

T.C.

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AKILLI TELEFON KULLANIMI SIRASINDA STATİK VE DİNAMİK  
DENGE PARAMETRELERİNDEKİ DEĞİŞİKLİKLERİN İNCELENMESİ

Uzm. Ody. EMRE ORHAN

Odyoloji Programı

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANKARA

2019



T.C.

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AKILLI TELEFON KULLANIMI SIRASINDA STATİK VE DİNAMİK  
DENGE PARAMETRELERİNDEKİ DEĞİŞİKLİKLERİN İNCELENMESİ

Uzm. Ody. EMRE ORHAN

Odyoloji Programı

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. SONGÜL AKSOY

ANKARA

2019

AKILLI TELEFON KULLANIMI SIRASINDA STATİK VE DİNAMİK DENGE  
PARAMETRELERİNDEKİ DEĞİŞİKLİKLERİN İNCELENMESİ

Öğrenci: EMRE ORHAN

Danışman: Prof. Dr. Songül AKSOY

Bu tez çalışması 09.01.2019 tarihinde jürimiz tarafından "Odyoloji Programı" nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

**Jüri Başkanı:** Prof. Dr. Seyra ERBEK  
Başkent Üniversitesi

**Tez Danışmanı:** Prof. Dr. Songül AKSOY  
Hacettepe Üniversitesi

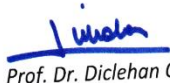
**Üye:** Prof. Dr. Gonca SENNAROĞLU  
Hacettepe Üniversitesi

**Üye:** Doç. Dr. Meral Didem TÜRKYILMAZ  
Hacettepe Üniversitesi

**Üye:** Dr. Öğr. Üyesi Betül ÇİÇEK ÇINAR  
Hacettepe Üniversitesi

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

22 Ocak 2019

  
Prof. Dr. Diclehan Orhan  
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>
- 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>

08.01.2019

(İmza)

Öğrencinin Adı SOYADI

1

<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** 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** 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 vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, **tezin yapıldığı kurum** tarafından verilir \*. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, **ilgili kurum ve kuruluşun önerisi** ile **enstitü** veya **fakültenin** uygun görüşü üzerine **üniversite yönetim kurulu** tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.  
Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir
- \* Tez **danışmanın** önerisi ve **enstitü anabilim dalının** uygun görüşü üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulu** tarafından karar verilir.

**ETİK BEYAN**

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

**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 Prof. Dr. Songül Aksoy'a,

Değerli katkı ve destekleri, sonsuz anlayışından dolayı Sayın Prof. Dr. Gonca Sennaroğlu'na,

Tez çalışma sürecimde desteklerinden dolayı Büşra Altın'a

Eğitim ve mesleki hayatım boyunca engin bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen, emeği geçen tüm hocalarıma,

Hayatım boyunca desteklerini her zaman hissettiğim ailem; annem Fatma Ünal ve kardeşim Pınar Orhan'a teşekkürlerimi sunarım.



## ÖZET

**Orhan E., Akıllı Telefon Kullanımı Sırasında Statik ve Dinamik Denge Parametrelerindeki Değişikliklerin İncelenmesi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji Programı Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2019.** "Denge" terimi düşmeyi önlemek için vücut postürünün dinamiklerini tanımlamaktadır. Fizyolojik olarak denge fonksiyonu, baş hareketleri sırasında görme alanının sabit tutulması ve yerçekimi alanında postürün kontrol edilmesi ile ortaya çıkan motor cevaplar sonucunda ortaya çıkar. Dengenin korunması ve sürdürülmesi için sensör sistemlerden görsel, vestibüler ve proprioseptif sistemlerin birlikte uyum içinde çalışması gerekmektedir. Birincil amacı telekomünikasyon olan akıllı telefonların oyun, internet, çevrimiçi topluluklara erişim ve portatif olması gibi birçok avantajı da bulunmaktadır. Bununla birlikte, akıllı telefon kullanımının oluşturabileceği görsel yorulmanın sürekliliği, somatosensör ağ ile birlikte vestibüler sistem ve postural kontrol sistemi üzerinde de negatif etki yaratabilmektedir. Bu çalışmanın amacı, akıllı telefon kullanımının biyomekanik denge sistemine olası fizyolojik ve bilişsel etkilerini araştırmaktır. Çalışmaya, gönüllülük esasına dayanarak denge problemi olmayan 18-25 yaş aralığında 25 sağlıklı genç yetişkin (10 erkek, 15 kadın) dahil edilmiştir. Bireylere, Duyu Organizasyon Testi (DOT), Adaptasyon Testi (ADT), Ritmik Ağırlık Aktarma (RAA), Dinamik Görsel Keskinlik Testi (DVA) ve fonksiyonel kısıtlama testleri (Tek Taraflı Duruş, Otur Kalk, Düz Yürüme, Tandem Yürüme, Adım Hızlı Dönme, Adım Yukarı Aşağı, Öne Hamle) uygulanmıştır. DOT Durum 1 ve Durum 4'te, Tandem Yürüme, Düz Yürüme ve Tek Taraflı Duruş test parametrelerinde sonuçlar anlamlı elde edilmiştir ( $p < 0,05$ ). Akıllı telefon kullanımının postüral kontrol ve denge etkilerini farklı koşullarda (araç kullanırken, sanal gerçeklik ile vb) daha kapsamlı belirlemek, olası zorlukları ve kazaları önlemek açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Akıllı telefon, Dikkat, Denge, Postürografi, Vestibüler

## ABSTRACT

**Orhan E., Investigation of Changes in Static and Dynamic Balance Parameters During Using of Smartphone, Hacettepe University Graduate School Health Sciences Department of Audiology Master Thesis, Ankara, 2019.** The term of "balance", defines the Dynamics of body posture to prevent falls. Physiologically, function of balance occurs as a result of motor responses that occur by keeping the visual field constant during head movements and by controlling the posture in the gravitational field. Visual, vestibular and proprioceptive systems must work together in harmony with sensor systems for the protection and maintenance of balance. The primary objective of telecommunications is that smartphones have many advantages such as gaming, internet, access to online communities and being portable. However, the continuity of visual fatigue that can be created by smartphone use can have a negative effect on the somatosensory network, vestibular system and postural control system. The aim of this study was to investigate the possible physiological and cognitive effects of smartphone usage on biomechanical balance system. In this study, we included 25 voluntary healthy young adults (10 males, 15 females) aged between 18 and 25 years with no balance problems. In this study, Sensory Organization Test (SOT), Adaptation Test (ADT), Dynamic Visual Acuity Test (DVA), Unilateral Stance Test (US), Rhythmic Weight Shift Test (RWS) and Functional Limitations Tests (Sit to Stand (STS), Walk Across (WA), Tandem Walking (TW), Step Quick Turn (SQT), Step Up Over (SUO) and Forward Lunge (FL)) applied to the participants. In the SOT (Condition 1 and Condition 4), WA, TW and US tests, was obtained statistically significant findings ( $p < 0,05$ ). It is considered important that determining more extensively the effects of using smartphone on postural control and balance in different conditions (driving, virtual reality etc.), to prevent accidents and possible difficulties.

**Key Words:** Smartphone, Attention, Balance, Posturography, Vestibular

## İÇİNDEKİLER

ONAY	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKKI BEYANI	iv
ETİK BEYAN	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
ŞEKİLLER	xi
TABLolar	xii
<b>1. GİRİŞ</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER</b>	<b>3</b>
2.1. Görsel Sistem	5
2.2. Proprioseptif Sistem	5
2.3. Vestibüler Sistem	5
2.3.1. Periferel Sensör Aparat	6
2.3.2 Periferel Vestibüler Sistem Fizyolojisi	7
2.3.3. Vestibüler Sinir	9
2.3.4. Vestibüler Çekirdek: Merkezi İşleme	10
2.3.5. Vestibüler Çekirdek: Çok Modlu Bütünleşme	11
2.3.6. Vestibüler ve Görsel İpuçlarının Bütünleşmesi	12
2.3.7. Vestibüler ve Proprioseptif İpuçlarının Bütünleşmesi	13
2.3.8. Vestibüler ve Motor Bilgi Bütünleşmesi	14

2.3.9. Serebellum	14
2.3.10. Vestibülo-oküler Refleks (VOR)	15
2.3.11. Vestibülo-oküler Refleksin Nöral Sistemi	16
2.3.12 Vestibülo-Spinal Refleks (VSR)	17
2.4. Postüral Kontrol ve Dikkat	19
2.5. Bilgisayarlı Postürografi	20
2.5.1. Tarihçe	20
2.5.2. Temel Kavramlar	23
2.5.3. Bilgisayarlı Postürografi Kullanım Alanları	24
2.5.4. Duyu Organizasyon Testi (DOT)	25
2.5.5. Adaptasyon Testi -AT (Adaptation Test- AT)	29
2.5.6. Dinamik Görsel Keskinlik -DVA (Dynamic Visual Acuity-DVA)	29
2.5.7. Ritmik Ağırlık Aktarma -RAA (Rhythmic Weight Shift- RWS)	29
2.5.8. Tek Ayakta Duruş Testi -TAD (Unilateral Stance- US)	30
2.5.9. Otur Kalk Testi -OK (Sit to Stand Test – STS)	30
2.5.10 Düz Yürüme Testi -DY (Walk Across- WA)	31
2.5.11 Tandem Yürüyüş -TY (Tandem Walk- TW)	32
2.5.12 Adım Hızlı Dönme -AHD (Step Quick Turn- SQT)	32
2.5.13 Adım Yukarı/Aşağı Testi -AYA (Step Up Over-SUO)	33
2.5.14. Öne Hamle Testi -ÖH (Forward Lunge-FL)	33
<b>3.BİREYLER VE YÖNTEM</b>	<b>34</b>
3.1. BİREYLER	34
3.2. YÖNTEM	35

3.2.1 DİNAMİK POSTÜROGRAFI	35
3.2.2 STATİK POSTÜROGRAFI	36
3.2.2 İSTATİSTİKSEL ANALİZ	45
<b>4. BULGULAR</b>	<b>46</b>
<b>5. TARTIŞMA</b>	<b>59</b>
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER</b>	<b>69</b>
<b>7. KAYNAKLAR</b>	<b>70</b>
<b>8. EKLER</b>	
Ek-1. Etik Kurul Onayı	75
Ek-2. Bilgi Formu	76
Ek-3 Turnitin Ekran Görüntüsü	77
Ek-4 Dijital Makbuz	78
<b>9. ÖZGEÇMİŞ</b>	<b>79</b>

**SİMGELER VE KISALTMALAR**

<b>ADT</b>	Adaptasyon Testi
<b>AHD</b>	Adım Hızlı Dönme
<b>AYA</b>	Adım Yukarı Aşağı
<b>BDP</b>	Bilgisayarlı Dinamik Postürografi
<b>BOS</b>	Beyin Omurilik Sıvısı
<b>DOT</b>	Duyu Organizasyon Testi
<b>DVA</b>	Dynamic Visual Acuity (Dinamik Görsel Keskinlik)
<b>DY</b>	Düz Yürüme
<b>K</b>	Potasyum
<b>MLF</b>	Medial Longitudinal Fasciculus
<b>Na</b>	Sodyum
<b>OK</b>	Otur Kalk
<b>OKR</b>	Optokinetik Refleks
<b>ÖH</b>	Öne Hamle
<b>PVP</b>	Position Vestibular Pause
<b>RAA</b>	Ritmik Ağırlık Aktarma
<b>TAD</b>	Tek Ayakta Duruş Testi
<b>TY</b>	Tandem Yürüme
<b>VO</b>	Vestibular Only
<b>VOR</b>	Vestibülo-oküler Refleks

**VSR** Vestibülo-spinal Refleks

## **ŞEKİLLER**

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
1. Üç nöronlu VOR arki	15
2. Bilgisayarlı Postürografi	19
3. A, pitch zemin. B, roll zemin	20
4. Duyu Organizasyon Testi değerlendirme durumları	24
5. Ritmik Ağırlık Aktarma Testi	35
6. Tek Ayakta Duruş Testi	37
7. Otur Kalk Testi	38
8. Düz Yürüme Testi	39
9. Tandem Yürüme Testi	40
10. Adım Hızlı Dönme Testi	41
11. Adım Yukarı Aşağı Testi	42
12. Öne Hamle Testi	43

**TABLULAR**

<b>Tablo</b>	<b>Sayfa</b>
<b>1.</b> Bilgisayarlı Dinamik Postürografi kullanım durumları, duyu kaynaklarının gösterilmesi	20
<b>4.</b> Katılımcıların akıllı telefon kullanım süreleri ve kullanılan akıllı telefonların ekran boyutları	44
<b>4.1</b> Duyu Organizasyon Testi bulguları	45
<b>4.2</b> Adaptasyon Testi bulguları	46
<b>4.3</b> Ritmik Ağırlık Aktarma Testi bulguları	47
<b>4.4</b> Tek Ayakta Duruş Testi bulguları	48
<b>4.5</b> Otur Kalk Testi bulguları	49
<b>4.6</b> Düz Yürüme Testi bulguları	50
<b>4.7</b> Tandem Yürüyüş Testi bulguları	51
<b>4.8</b> Adım Hızlı Dönme Testi bulguları	52
<b>4.9</b> Adım Yukarı Aşağı Testi bulguları	53
<b>4.10</b> Öne Hamle Testi bulguları	54
<b>4.11</b> Dinamik Görsel Keskinlik Testi bulguları	55





## 1. GİRİŞ

Fizyolojik olarak denge fonksiyonu, baş hareketleri sırasında görme alanının sabit tutulması ve yerçekimi alanında postürün kontrol edilmesi ile ortaya çıkan motor cevaplar sonucunda ortaya çıkar (1). Dengenin korunması ve sürdürülmesi için sensör sistemlerden görsel, vestibüler ve proprioseptif sistemlerin birlikte uyum içinde çalışması gerekmektedir (2).

Birincil amacı telekomünikasyon olan akıllı telefonların oyun, internet, çevrimiçi topluluklara erişim ve portatif olması gibi birçok avantajı da bulunmaktadır. Bununla beraber uzun dönem kullandığında bazı teknolojik özellikleri nedeni (daha kısa dalga boyu) ile görsel sistemde hasar oluşturma olasılığının bulunduğu belirtilmiştir (3). Görsel yorulma (ocular fatigue) ile ilgili yapılan çalışmalarda, sıvı kristal görüntüleri düzenli kitap okumaya göre daha fazla kuru göz sendromunu tetiklemekte ve görsel yorulma seviyesini artırmaktadır(4). Eğer görsel yorulma her gün devam ederse, görsel işlemeyi etkileyebilmekte ve korneal epitel hücre hasarı, oküler ağrı ve azalmış dinamik görsel keskinliğe neden olabilmektedir. Ayrıca görsel yorulmanın sürekliliği, somatosensör ağ ile birlikte vestibüler sistem ve postural kontrol sistemi üzerinde de negatif etki yaratabilmektedir (5-7).

Akıllı telefon kullanımının biyomekanik denge sistemine fizyolojik etkileri olabileceği gibi, bilişsel etkilerinin de olabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmanın amacı akıllı telefon kullanımı sırasında statik ve dinamik denge parametrelerindeki değişimleri inceleyerek, akıllı telefon kullanımının biyomekanik denge sistemine olası fizyolojik ve bilişsel etkilerini araştırmaktır.

Bu çalışmanın hipotezleri;

H0: Akıllı telefon kullanımı statik ve dinamik denge parametrelerini etkilememektedir.

H1: Akıllı telefon kullanımı statik ve dinamik denge parametrelerini olumsuz yönde etkilemektedir.

H2: Akıllı telefon kullanımı statik denge parametrelerini etkilemezken, dinamik denge parametrelerini olumsuz yönde etkilemektedir.

H3: Akıllı telefon kullanımı dinamik denge parametrelerini etkilemezken, statik denge parametrelerini olumsuz yönde etkilemektedir.

## 2. GENEL BİLGİLER

Normal denge fonksiyonu, vücudun sabit veya hareket halinde iken, dik duruş pozisyonunu koruyabilme becerisidir. Dengenin sağlanması için vestibüler, görsel ve proprioseptif sistemlerden net verilerin alınması, birbirleri ile bütünleştirilmesi, gereksiz bilgilerin atılması ve seçilen bilgilerin uygun harekete dönüştürülmesi gerekmektedir. "Denge" terimi düşmeyi önlemek için vücut postürünün dinamiklerini tanımlamaktadır (8). Düzgün bir denge, çoğu günlük aktivitede ve spor faaliyetlerinde( sadece atletik performans için değil aynı zamanda yaralanmaları da önlemek için ) önemli bir rol oynamaktadır (9).

Literatür, genellikle statik ve dinamik denge koşulları arasında ayırım yapmaktadır. Statik stabilite, bozulmamış ortam koşullarındaki dengeyi sağlama ile ilgiliyken, dinamik stabilite ortam koşullarının iç veya dış etkenlerle bozulmasına göre, dengenin sürdürülebilmesi veya dengenin yeniden düzenlenmesi olarak tanımlanmaktadır (10, 11). Bunlar, normal duruş ve hareket sırasında gönüllü bölgesel veya tüm vücut hareketlerini, ayrıca destek yüzeyi ve üst gövde bozulmalarından kaynaklanan instabiliteleri içerir (12). Bu nedenle, nöro-mekanik açıdan postüral kontrol sistemi destek yüzeyi üzerinden kütle merkezini korumak veya yeniden konumlandırmak için gereklidir (13).

Araştırmalar, düşme riskinin dinamik sitabilite ile statik stabiliteye göre daha yakın ilişkili olduğunu ve çoğu düşmenin dinamik koşullar altında ortaya çıktığını göstermiştir (14, 15). Birçok sporun dinamik doğası göz önüne alındığında, dinamik koşullar altında dengenin değerlendirilmesi önemli bir sorun haline gelmiştir. Sonuç olarak, çok sayıda dinamik denge testi oluşturulmuştur(16). Bununla birlikte, bazı

linik ve fonksiyonel testler tavan etkilerinden (*ceiling effect*) kas gücünden ve esnekliğinden etkilenebilmektedir. (17, 18). *Ceiling effect*, Farmakoloji biliminde bir ilaçtan alınan maksimum etkinliği ve bu etkinliğin daha fazla artırılamayacak düzeyde olması anlamına gelen bir terimdir. Diğer testler, laboratuvar koşullarında dinamik stabiliteyi değerlendirmek için *fine-grain* biyomekaniksel yöntemler kullanır. En sık kullanılan testlerden bazıları tek ayakla atlama (19, 20), dengesiz platform bozulmaları (21, 22) ve öne doğru denge kayıplarının simülasyonlarıdır (23-25).

