

**T.C.  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KOKLEAR İMPLANT KULLANICISI GENÇ  
YETİŞKİNLERİN ÇİFT GÖREV KOŞULU ALTINDA  
DENGE VE BİLİŞSEL BECERİLERİNİN İNCELENMESİ**

**Dr. Ody. Emre ORHAN**

**Odyoloji Programı  
DOKTORA TEZİ**

**ANKARA**

**2023**



**T.C.  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KOKLEAR İMPLANT KULLANICISI GENÇ  
YETİŞKİNLERİN ÇİFT GÖREV KOŞULU ALTINDA  
DENGE VE BİLİŞSEL BECERİLERİNİN İNCELENMESİ**

**Dr. Ody. Emre ORHAN**

**Odyoloji Programı  
DOKTORA TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI  
Doç. Dr. Merve BATUK**

**ANKARA  
2023**

**KOKLEAR İMPLANT KULLANICISI GENÇ YETİŞKİMLERİN ÇİFT GÖREV KOŞULU  
ALTINDA DENGİ VE BİLİŞSEL BECERİLERİNİN İNCELENMESİ**

**ÖĞRENCİ: EMRE ORHAN**

**Danışman: DOÇ. DR. MERVE BATUK**

Bu tez çalışması 17.07.2023 tarihinde jürimiz tarafından "Odyoloji Programı" nda doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

**Jüri Başkanı:** *PROF. DR. BÜLENT GÜNDÜZ*  
*GAZİ ÜNİVERSİTESİ*

**Üye:** *PROF. DR. GONCA SENNAROĞLU*  
*HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ*

**Üye:** *PROF. DR. BANU MÜJDECİ*  
*ANKARA YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ*

**Üye:** *DR. ÖĞR. ÜYESİ ÖZNER YİĞİT*  
*HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ*

**Üye:** *DR. ÖĞR. ÜYESİ GÖRKEM ERTUĞRUL*  
*HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ*

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

9 4 Temmuz 2023

*Prof. Dr. Müge YEMİŞCİ ÖZKAN*  
Enstitü Müdürü

## YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezin/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, tezin 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 tezin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

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

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

26.07.2023

Emre ORHAN

<sup>1</sup>“Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”

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

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

## ETİK BEYAN

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

Dr. Ody. Emre ORHAN

## TEŞEKKÜR

Tez çalışma sürecim de dahil olmak üzere mesleki hayatımda çok değerli bilgi ve deneyimleriyle bana yol gösterici olan, sabırla ve büyük bir ilgiyle elinden gelenin fazlasını sunan, güler yüzünü ve içtenliğini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili danışman hocam Doç. Dr. Merve Batuk'a,

Değerli katkı ve destekleri, sonsuz anlayışlarından dolayı hocalarım Sayın Prof. Dr. Gonca Sennaroğlu'na ve Prof. Dr. Bülent Gündüz'e

Tez çalışma sürecimde bilgi, deneyim ve desteklerini esirgemeyen Dr. Ody. İsa Tuncay Batuk'a

Tez çalışma sürecimde desteklerinden dolayı Gazi Odyoloji ailesine

Eğitim ve mesleki hayatım boyunca engin bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen, emeği geçen tüm Hacettepe Üniversitesi Odyoloji bölümü hocalarıma,

Hayatım boyunca desteklerini her zaman hissettiğim

Ailem; annem Fatma Ünal ve kardeşim Pınar Orhan'a

Arkadaşlarım; Celal Burak Yılmaz, Ahmet Can Erdem, Yusuf İslam Kaya ve Musab Özel'e teşekkürlerimi sunarım

## ÖZET

**ORHAN, E. , Koklear implant kullanıcısı genç yetişkinlerin çift görev koşulu altında denge ve bilişsel becerilerinin incelenmesi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji Programı Doktora Tezi, Ankara, 2023.** Bu çalışmanın amacı; koklear implantlı genç yetişkinlerin çift görev koşulunda denge becerilerini incelemektir. Bu amaçla, 18 ile 40 yaşları arasında 15 koklear implant kullanıcısı genç yetişkin ve 15 sağlıklı birey çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışmada denge değerlendirmeleri Bilgisayarlı Dinamik Postürografi aracılığıyla Duyu Organizasyon Testi kullanılarak yapılmıştır. Ek bilişsel görev olarak Geriye Doğru Rakam Hatırlama görevi uygulanmıştır. Koklear implant kullanıcıların görsel ( $p=0.016$ ), vestibüler ( $p<0.001$ ) ve birleşik denge skorları ( $p<0.001$ ) kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük elde edilmiştir. Koklear implant kullanıcılarının tek görev koşulunda Durum 3 ( $p=0.003$ ), Durum 4 ( $p=0.007$ ), ve Durum 6 ( $p<0.001$ ) denge skorlarının kontrollere göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük elde edilmiştir. Koklear implant kullanıcılarının çift görev koşulunda Durum 3 ( $p=0.041$ ) ve Durum 6 ( $p<0.001$ ) denge skoru, kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük elde edilmiştir. Koklear implant kullanıcılarının çift görev koşulunda Durum 1 skoru ( $p=0.002$ ), tek görev koşulundaki denge skoruna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşüş gösterirken, çift görev koşulunda Durum 6 skoru ( $p=0.011$ ) ise tek görev koşulundaki denge skoruna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek elde edilmiştir. Koklear implantlı bireylerin hem tek görev hem de çift görev koşulundaki denge becerilerine ait bulgulara göre çift görev koşulunun unilateral koklear implantlı bireylerin denge performansının bozulduğu sonucuna varılmıştır. Koklear implant kullanıcılarının çoklu görev koşullarındaki denge becerileri ve düşme riski açısından implantasyon sürecinde Çift görev performanslarının koklear implant kullanıcılarında vestibüler rehabilitasyon sürecine dahil edilmesi önerilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** işitme kaybı, koklear implant, denge, postüral kontrol, çift görev



## ABSTRACT

**ORHAN, E., Investigation of balance and cognitive abilities of young adults with cochlear implants under dual-task condition, Hacettepe University Graduate School Health Sciences, Audiology Program PhD Thesis, Ankara, 2023.** The aim of this study was to examine the balance abilities of young adults with cochlear implants in a dual-task condition. For this purpose, 15 young adults with cochlear implants and 15 healthy individuals between the ages of 18 and 40 were included in the study. In the study, balance assessments were made using the Sensory Organization Test via Computerized Dynamic Posturography. Backward Digit Recall task was applied as an additional cognitive task. Visual ( $p=0.016$ ), vestibular ( $p<0.001$ ) and composite balance scores ( $p<0.001$ ) of cochlear implant users were statistically significantly lower than the control group. Condition 3 ( $p=0.003$ ), Condition 4 ( $p=0.007$ ), and Condition 6 ( $p<0.001$ ) balance scores of cochlear implant users in the single-task condition were statistically significantly lower than controls. Condition 3 ( $p=0.041$ ) and Condition 6 ( $p<0.001$ ) balance scores of cochlear implant users in the dual-task condition were statistically significantly lower than the control group. Condition 1 score ( $p=0.002$ ) of cochlear implant users in the dual-task condition showed a statistically significant decrease compared to the balance score in the single-task condition, while the Condition 6 score ( $p=0.011$ ) in the dual-task condition was statistically significantly higher than the balance score in the single-task condition. According to the findings of the balance skills of individuals with cochlear implants in both single-task and dual-task conditions, it was concluded that the balance performance of individuals with unilateral cochlear implants in the dual-task condition deteriorated. It can be suggested that dual-task performances should be included in the vestibular rehabilitation process in cochlear implant users in the implantation process in terms of balance abilities in multitasking conditions and risk of falling.

**Key Words:** Cochlear implant, dual task, balance, postural control, cognitive system, hearing loss

## 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	xiii
<b>1. GİRİŞ</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER</b>	<b>3</b>
2.1. Denge ve postüral kontrol	3
2.2. Postüral kontrol ve bilişsel sistem ilişkisi	4
2.3. Biliş ve vestibüler yolaklar	6
2.4. Bilişsel fonksiyonlar ve vestibüler korteksler	6
2.4.1. Parieto Insular Vestibüler Korteks ve Temporo- Parietal Junction	7
2.4.2. Anterio parietal korteks	7
2.4.3. Posterior parietal ve medial superior temporal korteksler	8
2.4.4. Cingulate gyrus ve retrosplenial korteks	9
2.4.5. Hipokampüs ve parahipokampal alan	9
2.4.6. Thalamus yolakları	12
2.4.7. Vestibüler çekirdek, thalamus ve vestibüler korteks ilişkisi	13
2.4.8. Hipokampüs yolakları	14
2.5. Çift görev performans modelleri	15
2.5.1. Kaynak rekabeti modeli	15
2.5.2. U biçiminde lineer olmayan etkileşim modeli	16
2.5.3. Görev önceliklendirme modeli	17

2.6. Çift görev protokünde geçerlilik güvenilirliği kanıtlanmış ek bilişsel görevler	19
2.6.1. Corsi blok test	19
2.6.2. Mental rotasyon testi	20
2.6.3. Kodlama görevi	20
2.6.4. Stroop testi	20
2.6.5. Geriye doğru rakam hatırlama testi	21
2.7. İşitme kaybı ve denge ilişkisi	24
2.7.1. koklear implantasyonda postüral kontrol/denge becerileri	25
<b>3. BİREYLER ve YÖNTEM</b>	<b>28</b>
3.1. Bireyler	27
3.1.1. Bireylerin Dahil edilme ve dışlama kriterleri	30
3.2. Yöntem	31
3.2.1. Berg Denge Ölçeği	31
3.2.2. Montreal Bilişsel Değerlendirme Ölçeği	31
3.2.3. Tekil Görevler	32
3.2.4. Çift Görev	35
3.3. İstatistiksel Analiz	36
<b>4. BULGULAR</b>	<b>37</b>
<b>5. TARTIŞMA</b>	<b>48</b>
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER</b>	<b>69</b>
<b>7. KAYNAKÇA</b>	<b>71</b>
<b>8. EKLER</b>	<b>82</b>
<b>EK-1: Etik Kurul Onay Formu</b>	
<b>EK-2: Berg Denge Ölçeği Formu</b>	
<b>EK-3: Montreal Bilişsel Değerlendirme Formu</b>	
<b>EK-4: Orijinallik Değerlendirmesi Ekran Görüntüsü</b>	
<b>EK-5: Turnitin Dijital Makbuzu</b>	
<b>9. ÖZGEÇMİŞ</b>	

**SİMGELER ve KISALTMALAR**

<b>ABI</b>	İşitsel Beyinsapı İmplantı ( <i>auditory brainstem implant</i> )
<b>BDÖ</b>	Berg Denge Ölçeği
<b>BDP</b>	Bilgisayarlı Dinamik Postürografi
<b>BKİ</b>	Bilateral Koklear İmplant
<b>BVP</b>	Bilateral vestibülopati
<b>ÇG</b>	Çift Görev
<b>DOT</b>	Duyu Organizasyon Testi
<b>GDRH</b>	Geriye Doğru Rakam Hatırlama
<b>İC</b>	İşitme Cihazı
<b>Kİ</b>	Koklear İmplant
<b>KSB</b>	Kısa Süreli Bellek
<b>BDS</b>	Bileşik denge skoru
<b>MoCA</b>	Montreal Bilişsel Değerlendirme Ölçeği ( <i>Montreal Cognitive Assessment</i> )
<b>SOM</b>	Somatosensör skor ( <i>somatosensorial score</i> )
<b>PREF</b>	Görsel tercih skoru ( <i>preference</i> )
<b>TG</b>	Tek Görev
<b>VEST</b>	Vestibüler skor ( <i>vestibular score</i> )
<b>VIS</b>	Görsel skor ( <i>visual score</i> )

**ŞEKİLLER**

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
<b>2.1. Duyu Organizasyon Test Durumları</b>	<b>33</b>

**TABLULAR**

<b>Tablo</b>	<b>Sayfa</b>
<b>3.1.</b> Katılımcıların tanımlayıcı demografik verileri	28
<b>3.2.</b> Koklear implant kullanıcılarının demografik bilgileri	29
<b>4.1.</b> Katılımcıların DOT duyu skorlarının karşılaştırılması	39
<b>4.2.</b> Tek görev koşulunda katılımcıların DOT durumlarının karşılaştırılması	41
<b>4.3.</b> Çift görev koşulunda katılımcıların DOT bulgularının karşılaştırılması	43
<b>4.4.</b> Kontrol grubunun tek ve çift görev koşullarında DOT bulgularının karşılaştırılması	45
<b>4.5.</b> Koklear implant kullanıcılarının tek ve çift görev koşullarında DOT bulgularının karşılaştırılması	47

## 1. GİRİŞ

Özellikle son on yılda literatürde yapılan çalışmalarla, işitme kayıplı bireylerin postüral kontrol becerilerine ilişkin veriler rapor edilmiştir (1). İşitsel girdinin uzamsal karakteristiği, iç kulaktaki anatomik bozukluklar, patolojiye bağlı vestibüler eksiklikler gibi olası nedenlerden dolayı işitme kayıplı bireyler postüral kontrollerini sürdürürken sağlıklı bireylere göre problem yaşamaktadırlar (1, 2). Literatürdeki çalışmalarda işitme kayıplı bireylerde farklı işitsel girdi varlığında denge becerileri değerlendirilirken çoğu çalışmada işitme kaybının tipi, derecesi, etiyojisi, fizyopatolojisi ve başlangıç zamanına göre çalışma gruplarının ayrımı yapılmamıştır (3).

Koklear implantasyon, çok ileri derece işitme kayıplı bireyler için önemli tedavi yöntemlerinden biridir. Bu tedavinin doğası gereği cerrahi müdahale gerektirmektedir. Bu nedenle işitme kayıplı bireylerin yaşadığı denge problemlerine ek olarak cerrahi prosedürden kaynaklı vestibüler/denge problemleri literatürde bildirilmiştir. Ancak günümüzde koklear implantlı bireylere özgü vestibüler rehabilitasyon protokolü bulunmayıp geleneksel vestibüler rehabilitasyon yöntemleri uygulanmaktadır (4).

Vestibüler rehabilitasyon ihtiyacı olan bireyler günlük hayatta denge görevlerini sürdürürken ek bir görevi de eş zamanlı sürdürmekte zorluk yaşamaktadırlar. Bunun için son 20 yılda geleneksel vestibüler rehabilitasyona çift görev alıştırmaları eklenerek, bireylerin günlük hayattaki yaşam kalitelerinin olabildiğince artırılması önerilmektedir (5). Koklear implant kullanıcısı bireylerde de çift görev ile denge performansında önemli etkilenimler olduğu görülmektedir (6).

Bu çalışmanın amacı, koklear implantlı bireylerin çift görev koşulu altında denge ve bilişsel becerilerini incelemek ve koklear implantasyona özgü

oluşturulabilecek vestibüler/denge rehabilitasyon programlarında çift görev katkısını ortaya koymaktır.

Bu tez araştırmasının hipotezleri;

### **1. Hipotez:**

H<sub>0</sub>: Çift görev koşulunda koklear implant kullanıcılarının denge performansı ile tek görev koşulundaki denge performansı arasında anlamlı bir farklılık yoktur.

H<sub>1</sub>: Çift görev koşulunda koklear implant kullanıcılarının denge performansı ile tek görev koşulundaki denge performansı arasında anlamlı bir farklılık vardır.

### **2. Hipotez:**

H<sub>0</sub>: Çift görev koşulunda koklear implant kullanıcılarının bilişsel ek görev performansı ile tek görev koşulundaki bilişsel ek görev performansı arasında anlamlı bir farklılık yoktur.

H<sub>1</sub>: Çift görev koşulunda koklear implant kullanıcılarının bilişsel ek görev performansı ile tek görev koşulundaki bilişsel ek görev performansı arasında anlamlı bir farklılık vardır.

### **3. Hipotez:**

H<sub>0</sub>: Çift görev koşulunda koklear implant kullanıcılarının bilişsel becerileri ile normal işiten bireyler arasında anlamlı bir farklılık yoktur.

H<sub>1</sub>: Çift görev koşulunda koklear implant kullanıcılarının bilişsel becerileri ile normal işiten bireyler arasında anlamlı bir farklılık vardır.



**4. Hipotez:**

H<sub>0</sub>: Çift görev koşulunda normal işitenlerin denge performansı ile tek görev koşulundaki denge performansı arasında anlamlı bir farklılık yoktur.

H<sub>1</sub>: Çift görev koşulunda normal işitenlerin denge performansı ile tek görev koşulundaki denge performansı arasında anlamlı bir farklılık vardır.

**5. Hipotez:**

H<sub>0</sub>: Çift görev koşulunda normal işitenlerin bilişsel ek görev performansı ile tek görev koşulundaki bilişsel ek görev performansı arasında anlamlı bir farklılık yoktur.

H<sub>1</sub>: Çift görev koşulunda normal işitenlerin bilişsel ek görev performansı ile tek görev koşulundaki bilişsel ek görev performansı arasında anlamlı bir farklılık vardır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Denge ve Postüral Kontrol

Postüral kontrol, günlük yaşamın çoğu görevi için çok önemli olan denge ve oryantasyon olmak üzere birbiriyle ilişkili iki hedefi içerir. Denge kontrolü, düşmeleri önlemek için vücudu destek yüzeyi içerisinde sabit bir pozisyonda tutar. Oryantasyon, başı dik tutmak gibi vücut parçalarını birbirine ve dünyaya göre hizalar. Hem denge hem de oryantasyon birkaç farklı kontrol türü kullanır: Otomatik postüral cevaplar, postüral ayarlamalar, dik duruşta postüral salınım, duyuşsal entegrasyon, vertikal oryantasyon ve yürüyüş sırasında dinamik stabilite (7).

Dengeyi ve oryantasyonu korumanın karmaşıklığını anlamak için, bir tur teknesinde masa beklediğinizi hayal edin. Güvertenin diğer tarafında bir masaya teslim edilecek içeceklerle dolu bir tepsiniz var. Zihniniz müşteri siparişlerini hatırlamakla meşgul olsa bile, postüral oryantasyonu ve dengeyi kontrol etmek için sensorimotor süreçler, düşmeden verimli ve koordineli bir şekilde hareket etmenizi sağlar. Döner platformdan geçerken beyniniz, duyuşsal bilgileri hızla bütünleştirir, yorumlar ve dengeiniz ile başınızın ve gövdenizin dik yönünü korumak için motor çıkışını ayarlar ve ayrıca dolu bardaklardan oluşan tepsiyi destekleyen kolu stabilize eder. Teknenin ani beklenmedik hareketleri, düşmeleri önleyen otomatik postüral cevapları uyarır. Masaya bir bardak koymak için uzanmadan önce, sinir sisteminiz dengeyi korumak için ileriye dönük duruş ayarlamaları yapar.

Somatosensoryel, vestibüler ve görsel bilgiler, destek yüzeyi, yerçekimi ve görsel çevreye göre vücudun uzaydaki konumu ve hızının tutarlı bir hissini sağlamak için entegre edilmiştir (8). Yüzey ve görsel alan hareketliken, sabit bilgi sağlamadığından dolayı vestibüler bilgilere olan bağımlılığınız hareketsiz durumdan daha fazladır. Gövde hareketleriniz ve yürüme şekliniz hareketli yüzeyin neden olduğu dengesizliğe göre ayarlanırken görsel görüntü vestibüler sistem sayesinde sabitlenir. Her iki amacı da

gerçekleştirmeye çalışırken hem istemli görevlerinizin hem de denge kontrolünüzün bozulduğunu fark ediyorsunuz (7).

Postüral denge, vücuda etki eden dış kuvvetlere direnerek üst gövdeyi aktif olarak stabilize etme yeteneğini ifade eder. Yeryüzünde dengeyi etkileyen baskın dış kuvvet yerçekimi olmasına rağmen, diğer atalet kuvvetleri ve çevresel bozulmalar da dengemizi etkileyebilir (9).

Belirli bir göreve veya davranışa bağlı olarak, dengede bozulma olacağı beklentisiyle veya bu duruma tepki olarak farklı kas grupları harekete geçer. Belirli görev veya davranışa bağlı olarak, vücut bölümleri yerçekimi dikeyine (*gravitational vertical*), görsel dikeye (*visual vertical*) veya destek yüzeyine göre hizalanabilir. Örneğin, yokuş aşağı kayak yaparken, baş yerçekimi ve eylemsizlik dikeyine yönlendirilebilir, ancak eğimli olan görsel veya destek yüzeyi referanslarına yönlendirilemez. (8)

Postüral kontrolün biyomekanik gereksinimleri anatomiye ve postüral oryantasyona bağlıdır ve bu nedenle türler arasında farklılık gösterir. Bununla birlikte, çeşitli türlerde, postüral denge ve oryantasyon için kontrol mekanizmalarının birçok ortak özelliği vardır. Duruş kontrolü için sensörimotor mekanizmalar, alışılmış duruşları farklı olsa da, insanlarda ve dört ayaklı memelilerde oldukça benzerdir (9).

### **Postüral kontrol ve bilişsel sistem ilişkisi**

Postüral kontrol sistemi, oryantasyon ve denge amacıyla vücudun uzaydaki pozisyonunu düzenler. Vestibüler, görsel, proprioseptif ve dokunsal ve işitsel bilgilerin merkezi entegrasyonuna ve vücudun uzaydaki yöneliminin içsel temsiline (*internal representatiton*) dayanır. Vücudun pozisyonu hakkındaki bu içsel temsil, bu çok-duyulu geribildirim temelinde sürekli olarak güncellenir ve çevresel kısıtlamaları hesaba katan, vücudun uzaydaki pozisyonunu kontrol eden motor komutları iletmek için kullanılır (10, 11). Dik duruş, subkortikal sinir yapıları ve spinal-motor nöronal havuzlar tarafından otomatik olarak düzenlenen günlük yaşamın bir motor-denge becerisidir (12). Bu oldukça

basit bir postüral görev olmasına rağmen, dik duruşun bilişsel kaynaklar gerektirdiği bilinmektedir (13). Daha genç yetişkinlerde kesintisiz bir dik duruşta minimum dikkat kaynaklarına ihtiyaç duyulur, ancak daha zorlu denge koşullarında postüral görevler için bilişsel olarak daha çok kaynağa ihtiyaç duyulur. Motor dikkat ve vücudun dahili üç boyutlu temsilinde yer alan kortikal yapıların artan katkısı, postüral görevler karmaşık veya zor olduğunda ve/veya normal veya patolojik yaşlanma nedeniyle bireylerin denge yetenekleri sınırlı olduğunda gereklidir (14). Bununla birlikte, günlük durumlarda karşılaşılan diğer postüral davranışlar, genellikle bilişsel performanslarla eşleştirilir. Esasında, bireylerin statik (ayakta dik duruş) veya dinamik (yürüme) postüral görevleri bilişsel görevlerle aynı anda gerçekleştirmesi istisnadan daha çok artık bir kural olarak ifade edilebilir (15). Günlük hayatta yürürken sohbet eden veya koşarken müzik dinleyen insanlar bu ifadeyi göstermektedir. Bu durumlarda, her iki görevi de uygun şekilde gerçekleştirmek için dikkat kaynakları bölünmelidir. Bu nedenle, çift görev koşullarının postüral performans düzeyini etkileyip etkilemediği sorusu ortaya çıkmaktadır. Bu soruyu yanıtlamanın bir yolu, eşzamanlı bir bilişsel görev olmaksızın tekil bir postüral görev koşulu altında kaydedilen temel performans düzeyini, çift görev altındaki postüral performansla karşılaştırmaktır. Çift görev koşulunda, muhtemelen merkezi işlem kaynaklarının rekabeti nedeniyle görevlerin performans düzeylerinde genel bir düşüşle sonuçlandığı bildirilmiştir. Bununla birlikte, çift görev paradigması kullanılarak gözlemlenen performans düzeyini birçok değişkenin etkileyebileceği açıkça gösterilmiştir. Birincil görevin doğasına (statik veya dinamik postüral görevler gibi) veya görevin gerçekleştirildiği çevresel şartlara (postüral tehdit olup olmaması gibi) ve ikincil görevin gerçek doğasına bağlı dış faktörlerin (zihinsel aritmetik, görsel veya uzamsal görevler) önemli bir rol oynadığı bildirilmiştir (15). Bireylerin sensorimotor deneyimi gibi kendilerine bağlı olan içsel faktörlerin de çift görev performans seviyesini etkilediği gösterilmiştir (16). Ayrıca, hem sensörimotor hem de bilişsel işlevlerin yaşla birlikte azaldığına dair deneysel kanıtlar dikkate alındığında, çift görev verilerinin yorumlanması

daha zor hale gelmektedir (17). Kuşkusuz, yaşlanma, postüral ve bilişsel görevler arasındaki etkileşimi değiştirmektedir.

## **2.2. Biliş ve Vestibüler Yolaklar**

Vestibüler sistem, başın açısal ve lineer ivmesini üç boyutta algılar ve retinadaki görsel görüntüyü stabilize eden ve (sırasıyla) baş hareketi sırasında duruşu ayarlayan vestibulo-oküler ve vestibulo-spinal reflekslerin üretilmesinden sorumludur. Ancak bu duyuşal sistemin de bilişte rolü vardır. Vestibüler kaynaklı baş dönmesi yaşayan herkes, çevre dönüyormuş gibi görüldüğünde uzamsal algı ve bilişin önemli ölçüde değiştiğini ifade eder.

Hem hayvanlarda hem de insanlarda yapılan araştırmalar, vestibüler sistemin bilişteki rolünü ortaya çıkarmıştır. Bu rol, istemli hareket algısı, bedensel özbişinç, uzamsal navigasyon, uzamsal öğrenme, uzamsal bellek ve nesne tanıma belleği ile ilgilidir(18). Bu bilişsel işlevlerin anatomik alt katmanları, nöronal izleyiciler, elektrofizyoloji, immünohistokimya, fonksiyonel görüntüleme ve ayrıca dolaylı olarak davranışsal çalışmalar yoluyla incelenmiştir. Vestibüler bilgiyi bilişle ilgili kortikal merkezlere iletmek için dört farklı yol belirtilmiştir: (1) vestibulo-talamo-kortikal yol; (2) dorsal tegmental çekirdekten lateral meme çekirdeği, talamusun anterodorsal çekirdeği yoluyla entorinal kortekse giden bir yol; (3) nukleus reticularis pontis oralis, supramamiller nukleus ve medial septum yoluyla hipokampusa giden bir yol; ve (4) beyincik yoluyla olası bir yol ve talamusun ventral lateral çekirdeği(19, 20). Bununla birlikte, bu yolların bazı bölümleri, vestibüler girdinin gerçek bir kanıtı olmadan yalnızca varsayımda bulunurken, diğer bölümlerin geçerliliği son çalışmalarla kanıtlanmıştır (21-24).

## **2.3. Bilişsel Fonksiyonlar ve Vestibüler Korteksler**

Vestibüler kortikal projeksiyon alanları, vestibüler sistemin seçici uyarımı sırasında aktive olan kortikal alanlar olarak tanımlanabilir (örneğin, görsel ve

proprioseptif uyarımın olmadığı, karanlıkta tüm vücut rotasyonu). Kemirgenler, kediler, maymunlar ve insanlarda yapılan çalışmalar ile çoğu uzamsal bilişte belirli bir rol oynayan dokuz ana vestibüler kortikal alan tanımlanmıştır (25).

### **2.3.1. Parieto Insular Vestibüler Korteks ve Temporo- Parietal Junction**

*Parieto-Insular Vestibüler Korteks* (PIVC), nöronlarının 1/3'ü vestibüler uyarıma duyarlı olduğu için genellikle ana vestibüler korteks olarak tanımlanır. PIVC daha belirgin olarak primatlarda lateral sulkustadır. Kedilerde *Anterior Supra-Sylvien* korteksi tarafından kısmen temsil edilir(26). İnsanlarda PIVC'nin tam yeri net değildir, ancak fMRI çalışmaları temporo-parietal bileşkenin (yani superior temporal girus, posterior insula, inferior parietal lobül) veya daha kesin olarak parietal operkulanın OP2 alanının aktivasyonunu göstermektedir (27). PIVC nöronları ayrıca, çoğunlukla baş hareketinden bağımsız olarak vücut hareketi sırasında propriyoseptif girdi alır. Bu, PIVC'nin vücut hareketini vestibüler girdilere göre entegre etmesine izin verir (25, 28). Vücut hareketinin bu temsiline idiotetik (yani benmerkezci) denir, çünkü referansın çevrenin bir parçası olduğu (örneğin, görsel ipuçları) allotetik temsillerin aksine referans (örneğin, vestibüler girdi) vücuttadır. İnsanlarda, temporoparietal bağlantı aynı zamanda zihinsel rotasyon görevlerinde yer alan vestibüler girdiyi benmerkezci bir referans çerçevesinde bütünleştirebilir (29).

