımcılara test boyunca gözler ve vücut aynı yönde karşıya bakmaları, eller yanda dik duruş pozisyonunda durmaları gerektiğı ve göz hizalarında/görüş alanı içerisinde rahat görme seviyesinde sunulan kelimelerin renklerini sesli olarak söylemeleri gerektiğı bildirilmiştir. Katılımcıların salınımlarını kısıtlamamak adına yalnızca ayaklarının konumlandırmasını bozmaması ve ellerini yanda tutarak dik

durması söylenmiştir. Her katılımcı testi yalnızca bir durumda tamamlamıştır. Katılımcıların hangi durumda (müzik, gürültü veya sessiz) testi tamamlayacakları hakkında bilgi verilmemiştir. Başlamadan önce bütün gruplara kulaklık takılmış ve sessizlik, gürültü veya müzik sunulabileceğinden bahsedilmiştir. Katılımcıların platformun ilgili bölümündeki ayak konumlandırmalarının hemen ardından 10 kelimedenden oluşan *Stroop* alıştırmaları yapılmıştır. Katılımcıların görevi anladıklarından emin olduğunda teste başlanmıştır. Değerlendirme yöntemi görsel bir görev içerdiğinden mCTSIB testinin yalnızca gözler açık sert zemin ve gözler açık sünger zemin koşulları (1. ve 3. koşul) uygulanmıştır. Sistem bir koşulda 10 sn'lik 3 kayıt almaktadır. Çalışma grubundaki katılımcılara sunulan akustik uyarılar test başlangıcından bitişine kadar aralıksız sunulmuştur. *Stroop* uyarılarının sunumu mCTSIB testinin ilk durumunun başlatılması ile aynı anda gerçekleştirilmiştir. Test sonuna kadar aralıksız, katılımcı cevaplarıyla bir sonraki uyarana geçecek şekilde sunulmuştur. Her durum için katılımcıların toplam cevap süresi ve cevaplanan *Stroop* uyarı sayısı kaydedilmiştir. 1. ve 3. koşullarda 3'er kayıt için geçen toplam sürenin cevaplanan *Stroop* uyarı sayısına bölünmesi ile ortalama cevap süresi elde edilmiştir. Ortalama cevap süresi her katılımcıda 1. ve 3. koşullar için ayrı ayrı elde edilmiştir.

### 3.4. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler SPSS Statistics v23.0 programı ile yapılmıştır. Verilerin normallik analizi *Shapiro-Wilk* testi ile yapılmıştır. *Stroop* görevli sabit zemin ve *Stroop* görevli sünger zemin değişkenleri normal dağılım göstermemiştir. Çalışmanın diğer değişkenleri normal dağılım göstermektedir. Çalışmada normal dağılım gösteren değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri ortalama ve standart sapma şeklinde, normal dağılım göstermeyen değişkenler ortanca ve çeyrekler arası aralık şeklinde gösterilmiştir.

3 grubun yaş dağılımı *Anova* ile, cinsiyet dağılımı ki-kare test ile değerlendirilmiştir. Gruplar arasında yaş ve cinsiyet değişkenleri bakımından anlamlı fark elde edilmemiştir. *Stroop* görevinin postüral salınım üzerindeki etkisinin incelenmesi amacıyla sessiz ortamda yapılan görevsiz ve görevli koşullarda salınım hızları *Wilcoxon* testi ile değerlendirilmiştir.

Sabit zemin ve sünger zeminde *Stroop* görevi ile birlikte sunulan akustik uyarıların etkisi, 3 grubun karşılaştırıldığı *Kruskal Wallis* testi ile değerlendirilmiştir. *Stroop* görevli sabit zeminde (1. koşul) üç grup arasında salınım hızları açısından anlamlı fark bulunması üzerine ikili grup karşılaştırmaları *Mann Whitney U* testi ile yapılmıştır. Bonferroni düzeltmesi ile ikili karşılaştırmalar için istatistiksel anlamlılık değeri  $p < 0,017$  olarak kabul edilmiştir. *Wilcoxon* testi ile *Stroop* görevli sabit zemin ve sünger zemin koşullarındaki salınım hızları karşılaştırılmıştır. Sabit zemin ve sünger zeminde *Stroop* ortalama cevap süreleri *Anova* ile karşılaştırılmıştır. 3 grup arasında *Stroop* ortalama cevap süreleri açısından her iki koşulda da anlamlı farklılık elde edilmemiştir. Bu nedenle ikili grup analizi yapılmamıştır.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Katılımcıların Demografik Bilgileri

Çalışmayı sessiz ortamda tamamlayan kontrol grubu “Kontrol”, çalışma grupları “Gürültü” ve “Müzik” olarak adlandırılmıştır. Kontrol, Gürültü ve Müzik grupları katılımcılarının yaş ortalamaları sırasıyla 21,61, 21,67, 22,33 yıldır. Katılımcıların demografik bilgileri Tablo 4.1 ile verilmiştir. Haftada 7 kadehten fazla alkol tüketen (137), madde bağımlılığı olan (138), günlük uyku süresi 7 saatten az olan bireyler (139) hem denge hem de bilişsel performans üzerinde gösterebilecekleri olası etkiler sebebiyle risk göstermektedir. Kafein tüketiminin ise genç yetişkinlerin dengeleri üzerinde herhangi bir etkisi gösterilmemiştir (140). Bu çalışmanın bütün katılımcıları haftada en fazla 0-7 kadeh alkol tüketen, madde bağımlılığı olmayan, günlük uyku süresi en az 6 saat olan, günlük kafein tüketimi 1-6 bardak olan ve test öncesinde en fazla 3 saat içerisinde öğününü almış olan bireylerden oluşmaktadır.

**Tablo 4.1.** Katılımcıların Demografik Bilgileri

Grup	(n)	Yaş		$p^a$	Cinsiyet		$p^b$
		Ort. $\pm$ SS (yıl)	Min- Max		Kadın n	Erkek n	
Kontrol	18	21,61 $\pm$ 1,14	19-24		13	5	
Gürültü	18	21,67 $\pm$ 1,18	20-23	0,124	12	6	0,758
Müzik	18	22,33 $\pm$ 1,13	20-24		14	4	

n: Kişi sayısı; Ort.: Ortalama; SS: Standart Sapma;  $p^a$ : Anova;  $p^b$ : Chi-square test;  $p < 0,05$ : İstatistiksel olarak anlamlı.

### 4.2. İkili Görevin Salınım Hızına Etkisi

*Stroop* görevinin postüral salınım üzerindeki etkisinin incelenmesi amacıyla sessiz ortamda yapılan görevsiz ve görevli koşullarda salınım hızları, yalnızca sessiz koşulu içerdiği için kontrol grubunda yer alan 18 katılımcı üzerinden yapılmıştır. Hem sert zeminde ( $p:0,047$ ) hem de sünger zeminde ( $p:0,001$ ) *Stroop* görevi postüral salınımı anlamlı olarak artırmıştır (Şekil 4.1.).

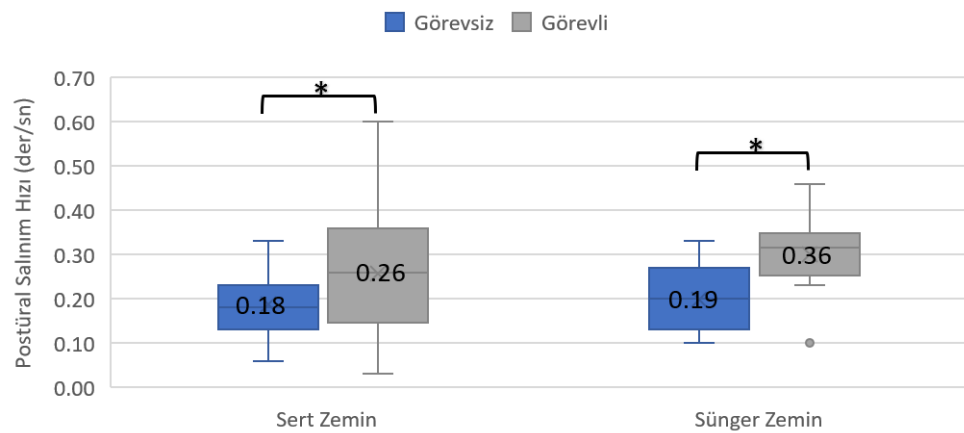
### 4.3. Stroop Görevi ile Sunulan Farklı Akustik Uyarıların Postüral Salınım Hızına Etkisi

Sert zeminde *Stroop* görevi ile birlikte sunulan farklı akustik uyarılarda 3 grup arasında salınım hızları açısından anlamlı farklılık gözlenmiştir ( $p:0,048$ ).

**Tablo 4.2.** Sessiz Ortamda İkili Görevin Postüral Salınım Etkisi

Koşul	Postüral Salınım Hızı (der/sn)				P
	Görevsiz		Görevli		
	Medyan	%75 - %25	Medyan	%75 - %25	
<b>Sert Zemin</b>	0,18	0,23-0,13	0,26	0,36-0,16	<b>0,047*</b>
<b>Sünger Zemin</b>	0,19	0,26-0,16	0,36	0,33-0,26	<b>0,001*</b>

\* $p<0,05$ : İstatistiksel olarak anlamlı

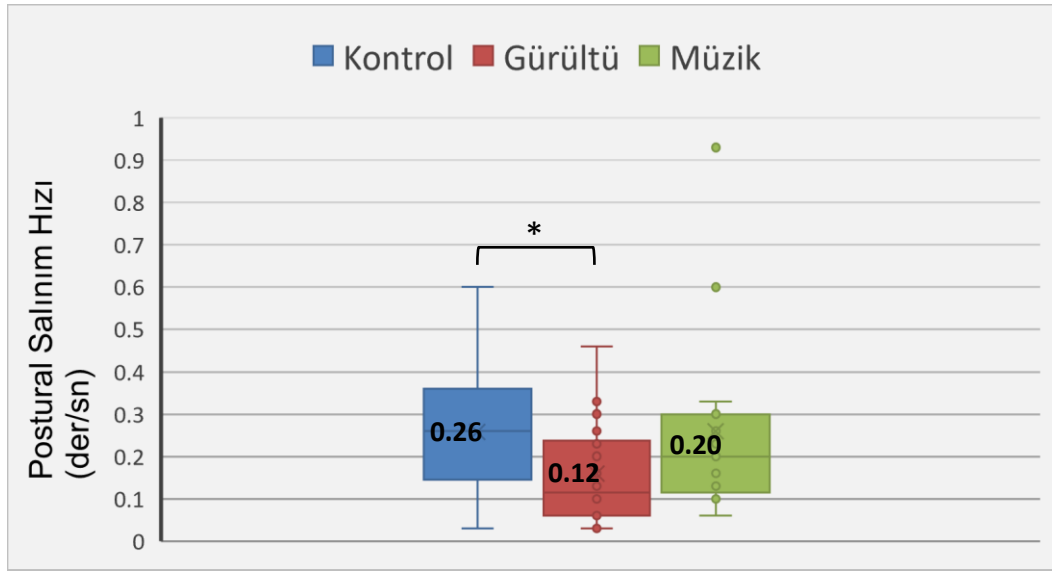


**Şekil 4.1.** Sessiz Ortamda İkili Görevin Postüral Salınım Etkisi  
\* $p<0,05$ : İstatistiksel olarak anlamlı

Sünger zeminde *Stroop* görevi ile birlikte sunulan farklı akustik uyarılarda 3 grup arasında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ( $p>0,05$ ). Bu nedenle *Stroop* görevli sünger zemin koşulu için ikili grup karşılaştırmaları yapılmamıştır. 3 grup arasında salınım hızlarının karşılaştırılması ile ilgili veriler Tablo 4.3. ile gösterilmiştir.