Önceki çalışmalar, farklı statik stabilite ölçümleri arasındaki korelasyonların çok zayıf olduğunu ve hatta, statik ve dinamik stabilite ölçümleri arasındaki korelasyonların daha da zayıf olduğunu göstermiştir (26). Bu yüzden statik ve dinamik koşullar altında dengeyi kontrol etmek için postüral kontrol sisteminin farklı mekanizmaları olduğu öne sürülmüştür (27). Bununla birlikte bu görüş, postüral dengenin yapısıyla ilgili geleneksel görüşle çelişmektedir. Özellikle ilk literatürde, spor ve insan hareketi bilimlerinde, postüral denge çoğunlukla genel bir yetenek olarak ele alınmıştır. Ancak son çalışmalar, spesifik görev ilkelerinin de dengeye uygulandığını öne sürmektedir (21, 28). Bununla ilgili olarak, Horak ve diğ. altı kategoride 36 testten oluşan bir klinik denge testi bataryası geliştirmişlerdir (29). Yazarlar, bir kategorideki eksikliklere sahip katılımcıların diğer kategorilerde kötü puan almadıklarını ve bu testlerin genel bir yetenek olmaktan daha çok spesifik sensorimotor becerileri ölçtüklerini bildirmişlerdir. Bu varsayım, göreve spesifik eğitim etkilerini gösteren çeşitli denge eğitim çalışmaları ile de desteklenmektedir (30-32). Özellikle, bu çalışmalar eğitim verilmiş denge görevlerinde güçlü gelişmeler gösterirken eğitim verilmemiş denge görevlerine bu etki minimal olmuş ya da hiç olmamıştır (33, 34). Sonuç olarak, denge eğitimi spesifik olarak verilmediğinde postüral stabilite etkilenmemiştir.

Fizyolojik olarak denge fonksiyonu, baş hareketleri sırasında görme alanının sabit tutulması ve yerçekimi alanında postürün kontrol edilmesi ile ortaya çıkan

motor cevaplar sonucunda ortaya çıkar (1). Dengenin korunması ve sürdürülmesi için sensör sistemlerden görsel, vestibüler ve proprioseptif sistemlerin birlikte uyum içinde çalışması gerekmektedir (2).

### **2.1. Görsel Sistem**

Retinadaki duyuşal reseptörler, "çubuk" ve "koni" şeklinde adlandırılır. Çubukların, düşük ışık koşullarında (örn; gece, karanlık) görüş için daha iyi ayarlandığına inanılmaktadır. Koniler, renkleri ve dünyayı daha ince görmeye yardımcı olur. Işık çubuklara ve konilere çarptığında, bu reseptörler bireyin diğer nesnelere göre oryantasyonunu belirleyen görsel ipuçlarını beyine gönderirler.

### **2.2. Proprioseptif Sistem**

Kaslardan gelen proprioseptif bilgiler, çevre dokularda gerilmeye veya basınca duyarlı olan duyuşal reseptörleri içerir. Örneğin, ayakta duran bir kişi öne doğru eğildiğinde ayak tabanlarının ön kısmında artan basınç hissedilir. Bacakların, kolların ve diğer vücut parçalarının herhangi bir hareketi ile, duyuşal reseptörler beyne uyarılar göndererek tepki verir. Diğer bilgilerle birlikte, bu gerginlik ve baskı ipuçlarını kullanarak, vücudumuzun uzayda nerede olduğunu belirlemesine yardımcı olur.

Boyun ve ayak bileklerinden kaynaklanan duyuşal uyarılar özellikle önemlidir. Boyundan gelen proprioseptif ipuçları, başın döndüğü yönü gösterir. Ayak bileklerinden alınan bilgiler, vücudun hareketini veya salınımını, temas ettiği yüzeye ve o yüzeyin kalitesine (sert, yumuşak, kaygan veya düzensiz) göre belirlemeye yardımcı olur.

### **2.3. Vestibüler Sistem**

İnsan vestibüler sistemi üç bileşenden oluşur: periferal bir duyuşal aparat, merkezi bir işlemci ve motor çıktı için bir mekanizma. Periferal aparat, merkezi sinir sistemine (özellikle, vestibüler nükleus kompleksi ve serebellum), başın açısal hızı ve doğrusal ivmesi hakkında bilgi gönderen bir dizi hareket sensörü içerir. Merkezi sinir

sistemi bu sinyalleri işler, baş ve vücut oryantasyonunu tahmin etmek için bunları diğer duyuşsal bilgilerle birleştirir. Merkezi vestibüler sistemin çıktıları, üç önemli refleksi; vestibulo-oküler refleksi (VOR), vestibulo-kolik refleksi (VCR) ve vestibulo-spinal refleksi (VSR) aktive etmek için oküler kaslara ve omuriliğe gider. VOR, baş hareket halindeyken net görüş sağlayan göz hareketleri üretir. VCR başı stabilize etmek için boyun kaslarına etki eder. VSR, baş ve postural stabiliteyi korumak ve düşmeleri önlemek için telafi edici vücut hareketi oluşturur. VOR, VCR ve VSR'nin performansı merkezi sinir sistemi tarafından monitörize edilir, serebellum tarafından gerektiği şekilde yeniden düzenlenir ve daha yavaş fakat daha yetenekli yüksek kortikal işlemlerle desteklenir (35).

### 2.3.1. Periferal Sensör Aparat

Periferal vestibüler sistem, kemik ve zar labirentlerden ek olarak tüy hücreleri gibi hareket sensörlerinden oluşur. Periferal vestibüler sistem iç kulakta yer alır. Kokleanın posterioruna doğru, orta kulağın laterali ve temporal kemiğin mediali ile sınırlanmıştır(35). Kemik labirent, üç semisirküler kanaldan (SSK), koklea ve vestibülden oluşur. Kemik labirent, beyin omurilik sıvısına (BOS) benzer bir kimyaya sahip olan (yüksek Na: K oranı) perilenfatik sıvıyla doludur. Perilenfatik sıvı, *cochlear aquaduct* aracılığıyla BOS (Beyin Omurilik Sıvısı) ile bağlantılıdır. Bu bağlantı nedeniyle, BOS basıncını etkileyen bozuklukla iç kulak fonksiyonunu da etkilemektedir(36). Zar labirent, perilenfatik sıvı ve destek dokular tarafından kemik labirent içinde askıda olacak şekilde yer almaktadır. Her SSK'nın zar kısımları ile utrikül ve sakkül olmak üzere 5 duyuşsal organı içerir. Her bir SSK'ın uç kısmının çapı genişler ve bu kısım *ampulla* ismini alır.

Zar labirent endolenf sıvısı ile doludur. Perilenfatik sıvıya zıt olarak, endolenf elektrolit içerik açısından hücre içi sıvıyı andırır (yüksek K: Na oranı). Normal koşullar altında, endolenf ve perilenf sıvıları arasında doğrudan bir iletişim yoktur. Her ampulla ve otolit organında bulunan özelleşmiş tüy hücreleri, baş hareketine bağlı yer değiştirmeyi nöral ateşlemeye dönüştüren biyolojik sensörlerdir. Ampullaların tüy hücreleri, kan damarları, sinir lifleri ve krista ampullaris adı verilen destekleyici

hücrelerin üzerinde lokalizedir. Sakkül ve utrikülün tüy hücreleri (maküla), sakkülün medial duvarında ve utrikül tabanında bulunur. Her bir tüy hücresi, ampullaya yakın konumda bulunan vestibüler (Scarpa's) ganglionunda bulunan aferent bir nöron tarafından innerve edilir. Tüy hücreleri en uzun bölümüne doğru büküldüğünde veya en uzun bölümünden uzaklaştığında, vestibüler sinirde atış hızı artar veya azalır. Kupula adı verilen esnek, diyafragmatik bir zar, her bir krista üzerindedir ve vestibüle bitişik olan ampulla ile tamamen bütünleşir. Açısal baş hareketi ile ilişkili olarak, kupuladaki endolenfatik basınç değişimi, kupulanın tüy hücrelerini uyararak ileri geri bükülmesine neden olur(37).

Otolitik zarlar, kupulalara benzer olan yapılardır, fakat aynı zamanda ağırlıkları daha fazladır. Bunlar, otokonya (*otoconia*) adı verilen kalsiyum karbonat (kireçtaşı) kristalleri içerirler ve kupulalardan önemli ölçüde daha fazla kütleye sahiptirler. Buna karşılık, kupula normal olarak çevresindeki endolenfatik sıvıyla aynı yoğunluğa sahiptir ve yerçekimine karşı duyarsızdır(38).

Vasküler beslenme ele alındığında, Labirentin arter periferik vestibüler sistemi besler. Labirentin arterin değişken bir kökeni vardır. Çoğunlukla anterior-inferior serebellar arterden (AICA) köken alır, ancak bazen baziler arterden doğrudan köken alır. İç kulağa girdiğinde, Labirentin arter anterior vestibüler artere ve ortak koklear artere bölünür. Anterior vestibüler arter, vestibüler siniri, utrikülün büyük bir bölümü ile lateral ve anterior SKK'ların ampullalarını besler. Ortak koklear arter, ana koklear arter ve vestibulokoklear artere bölünür. Ana koklear arter kokleayı besler. Vestibulocochlear arter, koklea, posterior semisirküler kanalın ampullası ve sakkülün alt kısmını besler(39).

### **2.3.2 Periferik Vestibüler Sistem Fizyolojisi**

SSK ve otolitlerin tüy hücreleri, kafa hareketiyle üretilen mekanik enerjiyi, beyin sapı ve serebellumun belirli alanlarına yönlendirilen nöral deşarjlara dönüştürür. Oryantasyonları sayesinde, SSK ve otolitler belirli yönlerde baş hareketine seçici olarak cevap verebilir. Akışkanlar mekaniğindeki farklılıklar nedeniyle, SSK açısal hıza, otolitler doğrusal ivmelenmeye cevap verirler.



### **Semisirküler Kanallar**

SSK'lar baş hareketinin hızına eş bir göz hareketi oluşturmayı sağlamak için VOR'u aktive eden baş hızı hakkında duyuşal girdi sağlar. İstenilen sonuç, gözün baş hareketi sırasında gözün sabit kalması ve net görmeyi mümkün kılmasıdır. Vestibüler sinirde nöral ateşleme, başın sıklıkla hareket ettiği (0,25–7 Hz) frekans aralığı boyunca baş hızıyla orantılıdır. Mühendislik deyimiyile SSK'lar birer "hız sensörleridir"(35).

SSK'ların ikinci önemli dinamik karakteristiği, sabit hızda uzun süreli rotasyona tepkileriyle ilgilidir. Hız ile orantılı bir sinyal üretmek yerine, SSK'lar sadece ilk saniyede kabul edilebilir ölçüde iyi tepki verir, çünkü çıktı yaklaşık 7 saniyelik bir zamanda katlanarak erir(40).

Üç önemli mekansal düzenleme, SSK'nın döngülerinin hizalanmasını karakterize eder. İlk olarak her bir labirent içindeki her bir SSK düzlemi, dikdörtgen bir odanın tabanı ve duvarları arasındaki mekânsal ilişkiye benzer şekilde birbirlerine diktir. İkincisi, labirentler arasındaki SSK'ların eş düzlemleri birbirlerine çok uyumludur. Altı ayrı SSK, sağ lateral ve sol lateral, sağ posterior ve sol anterior, sol posterior ve sağ anterior olmak üzere 3 eş düzlemi oluşturur. Üçüncü olarak, kanalların düzlemleri, ekstraoküler kasların düzlemlerine yakındır, böylece duyuşal nöronlar ve motor çıkış nöronları arasında bazı basit bağlantılara izin verir.

Kanalların eş düzlemi, SSK çıktısının miktarındaki itme-çekme değişimi ile ilişkilidir. Ortak düzlem içinde açısız baş hareketi meydana geldiğinde, eş düzlemin endolenfi, ampullaya göre baş hareketine zıt yönde yer değiştirir ve nöron ateşlemesi vestibüler sinirde artar ve diğer tarafta azalır. Lateral kanallar için, kupulanın ampullaya (ampullopetal akış) doğru yer değiştirmesi eksitatördür.

### **Otolitler**

Otolitler, hem doğrusal baş hareketine hem de yerçekimi ekseninde statik tilt harekete cevap verirler. Otolitlerin fonksiyonu, uçaktaki bir yolcunun durumu ile anlatılabilir. Uçuş sırasında sabit bir hızda, saatte 300 mil hıza ilişkin yolcu durumun farkında değildir. Bununla birlikte, kalkış ve yükselme, hızdaki değişimi (hızlanma) ve

yükselişte düzlemin eğimini algılar. Bu nedenle, otolitler SSK'lardan iki temel şekilde ayrılırlar: Açısal hareket yerine doğrusal harekete ve hız yerine ivmeye tepki verirler(40).

Otolitlerin, kanallardan daha basit bir görevi vardır. Kristalların tüy hücrelerini düzgün bir şekilde aktive etmek için baş hızını harekete dönüştüren kanalların aksine, otolitlerin özel bir hidrodinamik sisteme ihtiyacı yoktur. Yerçekimi ve lineer ivme için yüksek hassasiyet, otokonya kütesinin otolitik membrana dahil edilmesiyle elde edilir. Kuvvet, ivme ile çarpılan kütleye eşittir, dolayısıyla, büyük bir kütle katılmasıyla, belirli bir ivme, otolitleri son derece hassas hale getirmek için yeterli kesme kuvvetini (*shearing force*) üretir (kesme kuvveti, tüy hücrelerinin işlemlerine dik olarak yönlendirilen kuvveti ifade eder).

Kanallar gibi, otolitler de her üç boyutta da harekete cevap vermelerini sağlayacak şekilde düzenlenmiştir. Bununla birlikte, açısal hareket eksenine başına bir duyu organı olan SSK'lardan farklı olarak, otolitler, üç ekseninde doğrusal hareket için sadece iki duyu organına sahiptir. Dik pozisyondaki bir bireyde, sakkül dikeydir (parasagittal), oysa utrikül yataydır (Lateral SSK düzleminin yakınında). Bu postürde, sakkül kendi düzleminde lineer ivmeyi algılayabilir, bu da oksipitokaudal eksen boyunca hızlanmayı ve anterior-posterior eksen boyunca doğrusal hareketi içerir. Utrikül, kendi düzleminde, interaural eksen boyunca lateral ivmeler ve anterior-posterior hareketi içerir(35).

### 2.3.3. Vestibüler Sinir

Vestibüler sinir lifleri, Scarpa (vestibüler) gangliyonunun bipolar nöronlarından alınan aferent projeksiyonlardır. Vestibüler sinir, İnternal Akustik Kanaldan (İAK) geçerek labirentlerden gelen aferent sinyalleri iletir. Vestibüler sinire ek olarak İAK, koklear sinir (işitme), fasiyal sinir, *nervus intermedius* (duyu taşıyan fasiyal sinirin bir dalı) ve labirentin arteri içerir. İAC, pons seviyesinde posterior fossaya açılmak için temporal kemiğin petroz kısmından geçer. Vestibüler sinir, pontomedüller açıklıktan beyin sapına girer. Vestibüler sinir labirent ile beyin sapı

arasında yer aldığından, bazı yazarlar bu sinirleri periferik bir yapı olarak görürken(35), diğerleri bunu merkezi bir yapı olarak görür(41).

Vestibüler afferent nöronlarda iki ateşleme modeli vardır. Düzenli afferentler, genellikle tonik *rate'e* sahiptir ve ateşlemeler arası *interval* değişkenliği azdır. Düzensiz afferentler dinlenme durumunda ateşleme yapmazlar, baş hareketi uyarıldığında ise ateşlemeler arası interval değişkenliği yüksek seviyededir. Deney hayvanlarında, düzensiz afferentler VOR'da bir değişiklik olmadığında ablasyon durumuna geçtiklerinden dolayı VOR için önemli olan düzenli afferentlerdir. Düzensiz afferentler ise, VSR ve otolit ve kanallar arasındaki cevapların koordinasyonunda önemli rol oynar(41).

#### **2.3.4. Vestibüler Çekirdek: Merkezi İşleme**

Merkezi işlemlenin ilk aşamasında vestibüler kompleks dört ana bölümden oluşmaktadır; lateral, medial, superior ve inferior vestibüler çekirdek. Vestibüler çekirdeğin bölümlerinde kesin bir afferent girdi ayrımı olmamasına rağmen, her bir bölümün afferent girdi yoğunlukları birbirlerine göre farklıdır. Örneğin, medial ve superior vestibüler çekirdek yoğunlukla horizontal ve vertikal semisirküler kanallardan girdi alırken, lateral ve inferior vestibüler çekirdek utriküler ve sakküler afferentlerden girdi alır.

#### **2.3.5. Vestibüler Çekirdek: Çok Modlu Bütünleşme**

Günlük yaşamda, hareketlerimiz vestibüler ve extravestibüler sistemlerden gelen (görsel ve proprioseptif ipuçlarının yanı sıra motor komutlarımızdan gelen bilgiler) ipuçlarını içermektedir. Örneğin caddede yürürken, görsel sistem retinal görüntü hareketi ipuçlarını sağlarken, proprioseptif sistem kasların, tendonların ve eklemlerin vücudun komşu bölgelerine göre konumlarını algılar. Bunlara ek olarak yürüyüşümüzü kontrol eden motor komutlarla ilgili bilgiler teorik olarak beynin

hareketi tahmin etmesine katkı sağlar. Son zamanlarda tek ünite (*single-unit*) kayıt deneyleri, vestibüler çekirdeklerdeki her bir nöronun vestibüler ve extravestibüler ipuçlarını nasıl birleştirdiğini ortaya çıkarmıştır(42).

### 2.3.6. Vestibüler ve Görsel İpuçlarının Bütünleşmesi

Birey çevresinde hareket ederken, görsel sahnedeki nesnelerin, yüzeylerin, kenarların görünen hareketlerinin paternleri, birey ve dünya arasındaki göreceli hareket (*relative motion*) tarafından üretilir. Bu büyük görsel hareket alanı tarafından sağlanan görsel ipuçları, görsel alana göre bakış stabilizasyonunu sürdürmek için refleksif göz hareketlerini tetikler (43-45). Bu kompensatör göz hareketleri optokinetik refleks (OKR) olarak adlandırılır. OKR bakış stabilizasyonunu sürdürmek için VOR ile senkronize çalışmaktadır ve primatlarda, görsel hareket başlangıcının ilk 100 milisaniyesindeki göz hareketindeki hızlı artışın ardından yavaş artışla karakterizedir. Hızdaki ilk yükseliş OKR yolağındaki kortikal girdiler tarafından kontrol edilirken, daha sonraki artışta yavaşlama büyük oranda *accessory* optik sistem (AOS) ve Optik *Tract* Nükleusunu (OTN) içeren subkortikal yolak tarafından üretilir. Optokinetik (OKN) yolaktaki beyin sapı ve kortikal girdiler arasındaki ilişki türe göre değişiklik göstermektedir. Fare, tavşan gibi hayvanlar OKN cevaplarında önemli derecede temporal-nazal asimetri gösterirken, insan ve maymunlarda bu cevaplar simetriktir (46-48). Nöronlara ait kortikal girdilerin her bir gözün simetrik OKR yanıtlarını sağladığını ve böylece primatlarda stabil binoküler görmeyi sağladığı ileri sürülmüştür (49). Bu görüşü destekleyen kanıtlar mevcuttur. Örneğin, OKN cevapları, kortikal görsel yolları tam olarak gelişmemiş bebeklerde ve oksipital korteks lezyonları olan maymunlarda asimetriktir(50, 51).