### **2.3.2. Anterior Parietal Korteks**

1966'da anterior parietal somatosensöriyel kortekste vestibüler girdi tanımlandı (30). Anterior parietal vestibüler korteksin, baş, boyun ve üst ekstremitelerden gelen vestibüler girdi ve somatosensöriyel bilgilerin bütünleştiği bir merkez olduğu düşünülmektedir (31). Bu entegrasyon muhtemelen istemli hareketi nesne hareketinden ayırmada rol oynamaktadır (25).

### ***2.3.3. Posterior Parietal ve Medial Superior Temporal Korteksler***

Posterior parietal korteks, vestibüler bilişle ilgili iki ana alan içerir: ventro-intraparietal korteks ve alan 7a. Ventro-intraparietal korteks, intraparietal sulkusun fundusunda, medial ve lateral intraparietal alanların komşuluğunda bulunur (32). 7a alanı, alt parietal lobüldeki Brodmann alanı 7'nin medial kısmını temsil eder. İnsanlarda vestibüler stimülasyon sırasında fonksiyonel görüntüleme, 39 ve 40. bölgelerdeki alt parietal lobülün aktivasyonunu gösterir, bu nedenle maymunlarda 7. bölgeye karşılık gelebilir. Maymunlardaki 7. bölge, insanlarda da vestibüler uyarımla aktive olan ancak lateral superior parietal lobülde bulunan 7. alandan ayırt edilmelidir (33). Posterior parietal korteks, uzamsal temsilde önemli bir rol oynayan, istemli hareket ve hızlanma durumlarını kodlayan çok modlu bir merkez olarak bilinir. Ventro-intraparietal kortekste nöronların yaklaşık yarısı vestibüler girdi alır ve neredeyse tamamı görsel girdi alırken yarısından azı somatosensoriyel girdi alır (34). Bu girdilerden ventro-intraparietal korteks, öznenin yaklaşık 1 metre yakınında bir boşluk temsili yaratır ve görsel nesne konum bilgisini başın konum bilgisine göre bütünleştirir (örneğin, yüze yaklaşan bir nesne) (35). Aktif hareket sırasında refleks hareketini de baskılayabilir. Öte yandan, alt parietal lobüldeki alan 7a, çok az vestibüler girdi alır ve ortamdaki görsel nesnelerin allosentrik temsiline katkıda bulunur (36, 37). Boşluğun bir başka allosentrik temsili, vestibüler ve görsel girdilerden istemli hareketi algılayan ve bunları nesne hareketinden ayıran, uzamsal yönelimi güncelleyen, maymunların medial superior temporal korteksinde meydana gelir. İnsanlarda medial superior temporal korteksin eşdeğeri orta temporal girusun Brodmann 37. bölgesinde bulunduğu tahmin edilmektedir (38).

### **2.3.4. Cingulate Gyrus ve Retrosplenial Korteks**

İnsanlarda, kalorik vestibüler uyarım sırasında fonksiyonel görüntüleme, karşılıklı olarak bağlı olan anterior ve posterior *cingulate gyrus* aktivasyonunu göstermiştir. Literatürde, navigasyon ve yol entegrasyonunda önemli bir rol oynayan retrosplenial korteksin (alan 29 ve 30) aktivasyonu gösterilmiştir. Retrosplenial korteks ayrıca bir reprezentasyonu allosentrikten benmerkezciye (ve tam tersi) dönüştürebilir (26).

### **2.3.5. Hipokampus ve Parahipokampal Alan**

Hipokampus ve parahipokampal alan (yani entorinal, peririnal ve postrinal korteksler) bilişsel haritaları bütünleştirir(39). Bu haritaların oluşturulması, bu beyin bölgelerinde baskın olan yer hücreleri (*place cells*), sınır hücreleri (*border cells*), baş yön hücreleri (*head direction cells*) ve dizgi hücrelerine (*grid cells*) dayanmaktadır. Bu hücre tipleri kapsamlı bir şekilde incelenmiştir ve çoğu çalışma kemirgenlerde gerçekleştirilmiştir. Yer hücreleri, çevrenin belirli bir alanında öznenin konumu ile yüksek oranda ilişkili bir aktiviteye sahiptir. Bu hücreler, CA1 (piramidal hücreler), hipokampusun CA3'ü (piramidal hücreler), dentat girus (granül hücreler), subikulum (piramidal hücreler), parasubikulum, entorinal ve postrinal kortekslerde bulunurlar. İnsan hipokampusundeki yer hücreleri için bazı kanıtlar vardır ve bunlar parahipokampal bölgedeki uzamsal görsel hücreleriyle ilişkilidir (40). Ancak bazı hücrelerin, yer ve görsel hücreler gibi cevap verdiği gözlenmiştir, bu da onları bir yer hücrelerinin olağan tanımından önemli ölçüde farklı kılmıştır. Bununla birlikte, Ekstrom ve diğ. (2003), kaydedilen hücrelerin yaklaşık %11'inin yer hücreleri gibi yanıt verdiğini ancak tam olarak görüntülenemediğini ve bunların en yaygın olarak hipokampusta olduğunu tahmin etmiştir (40).



Yer hücrelerinin aksine, dizgi hücreleri yalnızca bir konumda değil, eşkenar üçgen benzeri bir model oluşturan birden çok özel konumda ateşlenir (41). Dizgi hücreleri şimdiye kadar kemirgenlerin ve insanların lateral ve medial entorinal kortekslerinde bulunmuştur ve uzay için iki boyutlu bir ölçüm sağlar (42). Bununla birlikte, insanlarda varsayılan dizgi hücrelerinin sanal bir navigasyon görevi sırasında dizgi benzeri ateşleme sergiledikleri gösterilmiştir. Bu hücreler, Medial entorinal korteks, parasubiculum ve postsubiculum'un tüm katmanlarında bulunurlar.

Dördüncü hücre tipi olan baş yön hücreleri (HD), baş dar bir yön aralığına baktığında en yüksek ateşleme hızı ile karakterize edilir. Çoğunlukla kemirgenlerde ve aynı zamanda maymunlarda incelenmiştir ve hipokampusun PoS ve CA1'i ve ayrıca birkaç subkortikal çekirdek dahil olmak üzere çok sayıda kortikal lokasyonda bulunurlar (22).

Vestibüler sistemin inaktivasyonu, hipokampal yer hücrelerinde konuma özgü ateşlemenin bozulmasına, talamik ve PoS HD hücrelerinin yöne özgü deşarjına yol açtığından, vestibüler girdi, yer ve HD hücreleri için oldukça önem taşımaktadır (43). Ayrıca, farklı vestibüler sensörlerin elektriksel uyarımı, kobay hipokampusünde (CA1, CA2) alan potansiyellerini indükler. Ayrıca medial vestibüler çekirdeğin elektrikle uyarılması, sıçanlarda CA1 kompleksi hücrelerinin (varsayılan yer hücreleri) ateşleme hızını arttırır.

İnsanlarda, vestibüler uyarım sırasındaki fonksiyonel görüntüleme, hipokampal ve parahipokampal alanların aktivasyonunu veya inaktivasyonunu gösterir. Kronik bilateral vestibüler zayıflığı olan hastalarda bilateral hipokampal atrofi ve uzamsal hafıza bozukluğu görülür (44). Tüm bu sonuçlar, hipokampusta aynı ortamın farklı haritalarını bütünleştirmede vestibüler girdilerin temel rolünü vurgulamaktadır. Bu haritaların oluşumu muhtemelen dizgi hücrelerine, dizgi hücrelerinin bir miktar entegrasyonuna ve entorinal kortekste HD ateşlemesine bağlıdır. Bu haritaların etkinleştirilmesi, mevcut konuma, çevresel içeriğe veya güncel çevresel olaylara bağlıdır. Bu haritalara entegre

edilen mekansal gösterimin yanı sıra, yer hücreleri geçmişin (mekansal bellek) ve geleceğin (navigasyon planlaması) zaman temsiline katkıda bulunur (45, 46).

Mekansal bilişin yanı sıra, vestibüler sistemin nesne tanıma ve hatta sayısal bilişte de rol oynadığını gösteren çalışmalar literatürde mevcuttur.

### **Nesne tanıma**

Sıçanlarda nesne tanıma, bilateral vestibüler nörektomi'den 3 ve 6 ay sonra bozular. Bu sonuçlar muhtemelen entorinal ve peririnal kortekslerdeki vestibüler girdilerin kaybından kaynaklanmaktadır. Bu iki kortikal alan gerçekten de nesne tanıma ile ilgilidir. Ayrıca, nöronal plastisitede yer alan bir enzim olan nitrik oksit sentaz, tek taraflı vestibüler nörektomiden 2 hafta sonra entorinal ve peririnal kortekslerde azalır. Bununla birlikte, muhtemelen iki lezyon arasındaki kısmi kompanzasyonun bir sonucu olarak, sıçanlarda ardışık kimyasal vestibüler nörektomiden sonra nesne tanıma becerisinin bozulmadığı gözlenmiştir. Vestibüler uyarım ve nesne tanıma arasındaki ilişki muhtemelen yer hücrelerine entegre edilmiştir, çünkü bu hücreler çevrenin geometrik ve davranışsal yönleri gibi hem uzamsal hem de uzamsal olmayan bilgilere yanıt verirler.

### **Sayısal Biliş**

Risey ve Briner (1990–1991) vertigo şikayeti olan ve iki sayı geriye saymakta güçlük çeken hastaları bildirdikten sonra, sayısal görevlerde vestibüler bilginin rolünden ilk kez klinik olarak farkedildi (47). Bu sonucun, sayı temsiline rol oynuyor gibi görünen vestibüler disfonksiyonun uzamsal temsil üzerindeki etkisi olarak yorumlanabildiği belirtilmiştir (48). Sayısal ve uzamsal temsil arasındaki ilişki, sayıların işlenmesini etkileyen istemli hareket yönü ile gösterilmektedir (49). Örneğin, sola ve aşağıya doğru pasif tüm vücut hareketinin küçük sayı oluşumunu kolaylaştırdığı, sağa ve yukarı doğru yer değiştirmenin ise büyük sayıların oluşturulmasını kolaylaştırdığı literatürde gösterilmiştir (50). Ek olarak, pasif veya aktif hareketin hesaplama sürecini modüle ettiği de belirtilmiştir. Örneğin, bir asansörde yukarı hareket ederken toplama ve aşağı hareket

ederken çıkarma işlemi kolaylaşır (51). Galvanik vestibüler uyarım da sayı oluşumunu etkilediğinden, vestibüler sistem bu süreçlerde rol oynayabilir (52). Son olarak, parietal korteks ve daha özel olarak ventro-intraparietal korteks, sayı temsiline yer alır ve aynı zamanda vestibüler projeksiyon alanlarından biridir (53). Vestibüler kortikal projeksiyon alanlarının her birinin rolü ortaya çıktıkça ve vestibüler ile diğer duyuşal bilgilerin hipokampus içindeki entegrasyonu daha iyi anlaşıldıkça, bu alanlara vestibüler girdi getiren yollar açığa kavuşmaktadır. Bu yolların çoğu talamus içerir; ancak, başka yollar da mümkündür. Belirli bir talamik çekirdeğe ulaşan çoğu duyuşal sistem yolunun aksine, vestibüler girdi 10'dan fazla farklı çekirdeğe dağılmaktadır (26).

### 2.3.6. Thalamus Yolakları

Vestibüler girdileri talamusa ilettiği bilinen dört yol vardır: *medial longitudinal fasciculus*, *Deiter'in afferent yolu*, *çapraz ventral tegmental yol* ve *ipsilateral vestibulo-talamik yol*(54). İkincisi dışında, bu yolların tümü vestibülo-oküler fonksiyonda yer alır. Bununla birlikte, bilişle ilgili nöronlar, vestibülo-oküler fonksiyonla ilgili olanlardan farklıdır. Maymunlarda yapılan anatomik çalışmalara göre, *medial longitudinal fasciculus*, vestibüler nükleer kompleksi (VNC) kontralateral posterior talamusa bağlar (55). Ek olarak, sıçanlarda, kedilerde ve maymunlarda yapılan çalışmalar, ipsilateral bir bağlantı olduğunu göstermektedir (54). Nöronal izleyici üzerine yapılan bir çalışma, *medial longitudinal fasciculus'un* bağlantılarının: (1) superior vestibüler çekirdek ile ipsilateral santral lateral çekirdeğe, bilateral *ventro-postero-lateral* ve bilateral *ventro-lateral talamik* çekirdeklere; (2) iki taraflı *ventropostero-laterale* medial vestibüler çekirdek ve kontralateral santral lateral talamik çekirdeklere; (3) kontralateral medial genikulat çekirdeğe inen vestibüler çekirdeklere doğru olduğunu göstermiştir.

Ayrıca, insanlarda *medial longitudinal fasciculus* patolojik lezyonları, subjektif görsel dikeyde (yani, karanlıkta bir çubuğu dikey olarak oryantasyon sağlama kapasitesinde) değişiklikler ortaya çıkarmıştır. Bu nedenle, *medial longitudinal fasciculusun* muhtemelen vestibüler-algı ağında yer aldığı savunulmaktadır (56). *Medial*

*longitudinal fasciculus* ile karşılaştırıldığında, Deiter'in çıkan yolu, sıçanlarda ve kedilerde superior ve medial vestibüler çekirdeği santral-lateral, ventral-posterior-lateral ve ventral lateral talamik çekirdeklere bağlar. Maymunlarda, VNC'nin lateral kısmından çok az projeksiyon, çıkan Deiter yolu, rostral oküler motor çekirdeği ve Forel'in H1 alanı yoluyla ipsilateral talamusa ulaşır. Bununla birlikte Deiter'in çıkan yolunun vestibüler bilişteki rolü tartışmalıdır. Benzer şekilde, çapraz ventral tegmental yolun da bilişsel rolü kanıtlanmamıştır (45, 54). Bu vestibulo-okülomotor yol, anterior kanal girdilerini superior vestibüler nükleus ve Y-grubu yoluyla kontralateral okülomotor çekirdeğe ve ayrıca talamusa (maymunlarda anatomik çalışmalar) iletir. İnsanlardaki klinik veriler, subjektif görsel dikeyde ipsilateral vestibulo-talamik yolun rolünü göstermektedir; ipsilateral vestibulo-talamik yol, vestibüler bilgiyi talamusa ve vestibüler kortekslere ileten hızlı bir yol olarak anlaşılır. Bu da onu vücut hareketinin ve uzamsal oryantasyonun algılanması için kortikal çoklu duyuşsal ağın parçası olmasını sağlar (26, 45, 54).

Beşinci bir yol, bilateral medial vestibüler çekirdeklerden ve ipsilateral üst ve inen vestibüler çekirdekten, talamusun parafasiküler çekirdeğine (PFN) projeksiyonları içerebilir. Santral, lateral ve parasantral çekirdekler ayrıca vestibüler girdiler alır. Vestibüler girdi alan PFN ve diğer intralaminar çekirdek (ILN) nöronlarının kortekse projeksiyon verdiği henüz gösterilmemiş olsa da, ILN'nin bu tür projeksiyonlara sahip olduğu bilindiğinden, bu çok olasıdır (26).

### **2.3.7. Vestibüler Çekirdek, Thalamus ve Vestibüler Korteks İlişkisi**

Her vestibüler çekirdek birkaç veya daha fazla talamik çekirdeğe projekte olur. Bu projeksiyonların çoğu kontralateral veya bilateraldir (26). Özellikle superior vestibüler çekirdek ve medial vestibüler çekirdek, talamik ventral posterior komplekse projeksiyonlar gönderir. Superior, medial, lateral ve inen vestibüler çekirdekler medial genikulat, lateral genikulat ve supragenikulat çekirdeklere projekte olur. Ancak Meng ve diğ. (2007) talamus içinde vestibüler yanıtların çok daha geniş bir dağılımını bulmuş ve

vestibüler bilgi taşıyan serebellar-talamik projeksiyonların kanıtlarını bildirmiştir (57). Talamik çekirdekler arasında, bazı nöronlar yalnızca vestibüler uyarıma (örneğin ventral posterior komplekse) yanıt verir. Diğer vestibüler talamik çekirdekler, aynı zamanda somatosensoriyel (örneğin, ventral-posterior-lateral, ventral-posterior-medial, ventral-posterior-inferior çekirdekler) veya görsel girdilere duyarlı olan daha üst seviye merkezlerdir. Vestibüler talamik çekirdekler, birincil somatosensoriyel (alan3aV), görsel (alan 17) kortekslere ve uzamsal bilişle ilgili polimodal parietal, temporal ve insular kortekslere projekte olur (58). Talamustan kortekse giden anatomik yollar muhtemelen üç talamik pedikülden geçer: santral parietal ve oksipital kortekse ulaşan superior ve posterior pediküller ve orbitofrontal, insular ve temporal kortekslere ulaşan inferior talamik pedikül (59).

### **2.3.8. Hipokampüs Yolakları**

VNC'den veya talamustan hipokampusa doğrudan bir projeksiyon şimdiye kadar kanıtlanmamıştır. Bu nedenle, vestibüler korteksler, parahipokampal alana vestibüler girdiler göndermek için iyi bir adaydır (45). Çoğu kanıt, hipokampal CA1 alanına projeksiyonlar gönderen alan 7a dahil olmak üzere posterior parietal korteks ile ilgilidir (maymunlardaki anatomik çalışmalar). Ek olarak, başka bir yol, "baş yön yolu", medial entorinal korteks (MEK) yoluyla hipokampusa ulaşır. MEK, yer hücreleri, dizgi hücreleri ve HD hücrelerini içerir ve girdilerinin %16'sı görsel-uzamsal işlevde yer alan vestibüler kortekslerden gelir (yani, posterior parietal korteks, singulat ve retrosplenial korteksler). Parietal korteksin kendisi MEK'in girdilerinin %9'unu temsil eder (25, 60). Posterior parietal korteks, ya doğrudan ya da çoğunlukla postrinal korteks (maymunda parahipokampal korteks) yoluyla MEK'e projekte olur (60). Posterior parietal korteksten MEK'e diğer dolaylı projeksiyonlar, peririnal korteksten (çoğunlukla 35 yerine 36. alan) veya PoS'den geçer. Bununla birlikte, bu son iki girdi kaynağı, anatomik bağlantıları ve görsel-uzamsal işlevleri açısından postrinal korteks ile karşılaştırıldığında daha az önem taşımaktadır. MEK'den (tabaka II), çıkan geniş projeksiyonlar dentat girusa, ardından CA3

ve CA1'e ulaşır. Bununla birlikte, MEK'den (tabaka III) veya postrhinal korteksten hipokampusa bazı doğrudan bağlantılar da mevcuttur. Tabaka III'ten gelen bu doğrudan projeksiyonlar, CA1'deki yer alanlarının doğruluğu için tabaka II'den gelen projeksiyonlardan daha önemlidir(61). MEK'e yönelik diğer projeksiyonlar, doğrudan veya postrinal korteks veya dorsal presubiculum yoluyla singulat ve retrosplenial kortekslerden gelir. Son olarak, medial superior temporal bölgeden doğrudan veya postrinal korteks yoluyla gelen projeksiyonlar da mevcuttur (25). Hipokampal yer hücreleri, hipokampustaki yer alanlarını belirleyen entorinal sınır hücreleri, HD hücreleri ve dizgi hücreleri ile ilişkili olduğundan, MEK uzamsal bilişte önemli bir rol oynamaktadır (62). Bununla birlikte, talamusun antero-dorsal çekirdeğindeki (ADN) ve dorsal presubikulumdaki baş yön sinyallerinin kaldırılması, CA1'deki yer hücresi yanıtlarını önemli ölçüde bozmuştur, bu da vestibulo-talamo-kortikal yolun baş yönü yolundan bağımsız olmayabileceğini düşündürmektedir (45).

## **2.4. Çift görev performans modelleri**

### **2.4.1. Kaynak rekabeti modeli (*Cross-domain competition*)**

Bu model, postüral kontrol ve bilişsel aktivitenin dikkat kaynakları için rekabet ettiğini, böylece çift görev koşullarındaki postüral performansın tek postüral görev performansına kıyasla değişmesi gerektiğini varsayar. Dikkat kaynağının paylaşımı nedeniyle, çift görev koşullarında denge performansı daha az verimli olur. Normal duruş koşulları altında ek bilişsel taleplerle artan postüral stabilitedeki yaş farklılıklarının ve eşzamanlı-görsel-uzamsal bir görev gerçekleştirirken daha zorlu postüral koşullar altında postüral stabilitedeki düşüşün gözlemlenmesi bu modeli desteklemektedir (63, 64). Daha güncel çalışmalar da bu görüşü doğrulamıştır. Bu dikkat kaynağı rekabetinin duruş üzerindeki olumsuz etkileri, yaşlılarda azalmış bilişsel ve dikkat kapasitelerinin bir sonucu olarak genç yetişkinlere kıyasla yaşlı erişkinlerde daha fazladır (65-67).

Buna karşılık farklı araştırmalar, çift görev paradigması ile postüral kontrolde hiçbir değişiklik olmadığını bildirmiştir (64, 68-74). Bu bariz farklılıkların, postüral görevin kendisinin zorluğuna ve/veya ikincil görevin tipine ve karmaşıklığına bağlı olduğu düşünülür (15). Bu veriler birlikte ele alındığında, çift görevde kaydedilen tüm verileri hesaba katmadığı için bu ilk modelin belirgin sınırlamalarına işaret etmektedir.

#### **2.4.2. U-biçiminde lineer olmayan etkileşim modeli (U-shaped non-linear interaction model)**

Yaş ve görev özellikleri arasında daha karmaşık bir etkileşim, duruş kontrolü ve bilişsel talep arasında U şeklinde bir ilişki olduğunu varsayan çift görev literatüründen ortaya çıkmıştır. Bu anlayış, ikincil görevin bilişsel talebinin düşük veya yüksek olmasına bağlı olarak vücut dengesinin iyileştirilebileceği veya azaltılabileceği anlamına gelir. Bir kuvvet platformunda normal duruş görevini gerçekleştiren genç yetişkinlerin, görsel veya işitsel uyarılara sözlü yanıtlardan oluşan eşzamanlı tepki süresi görevlerini gerçekleştirirken postüral salınımlarında azalma gözlenmiştir (73). Benzer çift görev koşullarında, yaşlı bireylerin de postüral kontrol kalitesinin arttığı gözlenmiştir (75). Bu sonuçlar, çift görev koşullarındaki denge gelişiminin, düşük dikkat talepli ikincil bilişsel görevlerle yaştan bağımsız olarak gözlemlenebileceğini göstermektedir. Bunun nedeni, dikkat odağının postür kontrolünden uzağa kayması ve postürün otomatik olarak işlenmesinin artması olabilir (76-78). Katılımcılara açıkça postüral kontrol görevine dikkatlerini odaklama talimatı vermenin, talimatların yüksek düzeyde otomatik kontrol sürecine müdahalesi nedeniyle vücut salınımlarında artışa yol açması da buna paraleldir (73, 79). Bilişsel görevin türü (uzamsal ve uzamsal olmayan) ve gereken bilişsel işlev (yürütme ve kodlama) ayrıca çift görev koşullarında postüral dengeyi farklı şekilde etkileyebilir (80). Huxhold ve diğ.(79) daha zorlu bilişsel görevler altında (seçim tepki süresi, uzamsal çalışma belleği) yaşlı bireylerde vücut salınımlarının arttığını, genç erişkinlerde ise değişmediğini göstermiştir. Bu sonuçlar önceki çalışmayı doğrular niteliktedir ve postüral kontrol ile bilişsel talep arasındaki U-şeklinde bir ilişki hipotezini

desteklemektedir (16, 75, 77). Bilişsel görevler tarafından indüklenen uyarılma düzeyi ile vücut salınım genliği arasında bir ilişki bulunamazken, bu doğrusal olmayan çift görev etkileşimi için uyarılmaya dayalı bir açıklama reddedilmiştir (81). Bu U biçimindeki çift görev etkileşimini destekleyen çalışmadan çıkarılan en tutarlı sonuç, postüral kontrolü üzerinde zararlı bir etkiye neden olan bilişsel talep seviyesi eşliğinin, genç yetişkinlere kıyasla yaşlı yetişkinlerde daha düşük seviyede olmasıdır. Başka bir deyişle, bilişsel görevin yarar aralığı yaşlanma ile azalırken, kaynak rekabeti ve yaşlı yetişkinlerde azalan dikkat kapasiteleri nedeniyle zarar aralığı artmaktadır. Ancak bu modeli değerlendirirken kritik bir noktanın altını çizmek gerekir: Yukarıda bahsedilen çalışmalar postüral performansı benzer parametrelerle değerlendirmemiştir. Bazı araştırmacılar, bir kuvvet platformu üzerinde duran deneklerde stabilogramın toplam uzunluk yolunu kullanırken, diğerleri vücut salınım hızını veya ayak basınç merkezlerinin varyansını incelemiştir (16, 75, 77).

#### **2.4.3. Görev önceliklendirme modeli**

Denge kontrolü dinamiklerinin bireyler arasında farklı şekilde, yani farklı sensorimotor stratejiler kullanılarak elde edilebileceği literatürde gösterilmiştir. Örnek olarak, Nashner ve McCollum ileri/geri ani hareket eden bir kuvvet platformu üzerinde duran insanlarda farklı ayak bileği ve kalça stratejilerini göstermiştir (82). Bu stratejiler, gastroknemius, hamstringler ve paraspinal kasları içeren aşağıdan yukarıya bir aktivasyon modelini indükleyen ayak bileği stratejisi ve abdominal ve kuadriseps femoris kaslarını içeren yukarıdan aşağıya bir model gösteren kalça stratejisi ile farklı spatiotemporal kas aktivasyon modelleri tarafından desteklenir. İlginç bir şekilde, bireyler çevresel duruma ve/veya görev zorluğunun zihinsel temsillerine bağlı olarak bir kalıptan diğerine geçiş yapabilirler.

Kalça stratejisinin yaşlanmaya bağlı olarak daha ağırlıklı kullanıldığı literatürde bildirilmiştir. Bu, postüral görevin merkezi temsilinin, beynin düşmeleri önlemek için daha güvenli stratejiyi seçmesine yol açtığını göstermektedir. Ağırlık merkezini destek



yüzeyi içinde tutan kalça stratejisi, yaşlanmayla birlikte daha öncelikli görünüyor. Azalan bilişsel kaynaklar, çift görev performansının azalmasına karşılık geldiği için, aynı anda iki şeyi yapmak daha zor hale gelir ve bazı durumlarda yaşlı bireyler konuşurken yürümeyi bırakırlar. Bu basit gözlem, yaşlı insanlarda düşme riskinin tahmini için klinik bir test olarak önerilmiştir (83). Genç yetişkinlerle karşılaştırıldığında, özellikle düşmeden kaçınmanın kritik bir hayatta kalma değeri olduğu denge sorunları olan yaşlı bireylerde, bölünmüş dikkat durumlarında postüral kontrole öncelik verir. Görev önceliklendirmesinin aynı kavramsal çerçevesi içinde, yaşın önemli bir faktör olduğu çift görev koşullarında denge önceliklendirmesinin bir sonucu olarak bilişsel görevdeki bozulmanın bir açıklaması olarak önerilen “önce postür” ilkesi öne sürülmüştür (71).

Aynı çizgide, çoklu görevlere ekolojik yaklaşım da mevcuttur (84-86). Baltes'in seçim, optimizasyon ve kompanzasyon modelinden esinlenen bir konsept olan *SOC (Selecting, optimization, compensation)* modeli aşağıdakilere dayanmaktadır (87):

- Birey için çok önemli olan hedeflerin seçimi;
- Tüm ilgili araçlarla seçilen hedefin performans seviyesinin optimizasyonu;
- Kompanzasyon ilkesi, yani performans düzeyini korumak için alternatif stratejilerin kullanılması.

Bu model, kompanse edici davranışlara veya görev önceliklendirme gibi stratejilere yol açan yaşa bağlı değişimlere karşı uyarlanabilir cevapları hesaba katar. Ana tahmini, yaşlı bireylerin çift görevde bilişsel performansın düşmesi pahasına postüral kontrole ve dengeye öncelik vermesidir. Bununla birlikte, literatürdeki bazı çalışmalar, postür kontrolünde bilişsel katılımın yaşa bağlı bazı artışlarını bildirmiştir (71, 80). Bu tür farklılıklar çevresel şartlara veya postüral ve bilişsel görevlerin türü ve karmaşıklığına da atfedilebilir.