Görevli sert zeminde, kontrol grubunun salınım hızı gürültü grubuna göre anlamlı derecede daha fazla elde edilmiştir ( $p<0,05$ ). Kontrol-müzik ve müzik-gürültü grupları arasında salınımlar açısından anlamlı farklılık elde edilmemiştir ( $p>0,05$ ). İlgili grafik Şekil 4.2. ile gösterilmiştir.

Görevli sert zemin ve sünger zemin koşullarındaki salınım hızları 3 grup kendi içinde incelendiğinde, bütün gruplarda ortalama salınım hızı sert zemin ve sünger zemin koşulları arasında anlamlı fark göstermiştir ( $p<0,05$ ).



Şekil 4.2. *Stroop* Görevli Sert Zeminde Postürsal Salınım Hızı Karşılaştırması,  $*p<0,05$ : İstatistiksel olarak anlamlı

#### 4.4. Akustik Uyanların *Stroop* Ortalama Cevap Süresine Etkisi

*Stroop* cevap süresi *Stroop* uyarınının sunumu ile birlikte bireyin cevap vermesi arasında geçen süreyi temsil etmektedir. *Stroop* görevli farklı akustik uyanlar arasında sert zemin ve sünger zeminde ortalama cevap süreleri Anova ile karşılaştırılmıştır. 3 grup arasında *Stroop* ortalama cevap süreleri açısından her iki koşulda da anlamlı farklılık elde edilmemiştir (Tablo 4.4.). Bu nedenle ikili grup analizi yapılmamıştır.

**Tablo 4.3.** Sert ve Sünger Zemin Koşullarında *Stroop* Görevli Postüral Salınım Hızı

Grup	Postüral Salınım Hızı (der/sn)				$p^a$
	Görevli Sert Zemin		Görevli Sünger Zemin		
	Medyan	%75 - %25	Medyan	%75 - %25	
<i>Kontrol</i>	0,26	0,36-0,16	0,32	0,33-0,26	<b>0,005*</b>
<i>Gürültü</i>	0,12	0,23-0,06	0,26	0,33-0,23	<b>0,002*</b>
<i>Müzik</i>	0,20	0,30-0,13	0,26	0,30-0,20	<b>0,046*</b>
$p^b$	<b>0,048*</b>		0,087		

ÇA: Çeyrekler Açıklığı;  $p^a$ : Wilcoxon Test;  $p^b$ : Kruskal Wallis Test; \* $p < 0,05$ : İstatistiksel olarak anlamlı

**Tablo 4.4.** *Stroop* Ortalama Cevap Süresi

Grup	<i>Stroop</i> Ortalama Cevap Süresi (sn)	
	Görevli Sert Zemin	Görevli Sünger Zemin
	Ort. $\pm$ SS	Ort. $\pm$ SS
<i>Kontrol</i>	1,31 $\pm$ 0,11	1,30 $\pm$ 0,12
<i>Gürültü</i>	1,26 $\pm$ 0,19	1,26 $\pm$ 0,16
<i>Müzik</i>	1,28 $\pm$ 0,13	1,29 $\pm$ 0,14
$p$	0,629	0,588

ÇA: Çeyrekler açıklığı;  $p < 0,05$ : İstatistiksel olarak anlamlı

## 5. TARTIŞMA

Bu çalışma, sağlıklı genç yetişkinlerde kognitif görev ile birlikte sunulan farklı akustik uyarılarda statik denge performansının incelenmesi amacıyla yüksek lisans tez çalışması olarak planlanmıştır.

Çalışmanın ilk hipotezi bilişsel görevin denge üzerinde bir etkisi olduğu yönünde kurulmuştur. Çalışmada uyumsuz uyarılardan oluşan *Stroop* görevinin gözler açık, sert zemin ve sünger zemin üzerinde postüral salınımı artırdığı gözlenmiştir. Bu durum bilişsel-motor etkileşimin gerçekleştiğini ve kognitif görevin motor fonksiyonu bozduğunu göstermektedir. İnhibisyon kontrol görevi sırasında sarf edilen bilişsel efor, doğrusal olmayan etkileşim modeline göre postüral salınımda meydana gelen bozulmayı (salınım hızının artması) açıklamaktadır (126). Öte yandan bu bulgu dış dikkatin bilişsel görev üzerinde korunduğunda otomatik süreçlerin postüral salınımı azalttığı “Kısıtlı Eylem Hipotezi” ile açıklanamamaktadır. Sağlıklı yetişkinlerle yapılan bilişsel-motor ikili görev çalışmalarında postüral stabilite değişikliklerine dair çelişkili bulgular sunulmuştur. Bazı çalışmalar postüral kontrolün bilişsel görev varlığında otomatik süreçlerin devreye girmesi ile daha başarılı sürdürüldüğünü öne sürmektedir (113-115). Bazı çalışmalar ise aynı anda gerçekleştirilen bilişsel-motor görev sırasında bilişsel kaynak rekabeti nedeniyle etkili olmayan postüral kontrol sürecini ortaya çıkarmıştır (141-144).

Bireylerin ikili görev performansları görev öncelikleri ile uyumlu olmaktadır. Melzer ve arkadaşları (141) tarafından *Stroop* test ile yapılan postürografik değerlendirmede hem yaşlı grupta hem de genç yetişkin grupta ikili görevin postüral salınımı arttırdığını göstermişlerdir. Genel anlamda bilişsel motor ikili görev çalışmalarında yaşlı bireyler önceliği postürün korunmasına verirken (145, 146) genç bireylerin önceliği bilişsel görev performansı olmaktadır (114). Mujdeci ve ark. (147) sağlıklı yetişkinlerin işitsel-görsel görev sırasında postüral performanslarını inceledikleri çalışmada benzer şekilde postüral salınımın arttığını gözlemlemişlerdir. Fakat bu artış nispeten kolay koşullar olan gözler açık sabit destek yüzeyi ve sabit görsel çevre, gözler kapalı sabit destek yüzeyi ve sabit görsel çevre, gözler açık sabit destek yüzeyi ve hareketli çevre, gözler açık salınım referanslı destek yüzeyi ve sabit görsel çevre olmak üzere 4 koşulda gerçekleşmiştir. Dengenin korunması için daha zor



koşullar olan gözler kapalı sallanma referanslı destek yüzeyi ve sabit görsel çevre, gözler açık sallanma referanslı destek yüzeyi ve hareketli çevre koşullarında ise bireylerin denge koruma öncelikleri sebebiyle bilişsel görev olmayan koşula yakın postüral salınım göstermişlerdir. Çalışmamızda hem gözler açık sert zemin hem de gözler açık sünger zemin koşullarında gerçekleştirilen *Stroop* görevinin postüral performansı artırması, sağlıklı genç yetişkinlerin nispeten kolay denge koşullarında bilişsel görev önceliğini göstermektedir. Bununla birlikte sünger zeminde proprioseptif bilgilerin etkisini kaybetmesi sert zemine göre daha fazla postüral salınımına sebep olmuştur. Henüz yeni bir model olan Bonnet ve Baudry'nin (127) "Sinerji Modeli"ne göre *Stroop* görevi sırasında postüral salınım azalmalı, dengeyi iyileştiren bu etki görev performansına yardımcı olmalıdır. Ancak bulgularımız bu model ile uyumlu elde edilmemiştir. Bulgular çalışmanın ilk hipotezini desteklemiş, bilişsel görevin postüral salınım üzerindeki olumsuz etkisini ortaya koymuştur.

Bu çalışmada Mozart müziği ve konuşma gürültüsü kullanılarak katılımcıların *Stroop* test üzerinde seçici ve sürdürülen dikkat becerilerinde değişiklik yaratmak ve bu etkinin postüral salınım yoluyla incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma için müzik ve gürültü tercihleri bilişsel görev için dikkat becerilerine etki edecek şekilde gerçekleştirilmiştir. Literatürde Mozart müziğinin bilişsel görevlere etkisinde tartışmalı bulgular ortaya konmuştur. Rauscher (102) 1993 yılında yaptığı çalışmada Mozart müziğinin uzamsal algı becerilerini geliştirdiği fikrini ortaya atmıştır. Ancak Steele (148) Rauscher ile aynı metodları kullanmasına rağmen aynı etkiyi elde edememiştir. Özellikle Mozart müziklerinin etkili olduğu düşünülen uzamsal algı becerilerine yönelik Raven Progresif Matrisler Testleri (149), "Revised Minnesota Paper Form Board Test" (104), Geriye Doğru Rakam Aralığı Görevi (150), Labirent testleri (151) gibi çeşitli testlerle değerlendirilmiştir. Fakat bu çalışmalarda müzik ve bilişsel görev ardışık olarak uygulanmış, klasik müziğin olumlu etkisi gösterilememiştir. Zhu ve arkadaşları (152) Mozart K.448 Sonatı'nın dinleme sırasında istemli ve istemsiz dikkat üzerindeki etkilerini olaya ilişkin potansiyeller yardımıyla sessizlik durumuna göre karşılaştırmışlardır. Görsel *odball* görevi ile gerçekleştirilen çalışmada dikkatin istemsiz yönleri üzerinde olaya ilişkin potansiyellerde seçici bir olumlu etki gözlenmiştir. Ancak bu etki davranışa yansımamıştır. Jaušovec ve Habe (153) Mozart'ın K. 448, Brahms'ın Macar dansı ve