Vestibüler çekirdekte bulunan nöronlar aynı anda hem görsel hem de vestibüler bilgiyi aynı anda işleyebilir. Bulgular retina üzerindeki tam saha hareketinin sadece dünyanın hangi hızda ve ne yönde hareket ettiğini gösteren bir gözlemci sağlamasının sebepleri değil aynı zamanda rotasyon hissine de yol açmasının sebeplerini açıklamamızda yardımcı olur. Spesifik olarak, vestibüler çekirdekte tek ünite kayıtları, göz hareketlerine duyarlı nöronların OKR sırasında güçlü modülasyon gösterdikleri belirtilmiştir (52, 53). Böylece, aynı nöronlar OKR göz hareketleri ve VOR'un premotor kontrolünde önemli bir rol oynarlar. Ayrıca, önceki çalışmaların tüm vestibüler çekirdek nöron sınıflarının optokinetik ve vestibüler uyarım tarafından yönlendirildiği sonucuna varmaları dikkat çekmektedir (43, 44, 54-56). Fakat son çalışmalarda yapılan nicel analizler, durumun böyle olmadığını göstermiştir. Özellikle, vestibüler nöronlar, göz hareketlerine duyarlı nöronların aksine fare veya primatlarda geniş saha görsel uyarımı sırasında güçlü modülasyon göstermezler (57, 58).

### 2.3.7. Vestibüler ve Proprioseptif İpuçlarının Bütünleşmesi

Vestibüler ve proprioseptif bilgilerin türler arasında nasıl bütünleştirildiği konusunda belirgin farklılıklar vardır. Örneğin hem göze duyarlı hem de VO (*Vestibular Only*) vestibüler çekirdek nöronları, farelerde, sıçanlarda, kedilerde ve uyanık durumdaki sincap maymunlarında hem proprioseptif hem de vestibüler uyarıma güçlü bir şekilde cevap verebilir (59-63). Bu türlerde, nöronların kombine uyarımlara verdiği cevaplar, izole durumda her bir modülasyon aktif olduğunda vestibüler ve proprioseptif uyarımlara tepkilerinin lineer toplamı ile iyi bir şekilde uyumaktadır. Bu verilerin aksine, *cynomolgus* maymunlarında proprioseptif yanıtlar daha az belirgindir ve *rhesus* maymunlarında bu cevaplar yoktur (64-66). Bu farklılıkların, keşif davranışı sırasındaki *gaze* stratejilerindeki türe özgü

adaptasyonlardaki varyasyonların bir sonucu olarak değiştiği öne sürölmüştür. Örneğin, *cynomolgus* ve *rhesus* maymunları genellikle çevrelerini *gaze shifts* olarak adlandırılan *head-on-body* hareketiyle keşfederler (67-69). Bunların aksine, baş ve vücut hareketi, başın vücuda göre stabilizasyonunu destekleyen mekanizmaların etkinliğini arttırmak için kemirgenlerde daha yakın bağlantılıdır (70, 71). Bu nedenle, alt seviye vestiböler yolaklarda proprioseptif girdilerle güçlü birleşme, maymunlarda (ve muhtemelen insanlarda) dezavantajlı olabilir, ki bu da boyun kaslarının üzerindeki istemli kontrolleri daha sık kullanır.

### 2.3.8. Vestiböler ve Motor Bilgi Bütünleşmesi

Aktif hareket üreten motor komutlara ilişkin bilgi ayrıca teorik olarak beynin self-hareket tahminine katkı sağlar. Bu düşünceyle tutarlı olarak uyanık durumdaki primatlarda son yapılan tek ünite kayıt çalışmalar, istemli hareketler sırasında VOR ve VSR 'nin davranışa bağlı şekilde modöle edilmesine aracı olan yolağın etkinliğini ortaya koymuştur (52, 53). Özellikle, devam eden motor davranışının amacı, (stabilize edilmek yerine) istemli bir şekilde yeniden yönlendirmek olduğunda, VOR'a aracılık eden vestiböler çekirdek nöronlarının baş hareketi duyarlılığı önemli ölçüde zayıflamaktadır. Benzer şekilde, VSR'ye aracılık eden vestiböler çekirdek nöronlarının baş hareketi hassasiyeti, devam eden motor davranışının amacı baş hareketini stabilize etmek yerine başın boşlukta istemli hareketini oluşturmak olduğunda büyük ölçüde zayıflar. Her iki durumda da zayıflama davranışsal olarak avantajlıdır, çünkü vestiböler refleksler, olası istemli davranışlara karşı çıkacak refleks tepkilerini ortaya çıkararak ters etki yaratabilir.

### 2.3.9. Serebellum

Vestiböler nükleus kompleksinden önemli bir çıktı alıcısı olan serebellum da önemli bir girdi kaynağıdır. Serebellum, vestiböler refleksler için gerekli olmamasına rağmen, bu yapı kaldırıldığında vestiböler refleksler kalibre edilmez ve etkisiz hale gelir. Başlangıçta, "*vestibulocerebellum*", primer vestiböler afferentlerden direkt

giriş alan serebellumun bölümleri olarak tanımlanmıştır. Günümüzde, serebellar vermisin (orta hat) çoğu bölümünün vestibüler stimülasyona yanıt verdiğini son çalışmalar göstermiştir. Vestibüler nükleer kompleksin serebellar projeksiyonları vestibüler nükleer kompleks üzerinde inhibe edici etkiye sahiptir.

Serebellar flokulus, VOR'un kazancını ayarlar ve korur. Flokulus lezyonları, deney hayvanlarının VOR'un kazancını azaltan veya arttıran bozukluklara uyum sağlama yeteneğini azaltır. Serebellar dejenerasyon veya *Arnold-Chiari* malformasyonu olan hastalar tipik olarak floküler hastalığa sahiptir (72). Serebellar nodulus VOR yanıtlarının durasyonunu ayarlar ve ayrıca otolit girdilerinin işlenmesi ile ilgilidir. Serebellar nodulus lezyonları olan hastalar, medulloblastomalı hastalar, yürüme ataksisi gösterirler ve sıklıkla, yerçekimi eksenine göre başın pozisyonundan kuvvetle etkilenen nistagmusları vardır (35). Serebellumun anterior-superior vermis lezyonları VSR'yi etkiler ve trunkal instabilitesi olan ileri derece yürüyüş ataksisine neden olur. Bu lezyonları olan hastalar, duruşlarını stabilize etmek için alt ekstremitelerinden duyuusal girdiler kullanamazlar. Lezyonlar genellikle aşırı alkol alımı ve *tiamin* eksikliği ile ilişkilidir.

### 2.3.10. Vestibülo-oküler Refleks (VOR)

VOR, gündelik aktivitelerimizde gözün devam eden baş hareketlerine zıt yönde hareket ederek bakışları etkili bir şekilde stabilize eder. Örneğin, sola doğru baş hareketi, her iki gözün sağa doğru hareketiyle ilişkilidir ve bunun tersi de geçerlidir. VOR, rotasyon ve translasyon da dahil olmak üzere tüm baş hareketleri için çalışır. Yapılan çok sayıda çalışma, VOR'un refleks arkının morfofizyolojik organizasyonunu iyi bir şekilde tanımlamıştır (73).

Vestibülo-oküler refleks yolağı üç nöronlu bir arkta oluşmaktadır. Bu yolak, vestibüler afferenlerden vestibüler nükle'ye, sonrasında da ekstra-oküler motor-nöronlara projeksiyon göndermektedir (Şekil 2). Horizontal VOR için bu üç nöron,

VIII. KN (nöron 1), vestibüler çekirdekten kaynaklanan bir nöronu ve abduzens çekirdeğinde (nöron 2) ve göz kaslarına (nöron 3) motor-nöronu sonlandırır.

Horizontal semisirküler kanalın uyarılması kontralateral abduzens nükleusu ve dolayısıyla kontralateral lateral rektusu harekete geçirir. Ayrıca *çaprazlaşan* medial longitudinal fasikulus-aracılığıyla okülomotor çekirdeğin ipsilateral medial rektus nükleusu ve dolayısıyla ipsilateral medial rektus da uyarılmış olur.

Anterior semisirküler kanalların uyarılmasına benzer açıklamalar yapılabilir, örneğin baş fleksiyonu her iki gözün yukarı doğru sapmasına neden olur; labirentten gelen eksitator sinyaller, kontralateral okülomotor çekirdeğin superior rektus-ve inferior oblik alt bölümlerine ulaşmak için çaprazlaşır. Superior rektus kası için motor nöronlar çaprazlaşır *ancak* inferior oblik kası için motor nöron çaprazlaşmaz, dolayısıyla anterior semisirküler kanalın eksitasyonu ipsilateral *superior rektus* kasını ve kontralateral *inferior oblik* kasını aktive eder.

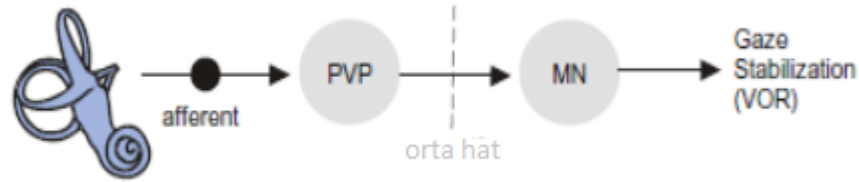
Benzer şekilde, posterior semisirküler kanalların uyarılması; örneğin, başın hiperekstansiyonu her iki gözün de aşağı doğru sapmasına neden olur, labirentten gelen eksitator sinyal kontralateral rektus subnükleusa ve kontralateral troklear nükleusa ulaşmak için çaprazlaşır. Bu nöral aktivite, kontraletaral troklear sinir tarafından inerve edilen superior oblik kasının çaprazlaşmasından dolayı ipsilateral superior oblik kasının eksitasyonuna sebep olur. Bu aktivite ayrıca okülomotor çekirdek tarafından *inferior rektus* kasının çaprazlaşmamış inervasyonundan dolayı kontralateral inferior rektus-kasını da uyarır.

### 2.3.11. Vestibülo-oküler Refleksin Nöral Sistemi

Lorente de No (1993), ilk kez göz kasları ile vestibüler end organ arasındaki üç-nöronlu yolağı açıklamıştır. Daha sonraki çalışmalar, VOR sisteminin temel yapısının önceki omurgalılarından bu yana iyi bir şekilde korunduğunu göstermiştir (74). Diğer sensorimotor devrelere nispeten basitliğinden dolayı VOR, nöronal sistemler ve davranış arasındaki boşluğu birleştirmek için mükemmel bir model sistem olduğunu kanıtlamıştır. VOR'un üç özelliği, özellikle bakış stabilizasyonu için



oldukça uygundur. İlk olarak primatlarda, üç nöronlu arkın sinaptik ve aksonal gecikmeleri ile uyumlu olarak VOR tarafından üretilen kompensatör göz hareketleri ile baş hareketi arasındaki gecikme sadece 5 ms'n'dir (75, 76). Refleks yolağında 5 ms'lik gecikmelerde kompanzasyon, nöronal cevap fazında frekansa bağlı bir artışla sağlanır. Spesifik olarak, tip I PVP (*Position vestibular pause*) nöronlarının cevapları, rotasyonel baş hızına yol açar ve bu hız, 0.5 Hz'ye karşı 15 Hz'de baş hareketi için 10°'den 60°'ye yükselir (77, 78). Buna karşılık, yüksek hızlı baş rotasyonları için kompanzasyon, doğrudan VOR yollarının doğrusal olmayan dinamikleri ile okülomotor yapının kendisinin tamamlayıcı dinamikleri arasında mevcut olan eşleşmeyi sağlar.



Şekil 1: Üç nöronlu VOR arki: PVP nöronu, santral işlemlenin ilk aşamasındaki VOR nöronlarının tip 1 nöronlarından biridir. Bu nöronlar arkın orta bağlantısını oluşturur, doğrudan afferent girdi alırlar ve kompensatör göz hareketleri oluşturmak için ipsilateral abduzens motor-nöronlara (MN) güçlü inhibitör projeksiyon gönderir.

### 2.3.12 Vestibülo-Spinal Refleks (VSR)

VSR'nin amacı vücudu stabilize etmektir. VSR aslında zamanlamaya (dinamik veya statik veya tonik) ve duyuşal girdiye (kanal veya otolit) göre adlandırılan birkaç refleks topluluğundan oluşur; Bir VSR örneği olarak, aşağıdaki gibi bir labirentin refleks oluşturma ile ilgili olayların sırası incelendiğinde:

1. Baş lateral tilt durumunda, hem kanallar hem de otolitler uyarılır. Endolenfatik akım kupulayı saptırır ve kesme kuvveti otolitler içindeki tüy hücrelerini saptırır.
2. Vestibüler sinir ve vestibüler nükleus aktive edilir.

3. Uyarılar, lateral ve medial vestibulospinal yollar aracılığıyla omuriliğe iletilir.

4. Ekstensör aktivite, başın eğildiği tarafa indüklenir ve fleksör aktivite, karşı tarafta indüklenir. Baş hareketi, hareket sensörleri tarafından algılanan harekete karşıdır(35).

VSR'nin çıkış nöronları, iskelet kasını harekete geçiren omurilik gri maddesinin ön boynuz hücreleridir. Bununla birlikte, vestibüler nükleer kompleks ve motor nöronlar arasındaki bağlantı VOR'un bağlantılarından daha karmaşıktır. VSR, VOR'dan çok daha zor bir göreve sahiptir, çünkü düşmeleri önlemek için tamamen farklı motor sinerjileri içeren çoklu stratejiler kullanılabilir. Örneğin, biri arkadan itildiğinde, bir kişinin ağırlık merkezi öne doğru yer değiştirebilir. "Dengeyi" eski haline getirmek için ayak bileğindeki fleksiyon, adım atma, destek alma, ya da her üç aktivitenin bazı kombinasyonlarını kullanılabilir. VSR'nin ayrıca bacak hareketlerini baş gövde pozisyonu için uygun şekilde ayarlaması gerekir.

VSR, VOR'dan daha büyük ölçüde doğrusal hareketi yansıtan otolit girdisini de kullanmalıdır. Gözler sadece dönebilir ve bu nedenle doğrusal hareketi telafi etmek için çok az şey yapabilmesine rağmen, vücut hem dönebilir hem de çevirebilir(translasyon).

Başlıca üç beyaz madde yolu, vestibüler çekirdeği omuriliğin anterior boynuz hücrelerine bağlar. Lateral vestibulospinal trakt, otolit ve serebellumdan girdilerinin çoğunluğunu alan ipsilateral lateral vestibüler nükleustan kaynak alır. Bu yol, yerçekimine bağlı olarak meydana gelen baş pozisyonu değişikliklerine yanıt olarak, öncelikle alt ekstremitelerde antigravite postural motor aktivitesi veya koruyucu uzantı oluşturur. Medial vestibulospinal yol, kontralateral medial, superior ve azalan vestibüler çekirdeklerden kaynak alır ve SSK duyu girdisine (açısal baş hareketi) yanıt olarak devam eden postüral değişikliklere veya başı dik tutmaya aracılık eder. Medial vestibulospinal yol, medial longitudinal fasikulusta (MLF) sadece servikal spinal korddan iner ve servikal aksiyel kas sistemini aktive eder.

Retikulospinal yol, tüm vestibüler çekirdeklerden ve aynı zamanda dengeyi korumayla ilgili olan diğer tüm duysal ve motor sistemlerden duysal girdi alır. Bu

projeksiyon hem çapraz hem de çapraz olmayan bileşenlere sahiptir ve çok yüksek oranda bulunmaktadır. Sonuç olarak, omurilik boyunca retikülospinal yol zayıf bir şekilde tanımlanmıştır, ancak muhtemelen ekstravestibular duyuşal girdiye (işitsel, görsel ve dokunsal uyarılara) yapılan postürel ayarlamalar dahil olmak üzere çoğu denge refleksi motor eyleminde rol oynar(35).

#### **2.4. Postüral Kontrol ve Dikkat**

Postüral kontrol, denge ve oryantasyon amacıyla boşlukta vücut pozisyonunun kontrolü olarak tanımlanmaktadır (7, 79). Önceki araştırmalar, postüral kontrol sisteminin minimal dikkat kaynaklarını kullandığını ve postüral kontrolün otomatik veya refleks kontrollü bir görev olduğunu kabul etmiştir. Bununla birlikte son araştırmalar da bu kabul karşısında bazı kanıtlar göstermişlerdir(13). Bu çalışmalar, postüral kontrol için belirli dikkat gerektiren gereksinimlerin olduğu ve bu gereksinimlerin postüral göreve, bireyin yaşına ve denge yeteneklerine bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Dikkat, bireyin bilgi işleme kapasitesi olarak tanımlanabilir(13). Bu bilgi işleme kapasitesine ilişkin varsayımlardan biri, kapasitenin herhangi bir birey için sınırlı olduğu ve herhangi bir görevi yerine getirmenin, kapasitenin belirli bir bölümünü gerektirmesidir. Bu yüzden, iki görev birlikte yürütüldüğünde toplam kapasiteden daha fazlasına ihtiyaç duyulursa ya birinin ya da her ikisinin performansı bozulmaktadır. (7, 79-81). Dikkat ve postüral kontrol üzerine yapılan çalışmalar, postüral kontrolün (birinci görev olarak kabul edilir) ve ikinci bir görevin birlikte yürütüldüğü ikili (çift) görev paradigmasını kullanmıştır. Her iki görev performansının ne derece azaldığı, iki görevi kontrol eden işlemler arasındaki etkileşimi ve dolayısıyla iki görevin dikkat kaynaklarını ne derece paylaştığını göstermektedir (82).

Postüral kontrol ve dikkati incelemek için ikili görev paradigmasının kullanılması tartışmalıdır. Bazı yazarlar, postüral kontrolün dikkatle ilgili gereksinimlerini incelemek için ikili görev paradigmasını kullanırken değişimlerin ikinci görevle sınırlı kalmasını ve postüral görevde hiçbir değişiklik yapılmaması gerektiğini belirtmişlerdir (83, 84). Böylelikle, sonuçlar ikinci görevdeki değişimlerin tartışılmasına odaklanır ve bu şekilde postüral görevlerdeki değişikliklerle ilgili dikkat gereksinimleri açıkça tanımlanır.

Bunun aksine diğer yazarlar, ikili görev deneyi sırasında her iki görevdeki performans değişikliklerini incelemişlerdir(7, 79, 85, 86). Bu deneylerde ikili görev tasarımları, hem postüral görevlerin dikkatle ilgili gereksinimlerini (ikinci bilişsel görevdeki değişikliklerle ortaya çıkan) hem de postür kontrolünde dikkat gerektiren bilişsel bir görevi yürütmenin etkilerini incelemek için kullanılır. Bu durumda, postüral kontrol, eşzamanlı görev performansı sırasında değişebilen ikinci görev haline gelir.

## **2.5. Bilgisayarlı Postürografi**

Dinamik Postürografi; duyuşal girdiyi kullanarak, postüral dengeyi sürdürme için gerekli olan motor cevapların koordinasyonunu sağlama yeteneğini değerlendiren denge fonksiyonunun sistematik bir testidir (87). Vestibüler, görsel ve proprioseptif girdilerin, merkezi entegrasyon mekanizmalarının ve nöromüsküler sistem çıktılarının işlevsel katkılarını belirleyip ayırt etmek için kullanılan ve kontrol edilmiş araştırmalarla etkinliği doğrulanmış bir yöntemdir.