Biliş, istemli davranışı üreten mekanizma ve süreçlerini açıklayan genel bir ifadedir. İstemli bir davranışın işareti ise algı ve eylem arasındaki ilişkidir (87). Literatürde

eylemleri organize etme amacıyla, algıların var olduğuna dair görüşler sunulmuştur. Bu görüşlere göre, biliş motor çıktı ve duyuşal girdi arasındaki bağlantıyı sağlamak için vardır, bu bağlantı süreci sensorimotor bütünleştirme olarak adlandırılmaktadır ve üst düzey bilişsel performanslar, yalnızca hareket becerileri aracılığıyla gelişebilmektedir (86).

## **2.5. Çift görev protokolünde geçerlilik güvenilirliği kanıtlanmış ek bilişsel görevler**

Literatürde farklı kaynakları değerlendirebilen birçok bilişsel görev mevcuttur. Fakat bu bilişsel görevlerin birçoğunun çift görev koşulunda geçerlilik ve güvenilirliği kanıtlanmamıştır. Denge görevine ek olarak verilebilecek geçerlilik ve güvenilirliği çift görev koşulu altında kanıtlanmış olan bilişsel görevler aşağıda açıklanmıştır.

### **2.5.1. Corsi blok test**

Corsi blok testi, görsel-uzamsal belleği ve ek olarak çalışma belleğini de değerlendirir (88, 89). Katılımcı, 12 kareden oluşan bir örüntüde sırayla görünen 5 geometrik şeklin (daire) konumunu hatırlamalıdır. Her daire 0,8 s boyunca görünür olup, 0,3 s ile 0,6 s arasında değişen uyarılar arası süre 5,5 s'dir. Daha sonra örüntü tekrar sunulur ve bu sefer 12 sayı eşlik eder. Katılımcı daha sonra, geometrik şekillerin tam konumunu, doğru sırayla, sözlü olarak ilgili numaralarını vererek belirtmelidir. Bu numaraların pozisyonunu katılımcıların ezberlemesini önlemek için numaralar her bir sıraya rastgele yerleştirilir.

### **2.5.2. Mental Rotasyon Testi**

Mental rotasyon görevi, görsel-uzamsal alt etki alanını değerlendirir. Ek olarak, işleme hızı da bu görevde kullanılır. Katılımcılara bir yanıt verilene kadar iki insan figürü sunulur. Bu şekillerin ya önü ya da arkası gösterilir ve her iki şekil birbirine göre

döndürülür (0°, 60°, 120° veya 180°). Bu insan figürleri, uzanmış kollar veya bükülmüş kollarla sunulmaktadır. Dönüşlerinden bağımsız olarak, bu görüntüler aynı figür veya birbirlerinin yansıma görüntüsüdür. Katılımcı, bu görüntülerin aynı mı ('evet') yoksa yansıtılmış mı ('hayır') olduğunu belirtmelidir.

### **2.5.3. Kodlama Görevi**

Kodlama görevi esas olarak işleme hızını değerlendirir (90). Ancak dikkat, okülomotor tarama ve çalışma belleği de, bu görevi yerine getirmede önemlidir (91). Bu görev, sembol basamak modaliteleri testine dayanır ve tümü farklı bir sayısal basamakla eşleştirilebilen bir dizi geometrik şekil içerir (92). Katılımcıya rakamların eksik olduğu ikinci bir tablo sunulur ve ardından her geometrik şekli sözlü olarak ilgili sayısal rakamla değiştirmesi istenir. Öğrenme ve ezberleme etkisini önlemek için her koşul için farklı bir kodlama sistemi sunulmaktadır.

### **2.5.4. Stroop Testi**

Stroop görevleri, esas olarak, bilişsel alan yürütme işlevinin bir parçası olan cevap inhibisyonunu değerlendirir (93, 94). Görsel veya işitsel yolla uygulanabilir. Bu görevler bir uyumsuzluk ilkesine dayanmaktadır.

Görsel Stroop görevi için dört rengin (kırmızı, sarı, yeşil veya mavi) kelimeleri verilir. Bu kelimelerin hepsi farklı bir renk ile sunulmuştur. Uyumlu (aynı renk ve kelime yazılı) ve uyumsuz (kelime ve kelimenin yazıldığı renk farklı) uyarılar sunulur. Katılımcıdan kelimeyi okumadan, kelimenin yazıldığı rengi belirtmesi istenir. Her kelimenin tamamlanmasından sonra, uzman bir sonraki maddeye geçer. Uyumlu ve uyumsuz maddeler 1:1 oranında sunulur ve yazılan her kelime ve kelimelerin yazıldığı renk dengelenir. Tüm koşullar arasında karşılaştırma yapabilmek için her koşulda 32 madde gerçekleştirilir. Görsel Stroop görevinden önce, tüm renklerin doğru yorumlanmasını sağlamak için katılımcıdan dört farklı karenin (kırmızı, sarı, yeşil ve mavi) rengini söylemesi istenir (5).

İşitsel Stroop görevi için, 'yüksek' ve 'alçak' kelimeleri yüksek veya alçak perdede sunulur. Uyumlu (yüksek perdede yüksek ve alçak perdede alçak) ve uyumsuz (alçak perdede yüksek ve yüksek perdede alçak) öğeler 1:1 oranında sunulur ve kelimenin söylendiği her kelime ve perde dengelenir. Katılımcıdan, konuşulan kelimeyi tekrar etmeden, içinde kelimenin sunulduğu perdedi belirlemesi istenir. Her yanıtta sonra, uzman bir sonraki uyarı sunar. Yine her koşulda 32 test maddesi sunulmaktadır. İşitsel Stroop görevinden önce, iki saf sestten oluşan birkaç dizi sunulur. Yüksek ve alçak sesin doğru yorumlanmasını sağlamak için katılımcıdan yüksek veya alçak tonların duyulup duyulmadığını belirtmesi istenir (5).

### **2.5.5. Geriye Doğru Rakam Hatırlama Testi**

Geriye doğru rakam hatırlama genellikle çalışma belleğinin bir ölçüsü olarak kullanılır (95). Bununla birlikte, bazı araştırmacılar bunun kısa süreli belleği değerlendiren bir görev olarak daha iyi tanımlanabileceğini öne sürmektedir (96). Kısa süreli bellek ve çalışma belleği, hem hafıza hem de biliş teorilerinde merkezi yapılardır. "Kısa süreli bellek" terimi, tipik olarak, belirli bilgi alanlarında bilginin geçici olarak depolanması için uzmanlaşmış sistemlere atıfta bulunmak için kullanılır. "Çalışma belleği" terimi ise, bilişsel görevler sırasında bilginin hem işlenmesinden hem de depolanmasından sorumlu olan daha karmaşık bir sistemi tanımlamak için kullanılır (97). Kısa süreli bellek ölçütleri, çalışma belleği ölçütlerinden ayırt edilebilir, ancak birbirleriyle ilişkilidir. Hem kısa süreli bellek hem de çalışma belleği, bir dizi görev kullanılarak değerlendirilebilir, ancak kısa süreli bellek genellikle, katılımcılara bir öğe listesi verildiği ve bunları aynı sırayla hatırlamalarının istendiği görevler kullanılarak değerlendirilir (98). Çalışma belleği genellikle, katılımcıların bir dizi öğeyi aynı sırada hatırladıkları, ancak aynı zamanda bellek öğeleri arasına serpiştirilmiş bir işlem etkinliğine katıldıkları görevler kullanılarak değerlendirilir. Örneğin katılımcılardan bir dizideki öğeleri saymaları ve ardından her dizinin ardışık sayılarını hatırlamaları istenir (99).

Kısa süreli bellek ve çalışma belleği görevlerindeki performansın altında yatan bilişsel kaynaklar, alternatif modellerde büyük farklılıklar gösterir. En popüler modellerden birine göre, çalışma belleği dört bileşenden oluşmaktadır (97). İki alana özgü kısa süreli bellek sistemi vardır: sözlü bilgilerin depolanmasından sorumlu olan fonolojik döngü ve görsel-uzamsal bilgilerin korunmasından sorumlu olan görsel-uzamsal kopyalama (*sketchpad*). Bunlar, bir dikkat kontrol mekanizmasına benzeyen merkezi yürütme tarafından yönetilir. Dördüncü bileşen, epizodik arabellek, çalışma belleği ve uzun süreli belleğin alt bileşenlerinden gelen bilgilerin bütünleştirilmesinden sorumludur. Çalışma belleğine benzer bir yaklaşımda, Kane ve diğ. (100) çalışma belleğini kısa süreli bellek ile dikkat arasındaki bir sinerji olarak görmektedir. Kısa süreli belleğin, bellek izlerini yeniden etkinleştirmek ve ilgisiz bilgileri engellemek için kullanılan dikkat süreçleriyle birlikte, depolama ve prova süreçlerinin bir sonucu olduğu varsayılır. Bu modellerin her ikisinde de kısa süreli bellek görevlerinin, hem depolama hem de dikkat kaynaklarına dayanan çalışma belleği görevleri ile alana özgü depolama sistemleri kullandığı düşünülmektedir (101, 102).

Unsworth ve Engle (103) tarafından önerilen bir başka teorik açıklama, kısa süreli bellek ve çalışma belleği ölçümlerinin aynı temel süreçleri kullandığı, ancak bu süreçlerin işleyiş boyutunda farklılık gösterdikleridir. Bu çerçeve, aktif bir yürütme bileşenini (birincil bellek) kontrollü bir arama ve geri alma süreçleriyle (ikincil bellek) birleştirir. Öğelerin başlangıçta birincil bellekte tutulduğu, ancak daha sonra diğer gelen öğeler veya dikkat dağıtıcı bilgiler tarafından ikincil belleğe yer değiştirdiği düşünülmektedir. Bu nedenle, kısa süreli bellek görevleri, yalnızca uzun öğe listeleri sunulduğunda ve listedeki ilk öğeler değiştirildiğinde ikincil bellekten yararlanarak birincil belleği kullanır. Bununla birlikte, işleyen bellek görevleri, işleme etkinlikleri öğeleri birincil bellekten çıkardığı için hem birincil hem de ikincil belleği kullanacaktır.

Bu yaklaşımların her biri içinde, kısa süreli bellek ve çalışma belleği görevlerinin depolama ve dikkat kaynaklarını (veya birincil ve ikincil belleği) kullanma derecesi,

bireysel yetenek veya görev içeriğinin bir işlevi olarak değişebilir. Örneğin, yetişkinler, rakam hatırlama gibi kısa süreli bir bellek görevini tamamlarken, kodlama ve prova süreçlerini rutin olarak bulmalı ve dikkat gerektirmemelidir. Buna karşılık, 4 yaşındaki çocukların hatırlamadan önce bellek öğelerini aktif tutmak için dikkat kaynaklarını kullanmaları gerekebilir (100). Yetişkinler, sayma gibi çalışma belleği görevini tamamlarken, tanıdık olmayan bir sıra kullanarak saymaları istenmedikçe, saymayı dikkat gerektiren bir şey olarak görmeyebilirler. Buna karşılık, çocukların temel sayma için bile yönetici-dikkat kaynaklarını kullanmaları gerekebilir (104). Kısa süreli ve çalışma belleği görevlerinin strateji kullanımına ne ölçüde izin verdiği konusunda da bireysel farklılıklar olabilir. Yönetici-dikkat kaynakları bir görev sırasında kullanıldığında, sürekli tekrarlamayı ve hatırlanacak bilgilerin gruplandırılmasını engeller (105). Böylece, dikkat kaynaklarını kullanmaya ihtiyaç duymayan yüksek yetenekli katılımcılar, hafıza öğelerini koruyabilen stratejileri daha iyi kullanabilirler. Bu gibi durumlarda, çalışma belleği görevleri, aktif bilgi işlemlenin olmadığı kısa süreli bellek görevleriyle eşit hale gelebilir (103, 105)

Hem kısa süreli bellek hem de çalışma belleği araştırmalarında kullanılan bir görev, katılımcılardan rakamları ters sırada hatırlamalarının istendiği geriye doğru rakam hatırlamadır. Bu görev, sırayı tersine çevirme gerekliliği nedeniyle kısa süreli bellek görevlerinden farklıdır. Bununla birlikte, hatırlanacak tüm öğeler art arda sunulduğundan ve öğeler arasında herhangi bir işlem etkinliği bulunmadığından, çalışma belleği görevlerinden de farklıdır.

Bazı katılımcıların sunum sırasında rakam sırasını hemen tersine çevirmeleri ve araya giren işleme süreci ile sonuçlanması mümkündür. Ancak görev, tüm rakamlar kullanılabilir olana kadar tersine çevirmeyi geciktirerek de başarılı bir şekilde tamamlanabilir. Bu nedenle, bu görevin kısa süreli belleğin mi yoksa çalışma belleğinin bir ölçüsü olup olmadığı konusunda bazı tartışmalar vardır. Bazı araştırmacılar, ileriye ve geriye doğru hatırlamanın benzer bir karmaşıklık düzeyi gerektirdiğini ve faktör analizi sırasında bunların aynı faktöre yüklendiklerini rapor etmişlerdir (96, 106, 107). Bununla

birlikte, diğ er araştırmacılar, dñzenin aktarılmasının, yñnetici-dikkat kaynaklarının katılımını gerektirdiğini varsaymışlardır ve geriye doğru hatırlamadaki performansın, diğ er çalışma belleği ölçñmlerindeki performansla yakından ilişkili olduğunu rapor etmişlerdir (95, 98, 108).

## 2.6. İşitme kaybı ve denge ilişkisi

Literatürdeki çalışmalar çoğunlukla postñral kontrol için duyusal entegrasyonun ağırlıklandırma (sensory weighting) ve yeniden ağırlıklandırma (sensory reweighting) teorisini öne sürmüşlerdir. Bu teori, bireylerin mevcut duyusal girdi kaynaklarına ve görevin neden olduğu zorluğa bağlı olarak duyusal bilgileri farklı şekilde önceliklendirdiğini öne sürer (109, 110). Postñral kontrolñn görsel, vestibñler ve somatosensoriyel bilgilerin sñrekli entegrasyonunu gerektirdiği bilinmektedir, ancak son yıllarda literatürde artan çalışmalar, genellikle işitsel girdinin de postñral salınım üzerinde etkileri olduğunu göstermektedir (1, 111). Bununla birlikte, görsel, somatosensoriyel ve vestibñler ipuçlarına kıyasla, işitsel ipuçlarının postñral kontrol ile daha küçük bir ilişkisi olduğu belirtilmektedir (1).

Literatürde sağlıklı kontrol katılımcılarını içeren çalışmalarda, sonuçların değişken olduğu belirtilmektedir (salınımında artış, azalma veya değişiklik yok). İşitsel ipuçlarının rolñ, konjenital duyu kaybı varlığında (ör; vestibñler disfonksiyon veya görme bozukluğu) veya paradigma kaynaklı duyu kaybı varlığında (ör; gözler kapalı yumuşak zemin üzerinde durmak) daha önemli hale gelmektedir (3, 112). Sağlıklı genç yetişkinlerle yapılan araştırmalardaki farklılıklar, sağlıklı bir sistemin doğasında var olan fazlalığı yansıtır olabilir. Sabit bir duruş oluşturmak için birden fazla olası stratejiye sahip sağlıklı bireylerde, işitsel ipuçları duruş sırasında dengeyi sağlamak için esas gerekli bilgilerden olmayabilir (1).

Sesin postüral kontrole entegrasyonu ile ilgili önerilen bir teori İşitsel Çapa (*auditory anchorage*) teorisi (113, 114). Bu teoriye göre, sabit ses kaynakları, beynin çevrenin mekansal bir görüntüsünü yapılandırmasına yardımcı olan mekansal bilgiler sağlar. Beyin daha sonra bu bilgiyi stabilizasyon için kullanır. Bu kavram, denge için görsel entegrasyonu içeren diğer araştırmalar ile paralellik göstermektedir.

Önceki araştırmalar, görsel bir çapanın, görsel bilginin olmaması veya hareketli bir görsel uyarana karşılaştırıldığında, postüral salınımı azalttığını tutarlı bir şekilde göstermiştir(115). Bir işitsel çapanın kullanımı, sabit ses kaynaklarının ve ses kaynaklarındaki artışın postüral salınımı azaltmaya yardımcı olduğunu ama kaynaklardaki azalmanın postüral salınımı artırdığını çalışmalar göstermiştir(113, 116-118).

Bununla birlikte, sabit ses kaynağı, salınımdaki azalmayı garanti etmez. Sabit ses kaynağından geniş bant gürültü sunumu postüral salınımı azalttığı bildirilmiştir (2), ancak saf ses uyarılarıyla ilgili çalışmalar yetersiz kalmıştır (111). Saf seslerle karşılaştırıldığında, geniş bant gürültü daha zengindir ( tüm frekansları kombine eder, daha fazla ekolojik geçerliliğe, daha fazla aşinalığa sahiptir veya daha özgündür ve doğada oluşur). Lokalizasyon çalışmalarında, katılımcılar genellikle beyaz gürültüyü saf seslerden daha iyi lokalize etmişlerdir(119).

### **2.6.1. Koklear implantasyonda postüral kontrol/denge becerileri**

İşitme kaybı, en yaygın duyuşsal rahatsızlıklardan biridir. Dünya nüfusunun %5'inden fazlası, 65 yaş üstü insanların yaklaşık üçte birini etkileyen işitme kaybından muzdariptir (4). İşitme cihazlarının artık kullanışlı veya yeterli olmadığı durumlarda, işitme kaybının tedavisi için koklear implant (CI) cerrahisi standart prosedürdür. CI cerrahisinin rezidüel koklear fonksiyon üzerindeki etkileri çalışılmış olsa da, vestibüler fonksiyon üzerindeki etkilerine daha az ilgi gösterilmiştir. Bu tür etkiler, CI cerrahisinin



işitsel sisteme anatomik olarak yakın olan vestibüler yapıları sıklıkla etkilemesi nedeniyle ortaya çıkar.

CI cerrahisi sırasında veya sonrasında vestibüler disfonksiyona yol açabilecek farklı mekanizmalar varsayılmıştır: 1) elektrot yerleştirilmesinin neden olduğu doğrudan travma, 2) kokleostomiye bağlı akut seröz labirentit, 3) labirentit ile yabancı cisim reaksiyonu, 4) endolenfatik hidrops ve 5) implantın kendisinden elektrik stimülasyonu (120).

CI cerrahisini takiben vestibüler disfonksiyon oluşumu, bitermal kalorik test ve vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyel (VEMP) testi ile değerlendirildiği üzere çok geniş bir aralığa sahiptir (120-124). Bununla birlikte, tüm CI kullanıcıları postoperatif baş dönmesinden muzdarip değildir ve CI kullanıcıları ameliyattan sonra farklı baş dönmesi formları bildirmiştir. Postoperatif baş dönmesi farklı özelliklere, başlangıç ve süreye sahip olduğu literatürde gözlenmiştir (4, 124).

### 3. BİREYLER VE YÖNTEM

Bu tez çalışması Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji Anabilim Dalı Odyoloji Doktora Programı'nda Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 15.03.2022 tarihinde GO 22/284 no'lu izni ile yapılmıştır. Etik Kurul izin yazısı Ek-1'de verilmiştir. Etik kurul başvurusunda katılımcı alınmadan önce yapılan güç analizine göre belirlenen 30 katılımcı sayısı öngörülen sürede tamamlanmıştır.

#### 3.1. Bireyler

Çalışmaya koklear implant cerrahisi Hacettepe Üniversitesi Erişkin Hastanesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı'nda gerçekleştirilen ve Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü'nde takipleri düzenli yapılan 18-40 yaş aralığında 15 unilateral koklear implant kullanıcısı ve kontrol grubu olarak yaş ve cinsiyet açısından eşleştirilmiş 15 sağlıklı genç erişkin dahil edilmiştir. Çalışmaya katılan bireylerin değerlendirmeleri Hacettepe Üniversitesi Odyoloji Ünitesi Vestibüler Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Tüm katılımcıların tanımlayıcı demografik verileri tablo 3.1'de gösterilmiştir. Çalışmaya dahil edilen koklear implant kullanıcılarının demografik bilgileri tablo 3.2.'de verilmiştir.

**Tablo 3.1:** Katılımcıların tanımlayıcı demografik verileri

Grup	Cinsiyet	Yaş		
		Min - Maks	X±SS	Ortanca
<b>Kİ Kullanıcıları</b>	9 K , 6 E	20 - 36	25.27±3.86	25
<b>Kontrol</b>	9 K, 6 E	20 - 36	25.27±3.86	25

Kİ; Koklear implant, K; Kadın, E; Erkek, Min; Minimum, Maks; Maksimum, X; Ortalama, SS; Standart Sapma

**Tablo 3.2:** Koklear İmplant kullanıcılarının demografik bilgileri

Katılımcı Kodu	Cinsiyet	Yaş	Kİ Yaşı	Kİ Tarafı	İmplant Modeli	Konuşma İşlemcisi Modeli
K1	E	23	2	Sol	CI422	Kanso 2
K2	K	24	21	Sağ	CI422	Kanso
K3	K	26	18	Sol	CI422	K
K4	K	28	24	Sağ	CI422	Kanso
K5	E	26	2	Sağ	CI422	Kanso 2
K6	K	24	6	Sağ	PULSAR CI100	Rondo 3
K7	K	27	18	Sağ	HR90K	Naida CI Q90
K8	E	26	22	Sol	CI422	Kanso
K9	E	25	8	Sağ	SONATAti100	Rondo 2
K10	E	36	29	Sol	HR90K	Naida CI Q90
K11	K	25	9	Sağ	CI24RE	N7
K12	K	22	4	Sağ	PULSAR CI100	Rondo 3
K13	K	22	5	Sol	CI24RE	N6
K14	E	28	24	Sağ	CI422	Kanso
K15	K	20	2	Sağ	CI24RE	N6

Kİ; Koklear İmplant, E; Erkek, K; Kadın

### 3.1.1. Bireylerin Dahil Edilme ve Dışlama Kriterleri

Çalışmaya aşağıda belirtilen kriterlere sahip olan bireyler dahil edilmiştir:

- 18-40 yaş arasında olması
- Koklear implantlı işitme eşiklerinin konuşma alanı içerisinde (30-40 dB HL) yer alması
- En az 1 yıldır unilateral (tek taraflı) koklear implant kullanıyor olması
- Tanılanmış iç kulak anomalisi, nörolojik bozukluk olmaması
- Aktif baş dönmesi/denge bozukluğu şikâyetinin olmaması
- Montreal Bilişsel Değerlendirme Ölçeği skorunun 21 puan üzerinde olması
- Berg Denge Ölçeği skorunun 41 puan ve üzeri olması
- Tanılanmış ortopedik problem, görme problemi veya bilişsel problemi olmaması
- Vücut kitle indeksinin 30'dan düşük olması
- Çalışmaya katılmaya gönüllü olması

Bu kriterler dışında aşağıda belirtilen özelliklere sahip bireyler araştırma dışı bırakılmıştır:

- Etyolojisinde iç kulak anomalisi olması
- Aktif baş dönmesi/denge bozukluğu şikâyeti olması
- Tanılanmış nörolojik bozukluğu olması
- Berg Denge Ölçeği skorunun 41 puan altında olması
- Montreal Bilişsel Değerlendirme Ölçeği skorunun 21 puan altında olması
- Tanılanmış ortopedik problemi, görme problemi veya bilişsel problemi olması
- Vücut kitle indeksinin 30'dan yüksek olması
- Çalışmaya katılmaya gönüllü olmaması

### **3.2. Yöntem**

Araştırmaya dahil edilmesi planlanan katılımcılara öncelikle Berg Denge Ölçeği ve Montreal Bilişsel Değerlendirme Ölçeği uygulanmıştır. Montreal Bilişsel Değerlendirme Ölçeği skorunun 21 puan üzerinde olan ve Berg Denge Ölçeği skorunun 41 puan ve üzeri olan katılımcılar araştırma örneklemini oluşturmuştur.

#### **3.2.1. Berg Denge Ölçeği**

Berg Denge ölçeği, yetişkin bireylerde dengenin değerlendirilmesi ve düşme riskinin belirlenebilmesi için geliştirilmiştir (125). Bu ölçek 14 görevden oluşmaktadır. Ölçeği uygulayabilmek için, kronometre, cetvel vb. araç, sandalye, basamak ve 360 derece dönülebilecek yeterli bir alana ihtiyaç duyulmaktadır. Ölçeğin uygulaması yaklaşık 15 dakika sürmektedir. Her görev 0-4 arasında puanlanır. Bireyin herhangi bir görevden 4 puan alması, o görevi bağımsız bir şekilde yerine getirebildiğini göstermektedir. Ölçekten alınabilecek en yüksek skor 56'dır. 0- 20 arası denge bozukluğunu, 21-40 arası denge becerilerinin kabul edilebilir olduğunu, 41-50 arası skorların ise denge becerilerinin normal sınırlarda olduğunu göstermektedir. Çalışmaya dahil olmayı kabul edilen tüm bireylere Berg Denge Ölçeği Türkçe versiyonu uygulanmıştır (126).

#### **3.2.2. Montreal Bilişsel Değerlendirme Ölçeği (MoCA)**

MoCA, hafif bilişsel bozukluklar için hızlı bir tarama testi olarak tasarlanmıştır. Bu testle, odaklanma ve dikkat, bellek, lisan, yürütücü işlev, soyut düşünme, hesaplama, görsel yapılandırma becerileri ve oryantasyon olmak üzere 8 farklı bilişsel işlev değerlendirilmektedir. Uygulama süresi yaklaşık 10 dakika olup en fazla alınabilecek skor 30 puandır. 21 puan ve üzerinde alınan skorlar normal olarak kabul edilir (127).

### 3.2.3. Tekil Görevler

#### Bilişsel Görev

Bireylere bilişsel ek görev olarak Geriye Doğru Rakam Hatırlama Testi- *Backward Digit Recall* (GDRH) verilmiştir. Bu testte, bireylere 3 basamaklı sayı dizileri görsel olarak sunulur. Bireylerin bu sayı dizilerini geriye doğru tekrar etmeleri istenir. Örneğin, 9-1-7 sayı dizisi sunulduğunda katılımcıdan 7-1-9 şeklinde diziyi tekrar etmesi beklenir. Sayı dizilerinin uzunluğu her katılımcı için sabit tutulmuştur. Sayı dizilerinin oluşturulmasında bazı koşullar dikkate alınmıştır. Rakamlar aynı dizide tekrarlanmamıştır. Dizi sunumunda ardışık sayılar kullanılmamıştır. Rakamlar arasında çift atlama (Ör, 1-3-5) uygulanmamıştır. Bireylerin doğru tekrar ettiği her rakam 1 puan olarak kaydedilmiştir (5).

#### Denge Görevi

Bireylere denge görevi olarak, Bilgisayarlı Dinamik Postürografi (*Neurocom Smart Balance Master, Natus, ABD*) aracılığıyla Duyu Organizasyon Testi (DOT) uygulanmıştır.

#### *Bilgisayarlı Dinamik Postürografi (BDP)*

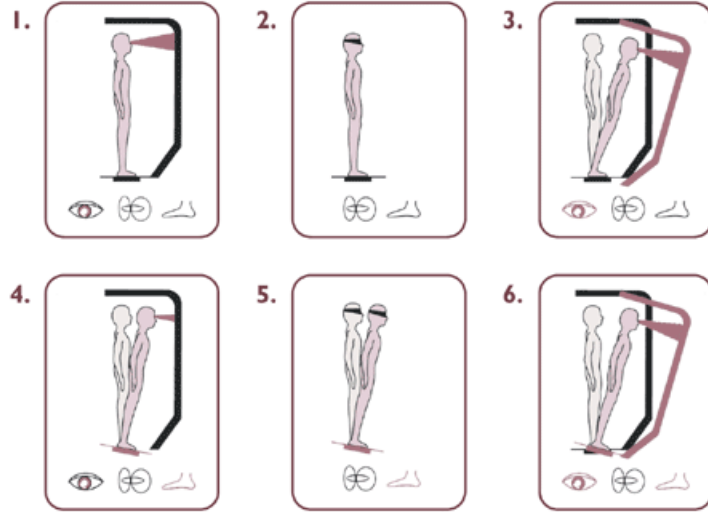
BDP, duyuusal girdiyi kullanarak, postüral dengeyi sürdürme için gerekli olan motor cevapların koordinasyonunu sağlama yeteneğini değerlendiren denge işlevinin sistematik bir testidir (128). Görsel, proprioseptif ve vestibüler girdilerin, merkezi entegrasyon mekanizmalarının ve nöromusküler sistem çıktılarının işlevsel katkılarını belirleyip ayırt etmek için kullanılan ve kontrol edilmiş araştırmalarla etkinliği doğrulanmış bir yöntemdir.