Haydn'dan basitleştirilmiş bir bölüm ile olaya bağlı senkronizasyon ve desenkronizasyonu inceledikleri çalışmada Mozart sonatının dikkati ve uyanıklık seviyesini diğer bestecilerden önemli ölçüde daha fazla etkilediği bulunmuştur. Çalışmamızın başında *Stroop* testi sırasında sunulan Mozart müziğinin *Stroop* test üzerinde dikkati artıracığı ve istemli dikkatin bilişsel görev üzerinde sürdürülmesinin dengeyi iyileştireceği varsayılmıştır. Fakat istatistiksel analiz sonucunda müzik grubunun salınımı kontrol grubuna göre daha düşük çıksa da aralarında anlamlı bir fark elde edilememiştir. Ayrıca Mozart müziği sessiz ortam ile karşılaştırıldığında *Stroop* cevaplama süresinde de anlamlı bir etki elde edilememiştir. Kim (131) sessizlik durumu ile Mozart'ın olumlu duygular uyandıran müziği ve olumsuz duygular olan Rock müziğinin *Stroop* performansı üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Olumsuzlukla eşleştirilen Rock müziğinin *Stroop* doğruluğunu azalttığını, olumlu duygularla eşleştirilen Mozart müziğinin ise *Stroop* cevap doğruluğunu artırdığını tespit ederek müziğin bilişsel görevlerde uyarılma-ruh hali hipotezini desteklemiştir. Çalışmamızda cevap doğruluğu bir değerlendirme parametresi olarak alınmamış, *Stroop* performansı yalnızca ortalama cevaplama süresi ile değerlendirilmiştir. Çalışmamızın bulguları uyarılma-ruh hali hipotezini desteklememektedir. Mozart müziği sessizlik durumuna göre *Stroop* performansı üzerinde anlamlı bir etki göstermemiştir. Dolayısıyla müzikli ikili görevde postüral salınım performansı ile sessiz ikili görevde postüral salınım arasında da anlamlı bir fark elde edilememiştir. Bulgularımız bilişsel görev sırasında müzik uyarınının statik denge performansına etkisi olmadığını ortaya koymuştur. Çalışmamızın ikinci hipotezi reddedilmiştir.

Bulgularımız gürültülü ortamda gerçekleştirilen bilişsel görevin postüral salınımı azalttığını göstermiştir. Sörqvist (154) gürültünün bilişsel performans üzerindeki etkilerine yönelik yapılan çalışmalarda gürültü ve görev seçiminin uyumlu ve günlük hayata genellenebilir olmasına, görevlerin olabildiğince günlük hayatta sürdürülen ve karmaşık görevler olarak seçilmesine dikkat çekmiştir. Ayrıca sonuçların bilişsel yetenekleri değil performans değişikliklerinin incelenmesi şeklinde yapılması ve performans düşüşlerinin gürültüden mi yoksa görev zorluğundan mı kaynaklandığının tespit edilmesi gerektiğini belirtmektedir. Çalışmamızda arka plan olarak çok konuşmacılı gürültünün kullanılması çalışmayı günlük hayat koşullarına yakınlaştırmıştır. Bununla birlikte gürültülü ortamda uygulanan bilişsel görevin sessiz

ortam ile karşılaştırılması, gürültünün görev üzerindeki etkilerini temsil etmiştir. *Stroop* görevi ise günlük hayatta bireylerin dikkat dağıtıcı unsurları göz ardı ederken belirli yönlere odaklanmaları gereken gerçek yaşam durumlarına benzemektedir. Bu test ile sıklıkla kullandığımız bilişsel esneklik, seçici dikkat, odaklanmış dikkat, inhibitör kontrol gibi çeşitli yürütücü işlevler değerlendirilmektedir (95). Bulgularımız Schlittmeier ve ark. (12) 60 dBA'lık konuşma gürültüsü ile trafik gürültüsü sırasında *Stroop* performansını inceledikleri çalışmadan farklı olarak 7 dB SNR'de *multitalker babble* gürültü *Stroop* test performansı üzerinde anlamlı bir etki gösterememiştir. Fakat gürültülü ortamda bilişsel görev esnasında postüral salınım hızı sessiz ortama göre anlamlı derecede azalmıştır. Chajut ve Algom (155) çevresel bir stres faktörü varlığında seçici dikkatin arttığını öne sürmüşlerdir. Fakat Starcke ve ark. (156) stres faktörünün *Stroop* test performansını ve yürütücü işlevleri olumsuz etkilediğini göstermişlerdir. Ayrıca Ishikawa (157) tarafından çok konuşmacılı gürültünün farklı gürültü çeşitlerine göre daha yüksek bilişsel talebe neden olduğu gösterilmiştir. Çalışmamızda gürültünün neden olduğu stres bilişsel görev performansında anlamlı bir değişikliğe yol açmazken postüral salınımda gözlenen azalma Kısıtlı Eylem Hipotezinde bahsedilen otomatik süreçlerin denge kontrolü üzerinde daha aktif rol almasına bağlı gerçekleşmiş olabilir. Bu durumda hem bilişsel görev hem de katılımcıların anadilinde oluşturulan çok konuşmacılı gürültü sebebiyle artan bilişsel talep sonucunda postüral kontrol otomatik süreçlere devredilmiştir. Nitekim bu etki yalnızca gürültülü ortam için geçerli olmuştur. Gürültülü ortam ve müzikli ortamda ikili görevin postüral salınımına olan etkileri arasında anlamlı bir fark elde edilememiştir. Bulgularımız bilişsel görev sırasında gürültü uyarısının postüral salınımı azaltarak statik denge performansını olumlu yönde etkilediğini ortaya koymuştur. Çalışmanın üçüncü hipotezi kabul edilmiştir. Ancak gürültü ve müzik gruplarının bilişsel görev sırasında postüral salınımları açısından önemli bir fark bulunamamış ve çalışmanın son hipotezi reddedilmiştir.

Dent ve ark. (158) sanal gerçeklik ile oluşturulmuş günlük yaşama uygun görsel ortamda Mozart Jupiter bestesinin modifiye edilmiş durumlarını ve değiştirilmemiş besteyi kullanarak postüral salınımı incelemişlerdir. Yaşları 18-35 yaş arasında değişen 28 sağlıklı katılımcı ile yapılan çalışmada değiştirilmemiş beste ile kontrol grubu arasında postüral salınım hızları açısından anlamlı bir fark

edilememiştir. Bu bulgu Forti ve ark. (6) diğer müzik türlerine kıyasla Jupiter bestesinde benzer yaş aralığında sağlıklı yetişkinlerde gözlenen stabilometrik verilerin değişmediği bulgusu ile tutarlıdır. Ancak Forti ve ark. salınım hızı yerine salınım uzunluğu, vücut salınım yüzeyi ve yüzey fonksiyonu uzunluğu gibi salınımın meydana getirdiği denge noktasına uzaklık ve alan ölçümlerini değerlendirmişlerdir. Ben Waer ve ark. (8) 50-55 yaş aralığında 26 sağlıklı kadın katılımcı ile yaptıkları çalışmada mCTSIB dört koşulunda Jüpiter bestesinin etkilerini değerlendirmiştir. Sağlıklı genç yetişkinlerle yapılan çalışmaların aksine orta yaş grubu kadın katılımcıların gözler açık sert zemin ve gözler kapalı sünger zemin koşullarında postüral salınımlarının anlamlı derecede azaldığını göstermişlerdir. Helfer ve ark. (159) yaş ortalamaları 21 olan genç grup ve yaş ortalamaları 54 olan orta yaş grubunun, 67 dBA'da -3 dB SNR'de gürültüde konuşmayı anlama değerlendirmesi sırasında piezo-elektrik kuvvet platformu üzerinde ağırlık merkezi hizalama performanslarını değerlendirmişlerdir. Çalışmada genç katılımcıların postüral kontrolünde herhangi anlamlı bir değişim gözlenmemiştir. Carr ve ark. (9) gerçek hayat koşulları oluşturulmuş sanal gerçeklik ortamında programın 52 dB SPL ortam gürültüsüne ek olarak farklı ses seviyelerinde farklı zorluklarda dikotik dijit görevi gerçekleştirmişlerdir. Genç ve yaşlı katılımcıların yer aldığı çalışmada dikotik dijit görevi sırasında gözler açık veya kapalı, ayakta dik duruş veya oturma sırasında ağırlık merkezi değişiklikleri yol uzunluğu parametresi ile değerlendirilmiştir. Çalışmada artan görev zorluğunun postüral performans üzerindeki etkisi sağlıklı genç yetişkinlerde daha belirgin olmuş, ağırlık merkezi değişkenliğini artırmıştır. Bu çalışmalar konuşma uyaranları ile yapılan ikili görevin postüral salınımına etkisini göstermektedir. Ancak literatürde konuşma uyaranlarının birincil görev yerine arka plan gürültüsü olarak kullanıldığı bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle sağlıklı genç yetişkinler ile yapılan bu çalışmamızda müzik ve gürültünün denge üzerindeki direkt etkileri yok sayılarak dikkat unsurları yoluyla indirekt etkileri tartışılmıştır.

Değerlendirme aşamasından önce katılımcılara platform üzerinde ayak yerleşimlerini bozmayacak şekilde dik durmaları talimatı verilmiştir. Değerlendirme sırasında katılımcıların *Stroop* uyaranlarını cevaplamaya çalışırken hareket etme eğilimleri açıkça gözlenmiştir. Postüral salınımda meydana gelen anlamlı artışa rağmen katılımcıların denge skorları normal sınırlarda elde edilmiştir. Postüral

salınımın artması her zaman denge sorunlarına işaret etmeyebilir. Özellikle yaşlı bireylerde postüral kontrolde bozulma düşme tehlikesini artırmaktadır (160). Ancak sağlıklı genç yetişkinlerde statik postüral parametreler ile dinamik denge arasında ilişki bulunamamıştır (161). Bu nedenle bu çalışmanın bulguları ile sağlıklı yetişkinlerde bilişsel görev sırasında maruz kalınan özellikle gürültü uyaranının neden olduğu postüral salınımda azalmanın dinamik koşullara da yansiyarak dengeyi olumlu etkileyeceği söylenememektedir.