### **2.5.1. Tarihçe**

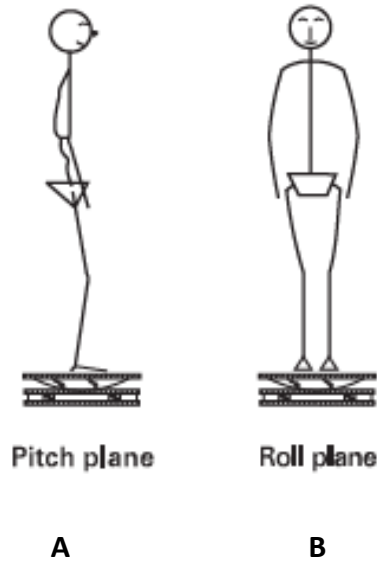
Bilgisayarlı dinamik postürografi Lewis M. Nashner tarafından NASA'nın finansal desteği ile geliştirilmiştir. Başlangıçta NASA için ve astronotların postural

instabilitesi için kullanılması planlanırken, vestibüler hastaları için de kullanımı düşünülmüştür. Dr. Nashner Ulusal Nörolojik Bozukluklar Enstitüsü'nde postüral kontrol, normal motor kontrol, bazı nörolojik sebeplerden dolayı anormal motor cevapları olan çalışmalarını da devam ettirmiştir. Dr. Nashner ve diğ. 1985 yılında EquiTest sistemi geliştirmişlerdir. Sonrasında 1986'da Neurocom Inc. Bilgisayarlı dinamik postürografi sistemlerini pazarlamak için FDA onayı almış ve o zamandan günümüze kadar postüral dengesizlikte iyi bilinen bir test haline gelmiştir.



**Şekil 2:** Bilgisayarlı Postürografi

Hasta platformda ayakta durabildiği ve hazır olduğu andan itibaren kayıt başlar. Bu dinamik durum *self-regulated* bir denge görevidir. Postural reaksiyonlar temel olarak platform *pitch* zemindeyse anteroposterior yönde, *roll* konumdaysa mediolateral yönde salınım gösterir.



**Şekil 3:** A, ön-arka zemin. B, sağ-sol zemin

**Tablo 1:** Bilgisayarlı Dinamik Postürografi kullanım durumları, duyu kaynaklarının gösterilmesi

<b>ALGI</b>	<b>KAYNAK</b>	<b>EN ÇOK KULLANILAN DURUM</b>	<b>RAHATSIZ EDEN DURUM</b>
<b>Somatosensör</b>	Destek yüzeyi	Sabit destek yüzeyi	Hareket eden Destek yüzeyi
<b>Görsel</b>	Çevredeki nesnelere	Sabit Çevre, Hareket eden zemin	Hareketli ve karanlık çevre
<b>Vestibüler</b>	Yer çekimi	Hareket eden çevre ya da karanlık ve hareketli zemin	Alışık olunmayan çevre hareketi

## 2.5.2. Temel Kavramlar

### Bakış Stabilizasyon Sistemi

Aktif baş ve vücut hareketlerini kapsayan faaliyetler sırasında gözlerin bakış yönünü ve görsel keskinliğini içermektedir.

### Postüral Stabilizasyon Sistemi

Bireyin günlük yaşamda ayakta durması ve hareket etmesi sırasında vücudu dengede tutmaktadır.

### Yerçekimi Merkezi

Bir cismin üzerine etki eden kuvvetlerin vektörel toplamının 0 olduğu nokta ağırlık merkezidir. İnsanda yer çekimi merkezinin göbeğin hemen altında ve biraz gerisinde yaklaşık olarak 5.lumbal vertebranın önünde olduğu kabul edilmektedir.

### Dayanma Yüzeyi

Vücudun kendi ağırlığına ve yer çekimine bağlı olarak basınç hissettiği düzlemdir. Geniş dayanma yüzeyinde dengeyi sağlamak kolayken, dar yüzeyde zordur.

### Kararlılık Sınırları (*Limits Of Stability*)

Yer çekimi merkezinden geçen izdüşümün dayanma yüzeyine vertikal pozisyonunu koruyacak şekilde öne, arkaya, sağa ve sola maksimum postür dalgalanmasıyla oluşan hayali bir konidir. Postürografinin temelini kararlılık sınırlarının değerlendirilmesi oluşturur. Bunun için yapılan kompensatör hareketler;



ayak bileği fleksiyon-ekstansiyonu, kalça fleksiyon-ekstansiyonu, öne arkaya sağa sola adım atma veya bir yerden tutunma. Bu hareketler olmazsa düşme gerçekleşir.

### 2.5.3. Bilgisayarlı Postürografi Kullanım Alanları

Bilgisayarlı Dinamik Postürografi; denge kontrolü için gerekli olan duyu, motor ve santral adaptif bileşenlerin bozukluklarını değerlendiren özgün ve objektif bir yöntemdir. Denge bozukluklarında patoloji yeri ve mekanizmasının tanımlanması için kullanılan tamamlayıcı bir klinik testtir. Duyu, motor ve santral adaptif işleme arasında kompleks bağlantılar olduğu için, postürografide de bunlarda oluşan bozuklukları birbirinden ayırmak için farklı protokollere gereksinim vardır. Adaptif mekanizmada doğru duyu girdisi ve motor cevapta başarısızlığı belirleyebilmek için, postürografi uygulanan hastaya görsel ve destek yüzeyi durumları kontrollü değiştirilerek hangi bileşende başarısızlık olduğu saptanmaya çalışılır.

Görsel, vestibuler ve somatosensör sistemlerden gelen girdilerin oryantasyonun izolasyonu ve ölçümünde, fonksiyonel olarak uygun oryantasyon duyusunun seçimi için santral mekanizmaların değerlendirilmesinde, fonksiyonel olarak uygun motor stratejinin kontrollü durumlarla test edilerek belirlenmesi ve ölçülmesinde, zamanında gerçekleşmesi ve etkili postüral hareketlerin sağlaması için motor çıktı mekanizmalarının değerlendirilmesinde kullanılır.

Bilgisayarlı postürografi testi denge bozuklukları ve dizziness ayırıcı tanısında kullanılan test bataryasında tamamlayıcı bir testtir. Lezyon yeri hakkında bilgi vermez. *Diğer testler* vestibulo-oküler sistemin periferik ve merkezi komponentlerini değerlendirirken, postürografi ise vestibüler, görsel ve proprioseptif sistemlerden alınan bilgiyi bireyin kullanma yeteneğini değerlendirir ve ağırlık merkezi salınımını, dengeyi korumak için olan motor cevapların koordinasyonunu test eder. Salınımdaki afizyolojik paternler ve zorlu test durumlarında daha başarılı performans gözlenmesi

fonksiyonel postural disfonksiyonları belirlemede kullanışlıdır. Aynı zamanda vestibüler&denge rehabilitasyonu önerilen ve uygulanan hastaların progresyonunun objektif ölçümünü sağlaması yönünden çok avantajlıdır (88).

#### 2.5.4. Duyu Organizasyon Testi (DOT)

Objektif olarak görsel, vestibüler, proprioseptif bilgiyi etkili kullanma yeteneğini değerlendirerek postural kontrol ile ilgili problemleri tanımlar. DOT protokolü sistematik olarak görsel ve /veya destek yüzeyinden alınan bilgiyi elimine eder ve duysal olarak sınırlandırılmış test durumları yaratır. Hastalar hatalı duyu/duyular kullanımı sonucu; bireysel duyu sistemlerini etkili kullanmada başarısızlık gösterirler ya da adaptif cevapları uygunsuz kullanırlar. Hastanın görsel ve proprioseptif verileri bozulduğunda, yer çekimi merkezini koruyup koruyamadığı ölçülmektedir. Destek yüzeyi ya da görsel çevre lineer ekseninde anterior posterior olarak hareket ettirilir.

Değerlendirme 4 ana başlıkta incelenmektedir:

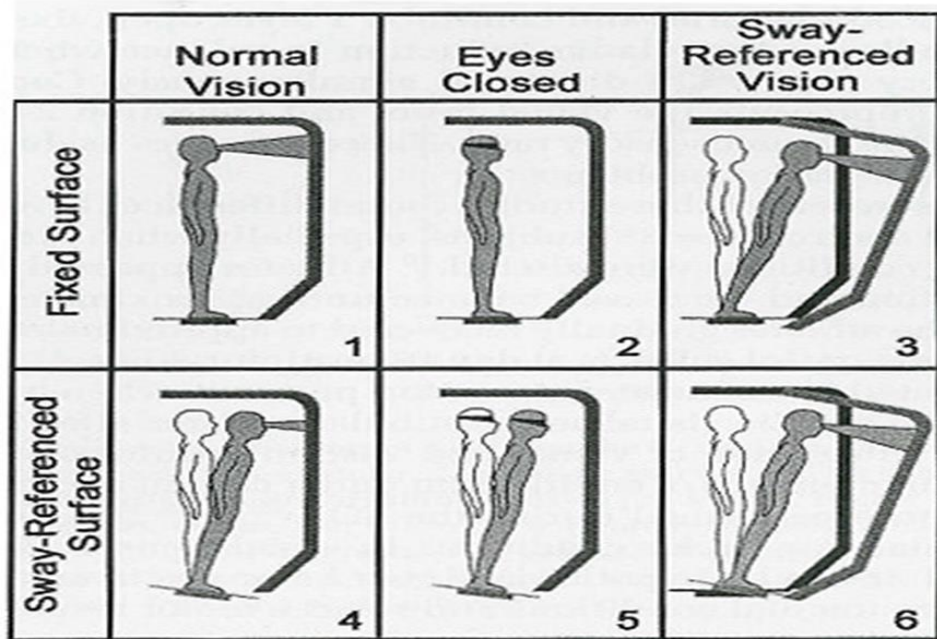
- >> Denge Puanı (Equilibrium Score)
- >> Duyu Analizi (Sensory Analysis)
- >> Strateji Analizi (Strategy Analysis)
- >> Ağırlık Merkezi (Centre of Gravity Alignment)

Denge Puanı:

Normal bir kişinin kararlılık sınırları içerisinde dengesini kaybetmeden 12,5 derece (8 öne, 4,5 arkaya) dalgalanabileceği 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 0'a yakındır.

Denge puanı içerisinde bir de önemli olan birleşik denge puanıdır. Bunun için önce Duyu Organizasyon testindeki 6 test durumunu açıklamak gerekmektedir.

- 1.DURUM: Gözler açık, zemin ve çevre hareketsiz
- 2.DURUM: Gözler kapalı, zemin ve çevre hareketsiz
- 3.DURUM: Gözler açık, zemin hareketsiz, çevre hareketli
- 4.DURUM: Gözler açık, zemin hareketli, çevre hareketsiz
- 5.DURUM: Gözler kapalı, zemin hareketli, çevre hareketsiz
- 6.DURUM: Gözler açık, zemin ve çevre hareketli



Şekil 4: Duyu Organizasyon Testi durumları

Bu konumlar sırasıyla basitten zora doğru sıralanmıştır. İlk Üç test konumunda platform sabittir. Yani proprioseptif verilerin eksiksiz olmasını sağlamaktadır. İlk iki konum modifiye Romberg testidir. 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 tüm yaş gruplarında ilk üç testin denge skorları yüksektir. Son üç konumda platform hareketlenmeye başlayınca denge skorları düşer çünkü proprioseptif bilgi kesilmiştir ve vücut salınımı artar. Son iki durumda (5. ve 6. durumlar) ise denge sistemi sadece vestibüler sisteme dayandığı için çok daha zordur.

*Birleşik Denge Puanı:* 1.ve 2. test durumlarının puan ortalamalarının toplamı ile 3-4-5-6 test durumlarından elde edilen tüm puanların toplamının 14'e bölünmesi ile birleşik denge puanı oluşur.

#### Duyu Analizi:

Duyu disfonksiyonu ya da duyu tercihinin olup olmadığı belirlenir. Altı test konumunun denge puanlarının birbirlerine oranlarının analizidir.

*SOM (Somatosensör Oranı) 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 (Vizüel 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.

*Vestibüler Oran (VEST) 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 durum1 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 görsel tercih skorunu verir.

#### Strateji Analizi:

Kişinin dengede kalabilmek için kalça ya da ayak bileğini kullanıp kullanmadığı veya eşit oranda kullanıp kullanmadığı değerlendirilir. Ayak bileği stratejisinde yüksek denge skoru düşük amplitüdü salınım olur. Kalça stratejisinde ise düşük denge skoru ve büyük amplitüdü salınım elde edilir. Normal bireyler zemin sabitken; genellikle bilek eklemine kullanırken, stabilizasyonları azalınca kalça eklemine geçerler.

#### Ağırlık Merkezi Hizası (COG):

DOT'un her bir testindeki her denemedeki yer çekim merkezini gösterir. Salınım genellikle öne arkaya doğru meydana gelir, laterale salınım olması afizyolojik olarak değerlendirilir. Normal bireyler COG hizasını, destek yüzeyine en yakın noktada tutarlar.

### 2.5.5. Adaptasyon Testi -ADT (Adaptation Test- ADT)

Bireyin zemindeki ani değişikliklere ve düzensizliklere olan motor reaksiyonları ve salınımlarını azaltabilme yetisini değerlendirmektedir. Test iki temel kısımdan oluşur: Birinci kısımda platforma ani olarak arkaya 8 derece (*toes up*); ikinci kısımda öne doğru 8 derece hareket etmektedir (*toes down*). Her test 5 kez tekrarlanmakta olup ilk denemelerdeki yüksek tepki skorları normal kabul edilmektedir.

### 2.5.6. Dinamik Görsel Keskinlik (Dynamic Visual Acuity-DVA)

DVA protokolü, bireyin görsel nesnelere doğru algılayarak, VOR, 80-120 derece / sn arasını izole etmek için uygun bir hızda başını istenilen ekseninde aktif olarak hareket ettirme yeteneğindeki bozuklukları değerlendirir.

Testin ayrıntılı raporunda,

Minimum Algı Zamanı (MPT); bireyin statik görsel keskinliğinden (SVA) daha büyük, 0.2 logMAR (minimum görüş açısı logaritması) olan optotiplerin oryantasyonunu doğru olarak algılamak için gereken en az süredir.

Görsel Keskinlik Farkı; Belirli bir baş hareketi ekseninde statik ve dinamik görme keskinliği arasındaki farklar görüntülenir. Farklar, görüntünün mutlak boyutunun göze olan uzaklığına oranına dayalı olarak görüntünün subjektif büyüklüğünün birimi olarak açıklanan logMAR olarak ifade edilir.

Sol/Sağ Kayıp Asimetrisi; İki hareket yönü eksenindeki görsel keskinlik farkı asimetrisi yüzde olarak gösterilir.

Ulaşılan Ortalama Hız; Eşik denemelerinde mevcut olan baş hareketi hızı, her baş hareketi yönü için bağımsız olarak ortalaması alınır.

### 2.5.7. Ritmik Ağırlık Aktarma -RAA (Rhythmic Weight Shift- RWS)

RAA protokolü, bireyin ağırlık merkezinin soldan sağa ve öne/arkaya doğru hareket etme yeteneğini 3 aşamada ölçmektedir. Her bir görevin yerine getirilmesi sırasında, belirli bir hızda ve genlikte hareket eden bir hedefe göre bireyin ağırlık merkezi pozisyonlarının gerçek zamanlı gösterimini ifade etmektedir. Her yön ve hız için, RAA hareket hızı ve yön kontrolünü ölçmektedir.

Değerlendirmenin kapsamlı raporunda, ağırlık merkezi çizgileri raporun en üstünde yer alır. *On-axis velocity*, belirtilen yönde ritmik hareketin saniyedeki derece cinsinden ortalama hızdır. İdeal hız grafikteki yatay çizgi ile gösterilir. Yönel kontrol (Directional Control), belirli doğrultuda bitiş çizgisine doğru istemli hareket ile, bitiş çizgisinden uzaklaşan istenmeyen hareketin karşılaştırmasını göstermektedir. Gölge alan (Shaded Area), normativ verilerin dışındaki aralığı gösterir, yeşil çubuklar normal aralığı, kırmızı çubuklar normal aralığın dışındaki performansı gösterir.

### 2.5.8. Tek Taraflı Duruş -TTD (Unilateral Stance- US)

TTD, bireyin gözleri açık ve kapalıyken tek ayak üzerinde postüral stabiliteyi koruma becerisini ölçmektedir. Dört test koşulunun her biri için salınım hızının objektif ölçümünü sağlamaktadır. TTD, son derece sensitif, ancak spesifik değildir, çünkü çok sayıda bağımsız faktör performansı etkileyebilir. Bu faktörlerden bir kısmı, alt ekstremité kuvveti ve ağırlık taşıyan kontrol, duyuusal denge kontrolü, hareket stratejileri ve görevle önceden yapılan uygulamaları içerir.

TTD detaylı raporunda, her bir denemenin ağırlık merkezi çizgileri raporun üst kısmında yer almaktadır. Ağırlık merkezi salınım hızı; bireyin gözleri açık ve gözleri kapalı iken her bir ayak üzerinde bağımsız olarak dururken ağırlık merkezi stabilitesini gösterir. Bu parametrenin dışında yukarıda da bahsedilen Gölgeleştirilmiş Alan da detaylı test raporunda yer almaktadır.

### 2.5.9. Otur Kalk Testi -OK (Sit to Stand Test – STS)

OK testi değerlendirmesi, bireyin komut üzerine oturduğu yerden ayakta durma pozisyonuna hızla yükselme yeteneğini ölçmektedir. OK testi, kalçadan ayağa ağırlık merkezi aktarım için gerekli süreyi (ağırlık aktarma süresi), yükselişin kuvvetini (yükselme indeksi), sol ve sağ bacakların (ağırlık simetrisi) arasındaki yükselme eforunun simetrisini ve ayaktayken ağırlık merkezi salınım hızını nicel olarak ölçmektedir.

OK testinin detaylı raporunda, her bir deneme için ağırlık merkezi dalgaları raporun sol tarafında yer almaktadır. Ağırlık Aktarımı (*Weight Transfer*); oturma pozisyonunda başlayan ve ayaklar üzerinde tam ağırlık taşıyan bir şekilde biten ağırlık merkezini ileriye doğru istemli olarak kaydırmak için gereken süredir. Yükselme İndeksi (*Rising Index*); yükselme fazı sırasında bacakların uyguladığı kuvvet miktarıdır. Kuvvet, bireyin vücut ağırlığının bir yüzdesi olarak ifade edilir. Ağırlık Merkezi Salınım Hızı (*COG Sway Velocity*); Yükselme fazında ve 5 saniye sonrasına kadar destek tabanı boyunca ağırlık merkezi kontrolünü dökümante eder. Salınım hızı derece/saniye cinsinden gösterilir. Sol/sağ Ağırlık Asimetrisi (*Left/Right Weight Symmetry*); Aktif yükselme fazında her bacağın taşıdığı vücut ağırlığı yüzdesindeki farklılıkları göstermektedir.

### 2.5.10 Düz Yürüme -DY (Walk Across- WA)

DY değerlendirmesi, platformda yürürken bireyin sabit durum yürüyüşünü ölçmektedir. DY, bireyin platformun üzerindeki adımların ortalama genişliğini ve uzunluğunu, sol ve sağ bacak adım uzunluklarının simetrisini ve bireyin platform boyunca yürüme hızını ölçerek, yürümenin gözlemsel testini gösterir. Platformun uzunluğu nedeniyle, test adım uzunlukları 152 cm'den daha fazla olan bireyler için uygun olmayabilir.