Normal bir bireyin kararlılık sınırları içerisinde dengesini kaybetmeden 12,5 derece (8 öne, 4,5 arkaya) salınım yapabileceği kabul edilmiştir. Denge puanı hesaplanırken hastanın öne arkaya yaptığı salınımlar maksimum teorik sınırlarla karşılaştırılır. Yaş, boy, kilo gibi faktörler de göz önüne alınarak normal bireylerden elde

edilen sonuçlarla karşılaştırılır. Bu puan 0 ile 100 arasındadır ve hasta çok az salınırsa denge puanı 100'e yakındır.

Duyu Organizasyon Testi, kolaydan zora doğru değişen altı farklı test durumundan oluşur (Şekil 3.1):

1. Gözler açık, zemin ve çevre sabittir.
2. Gözler kapalı, zemin ve çevre sabit.
3. Gözler açık, zemin sabit ama çevre hareketli.
4. Gözler açık, zemin hareketli ancak çevre sabit.
5. Gözler kapalı, zemin hareketli ama çevre sabit.
6. Gözler açık, zemin ve çevre hareketli



Sensory Organization Test

Şekil 3.1: Duyu Organizasyon Test Durumları (129)

Altı farklı test konumu sırasıyla basitten zora doğru sıralanmıştır. Proprioseptif verilerin eksiksiz olmasını sağlamak amacıyla ilk üç test konumunda platform sabittir. Altı durumun her biri için her test 20 saniye sürecek şekilde 3 defa değerlendirme yapılmıştır.

Duyu analizinde, duyu disfonksiyonu ya da duyu tercihinin olup olmadığı belirlenir. Altı test durumunun denge puanlarının birbirlerine oranlarının analizidir. Bu tez çalışmasında, değerlendirme parametreleri olarak "Denge Puanı" ve "Duyu Analizi" parametreleri kullanılmıştır.

**SOM (Somatosensör Oran) D2/D1:** Gözler kapalı iken stabiliteyi ortaya koyar. Oranın normalden düşük olması somatosensör disfonksiyon olarak değerlendirilir. Sabit zeminde gözler kapalı iken, vestibüler verinin kullanımı vücut salınımını artırır. Durum 2 skoru ve durum 1 skorunun oranı ile hesaplanır.

**VIS (Görsel Oran) D4/D1:** Destek yüzeyi hareketli ve somatosensör veriler baskın iken stabiliteyi gösterir. Görsel referansların zayıf kullanımı söz konusudur. Somatosensör veri bozulduğunda ağırlık merkezi hareketi artar. Görsel veri yerine vestibüler veri kullanıldığı için salınım artar. Durum 4 skoru ile durum 1 skorunun oranıyla hesaplanır.

**VEST (Vestibüler Oran) D5/D1:** Görsel ve somatosensör veriler engellendiğinde stabilite değişikliğini değerlendirir. Normalden daha düşük puanlar vestibüler disfonksiyon lehine yorumlanır. Vestibüler fonksiyonları bozuk olan hastalar desteklenmiş sert yüzeylerde ve güçlü görsel işaretlerin varlığında normal performans gösterirken aksi durumda zorluk yaşamaktadırlar–Durum 5 skoru ile durum 1 skorunun oranıyla hesaplanır.

**Görsel tercih (PREF) D3 + D6 / D2 + D5:** Hatalı görsel ipucu olması durumu ile görsel bilgi olmaması durumu karşılaştırıldığında stabilitenin değişikliği değerlendirilir. Düşük puanlar; görsel bilgi güvenilir olmasa bile görsel ipucuna çok fazla güvenildiği anlamına gelir. Durum 3 ve durum 6 skorunun toplamıyla durum 2 ve durum 5 skorunun toplamının oranı bize görsel tercih skorunu verir.



Anterior – posterior doğrultuda hareket eden (tahterevalli) platformun yapabileceği maksimum açı 25 derecedir. Teste başlamadan önce katılımcılara, bedenlerine uygun olan güvenlik yelegeği giydirilmiştir. Test platformuna çıkmadan önce katılımcılardan ayakkabılarını çıkarmaları istenmiştir. Güvenlik yelegeği, bir çift askı aracılığıyla test kabini içerisinde sabitlenir ve katılımcının düşmesi engellenmiş olur. Katılımcılar çıplak ayakla topuklar arası 2 cm mesafe ve 30° açıyla ayakta durmaları istenmiştir. Daha sonrasında katılımcılara DOT durumlarına göre yapması gereken eylem her durumdan önce söylenmiştir.

### **Çift Görev**

Bireylere çift görev protokolü olarak, denge görevi ve bilişsel görev eş zamanlı uygulanmıştır. Denge görevi olarak DOT uygulanırken, bilişsel ek görev olarak Geriye Doğru Rakam Hatırlama Testi uygulanmıştır. Bireyler, Bilgisayarlı Dinamik Postürografi aracılığıyla denge görevini yürütürken, bireylerin göz hizasına göre dikey doğrultuda konumu ayarlanabilen monitör aracılığıyla sayı dizileri eş zamanlı olarak sunulmuştur. DOT'un her bir test durumu için 12 sayı dizisi sunulmuştur. Durumların 20 saniyelik 3 testten oluştuğu göz önüne alındığında, her testte 4 sayı dizisi sunulmuştur. Sayıların ekranda sunum süresi 0.8 sn olup, her bir sayı dizisi arasında 2.4 sn olacak şekilde uygulanmıştır. Yanlış rakam söylenmesi, sayı dizisinde atlama yapılması veya cevap vermemesi hatalı cevap olarak kabul edilmiştir. Katılımcı tüm rakamları doğru tekrarladığı takdirde DOT'un her durumu için 36 puan almıştır. Tek görev ve çift görev düzenindeki bilişsel ek görev performansının doğru karşılaştırılması için sayı dizilerinin uzunluğu her iki görevde de eşit tutulmuştur. Test boyunca tüm sayı dizileri birbirinden farklı seçilmiştir. Uyarılar görsel yolla sunulduğu için denge görevinde gözlerin kapalı tutulması gereken Durum 2 ve Durum 5 parametreleri çift görev koşulunda analize dahil edilmemiştir. Tek görev çift görev uygulamaları arasında 1 saat ara verilmiştir.

Katılımcıların tek görev ve çift görev koşullarındaki denge performansı değişimleri (*dual task effect*; çift görev etkisi) aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (130, 131).

$$\pm[(\text{Tek Görev DOT} - \text{Çift Görev DOT}) / \text{Tek Görev DOT}] \times 100$$

### 3.3. İstatistiksel analiz

Verilerin istatistiksel analizi için SPSS 25.0 (IBM, ABD) programı kullanılmıştır. Verilerin normal dağılımı hem *Shapiro-Wilk* analizi hem de görsel olarak incelenmiştir. Normal dağılım varsayımı görsel olarak incelenirken aşağıdaki parametreler kriter alınmıştır.

1. Histogram grafiğinin normal dağılıma uygunluğu
2. Varyasyon katsayısı: Standart sapma değerinin ortalamasının %30 ve %15'in altında olması
3. "*Kurtosis*" ve "*Skewness*" standart hata değerlerinin istatistik değerine oranı
4. Saçılım grafiğinde patern olması
5. *Shapiro-Wilk* testinde anlamlılık değerinin 0.05'ten büyük olması

Bağımsız iki grup arasındaki karşılaştırmalar için normallik varsayımının sağlandığı durumda "*t*" test kullanılırken normallik varsayımının sağlanmadığı durumlarda *Mann Whitney-U* testi kullanılmıştır. Bağımlı iki grup arasındaki karşılaştırmalar için normallik varsayımının sağlandığı durumda "*Eşleştirilmiş örneklem t*" testi kullanılırken, normallik varsayımının sağlanmadığı durumda *Wilcoxon* analizi kullanılmıştır. Veriler arasındaki korelasyon incelenirken normallik varsayımının sağlandığı durumda *Pearson* korelasyon analizi, normallik varsayımının sağlanmadığı durumda *Spearman* korelasyon analizi kullanılmıştır. Kategorik değişkenler arası karşılaştırma için *Chi-Square* test kullanılmıştır. Tüm istatistiksel analizlerde anlamlılık değeri "<0.05" olarak kabul edilmiştir.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Geriye Doğru Rakam Hatırlama Görevi Bulguları

Araştırmaya dahil edilen kontrol grubu ve çalışma grubunda yer alan tüm katılımcılar GDRH görevinde, tek görev koşulu altında hata yapmamışlardır (36 puan). Çift görev koşulunda ise hem kontrol grubu hem de çalışma grubu Durum 1, Durum 3 ve Durum 4'te tam puan almışlardır. Çalışma grubunda doğru cevap puanı Durum 6'da  $35.47 \pm 0.92$  elde edilmiştir. Çalışma grubu için çift görev koşulunda DOT Durum 6 GDRH puanı, tek görev GDRH puanına göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük elde edilmiştir ( $p=0.039$ ).

### 4.2. Tek Görev Koşulunda Duyu Organizasyon Testi Duyu Analizi Bulguları

Çalışma grubunda yer alan katılımcıların somatosensör skoru ortalaması  $97.84 \pm 2.48$  elde edilirken, kontrol grubunda yer alan katılımcıların somatosensör skoru ortalaması  $98 \pm 1.93$  elde edilmiştir. Somatosensör duyu skorları karşılaştırıldığında, çalışma grubu ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmemiştir ( $p=0.83$ ).

Çalışma grubunda yer alan katılımcıların görsel skoru ortalaması  $74.66 \pm 14.71$  elde edilirken, kontrol grubunda yer alan katılımcıların görsel skoru ortalaması  $86.95 \pm 10.67$  elde edilmiştir. Çalışma grubunda yer alan katılımcıların görsel duyu skoru, kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük elde edilmiştir ( $p=0.016$ ).

Çalışma grubunda yer alan katılımcıların vestibüler skoru ortalaması  $38.50 \pm 26.98$  elde edilirken, kontrol grubunda yer alan katılımcıların vestibüler skoru ortalaması  $79.76 \pm 8.50$  elde edilmiştir. Çalışma grubunda yer alan katılımcıların vestibüler duyu skoru, kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük elde edilmiştir ( $p<0.001$ ).

Çalışma grubunda yer alan katılımcıların görsel tercih skoru ortalaması  $91.33 \pm 17.32$  elde edilirken, kontrol grubunda yer alan katılımcıların görsel tercih skoru ortalaması  $96.12 \pm 10.45$  elde edilmiştir. Görsel tercih skorları karşılaştırıldığında, karşılaştırıldığında, çalışma grubu ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmemiştir ( $p=0.83$ ).

Çalışma grubunda yer alan katılımcıların birleşik denge skoru ortalaması  $59.40 \pm 11.28$  elde edilirken, kontrol grubunda yer alan katılımcıların birleşik denge skoru ortalaması  $79.82 \pm 5.42$  elde edilmiştir. Çalışma grubunda yer alan katılımcıların birleşik denge skoru, kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük elde edilmiştir ( $p < 0.001$ ). Araştırmaya dahil edilen kontrol grubu ve çalışma grubunda yer alan katılımcıların tek görev koşulunda DOT duyu skorlarının karşılaştırılması Tablo 4.1'de gösterilmiştir.

**Tablo 4.1.** Katılımcıların DOT duyu skorlarının karşılaştırılması

DOT (Tek Görev)	Çalışma Grubu			Kontrol Grubu			Mann Whitney U Z değeri	p değeri
	X ± SS	Ortanca	Çeyrekler Arası Açıklık	X ± SS	Ortanca	Çeyrekler Arası Açıklık		
<b>SOM</b>	97.84±2.48	98.89	8.99	98±1.93	98.51	6.32	-0.230	0.83
<b>VIS</b>	74.66±14.71	70.79	45.55	86.95±10.67	89.23	40.83	-2.385	<b>0.016*</b>
<b>VEST</b>	38.50±26.98	40	82.29	79.76±8.50	82.69	26.35	-4.210	<b>&lt;0.001*</b>
<b>PREF</b>	91.33±17.32	88	69.91	96.12±10.45	97.54	39.82	-1.265	0.21
<b>BD Skoru</b>	59.40±11.28	59.64	39.36	79.82±5.42	79.86	20.52	-4.044	<b>&lt;0.001*</b>

DOT; Duyu Organizasyon Testi, SOM; Somatosensör skor, VIS; Görsel skor, VEST; Vestibüler skor, PREF; Görsel tercih skoru, BD; Bileşik denge, X; Ortalama, SS; Standart sapma, \*, p<0,05

### 4.3. Tek Görev Koşulunda Duyu Organizasyon Test Durumları

Bireylerin tek görev koşulunda DOT durumlarının karşılaştırılması Tablo 4.2'de gösterilmiştir. Durum 1'de çalışma grubunda yer alan katılımcıların denge skoru ortalaması 91.66±4.32 elde edilirken, kontrol grubunda yer alan katılımcıların denge skoru ortalaması 92.39±2.83 elde edilmiştir. Durum 1'de elde edilen denge skorları

karşılaştırıldığında, çalışma grubu ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmemiştir ( $p=0.83$ ).

Durum 3'te çalışma grubunda yer alan katılımcıların denge skoru ortalaması  $84.53\pm 6.83$  elde edilirken, kontrol grubunda yer alan katılımcıların denge skoru ortalaması  $90.72\pm 5.10$  elde edilmiştir. Durum 3'te elde edilen denge skorları karşılaştırıldığında, çalışma grubunda yer alan katılımcıların denge skorlarının kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük elde edilmiştir ( $p=0.003$ ).

Durum 4'te çalışma grubunda yer alan katılımcıların denge skoru ortalaması  $68.26\pm 13$  elde edilirken, kontrol grubunda yer alan katılımcıların denge skoru ortalaması  $80.42\pm 10.49$  elde edilmiştir. Durum 4'te elde edilen denge skorları karşılaştırıldığında, çalışma grubunda yer alan katılımcıların denge skorlarının kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük elde edilmiştir ( $p=0.007$ ).

Durum 6'da çalışma grubunda yer alan katılımcıların denge skoru ortalaması  $28.60\pm 24.48$  elde edilirken, kontrol grubunda yer alan katılımcıların denge skoru ortalaması  $66.76\pm 12.55$  elde edilmiştir. Durum 6'da elde edilen denge skorları karşılaştırıldığında, çalışma grubunda yer alan katılımcıların denge skorlarının kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük elde edilmiştir ( $p<0.001$ ).

**Tablo 4.2.** Tek görev koşulunda katılımcıların DOT durumlarının karşılaştırılması

DOT (Tek Görev)	Çalışma Grubu			Kontrol Grubu			Mann Whitney U Z değeri	p değeri
	X ± SS	Ortanca	Çeyrekler Arası Açıklık	X ± SS	Ortanca	Çeyrekler Arası Açıklık		
<b>Durum 1</b>	91.66±4.32	94,00	14,00	92.39±2.83	92,33	9,34	-0.209	0.83
<b>Durum 3</b>	84.53±6.83	86,00	25,00	90.72±5.10	91,66	21,67	-2.906	<b>0.003*</b>
<b>Durum 4</b>	68.26±13	67,00	41,00	80.42±10.49	85,50	39,33	-2.656	<b>0.007*</b>
<b>Durum 6</b>	28.60±24.48	23,00	70,00	66.76±12.55	67,33	42,16	-3.925	<b>&lt;0.001*</b>

DOT; Duyu Organizasyon Testi, X; Ortalama, SS: Standart sapma, \*; p<0,05

#### 4.4. Çift Görev Koşulunda Duyu Organizasyon Testi Bulguları

Bireylerin çift görev koşulunda DOT bulgularının karşılaştırılması tablo 4.3'te gösterilmiştir. Durum 1'de çalışma grubunda yer alan katılımcıların denge skoru ortalaması 88.13±3.78 elde edilirken, kontrol grubunda yer alan katılımcıların denge skoru ortalaması 89.95±5.40 elde edilmiştir. Durum 1'de elde edilen denge skorları karşılaştırıldığında, çalışma grubu ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmemiştir (p=0.126).

Durum 3'te çalışma grubunda yer alan katılımcıların denge skoru ortalaması  $86.33 \pm 4.72$  elde edilirken, kontrol grubunda yer alan katılımcıların denge skoru ortalaması  $89.11 \pm 7.45$  elde edilmiştir. Durum 3'te elde edilen denge skorları karşılaştırıldığında, çalışma grubunda yer alan katılımcıların denge skorlarının kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük elde edilmiştir ( $p=0.041$ ).

Durum 4'te çalışma grubunda yer alan katılımcıların denge skoru ortalaması  $68.53 \pm 13.38$  elde edilirken, kontrol grubunda yer alan katılımcıların denge skoru ortalaması  $75.97 \pm 9.73$  elde edilmiştir. Durum 4'te elde edilen denge skorları karşılaştırıldığında, çalışma grubu ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmemiştir ( $p=0.106$ ).

Durum 6'da çalışma grubunda yer alan katılımcıların denge skoru ortalaması  $52.13 \pm 7.35$  elde edilirken, kontrol grubunda yer alan katılımcıların denge skoru ortalaması  $67.38 \pm 10.74$  elde edilmiştir. Durum 6'da elde edilen denge skorları karşılaştırıldığında, çalışma grubunda yer alan katılımcıların denge skorlarının kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük elde edilmiştir ( $p<0.001$ ).



**Tablo 4.3.** Çift görev koşulunda katılımcıların DOT bulgularının karşılaştırılması

DOT (Çift Görev)	Çalışma Grubu (n=15)				Kontrol Grubu (n=15)				Mann Whitney U Z değeri	P değeri
	X ± SS	Ort anc a	Çeyrek ler Arası Açıklı k	Çift Görev Etkisi ± (%)	X ± SS	Ortanc a	Çeyrek ler Arası Açıklık	Çift Görev Etkisi ± (%)		
<b>Durum 1</b>	88.13±3.78	88	12.00	3.78	89.95±5.4 0	91.33	19.67	2.66	-1.539	0.126
<b>Durum 3</b>	86.33±4.72	89	14.00	-2.49	89.11±7.4 5	91.33	26.00	1.86	-2.059	<b>0.041*</b>
<b>Durum 4</b>	68.53±13.38	67	42.00	1.23	75.97±9.7 3	77.3 3	40.00	5.05	-1.618	0.106
<b>Durum 6</b>	52.13±7.35	53	27	-92.85	67.38±10. 74	68.33	34.66	-3.80	-3.652	<b>&lt;0.001*</b>

X; Ortalama, SS: Standart sapma, DOT; Duyu Organizasyon Testi, \*; p<0,05.

#### **4.5. Kontrol Grubunun Tek Görev – Çift Görev Duyu Organizasyon Testi Bulguları**

Kontrol grubunun tek görev ve çift görev koşullarındaki DOT bulguları tablo 4.4'te gösterilmiştir. Durum 1'de tek görev koşulundaki denge skoru ortalaması  $92.39 \pm 2.83$  elde edilirken, çift görev koşulundaki denge skoru ortalaması  $89.95 \pm 5.40$  elde edilmiştir. Kontrol grubunun çift görev koşulundaki denge skoru, tek görev koşuluna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşüş göstermiştir ( $p=0.023$ ).

Durum 3'te tek görev koşulundaki denge skoru ortalaması  $90.72 \pm 5.10$  elde edilirken, çift görev koşulundaki denge skoru ortalaması  $89.11 \pm 7.45$  elde edilmiştir. Kontrol grubunun Durum 3'teki tek görev ve çift görev denge skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir ( $p=0.451$ ).

Durum 4'te tek görev koşulundaki denge skoru ortalaması  $80.42 \pm 10.49$  elde edilirken, çift görev koşulundaki denge skoru ortalaması  $75.97 \pm 9.73$  elde edilmiştir. Kontrol grubunun çift görev koşulundaki denge skoru, tek görev koşuluna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşüş göstermiştir ( $p=0.020$ ).

Durum 6'da tek görev koşulundaki denge skoru ortalaması  $66.76 \pm 12.55$  elde edilirken, çift görev koşulundaki denge skoru ortalaması  $67.38 \pm 10.74$  elde edilmiştir. Kontrol grubunun Durum 6'daki tek görev ve çift görev denge skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir ( $p=0.950$ ).

**Tablo 4.4:** Kontrol grubunun tek görev ve çift görev koşullarında DOT bulgularının karşılaştırılması

Kontrol Grubu (n=15)	Tek Görev Koşulu			Çift Görev Koşulu			Wilcoxon Z değeri	p değeri
	X ± SS	Ortanca	Çeyrekler Arası Açıklık	X ± SS	Ortanca	Çeyrekler Arası Açıklık		
<b>Durum 1</b>	92.39±2.83	92,33	9,34	89.95±5.40	91.33	19.67	-2.275	<b>0.023*</b>
<b>Durum 3</b>	90.72±5.10	91,66	21,67	89.11±7.45	91.33	26.00	-0.754	0.451
<b>Durum 4</b>	80.42±10.49	85,50	39,33	75.97±9.73	77.33	40.00	-2.330	<b>0.020*</b>
<b>Durum 6</b>	66.76±12.55	67,33	42,16	67.38±10.74	68.33	34.66	-0.63	0.950

X; Ortalama, SS: Standart sapma, \*; p>0,05.

#### 4.6. Çalışma Grubunun Tek Görev – Çift Görev Duyu Organizasyon Testi Bulguları

Çalışma grubunun tek görev ve çift görev koşullarındaki DOT bulguları tablo 4.5'te gösterilmiştir. Durum 1'de tek görev koşulundaki denge skoru ortalaması 91.66±4.32 elde edilirken, çift görev koşulundaki denge skoru ortalaması 88.13±3.78 elde edilmiştir. Çalışma grubunun çift görev koşulundaki denge skoru, tek görev koşuluna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşüş göstermiştir (p=0.002).

Durum 3'te tek görev koşulundaki denge skoru ortalaması 84.53±6.83 elde edilirken, çift görev koşulundaki denge skoru ortalaması 86.33±4.72 elde edilmiştir.

Çalışma grubunun Durum 3'teki tek görev ve çift görev denge skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir ( $p=0.270$ ).

Durum 4'te tek görev koşulundaki denge skoru ortalaması  $68.26\pm 13$  elde edilirken, çift görev koşulundaki denge skoru ortalaması  $68.53\pm 13.38$  elde edilmiştir. Çalışma grubunun Durum 4'teki tek görev ve çift görev denge skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir ( $p=0.317$ ).

Durum 6'da tek görev koşulundaki denge skoru ortalaması  $28.60\pm 24.48$  elde edilirken, çift görev koşulundaki denge skoru ortalaması  $52.13\pm 7.35$  elde edilmiştir. Çalışma grubunun Durum 6'daki koklear implant kullanıcılarının tek görev koşulundaki denge skoru, çift görev koşuluna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşüş göstermiştir ( $p=0.011$ ).

**Tablo 4.5:** Çalışma Grubunun tek görev ve çift görev koşulunda DOT bulgularının karşılaştırılması

Çalışma Grubu (n=15)	Tek Görev Koşulu			Çift Görev Koşulu			Wilcoxon Z değeri	p değeri
	X ± SS	Ortanca	Çeyrekler Arası Açıklık	X ± SS	Ortanca	Çeyrekler Arası Açıklık		
<b>Durum 1</b>	91.66±4.32	94,00	14,00	88.13±3.78	88	12,00	-3.051	<b>0.002*</b>
<b>Durum 3</b>	84.53±6.83	86,00	25,00	86.33±4.72	89	14,00	-1.103	0.270
<b>Durum 4</b>	68.26±13	67,00	41,00	68.53±13.38	67	42,00	-1.000	0.317
<b>Durum 6</b>	28.60±24.48	23,00	70,00	52.13±7.35	53	27	-2.556	<b>0.011*</b>

X; Ortalama, SS: Standart sapma, \*, p<0,05

## 5. TARTIŞMA

Mevcut çalışmada koklear implant kullanıcısı genç yetişkinlerin ek bilişsel görev varlığında postüral kontrol becerileri incelenmiş ve sonuçlar sağlıklı genç yetişkinler ile karşılaştırılmıştır. Bu çalışmanın sonuçları koklear implant kullanıcılarında çift görev performansının olumsuz etkilendiğini göstermektedir.

Çalışmamızın dahil etme kriterleri içerisinde yer alan Berg Denge Ölçeği, yetişkinlerde denge becerilerini değerlendirmek için geliştirilmesine rağmen, inme, travmatik beyin hasarı ve diğer teşhis gruplarında da kullanılmaktadır (125, 132, 133). Berg Denge Ölçeği, Tinetti denge ölçeği ve yürüme testleri ile karşılaştırıldığında, yetişkinlerin denge performansının ayırımında daha büyük bir etki büyüklüğü olduğu gösterilmiştir (134). Berg Denge Ölçeği için puanlayıcılar arası ve puanlayıcı içi güvenilirlik 0.98 ve 0.99 olarak bildirilmiştir (125). Berg Denge Ölçeği, yaygın kullanımı ve belgelenmiş güvenilirliği ve geçerliliği ile denge ve postüral kontrolü klinik olarak değerlendirmek için 'altın standart' olarak tercih edilen bir ölçektir (132, 134-136). Araştırmaya dahil edilen tüm katılımcılara seçim kriteri olarak Berg Denge Ölçeği uygulanarak olası bir aktif denge bozukluğunun ekarte edilmesi hedeflenmiştir. Böylece postüral kontrol becerilerini etkileyebilecek olası patolojiler açısından homojen bir örneklem grubu oluşturulmuştur.

Katılımcılarda bilişsel tarama testi olarak 100'den fazla dilde yaygın olarak kullanılan MoCA Türkçe versiyonu uygulanmıştır. Demans ve hafif bilişsel bozukluğun tespiti için iyi bir duyarlılığa ve özgüllüğe sahiptir (127, 137). "Mini Mental Test" gibi genel bilişsel değerlendirmede sıklıkla kullanılan diğer kısa araçların aksine, MoCA yürütücü işlevi de değerlendirir. Alan puanlarının toplam puanlamaya katkısı daha dengelidir ve tavan etkisi göstermeye daha az eğilimlidir (138, 139). MoCA, hafif bilişsel bozukluğu sahip hastaların belirlenmesinde geçerlilik güvenilirliğini kanıtlamıştır ve literatürde bazı çalışmalar, bilişsel bozukluk tespiti için spesifik araçlardan daha iyi psikometrik özelliklere sahip olduğunu göstermiştir (140-142). Farklı bozukluklara sahip

hastaların bilişsel durumlarını değerlendirmek için bir tarama aracı olarak MoCA'ya doğrulayan çalışmalar literatürde mevcuttur (143, 144). Araştırmaya dahil edilen tüm katılımcılara seçim kriteri olarak MoCA uygulanarak bilişsel bozuklukların taranması hedeflenmiştir. Bilişsel bozukluklar mevcut çalışmada kullanılan değerlendirme yöntemlerini doğrudan etkileyeceğinden, örneklem grubunun homojen olmasına ve test sonuçları üzerindeki olası olumsuz etkilerin önlenmesine katkı sağlanmıştır.

Literatürde yaş ve vestibüler sistem arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar, vestibüler sistem etkileniminin 35-40 yaşlarda başladığını göstermektedir (145-147). Bergstrom ve diğ. (1973), çalışmasında 35 yaşından itibaren vestibüler sinir lifi sayısında belirgin azalmanın görülebildiği bildirilmiştir (146). Engstrom ve diğ. (1974) yaptığı çalışmada, 40 yaşın üzerinde hem duyu hücre hem de sinir liflerinin sayısında yaşa bağlı ilerleyici bir azalma olduğunu ve bu azalmanın en belirgin olarak semisirküler kanalların krista epitelinde yaklaşık %40 oranında olduğunu gözlemlemiştir. Ayrıca duyu hücrelerinin sayısının sinir hücrelerine göre genç yaşlarda azalmaya başladığını, 40 yaş öncesi belirgin bir duyu hücre kaybı gözlenmemesine rağmen 40 yaş üzerinde belirgin bir azalma eğilimi gözlendiğini bildirmiştir (145). Lopez ve diğ.(1997) ise 40 yaşından itibaren başlayarak, 90 yaşına dek her 10 yılda %3 oranında vestibüler sistemde artan nöron kaybı bildirmiştir (147). Mevcut çalışmada katılımcıların vestibüler/denge bozukluğu yakınması olmayan genç erişkin bireyler arasından seçilmesine dikkat edilmiştir. Literatürdeki çalışmalar da dikkate alınarak çalışmaya dahil edilme kriteri 18 ila 40 yaş aralığında sınırlandırılmıştır. Böylece yaşın araştırma örnekleminin postüral becerileri üzerindeki olumsuz etkisinin dışlanması hedeflenmiştir.