### **Çalışmanın Limitasyonları ve Güçlü Yönleri**

Literatürdeki çalışmalar, çalışmamızda yer alan 3 parametrenin ikili kombinasyonları şeklinde gerçekleştirilmiştir. Ancak bu çalışma, ikili göreve etki eden akustik müdahale ile yapılan ilk çalışma özelliğini taşımaktadır. Çalışmada dinamik koşulların değerlendirilmemesi sonuçların günlük hayata genellenmesi açısından bir limitasyon oluşturmaktadır. Ayrıca çalışmada yalnızca bilişsel eforun sağlanması amacıyla *Stroop* testinin belirli bir bölümünün uygulanması, testin yorumlanmasında da kısıtlamalara sebep olmuştur.

Kullanılan akustik uyaran çeşitliliğinin sınırlı olması çalışmamızın limitasyonlarından bir diğeridir. Ayrıca literatürde rahat dinleme seviyesinde sunulan akustik uyaranların postüral salınım üzerindeki etkileri tartışmalı olduğundan çalışmamızda akustik uyaranların dikkat ve çeşitli yürütücü beceriler üzerindeki etkileri dikkate alınmıştır.

Çalışmamız günlük hayatta gerçekleştirdiğimiz çok görevli durumlarda akustik uyaranların önemini araştıran ilk çalışma olma niteliğindedir. İlerleyen çalışmalarda akustik uyaran çeşitliliğinin artırılması ve değerlendirme koşullarının günlük hayat koşullarına yakınlaştırılması ile daha fazla bilgi elde edilebilecektir.

## 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada sağlıklı genç yetişkinlerde *Stroop* görevi ile eş zamanlı sunulan müzik ve gürültü uyaranlarının statik denge performansına etkileri incelenmiştir. Çalışma kapsamında yaşları 19-24 arasında değişen 54 katılımcı yaş ve cinsiyet bakımından eşleşen 3 gruba ayrılmıştır. Gruplara sırasıyla sessiz ortamda, Mozart Jupiter bestesi eşliğinde ve *Multitalker Babble* gürültü eşliğinde *Stroop* test uygulanmış, gözler açık sert zemin ve gözler açık sünger zemin üzerinde postüral salınımları değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonuçları aşağıda sunulmuştur:

1. Sağlıklı genç yetişkinlerde *Stroop* uyumsuz uyaranlarının sebep olduğu bilişsel talep postüral salınımı artırmıştır.
2. Sert zemin ve sünger zemin üzerinde *Stroop* test uygulamasında, propriosepsiyon bilgilerinin değişmesi her üç koşulda da *Stroop* performansını etkilememiştir. Ancak her üç koşulda da sünger zemin üzerinde postüral salınım hızı sert zeminde elde edilen potüral salınım hızından daha yüksektir.
3. Literatürde çokça tartışılan Mozart etkisi çalışmamızda *Stroop* performansı ile gösterilememiş olup *Stroop* test performansı üzerinde anlamlı olumlu etkiye rastlanmamıştır.
4. Mozart müziği sırasında bilişsel görevin yerine getirilmesi sessizlik durumuyla karşılaştırıldığında postüral salınım açısından bir fark oluşturmamıştır.
5. Özellikle günlük hayatta sıklıkla karşılaşılan konuşma gürültüsünü temsilen, 7 dB SNR'de sunulan *Multitalker Babble* gürültüsü katılımcıların *Stroop* performansını değiştirmemiştir.
6. Gürültülü ortamda gerçekleştirilen bilişsel görev durumunda postüral salınım hızı sessiz ortam ile karşılaştırıldığında anlamlı derecede azalmıştır.
7. Gürültünün neden olduğu yürütücü işlevlerdeki değişiklikler *Stroop* görev performansını değiştirmemekle birlikte postüral salınımına direkt olarak yansımıştır.
8. Bilişsel görev ile eş zamanlı sunulan müzik ve gürültü uyaranlarının postüral etkileri karşılaştırıldığında postüral salınım üzerinde anlamlı bir farklılık elde edilmemiştir.

Bu çalışmada ikili görev sırasında sağlıklı genç yetişkinlerde denge kaybı olmaksızın postüral salınımın arttığı gözlemlenmiştir. Rahat dinleme seviyesinde

sunulan konuşma gürültüsünün katılımcılar tarafından bir stres faktörü olarak kabul edilmiş olabileceği ve bu durumun katılımcıların önceliklerini denge kontrolüne vermelerine sebep olduğunu göstermektedir. Bilişsel performansın değişmemesi ise kapasite sınırlarının aşılmamasına bağlanabilir. Bu çalışma günlük hayatta karşılaşılan durumlarda duyu sistemlerinin birbirleri ile ilişkilerinin denge mekanizmasına etkileri konusunda dikkat çekerek literatüre katkı sağlamıştır.

Çalışmada örneklem büyüklüğü güç analizi ile belirlenmiş olup minimum katılımcı sayısının üzerinde katılımcı dahil edilmiştir. Ancak istatistiksel olarak anlamlı elde edilemeyen durumlarda katılımcı sayısının artırılmasının sonuçları etkileyebileceği düşünülmüştür.

Günlük hayatta çoğu zaman birden fazla görevi yerine getirmek zorunda olduğumuz ve farklı akustik uyaranlara maruz kaldığımız düşünüldüğünde çoklu görev çalışmaları farklı değişkenlerin günlük hayata etkilerini incelemek için etkili bir yöntem olmaktadır. İkili görevler şeklinde yapılan çalışmalar aynı zamanda çeşitli hastalık gruplarında rehabilitasyon programları geliştirmek için de kullanılmaktadır. Sonraki çalışmalarda birden fazla duyu sisteminin dahil edilmesi, akustik uyaran çeşitliliğinin artırılması ve günlük hayattan dinamik koşulların değerlendirmelere eklenmesi önerilmektedir. Sağlıklı bireyler ile veya çeşitli hasta grupları ile yapılan çalışmalar, bulguların günlük hayata genellenebilmesine ve yeni rehabilitasyon yöntemlerinin gelişmesine katkı sağlayacaktır.

## 7. KAYNAKLAR

1. Goldberg JM, Fernandez C. The vestibular system. Handbook of physiology. 1984;3:977-1021.
2. Park SH, Lee K, Lockhart T, Kim S. Effects of Sound on Postural Stability during Quiet Standing. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation. 2011;8(1):67.
3. Schmidt RA, Lee TD, Winstein C, Wulf G, Zelaznik HN. Motor control and learning: A behavioral emphasis: Human kinetics; 2018.
4. Woollacott M, Shumway-Cook A. Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. Gait Posture. 2002;16(1):1-14.
5. Pellecchia GL. Dual-task training reduces impact of cognitive task on postural sway. J Mot Behav. 2005;37(3):239-46.
6. Forti S, Filipponi E, Di Berardino F, Barozzi S, Cesarani A. The influence of music on static posturography. J Vestib Res. 2010;20(5):351-6.
7. Dent S, Burger K, Stevens S, Smith BD, Streepey JW. The Effect of Music on Body Sway When Standing in a Moving Virtual Environment. Plos One. 2021.
8. Waer FB, Sahli S, Alexe CI, Man MC, Alexe DI, Burchel LO. The Effects of Listening to Music on Postural Balance in Middle-Aged Women. Sensors (Basel). 2023;24(1).
9. Carr S, Pichora-Fuller MK, Li KZH, Campos JL. Effects of age on listening and postural control during realistic multi-tasking conditions. Hum Mov Sci. 2020;73:102664.
10. Thompson WF, Schellenberg EG, Husain G. Arousal, mood, and the Mozart effect. Psychol Sci. 2001;12(3):248-51.
11. Lin CC. Effect of noise intensity and illumination intensity on visual performance. Percept Mot Skills. 2014;119(2):441-54.
12. Schlittmeier SJ, Feil A, Liebl A, Hellbr Ck JR. The impact of road traffic noise on cognitive performance in attention-based tasks depends on noise level even within moderate-level ranges. Noise Health. 2015;17(76):148-57.
13. Seiwert I. Interaction of Hearing and Balance. Laryngorhinootologie. 2023;102(S 01):S35-S49.
14. Herdman SJ, Clendaniel R. Vestibular rehabilitation. FA Davis; 2014.
15. Khan S, Chang R. Anatomy of the vestibular system: a review. NeuroRehabilitation. 2013;32(3):437-43.
16. Cullen KE. Internal models of self-motion: neural computations by the vestibular cerebellum. Trends Neurosci. 2023;46(11):986-1002.
17. Gagey PM, Baron JB, Ushio N. [Introduction to clinical posturology]. Agressologie. 1980;21(E):119-23.
18. Alexandrov AV, Frolov AA, Horak FB, Carlson-Kuhta P, Park S. Feedback equilibrium control during human standing. Biol Cybern. 2005;93(5):309-22.
19. Peterka RJ. Sensorimotor integration in human postural control. J Neurophysiol. 2002;88(3):1097-118.