Her bir denemenin ağırlık merkezi çizgisi, raporun sol tarafında gösterilir. Adım Genişliği (*Step Width*); ardışık adımlarda sol ve sağ ayaklar arasındaki santimetre cinsinden lateral mesafedir. Adım Uzunluğu (*Step Length*); ardışık adımlarda art arda topuklar arasındaki santimetre cinsinden uzaklıktır. Hız; ilerleme



hızıdır, cm/sn cinsinden ifade edilir. Adım Uzunluk Simetrisi (*Step Length Symmetry*); toplam adım uzunluğunun (sol ve sağ uzunluk) bir yüzdesi olarak ifade edilen sağ ve sol basamak uzunluğunun karşılaştırılmasıdır.

#### **2.5.11 Tandem Yürüme -TY (Tandem Walk- TW)**

TY değerlendirmesi, bir ayağını doğrudan diğerinin önüne yerleştirirken bireyin yürüyüş stabilitesini ve hızını ölçer. Hastaya, platformun bir ucundan topuk-ayak parmağından diğer topuğa olabildiğince hızlı yürümesi ve sonra durması yönergesi verilir. TY, hastanın ayak tabanındaki adımların ortalama genişliğini, yürüyüşün hızını ve yürüyüşün sonlandırılmasını takiben hastanın COG salınım hızını ölçer.

Testin ayrıntılı raporunda, ağırlık merkezi, sınırlı alan ve hızın dışında Bitiş Salınımı gösterilmektedir. Bitiş Salınımı, birey yürümeyi sonlandırdığında 5 saniyelik, ağırlık merkezinin anterior/posterior bileşenlerinin derece/sn cinsinden hızıdır.

#### **2.5.12 Adım Hızlı Dönme -AHD (Step Quick Turn- SQT)**

AHD değerlendirmesi, dönüş performans özelliklerini gösterir. AHD, her dönme yönü, dönüşü gerçekleştirmek için gereken süre ve dönüş sırasında ağırlık merkezi salınım hızı için ayrı ayrı ölçülerek, dönme stabilitesi ölçülür.

AHD testi ayrıntılı raporunda, ağırlık merkezi *salınım çizgileri ile sınırlandırılmış alana ek olarak Dönüş Zamanı (Turn Time)*; bireyin 180 derecelik yerinde dönüşü yürütmesi için gereken süreyi saniye cinsinden gösterir. Süre ilerlemenin durdurulduğu zaman başlar ve ters yönde ilerlemesi başladığında sonlanır.

Dönüş Salınımı (*Turn Sway*); yukarıda tanımlanan dönüş süresi boyunca bireyin postural stabilitesini göstermektedir. Dönüş Salınımı derece/sn cinsinden

gösterilir. Sol/sağ Ağırlık Farkı (*Left/right Weight Difference*); Dönüş Süresi ve Dönüş Salınımı verilerindeki yüzde cinsinden farkları göstermektedir.

### **2.5.13 Adım Yukarı/Aşağı -AYA (Step Up Over-SUO)**

AYA değerlendirmesi, bireyin vücudun ağırlığını ve postüral stabilitesini kontrol etme yeteneğini, bir küp-basamak üzerinde yukarı ve aşağı doğru hareket ettirerek ölçmektedir.

AYA, her bir bacak için, yükselişin (kaldırma indeksi) gücü, hareket süresi ve diğer bacak inişinin (darbe indeksi) etkisini ölçer. AYA, çıkış ve iniş için kritik öneme sahip çok parçalı bir görevdir. Kaldırma aşaması, vücudu adımın üzerine yükseltmek için öncelikle eş merkezli bacak kuvvetine dayanır. Vücudun zemine geri indirildiği iniş aşaması, sadece eksantrik bacak dayanımını değil, aynı zamanda motor planlamasını gerektirir, böylece salınım ayağı zemine minimum etki ile iner.

### **2.5.14. Öne Hamle -ÖH (Forward Lunge-FL)**

ÖH değerlendirmesi, bireyin bir ayağıyla ileriye doğru hamle yaparken vücut ağırlığını kontrol etme yeteneğini ölçmektedir. ÖH, her bacak için ayrı ayrı ölçülerek, hamle mesafesine ve aynı zamanda manevranın iniş ve çıkış aşamaları sırasında diğer bacağın (kuvvet dürtüsü) uyguladığı düşey kuvvetin profilini ölçmektedir.

### **Denge ve Ek Görev**

Dikkat ile postür ve yürüyüş kontrolü arasındaki ilişki üzerine yapılan araştırmalar, genç erişkinler üzerinde yapılan, dururken ve yürürken dengenin

kontrolünde bilişsel faktörlerin rolünü ortaya çıkaran araştırmalar ile yeni ve genişleyen bir alandır. İkincil bir görevin yerine getirilmesinde, denge kontrolünün dikkat gerekliliklerindeki yaşla ilgili değişikliklerin ve istikrarla ilgili yaşa bağlı düşüşlerin etkisini incelemek için ikili görev paradigmalarının kullanılması, bunların hem sağlıklı hem de dengeyi bozmuş yaşlı yetişkinlerde de dengesizliğe önemli katkıda bulunduğunu göstermiştir. Denge kontrolünün dikkat talepleri, görevin karmaşıklığına ve gerçekleştirilen ikincil görevin türüne bağlı olarak değişmektedir. Çift görev paradigmasını içeren yeni klinik değerlendirme yöntemleri, denge problemlerinin postural görevlere dikkat verme yeteneği üzerindeki etkisini ortaya koymada ve hem düşme riskini öngörmede hem de stabilitenin iyileşmesini belgelemede hassas ölçümler yapılmasına olanak sağlamaktadır(13).

Bu çalışma, bireylere denge görevini sürdürürken ek bilişsel görev, akıllı telefon aracılığıyla uygulanarak literatüre katkı sağlamaktadır.

### 3. BİREYLER VE YÖNTEM

#### 3.1.Bireyler

Bu çalışma, Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan GO 17/995-29 karar numaralı 19.12.2017 tarihli etik kurul izni ile Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Odyoloji Anabilim Dalı, Odyoloji Programı kapsamında yüksek lisans tezi olarak yapılmıştır.

Sağlıklı genç yetişkinlerde, akıllı telefon kullanımı sırasında statik ve dinamik denge parametrelerindeki değişikliklerin incelenmesi amacıyla planlanan çalışmaya katılan bireylerin akıllı telefon kullanımı bilgilerine ilişkin tanımlayıcı veriler Tablo 4’de gösterilmiştir.

**Tablo 4:** Katılımcıların akıllı telefon kullanım süreleri ve kullanılan akıllı telefonların ekran boyutları

<b>n=25</b>	<b>X±SS</b>
<b>Yıl</b>	6.18±1.33
<b>GünSüre(sa)</b>	4.32±5.59
<b>EkrBoy(inç)</b>	5.55±.79

YIL, katılımcıların akıllı telefon kullanma süreleri; GÜNSÜRE, katılımcıların günlük akıllı telefon kullanma süreleri; EKRBOY, katılımcıların kullandıkları akıllı telefonların ekran boyutları.

Çalışmaya, gönüllülük esasına dayanarak denge problemi olmayan 18-25 yaş aralığında (23.12±1.07) 25 sağlıklı genç yetişkin (10 erkek, 15 kadın) dahil edilmiştir.

Araştırmaya dahil olma kriterleri;

- 18 yaş ve üzeri olmak

- Statik ve dinamik postürografi değerlendirmelerinin normal sınırlarda

olması

- Denge problemine sahip olmamak
  - Değerlendirme sırasında, belirli bir süre akıllı telefon kullanmaya gönüllü olmak
  - Ortopedik bir probleme sahip olmamak,
  - Değerlendirme sırasında akıllı telefon kullanım becerisine sahip olmak.
- Araştırmaya dahil olmama kriterleri;
- 18 yaş altı olmak,
  - Statik ve dinamik postürografi değerlendirmelerinin normal sınırlarda olmaması,
  - Akıllı telefon kullanmaya gönüllü olmamak,
  - Denge problemi olmak,
  - Alt ekstremite problemi olmak,
  - Değerlendirme sırasında akıllı telefon kullanım becerisine sahip olmamak.

### 3.2.YÖNTEM

Katılımcıların demografik bilgileri ve özgeçmiş değerlendirmeleri için bir bilgi formu doldurulmuştur. Çalışma rastgele uygulama yöntemi ile iki aşamada gerçekleştirilmiştir. 1. aşama: Akıllı telefon kullanımı sırasında statik denge parametrelerinin değerlendirilmesi, 2. aşama: Akıllı telefon kullanımı sırasında dinamik denge parametrelerinin değerlendirilmesi. Her aşama öğrenme etkisini azaltmak amacı ile bir hafta ara verilerek yapılmıştır.

Çalışmaya katılmayı kabul eden ve çalışmaya dahil olma kriterlerine sahip her bireye, akıllı telefon kullandığı sırada (çift görev) ve kullanmazken denge değerlendirmesi (temel görev) yapılmıştır. Akıllı telefonlarda, bireyin günlük hayatta akıllı telefonda en çok kullandığı özellik belirlenerek, değerlendirme esnasında bu özellik kullandırılmıştır.

Çalışmada; Duyu Organizasyon Testi (DOT), Adaptasyon Testi (AT), Ritmik Ağırılık Aktarma (RAA), Dinamik Görsel Keskinlik Testi (DVA) ve fonksiyonel kısıtlama (Tek ayakta duruş, otur-kalk, düz yürüme, tandem yürüyüş, adım/hızlı dönme, adım/yukarı aşağı, öne hamle) testleri uygulanmıştır.

### **3.2.1. Dinamik Postürografi**

Tahterevalli tarzındaki platform, bir silindirin iki lateral parçası tarafından desteklenecek şekilde hareketli hale getirilir. Bu platformun yapacağı maximum açı 25 derecedir. Dinamik durumda, yine aynı yerleşim yapılmaktadır. Katılımcılar ayakkabı olmadan kaymayı önlemek amacı ile pamuklu çoraplı ayakla 30° açıyla ve topuklar arası 2 cm mesafe olacak şekilde ayakta durmalılar.

#### **Duyu Organizasyon Testi (DOT)**

DOT'ta, teste başlamadan önce bireylere, bedenlerine uygun olan güvenlik yeleği giydirilir. Test platformuna çıkmadan önce bireylerden ayakkabılarını çıkarmaları istenir. Güvenlik yeleği, bir çift askı aracılığıyla test kabini içerisinde sabitlenir ve bireyin düşmesi engellenmiş olur. Daha sonra bireylere DOT durumlarına göre yapması gereken eylem her durumdan önce açıklanır.

Bireylere, akıllı telefon kullanım sırasında Durum 2 ve Durum 5 analiz dışı tutulmuştur. Her durum 20 sn sürmektedir ve 3 tekrardan oluşmaktadır. Bireylere farklı zamanlarda olmak üzere hem akıllı telefon kullanmazken hem de akıllı telefon kullanım sırasında DOT uygulanmıştır.

#### **Adaptasyon Testi (ADT)**

Bireylere ADT uygulanmadan önce, DOT'ta da uygulandığı gibi güvenlik yeleği giydirilip test platformuna alınır ve güvenlik yeleği kabin içerisine sabitlenir. Teste başlamadan önce bireylere "Şimdi bastığınız zemin ani hareketlerde bulunacak, siz dengenizi korumaya çalışın" yönergesi verildikten sonra test uygulanmaya başlanır.

### 3.2.2. Statik Postürografi

Statik kuvvet platformu kare şeklindedir (kenar boyları 48 cm, yükseklik 6,5 cm) ve 3 tane gerinim ölçerden oluşmaktadır. Bunlardan alınan kuvvetler eşkenar üçgenin her 40 cm kenarında yerleşmiş olan transduserlere iletilir. Bu gerinim ölçerler 40 Hz örnekleme frekansında anteroposterior ve mediolateral yönlerde ayak merkezi basıncının değişimini kaydederler. Statik durumda katılımcılar 30° açıyla ve topuklar arası 2 cm mesafe olacak şekilde ayakta durmalı. Kayıt periyodu boyunca dik durulmalı ve kolların hareket ettirmemeleri gerekmektedir (89)

### Ritmik Ağırlık Aktarma (RAA)

RAA testinde, bireyler test ekranına bakmak zorunda olduğu için, akıllı telefon kullanım sırasında değerlendirme yapılırken, bireylerden herhangi biriyle telefon konuşması yapması istenmiştir. Değerlendirme telefon konuşması sırasında ve akıllı telefon kullanmazken, farklı zamanlarda yapılmıştır.



Şekil 5: Ritmik Ağırlık Aktarma Testi

### Dinamik Görsel Keskinlik (DVA)

Optotip (standart bir biçimde sunulan bir dizi harf veya simge) sunumu süresi, bireyin baş hareketi sırasında optotipi algılamak için yeterli zamana sahip olduğu, ancak bir yakalama (*catch-up*) sakkadını başlatmak için yeterli zamanın

olmayacağı şekilde ayarlanır. Bunu başarmak için, minimum görüntü zaman aralığı 45 milisaniye veya bireyin en az algı zamanına (hangisi daha büyükse), ve 45 milisaniyeye ayarlanan maksimum değere ayarlanır. Katılımcılar optotiplerin yönünü doğru veya yanlış bir şekilde belirlediğinden, optotipin büyüklüğü, doğru bir şekilde tanımlanabilen en küçük boyut optotipi belirlenene kadar ayarlanır. Optotip sunumu sırasında başın hareket ettiği gerçek hız ve her bir deneme için katılımcının yanıtının doğruluğu kaydedilir ve saklanır. Katılımcı optotiplerin yönünü doğru veya yanlış bir şekilde belirlediğinde, optotipin büyüklüğü, doğru optotip belirlenene kadar ayarlanır. Optotip sunumu sırasında başın hareket ettiği gerçek hız ve her bir deneme için katılımcının yanıtının doğruluğu kaydedilir ve saklanır.

Test aşamasında bireylerin baş hareketlerini algılamasını sağlayan *tracker* başına düz biçimde ve hareket sırasında kaymayacak şekilde yerleştirilir. DVA testini uygulamadan önce Algı Zamanı (*Perception Time*) testini uygulamak gerekmektedir. Algı Zamanı testinde birey ekrana 2,5 metre uzaklıkta ve ekranı tam karşıdan görececek bir pozisyona yerleştirilir. Ardından ekranda çıkan harfin yönünü belirlemesi istenir. Test bitiminde sonuçlar minimum algı zamanını (MPT) ve statik görsel keskinliği (SVA) verir.

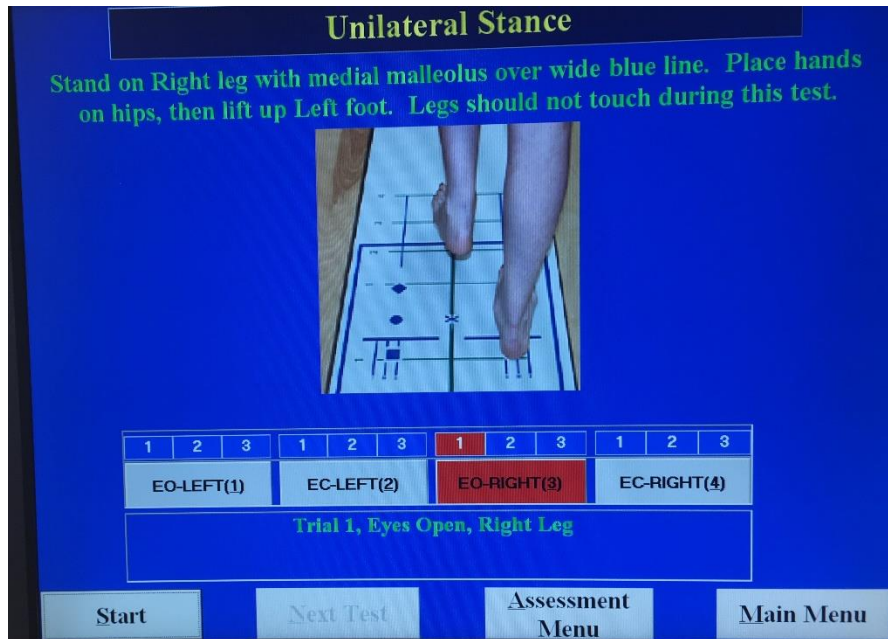
Daha sonra DVA testine geçildiği zaman öncelikle *tracker* kalibrasyonu gerekmektedir. *Tracker* kalibrasyonu için düz bir yerleşim gerekmektedir. Aksi halde test doğru sonuçlar vermemektedir. Kalibrasyon süresi 5 sn sürmektedir. DVA testinde üç farklı baş hareket düzleminde değerlendirme yapılır. İlk olarak bireyin horizontal düzlemde başını sağa ve sola ve 90 derece/sn hızda hareket ettirmesi istenir. Baş hareketi sırasında optotiplerin yönünü söylemesi istenir. İkinci olarak vertikal düzlemde, 70 derece/sn hızda baş hareket ettirilirken optotiplerin yönünün belirlenmesi istenir. Son olarak roll düzlemde, 50 derece/sn hızda baş hareket ettirilirken optotiplerin yönünün belirlenmesi istenir. Her düzlemde değerlendirme yapılmadan önce *tracker* kalibrasyonunun yapılması gerekmektedir.



### Tek Taraflı Duruş Testi (TAD)

TTD testinde, bireyler platform üzerine çıkartılır. Her bir ayak üzerinde gözler açık ve gözler kapalı iken değerlendirme yapılır. Her test denemesi 10 sn sürmekte ve 3 tekrardan oluşmaktadır.

TTD testi, bireyler hem akıllı telefon kullanmazken hem de akıllı telefon kullanım sırasında olmak üzere farklı zamanlarda uygulanmıştır. Akıllı telefonda, bireylerden günlük yaşamda en çok kullandıkları özelliği kullanmaları istenmiştir. Gözler kapalı durumlarda akıllı telefon kullandırılmamış ve bu durumlar analiz dışı tutulmuştur.

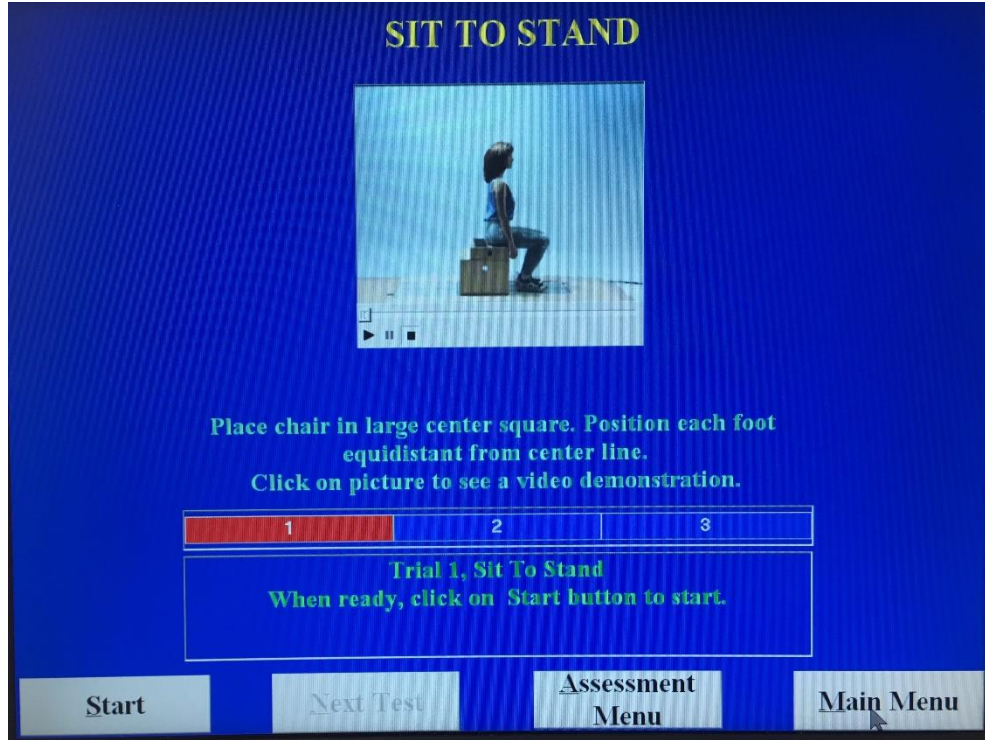


Şekil 6: Tek Taraflı Duruş Testi

### Otur Kalk Testi (OK)

OK testinde platform üzerine 30 cm yükseklikte bir küp-basamak yerleştirilip bireyin küp üzerine oturması istenir. Test bireylere hem akıllı telefon kullanımı

sırasında hem de akıllı telefon kullanmazken yapılmıştır. Test 3 denemeden oluşup her deneme süresi 10 sn'dir. Bireylerden akıllı telefonlarının günlük yaşamda en çok kullandıkları özelliği kullanmaları istenmiştir. Teste başlamadan önce, katılımcılardan komutla birlikte hızlıca ayağa kalkmaları ve o pozisyonda beklemeleri istenmiştir.