Çalışmamızda postüral stabilitenin değerlendirmesinde BDP aracılığıyla DOT uygulanmıştır. Bu test denge bozukluklarında patolojinin yeri ve mekanizmasının tanımlanması için kullanılan tamamlayıcı bir klinik testtir. Duyu, motor ve santral adaptif işleme arasında karmaşık bağlantılar olduğu için, postürografide de bunlarda oluşan bozuklukları birbirinden ayırabilmek için farklı protokoller yer almaktadır. Adaptif

mekanizmada, doğru duyu girdisi ile motor cevapta hatayı belirleyebilmek için postürografi uygulanan hastaya görsel ve destek yüzeyi durumları kontrollü biçimde değiştirilerek, hangi bileşende başarısızlık olduğu belirlenmeye çalışılır (148).

DOT, bireyin postüral stabiliteyi korumak için görsel, proprioseptif (somatosensör) ve vestibüler ipuçlarını kullanma yeteneğini nicel olarak değerlendirmek için tasarlanmıştır (149). DOT protokolü, sistematik olarak görsel ve/veya destek yüzeyinden alınan bilgiyi elimine eder, duyuşal olarak sınırlandırılmış test durumları oluşturur. Katılımcılar hatalı duyu/duyular kullanımı sonucu; bireysel duyu sistemlerini etkili kullanmada başarısızlık gösterirler ya da adaptif cevapları uygunsuz kullanırlar (148). Hastanın görsel ve proprioseptif verileri bozulduğunda, yer çekimi merkezini koruyup koruyamadığı ölçülür. Destek yüzeyi ya da görsel çevre lineer eksende anterior posterior olarak hareket ettirilir (149).

Çalışmamızda DOT Durum 2 ve Durum 5 çift görev koşulunda görsel yolla sunulan ek bilişsel görevin uygulanabilmesi için analiz dışı bırakılmıştır. Tek görev DOT Durum 1'de ise koklear implantlı bireyler ile kontrol grubu arasında anlamlı bir farklılık elde edilmemiştir. DOT'ta ilk iki konum Modifiye Romberg Testi'dir. Tüm yaş gruplarında ilk üç konumda platform sabit olduğu için görsel ve vestibüler duyuları dikkate almaksızın, proprioseptif duyu dengenin sağlanmasında baskın rol oynar. Bu nedenle mevcut çalışmada tüm yaş gruplarında ilk üç testin denge skorları yüksektir. Duyu Organizasyon Testi'nde son üç durumda platform hareketlenmeye başladığında, proprioseptif bilgi elimine edilerek gövde salınımı artmaktadır. Buna bağlı olarak denge skorlarında belirgin düşüş gözlenmektedir. Son iki durum olan Durum 5 ve Durum 6 sırasında ise denge sistemi sadece vestibüler sisteme dayandığı için çok daha zor bir görevdir. Çift görev koşulunda koklear implant kullanıcılarının Durum 3 ve Durum 6 denge skorları, kontrol grubuna göre anlamlı derecede düşük elde edilmiştir. Denge sisteminde proprioseptif duyunun elimine edilerek doğrudan vestibüler sistemin işlevi değerlendirildiğinde,



koklear implant kullanıcısı genç erişkinlerin postüral stabiliteyi devam ettirmede normal işiten sağlıklı bireylere göre daha fazla etkilendiği ortaya konmuştur.

Periferik vestibüler sistemin uç organlarının kokleaya yakın konumda bulunmasına bağlı olarak koklear implant cerrahisi vestibüler hasara yol açabilmektedir. Bu hasarın sonucunda koklear implant kullanıcılarının postüral kontrol becerileri olumsuz olarak etkilenmektedir ve günlük yaşam aktiviteleri ile yaşam kalitelerinde düşüş gözlenmektedir (150). Klunter ve diğ. (2010), standart kokleostomi yaklaşımı ve yuvarlak pencere yaklaşımı ile opere edilen bireylerin koklear implantasyon cerrahisi öncesi ve sonrasındaki postüral kontrol becerilerini statik postürografi ile değerlendirmiştir. Standart kokleostomi yaklaşımında katılımcıların cerrahi sonrası postüral salınımlarının cerrahi öncesi sonuçlarına göre arttığını ve buna karşılık yuvarlak pencere yaklaşımında cerrahi sonrası postüral salınımın anlamlı olarak azaldığını bildirmişlerdir (151).

Literatürdeki koklear implantasyon cerrahisinin vestibüler fonksiyona etkisi konusunda yapılan çalışmalar farklı sonuçlar bildirmiştir (4, 152-155). Bir retrospektif çalışmada 3.064 yetişkin hastanın 10'unda ve 1.905 çocuk hastanın 3'ünde cerrahi sonrası geçici *dizziness* olduğu bildirilmiştir. Koklear implant kullanımı ile birlikte sadece 11 yetişkinde *dizziness* şikayeti bildirilirken, çocuk katılımcıların hiçbirinde *dizziness* gözlenmediği belirtilmiştir (156). Steenerson ve diğ. (2001), cerrahi sonrası 47 hastanın 35'inde baş dönmesi şikayetinin başladığını, bunların %34'ünün hastalar için yeni semptomlar olduğunu ve vestibüler rehabilitasyonun, cerrahi sonrası semptomların azalmasında faydalı olduğunu bildirmişlerdir (152). Ito ve diğ. (1998) ise, 45 koklear implant kullanıcısının 26'sında (% 47) postoperatif baş dönmesi bildirmiştir ve bu hastaların baş dönmelerini cerrahi sonrası erken (*early*, % 58), uzun süre devam eden (*prolonged*, % 34) veya gecikmiş (*delayed*, % 8) baş dönmesi olarak gruplara ayırmıştır. Uzun süreli veya gecikmiş baş dönmesi olan 11 hastanın ikisinde implant aktivasyonu ile ilişkili semptomların arttığını bildirmiştir (153). Kubo ve diğ. (2001), 94 hastanın 46'sında postoperatif *dizziness* (% 49) bildirmiştir. Ameliyattan hemen sonra dengesizlik

yakınması başlayan 29 hastanın semptomlarının bir ay içinde kaybolduğunu, 2 hastanın devam eden *dizziness* şikayetinin olduğunu ve 15 hastanın postoperatif ilk aydan başlayarak baş dönmesi atakları yaşadığını bildirmiştir (154). Enticott ve diğ. (2006), 146 katılımcı ile gerçekleştirdiği bir çalışmada implant cerrahisi sonrası belirgin bir vestibüler rahatsızlık bildiren hasta oranının % 32 olduğunu bildirmişlerdir (155).

Literatürdeki bu sonuçlar koklear implantasyon cerrahisi sonrası, çok çeşitli vestibüler semptomların ortaya çıkabileceğini göstermektedir (155). Yapılan çalışmalarda raporlanan bu semptomların altında yatan mekanizmalar çok faktörlü olarak görülebilmektedir. Buchman ve diğ. (2004), skala media işlemi, baziler membran rüptürü, doğrudan sakkül hasarı ve hatalı kokleostomi nedeniyle gerçekleşen çeşitli patolojik değişikliklerin akut *dizziness* ve baş dönmesi semptomlarına neden olabileceğini belirtmiştir (121). Ayrıca literatürde, iç kulak sıvısı homeostazındaki değişikliklerin de endolenf ve perilenfin azalması, beyin omurilik sıvısı (BOS) kaçağının olması veya yeniden salgılanması ile ilgili sekonder etkiler olarak ortaya çıkabileceğini göstermiş, ek olarak elektrot yerleşiminin modiolusta, spiral laminada, skala mediada ve bazılar membranda hasara neden olabildiğini bildirilmiştir (157-159). Bozkurt ve diğ. (2022), en az bir yıldır koklear implant kullanan 18 yaş üzerindeki yetişkin koklear implant kullanıcılarının postüral kontrol skorlarının normal işiten bireylere göre daha düşük olduğunu göstermişlerdir. Koklear implant kullanıcılarında vestibüler sistem etkilerini yansıtan duyu, istemli motor ve fonksiyonel limitasyonların kompanse edilmiş yetersizlikleri olduğu gösterilmiştir (160). Batuk ve diğ. (2019), iç kulak anomalisi olan ve olmayan pediatrik koklear implant kullanıcılarına Bilgisayarlı Dinamik Postürografi aracılığıyla DOT uygulayarak, postüral kontrol becerilerini değerlendirmişlerdir (161). İç kulak anomalisi olan pediatrik koklear implant kullanıcılarında birleşik denge skoru ve vestibüler duyu oranının anlamlı derecede düşük olduğunu vurgulamışlardır (161). Mevcut çalışmada koklear implant kullanıcısı bireylerin Duyu Organizasyon Testi sonuçlarına göre postüral stabilite becerilerinin normal işiten sağlıklı yetişkinlere göre anlamlı derecede düşük

olduğu belirlenmiştir. Bu durum unilateral koklear implant kullanıcılarında denge sistemi üzerindeki etkilenimi ortaya koymaktadır.

Literatürdeki sonuçlar göz önüne alındığında, koklear implantasyon cerrahisine bağlı vestibüler semptomlar çeşitlilik gösterse de güncel koklear implantasyon sistemlerinde atravmatik elektrot seçenekleri ve cerrahi yöntemle bağlı olarak vestibüler semptomların daha az görüldüğü söylenebilir. Koklear implant cerrahisine bağlı oluşabilecek olan semptomlar, özellikle implantasyon vestibüler açıdan zayıf olan kulağa uygulandığında, genellikle geçicidir ve kompanzasyon mekanizmasının devreye girmesiyle zamanla tamamen düzelmektedir (121, 162). Çalışmamızda Berg Denge Ölçeği'ne göre denge problemi olmayan ve baş dönmesi/denge bozukluğu yakınması olmayan genç erişkin koklear implant kullanıcılarında çift görev koşulunun postür al kontrol becerilerine etkisini araştırmak amaçlanmıştır. Bu nedenle cerrahiye bağlı olarak meydana gelebilecek olası geçici vestibüler semptomların minimize edilmesi, kompanzasyonunun tamamlanması ve koklear implantın erken dönem etkisini ortadan kaldırılması amacıyla çalışmaya alınan bireylerin koklear implant kullanım süreleri en az 1 yıl olarak belirlenmiştir. Böylece koklear implantasyonun denge sistemi üzerindeki akut olumsuz etkisinin ortadan kaldırılması hedeflenmiştir.

Buchman ve diğ. (2004), unilateral koklear implant kullanıcılarının, cerrahi ve implant aktivasyonu sonrası vestibüler ve denge fonksiyonunun hem objektif hem de subjektif değerlendirmelerinde bazı önemli iyileşmeler yaşadıklarını ve hastaların ameliyattan 4 ay ve 1 yıl sonra duyu sal alt kategori puanlarında önemli iyileşmeler bildirmişlerdir. Yine aynı çalışmanın bilgisayarlı dinamik postürografi test bulguları, unilateral cerrahi sonrası postür al kontrolün önemli ölçüde iyileştiğini ve müzik varlığında (70 dB SPL) implant aktivasyonunun, implantın kapalı olduğu duruma göre tüm test koşullarında test sonuçlarını daha da iyileştirebildiğini göstermektedir (121). Klüenter ve diğ. (2009), koklear implantasyon cerrahisi öncesi ve sonrası yetişkin koklear implant kullanıcılarının statik denge performanslarını karşılaştırmış ve cerrahi sonrası yapılan

ikinci değerlendirmede belirgin iyileşme bildirmişlerdir (124). Mevcut çalışmamıza dahil edilen katılımcıların preoperatif denge performansları bilinmediğinden, araştırma kapsamında koklear implantasyonun denge becerileri üzerine etkisi değerlendirilmemiştir.

Mevcut çalışmamızda ek bilişsel görev işitsel yolla sunulmamıştır. Böylelikle katılımcıların denge görevlerini sürdürürken işitsel girdinin postüral kontrol becerilerine olan etkisinin dışlanması hedeflenmiştir. Ayrıca koklear implantların açık- kapalı durumları da çalışmamıza dahil edilmemiş olup, çalışma gruplarının görev sırasında implantları açık durumdadır. Literatürde, işitme kayıplılarda işitsel girdinin denge becerilerine etkisini gösteren çalışmalar mevcuttur. Fakat literatürdeki bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar, kullanılan işitsel uyarının tipi (geniş bant gürültü, dar bant gürültü, saf ses uyarı, konuşma uyarı vb.), işitsel uyarının lokasyonu ve şiddet seviyesi, katılımcıların işitme kaybı tipi ve derecesi açısından homojen olmaması gibi nedenlerden dolayı oldukça değişkendir. Vitkoviç ve diğ. (2016), denge kontrolünü sürdürmek için çevremizin bir işitme 'haritasının' kullanıldığı hipotezini araştırmıştır. Normal işiten 50, işitme kaybı olan 28 ve vestibüler problemi olan 19 katılımcıda işitsel girdinin postüral salınım üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. İşitsel ipucu olarak ortam gürültüsü kullanılmıştır. İşitsel ipuçlarının normal işiten katılımcılar tarafından postüral salınımı iyileştirmek için kullanıldığı gözlenmiştir. İşitme kaybı olduğunda postüral kontrol için işitsel girdiyi kullanma yeteneği azalır, ancak bu durumun işitme cihazı kullanımıyla üstesinden gelindiği görülmektedir. Ek vestibüler kusurları olan hastaların işitsel ipuçlarından daha fazla yararlandığını ve duyuşsal fazlalık azaldığında işitsel ipuçlarının kullanımını artırmak için duyuşsal ağırlıklandırmanın kullanılabildiğini düşündürmüştür (2). Çalışmamızda bilişsel ek görev olarak "Geriye Doğru Rakam Hatırlama" testi görsel yolla sunulmuştur. Son dönemde yapılan çalışmalarda gösterilen işitsel girdinin postüral kontrol üzerine olası etkisini ortadan kaldırmak amacıyla, bilişsel ek görev işitsel yolla değil, görsel yolla katılımcılara sunulmuştur.

Kanegaonkar ve diğ. (2012), sağlıklı bireylerde işitsel ipucu kullanımının postür kontrol üzerindeki etkisini değerlendirmiştir (116). Katılımcıların postür kontrol becerileri, bir Nintendo Wii oyun konsolu ve denge tahtası kullanılarak değerlendirilmiştir. Her katılımcı, ses geçirgenliği açısından önlem alınmamış normal bir klinik odasında ve ses geçirmez bir odada, gözleri açık/gözleri kapalı, yumuşak ve sert zemin üzerinde, 30 saniye dik duruşta postür salınımları test edilmiştir. Normal odaya kıyasla ses geçirmez odada gözler açık durumlarda daha fazla postür salınım gözlenmiştir. Görsel ve somatosensör girdinin postürü korumada merkezi bir rol oynadığı kabul edilmekle birlikte, bu bulgular üzerinde ortam sesi ve işitmenin de önemli bir etkiye sahip olabileceğini belirtmişlerdir (116). Ambrosio ve diğ. (2017), askeri amaçla kullanılan kulak tıkaçlarının ürettiği oklüzyon etkisinin ve işitme zayıflamasının, vestibüler problemi olmayan bireylerin ve askeri uçak pilotlarının denge becerilerini etkileyip etkilemediğini araştırmış ve yine aynı bireylerde askeri amaçlı kullanılan gürültü iptal sistemlerinin tıkama etkisinin ve gürültü engelleme özelliklerinin, denge becerilerini etkileyip etkilemediğini araştırmışlardır (163). Normal işiten ve vestibüler disfonksiyonu olmayan 20 katılımcı, üç koşulda karartılmış gözlüklerle test edildi: kulak koruyucu yokken, kulak koruyucu ve gürültü iptali varlığında. 20 saniyelik bir süre boyunca ağırlık merkezi açılma ivmesini ölçmek için bir statik postürografi kuvvet plakası kullanıldı. Test edilen koşulların sırası her birey için rastgele seçilmiştir. Üç koşulun ortalama açılma ivmeleri gözönüne alındığında, 3 koşul arasında istatistiksel olarak anlamlı bir bulgu elde etmemişlerdir (163). Literatürdeki bu çalışmada da ortak olarak gözlenen sonuç, test koşulu yeterince zorluyorsa (örneğin, yumuşak zemin üzerinde durmak), işitsel girdide yoksun bir ortamın denge üzerinde olumsuz bir etkisi olduğu gözlenmiştir. Bu olumsuz değişikliğin, sağlıklı yetişkinlerde gözler kapalı durumda daha çarpıcı durumda olduğu belirtilmiştir (1). Mevcut çalışmada araştırma düzeneği günlük ses şiddetinin olduğu bir ortam olarak planlanmıştır. Katılımcılara değerlendirme sırasında test komutları dışında dışarıdan herhangi bir ses uyarısı sunulmamıştır. Böylece yalnızca bilişsel görevin denge becerilerine olan etkisinin değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

Stevens ve diğ. (117), karanlık ortamda geniş bant gürültü uyarını kullanarak 6 vestibüler problemi olan ve 12 sağlıklı bireylerde postüral salınımları değerlendirmişlerdir. Gürültü varlığında, katılımcıların postüral salınımlarının %41 oranında azaldığı gözlenmiştir. Bu verilerin, işitme sisteminin denge ile ilgili ipuçları sağlamadaki önemli etkisini desteklemekte ve işitme cihazları veya koklear implantlar gibi müdahalelerin postüral kontrolü iyileştirmede ve düşme riskini azaltmada yararlı olabileceğini düşündüğünü belirtmişlerdir (117).

Zhong ve Yost (2013), sabit bir ses kaynağından elde edilen işitsel uzamsal ipuçlarının, katılımcıların görsel bilgiyi kullandıkları koşullarla karşılaştırıldığında postüral kontrollerini sağlamada yardımcı olup olamayacağını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada denge testi olarak Tandem Romberg Testi ve Fukuda Adımlama Testi'ni kullanmışlardır. Tandem Romberg Testi'nde katılımcılar ayakları topuk-parmak pozisyonunda durur ve 40 saniye dengede kalmaya çalışır. Fukuda Adımlama testinde, katılımcıdan gözlerini kapatması ve 100 adım boyunca olduğu yerde adımlaması istenir. Her katılımcının salınımı ve açısal sapması, görsel ve uzamsal işitsel işaretler olsun ya da olmasın ölçülmüştür. 1-2 m uzaklıkta bulunan katılımcının hemen önündeki bir hoparlörden geniş bantlı bir gürültü kaynağı sunularak işitsel uzamsal referans sağlanmıştır. Tandem Romberg testinde ve Fukuda Adımlama testinde denge testleri için işitsel bir uzamsal referans sağlamak üzere geniş bantlı bir gürültü kaynağının kullanılmış. Katılımcıların gözlerinin açık ve kapalı olduğu koşullar da test edildi. Tandem Romberg testi için katılımcının başının konumu kaydedilmiş. 100 adımdan sonra ayakların açısal sapması Fukuda Adımlama testinde ölçüldü. Sonuçlarının, uzamsal işitsel ipuçları mevcut olduğunda her iki deneyde de postüral kontrolde önemli bir fayda gösterdiğini raporlarmışlardır. Bu bulgular ile uzamsal işitme ve denge arasında bir bağlantı olduğunu göstermişlerdir. Tek bir sabit ses kaynağının, merkezi sinir sisteminin postüral stabiliteyi daha iyi kontrol etmesi için yeterli uzamsal ipuçları sağlayabildiğini göstermiştir. Bununla birlikte, vestibüler sistemin işitsel ipuçlarından aldığı telafi etkisi, görsel ipuçlarından aldığından daha zayıf olduğunu da belirtmişlerdir (164).

Mevcut çalışmamızda, çalışma grubunun görsel, vestibüler ve bileşik denge skoru, kontrol grubuna göre düşük elde edilmiştir. Somatosensör skorda ise gruplar arası anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. Çalışma grubundaki koklear implant kullanıcılarının kontralateral tarafta işitsel ipuçlarından yoksun olmaları göz önüne alınarak, duyu skorlarındaki mevcut bulguların sebeplerinden biri duyuusal yeniden ağırlıklandırmadan kaynaklı olabileceği düşünülmüştür. Literatürde, postüral kontrol sırasında işitsel ipuçları bozulduğunda duyuusal yeniden ağırlıklandırma sürecini gösteren çalışmalar kısıtlıdır. Maheu ve diğ. (2017) (3) , sağlıklı yetişkinlerde işitsel girdinin postüral kontrol için duyuusal yeniden ağırlıklandırma üzerindeki etkisini raporlamışlardır. Bunun için, işitsel ipuçlarının varlığında ve yokluğunda, dört farklı duruş koşulu (gözler açık/kapalı, sert/yumuşak zemin) kullanarak bir kuvvet platformunda 14 sağlıklı yetişkin üzerinde denge değerlendirmeleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar, bozulan işitsel ipuçlarının, postüral kontrol için görsel ipuçlarına olan güveni arttırdığını göstermiştir (3). Maheu ve diğ., bir başka çalışmasında normal işiten bireylerde, vestibüler hipofonksiyonu olan işitme kayıplı bireylerde veya vestibüler problemi olmayan işitme kayıplı bireylerde işitsel ipuçlarının postüral salınım üzerindeki etkisini değerlendirmişlerdir. Tüm katılımcıların, işitsel ipuçları olan veya olmayan iki işitsel koşul altında dört postüral koşulda (A: gözler açık/sert zemin, B: gözler kapalı/sert zemin, C: gözler açık/yumuşak zemin, D: gözler kapalı/yumuşak zemin) bir kuvvet platformu üzerinde durarak postüral salınımları değerlendirilmiştir. Araştırmanın sonucuna göre ilk olarak, işitsel ipuçları olmadan C ve D koşullarında vestibüler hipofonksiyonu olan işitme kayıplı ve vestibüler problemi olmayan işitme kayıplı gruplarının postüral salınımlarının kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla olduğunu elde etmişlerdir. Bu bulgular, mevcut çalışmamızdaki çalışma grubunun görsel, vestibüler ve bileşik denge skoru bulgularıyla uyumludur. İkinci olarak, işitsel ipuçlarıyla C ve D durumunda kontrol ve vestibüler problemi olmayan işitme kayıplı gruplara kıyasla vestibüler hipofonksiyonu olan işitme kayıplılar için daha fazla gelişme gözlemlendiğini belirtmişlerdir. Son olarak, işitme kayıplı vestibüler hipofonksiyona sahip işitme kayıplı katılımcıları için

somatosensoriyel güven, diğer gruplar ile karşılaştırıldığında önemli ölçüde azaldığını raporlamışlardır (112). Mevcut çalışmamızdaki gruplar arasında somatosensör skorlar arasında anlamlı bir fark olmaması, literatürdeki bu bulgular ile uyumludur.

Literatürde işitsel uyarının unilateral koklear implantlıların postüral kontrol becerilerinde herhangi bir etkisi olmadığını belirten çalışmalar da mevcuttur (114). Guigou ve diğ. (2018), sağlıklı bireylerde, bilateral vestibulopati (BVP), unilateral koklear implantlı (UKİ) ve bilateral (BKİ) koklear implantlı hastalarda hareketli (rotasyon) bir ses uyarınının postüral performanslar üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışmalarına 69 yetişkin (32 kadın ve 37 erkek) 37 sağlıklı kişi, 10 BVP, 15 UKİ ve 7 BKİ bireyler dahil etmişlerdir. Yaş ortalaması  $47 \pm 2,0$  idi. Tam bir odovestibüler incelemeye ek olarak, dinamik postürografide sessiz koşulda ve kokteyl partisi uyarını varlığında gerçekleştirilmiştir. İşitsel uyarın, kontroller hariç tüm alt gruplarda dengeyi etkilediğini belirtmişlerdir. BVP ve BKİ gruplarında, gözler kapalı durumda salınım ses ile artarken, aynı durumda UKİ katılımcılarda salınım azalmıştır. BVP daha yüksek propriyoseptif tercihlere sahipken, BKİ daha yüksek vestibüler ve görsel tercihlere sahip olduğunu UKİ kontrollere göre yalnızca daha yüksek vestibüler tercihlere sahip olduğunu raporlamışlardır. İşitsel uyarın, BVP ve BKİ katılımcılarının postüral kontrollerini olumlu etkilerken, UKİ katılımcıların postüral kontrollerinde herhangi bir değişim gözlenmediğini rapor etmişlerdir. Bu fark, binaural işitsel ipuçlarının BKİ katılımcılarda dengeleri için kullanıldığını göstermektedir (114). Çapraz model reorganizasyon, işitme kaybında işitsel modalite gibi duyuşal modalite eksikliklerine yanıt olarak sağlıklı duyuşal modalitelerin yoksun modaliteden kortikal kaynakları çekmesi ve bunun yerine görsel veya somatosensoriyel sistemler gibi diğer duyuşal modaliteleri kullanması fikridir (165). Mevcut çalışmada görsel uyarın ile bilişsel görev sunularak denge becerileri üzerine etkisi değerlendirilmiştir. İşitme kayıplı bireylerde görsel bilişsel görevlerin denge performansı üzerindeki etkisini anlamak, çapraz model reorganizasyonunun potansiyeli nedeniyle önemlidir. Bu fenomen, beynin duyuşal bilgileri işleme biçiminde, postüral kontrolü ve diğer işlevleri etkileyebilecek değişikliklere yol açabilir. Görsel bilişsel



görevlerin denge performansı üzerindeki etkisini inceleyerek, altta yatan mekanizmalar daha iyi anlaşılabilir ve koklear implantlı bireylerde denge becerilerini iyileştirmek ve düşmeleri önlemek için hedefe yönelik müdahaleler geliştirilebilir. Bu nedenle tez çalışmamız, denge performansı sırasında ek bir bilişsel görev olarak Geriye Doğru Rakam Hatırlama görevini görsel olarak sunmuştur. Bu özelliği ile mevcut çalışma koklear implantlı bireylerde denge performansı sırasında ek bilişsel görevi görsel olarak sunan az sayıdaki çalışmadan biridir.

İşitme kayıplı bireylerde ve koklear implantlılarda ek bilişsel görevler uygulayarak çift görev koşulunun dinamik denge performansı üzerindeki etkilerini değerlendiren birkaç çalışma vardır (166-169). Literatürdeki bu çalışmaların çoğunda bilişsel ek görevler işitsel yolla sunulmuştur. Bruce ve diğ. (2019) (166), arka planda sessiz ve gürültü varlığında işitsel bir çalışma belleği görevinde ve dengeyi sürdürme görevlerinde iki görevi aynı anda gerçekleştirmekten kaynaklanan performans düşüşüne işaret eden çift görev etkisini incelemişlerdir. İşitsel zor görevin, genç veya yaşlı yetişkinlerin yanı sıra yaşa bağlı işitme kaybı olan yaşlı yetişkinler için postüral ölçümler üzerinde hiçbir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir (166). Springer ve diğ. (2006) (167), düşme riski olan ve olmayan genç erişkinlerde, yaşlı bireylerde çift görev koşulunda yürüme performansını araştırmışlardır. Yürüyüş performansı, tek bir görev olarak ve iki aktif dinleme görevi ve bir aritmetik görevi içeren üç farklı çift görev koşulunda değerlendirilmiştir. Yazarlar, denge sırasında dikkat gerektiren görevlerin, katılımcılarda postüral kontrol üzerinde zararlı bir etkiye sahip olduğunu, ancak yaşla ilgili olmadığını bildirmişlerdir. Tüm katılımcıların, çift görev koşulu sırasında yürüme hızında bir azalma gösterdiğini belirtmişlerdir. Genç yetişkinler yürüme hızlarını düşürürken, düşme riski olmayan yaşlı bireyler yürüme hızlarını ve salınım sürelerini azalttıklarını raporlarmışlardır (167). Nieborowska ve diğ. (2019) (168), yürümenin yaşlılar için genç yetişkinlere göre daha fazla bilişsel kaynak gerektirdiğini bildirmiştir. Yaşlılarda, yürüme sırasında zorlu dinleme görevlerinin, dengeyi korumak ve yürümek için gerekli olan sınırlı bilişsel kapasite için bir rekabete yol açabileceğini öne sürmüşlerdir (168). Buyle ve diğ.

(2021), genç yetişkinlere karşı sağlıklı yaşlılarda pasif dinlemenin fonksiyonel yürüyüş üzerindeki etkisini araştırmış ve ayrıca yaş, fonksiyonel yürüyüş, işitme yeteneği ve bilişsel işleyişin çift görev performansı üzerindeki etkisini incelemiştir. Genel olarak, sessiz ve gürültülü koşullar arasında fonksiyonel yürüme performansında anlamlı bir fark bulmuşlardır, ancak işitme cihazı kullanan genç yetişkinler ile işitme kaybı olmayan genç yetişkinler arasında çift görev etkisinde anlamlı bir fark bulamamışlardır. Artan yaş, daha düşük fonksiyonel yürüme performansı, daha zayıf işitme kapasitesi ve bilişsel görevler arasında korelasyon bulunduğunu raporlamışlardır. Ek olarak, dikkat görevlerindeki daha düşük performansı, gürültülü koşullarda daha düşük fonksiyonel yürüme performansı ile ilişkilendirmişlerdir (169).