20. Winter DA, Patla AE, Prince F, Ishac M, Giello-Perczak K. Stiffness control of balance in quiet standing. *J Neurophysiol.* 1998;80(3):1211-21.
21. Roceanu A, Capris G, Bajenaru O. Balance assessment using computerized static posturography. *Romanian Journal of Neurology.* 2014;13(1):23-30.
22. Pollock AS, Durward BR, Rowe PJ, Paul JP. What is balance? *Clin Rehabil.* 2000;14(4):402-6.
23. Romberg MH, Sieveking EH. A manual of the nervous diseases of man. London: Printed for the Sydenham Society; 1853. Available from: <http://books.google.com/books?id=RygJAAAAIAAJ>.
24. Berg K, Norman KE. Functional assessment of balance and gait. *Clin Geriatr Med.* 1996;12(4):705-23.
25. Browne JE, O'Hare NJ. Review of the Different Methods for Assessing Standing Balance. *Physiotherapy.* 2001;87(9):489-95.
26. Baydan M, Yilmaz S. Denge testleri. *Ankara Sağlık Bilimleri Dergisi.* 2018;7(2):70-6.
27. Mancini M, Horak FB. The relevance of clinical balance assessment tools to differentiate balance deficits. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2010;46(2):239-48.
28. Inc NI. Balance Master operator's manual. . Clackamas: NeuroCom International Inc; 2002.
29. Hunter S, Divine A, Madou E, Omaña H, Johnson AM, Holmes JD, et al. Executive Function as a Mediating Factor Between Visual Acuity and Postural Stability in Cognitively Healthy Adults and Adults With Alzheimer's Dementia. *Archives of Gerontology and Geriatrics.* 2020.
30. Leonard RL, Sweeney JK, Damiano DL, Bjornson K, Ries JD. Effects of Orthoses on Standing Postural Control and Muscle Activity in Children With Cerebral Palsy. *Pediatric Physical Therapy.* 2021.
31. Mullin RL, Smith R, Wood S, Swampillai A, Afridi S. Reliability of functional outcome measures in adults with neurofibromatosis 2. *SAGE Open Med.* 2022;10:20503121221118996.
32. Imhoff S, Fait P, Carrier-Toutant F, Boulard G. Efficiency of an Active Rehabilitation Intervention in a Slow-to-Recover Paediatric Population Following Mild Traumatic Brain Injury: A Pilot Study. *Journal of Sports Medicine.* 2016.
33. Cabrera-Martos I, Jiménez-Martín AT, López-López L, Rodríguez-Torres J, Ortiz-Rubio A, Valenza MC. Effects of a Core Stabilization Training Program on Balance Ability in Persons With Parkinson's Disease: A Randomized Controlled Trial. *Clinical Rehabilitation.* 2020.
34. Cohen H, Blatchly CA, Gombash LL. A study of the clinical test of sensory interaction and balance. *Phys Ther.* 1993;73(6):346-51; discussion 51-4.
35. Hageman PA, Leibowitz JM, Blanke D. Age and gender effects on postural control measures. *Arch Phys Med Rehabil.* 1995;76(10):961-5.
36. Scoppa F, Gallamini M, Belloni G, Messina G. Clinical stabilometry standardization: Feet position in the static stabilometric assessment of postural stability. *Acta Medica Mediterranea.* 2017;33.

37. Tullio P. Das Ohr und die Entstehung der Sprache und Schrift. [The ear and the origin of language and writing.]. Oxford, England: Urban & Schwarzenberg; 1929. xi, 460-xi, p.
38. Békésy Gv. Über akustische Reizung des Vestibularapparates. Pflüger's Archiv für die gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere. 1935;236(1):59-76.
39. Bickford RG, Jacobson JL, Cody D, Thane R. Nature of average evoked potentials to sound and other stimuli in man. Annals of the New York Academy of Sciences. 1964;112(1):204-18.
40. Townsend GL, Cody DT. The averaged inion response evoked by acoustic stimulation: its relation to the saccule. Ann Otol Rhinol Laryngol. 1971;80(1):121-31.
41. Colebatch JG, Halmagyi GM, Skuse NF. Myogenic potentials generated by a click-evoked vestibulocollic reflex. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 1994;57(2):190-7.
42. Watson SRD, Colebatch JG. Vestibular-evoked electromyographic responses in soleus: a comparison between click and galvanic stimulation. Experimental Brain Research. 1998;119(4):504-10.
43. Son GM, Blouin JS, Inglis JT. Short-duration galvanic vestibular stimulation evokes prolonged balance responses. J Appl Physiol (1985). 2008;105(4):1210-7.
44. Halmagyi GM, Curthoys IS, Colebatch JG, Aw ST. Vestibular responses to sound. Ann N Y Acad Sci. 2005;1039:54-67.
45. Kanegaonkar RG, Amin K, Clarke M. The contribution of hearing to normal balance. J Laryngol Otol. 2012;126(10):984-8.
46. Park SH, Lee K, Lockhart T, Kim S. Effects of sound on postural stability during quiet standing. J Neuroeng Rehabil. 2011;8:67.
47. Vitkovic J, Le C, Lee SL, Clark RA. The Contribution of Hearing and Hearing Loss to Balance Control. Audiol Neurootol. 2016;21(4):195-202.
48. Negahban H, Bavarsad Cheshmeh Ali M, Nassadj G. Effect of hearing aids on static balance function in elderly with hearing loss. Gait Posture. 2017;58:126-9.
49. Gandemer L, Parseihian G, Kronland-Martinet R, Bourdin C. Spatial Cues Provided by Sound Improve Postural Stabilization: Evidence of a Spatial Auditory Map? Front Neurosci. 2017;11:357.
50. Singla S, Dempsey C, Warren R, Enikolopov AG, Sawtell NB. A cerebellum-like circuit in the auditory system cancels responses to self-generated sounds. Nature Neuroscience. 2017;20(7):943-50.
51. Todd NP, Lee CS, O'Boyle DJ. A sensorimotor theory of temporal tracking and beat induction. Psychol Res. 2002;66(1):26-39.
52. Molinari M, Leggio MG, De Martin M, Cerasa A, Thaut M. Neurobiology of rhythmic motor entrainment. Ann N Y Acad Sci. 2003;999:313-21.
53. Schlack A, Sterbing-D'Angelo SJ, Hartung K, Hoffmann KP, Bremmer F. Multisensory space representations in the macaque ventral intraparietal area. J Neurosci. 2005;25(18):4616-25.
54. Bremmer F. Navigation in space--the role of the macaque ventral intraparietal area. J Physiol. 2005;566(Pt 1):29-35.

55. Dowling WJ, Harwood DL. 7 - Rhythm and the Organization of Time. In: Dowling WJ, Harwood DL, editors. *Music Cognition*. San Diego: Academic Press; 1986. p. 178-201.
56. Lemán M. *Embodied Music Cognition and Mediation Technology* 2007.
57. Todd NPM. Vestibular Feedback in Musical Performance: Response to "Somatosensory Feedback in Musical Performance" (Edited by Sundberg and Verrillo). *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*. 1993;10(3):379-82.
58. Trevarthen C. Musicality and the intrinsic motive pulse: evidence from human psychobiology and infant communication. *Musicae Scientiae*. 1999;3(1\_suppl):155-215.
59. McAngus Todd NP, O'Boyle DJ, Lee CS. A sensory-motor theory of rhythm, time perception and beat induction. *Journal of New Music Research*. 1999;28(1):5-28.
60. Janata P, Tomic ST, Haberman JM. Sensorimotor coupling in music and the psychology of the groove. *J Exp Psychol Gen*. 2012;141(1):54-75.
61. Madison G. Experiencing Groove Induced by Music: Consistency and Phenomenology. *Music Perception*. 2006;24(2):201-8.
62. Senn O, Kilchenmann L. The effect of microtiming on body movement behavior when listening to swing or funk music 2015.
63. Trainor LJ, Gao X, Lei JJ, Lehtovaara K, Harris LR. The primal role of the vestibular system in determining musical rhythm. *Cortex*. 2009;45(1):35-43.
64. Hartmann W. *Acoustic Signal Processing*. Springer New York; 2007. p. 503-30.
65. Reybrouck M, Podlipniak P, Welch D. Music and Noise: Same or Different? What Our Body Tells Us. *Front Psychol*. 2019;10:1153.
66. Blumenthal TD, Cuthbert BN, Filion DL, Hackley S, Lipp OV, van Boxtel A. Committee report: Guidelines for human startle eyeblink electromyographic studies. *Psychophysiology*. 2005;42(1):1-15.
67. Bartczyk M, Suchanowski A, Woldanska-Okonska M. [Stochastic resonance method in physiotherapy - a review of the literature]. *Wiad Lek*. 2019;72(7):1364-70.
68. Priplata A, Niemi J, Salen M, Harry J, Lipsitz LA, Collins JJ. Noise-enhanced human balance control. *Phys Rev Lett*. 2002;89(23):238101.
69. Ross JM, Will OJ, McGann Z, Balasubramaniam R. Auditory white noise reduces age-related fluctuations in balance. *Neurosci Lett*. 2016;630:216-21.
70. Carey S, Ross JM, Balasubramaniam R. Auditory, tactile, and multimodal noise reduce balance variability. *Exp Brain Res*. 2023;241(5):1241-9.
71. Karmali F, Goodworth AD, Valko Y, Leeder T, Peterka RJ, Merfeld DM. The role of vestibular cues in postural sway. *Journal of Neurophysiology*. 2021;125(2):672-86.
72. Barkley RA. *Executive functions: What they are, how they work, and why they evolved*. New York, NY, US: The Guilford Press; 2012. xi, 244-xi, p.
73. Katsuki F, Constantinidis C. Bottom-up and top-down attention: different processes and overlapping neural systems. *Neuroscientist*. 2014;20(5):509-21.
74. James W. *The principles of psychology*. New York: Dover; 1890.
75. Parasuraman R. *The attentive brain*: Mit Press; 2000.

76. Fiebelkorn IC, Kastner S. Functional Specialization in the Attention Network. *Annu Rev Psychol.* 2020;71:221-49.
77. Fan J, Gu X, Guise KG, Liu X, Fossella J, Wang H, et al. Testing the behavioral interaction and integration of attentional networks. *Brain Cogn.* 2009;70(2):209-20.
78. Callejas A, Lupiáñez J, Tudela Po. The three attentional networks: On their independence and interactions. *Brain and Cognition.* 2004;54(3):225-7.
79. Posner MI, Rothbart MK. Research on attention networks as a model for the integration of psychological science. *Annu Rev Psychol.* 2007;58:1-23.
80. Petersen SE, Posner MI. The attention system of the human brain: 20 years after. *Annu Rev Neurosci.* 2012;35:73-89.
81. Sohlberg MM, Mateer CA. Cognitive rehabilitation: An integrative neuropsychological approach. New York, NY, US: Guilford Press; 2001. xix, 492-xix, p.
82. Nejati V. Attention. In: Nejati V, editor. *Principles of cognitive rehabilitation* Elsevier; 2022. p. 13-7.
83. Prinzmetal W, Zvinyatskovskiy A, Gutierrez P, Dilem L. Voluntary and Involuntary Attention Have Different Consequences: The Effect of Perceptual Difficulty. *Quarterly Journal of Experimental Psychology.* 2009.
84. Han SW, Marois R. The effects of stimulus-driven competition and task set on involuntary attention. *J Vis.* 2014;14(7).
85. Pestilli F, Carrasco M. Attention enhances contrast sensitivity at cued and impairs it at uncued locations. *Vision research.* 2005;45(14):1867-75.
86. Barbot A, Landy MS, Carrasco M. Exogenous attention enhances 2nd-order contrast sensitivity. *Vision Res.* 2011;51(9):1086-98.
87. Barbot A, Landy MS, Carrasco M. Differential effects of exogenous and endogenous attention on second-order texture contrast sensitivity. *J Vis.* 2012;12(8).
88. Anderson B, Druker M. Attention improves perceptual quality. *Psychon Bull Rev.* 2013;20(1):120-7.
89. Prinzmetal W, McCool C, Park S. Attention: reaction time and accuracy reveal different mechanisms. *J Exp Psychol Gen.* 2005;134(1):73-92.
90. Prinzmetal W, Park S, Garrett R. Involuntary attention and identification accuracy. *Percept Psychophys.* 2005;67(8):1344-53.
91. Cattell JM. The Time It Takes To See And Name Objects. *Mind.* 1886;os-XI(41):63-5.
92. Stroop JR. Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology.* 1935;18(6):643-62.
93. Scarpina F, Tagini S. The Stroop Color and Word Test. *Front Psychol.* 2017;8:557.
94. Dyer FN. The Stroop phenomenon and its use in the study of perceptual, cognitive, and response processes. *Mem Cognit.* 1973;1(2):106-20.
95. Stuss DT, Benson DF. Neuropsychological studies of the frontal lobes. *Psychol Bull.* 1984;95(1):3-28.