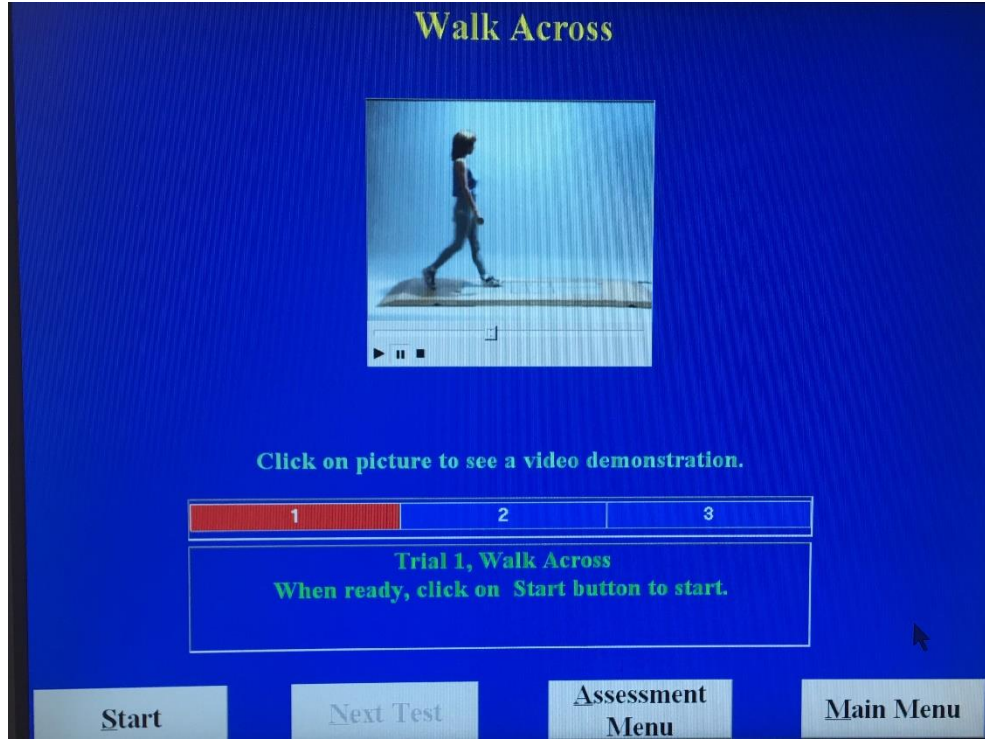


**Şekil 7:** Otur Kalk testi

### **Düz Yürüme Testi (DY)**

DY testinde bireyler platform dışında bekletilip komutla birlikte yürümesi istenmiştir. Bireylere farklı zamanlarda olmak üzere hem akıllı telefon kullanım sırasında hem de akıllı telefon kullanmazken uygulanmıştır.

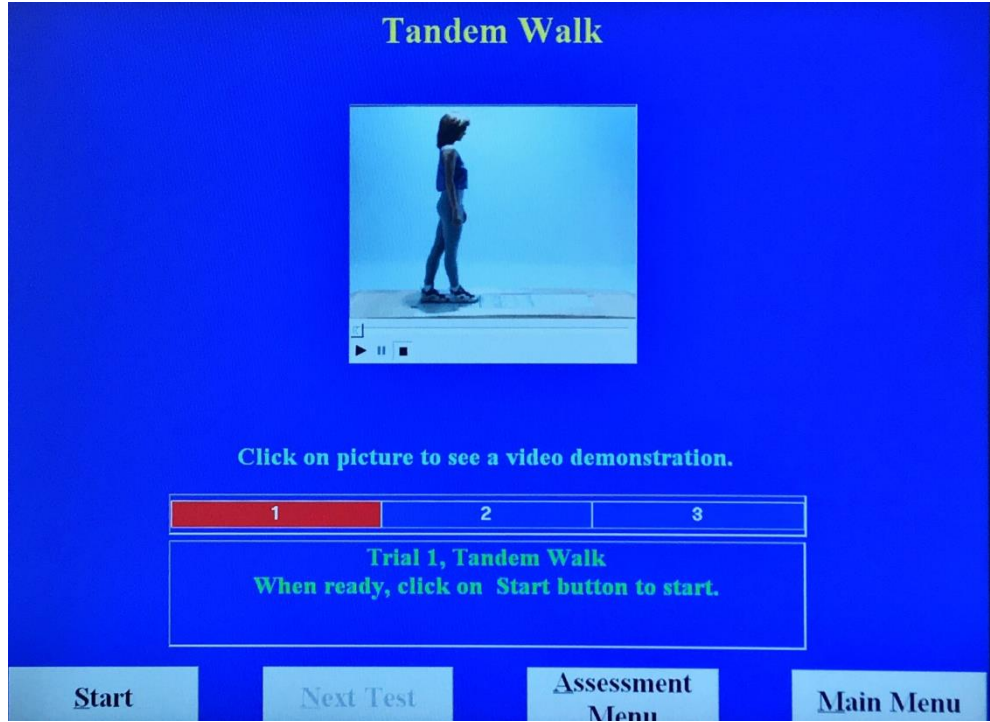
Akıllı telefonda, bireylerden herhangi birine mesaj yazmaları istenmiştir. Test 3 denemeden oluşmaktadır. Testin belli bir süresi olmamakla birlikte, katılımcıların yürüyerek platform dışına çıkıncaya kadar test devam etmektedir.



**Şekil 8:** Düz Yürüme testi

### **Tandem Yürüme (TY)**

TY testinde, bireyler platform üzerine çıkartılıp platformun başında tandem yürüyüş pozisyona geçirilir. Komutla birlikte yürüyüşe başlamaları ve yine komutla birlikte durmaları istenmiştir. TY testi, bireylere farklı zamanlarda hem akıllı telefon kullanımı sırasında hem de akıllı telefon kullanmazken yapılmıştır. Test 3 denemeden oluşup bireylerden test sırasında akıllı telefonlarından mesaj yazmaları istenmiştir.

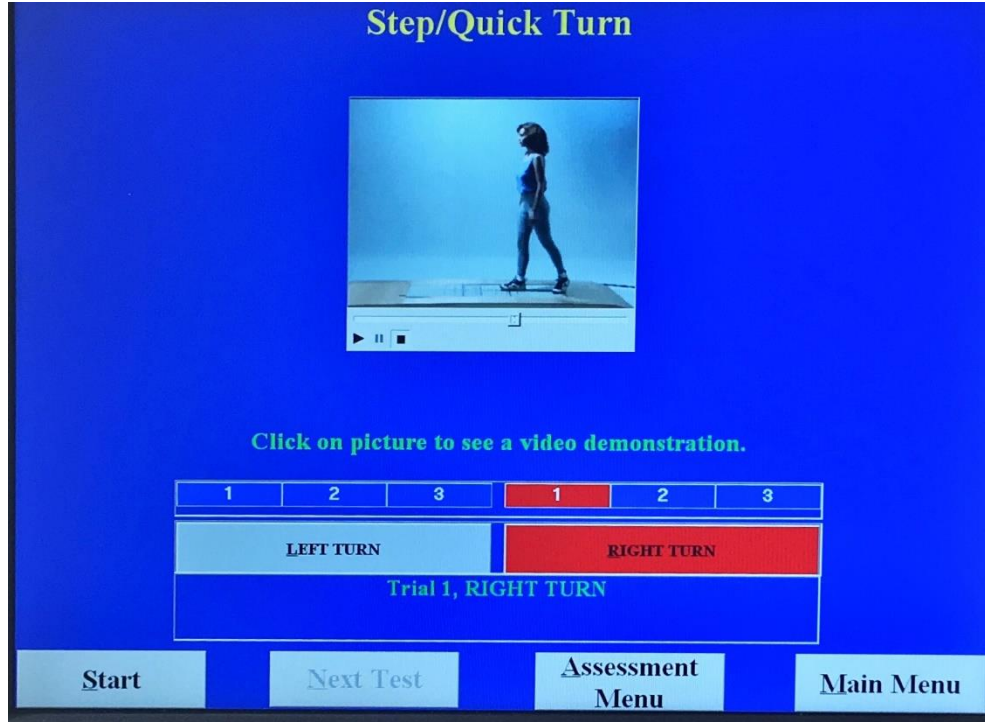


**Şekil 9:** Tandem Yürüme testi

### **Adım Hızlı Dönme (AHD)**

AHD testinde, bireylere komut üzerine iki ileri adım atması talimatı verilir ve daha sonra hızlı bir şekilde 180° sola veya sağa dönmesi ve başlangıç noktasına geri dönmesi istenir.

AHD testi bireylere hem akıllı telefon kullanımı sırasında hem de akıllı telefon kullanmazken uygulanmıştır. Sola dönüş ve sağa dönüş olmak üzere iki farklı yönde değerlendirme yapıp her yön 3 denemeden oluşmaktadır. Bireylerden test sırasında günlük hayatta akıllı telefonda en çok kullandığı özelliği kullanmalarını istenmiştir.

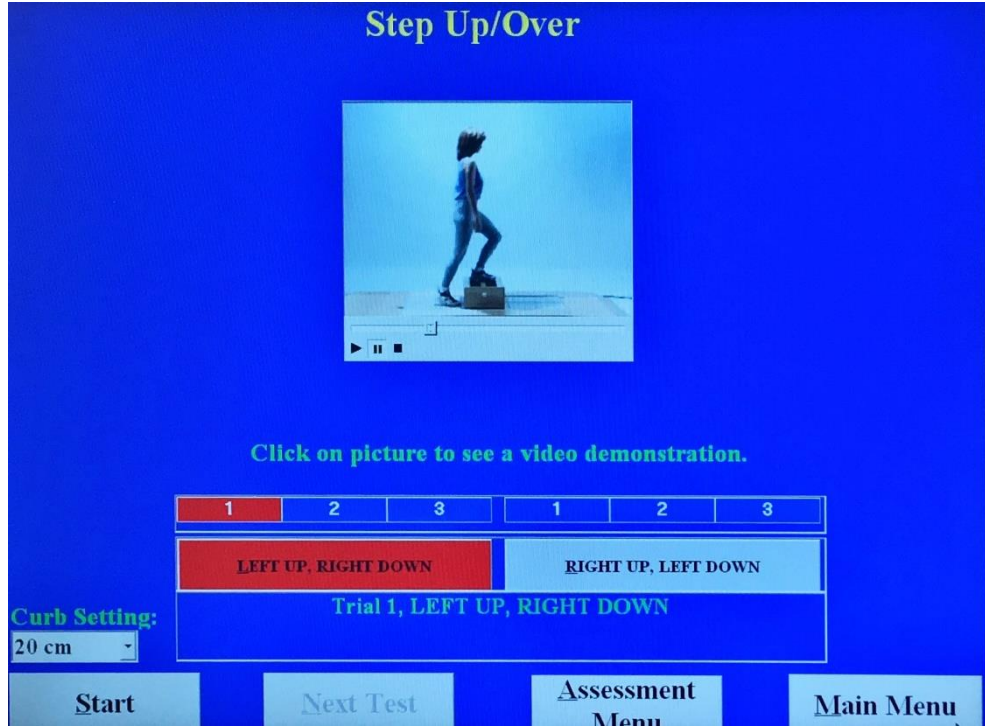


**Şekil 10:** Adım Hızlı Dönme testi

### **Adım Yukarı/Aşağı Testi (AYA)**

Teste başlamadan önce platforma 20 cm yüksekliğinde bir küp-basamak yerleştirilir. Daha sonra, bireyden bir ayağıyla mümkün olduğunca hızlı bir şekilde platform üzerindeki küpün üstüne çıkması, diğer ayağı ile küpe temas etmeden mümkün olduğunca hafif şekilde platforma inmesi istenir.

AYA testi bireylere hem akıllı telefon kullanımı sırasında hem de akıllı telefon kullanmazken yapılmıştır. Test her ayak için 3 denemeden oluşmaktadır. Bireylerden test sırasında akıllı telefonlarının gündelik hayatta en çok kullandıkları özelliklerini kullanmaları istenmiştir.

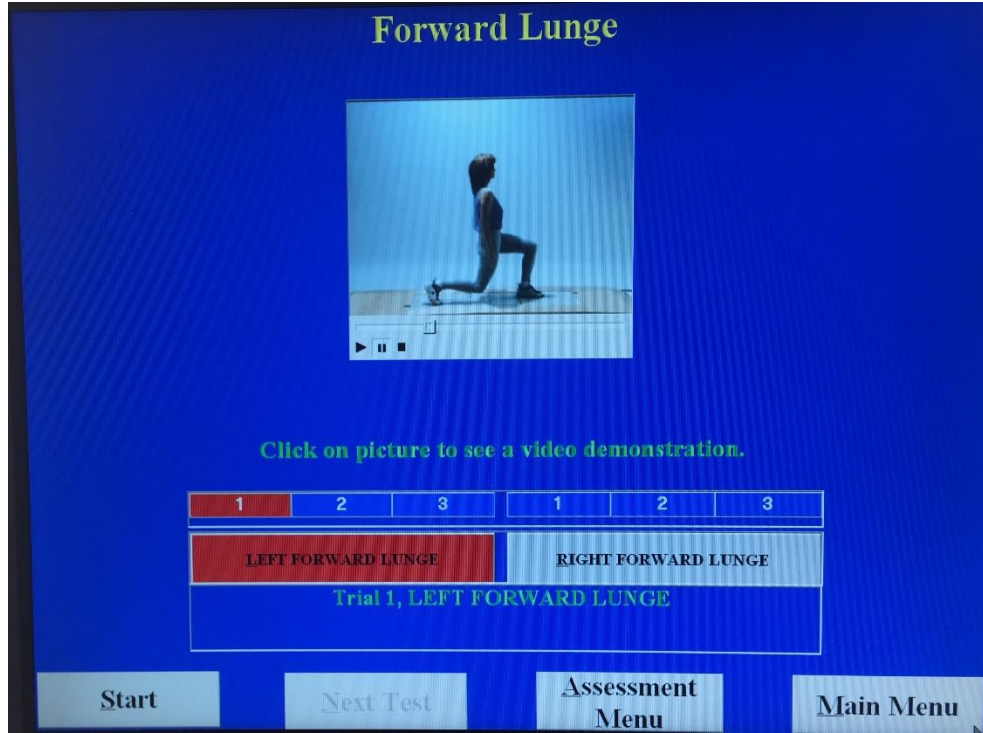


**Şekil 11:** Adım Yukarı Aşağı testi

### Öne Hamle Testi (ÖH)

Birey komut üzerine, bir bacağın üzerine ileri / geri adım atması talimatı verilir, daha sonra bu ayak ile başlangıç pozisyonuna geri doğru itilir.

ÖH testi, bireylere hem akıllı telefon kullanım sırasında hem de akıllı telefon kullanmazken uygulanmıştır. Test 3 denemeden oluşmaktadır. Bireylerden test sırasında akıllı telefonlarının gündelik hayatı en çok kullandıkları özelliği kullanmaları istenmiştir.



Şekil 12: Öne Hamle testi

### 3.2.3 İstatistiksel Analiz

Bu çalışmanın örneklem sayısı, güç analizi ile belirlenmiştir. Tanımlayıcı istatistikler olarak sayısal değişkenler için ortalama, ortanca, standart sapma, en küçük-en büyük değerler, kategorik değişkenler için sayı ve yüzde değerleri verilmiştir. Parametrik testler için gerekli olan varsayımlardan normallik varsayımı hem Shapiro-Wilk testi ile hem görsel olarak incelenmiştir. Bağımlı grupları karşılaştırmada varsayımlar sağlandığı durumda *iki eş arasındaki farkın önemlilik testi*, varsayımlar sağlanmadığı durumda ise *Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi* kullanılmıştır. Cinsiyet grupları arasında fark olup olmadığını inceleme ise *Mann-Whitney u testi* kullanılmıştır. Değişkenler arasındaki ilişki katsayıları *Spearman korelasyon katsayı* ile incelenmiştir. Anlamlılık düzeyi  $p < 0.05$  olarak alınmıştır. Analizler SPSS v.21 ile gerçekleştirilmiştir.

## 4. BULGULAR

### 4.1.Duyu Organizasyon Testi (DOT)

D1'de; akıllı telefon kullanımı ile eş zamanlı olarak yapılan DOT denge skoru, akıllı telefon kullanmadan yapılan DOT denge skoru ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı düşüş gözlenmiştir ( $p<.05$ ).

D3'te; akıllı telefon kullanımı ile eş zamanlı olarak yapılan DOT denge skoru, akıllı telefon kullanmadan yapılan DOT denge skoru ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ( $p>.05$ ).

D4'te; akıllı telefon kullanımı ile eş zamanlı olarak yapılan DOT denge skoru, akıllı telefon kullanmadan yapılan DOT denge skoru ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı düşüş gözlenmiştir ( $p<.05$ ).

D6'da; akıllı telefon kullanımı ile eş zamanlı olarak yapılan DOT denge skoru, akıllı telefon kullanmadan yapılan DOT denge skoru ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ( $p>.05$ ). Duyu Organizyon testine ilişkin istatistiksel veriler tablo 4.1'de gösterilmiştir.



**Tablo 4.1.** Duyu Organizasyon Testi bulguları

Duyu Organizasyon Testi	X ± SS	Temel Görev (n=25) Ortanca	X ± SS	Çift Görev (n=25) Ortanca	p- değeri
Durum 1	91.57 ± 3.58	92.00	89.99 ±4.73	90.66	<b>0.022</b>
Durum 3	91.16 ± 4.55	91.49	90.24± 6.17	91.83	0.46
Durum 4	82.42±9.28	84.66	76.41±8.10	77.49	<b>0.001</b>
Durum 6	67.05±12.40	66.99	67.84±9.02	69.00	0.82

X:ortalama, SS: standart sapma, p < 0,05

#### 4.2.Adaptasyon Testi (ADT)

Adaptasyon testinde destek yüzeyinin ani olarak öne ve arkaya hareketinde, bireylerin destek yüzeyindeki ani değişikliklere olan tepki süreleri değerlendirilmiştir. Her iki yönde, bireylerin akıllı telefon kullanım sırasındaki tepki süreleri, akıllı telefon kullanmazken tepki süreleri ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir (p>.05). Adaptasyon testinde her iki yöne ilişkin istatistiksel veriler Tablo 4.2’de gösterilmiştir.