Tez çalışmamızda, koklear implantlı bireylerin bireylerin çift görev koşulunda DOT Durum 1'de denge performansının tek görev koşuluna göre düşüş gösterdiği gözlenmiştir. Sınırlı kaynak hipotezi, işitme kaybı olan bireylerde denge kontrolü için tüm duyuşsal bilgileri entegre etmek için daha fazla dikkat çabasına ihtiyaç duyulması nedeniyle çift görev koşulunda kaynak tahsisinde bir sorun olabileceğini düşündürmektedir (170, 171). Lin ve Ferrucci (2012), işitme kaybındaki artışla bilişsel performansın düştüğünü belirtmişlerdir (172). Bu bağlamda, çalışmamızdaki koklear implantlı bireylerin bilateral çok ileri derecede sensörinöral işitme kaybı olduğu göz önüne alındığında bulgularımız benzerlik göstermektedir. Koklear implantlı bireyler, çift görev koşulunda daha yüksek bir bilişsel işleme eforu sarfedebilir. Diğer bir olası faktör, işitme kaybı olan bireylerin sosyal olarak daha izole olmaları, fiziksel olarak daha az aktif olmaları ve çift görev koşulu gibi karmaşık mekanizmalar konusunda daha az deneyime sahip olmaları olabilir (173).

Derlich ve diğ. (2011), işitme kaybı olan çocuklarda bozulmuş postüral kontrolden sorumlu mekanizmaları aydınlatmak için, eş zamanlı bilişsel görev varlığında, postüral sınımları incelemiştir. 29 işitme kayıplı çocuk (5'i koklear implant kullanıcısı) ve 29 normal işitmeye sahip çocuklar sert veya yumuşak zeminde değerlendirilmiştir. İşitme kayıplı grubun medial-lateral düzlemde kontrol grubu ile karşılaştırıldığında genel olarak

azalmış bir postüral performans sergilediği rapor edilmiştir. Yumuşak zemin üzerinde durmak, işitme kayıplılarda daha uzun reaksiyon süresi ortaya çıkarırken, sert yüzeydeki sonuçlarda farklılık gözlenmediğini belirtmişlerdir. Bu bulgularla uyumlu olarak hem tek görev hem de çift görev koşulunda DOT Durum 1 skorlarında, çalışma grubu ve kontrol grubu arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Sonuç olarak işitme kayıplı çocukların çift görev koşulunu yürütebilmeleri için normal işitmeye sahip bireylere göre daha fazla bilişsel kaynağa ihtiyaç duyduklarını belirtmişlerdir. Tüm bu görevler, kontrol grubu için çok kolay olmakla birlikte, işitme kayıplı çocukların postüral veya bilişsel performansı kötüleştirmesine neden oldu. Bu sonuçlara göre, işitme kayıplı çocuklarda ardışık gelişim aşamalarına ulaşmadaki zorlukların çözümüne katkı sağlamak ve bu gelişimi kolaylaştırabilecek spesifik terapötik modaliteler gerektirmektedir (6).

Nadimi ve diğ. (2021) (174), koklear implant kullanan adölesanlarda çift görev sırasındaki postüral kontrol performansını incelemişlerdir. Postüral kontrol, 16-19 yaşındaki koklear implantlı 20 erkek çocukta ve normal işiten 40 akranda değerlendirilmiştir. Koklear implant kullanıcılarına periferik vestibüler sistemi incelemek amacıyla kalorik test uygulanmıştır. Koklear implant kullanıcılarının yüzde doksan beşi kalorik zayıflık gösterdiği raporlanmıştır. Gruplar arasında postüral kontrol parametrelerinde anlamlı fark yoktu. Tüm gruplarda sert yüzeye kıyasla yumuşak zemindeki tüm performansların kötüleştiği belirtilmiştir. Koklear implant kullanıcılarının belirgin vestibüler bozuklukları olmasına rağmen, hem tek hem de çift görev koşullarındaki postüral kontrolleri normal akranlarıyla aynı olduğu ve bu etkilerin, büyüme sırasında meydana gelen vestibüler kompanzasyondan kaynaklı olabileceği raporlanmıştır (174). Bu bulgulardan farklı olarak mevcut çalışmamızda hem tek görev hem de çift görev koşullarında çalışma grubunun denge skorları kontrol grubuna göre düşük elde edilmiştir. Bu uyumsuzluğun nedeni olarak, mevcut çalışmamızdaki önceki çalışmadan farklı olarak denge görevinde Bilgisayarlı Dinamik Postürografi kullanılmıştır ve bilişsel ek görev de mevcut çalışmamızda daha standardize sunulmuştur. Özetle, her

iki çalışmanın bulgularındaki çelişkiler çalışmanın yönteminden ve örneklem gruplarının yaş aralıklarındaki farklılıklardan kaynaklı olabileceği düşünülmüştür.

Literatüde hem işitme kaybının hem de vestibüler bozuklukların bilişsel becerileri olan etkisiyle ilgili çalışmalar mevcuttur. Koklear implantlı bireylerin cerrahi öncesi ve sonrası gözlenen vestibüler problemleri hem de bilateral çok ileri derecede sensörinöral işitme kayıplarının olması bilişsel performansta önemli bir faktördür (175). Literatürdeki sonuçlarla uyumlu olarak, çalışmamızda çalışma grubunun çift görev koşulundaki Durum 3 ve Durum 6 denge skorları kontrol grubuna göre anlamlı derecede düşük elde edilmiştir. Ek olarak çalışmamızdaki koklear implant kullanıcılarının çift görev- tek görev karşılaştırmalarında, çift görev Durum 1 denge skorunun tek görev Durum 1 denge skoruna göre anlamlı derecede düştüğü, çift görev Durum 6 denge skorunun ise tek görev Durum 6 denge skoruna göre anlamlı derecede yüksek olduğu gözlenmiştir. Fakat, Durum 6' da GDRH görevindeki puanlar tek göreve göre anlamlı derecede düşük elde edilmiştir. Değerlendirmedeki en zor denge görevi olan Durum 6 denge skorunun çift görev koşulunda yükselmesi ve bilişsel ek görev performansının ise anlamlı olarak düşmesi "görev önceliklendirme modelini" düşündürmektedir. Görev önceliklendirmesinin aynı kavramsal çerçevesi içinde, yaşın önemli bir faktör olduğu çift görev koşullarında denge önceliklendirmesinin bir sonucu olarak bilişsel görevdeki bozulma "önce postür" ilkesi ile açıklanabilir (71). Genç yetişkinlerle karşılaştırıldığında, özellikle düşmeden kaçınmanın kritik bir hayatta kalma değeri olduğu denge sorunları olan yaşlı bireylerde, bölünmüş dikkat durumlarında postüral kontrole öncelik verir. Anderson ve diğ.(68), yaptığı çalışmada geriye sayma performansının denge görevi perturbe olduğunda bozulduğunu belirtmişlerdir. Bu durumu "önce postür" ilkesi ile ilişkili bulmuştur.

Mevcut çalışmamızda, kontrol grubunun çift görev Durum 1 ve Durum 4 denge skorları, tek görev denge skorlarına göre anlamlı derecede düşük elde edilmiştir. Mevcut bulgularla uyumlu olarak, Müjdecı ve diğ. (2016), yaptığı çift görev çalışmasında Durum

1, 2,3, ve 4 postüral salınımlarının ek bilişsel görev varlığında arttığını, Durum 5 ve 6'da ise herhangi bir farklılık gözlenmediğini bildirmişlerdir. Çift görev sırasında, postüral kontrol görevine bilişsel görevlerin eklenmesiyle birlikte nispeten kolay postüral koşullar da salınının arttığını belirtmişlerdir (176). Mevcut çalışmanın bulguları aynı zamanda Pellecchia ve diğ. çift görev uygulandığında postüral salınının arttığını bildiren sonuçlarıyla da uyumludur (66). Kontrol grubunun Durum 1 ve Durum 4'teki çift görev denge skorlarındaki düşüş, bölünmüş dikkat ile açıklanabilir (177). Bilinmektedir ki, eş zamanlı bilişsel bir görevi yerine getirirken kişinin dengesini koruması gerektiğinde, dikkat postüral ve bilişsel görevler arasında bölünür (79). Çift görev, postüral ve bilişsel görevler aynı zamanda merkezi işleme veya dikkat kaynakları için rekabet halinde olabilir ve her iki görevin performansında azalmaya neden olabilir (70, 177).

Mevcut çalışmanın bulguları koklear implantlı bireylerin çift görev koşulundaki değerlendirmelerden yola çıkarak daha fazla bilişsel kaynak tahsisine ihtiyaç duyduklarını düşündürmektedir. Koklear implantasyonun yalnızca işitsel parametreleri değil vestibüler parametreleri de göz önüne alınarak bilişsel kaynak ihtiyaçlarının işitsel ve vestibüler açıdan belirlenmesi önemlidir. Koklear implantasyon öncesi ve sonrası gelişen vestibüler problemlerin süresi ve fizyopatolojisi beraberinde koklear implantasyondan bağımsız olarak bilişsel becerilerdeki etkilenime de neden olabilmektedir (178-182). Jauregui-Renaud ve diğ., farklı türde vestibüler bozukluklara (vestibüler nörit, iyi huylu paroksizmal pozisyonel vertigo, bilateral vestibüler kayıp) sahip hastalarda bir dizi retrospektif araştırma çalışması yürüttüler ve semptomları (konsantre olmada güçlük, düşüncelerin bulanık görünmesi, dikkati odaklamada güçlük, boşlukta hissetme, vücudun garip hissetmesi ve 'kendini kontrol edememe' vb.) ne ölçüde deneyimlediklerini değerlendirmişlerdir (178, 179, 183). Sang ve diğ. (2006), bu semptomların birçoğunun vestibüler bozukluğu olan hastalarda sağlıklı katılımcılara göre daha fazla rapor edildiğini bulmuşlardır. Her iki yazarın çalışmalarında da işitme kaybı olan denekler çalışma dışı bırakılmıştır. Ek olarak, dahil edilen katılımcılarda psikiyatrik ve nörolojik bozukluk öyküsü yoktu (179). Benzer sonuçlar, Jauregui-Renaud ve diğ. başka bir çalışmasında,

vestibüler disfonksiyonu veya retinal hastalığı olan hastaların, işitme kayıplı veya kontrol grubuna göre bu semptomları daha sık ve daha şiddetli bildirdiklerini bulmuşlardır (178).

Bigelow ve diğ. (2016) (184), vestibüler vertigo ve bilişsel işlev (n=20.950 ABD'li yetişkin) arasındaki ilişkiyi araştırmak için) retrospektif kesitsel bir çalışma yapmışlardır. Rotasyonel vertigo, pozisyonel vertigo, osilopsi veya dengesizlik ile tekrarlayan baş dönmesi prevalansını belirlemişlerdir. Yazarlar, 1 yıllık %8,4 oranında vestibüler vertigo prevalansı bildirdiler ve görme ve işitme için ayarlanan çok değişkenli istatistiksel analizlerde, vestibüler vertigolu kişilerin hatırlama veya odaklanma konusunda ciddi zorluk yaşama ihtimalinin 8 kat arttığını ve hatırlama güçlüğü veya kafa karışıklığı nedeniyle sınırlı yaşam aktivitesi ihtimalinde 4 kat artış olduğunu raporlamışlardır. Ek olarak vestibüler vertigolu deneklerde ayrıca depresyon, anksiyete ve panik bozukluğu olasılığının 3 kat arttığını belirtmişlerdir (184). Harun ve diğ. (2015) (181), retrospektif bir çalışmada, vestibüler disfonksiyonu olan kişilerde günlük yaşam aktiviteleri (GYA) ölçeğine göre günlük yaşamdaki güçlükler, daha çok bilişsel görevlerle ilgiliydi. Bu çalışma aynı zamanda odyometrik test kullanmış ve vestibüler disfonksiyonun ile GYA puanları arasındaki ilişkinin %21.7 oranında elde edilirken, görme bozukluğu ve işitme kaybı için sırasıyla %0.8 ve %8.9 oranında elde edildiğini belirtmişlerdir. Ancak çalışmalarında anksiyete ve depresyonun vestibüler disfonksiyonun etkilerine olası katkısı, değerlendirilmemiştir (181). Agrawal ve diğ. (2020), tarafından yapılan çalışmada, 3-17 yaş arası çocuklarda (n=10,823) retrospektif bir kesitsel analiz yapılmıştır. Vertigolu çocukların dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğu, öğrenme güçlüğü, gelişimsel gecikme, zihinsel yetersizlik oranlarının daha yüksek olduğu ve özel eğitim hizmetlerine ihtiyaç duyma olasılıklarının daha yüksek olduğu bulunmuştur. Ayrıca, zayıf konsantrasyon, sınırlı dikkat süresi ve davranış güçlükleri yaşama ihtimallerinin daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Yazarlar bu çalışmalarında, vertigolu çocukların emosyonel açıdan zorluk yaşama olasılıklarının da önemli ölçüde arttığını vurgulamışlardır (180).

Baş dönmesi olan kişilerde bilişsel işleve ilişkin deneysel çalışmalardan biri, "hesaplama güçlüğü" üzerine odaklanmıştır . Vertigo şikayeti olan ve 2'şer geriye doğru sayma hatası yapan 14 hasta, vertigosu olan ancak sayma hatası göstermeyen 7 hasta ve vertigo şikayeti olmayan ancak tinnitus şikayeti olan 8 hasta ile karşılaştırılmıştır. İlgili bilişsel testler 2'şer geriye sayma, bilgi kartlarında sunulan 2'şer geriye doğru saymadaki hataları fark etme ve Weschler Yetişkin Zeka Ölçeği (WAIS) kullanılarak değerlendirilen aritmetik beceriler, özellikle zihinsel aritmetik ve sözlü olarak sunulan rakamları ileri ve geri hatırlama becerileridir. Tüm deneklerde odyolojik testler yapılmış ve işitmenin tüm gruplar için normal aralıkta olduğu gözlenmiştir. Ek olarak, psikiyatrik veya nörolojik bozukluk öyküsü olan katılımcıların dışlanması söz edilmemiştir. Çalışmadan önce sayma hataları sergileyen vertigolu katılımcılar, çalışma sırasında da aynı hatayı gösterdikleri ve ayrıca sayma hatalarının görsel olarak tanınmasında daha kötü performans gösterdikleri raporlanmıştır. Daha da önemlisi, periferal vestibüler problemi olan hastaların hiçbirinde hesaplama hatası görülmedi ve santral vestibüler bozukluğu olanların tümü bu durumu gösterdi. Bu çalışmanın sonuçları vestibüler disfonksiyonla ilişkili sayı sayma hatalarının özellikle merkezi vestibüler işlev bozukluğu ile ilgili olduğu belirtilmiştir (47). Bu ilişkinin olası nedeni olarak, sayılarla hesaplamalar yaparken uzamsal bir sayı çizgisinin kullanıldığı ve bu nedenle vestibüler kayıpla ortaya çıkan uzamsal bilişin bozulmasının sayısal bilişi de etkilediği teorisi öne sürülmüştür (48).

Moser ve diğ. (2017), hastaneye yatıştan ortalama 11.1 gün sonra akut vestibüler nöritli 20 hastayı test etmiş ve bunları işitme kaybı olmayan yaşları eşleştirilmiş 20 sağlıklı kontrolle karşılaştırmıştır. Başka nörolojik veya psikiyatrik bozukluk öyküsü olan kişilerin dışlanıp dışlanmadığı açıklanmamıştır. Sayısal bilişlerini, katılımcıların hangi sayının "fiziksel olarak daha büyük" veya "sayısal olarak daha büyük" olarak sunulduğuna olabildiğince çabuk karar vermesi gereken bir Stroop görevi kullanarak değerlendirmişlerdir. Ek olarak, kısa bir matematik başarı testi uygulamışlardır. Akut vestibüler nörit hastalarının Stroop görevindeki cevapları doğru olsa da yanıtları kontrol grubuna göre daha yavaştı. Matematik testinde, nörit hastalarının kontrollere

göre 3 kat daha düşük doğru yanıt verme olasılığı olduğu bulundu, ileri analizler bunun daha yavaş işleme hızından kaynaklanmadığını öne sürdü. Yazarlar, akut bir vestibüler problemin de sayısal biliş performansındaki düşüşe, yani "diskalkuli" ile sonuçlandığını belirtmişlerdir (185). Bir başka çalışmada, Moser ve diğ. (2017) (185) akut vestibüler nöritli 43 hastayı (18'i sol taraflı nöritli ve 25'i sağ taraflı nöritli) hastaneye yatıştan ortalama 15,6 gün sonra değerlendirmiş ve bunları aynı yaştaki 28 sağlıklı kontrolle karşılaştırmıştır. Amaç, rastgele bir sayı oluşturma görevi kullanarak akut vestibüler bir problemin sayıların boşlukta temsil edilme şeklini etkileyip etkilemediğini araştırmaktır. İşitme kayıplı hastalar dışlanmıştır; ancak, psikiyatrik bozukluk öyküsü olan deneklerin dışlanıp dışlanmadığı net değildir. Deneklerden, başlarını düz tutarak ve ritmik horizontal hareket oluştururken 0,5 Hz hızında 1 ile 30 arasında rastgele bir sayı dizisi oluşturmaları istenmiştir. Vestibüler nörit hastaları, sayıların oluşturulmasında herhangi bir yanlılık göstermedi; ancak, yazarların yürütücü işlevde bir eksikliği gösterebileceğini öne sürdükleri aktif baş döndürme koşulu sırasında artan bir sayı dizisinde tekrarlılık sergilediklerini belirtmişlerdir. Hastaların alışılmadık ve farklı bir dikkat dağılımı gerektiren görevlerle zorlandığı bu koşullarda, nispeten düşük performansın, daha normal bir görevde gözlemlenebileceği gibi, bilişsel bir problemle eşdeğer kabul edilemeyeceği de belirtilmiştir (186).

Brandt ve diğ. (2005) (44), nörofibromatozis tip II tedavisi için bilateral vestibüler sinir transeksiyonu nedeniyle bilateral vestibüler kaybı olan hastalarda uzamsal belleğin sistematik bir değerlendirmesini yapmışlardır. Çalışmalarında 10 hastayı (4 kadın ve 6 erkek) cinsiyet ve yaş olarak eşleştirilmiş 10 kontrolle karşılaştırmışlardır. Hastalara bilateral vestibüler sinir transeksiyonu uygulanmıştı ve bunlardan sadece birinde ameliyat sonrası total işitme kaybı vardı. Başka nörolojik hastalık öyküsü olan hastalar çalışma dışı bırakılmış ancak potansiyel psikiyatrik komorbidite hakkında bilgi verilmemiştir. Yazarlar uzamsal belleği araştırmak için sanal bir Morris Su Labirenti (vMWM) testi kullandı ve hastaların vMWM'nin hedef kadranında önemli ölçüde daha az zaman geçirdiklerini ve bu hedefe doğru daha fazla yön hatası sergilediklerini bulmuştur.



Bu uzamsal hafıza eksikliklerinin, genel hafıza eksiklikleri ile ilişkili olmadığını belirtmişlerdir (44). Kremmyda ve diğ. (2016) (187), kısmi bilateral vestibülopatisi (BVP) olan 15 hastada uzamsal bellek ve navigasyonu araştırmışlar ve bunları yaş ve cinsiyet açısından eşleştirilmiş kontrollerle karşılaştırmışlardır. Hastaların hastalık süresi 13,6 yıldır. Uzamsal bellek vMWM kullanılarak değerlendirilmiştir. BVP, video baş itme testi ve kalorik test kullanılarak doğrulandı. BVP grubu, kontrollere kıyasla vMWM'de gecikmeli bir uzamsal öğrenme sergiledi (187). Sonuçlar daha karmaşıktı ancak genel olarak önceki çalışmayla tutarlıydı (44). Jandl ve diğ. (2015) (188), kısmi BVP'si olan 23 hastada uzamsal navigasyon ve görsel hafızayı incelediler ve bunları, bilinen hiçbir nörolojik bozukluk öyküsü olmayan, yaşları eşleştirilmiş 26 kontrolle karşılaştırdılar. Depresyon veya demans kanıtı olan hastalar dışlanmıştır. Brandt ve diğ. sonuçlarının aksine, kısmi BVP hastaları ve kontroller arasında önemli bir performans farkı gözlemlenmemişlerdir (188).

Dobbels ve diğ. (2020) (189), BVP'li 64 hastada uzamsal bilişi, 46 sağlıklı bireyler ile karşılaştırmıştır. Hastaların hastalık süresi >6 ay idi. Nörolojik hastalık öyküsü olan denekler hariç tutulmuştur, ancak potansiyel psikiyatrik komorbidite ile ilgili herhangi bir açıklama gözlenmemiştir (189). Brandt ve Kremmyda'nın çalışmalarının aksine, işitme kaybı ile uzamsal- bilişsel becerilerde bozulmuş performans arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulmuşlar, ancak vestibüler kayıp bulamamışlardır. Brandt ve diğ. ile Dobbels ve diğ. çalışmaları arasındaki önemli fark vaka grubundaki hastalıkların süresi olduğu gözlenmiştir (5-10 yıla karşı >6 ay).

Sugaya ve diğ. (2018) (190), serebrovasküler nedenler hariç, ana şikayeti en az 3 aydır "baş dönmesi" olan bir hasta kohortunda (n=60) bilişsel işlevi incelemiştir. 60 hastadan sadece 7'si işitme kaybına sahipti. Bilişsel veya psikiyatrik komorbiditesi olan hastalar çalışma dışı bırakıldı. Bu, vestibüler rehabilitasyonun zaman içinde hastaların performansı üzerindeki etkilerinin bir çalışması olduğundan, bağımsız bir kontrol grubu yoktu ve hastalar kendi kontrol grubu olarak hizmet veriyordu. Ancak yazarlar, hastaların görsel uzamsal tarama, dikkat, işlem hızı ve yürütme işlevlerinde performansının 4 ayda

önemli ölçüde arttığını bildirdi (190). Pineault ve diğ. (2020) (182), farklı vestibüler bozukluklara bağlı olarak baş dönmesi ve vertigo tanısı alan 54 hastada birtakım bilişsel testler uygulamışlardır. Hariç tutma kriterleri bilişsel bozuklukları ve anksiyete veya depresif bozuklukları içermiştir. Sakküler disfonksiyonu olan hastaların bilişsel testlerde daha kötü performans gösterdiğini bulmuşlardır. Semisirküler kanallarında problemi olan hastalar görsel-uzamsal bilişsel testlerde daha kötü performans gösterdiğini belirtmişlerdir (182). Gomez-Alvarez ve Jauregui-Renaud (191) tek taraflı vestibüler zayıflığı takip eden ilk 3 ay boyunca 10 hastada uzamsal oryantasyonu incelemişlerdir. İşitme kaybı, nörolojik veya psikiyatrik bozukluğu olan hastalar çalışma dışı bırakılmıştır (191). Hastalar, daha önce vestibüler bozuklukla ilişkilendirilen uzamsal oryantasyon bozukluğu, dikkati odaklama güçlüğü, kafa karışıklığı hissi ve konsantre olma güçlüğü bildirmişlerdir.

Mevcut çalışmada, unilateral koklear implant kullanıcılarının ek bilişsel görev varlığında denge becerileri incelenmiştir. Örneklem grubunun küçük olması, cerrahi öncesi ve sonrası vestibüler bulgularının olmaması ve tek bir bilişsel ek görev verilmesi, bilişsel ek görevin işitsel yolla sunulmaması mevcut çalışmanın limitasyonları olarak düşünülmüştür. Diğer taraftan, verilen bilişsel ek görevin görsel yolla sunulmuş olması, mevcut çalışma grubunun yaş aralığının homojen olması, yöntemde kullanılan bilişsel ve denge görevini değerlendirme araçlarının standardize testler olması çalışmanın güçlü yönleridir.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, unilateral koklear implant kullanıcılarının ek bilişsel görev varlığında postüral kontrol becerilerini çeşitli duyuşal sınırlamalar varlığında inceleyerek, unilateral koklear implant kullanıcılarının çoklu görev koşulunda denge ve bilişsel performans açısından ihtiyaçlarını belirlemek amaçlanmıştır.

Mevcut çalışmada elde ettiğimiz sonuç ve öneriler aşağıda sunulmuştur:

1. Koklear implant kullanıcılarının tek görev DOT duyuş skorlarından, görsel, vestibüler ve birleşik denge skorlarının kontrol grubuna göre daha düşük olduğu ortaya konmuştur.
2. Koklear implant kullanıcılarının tek görev DOT durumlarında bozulmuş duyuşal girdilerin olduğu durumlarda denge skorlarının kontrol grubuna göre daha düşük olduğu gözlenmiştir.
3. Koklear implant kullanıcılarının ek bilişsel görev varlığında hatalı görsel ve proprioseptif girdinin olduğu ortamda dengeyi devam ettirmekte belirgin zorlandıkları gösterilmiştir.
4. Kontrol grubunun tek görev-çift görev DOT durumları karşılaştırıldığında, çift görev Durum 1 ve Durum 4 denge skorlarının tek görev denge skorlarına göre anlamlı derecede düşüş gösterdiği gözlenmiştir.
5. Koklear implant kullanıcılarının tek görev- çift görev DOT durumları karşılaştırıldığında, bütün duyuşal girdilerin sağlandığı durumda çift görev denge skoru tek görev skoruna göre düşüş gösterirken, duyuşal girdilerin bozulduğu çift görev Durum 6 skoru tek görev skoruna göre anlamlı derecede yükselmiştir.
6. Gelecek çalışmalar çift görev koşulu altında koklear implant kullanıcılarının farklı yaş gruplarında daha kapsamlı ek bilişsel görevler varlığında postüral kontrol

becerilerini inceleyerek, koklear implant kullanıcılarının çoklu görev ortamlarındaki ihtiyaçlarını belirleyebilir.

7. Gelecek çalışmalar koklear implant kullanıcılarının cerrahi öncesi ve cerrahi sonrası vestibüler bulgularını da dökümanate ederek koklear implant adaylarının cerrahi öncesi ve sonrasındaki süreçte vestibüler değerlendirme ve rehabilitasyon protokollerinin oluşturulmasındaki gereksinimleri belirleyebilir.
8. Gelecek çalışmalar, bilateral koklear implant kullanıcıları ve bimodal kullanıcılarda da çift görev performansları incelenerek işitme kayıplı tüm grupların çift görev becerilerindeki ihtiyaçlarını belirleyebilir.
9. Gelecek çalışmalar DOT Durum 2 ve Durum 5 parametrelerini de analize dahil edebilecek ek bilişsel görev varlığında çift görev performansını inceleyerek vestibüler sistem etkisini daha belirgin ortaya koyabilir.

## 7. KAYNAKÇA

1. Lubetzky AV, Gospodarek M, Arie L, Kelly J, Roginska A, Cosetti M. Auditory Input and Postural Control in Adults: A Narrative Review. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 2020;146(5):480-7.
2. 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.
3. Maheu M, Sharp A, Landry SP, Champoux F. Sensory reweighting after loss of auditory cues in healthy adults. *Gait Posture.* 2017;53:151-4.
4. Ibrahim I, da Silva SD, Segal B, Zeitouni A. Effect of cochlear implant surgery on vestibular function: meta-analysis study. *J Otolaryngol Head Neck Surg.* 2017;46(1):44.
5. Danneels M, Van Hecke R, Leysens L, Cambier D, van de Berg R, Van de Velde L, et al. 2BALANCE: Test-retest reliability of a cognitive-motor dual-task protocol. *J Vestib Res.* 2022;32(4):341-53.
6. Derlich M, Kręcisz K, Kuczyński M. Attention demand and postural control in children with hearing deficit. *Res Dev Disabil.* 2011;32(5):1808-13.
7. Monsell EM, Furman JM, Herdman SJ, Konrad HR, Shepard NT. Computerized dynamic platform posturography. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1997;117(4):394-8.
8. Barmack NH. Central vestibular system: vestibular nuclei and posterior cerebellum. *Brain Res Bull.* 2003;60(5-6):511-41.
9. Herdman SJ, Clendaniel R. *Vestibular rehabilitation*: FA Davis; 2014.
10. Massion J. Postural control system. *Curr Opin Neurobiol.* 1994;4(6):877-87.
11. Mergner T, Rosemeier T. Interaction of vestibular, somatosensory and visual signals for postural control and motion perception under terrestrial and microgravity conditions--a conceptual model. *Brain Res Brain Res Rev.* 1998;28(1-2):118-35.
12. Lacour M, Borel L. Vestibular control of posture and gait. *Arch Ital Biol.* 1993;131(2-3):81-104.
13. Lajoie Y, Teasdale N, Bard C, Fleury M. Attentional demands for static and dynamic equilibrium. *Exp Brain Res.* 1993;97(1):139-44.