96. Karakaş S, Erdoğan E, Sak L, Soysal AŞ, Ulusoy T, Ulusoy İY, et al. Stroop Testi TBAG Formu: Türk kültürüne standardizasyon çalışmaları, güvenilirlik ve geçerlik. *Klinik Psikiyatri*. 1999;2(2):75-88.
97. Clark C, Crumpler C, Notley H. Evidence for Environmental Noise Effects on Health for the United Kingdom Policy Context: A Systematic Review of the Effects of Environmental Noise on Mental Health, Wellbeing, Quality of Life, Cancer, Dementia, Birth, Reproductive Outcomes, and Cognition. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020;17(2):393.
98. Szalma J, Hancock P. A Meta-Analytic Review of the Effects of Noise on Performance: Moderating Effects of Task and Noise Characteristics 2010.
99. Liu T, Lin C-C, Huang K-C, Chen Y-C. Effects of noise type, noise intensity, and illumination intensity on reading performance. *Applied Acoustics*. 2017;120:70-4.
100. Haapakangas A, Kankkunen E, Hongisto V, Virjonen P, Oliva D, Keskinen E. Effects of Five Speech Masking Sounds on Performance and Acoustic Satisfaction. Implications for Open-Plan Offices. *Acta Acustica United With Acustica*. 2011.
101. Henderson RK, Snyder HR, Gupta T, Banich MT. When Does Stress Help or Harm? The Effects of Stress Controllability and Subjective Stress Response on Stroop Performance. *Frontiers in Psychology*. 2012;3.
102. Rauscher FH, Shaw GL, Ky KN. Music and spatial task performance. *Nature*. 1993;365(6447):611.
103. Schellenberg E. Cognitive Performance After Listening to Music: A Review of the Mozart Effect. 2012. p. 324-38.
104. Carstens CB, Huskins E, Hounshell GW. Listening to Mozart may not enhance performance on the revised Minnesota Paper Form Board Test. *Psychol Rep*. 1995;77(1):111-4.
105. Lopez C, Blanke O. The thalamocortical vestibular system in animals and humans. *Brain Res Rev*. 2011;67(1-2):119-46.
106. Goldberg JM, Wilson V, Cullen K, Angelaki D, Broussard D, Büttner-Ennever J, et al. Neuroanatomy of Central Vestibular Pathways. In: Goldberg JM, editor. *The Vestibular System A Sixth Sense* 2012. p. 136-90.
107. Özkul Ç. Vestibüler Sistem ve Bilişsel Fonksiyonlar. SAĞLIK BİLİMLERİNDE MULTİDİSİPLİNER ARAŞTIRMALAR [Internet]. 2020; 3:[561-74 pp.].
108. Smith L, Wilkinson D, Bodani M, Bicknell R, Surenthiran SS. Short-term memory impairment in vestibular patients can arise independently of psychiatric impairment, fatigue, and sleeplessness. *J Neuropsychol*. 2019;13(3):417-31.
109. Smith LJ, Wilkinson D, Bodani M, Surenthiran SS. Cognition in vestibular disorders: state of the field, challenges, and priorities for the future. *Front Neurol*. 2024;15:1159174.
110. Eraslan Boz H, Kırkım G, Koçoğlu K, Çakır Çetin A, Akkoyun M, Güneri EA, et al. Cognitive function in Meniere's disease. *Psychology, Health & Medicine*. 2023;28(4):1076-86.
111. Bigelow RT, Agrawal Y. Vestibular involvement in cognition: Visuospatial ability, attention, executive function, and memory. *J Vestib Res*. 2015;25(2):73-89.

112. Bayot M, Dujardin K, Tard C, Defebvre L, Bonnet CT, Allart E, et al. The interaction between cognition and motor control: A theoretical framework for dual-task interference effects on posture, gait initiation, gait and turning. *Neurophysiologie Clinique*. 2018;48(6):361-75.
113. 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.
114. Prado JM, Stoffregen TA, Duarte M. Postural sway during dual tasks in young and elderly adults. *Gerontology*. 2007;53(5):274-81.
115. 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.
116. Wulf G, McNevin N, Shea CH. The automaticity of complex motor skill learning as a function of attentional focus. *Q J Exp Psychol A*. 2001;54(4):1143-54.
117. Tombu M, Jolicoeur P. Testing the predictions of the central capacity sharing model. *J Exp Psychol Hum Percept Perform*. 2005;31(4):790-802.
118. Strobach T, Torsten S. Mechanisms of Practice-Related Reductions of Dual-Task Interference with Simple Tasks: Data and Theory. *Adv Cogn Psychol*. 2017;13(1):28-41.
119. Nascimbeni A, Gaffuri A, Penno A, Tavoni M. Dual task interference during gait in patients with unilateral vestibular disorders. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*. 2010;7(1):47.
120. Benjamin RS, Cushing SL, Blakeman AW, Campos JL, Papsin BC, Gordon KA. Effects of the BalanCI on Working Memory and Balance in Children and Young Adults With Cochleovestibular Dysfunction. *Ear Hear*. 2024;45(2):378-89.
121. Navon D, Miller J. Role of outcome conflict in dual-task interference. *J Exp Psychol Hum Percept Perform*. 1987;13(3):435-48.
122. Ebersbach G, Dimitrijevic MR, Poewe W. Influence of concurrent tasks on gait: a dual-task approach. *Percept Mot Skills*. 1995;81(1):107-13.
123. Maylor EA, Wing AM. Age differences in postural stability are increased by additional cognitive demands. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci*. 1996;51(3):P143-54.
124. Hamacher D, Herold F, Wiegel P, Hamacher D, Schega L. Brain activity during walking: A systematic review. *Neurosci Biobehav Rev*. 2015;57:310-27.
125. Tard C, Dujardin K, Bourriez JL, Derambure P, Defebvre L, Delval A. Stimulus-driven attention modulates the release of anticipatory postural adjustments during step initiation. *Neuroscience*. 2013;247:25-34.
126. Lacour M, Bernard-Demanze L, Dumitrescu M. Posture control, aging, and attention resources: models and posture-analysis methods. *Neurophysiol Clin*. 2008;38(6):411-21.
127. Bonnet CT, Baudry S. A functional synergistic model to explain postural control during precise visual tasks. *Gait Posture*. 2016;50:120-5.
128. Clark JG. Uses and abuses of hearing loss classification. *ASHA*. 1981;23(7):493-500.
129. Jacobson GP, Newman CW. The development of the Dizziness Handicap Inventory. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 1990;116(4):424-7.

130. Waer FB, Sahli S, Alexe CI, Man MC, Alexe DI, Burchel LO. Effects of Listening to Music on Postural Balance in Middle-Aged Women. 2023.
131. Kim A. The effect of music on accuracy in the Stroop test. *Psychol Schools*. 2022;59(8):1511-20.
132. Lyberg-Åhlander V, Holm L, Kastberg T, Haake M, Brännström KJ, Sahlén B. Are children with stronger cognitive capacity more or less disturbed by classroom noise and dysphonic teachers? *Int J Speech-Lang Pa*. 2015;17(6):577-88.
133. Dockrell JE, Shield BM. Acoustical barriers in classrooms: the impact of noise on performance in the classroom. *Brit Educ Res J*. 2006;32(3):509-25.
134. Szalma JL, Hancock PA. Noise Effects on Human Performance: A Meta-Analytic Synthesis. *Psychol Bull*. 2011;137(4):682-707.
135. Gökçen Kesici G. Farklı Arka Plan Gürültülerin İnforsasyonel Maskelemeye Etkilerinin Araştırılması [Doktora Tezi]. Ankara: Hacettepe Üniversitesi; 2022.
136. Zelechowska A, Gonzalez-Sanchez VE, Laeng B, Jensenius AR. Headphones or Speakers? An Exploratory Study of Their Effects on Spontaneous Body Movement to Rhythmic Music. *Front Psychol*. 2020;11:698.
137. Snetselaar LG, de Jesus JM, DeSilva DM, Stoody EE. Dietary Guidelines for Americans, 2020-2025: Understanding the Scientific Process, Guidelines, and Key Recommendations. *Nutr Today*. 2021;56(6):287-95.
138. Chiao A, Hughes ML, Karimuddanahalli Premkumar P, Zoucha K. The Effects of Substance Misuse on Auditory and Vestibular Function: A Systematic Review. *Ear Hear*. 2024;45(2):276-96.
139. Durmer JS, Dinges DF. Neurocognitive Consequences of Sleep Deprivation. *Seminars in Neurology*. 2005;25(01):117-29.
140. Briggs I, Chidley JB, Chidley C, Osler CJ. Effects of Caffeine Ingestion on Human Standing Balance: A Systematic Review of Placebo-Controlled Trials. *Nutrients*. 2021;13(10).
141. Melzer I, Benjuya N, Kaplanski J. Age-related changes of postural control: effect of cognitive tasks. *Gerontology*. 2001;47(4):189-94.
142. Pellecchia GL. Postural sway increases with attentional demands of concurrent cognitive task. *Gait Posture*. 2003;18(1):29-34.
143. Huxhold O, Li SC, Schmiedek F, Lindenberger U. Dual-tasking postural control: aging and the effects of cognitive demand in conjunction with focus of attention. *Brain Res Bull*. 2006;69(3):294-305.
144. Ceyte H, Lion A, Caudron S, Kriem B, Perrin PP, Gauchard GC. Does calculating impair postural stabilization allowed by visual cues? *Experimental Brain Research*. 2014;232(7):2221-8.
145. Berger L, Bernard-Demanze L. Age-related effects of a memorizing spatial task in the adults and elderly postural control. *Gait Posture*. 2011;33(2):300-2.
146. Lion A, Spada RS, Bossier G, Gauchard GC, Anello G, Bosco P, et al. "Postural first" principle when balance is challenged in elderly people. *Int J Neurosci*. 2014;124(8):558-66.
147. Mujdeci B, Turkyilmaz D, Yagcioglu S, Aksoy S. The effects of concurrent cognitive tasks on postural sway in healthy subjects. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2016;82(1):3-10.