**Tablo 4.2:** Adaptasyon Testi bulguları

<b>Adaptasyon Testi</b>	<b>Temel Görev (n=25) X ± SS</b>	<b>Çift Görev (n=25) X ± SS</b>	<b>p-değeri</b>
Ön	69.34±13.71	75.97±23.37	0.06
Arka	46.54±10.13	54.61±20.62	0.11

X:ortalama, SS: standart sapma, p < 0,05

### **4.3.Ritmik Ağırlık Aktarma (RAA)**

RAA testinde, sağ-sol ve ön-arka eksenlerinde bireylerin hız ve yön kontrolü değerlendirilmiştir. Sağ-sol ekseninde, sadece RAA testi skorları ve akıllı telefon kullanım sırasında yapılan RAA testi skorları istatistiksel olarak karşılaştırıldığında, anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir (p>.05). Ön-arka ekseninde, sadece RAA testi skorları ve akıllı telefon kullanım sırasında yapılan RAA testi skorları istatistiksel olarak karşılaştırıldığında, anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir (p>.05).

Sağ-sol ve ön-arka ekseninde yapılan RAA testlerine ilişkin istatistiksel veriler Tablo 4.3'Te gösterilmiştir.

**Tablo 4.3.** Ritmik ağırlık aktarma testi bulguları

Ritmik Ağırlık Aktarma		Temel Görev (n=25) X ± SS	Çift Görev (n=25) X ± SS	p-değeri
<b>SOL – SAĞ</b>				
<b>Salınım Hızı</b>	Birleşik denge puanı	5.31±.80	5.09±.80	0.18
	Yön Kontrolü	81.82±4.66	82.62±4.58	0.44
<b>ÖN - ARKA</b>				
<b>Salınım Hızı</b>	Birleşik denge puanı	3.46 ± 0.51	3.42 ± 0.92	0.29
	Yön Kontrolü	76.64 ± 9.69	75.14 ± 12.83	0.91

X: ortalama, SS: standart sapma, p < 0,05, Salınım Hızı (°/sn), Yön Kontrolü (%).

#### 4.4. Tek Taraflı Duruş Testi (TTD)

TTD testinde, sadece gözler açık durumda iken bireylerin her bir ayak üzerinde dururken salınım hızları değerlendirilmiştir. Bireylerin tek ayak üzerinde akıllı telefon kullanım sırasındaki salınım hızlarında, akıllı telefon kullanmadan tek ayak üzerindeki salınım hızlarına göre istatistiksel olarak anlamlı derecede artış gözlenmiştir ( $p < .05$ ). TTD testine ait istatistiksel veriler Tablo 4.4'te gösterilmiştir.

**Tablo 4.4.:** Tek Taraflı Duruş testi bulguları

<b>Tek Taraflı Duruş</b>	<b>X ± SS</b>	<b>Temel Görev (n=25) Ortanca</b>	<b>X ± SS</b>	<b>Çift Görev (n=25) Ortanca</b>	<b>p- değeri</b>
Sol, gözler açık (°/sn)	0.70 ± 1.27	0.70	1.42 ± 1.06	1.03	<b>0,001</b>
Sağ, gözler açık (°/sn)	0.91 ± 0.80	0.80	2.14 ± 2.09	2.09	<b>0,001</b>

X:ortalama, SS: standart sapma,  $p < 0,05$

#### 4.5 Otur Kalk Testi (OK)

STS testinde bireylerin akıllı telefon kullanım sırasındaki test bulguları ile akıllı telefon kullanmazken uygulanan test bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ( $p > .05$ ). STS testine ait istatistiksel veriler aşağıdaki Tablo 4.5'te gösterilmiştir.

**Tablo 4.5.:** Otur- Kalk testi bulguları

Otur – Kalk	Temel Görev (n=25) X ± SS	Çift Görev (n=25) X ± SS	p -değeri
Ağırlık Aktarma Süresi (sn)	0,48 ± 0,40	0,56 ± 0,48	0.08
Yükselme İndeksi (%)	27.57 ± 7.37	26.48 ± 8.21	0.32
Salınım Hızı (°/sn)	3.58 ± 0.99	4.55 ± 7.03	1.04
Simetri (%)	8.40 ± 4.32	7.42 ± 4.04	0.36

X: ortalama, SS: standart sapma

#### 4.6.Düz Yürüme Testi (DY)

Düz yürüme testinde, akıllı telefon kullanım sırasında adım genişliği ile akıllı telefon kullanmazken atılan adım genişliği arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ( $p > .05$ ). Adım uzunluğu açısından değerlendirildiğinde, akıllı telefon kullanım sırasında atılan adım uzunluğunda, akıllı telefon kullanmazken atılan adım uzunluğuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş gözlenmiştir ( $p < .05$ ). Adım hızına bakıldığında, akıllı telefon kullanım sırasındaki adım hızında, akıllı telefon kullanmadan atılan adım hızına göre anlamlı bir düşüş gözlenmiştir ( $p < .05$ ). Adım uzunluğu simetrisinde ise her iki test durumu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ( $p > .05$ ). Düz yürüme testine ait istatistiksel veriler Tablo 4.6’da gösterilmiştir.

**Tablo 4.6.: Düz Yürüme Testi bulguları**

<b>Düz Yürüme</b>	<b>Temel Görev (n=25) X ± SS</b>	<b>Çift Görev (n=25) X ± SS</b>	<b>p -değeri</b>
Adım Genişliği (cm)	18.52 ± 3.63	18.24 ± 4.49	0.58
Adım Uzunluğu (cm)	58.63 ± 7.51	49.45 ± 7.35	<b>0.000</b>
Hız (cm/sn)	73.92 ± 10.46	58.37 ± 8.39	<b>0.001</b>
Adım Uzunluğu Simetrisi (%)	25.98 ± 15.82	20.22 ± 11.63	1.1

X: ortalama, SS: standart sapma,  $p < 0,05$

#### **4.7.Tandem Yürüme Testi (TY)**

TY testinde, akıllı telefon kullanım sırasında atılan adım genişliğinde, akıllı telefon kullanmazken atılan adım genişliğine göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmiştir ( $p < .05$ ). Adım hızı açısından ele alındığında, akıllı telefon kullanım sırasında atılan adım hızında, akıllı telefon kullanmazken atılan adım hızına göre istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş gözlenmiştir ( $p < .05$ ). Test sonundaki bireylerin ağırlık merkezi salınım hızları analiz edildiğinde, akıllı telefon kullanım sırasındaki ağırlık merkezi salınım hızında, akıllı telefon kullanılmayan durumdaki ağırlık merkezi salınım hızına göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmiştir ( $p < .05$ ). TY testine ilişkin istatistiksel veriler Tablo 4.7’de gösterilmiştir.

**Tablo 4.7.:** Tandem Yürüme Testi bulguları

<b>Tandem Yürüme</b>	<b>Temel Görev (n=25) X ± SS</b>	<b>Çift Görev (n=25) X ± SS</b>	<b>p - değeri</b>
Adım Genişliği (cm)	7.64 ± 0.94	8.88 ± 1.09	<b>0,001</b>
Hız (cm/sn)	28.17 ± 5.61	24.73 ± 4.70	<b>0.000</b>
Son Salınım (°/sn)	4.34 ± 1.46	5.26 ± 2.15	<b>0.04</b>

X: ortalama, SS: standart sapma, p < 0,05

#### 4.8.Adım Hızlı Dönme Testi (AHD)

AHD testinde, her iki tarafa doğru dönüşlerde dönüş hızı ve dönüş salınımı açısından akıllı telefon kullanım sırasında ve akıllı telefonun kullanılmadığı durum arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir (p>.05). AHD testine ilişkin istatistiksel veriler Tablo 4.8’de gösterilmiştir.

**Tablo 4.8.** Adım/Hızlı Dönme Testi bulguları

<b>Adım/Hızlı Dönme</b>	<b>Temel Görev (n=25) X ± SS</b>	<b>Çift Görev (n=20) X ± SS</b>	<b>p - değeri</b>
<b>Dönüş Süresi</b>			
Sola dönüş (sn)	0.84 ± 0.37	0.71 ± 0.26	0.07
Sağa dönüş (sn)	0.74 ± 0.25	0.73 ± 0.29	0.10
<b>Dönüş Salınımı</b>			
Sola dönüş (der)	22.19 ± 6.54	19.95±3.57	<b>0.04</b>
Sağa dönüş (der)	20.52±4.66	20.15±4.34	0.66

X: ortalama, SS: standart sapma, p < 0,05

#### 4.9.Adım Yukarı/Aşağı Testi (AYA)

AYA testinde, sağ ve sol bacaklar için yapılan değerlendirmelerde, kaldırma indeksi, hareket süresi ve darbe indeksi parametreleri ele alındığında, akıllı telefon kullanım sırasında ve kullanılmadığı durumda elde edilen bulgular arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ( $p>.05$ ). AYA testine ilişkin istatistiksel veriler Tablo 4.9'da gösterilmiştir.

**Tablo 4.9.:** Adım Yukarı/Aşağı Testi bulguları

Adım Yukarı/ Aşağı	Temel Görev (n=25) X ± SS	Çift Görev (n=25) X ± SS	p-değeri
<b>Kaldırma Göstergesi (%)</b>			
Sol	40.83±12.87	43.89±20.86	0.48
Sağ	41.82±10.68	39.96±10.08	0.34
<b>Hareket Süresi (sn)</b>			
Sol (sn)	1.40±.17	1.36±.21	0.29
Sağ (sn)	1.40±.17	1.36±.20	0.43
<b>Etki İndeksi (%)</b>			
Sol	48.19±15.63	55.30±26.73	0.20
Sağ	45.49±12.69	45.54±13.88	0.96

X: ortalama, SS: standart sapma,  $p < 0,05$



#### 4.10. Öne Hamle Testi (ÖH)

Öne Hamle testinde sağ ve sol bacak için yapılan değerlendirmelerde, hamle uzunluğu kaldırma indeksi bağlantı zamanı ve kuvvet etkisi parametreleri ele alındığında, akıllı telefon kullanım sırasında ve kullanılmadığı durumda elde edilen bulgular arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ( $p > .05$ ). ÖH testine ilişkin istatistiksel veriler Tablo 4.10'da gösterilmiştir.

**Tablo 4.10.:** Öne Hamle Testi bulguları

Öne Hamle	Temel Görev (n=25) X ± SS	Çift Görev (n=25) X ± SS	p-değeri
<b>Mesafe (%)</b>			
Sol	46.57±6.90	45.09±5.49	0.54
Sağ	46.64±5.98	46.41±5.54	0.79
<b>Etki İndeksi (%)</b>			
Sol	21.04±5.42	20.85±6.63	0.88
Sağ	21.05±6.89	19.44±5.64	0.15
<b>Temas Süresi (sn)</b>			
Sol	1.43±.44	1.31±.38	0.42
Sağ	1.32±.25	1.29±.28	0.55
<b>Kuvvet İtmesi (%-sn)</b>			
Sol	144.87±42.85	131.77±32.74	0.31
Sağ	134.16±24.38	132.50±27.46	0.73

X: ortalama, SS: standart sapma,  $p < 0,05$

#### 4.11. Dinamik Görsel Keskinlik Testi (DVA)

DVA testinde, bireylerin akıllı telefon kullanım süreleri ve kullandıkları akıllı telefonların ekran boyutları ile statik görsel keskinlik, minimum algı zamanı ve DVA parametreleri arasındaki korelasyon incelenmiştir. Akıllı telefon kullanım süresi ile statik görsel keskinlik arasında negatif korelasyon gözlenmiştir ( $p < .05$ ).

Akıllı telefonların günlük kullanım süreleri ile test parametreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon gözlenmemiştir ( $p > .05$ ). Bireylerin kullandıkları akıllı telefonların ekran boyutları ile test parametreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon gözlenmemiştir ( $p > .05$ ). Korelasyona ilişkin veriler 4.11'de gösterilmiştir.

**Tablo 4.11:** Dinamik Görsel Keskinlik Testi parametreleri ve telefon özellikleri ile karşılaştırılması

Dinamik Görsel Keskinlik	MPT p değeri	SVA p değeri	SağH P değeri	SolH P değeri	Yukarı p değeri	Aşağı P değeri	SağRoll P değeri	SolRoll p değeri
Kullanım Yılı	0.76	0.00	0.42	0.86	0.47	0.60	0.72	0.45
Ekran Boyutu	0.90	0.61	0.20	0.21	0.70	0.50	0.20	0.14
Günlük Kullanım Süresi	0.76	0.13	0.40	0.95	0.94	0.20	0.35	0.35

Mpt; minimum algı zamanı, SVA; statik görsel keskinlik, SaH; sağ horizontal DVA, SoH; sol horizontal DVA, Aşağı; aşağı harekette DVA, Yukarı; yukarı harekette DVA, SağRoll; sağa doğru roll harekette DVA, SolRoll; sola doğru roll harekette DVA

## 5. TARTIŞMA

Bu çalışmada, akıllı telefon kullanımı sırasında, genç yetişkinlerde statik ve dinamik denge parametrelerindeki değişimler incelenerek, akıllı telefon kullanımının statik ve dinamik denge performanslarında oluşacak olası çift görev etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

Dikkat, postüral kontrol ve yürüme arasındaki ilişkiler üzerine yapılan araştırmalar; genç yetişkinlerde ayakta durma ve yürüme sırasında denge kontrolündeki bilişsel faktörlerin rolünü ortaya koymakta ve güncelliğini korumaktadır. İkincil bir görevi yerine getirirken denge kontrolü ve yaşa bağlı azalmaların dikkatle ilgili gereksinimlerinde oluşan etkilenimleri incelemek için ikili görev paradigmasının kullanılması, bunların hem sağlıklı hem de denge bozukluğu olan yaşlı yetişkinlerin değerlendirilmesinde önemli katkıları olduğu gösterilmiştir. Denge kontrolünün dikkat gerektiren talepleri, görevin karmaşıklığına ve gerçekleştirilmekte olan ikincil görevin türüne göre değişmektedir. Çift-görev paradigmasını içeren yeni klinik değerlendirme yöntemleri, hastalığın (örn. Parkinson hastalığı) postural görevlere dikkat etme yeteneği üzerindeki etkisini ortaya koymada ve hem düşme riskini tahmin etmede hem de stabilitenin geri kazanımını belgelemede hassas ölçümler olarak görünmektedir(13).

Çalışmamızda DY testinde akıllı telefon kullanmazken ortalama adım uzunluğu 58.63 cm, akıllı telefon kullanırken ortalama adım uzunluğu 49.45 cm bulunmuştur. Akıllı telefon kullanmazken ortalama adım hızı 73.92 cm/sn, akıllı telefon kullanırken ortalama adım hızı 58.37 cm/sn bulunmuştur. Normal bireyler ile (yaş aralığı:20-79 yaş) yapılan bir çalışmada, günlük hayattaki aktiviteler sırasında, adım hızı ve adım uzunluklarına göre sınıflandırma yapmışlardır(90). Bu sınıflama gözönüne alınarak elde ettiğimiz bulgular incelendiğinde günlük aktiviteler sırasında akıllı telefon kullanımının farklı zeminlerde ya da zemin değişikliklerinde desteksiz

yürümenin mümkün olmayacağını veya denge problemleri yaşanacağı sonucuna varılmıştır.

Kerr ve diğ. genç yetişkenlerde dikkat ve postural kontrolü göstermek amacıyla ilk makaleyi yayınlamışlardır (82). Çalışmalarında, zor bir denge görevinin uzamsal (görsel) bellek ile ilişkili olduğu ancak sözel bellek ile ilişkili olmadığını ve bunun sebebi olarak postural kontrolün görsel/uzamsal işleme gerektirdiğini öne sürmüşlerdir (82). Bu nedenle, postüral görev ve uzamsal görsel görev arasında bir görsel çatışma olacağını belirtmişlerdir. Çalışmada; 24 genç yetişkinin postüral görev olarak tandem Romberg gözler kapalı pozisyonunda uygulanmıştır. Postüral kontroldeki değişimler, basınç merkezini hesaplayan kuvvet platformu ölçümleri kullanılarak belirlenmiştir. Görsel uzamsal bilişsel görev olarak ise *Brooks* uzamsal hafıza görevi kullanılmıştır. Bu görev, hayal edilen matrislere sayılar yerleştirilmesini ve daha sonra bu sayıların pozisyonlarının hatırlanmasını kapsamaktadır. Uzamsal olmayan sözel hafıza görevleri, benzer cümleleri hatırlamayı kapsamaktadır. Hafıza görevi ile birlikte eş zamanlı yürütülen denge görevi uzamsal hataların sayısında artışa neden olmaktadır. Her iki bilişsel görev performansları sırasında postüral salınımda anlamlı bir fark elde edilmemiştir. Yazarlar postüral kontrolün genç yetişkinlerde dikkat gerektirdiğini, ancak bütün bilişsel görevlerin postüral kontrolü aynı şekilde etkilemediği sonucuna varmışlardır. Ek görev olarak telefon ile konuşma ve sosyal medya kullanımı seçilerek yapılan RAA, OK, AHD, AYA testlerindeki parametrelerin etkilenmemiş olması ek görevlerin denge üzerinde farklı etkileri ile açıklanmış ve literatür ile uyumlu olarak bilişsel ek görevin akıllı telefon kullanımı sırasında denge görevinin tüm parametrelerini etkilemediği sonucuna varılmıştır.

Lajoie ve diğ. yaptığı çalışmada, genç yetişkinler otururken ve azaltılmış destek yüzeyi ve yürürken işitsel reaksiyon zamanı (*auditory reaction time*) görevlerini yürütmüşlerdir (91). Çalışmanın sonuçları, reaksiyon sürelerinin en hızlı durumun oturma sırasında olduğu, ayakta durma ve yürüme sırasında ise

yavaşladığını göstermiştir. Araştırmada, dar zemindeki reaksiyon zamanının, normal zemindeki reaksiyon zamanına göre daha uzun olduğu rapor edilmiştir.

Yazarlar yürümede ikinci görevin performansı ile ilişkili bir değişim olmadığını belirtmişlerdir. Postüral kontrolün dikkat gereksinimi olduğu ve sürdürülmekte olan postüral kontrol daha karmaşık hale geldikçe dikkat gereksiniminin de arttığı sonucuna varılmıştır. Bu sonuçlara ek olarak yazarlar ikinci görev için, basit ve dikkat gereksinimi duyulmayan görevlerin kullanıldığını belirtmişlerdir. Daha karmaşık ikinci görevler, yürüme ve dengeyi olumsuz etkileyeceğini öne sürmüşlerdir (91).