14. Rushworth MF, Johansen-Berg H, Göbel SM, Devlin JT. The left parietal and premotor cortices: motor attention and selection. *Neuroimage*. 2003;20 Suppl 1:S89-100.
15. 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.
16. Vuillerme N, Nougier V. Attentional demand for regulating postural sway: the effect of expertise in gymnastics. *Brain Res Bull*. 2004;63(2):161-5.
17. 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.
18. Smith PF, Darlington CL, Zheng Y. Move it or lose it--is stimulation of the vestibular system necessary for normal spatial memory? *Hippocampus*. 2010;20(1):36-43.
19. Smith PF, Horii A, Russell N, Bilkey DK, Zheng Y, Liu P, et al. The effects of vestibular lesions on hippocampal function in rats. *Prog Neurobiol*. 2005;75(6):391-405.
20. Hübner K, Hamilton DA, Kalla R, Stephan T, Glasauer S, Ma J, et al. Spatial memory and hippocampal volume in humans with unilateral vestibular deafferentation. *Hippocampus*. 2007;17(6):471-85.
21. Aravamuthan BR, Angelaki DE. Vestibular responses in the macaque pedunculo-pontine nucleus and central mesencephalic reticular formation. *Neuroscience*. 2012;223:183-99.
22. Clark BJ, Brown JE, Taube JS. Head direction cell activity in the anterodorsal thalamus requires intact supragenual nuclei. *J Neurophysiol*. 2012;108(10):2767-84.
23. Shibata H, Honda Y. Thalamocortical projections of the anterodorsal thalamic nucleus in the rabbit. *J Comp Neurol*. 2012;520(12):2647-56.
24. Yakusheva TA, Blazquez PM, Chen A, Angelaki DE. Spatiotemporal properties of optic flow and vestibular tuning in the cerebellar nodulus and uvula. *J Neurosci*. 2013;33(38):15145-60.
25. Shinder ME, Taube JS. Differentiating ascending vestibular pathways to the cortex involved in spatial cognition. *J Vestib Res*. 2010;20(1):3-23.
26. Lopez C, Blanke O. The thalamocortical vestibular system in animals and humans. *Brain Res Rev*. 2011;67(1-2):119-46.
27. zu Eulenburg P, Caspers S, Roski C, Eickhoff SB. Meta-analytical definition and functional connectivity of the human vestibular cortex. *Neuroimage*. 2012;60(1):162-9.
28. Björnsdotter M, Löken L, Olausson H, Vallbo A, Wessberg J. Somatotopic organization of gentle touch processing in the posterior insular cortex. *J Neurosci*. 2009;29(29):9314-20.
29. Falconer CJ, Mast FW. Balancing the mind: vestibular induced facilitation of egocentric mental transformations. *Exp Psychol*. 2012;59(6):332-9.
30. Fredrickson JM, Scheid P, Figge U, Kornhuber HH. Vestibular nerve projection to the cerebral cortex of the rhesus monkey. *Exp Brain Res*. 1966;2(4):318-27.
31. Akbarian S, Grüsser OJ, Guldin WO. Corticofugal connections between the cerebral cortex and brainstem vestibular nuclei in the macaque monkey. *J Comp Neurol*. 1994;339(3):421-37.
32. Bremmer F. Navigation in space--the role of the macaque ventral intraparietal area. *J Physiol*. 2005;566(Pt 1):29-35.
33. Suzuki M, Kitano H, Ito R, Kitanishi T, Yazawa Y, Ogawa T, et al. Cortical and subcortical vestibular response to caloric stimulation detected by functional magnetic resonance imaging. *Brain Res Cogn Brain Res*. 2001;12(3):441-9.
34. Whitlock JR, Pfuhl G, Dagslott N, Moser MB, Moser EI. Functional split between parietal and entorhinal cortices in the rat. *Neuron*. 2012;73(4):789-802.

35. Klam F, Graf W. Discrimination between active and passive head movements by macaque ventral and medial intraparietal cortex neurons. *J Physiol*. 2006;574(Pt 2):367-86.
36. Chafee MV, Averbeck BB, Crowe DA. Representing spatial relationships in posterior parietal cortex: single neurons code object-referenced position. *Cereb Cortex*. 2007;17(12):2914-32.
37. Crowe DA, Averbeck BB, Chafee MV. Neural ensemble decoding reveals a correlate of viewer- to object-centered spatial transformation in monkey parietal cortex. *J Neurosci*. 2008;28(20):5218-28.
38. Stephan T, Deuschländer A, Nolte A, Schneider E, Wiesmann M, Brandt T, et al. Functional MRI of galvanic vestibular stimulation with alternating currents at different frequencies. *Neuroimage*. 2005;26(3):721-32.
39. McNaughton BL, Battaglia FP, Jensen O, Moser EI, Moser MB. Path integration and the neural basis of the 'cognitive map'. *Nat Rev Neurosci*. 2006;7(8):663-78.
40. Ekstrom AD, Kahana MJ, Caplan JB, Fields TA, Isham EA, Newman EL, et al. Cellular networks underlying human spatial navigation. *Nature*. 2003;425(6954):184-8.
41. Hafting T, Fyhn M, Molden S, Moser MB, Moser EI. Microstructure of a spatial map in the entorhinal cortex. *Nature*. 2005;436(7052):801-6.
42. Jacobs J, Weidemann CT, Miller JF, Solway A, Burke JF, Wei XX, et al. Direct recordings of grid-like neuronal activity in human spatial navigation. *Nat Neurosci*. 2013;16(9):1188-90.
43. Russell NA, Horii A, Smith PF, Darlington CL, Bilkey DK. Long-term effects of permanent vestibular lesions on hippocampal spatial firing. *J Neurosci*. 2003;23(16):6490-8.
44. Brandt T, Schautzer F, Hamilton DA, Brüning R, Markowitsch HJ, Kalla R, et al. Vestibular loss causes hippocampal atrophy and impaired spatial memory in humans. *Brain*. 2005;128(Pt 11):2732-41.
45. Hitier M, Besnard S, Smith PF. Vestibular pathways involved in cognition. *Front Integr Neurosci*. 2014;8:59.
46. Pfeiffer BE, Foster DJ. Hippocampal place-cell sequences depict future paths to remembered goals. *Nature*. 2013;497(7447):74-9.
47. Risey J, Briner W. Dyscalculia in patients with vertigo. *J Vestib Res*. 1990;1(1):31-7.
48. Smith PF. Dyscalculia and vestibular function. *Med Hypotheses*. 2012;79(4):493-6.
49. Hartmann M, Farkas R, Mast FW. Self-motion perception influences number processing: evidence from a parity task. *Cogn Process*. 2012;13 Suppl 1:S189-92.
50. Hartmann M, Grabherr L, Mast FW. Moving along the mental number line: Interactions between whole-body motion and numerical cognition. *J Exp Psychol Hum Percept Perform*. 2012;38(6):1416-27.
51. Lugli L, Baroni G, Anelli F, Borghi AM, Nicoletti R. Counting is easier while experiencing a congruent motion. *PLoS One*. 2013;8(5):e64500.
52. Ferrè ER, Vagnoni E, Haggard P. Galvanic vestibular stimulation influences randomness of number generation. *Exp Brain Res*. 2013;224(2):233-41.
53. Hubbard EM, Piazza M, Pinel P, Dehaene S. Interactions between number and space in parietal cortex. *Nat Rev Neurosci*. 2005;6(6):435-48.
54. Zwergal A, Strupp M, Brandt T, Büttner-Ennever JA. Parallel ascending vestibular pathways: anatomical localization and functional specialization. *Ann N Y Acad Sci*. 2009;1164:51-9.
55. Cullen KE. The vestibular system: multimodal integration and encoding of self-motion for motor control. *Trends Neurosci*. 2012;35(3):185-96.

56. Zwergal A, Cnyrim C, Arbusow V, Glaser M, Fesl G, Brandt T, et al. Unilateral INO is associated with ocular tilt reaction in pontomesencephalic lesions: INO plus. *Neurology*. 2008;71(8):590-3.
57. Meng H, May PJ, Dickman JD, Angelaki DE. Vestibular signals in primate thalamus: properties and origins. *J Neurosci*. 2007;27(50):13590-602.
58. Sherman SM, Guillery RW. Distinct functions for direct and transthalamic corticocortical connections. *J Neurophysiol*. 2011;106(3):1068-77.
59. Nieuwenhuys R, Voogd J, Van Huijzen C. Telencephalon: hippocampus and related structures. *The human central nervous system*. 2008:361-400.
60. Moser EI, Kropff E, Moser MB. Place cells, grid cells, and the brain's spatial representation system. *Annu Rev Neurosci*. 2008;31:69-89.
61. Brun VH, Leutgeb S, Wu HQ, Schwarcz R, Witter MP, Moser EI, et al. Impaired spatial representation in CA1 after lesion of direct input from entorhinal cortex. *Neuron*. 2008;57(2):290-302.
62. Zhang SJ, Ye J, Miao C, Tsao A, Cerniauskas I, Ledergerber D, et al. Optogenetic dissection of entorhinal-hippocampal functional connectivity. *Science*. 2013;340(6128):1232627.
63. 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.
64. Andersson G, Yardley L, Luxon L. A dual-task study of interference between mental activity and control of balance. *Am J Otol*. 1998;19(5):632-7.
65. Mitra S. Postural costs of suprapostural task load. *Hum Mov Sci*. 2003;22(3):253-70.
66. Pellecchia GL. Postural sway increases with attentional demands of concurrent cognitive task. *Gait Posture*. 2003;18(1):29-34.
67. Shumway-Cook A, Woollacott M. Attentional demands and postural control: the effect of sensory context. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2000;55(1):M10-6.
68. Andersson G, Hagman J, Talianzadeh R, Svedberg A, Larsen HC. Effect of cognitive load on postural control. *Brain Res Bull*. 2002;58(1):135-9.
69. Dault MC, Geurts AC, Mulder TW, Duysens J. Postural control and cognitive task performance in healthy participants while balancing on different support-surface configurations. *Gait Posture*. 2001;14(3):248-55.
70. Prado JM, Stoffregen TA, Duarte M. Postural sway during dual tasks in young and elderly adults. *Gerontology*. 2007;53(5):274-81.
71. Shumway-Cook A, Woollacott M, Kerns KA, Baldwin M. The effects of two types of cognitive tasks on postural stability in older adults with and without a history of falls. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 1997;52(4):M232-40.
72. 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.
73. Vuillerme N, Nougier V, Teasdale N. Effects of a reaction time task on postural control in humans. *Neurosci Lett*. 2000;291(2):77-80.
74. Yardley L, Gardner M, Bronstein A, Davies R, Buckwell D, Luxon L. Interference between postural control and mental task performance in patients with vestibular disorder and healthy controls. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2001;71(1):48-52.
75. Deviterne D, Gauchard GC, Jamet M, Vançon G, Perrin PP. Added cognitive load through rotary auditory stimulation can improve the quality of postural control in the elderly. *Brain Res Bull*. 2005;64(6):487-92.



76. McNevin NH, Wulf G. Attentional focus on supra-postural tasks affects postural control. *Hum Mov Sci.* 2002;21(2):187-202.
77. Riley MA, Baker AA, Schmit JM. Inverse relation between postural variability and difficulty of a concurrent short-term memory task. *Brain Res Bull.* 2003;62(3):191-5.
78. Wulf G, Mercer J, McNevin N, Guadagnoli MA. Reciprocal influences of attentional focus on postural and suprapostural task performance. *J Mot Behav.* 2004;36(2):189-99.
79. 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.
80. Maylor EA, Allison S, Wing AM. Effects of spatial and nonspatial cognitive activity on postural stability. *Br J Psychol.* 2001;92 Part 2:319-38.
81. Maki BE, McIlroy WE. Influence of arousal and attention on the control of postural sway. *J Vestib Res.* 1996;6(1):53-9.
82. Nashner LM, McCollum G. The organization of human postural movements: a formal basis and experimental synthesis. *Behavioral and brain sciences.* 1985;8(1):135-50.
83. Lundin-Olsson L, Nyberg L, Gustafson Y. "Stops walking when talking" as a predictor of falls in elderly people. *Lancet.* 1997;349(9052):617.
84. Li KZ, Lindenberger U, Freund AM, Baltes PB. Walking while memorizing: age-related differences in compensatory behavior. *Psychol Sci.* 2001;12(3):230-7.
85. Lindenberger U, Baltes PB. Intellectual functioning in old and very old age: cross-sectional results from the Berlin Aging Study. *Psychol Aging.* 1997;12(3):410-32.
86. Li KZ, Lindenberger U. Relations between aging sensory/sensorimotor and cognitive functions. *Neurosci Biobehav Rev.* 2002;26(7):777-83.
87. Li KZ, Krampe RT, Bondar A. An ecological approach to studying aging and dual-task performance. 2005.
88. Kessels RP, van Zandvoort MJ, Postma A, Kappelle LJ, de Haan EH. The Corsi Block-Tapping Task: standardization and normative data. *Appl Neuropsychol.* 2000;7(4):252-8.
89. Degeest S, Keppler H, Corthals P. The Effect of Age on Listening Effort. *J Speech Lang Hear Res.* 2015;58(5):1592-600.
90. Benedict RH, DeLuca J, Phillips G, LaRocca N, Hudson LD, Rudick R. Validity of the Symbol Digit Modalities Test as a cognition performance outcome measure for multiple sclerosis. *Mult Scler.* 2017;23(5):721-33.
91. Pascoe M, Alamri Y, Dalrymple-Alford J, Anderson T, MacAskill M. The Symbol-Digit Modalities Test in Mild Cognitive Impairment: Evidence from Parkinson's Disease Patients. *Eur Neurol.* 2018;79(3-4):206-10.
92. Smith A. Symbol Digits Modalities Test Los Angeles: Western Psychological Services.[Google Scholar]. 1982.
93. Stroop JR. Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of experimental psychology.* 1935;18(6):643.
94. Edition F. Diagnostic and statistical manual of mental disorders. *Am Psychiatric Assoc.* 2013;21(21):591-643.
95. Gathercole SE, Pickering SJ, Ambridge B, Wearing H. The structure of working memory from 4 to 15 years of age. *Developmental psychology.* 2004;40(2):177.
96. Engle RW, Tuholski SW, Laughlin JE, Conway ARA. Working memory, short-term memory, and general fluid intelligence: a latent-variable approach. *J Exp Psychol Gen.* 1999;128(3):309-31.

97. Baddeley A. The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends Cogn Sci.* 2000;4(11):417-23.
98. Oberauer K. *Handbook of Understanding and Measuring Intelligence.* 2005 2022/11/16. Thousand Oaks

Thousand Oaks, California: SAGE Publications, Inc. Available from:

[https://sk.sagepub.com/reference/handbook-of-understanding-and-measuring-intelligence.](https://sk.sagepub.com/reference/handbook-of-understanding-and-measuring-intelligence)

99. Case R, Kurland DM, Goldberg J. Operational efficiency and the growth of short-term memory span. *Journal of experimental child psychology.* 1982;33(3):386-404.
100. Kane MJ, Conway AR, Hambrick DZ, Engle RW. Variation in working memory capacity as variation in executive attention and control. *Variation in working memory.* 2007;1:21-48.
101. Baddeley AD, Logie RH. Working memory: The multiple-component model. 1999.
102. Duff SC, Logie RH. Processing and storage in working memory span. *Q J Exp Psychol A.* 2001;54(1):31-48.
103. Unsworth N, Engle RW. On the division of short-term and working memory: an examination of simple and complex span and their relation to higher order abilities. *Psychol Bull.* 2007;133(6):1038-66.
104. St Clair-Thompson HL. The effects of cognitive demand upon relationships between working memory and cognitive skills. *Q J Exp Psychol (Hove).* 2007;60(10):1378-88.
105. Cowan N, Elliott EM, Scott Saults J, Morey CC, Mattox S, Hismjatullina A, et al. On the capacity of attention: its estimation and its role in working memory and cognitive aptitudes. *Cogn Psychol.* 2005;51(1):42-100.
106. Rosen VM, Engle RW. Forward and backward serial recall. *Intelligence.* 1997;25(1):37-47.
107. Colom R, Abad FJ, Rebollo I, Shih PC. Memory span and general intelligence: A latent-variable approach. *Intelligence.* 2005;33(6):623-42.
108. St Clair-Thompson HL. Backwards digit recall: A measure of short-term memory or working memory? *European Journal of Cognitive Psychology.* 2010;22(2):286-96.
109. Peterka RJ. Sensorimotor integration in human postural control. *J Neurophysiol.* 2002;88(3):1097-118.
110. Goodworth AD, Mellodge P, Peterka RJ. Stance width changes how sensory feedback is used for multisegmental balance control. *J Neurophysiol.* 2014;112(3):525-42.
111. Raper SA, Soames RW. The influence of stationary auditory fields on postural sway behaviour in man. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1991;63(5):363-7.
112. Maheu M, Behtani L, Nooristani M, Houde MS, Delcenserie A, Leroux T, et al. Vestibular Function Modulates the Benefit of Hearing Aids in People With Hearing Loss During Static Postural Control. *Ear Hear.* 2019;40(6):1418-24.
113. 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.
114. Guigou C, Toupet M, Delemps B, Heuschen S, Aho S, Bozorg Grayeli A. Effect of Rotating Auditory Scene on Postural Control in Normal Subjects, Patients With Bilateral Vestibulopathy, Unilateral, or Bilateral Cochlear Implants. *Front Neurol.* 2018;9:972.
115. Shumway-Cook A, Horak FB. Assessing the influence of sensory interaction of balance. Suggestion from the field. *Phys Ther.* 1986;66(10):1548-50.

116. Kanegaonkar RG, Amin K, Clarke M. The contribution of hearing to normal balance. *J Laryngol Otol.* 2012;126(10):984-8.
117. Stevens MN, Barbour DL, Gronski MP, Hullar TE. Auditory contributions to maintaining balance. *J Vestib Res.* 2016;26(5-6):433-8.
118. Easton RD, Greene AJ, DiZio P, Lackner JR. Auditory cues for orientation and postural control in sighted and congenitally blind people. *Exp Brain Res.* 1998;118(4):541-50.
119. Blauert J. *Spatial hearing: the psychophysics of human sound localization*: MIT press; 1997.
120. Katsiari E, Balatsouras DG, Sengas J, Riga M, Korres GS, Xenelis J. Influence of cochlear implantation on the vestibular function. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2013;270(2):489-95.
121. Buchman CA, Joy J, Hodges A, Telischi FF, Balkany TJ. Vestibular effects of cochlear implantation. *Laryngoscope.* 2004;114(10 Pt 2 Suppl 103):1-22.
122. Fina M, Skinner M, Goebel JA, Piccirillo JF, Neely JG, Black O. Vestibular dysfunction after cochlear implantation. *Otol Neurotol.* 2003;24(2):234-42; discussion 42.
123. Melvin TA, Della Santina CC, Carey JP, Migliaccio AA. The effects of cochlear implantation on vestibular function. *Otol Neurotol.* 2009;30(1):87-94.
124. Kluentner HD, Lang-Roth R, Guntinas-Lichius O. Static and dynamic postural control before and after cochlear implantation in adult patients. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2009;266(10):1521-5.
125. Berg K, Wood-Dauphinee S, Williams JI. The Balance Scale: reliability assessment with elderly residents and patients with an acute stroke. *Scand J Rehabil Med.* 1995;27(1):27-36.
126. Şahin F, Büyükavci R, Sağ S, Doğu B, Kuran B. Reliability and validity of the Turkish version of the berg balance scale in patients with stroke. 2013.
127. Nasreddine ZS, Phillips NA, Bédirian V, Charbonneau S, Whitehead V, Collin I, et al. The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment. *Journal of the American Geriatrics Society.* 2005;53(4):695-9.
128. Roeser RJ, Valente M, Hosford-Dunn H. *Audiology: diagnosis (Vol. 2.)*. New York: Thieme; 2007.
129. Pickett TC, Radfar-Baublitz LS, McDonald SD, Walker WC, Cifu DX. Objectively assessing balance deficits after TBI: Role of computerized posturography. *Journal of rehabilitation research and development.* 2007;44(7):983.
130. Soylemez E, Mujdeci B. Dual-task performance and vestibular functions in individuals with noise induced hearing loss. *Am J Otolaryngol.* 2020;41(6):102665.
131. Kelly VE, Janke AA, Shumway-Cook A. Effects of instructed focus and task difficulty on concurrent walking and cognitive task performance in healthy young adults. *Experimental Brain Research.* 2010;207(1):65-73.
132. Stevenson TJ, Garland SJ. Standing balance during internally produced perturbations in subjects with hemiplegia: validation of the balance scale. *Arch Phys Med Rehabil.* 1996;77(7):656-62.
133. Juneja G, Czynny JJ, Linn RT. Admission balance and outcomes of patients admitted for acute inpatient rehabilitation. *Am J Phys Med Rehabil.* 1998;77(5):388-93.
134. Berg KO, Maki BE, Williams JI, Holliday PJ, Wood-Dauphinee SL. Clinical and laboratory measures of postural balance in an elderly population. *Arch Phys Med Rehabil.* 1992;73(11):1073-80.
135. Bogle Thorbahn LD, Newton RA. Use of the Berg Balance Test to predict falls in elderly persons. *Phys Ther.* 1996;76(6):576-83; discussion 84-5.

136. Shumway-Cook A, Gruber W, Baldwin M, Liao S. The effect of multidimensional exercises on balance, mobility, and fall risk in community-dwelling older adults. *Phys Ther.* 1997;77(1):46-57.
137. Matías-Guiu JA, Valles-Salgado M, Rognoni T, Hamre-Gil F, Moreno-Ramos T, Matías-Guiu J. Comparative Diagnostic Accuracy of the ACE-III, MIS, MMSE, MoCA, and RUDAS for Screening of Alzheimer Disease. *Dement Geriatr Cogn Disord.* 2017;43(5-6):237-46.
138. Markwick A, Zamboni G, de Jager CA. Profiles of cognitive subtest impairment in the Montreal Cognitive Assessment (MoCA) in a research cohort with normal Mini-Mental State Examination (MMSE) scores. *J Clin Exp Neuropsychol.* 2012;34(7):750-7.
139. Zhou S, Zhu J, Zhang N, Wang B, Li T, Lv X, et al. The influence of education on Chinese version of Montreal cognitive assessment in detecting amnesic mild cognitive impairment among older people in a Beijing rural community. *ScientificWorldJournal.* 2014;2014:689456.
140. Mitchell AJ. A meta-analysis of the accuracy of the mini-mental state examination in the detection of dementia and mild cognitive impairment. *J Psychiatr Res.* 2009;43(4):411-31.
141. Fujiwara Y, Suzuki H, Yasunaga M, Sugiyama M, Ijuin M, Sakuma N, et al. Brief screening tool for mild cognitive impairment in older Japanese: validation of the Japanese version of the Montreal Cognitive Assessment. *Geriatr Gerontol Int.* 2010;10(3):225-32.
142. Martinelli JE, Cecato JF, Bartholomeu D, Montiel JM. Comparison of the diagnostic accuracy of neuropsychological tests in differentiating Alzheimer's disease from mild cognitive impairment: can the montreal cognitive assessment be better than the cambridge cognitive examination? *Dement Geriatr Cogn Dis Extra.* 2014;4(2):113-21.
143. de Guise E, Alturki AY, LeBlanc J, Champoux MC, Couturier C, Lamoureux J, et al. The Montreal Cognitive Assessment in persons with traumatic brain injury. *Appl Neuropsychol Adult.* 2014;21(2):128-35.
144. Wang CS, Pai MC, Chen PL, Hou NT, Chien PF, Huang YC. Montreal Cognitive Assessment and Mini-Mental State Examination performance in patients with mild-to-moderate dementia with Lewy bodies, Alzheimer's disease, and normal participants in Taiwan. *Int Psychogeriatr.* 2013;25(11):1839-48.
145. Engström H, Bergström B, Rosenhall U. Vestibular sensory epithelia. *Arch Otolaryngol.* 1974;100(6):411-8.
146. Bergström B. Morphology of the vestibular nerve. II. The number of myelinated vestibular nerve fibers in man at various ages. *Acta Otolaryngol.* 1973;76(2):173-9.
147. Lopez I, Honrubia V, Baloh RW. Aging and the human vestibular nucleus. *J Vestib Res.* 1997;7(1):77-85.
148. Furman JM. Posturography: uses and limitations. *Baillieres Clin Neurol.* 1994;3(3):501-13.
149. Furman JM. Role of posturography in the management of vestibular patients. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1995;112(1):8-15.
150. Bernard-Demanze L, Léonard J, Dumitrescu M, Meller R, Magnan J, Lacour M. Static and dynamic posture control in postlingual cochlear implanted patients: effects of dual-tasking, visual and auditory inputs suppression. *Front Integr Neurosci.* 2013;7:111.
151. Kluentner HD, Lang-Roth R, Beutner D, Hüttenbrink KB, Guntinas-Lichius O. Postural control before and after cochlear implantation: standard cochleostomy versus round window approach. *Acta Otolaryngol.* 2010;130(6):696-701.
152. Steenerson RL, Cronin GW, Gary LB. Vertigo after cochlear implantation. *Otol Neurotol.* 2001;22(6):842-3.

153. Ito J. Influence of the multichannel cochlear implant on vestibular function. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1998;118(6):900-2.
154. Kubo T, Yamamoto K, Iwaki T, Doi K, Tamura M. Different forms of dizziness occurring after cochlear implant. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2001;258(1):9-12.
155. Enticott JC, Tari S, Koh SM, Dowell RC, O'Leary SJ. Cochlear implant and vestibular function. *Otol Neurotol.* 2006;27(6):824-30.
156. Hoffman RA, Cohen NL. Complications of cochlear implant surgery. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl.* 1995;166:420-2.
157. Eshraghi AA, Yang NW, Balkany TJ. Comparative study of cochlear damage with three perimodiolar electrode designs. *Laryngoscope.* 2003;113(3):415-9.
158. Balkany TJ, Eshraghi AA, Yang N. Modiolar proximity of three perimodiolar cochlear implant electrodes. *Acta Otolaryngol.* 2002;122(4):363-9.
159. Yang NW, Hodges AV, Balkany TJ. Novel intracochlear electrode positioner: effects on electrode position. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl.* 2000;185:18-20.
160. BOZKURT HK, YARALI M, AKSOY S. Static and Dynamic Equilibrium and Postural Control in Adults with Cochlear Implants. *Journal of Ear, Nose & Throat & Head & Neck Surgery.* 2022;30(4).
161. BATUK M, AKSOY S, KAYIHAN H, SENNAROĞLU L. İç Kulak Anomalisi Olan Pediatrik Koklear Implant Kullanıcılarında Duyusal İşlemlenin Değerlendirilmesi. *Ergoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi.* 2019;7(3):145-54.
162. Maheu M, Pagé S, Sharp A, Delcenserie A, Champoux F. The impact of vestibular status prior to cochlear implantation on postural control: A multiple case study. *Cochlear Implants Int.* 2017;18(5):250-5.
163. Ambrosio A, Hoffer AN, Hoffer M. Does Combat Hearing Preservation Equipment Affect Balance? *Mil Med.* 2017;182(S1):230-3.
164. Zhong X, Yost WA. Relationship between postural stability and spatial hearing. *J Am Acad Audiol.* 2013;24(9):782-8.
165. Glick H, Sharma A. Cross-modal plasticity in developmental and age-related hearing loss: Clinical implications. *Hear Res.* 2017;343:191-201.
166. Bruce H, Aponte D, St-Onge N, Phillips N, Gagné JP, Li KZH. The Effects of Age and Hearing Loss on Dual-Task Balance and Listening. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci.* 2019;74(2):275-83.
167. Springer S, Giladi N, Peretz C, Yogev G, Simon ES, Hausdorff JM. Dual-tasking effects on gait variability: the role of aging, falls, and executive function. *Mov Disord.* 2006;21(7):950-7.
168. Nieborowska V, Lau ST, Campos J, Pichora-Fuller MK, Novak A, Li KZH. Effects of Age on Dual-Task Walking While Listening. *J Mot Behav.* 2019;51(4):416-27.
169. Buyle M, Azoidou V, Pavlou M, Van Rompaey V, Bamiou DE. Functional Gait Can Be Affected by Noise: Effects of Age and Cognitive Function: A Pilot Study. *Front Neurol.* 2021;12:634395.
170. Kahneman D. *Attention and effort: Citeseer; 1973.*
171. Wollesen B, Scrivener K, Soles K, Billy Y, Leung A, Martin F, et al. Dual-Task Walking Performance in Older Persons With Hearing Impairment: Implications for Interventions From a Preliminary Observational Study. *Ear and Hearing.* 2018;39(2):337-43.
172. Lin FR, Ferrucci L. Hearing loss and falls among older adults in the United States. *Arch Intern Med.* 2012;172(4):369-71.