148. Steele KM. Failure to Confirm the Rauscher and Shaw Description of Recovery of the Mozart Effect. *Perceptual and Motor Skills*. 1999.
149. Newman J, Rosenbach JH, Burns KL, Latimer BC, Matocha HR, Vogt ER. An experimental test of "the mozart effect": does listening to his music improve spatial ability? *Percept Mot Skills*. 1995;81(3 Pt 2):1379-87.
150. Steele KM, Ball TN, Runk R. Listening to Mozart does not enhance backwards digit span performance. *Percept Mot Skills*. 1997;84(3 Pt 2):1179-84.
151. Wilson TL, Brown TL. Reexamination of the effect of Mozart's music on spatial-task performance. *The Journal of Psychology: Interdisciplinary and Applied*. 1997;131(4):365-70.
152. Zhu W, Zhao L, Zhang J, Ding X, Liu H, Ni E, et al. The influence of Mozart's sonata K.448 on visual attention: an ERPs study. *Neurosci Lett*. 2008;434(1):35-40.
153. Jaušovec N, Habe K. The "Mozart Effect": An Electroencephalographic Analysis Employing the Methods of Induced Event-Related Desynchronization/Synchronization and Event-Related Coherence. *Brain Topography*. 2003.
154. Sorqvist P. On interpretation and task selection in studies on the effects of noise on cognitive performance. *Front Psychol*. 2014;5:1249.
155. Chajut E, Algom D. Selective attention improves under stress: implications for theories of social cognition. *J Pers Soc Psychol*. 2003;85(2):231-48.
156. Starcke K, Wiesen C, Trotzke P, Brand M. Effects of Acute Laboratory Stress on Executive Functions. *Front Psychol*. 2016;7:461.
157. Ishikawa K. The Effect of Noise on Implementation and Maintenance of Clear Speech and Associated Cognitive Load: A Pilot Study. 2023.
158. Dent S, Burger K, Stevens S, Smith BD, Streepey JW. The Effect of Music on Body Sway When Standing in a Moving Virtual Environment. *Plos One*. 2021;16(9):e0258000.
159. Helfer KS, Van Emmerik R, Banks JJ, Freyman RL. Early aging and postural control while listening and responding. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2020;148(5):3117-30.
160. Johansson J, Nordström A, Gustafson Y, Westling G, Nordström P. Increased Postural Sway During Quiet Stance as a Risk Factor for Prospective Falls in Community-Dwelling Elderly Individuals. *Age and Ageing*. 2017.
161. Alvarenga CR, Cardoso VS. Relationship Between Static Balance, Dynamic Balance and Change of Direction Movement in Healthy Young Individuals. *International Journal of Health Science*. 2022;2(43):2-11.



## 8. EKLER

## EK 1: Etik Kurul Değerlendirme Raporu



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

Sayı : 16969557-1828

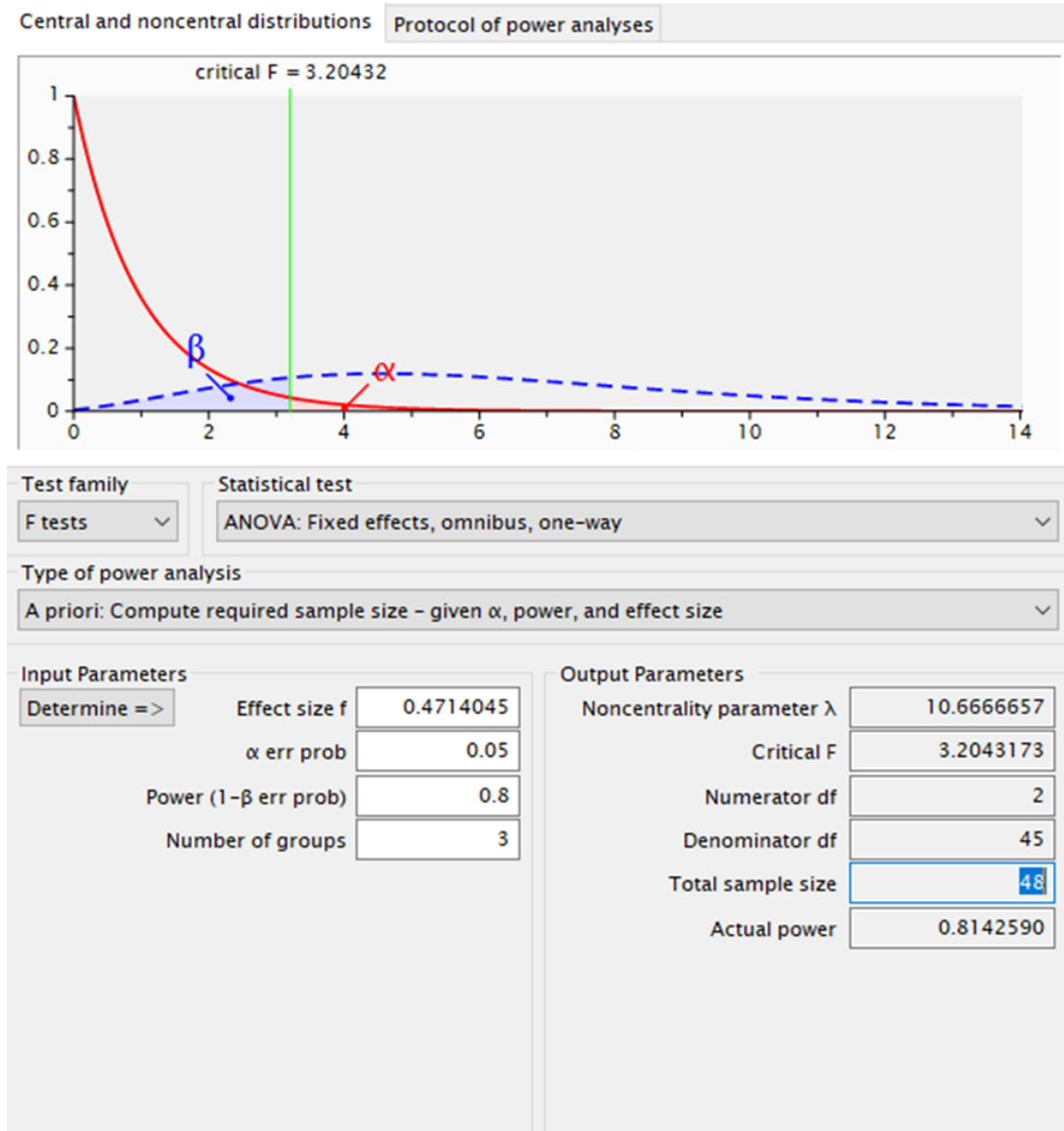
Konu : ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

Toplantı Tarihi : 18 EKİM 2022 SALI  
Toplantı No : 2022/16  
Proje No : GO 22/974 (Değerlendirme Tarihi: 18.10.2022)  
Karar No : 2022/16-02

Üniversitemiz Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü öğretim üyelerinden Dr. Öğr. Üyesi Öznur YİĞİT'in sorumlu araştırmacı olduğu, Arş. Gör. Nizamettin Burak AVCI ile birlikte çalışacakları ve SELİN SARIÇAMLIK'ın yüksek lisans tez çalışması olan, GO 22/974 kayıt numaralı "Sağlıklı Bireylerde Kognitif Görev ile Birlikte Sunulan Farklı Akustik Uyanarlarda Statik Denge Performansının İncelenmesi" başlıklı proje önerisi araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, 19 Ekim 2022 – 19 Ekim 2023 tarihleri arasında geçerli olmak üzere etik açıdan **uygun bulunmuştur**. Çalışma tamamlandığında sonuçlarını içeren bir rapor örneğinin Etik Kurulumuza gönderilmesi gerekmektedir.

- |   |   |       |
|---|---|-------|
| 1. Prof. Dr. Nüket Paksoy <del>ERBAYDAR</del> | 8. Prof. Dr. Hande Güney DENİZ            | (Üye) |
| 2. Prof. Dr. G. Burça AYDIN                   | (Üye) 9. Doç. Dr. Betül Çelebi SALTIK     | (Üye) |
| 3. Prof. Dr. M. Özgür UYANIK                  | (Üye) 10. Doç. Dr. Merve BATUK            | (Üye) |
| 4. Prof. Dr. Ayşe Kin İŞLER                   | (Üye) 11. Doç. Dr. Gülten KOÇ             |       |
| 5. Prof. Dr. Sibel PEHLİVAN                   | (Üye) 12. Dr. Öğr. Üyesi Müge DEMİR       |       |
| 6. Prof. Dr. Burcu Balan <del>DOĞU</del>      | (Üye) 13. Dr. Öğr. Üyesi Burcu Ersöz ALAN |       |
| 7. Prof. Dr. Tolga YILDIRIM                   | (Üye) 14. Av. Buket ÇINAR                 | (Üye) |

## EK 2: Power Analiz Grafiği



### EK 3: Demografik Bilgi Formu

#### Demografik Bilgi Formu

Katılımcı Kodu:

Yaş:	Kilo:	Boy:			
Cinsiyet:	Erkek <input type="checkbox"/>	Kadın <input type="checkbox"/>			
Eğitim durumunuz nedir?	İlkokul <input type="checkbox"/>	Ortaokul <input type="checkbox"/>	Lise <input type="checkbox"/>	Üniversite <input type="checkbox"/>	Yüksek lisans/Doktora <input type="checkbox"/>
Çalışıyor musunuz?	Evet <input type="checkbox"/>	Hayır <input type="checkbox"/>	Öğrenci <input type="checkbox"/>		
İşiniz nedir?					
Sigara kullanıyor musunuz?	Evet <input type="checkbox"/>	Hayır <input type="checkbox"/>			
1-10 adet/ gün <input type="checkbox"/>	11-20 adet/ gün <input type="checkbox"/>	20-30 adet/ gün <input type="checkbox"/>	30 adet ve üstü/ gün <input type="checkbox"/>		
Alkol Kullanıyor musunuz?	Evet <input type="checkbox"/>	Hayır <input type="checkbox"/>			
(Evet ise sıklığını belirtiniz .....kadeh/hafta )					
Madde bağımlılığınız var mı?	Evet <input type="checkbox"/>	Hayır <input type="checkbox"/>			
Aşağıdaki sorularda kendinize en yakın hissettiğiniz şıkka X işareti koyunuz.					
Günlük kafein içeren içecek tüketiminiz ne kadardır? (çay, kahve, kola)	1-3 bardak	4-6 bardak	6 bardak üzeri		
Günlük yemek düzeniniz nasıldır?	2 öğün	3 öğün	3 öğün üzeri		
Günlük uyku düzeniniz nasıldır?	4 saatten az	4-8 saat	8 saat üzeri		

Okuduğunuz cümle sizin için her zaman veya genellikle geçerliyse soldaki boşluğa " Evet " kutucuğuna X işareti; her zaman veya genellikle geçerli değilse " Hayır " kutucuğuna X işareti koyunuz.

Görme bozukluğunuz veya renk körlüğü var mı?	Evet	Hayır
İşitme kaybınız var mı?	Evet	Hayır
Daha önce hiç baş dönmesi ya da denge kaybı yaşadınız mı?	Evet	Hayır
Daha önce hiç kafa travması yaşadınız mı?	Evet	Hayır
Migren hastalığınız var mı?	Evet	Hayır
Alerjiniz var mı?	Evet	Hayır
Anemi (kansızlık) hastalığınız var mı?	Evet	Hayır
Kronik bir hastalığınız var mı? (evet ise ne olduğunu yazınız)	Evet	Hayır
Sürekli kullandığınız bir ilaç var mı? (evet ise isimlerini yazınız)	Evet	Hayır
Düzenli egzersiz yapar mısınız? (evet ise haftada kaç kez olduğunu yazınız) süre _____ gün	Evet	Hayır
Tanılanmış nörolojik ve/veya psikolojik bir hastalığınız var mı? (evet ise ne olduğunu yazınız.) -	Evet	Hayır
Tanılanmış bir kas-iskelet hastalığınız var mı? (evet ise ne olduğunu yazınız.) -	Evet	Hayır

### EK 4: Baş Dönmesi Engellilik Envanteri (BEE)

<b>BAŞ DÖNMEŞİ ENGELLİLİK ENVANTERİ (BEE) DIZZINESS HANDICAP INVENTORY (DHI)</b>	Katılımcı Kodu:
	Doğum Yılı:
	Anket tarihi:

Açıklama: Bu ölçeğin amacı, baş dönmesi/dengesizliğinizin neden olabileceği sorunların derecesinin saptanmasına yardımcı olmaktır.

Her soru için 'Evet', 'Hayır' ve 'Bazen' yanıtlarından birini işaretleyiniz.

SORULAR		YANITLAR		
1	Yukarıya bakmak probleminizi artırıyor mu?	Evet	Bazen	Hayır
2	Probleminiz nedeniyle kendinizi huzursuz hissediyor musunuz?	Evet	Bazen	Hayır
3	Probleminiz nedeniyle iş veya seyahat aktivitelerinizi kısıtlıyor musunuz?	Evet	Bazen	Hayır
4	Büyük alışveriş merkezlerinde dolaşmak probleminizi artırıyor mu?	Evet	Bazen	Hayır
5	Probleminizden ötürü yatağa yatarken veya kalkarken zorlanıyor musunuz?	Evet	Bazen	Hayır
6	Probleminiz nedeniyle yemeğe gitmek, sinemaya veya partiye gitmek gibi sosyal aktivitelerinizi kısıtlıyor mu?	Evet	Bazen	Hayır
7	Probleminiz nedeniyle okumakta zorlanıyor musunuz?	Evet	Bazen	Hayır
8	Dans, spor, ev işleri (süpürme, bulaşıkları toplama) şikayetlerinizi artırıyor mu?	Evet	Bazen	Hayır
9	Probleminiz nedeniyle yanınızda birisi olmadan dışarı çıkmaya çekiniyor musunuz?	Evet	Bazen	Hayır
10	Probleminiz nedeniyle başkaları karşısında kendinizi rahatsız hissediyor musunuz?	Evet	Bazen	Hayır
11	Başınızın ani hareketleri şikayetinizi artırıyor mu?	Evet	Bazen	Hayır
12	Probleminiz nedeniyle yüksek yerlerde bulunmaktan kaçınıyor musunuz?	Evet	Bazen	Hayır
13	Yatak içinde dönmek, probleminizi artırıyor mu?	Evet	Bazen	Hayır
14	Probleminiz nedeniyle yüksek yorucu ev/bahçe işleri yapmak zor geliyor mu?	Evet	Bazen	Hayır
15	Probleminiz nedeniyle insanların sizin zehirlenmiş olabileceğinizi düşünmelerinden endişe ediyord musunuz?	Evet	Bazen	Hayır
16	Probleminiz nedeniyle tek başınıza yürüyüşe çıkmak zor geliyor mu?	Evet	Bazen	Hayır
17	Yürüyüş yapmak, probleminizi artırıyor mu?	Evet	Bazen	Hayır
18	Probleminiz nedeniyle konsantre olmakta zorlanıyor musunuz?	Evet	Bazen	Hayır
19	Probleminiz nedeniyle karanlıkta evinizin çevresinde yürümek zor mudur?	Evet	Bazen	Hayır
20	Probleminiz nedeniyle evde tek başınıza kalmaya korkuyor musunuz?	Evet	Bazen	Hayır
21	Probleminiz nedeniyle kendinizi özürhü hissediyor musunuz?	Evet	Bazen	Hayır
22	Probleminiz aile ve arkadaş ilişkilerinizde sıkıntı ve stres(baskı) yaratıyor mu?	Evet	Bazen	Hayır
23	Probleminiz nedeniyle kendinizde iç sıkıntısı(depresyon) hissediyor musunuz?	Evet	Bazen	Hayır
24	Probleminiz, ev ve işyerinizdeki sorumluluklarınızı yürütmenize engel olmakta mıdır?	Evet	Bazen	Hayır
25	Öne eğilmekle, probleminiz artmakta mıdır?	Evet	Bazen	Hayır
<b>Toplam Puan:</b>				

## EK 4: Baş Dönmesi Engellilik Envanteri (BEE)- devam

### BEE Düzey Sınıflandırması

Ölçeğin puanlanmasında 'Hayır' 0 puan, 'Bazen' 2 puan ve 'Evet' 4 puan olacak şekilde yanıtlar toplanır. Toplam puana göre aşağıdaki tabloda yer alan düzey seviyeleri belirlenir.

Puan Aralığı	Engellilik Düzeyi
16-34	Düşük
36-52	Orta
54-100	Yüksek

3 alt ölçek yer almaktadır. Bunlar fiziksel engellilik, duygusal engellilik ve fonksiyonel engelliliktir. Fiziksel engellilik: 1, 4, 8, 11, 13, 17 ve 25. sorular

Duygusal engellilik: 2, 9, 10, 15, 18, 20, 21, 22 ve 23. sorular

Fonksiyonel engellilik: 3, 5, 6, 7, 12, 14, 16, 19 ve 24. sorular

**EK-5 Turnitin**

SAĞLIKLI BİREYLERDE KOGNİTİF GÖREV İLE BİRLİKTE  
SUNULAN FARKLI AKUSTİK UYARANLARDA STATİK DENGE  
PERFORMANSININ İNCELENMESİ

## ORJİNALLİK RAPORU

<b>5</b> % BENZERLİK ENDEKSİ	<b>4</b> % İNTERNET KAYNAKLARI	<b>2</b> % YAYINLAR	<b>1</b> % ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ
------------------------------------	--------------------------------------	---------------------------	-----------------------------------

## BİRİNCİL KAYNAKLAR

<b>1</b>	<a href="http://acikbilim.yok.gov.tr">acikbilim.yok.gov.tr</a> İnternet Kaynağı	% <b>1</b>
<b>2</b>	<a href="http://www.drahmetkoc.com">www.drahmetkoc.com</a> İnternet Kaynağı	% <b>1</b>
<b>3</b>	<a href="http://www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080">www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080</a> İnternet Kaynağı	% <b>1</b>
<b>4</b>	<a href="http://openaccess.hacettepe.edu.tr">openaccess.hacettepe.edu.tr</a> İnternet Kaynağı	<% <b>1</b>
<b>5</b>	Muştu, Göknur Tanyeri. "Benign Paroksizmal Pozisyonel Vertigo Hastalarında Brandt-Daroff Egzersizleri ve Vestibüler Rehabilitasyon Yaklaşımının Denge ve Yürüme Performansı Üzerine Etkisinin İncelenmesi", Dokuz Eylül Üniversitesi (Turkey), 2024 Yayın	<% <b>1</b>
<b>6</b>	Submitted to Sağlık Bilimleri Üniversitesi Öğrenci Ödevi	<% <b>1</b>

[www.takagazete.com.tr](http://www.takagazete.com.tr)

## EK-6 Dijital Makbuz



### Dijital Makbuz

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

Gönderinizin ilk sayfası aşağıda gönderilmektedir.

Gönderen:	Selin SARIÇAMLIK
Ödev başlığı:	"Sağlıklı Bireylerde Kognitif Görev ile Birlikte Sunulan Farklı ...
Gönderi Başlığı:	SAĞLIKLI BİREYLERDE KOGNİTİF GÖREV İLE BİRLİKTE SUNUL...
Dosya adı:	Selin_son_turnittin.docx
Dosya boyutu:	3.32M
Sayfa sayısı:	41
Kelime sayısı:	9,512
Karakter sayısı:	69,228
Gönderim Tarihi:	11-Haz-2024 08:36ÖS (UTC+0300)
Gönderim Numarası:	2351491937



## 9. ÖZGEÇMİŞ