173. Mick P, Kawachi I, Lin FR. The association between hearing loss and social isolation in older adults. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2014;150(3):378-84.
174. Nadimi Z, Ghahraman MA, Mohammadkhani G, Hoseinabadi R, Jalaie S, Malmir K, et al. Postural control during dual task in adolescent cochlear implant users under on/off-device conditions. *Auditory and Vestibular Research.* 2021.
175. Smith PF. Hearing loss versus vestibular loss as contributors to cognitive dysfunction. *J Neurol.* 2022;269(1):87-99.
176. 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.
177. Pashler H. Dual-task interference in simple tasks: data and theory. *Psychol Bull.* 1994;116(2):220-44.
178. Jáuregui-Renaud K, Sang FY, Gresty MA, Green DA, Bronstein AM. Depersonalisation/derealisation symptoms and updating orientation in patients with vestibular disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2008;79(3):276-83.
179. Sang FY, Jáuregui-Renaud K, Green DA, Bronstein AM, Gresty MA. Depersonalisation/derealisation symptoms in vestibular disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2006;77(6):760-6.
180. Bigelow RT, Semenov YR, Hoffman HJ, Agrawal Y. Association between vertigo, cognitive and psychiatric conditions in US children: 2012 National Health Interview Survey. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2020;130:109802.
181. Harun A, Semenov YR, Agrawal Y. Vestibular Function and Activities of Daily Living: Analysis of the 1999 to 2004 National Health and Nutrition Examination Surveys. *Gerontol Geriatr Med.* 2015;1.
182. Pineault K, Pearson D, Wei E, Kamil R, Klatt B, Agrawal Y. Association Between Sacculae and Semicircular Canal Impairments and Cognitive Performance Among Vestibular Patients. *Ear Hear.* 2020;41(3):686-92.
183. Jáuregui-Renaud K, Ramos-Toledo V, Aguilar-Bolaños M, Montaña-Velázquez B, Pliego-Maldonado A. Symptoms of detachment from the self or from the environment in patients with an acquired deficiency of the special senses. *J Vestib Res.* 2008;18(2-3):129-37.
184. Bigelow RT, Semenov YR, du Lac S, Hoffman HJ, Agrawal Y. Vestibular vertigo and comorbid cognitive and psychiatric impairment: the 2008 National Health Interview Survey. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2016;87(4):367-72.
185. Moser I, Vibert D, Caversaccio MD, Mast FW. Impaired math achievement in patients with acute vestibular neuritis. *Neuropsychologia.* 2017;107:1-8.
186. Moser I, Vibert D, Caversaccio MD, Mast FW. Acute peripheral vestibular deficit increases redundancy in random number generation. *Exp Brain Res.* 2017;235(2):627-37.
187. Kremmyda O, Hüfner K, Flanagan VL, Hamilton DA, Linn J, Strupp M, et al. Beyond Dizziness: Virtual Navigation, Spatial Anxiety and Hippocampal Volume in Bilateral Vestibulopathy. *Front Hum Neurosci.* 2016;10:139.
188. Jandl NM, Sprenger A, Wojak JF, Göttlich M, Münte TF, Krämer UM, et al. Dissociable cerebellar activity during spatial navigation and visual memory in bilateral vestibular failure. *Neuroscience.* 2015;305:257-67.
189. Dobbels B, Mertens G, Gilles A, Moyaert J, van de Berg R, Franssen E, et al. The Virtual Morris Water Task in 64 Patients With Bilateral Vestibulopathy and the Impact of Hearing Status. *Front Neurol.* 2020;11:710.

190. Sugaya N, Arai M, Goto F. Changes in cognitive function in patients with intractable dizziness following vestibular rehabilitation. *Sci Rep.* 2018;8(1):9984.
191. Gómez-Alvarez FB, Jáuregui-Renaud K. Psychological symptoms and spatial orientation during the first 3 months after acute unilateral vestibular lesion. *Arch Med Res.* 2011;42(2):97-103.





# Berg Denge Ölçeği

Hastanın Adı Soyadı: \_\_\_\_\_ Tarih: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

## Oturma Pozisyonundayken Ayağa Kalkmak

**Yönerge:** Lütfen ayağa kalkın. Ellerinizden destek almamaya çalışın.

- 1
- 4 Ellerini kullanmadan ayağa kalkabilir ve kendi kendine denge sağlayabilir.
- 3 Ellerini kullanarak ayağa kalkabilir.
- 2 Birkaç denemeden sonra ellerini kullanarak ayağa kalkabilir.
- 1 Ayağa kalkmak ve denge kurmak için çok az yardıma ihtiyacı vardır.
- 0 Ayağa kalkmak için orta düzeyde ya da çok yardıma ihtiyacı vardır.

## Desteksiz Ayakta Durmak

**Yönerge:** Lütfen hiçbir yere tutunmadan iki dakika ayakta durun.

- 2
- 4 2 dakika emniyetli bir şekilde ayakta durabilir.
- 3 Gözetim altında 2 dakika ayakta durabilir.
- 2 Desteksiz 30 saniye ayakta durabilir.
- 1 Desteksiz 30 saniye ayakta durabilmek için birkaç denemeye ihtiyacı var.
- 0 Yardım almadan 30 saniye ayakta duramaz.

## Desteksiz Oturmak (Arkaya Yaslanmadan Oturmak) (2. Soru 4 puan işaretlenmişse soruyu atlayınız)

**Yönerge:** Lütfen kollarınızı kavuşturarak iki dakika oturun.

- 3
- 4 Emniyetli bir şekilde 2 dakika oturabilir.
- 3 Gözetim altında 2 dakika oturabilir.
- 2 30 saniye oturabilir.
- 1 10 saniye oturabilir
- 0 Desteksiz 10 saniye oturamaz.

## Ayaktayken Oturma Pozisyonuna Geçmek

**Yönerge:** Lütfen oturun.

- 4
- 4 Ellerinden asgari düzeyde yardım alarak emniyetli bir şekilde oturabilir.
- 3 Ellerinden yardım alarak kontrollü bir şekilde oturur.
- 2 Bacaklarıyla sandalyeden destek alarak kontrollü bir şekilde oturur.
- 1 Kendi başına oturabilir ama kontrollü değildir.
- 0 Oturmak için yardıma ihtiyacı vardır.

## Transfer

**Yönerge:** Sandalyeleri transfer yapılacak şekilde göre yerleştirin. Hastaya bir kolluklu bir de kolluksuz koltuğa doğru yer değiştirmesini söyleyin. İki sandalye (biri kolluklu diğeri kolluksuz) ya da bir yatak ve bir koltuk kullanabilirsiniz.

- 5
- 4 Ellerini çok az kullanarak emniyetli bir şekilde transfer olabiliyor.
- 3 Emniyetli bir şekilde transfer olabiliyor, ellerini kesinlikle kullanıyor.
- 2 Sözlü kılavuzlukla ve gözetimle veya gözetimsiz transfer olabiliyor.
- 1 Yardım edecek bir kişiye gereksinimi var.
- 0 Güvende olabilmesi için yardım edecek veya gözetecek iki kişiye gereksinimi var.

## Berg Denge Ölçeği Sayfa - 2

### Gözler Kapalıyken Desteksiz Ayakta Durmak

**Yönerge:** Lütfen gözlerinizi kapayın ve ayakta 10 saniye hareketsiz durun.

6

- <sub>4</sub> 10 saniye emniyetli bir şekilde ayakta durabilir.
- <sub>3</sub> Gözetim altında 10 saniye ayakta durabilir.
- <sub>2</sub> 3 saniye ayakta durabilir.
- <sub>1</sub> Gözlerini üç saniyeden fazla kapalı tutamaz ama ayakta sabit durabilir.
- <sub>0</sub> Düşmemek için yardıma ihtiyacı vardır.

### Ayaklar Bitişikken Desteksiz Ayakta Durmak

**Yönerge:** Ayaklarınızı birleştirin ve tutunmadan ayakta durun.

7

- <sub>4</sub> Kendi başına ayaklarını birleştirip 1 dakika emniyetli bir şekilde ayakta durabilir.
- <sub>3</sub> Kendi başına ayaklarını birleştirip 1 dakika gözetim altında ayakta durabilir
- <sub>2</sub> Kendi başına ayaklarını birleştirip 30 saniye ayakta durabilir.
- <sub>1</sub> Yardım ile istenilen pozisyona gelebilir, ama ayaklar bitişik vaziyette ancak 15 saniye ayakta durabilir.
- <sub>0</sub> Yardım ile istenilen pozisyona gelebilir, ama bu pozisyonu 15 saniye muhafaza edemez.

### Ayaktayken Kollar Gergin Öne Doğru Uzanmak

**Yönerge:** Kollarınızı 90 derece kaldırın. Parmaklarınızı uzatın ve öne doğru uzanabildiğiniz kadar uzanın. [Gözetmen eller 90° iken hastanın parmak uçları hizasında bir cetvel tutar. Öne uzanırken hastanın parmakları cetvele değmemelidir. Hastanın en ileri uzanabildiği noktada parmak uçlarının kat ettiği mesafe kaydedilmelidir. Gövdenin dönmesini önlemek için, hastaya mümkünse iki kolunu da uzatmasını söyleyin].

8

- <sub>4</sub> Rahatça öne uzanabilir >25 cm.
- <sub>3</sub> Rahatça öne uzanabilir >12,5 cm.
- <sub>2</sub> Rahatça öne uzanabilir >5 cm.
- <sub>1</sub> Öne uzanabilir ama gözleme ihtiyacı vardır.
- <sub>0</sub> Öne uzanmaya çalışırken dengesini kaybeder/dışarıdan destek gerekir.

### Ayaktayken Yerden Nesne Almak

**Yönerge:** Ayağınızın hemen önünde bulunan ayakkabıyı/terliği alın.

9

- <sub>4</sub> Terliği rahatça alabilir.
- <sub>3</sub> Terliği alabilir ama gözetim eşliğinde.
- <sub>2</sub> Terliği alamaz ama terliğe 2-5 cm kadar yaklaşabilir ve kendi kendine denge sağlayabilir.
- <sub>1</sub> Terliği alamaz, almaya çalışırken de gözetime ihtiyacı vardır.
- <sub>0</sub> Terliği almayı denemez/düşmemek ya da dengesini kaybetmemek için yardıma ihtiyacı vardır.

### Ayaktayken Sağ Ya Da Sol Omuz Üzerinden Dönerek Geriye Bakmak

**Yönerge:** Sol omzunuzun üzerinden dönerek arkanıza bakın. Aynısını sağ tarafınızda tekrar edin. [Gözetmen deneğin daha iyi bir dönüş hareketi gerçekleştirmesini sağlamak için deneğin arkasında yer alan bir nesneyi bakış noktası olarak belirleyebilir.]

10

- <sub>4</sub> Her iki vücut yanından da arkaya bakabiliyor ve ağırlık aktarımı iyi.
- <sub>3</sub> Sadece bir yanından arkaya bakabiliyor, diğer yandan olan bakışta denge aktarımı çok iyi değil.
- <sub>2</sub> Yanlara dönebiliyor ama dengesini koruyor.
- <sub>1</sub> Dönerken gözetime gereksinimi var.
- <sub>0</sub> Dengesini kaybetmemek veya düşmemek için yardıma gereksinimi var.

## Berg Denge Ölçeği Sayfa - 3

### 360° Dönmek

**Yönerge:** Tam daire çizerek şekilde kendi etrafınızda dönün. Durun. Sonra ters yönde tam daire çizin.

- 11**
- 4 4 saniye ya da daha kısa sürede emniyetli bir şekilde 360 derece dönebilir.
  - 3 4 saniye ya da daha kısa sürede sadece bir tarafa doğru emniyetli bir şekilde 360 derece dönebilir.
  - 2 Emniyetli bir şekilde fakat yavaş bir şekilde 360 derece dönebilir.
  - 1 Yakın gözetime ya da sözlü uyarıya ihtiyacı vardır.
  - 0 Dönerken yardıma ihtiyacı vardır.

### Desteksiz Ayakta Dururken Değişerek Bir Ayağı Yere Basamak Veya Tabureye Yerleştirmek

**Yönerge:** İki ayağı da sırasıyla taburenin üstüne koyun. Her iki ayak da tabureye 4 kere değene kadar harekete devam edin.

- 12**
- 4 Kendi başına emniyetli bir şekilde ayakta durabilir ve 20 saniyede 8 adımı tamamlayabilir.
  - 3 Kendi başına ayakta durabilir ve 8 adımı 20 saniyeden daha uzun bir sürede tamamlayabilir.
  - 2 Gözetim altında yardım almadan 4 adım tamamlayabilir.
  - 1 Az yardımla 2 adım tamamlayabilir.
  - 0 Düşmemek için yardıma ihtiyacı vardır/çaba gösteremez.

### Bir Ayak Önde Olarak Desteksiz Ayakta Durmak

**Yönerge:** Hastaya gösterin: Bir ayağınızı diğerinin tam önüne koyun. Bunu yapamıyorsanız, ayağınızı, topuk kısmı öteki ayağınızın başparmağı hizasına gelecek şekilde bir adım atın. (3 puan vermek için adımın mesafesi diğer ayağın uzunluğunu geçmeli ve duruşun genişliği deneğin normal yürüyüş adımındaki genişliğe yakın olmalı.)

- 13**
- 4 Normal yürüyüş adımını bağımsız olarak atabiliyor ve 30 saniye tutabiliyor
  - 3 Ayağını diğerinin önüne bağımsız olarak koyabiliyor ve 30 saniye tutabiliyor.
  - 2 Bağımsız olarak küçük adım atabiliyor ve 30 saniye tutabiliyor.
  - 1 Adım atmak için yardıma ihtiyacı var ama 15 saniye durabiliyor
  - 0 Adım atarken veya ayakta dururken yardıma ihtiyacı var.

### Tek Ayak Üstünde Durmak

**Yönerge:** Tek ayağın üzerinde durabildiğinizce fazla durun

- 14**
- 4 Tek ayağı üzerinde 10 saniyeden daha fazla durabiliyor.
  - 3 Tek ayağı üzerinde 5-10 saniye durabiliyor.
  - 2 Tek ayağı üzerinde 3-5 saniye durabiliyor.
  - 1 Tek ayağı üzerinde durabiliyor ancak bunu 3 devam ettiremiyor.
  - 0 Tek ayağı üzerinde duramıyor.

### Puanlama

**0-20:** Yüksek Düşme Riski! Tekerlekli sandalye - Walker gerekli **21-40:** Orta derecede düşme riski. Baston - Tripod gerekli **41-56:** Düşük risk. Yardımcı araç gerekmez.

Berg KI, Wood-Dauphinee S, (1995) Scand J Rehabil Med. 1995 Mar;27(1):27-36.

**Toplam Skor (0-56):** \_\_\_\_\_



www.ftronline.com

Tasarım ve düzenleme: Dr. Ender Salbaş 2020

# Montreal Bilişsel Değerlendirme

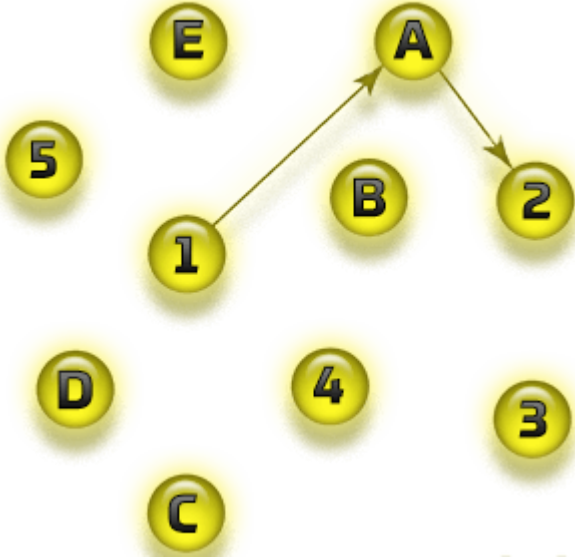
## Montreal Cognitive Assessment (MoCA)

Hastanın Adı Soyadı: \_\_\_\_\_

Tarih: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

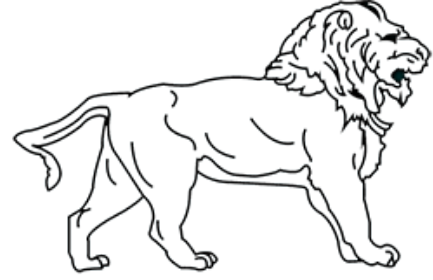
Montreal Bilişsel Değerlendirme (MoCA), hafif bilişsel bozukluk için hızlı bir tarama testi olarak geliştirilmiştir. Bu test ile dikkat ve konsantrasyon, yürütücü işlevler, bellek, lisan, görsel yapılandırma becerileri, soyut düşünce, hesaplama ve yönelim olmak üzere 8 farklı bilişsel işlev değerlendirilmektedir. MoCA'nın uygulaması yaklaşık 10 dakika sürer. Testten alınabilecek en yüksek toplam puan 30'dur. Buna göre 21 puan ve üstünde alınan puan normal olarak değerlendirilir.

Lütfen '1' den başlayarak bir sayı bir harf sırası ile birbirini izleyen sayı ve harfleri bir çizgi ile birleştirin.

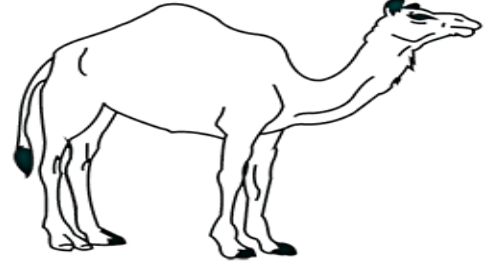
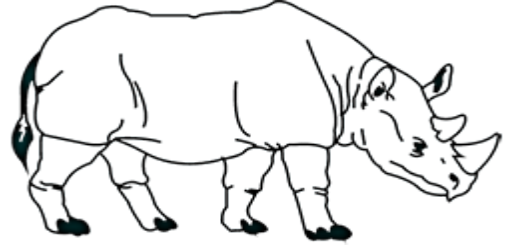


1

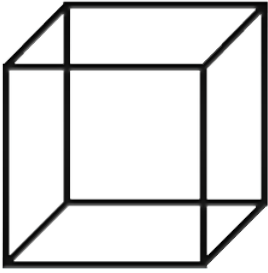
Soldan başlayarak bu hayvanların ismini söyleyin (doğru bilinen her hayvan ismi için 1 puan).



4



Bu şekli olabildiğince hızlı bir şekilde yandaki boşluğa çizin (Çizim üç boyutlu olmalı, Tüm çizgiler çizilmiş (tamam) olmalı, fazladan çizgi eklenmemiş olmalı, çizgiler görece paralel ve benzer uzunlukta olmalı; dikdörtgenler prizması kabul edilir.)



2

Bir saat çizin. Saatin tüm rakamlarını yazın ve saat 11'i 10 geçeyi gösterebilirsiniz (çerçeve 1 puan, rakamlar 1 puan, akrep ve yelkovan 1 puan).

3

Bu bir bellek (hafıza) testidir. Size bir kelime listesi okuyacağım ve bu listedeki kelimeleri şimdi ve daha sonra hatırlamanızı isteyeceğim. Dikkatle dinleyin. Okumayı bitirdiğimde hatırlayabildiğiniz kadar çok kelimeyi bana söyleyin. Kelimeleri hangi sırada söylediğiniz önemli değildir. (Katılımcının söylediği her kelime için ilgili kutuya bir işaret (x) koyun.) Size aynı listeyi ikinci kez okuyacağım. Hatırlamaya çalışın ve ilk denemede söylediğiniz kelimeleri de kapsayacak şekilde, bana hatırlayabildiğiniz kadar çok kelime söyleyin. (Katılımcının söylediği her kelime için ilgili kutuya ilave bir işaret (x) koyun.)

5

'Testin sonunda sizden bu kelimeleri hatırlamanızı isteyeceğim' deyin.

Burun

Kadife

Cami

Papatya

Mor

## Montreal Bilişsel Değerlendirme Sayfa-2

**6** Size bazı rakamlar söyleyeceğim, ben bitirdikten sonra, söylemiş olduğum rakamları sıra ile tekrar edin

<sub>1</sub> 2 1 8 5 4

+ Şimdi başka sayılar söyleyeceğim, ancak bu kez ben bitirdikten sonra sayıları ters sırada tekrar edin

<sub>1</sub> 7 4 2

+ Size bir dizi harf okuyacağım. A harfini her söylediğimde, elinizi masaya vurun. Eğer farklı bir harf söylersem, elinizi masaya vurmayın. (1 hata yapabilir)

<sub>1</sub> F B A C M N A A J K L B A F A K D E A A A J A M O F A A B

+ Şimdi sizden ben durun diyene kadar 100'den 7 çıkartarak saymanızı istiyorum. (2-3 doğru yanıt için 2 puan ve 4-5 doğru yanıt için 3 puan; yanlış saydıktan sonra doğru devam etmişse de doğrular toplanır.)

<sub>2</sub> <sub>3</sub>

100 93 86 79 72

**10** Gecikmeli hatırlama; Size daha önce bazı kelimeler okumuştum. Sizden o kelimeleri hatırlamanızı ve söylemenizi istiyorum. Hatırlayabildiğiniz kelimeleri söyleyin'. (Hiçbir ipucu olmaksızın spontan olarak doğru hatırlanmış her bir kelime için ilgili bölüme işaret konur.)

<sub>1</sub> <sub>2</sub> <sub>3</sub> <sub>4</sub> <sub>5</sub>

Burun <input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	Kadife <input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	Cami <input type="checkbox"/> <sub>1</sub>
Papatya <input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	Mor <input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	

**Seçmeli;** Size daha önce bazı kelimeler okumuştum. Sizden o kelimeleri hatırlamanızı ve söylemenizi istiyorum. Hatırlayabildiğiniz kelimeleri söyleyin'. (Hiçbir ipucu olmaksızın spontan olarak doğru hatırlanmış her bir kelime için ilgili bölüme işaret konur.)

BURUN ipucu: vücut bölümü	KADİFE ipucu: kumaş türü
CAMI ipucu: bina türü	PAPATYA ipucu: çiçek türü
MOR ipucu: bir renk	

İpuçlarına rağmen hala hatırlamıyorsa, izleyen yönerge verilir. 'Biraz sonra sayacağım kelimelerden hangisi daha önce sunulmuştu hatırlıyor musunuz? burun-yüz-el | ipek-pamuklu-kadife | cami-okul-hastane | gül-papatya-lale | mor-mavi-yeşil

İpucu yardımıyla hatırlanan kelimelere puan verilmez. İpuçları sadece klinik olarak bilgi edinmek ve klinisyene bellek bozukluğunun türü hakkında ek bilgi sağlamak amacıyla kullanılır. Katılımcı ipucuyla hatırlayabiliyorsa, geri getirmeye bağlı, ipucuna rağmen hatırlamıyorsa, kodlamaya bağlı bir bellek bozukluğu düşünülür.

**7** Size bir cümle okuyacağım. Ben cümleyi okuduktan sonra aynen tekrarlayın. Şimdi söyleyin "Tek bildiğim bugün yardıma ihtiyacı olan kişinin Ahmet olduğudur." (Yanıtın ardından); Şimdi size bir başka cümle okuyacağım, ben cümleyi okuduktan sonra aynen tekrarlayın.

<sub>1</sub> 'Köpekler odadayken, kedi hep kanepenin altına saklanırdı!'

<sub>2</sub> Tekrar tam ve doğru olmalıdır. İhmal edilerek atlanmış, yerine kullanılmış, eklenmiş kelimelerden kaynaklanan hatalara dikkat edin (Örn., ihmal edilebilecek kelimeler: 'tek', 'hep', yerine geçebilecek kelimeler: 'gizlenirdi', 'gizlenmek' ve eklenen kelimeler: Köpekler odadayken, kedi hep kanepenin altına 'korkuyla' saklanırdı).

**8** Sizden bir dakika içinde biraz sonra vereceğim harfle başlayan, olabildiğince çok sayıda kelime söylemenizi istiyorum. Ahmet, İzmir gibi özel isimlerle, rakamlar veya aynı kökten türetilmiş isimler dışında istediğiniz her türlü kelimeyi söyleyebilirsiniz. Bir dakika dolduğunda size dur diyeceğim. Hazır mısınız? Şimdi bana K harfi ile başlayan olabildiğince çok sayıda kelime söyleyin (60 saniye süre tutulur). Durun'.

<sub>1</sub>

60 saniye içinde 11 veya daha fazla sayıda kelime üretildi ise 1 puan verin. Katılımcının yanıtlarını test formunun altındaki boşluğa kaydedin.

**9** Bana portakal ve muz arasındaki benzerliği söyleyin' denir. Eğer katılımcının yanıtı istendiği gibi olmazsa, ek süre vererek, 'Bana bu maddelerin başka bir benzerliğini söyleyin' denir. Eğer katılımcı istenen yanıtı (meyve) vermiyorsa, 'Evet bunların ikisi de meyve' deyin. Daha fazla açıklama yapmayın.

<sub>1</sub> Her madde çiftine verilen doğru yanıt: 1 puan

<sub>2</sub>

Tren	Bisiklet	ulaşım aracı, seyahat edilir, her ikisine de binilip gezilir benzeri (tekerlekleri var yanlış)
Saat	Cetvel	ölçü araçları, ölçmek için benzeri (sayılar var yanlış)

**11** Bana bugünün tarihini söyleyin.' Eğer katılımcı tam bir yanıt veremezse, ek olarak 'Bana (gün, ay, yıl ve haftanın hangi günü) söyleyin' denir. Ardından, 'Şimdi bana bulunduğumuz yerin ve bulunduğumuz şehrin adını söyleyin'. (Doğru her bir yanıt için 1 puan verin. Katılımcı tarih ve yeri net ve açık (hastanenin, kliniğin, ofisin, kurumun adı) olarak söylemelidir. Katılımcı tarihin herhangi bir biriminde hata yaparsa puan vermeyin.)

<sub>1</sub> <sub>2</sub> <sub>3</sub> <sub>4</sub> <sub>5</sub> <sub>6</sub>

Gün <input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	Ay <input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	Yıl <input type="checkbox"/> <sub>1</sub>
Günlerden ne <input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	Buranın adı <input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	Şehrin adı <input type="checkbox"/> <sub>1</sub>

Nasreddine ZS, Phillips NA (2005) J Am Geriatr Soc. 2005 Apr;53(4):695-9

**Toplam Puan (0-30):** \_\_\_\_\_ (>21 normal)



## 9. ÖZGEÇMİŞ

## Emre Orhan PhD Tez

### ORJİNALLİK RAPORU

% <b>12</b>	% <b>12</b>	% <b>2</b>	% <b>1</b>
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

### BİRİNCİL KAYNAKLAR

<b>1</b>	<a href="http://acikbilim.yok.gov.tr">acikbilim.yok.gov.tr</a> İnternet Kaynağı	% <b>6</b>
<b>2</b>	<a href="http://www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080">www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080</a> İnternet Kaynağı	% <b>4</b>
<b>3</b>	<a href="http://acikerisim.baskent.edu.tr">acikerisim.baskent.edu.tr</a> İnternet Kaynağı	<% <b>1</b>
<b>4</b>	<a href="http://dergipark.org.tr">dergipark.org.tr</a> İnternet Kaynağı	<% <b>1</b>
<b>5</b>	<a href="http://openaccess.hacettepe.edu.tr:8080">openaccess.hacettepe.edu.tr:8080</a> İnternet Kaynağı	<% <b>1</b>
<b>6</b>	<a href="http://dspace.gazi.edu.tr">dspace.gazi.edu.tr</a> İnternet Kaynağı	<% <b>1</b>
<b>7</b>	<a href="http://9lib.net">9lib.net</a> İnternet Kaynağı	<% <b>1</b>
<b>8</b>	Submitted to Pamukkale Üniversitesi Öğrenci Ödevi	<% <b>1</b>
<b>9</b>	<a href="http://www.frontiersin.org">www.frontiersin.org</a> İnternet Kaynağı	<% <b>1</b>



## Dijital Makbuz

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

Gönderinizin ilk sayfası aşağıda gönderilmektedir.

Gönderen: Emre Orhan  
Ödev başlığı: Emre Orhan PhD Tez Savunma Sonrası  
Gönderi Başlığı: Emre Orhan PhD Tez  
Dosya adı: Emre\_Orhan\_PhD\_Tez\_savunma\_sonras.docx  
Dosya boyutu: 3.7M  
Sayfa sayısı: 75  
Kelime sayısı: 15,732  
Karakter sayısı: 111,869  
Gönderim Tarihi: 21-Tem-2023 01:43ÖS (UTC+0300)  
Gönderim Numarası: 2134501718