Lajoie ve diğ.'nin çalışması yürüme ile ilişkili dikkat gereksinimine odaklanmış ve genç yetişkinlerde ikinci görevle ilişkili yürüme parametrelerinde bir değişim olmadığını bildirmiştir. Bunun aksine, Ebersbach ve diğ. spesifik olarak yürüme kontrolü üzerinde eş zamanlı görevlerin etkisini incelemişlerdir (83). On genç yetişkin birey (yaş aralığı: 25-42 yıl) yürüyüş sırasında ayak temasının kaydedilmesini sağlayan 10 m iletken bir yürüme yolunda yürütülmüşlerdir. Yürüyüş parametreleri (adım zamanı, çift destek süresi), tek bir görev koşulu altında (eşzamanlı bir görev olmadan yürürken) ve rastgele sırayla sunulan dört farklı çift görev koşulu altında ölçülmüştür: (1) hafızada tutma görevi (*digit span recall*); (2) ince motor görev (yürüyüş sırasında sürekli bir ceket düğmesinin açılması ve kapanması); (3) kombine görev (*digit span recall* ve düğme görevi); ve (4) parmağı 5 Hz'de veya daha hızlı şekilde tıklatma. Çift görevlerden sadece parmak tıklatma görevinde, adım zamanında önemli bir düşüş olduğu belirtilmiştir. Ölçülen diğer yürüyüş parametresi, ince motor ve hafıza görevleri yürüme ile eşzamanlı olarak gerçekleştirildiğinde çift destek süresi önemli ölçüde etkilenmiştir; diğer ikili görev koşulu bu parametreyi etkilememiştir. Bu çalışmada, yürüyüş parametrelerindeki önemli değişiklikler bile oldukça küçüktür, bu da bozulmamış yürüme gibi nispeten basit bir görev sırasında çoklu görev performansının, sağlıklı genç yetişkinlerde stabilite için önemli bir etki oluşturmadığını desteklemektedir.

Postüral kontrolün dikkat gerektiren gereksinimleri ile ilgili ilginç bir soru, stabilitenin iyileşmesi ile ilgili dikkat gereksinimlerinin zaman akışıdır. McIlroy ve diğ.

postüral kontrolün işleme gereksinimlerinin, stabilitenin iyileşme zamanı süresince değiştiğini öne sürmüşler ve dikkat gereksinimlerinin değişebileceğini bildirmişlerdir. McIlroy ve diğ. hipotezlerini test etmek için *seated balancing task* adını verdikleri otururken denge görevi sırasında dikkat gereksinimlerini incelemişlerdir. Altı genç yetişkin, üç görev koşulunda test edilmiştir, bunlar: i. otururken denge görevi, ii. görsel motor takip görevi ve iii. görsel motor izleme ve denge görevlerinin eşzamanlı performansını içeren (hem bozulmuş hem de bozulmamış) çift görev koşulu. Denge görevinde, katılımcılar otururken; ayakları, sagittal düzlemde ayak bileği eksenini döndürmek için serbest olan ters çevrilmiş bir sarkacın dönüşünü kontrol eden bir ayak pedalına bağlanmış ve katılımcılardan sarkacın dik pozisyonunu korumaları istenmiştir. Bazı sarsıntı denemeleri sırasında, sarkaçlar ileriye doğru sarkaç hareketi ile sonuçlanmıştır. Çift görev yöntemindeki ikinci görev, katılımcının bilgisayar ekranında hareketli bir hedefi takip etmesi istenerek gerçekleştirilmiştir. Yazarlar, çift görev koşullarında, denge tersine çevrildiğinde, ters çevrilmiş sarkacın yeniden dengelenmesi için gerekli telafi edici (*compansatory*) yanıtın kontrolüne yönlendirildiği zaman, dikkatin görsel motor görevden büyük ölçüde saptığı sonucuna varmışlardır. Bu sonuçlardan yola çıkarak, denge kontrolünün her biri farklı dikkat gerektiren üç farklı aşamadan oluştuğunu öne sürmüşlerdir. Başlangıç aşaması asgari dikkat gereksinimi olup otomatik süreçtir; bozulmadan (*perturbation*) 200 ila 300 ms sonra meydana gelen ikinci bir fazda, denge kontrolünün dikkat gereksinimini yansıtan ikinci görevden tamamen uzak bir dikkat kayması oluşmaktadır; son olarak hem denge kontrolüne hem de ikinci göreve bölünmüş bir dikkat kontrol periyodu vardır ve bu denge restore edilene kadar devam etmektedir. Bu periyot birkaç saniye almaktadır(92).

Kelly ve diğ. yönlendirilmiş odaklanma ve yürüme görevinin zorluğunun ve bu faktörler arasındaki etkileşimin, sağlıklı genç yetişkinlerde ikili görev performansı üzerindeki etkilerini incelemiştir. On beş katılımcıdan, normal bir zemin ya da dar bir zeminde yürürken bilişsel bir görev yapmaları istenmiştir. Katılımcılara bilişsel görev ya da yürüyüşe odaklanma talimatı verilirken hem görevler içinde hem de arasında

gidip gelenler, modifiye dikkat dağılma endeksi ve performans operasyon özelliği kullanılarak değerlendirilmiştir. Yönlendirilmiş odak hem bilişsel görevi hem de yürümeyi etkilemiştir. Bilişsel görev üzerindeki performans, bilişsel göreve odaklanma talimatlarıyla daha hızlı olduğu ve yürümeye odaklanmaya yönelik talimatlarla adım hızının daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir (ve ek bilişsel görev olmadan dar-temel zeminde daha hızlı adım). Yürüme görevindeki zorluk, bilişsel performansı etkilememiştir, ancak yürüme hızı normal zeminde dar zeminli duruma göre daha az etki yaparak hızlı yürüme performansı gözlenmiştir. Normal ve dar zeminde yürüyüş sırasında bilişsel göreve yönlendirilmiş odaklanmanın daha büyük etkileri ile bir etkileşim kanıtı ortaya çıkarılmıştır. Bu sonuçlar, talimatlara cevap olarak dikkat dağılımını ve görev performansını esnek bir şekilde değiştirme yeteneğinin, postüral kontrol görevinin zorluğuna bağlı olduğu fikrini desteklemektedir. İkili görev performansı değişikliklerini anlamak için değiştirilmiş dikkat dağılma endeksi ve performans operasyon karakteristiği, görevler arasındaki ve bunlar arasındaki etkileşimi tam olarak karakterize etmede etkili olmuştur. İkili görev yürüyüşünü etkileyen faktörleri ve bu faktörler arasındaki etkileşimleri daha iyi anlamak, hem klinik hem de araştırma ortamlarında ikili görev performansının değerlendirilmesinde önemli etkilere sahiptir(93).

Yapılan çalışmalarda; hem bilişsel görev performansı hem de yürüyüş sırasında yönergeye odaklanma arasındaki ilişki incelenmiştir(94, 95). Bilişsel göreve odaklanma yönergeleri daha kısa yanıt gecikmeleriyle sonuçlanırken, yürümeye odaklanma yönergeleri daha hızlı yürüyüş hızı ve dar zeminde daha yüksek adım doğruluğu ile sonuçlanmıştır. Yürüyüş sırasında odaklanmaya yönelik yönergeler sırasında farklı gelişim paternleri gözlemlenmiştir. Bazı katılımcılar yürüyüş hızını, bazı katılımcılar gelişmiş adım doğruluklarını ve bazıları ise her ikisini de geliştirmiştir. Huxhold ve diğ., genç yetişkinlerde ikili ve tekli görev koşulları altında postüral kontrolün daha iyi olduğunu bildirmişlerdir. Tekli ve ikili görev ile yürüme karşılaştırıldığında daha zorlu ikili görev koşulları altında artan uyarılmanın bir sonucu olarak ikili görevde bir iyileşme ve ek bilişsel görevin ise genellikle kayda

değer bir dikkat gerektirmeyen bir postürel kontrol görevi olan yürüyüşten uzak tutulması sağlandığı için gerçekleşmektedir(96).

Dar zeminde yürüyüş, normal zeminde yürüyüşünden daha zordur, bu durum daha yavaş yürüme ve hem tek hem de ikili görev koşullarında ve daha büyük dar zeminde yürümede küçük adım genişliği ile kanıtlanmıştır. Adım genişliği ve adım hızı değişkenliği, normal zemin yürüyüşüne karşı dar zemin için daha büyük olmaktadır, bu değişkenlik ölçümlerinden elde edilen değerlerin, daha önce yapılan çalışmalarda sağlıklı yetişkinler için rapor edilenlere benzer olduğunu belirtilmiştir (97, 98). Bununla birlikte, yürüme görev zorluklarının bilişsel performans ölçütleri üzerinde ana etkisi olmadığı farklı çalışmalarda rapor edilmiştir. Bu bulgu, daha zor postür veya yürüme görevleri ile bilişsel görev düşüşlerini gösteren diğer araştırmalarla çelişmektedir (79, 99, 100). Bu çalışmalarda çeşitli bilişsel görevler kullanıldığından (örn. basit reaksiyon zamanı, seçim reaksiyon zamanı, çalışma belleği), bilişsel görevin özellikleri gözlemlenen farklılıklarla açıklanmaktadır. Sonuç olarak; sağlıklı genç yetişkinlerde farklı bilişsel görevlerin duruş postürel kontrol üzerinde farklı etkileri olduğu literatürde rapor edilmiştir (82, 101).

Görev hedeflerine ulaşmak ve yürüme stabilitesini korumak için çift hedefli yürüyüş sırasında uygun önceliklendirme gerekmektedir. Kelly ve diğ. yaptıkları çalışmada, genç erişkinlerde yürüme görev zorluklarının çift görev yürüme önceliklendirmesi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Basit alışılmış temel koşullar altında yürüme ile, eşit odak ve bilişsel yönlendirilmiş odaklama ile yürümenin birbirlerine benzer olduğunu, ancak bunların, bilişsel görev önceliği ile tutarlı, yürüme odaklama yönergelerinden farklı olduğunu rapor etmişlerdir. Buna karşılık, dar tabanlı yürüme sırasında, eşit odaklama ve yürüme odaklı yönergeler arasında sonuçların benzer olduğu, ancak bilişsel odaklama yönergelerindeki sonuçların farklı olduğunu rapor etmişlerdir. Yürütme görevindeki zorlukların artması ile öncelikli olarak bu farklılıkların, önceliklendirmenin dinamik ve esnek olduğunun göstergesi olarak bildirmişlerdir.



Yardley ve diğ. ikili görev araştırmasında postural kontrol konusundaki dikkat gerektiren taleplerin rolüne ilişkin varsayımları sorgulamışlardır(102). Katılımcılar, sözel ek görev durumunda, postural salınımdaki değişikliklerin, dikkat gerektiren kaynaklara yönelik rekabetçi talepler nedeniyle değil, artikülasyon görevi ile ilişkili bozulmaları araştırmışlardır. Katılımcılar denge sistem disfonksiyon öyküsü olmayan 36 sağlıklı genç yetişkinden oluşmaktadır. Postural görev, bir güç platformunda ayakta durma sırasında ağırlık merkezi izlenmiş ve salınımlar ölçülmüştür. Katılımcılardan on ikisi statik bir zemin üzerinde, yirmidördü ise dengesiz bir zemin üzerinde test edilmiştir (hava ile şişirilmif dairesel lastik tüp, kuvvet plakası üzerinde duran bir tahta parçasına bağlanmif). Farklı üç görsel koşul kullanılmış, bunlar; i. görme, ii. statik görsel imge ve iii. hareketli bir görsel imge. Kullanılan ikincil görevler: yüksek sesle (dikkat ve artikülasyon) geri sayma, geriye doğru sessiz sayma (artikülasyon gerektirmeden dikkat), sayı tekrarlama (tek başına artikülasyon). Katılımcılardan, ikincil görevi mümkün olduğunca doğru ve hızlı bir şekilde yapmaları istenmiştir. Sonuçlar, postural görevlerin ikincil görevlerin performansı üzerinde bir etkisi olmadığını ancak postural salınımı etkilenmesi şeklinde bulunmuştur. Stabil bir yüzey üzerinde dururken, artikülasyon ek görevinin postural salınımı önemli ölçüde artırırken; sessiz saymanın bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Dengesiz bir yüzey üzerinde dururken ise postüral salınım, artikülasyon ve görsel koşullardan etkilenmiş, ancak dikkatle yüklenmeden (sessiz sayma) etkilenmemiştir. Yazarlar, sözlü zihinsel aritmetik görev tarafından üretilen artan istikrarsızlığın, öncelikle mental etkinlikten daha çok artikülasyon etkisine bağlı olduğu sonucuna varmışlardır. Artikülasyon etkisinin, muhtemelen duruşu doğrudan bozan konuşmaya dahil olan solunum aktivitesinin aracılık ettiğini ileri sürmüşlerdir. Ancak, bu bozulmanın, konuşma ve denge ortak yapıları paylaşabileceğinden, merkezi müdahalenin sonucu olabileceğini de belirtmişlerdir.

Fleury ve diğ.(103) yaptığı çalışmada, denge kontrolünde dikkat gereksiniminin nicel ve bağımsız olarak değerlendirilmesi için bir akıllı telefon uygulamasının uygulanması tanıtılmaktadır. Denge kontrolü için dikkat talebinin değerlendirilmesinde *iBalance* sisteminin etkinliğini değerlendirmek için bir kavram kanıtı çalışması tasarlanmıştır. Sekiz sağlıklı genç yetişkin, gönüllü olarak çift-görevli bir paradigma prosedürü gerçekleştirmişlerdir; bunların içinde, mümkün olduğunca çabuk, beklenmedik bir işitsel uyarana karşı mümkün olduğunca hızlı bir şekilde yanıt vermeleri istenirken, sabit bir duruş ve ardı ardına güçlük çeken iki duruş (tek ve iki ayak) sergilemesi istenmiştir. Gövde salınım ölçümleri postural performans indeksi olarak kullanılırken, reaksiyon süresi ölçümleri postural görevleri yürütmek için ayrılan dikkatin bir indeksi olarak kullanılmıştır. Sonuçlar, postural ek görev zorluk derecesi arttıkça, gövde salınımının ve denge kontrolünde kullanılan dikkatin arttığını göstermiştir. Elde edilen bu sonuçlar çalışmamızda kullandığımız parametrelerden TTD sonuçları ile uyumlu bulunmuştur.

Müjdecı ve diğ. sağlıklı yetişkinlerde eş zamanlı bilişsel görevlerin postüral salınım üzerindeki etkisini incelemiştir(104). Yirmi sağlıklı katılımcıdan oluşan çalışmada, bilişsel ve denge görevleri ayrı ayrı ve daha sonra eş zamanlı olarak yürütülmüştür. Postüral kontrol görevlerinde DOT kullanılıp bilişsel görev olarak ise farklı sunum ve değişen zorluk seviyelerinde işitsel görevler kullanılmıştır. Bulgularında D1, D2, D3, D4'te temel görev ve çift görev arasında anlamlı farklılıklar elde edilmiştir. Bu durumlarda bilişsel görevin her zorluk seviyesinde ve her bir sunumda, postüral salınımında temel göreve göre daha fazla salınım olduğunu rapor etmişlerdir. Bu çalışmayla tutarlı olarak, çalışmamızda D1 ve D4'te, akıllı telefon kullanım sırasında, kullanılmayan duruma göre anlamlı derecede düşük denge skoru elde edilmiştir. Yazarlar ikili görev altında artan postural salınımı, bölünmüş dikkat ile açıklamışlardır. Eşzamanlı bir bilişsel görevi yerine getirirken, dik duruşun dengesini korumak gerektiğinde, postürel ve bilişsel görevler arasında dikkatin bölünmüş olduğu bilinmektedir. İkili bir görevde, postürel ve bilişsel görevlerde merkezi işlem veya dikkat gerektiren kaynaklar için rekabet edebilir. Her iki görevin

performansında bir azalmaya neden olur. Bu ayrıca, postural salınımda artışa neden olabilir.

Sağlıklı bireyler hareketli bir platformda dururken sarsıldığında, denge düzeltici kas reaksiyonları meydana gelir. Bazı denge düzeltmeleri “otomatik” olarak adlandırılırken, diğerleri istemli tepki vermektedir. Denge düzeltmeleri, diz hareketleri tarafından ikincil bir katkı olarak veya düzeltme stratejisinin bir parçası olarak sağlanabilir. Aşırı hareketlere karşı koruma, statik duruş sırasında stabilizasyon ve hareketlerin koordinasyonu için diz propriosepsiyonunun gerekli olduğu düşünülmektedir.

Oude Nijhuis ve diğ. bilateral diz fleksiyonunun ani sarsımlardan kaynaklanan otomatik denge düzeltmeleri üzerindeki etkisini incelemiştir(105). Sağlıklı yetişkinlerin otomatik denge düzeltmelerine gönüllü diz fleksiyonunu dahil edebildiklerini ve bunun postüral pertürbasyonların yönüne bağlı olduğunu bulmuşlardır. İkincil görev sırasında diz fleksiyonlarının postural denge sırasında değerlendirileceği çalışmalar yapılabilir.

Çift hedefli yürüyüş sırasında uygun önceliklendirme, görev hedeflerine ulaşmak ve yürüme stabilitesini korumak için gereklidir. Kelly ve diğ. genç erişkinlerde yürüme görev zorluklarının çift görev yürüme önceliklendirmesi üzerindeki etkilerini incelemiştir(93). Basit alışılmış temel koşullar altında yürüme ile, eşit odak ve bilişsel yönlendirilmiş odaklama ile yürümenin birbirlerine benzer olduğu, ancak bunlar, bilişsel görev önceliği ile tutarlı, yürüme odaklama talimatlarından farklıydı. Buna karşılık, dar tabanlı yürüyüş, eşit odaklama ve yürüme odaklı talimatlar arasında benzerdi, ancak bunlar bilişsel odaklama talimatlarından farklıydı. Yürütme görevindeki zorlukların artması ile öncelikli olarak bu değişim, önceliklendirmenin dinamik ve esnek olduğunu göstermektedir.

Görsel yorulma (*ocular fatigue*) üzerine yapılan çalışmalarda, sıvı kristal görüntüleri düzenli kitap okumaya göre daha fazla kuru göz sendromunu tetiklemekte ve görsel yorulma seviyesini artırmaktadır(4). Eğer görsel yorulma her gün devam ederse, görsel işleme etkileyebilmekte ve korneal epitel hücre

hasarı, oküler ağrı ve azalmış görsel keskinliğe neden olabilmektedir. Ayrıca görsel yorulmanın sürekliliği, somatosensör ağ ile birlikte vestibüler sistem ve postural kontrol sistemi üzerinde de negatif etki yaratabilmektedir (5-7). Çalışmamızda, akıllı telefon kullanım süresi ile statik görsel keskinlik arasında negatif korelasyon elde edilmiştir. Akıllı telefon günlük kullanım süresine bakıldığında ise sadece sağ horizontal dinamik görsel keskinlik kaybı arasında negatif korelasyon elde edilmiştir. Elde edilen bu bulgu literatürle kısmen uyumlu olması katılımcıların günlük akıllı telefon kullanım sürelerinin görsel yorulmaya neden olacak kadar uzun süre olmaması ile açıklanmıştır.

Bu çalışmada, akıllı telefon kullanımı sırasında, statik ve dinamik denge parametreleri olumsuz yönde etkilenmiş ve H1 Hipotezi olan " Akıllı telefon kullanımı statik ve dinamik denge parametrelerini olumsuz yönde etkilemektedir." Hipotezini doğrulamaktadır.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda akıllı telefon kullanım sırasında dinamik ve statik denge parametrelerindeki değişiklikler incelenip aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Duyu Organizasyon testinde, Durum 1 ve Durum 4 'te, akıllı telefon kullanım sırasında, akıllı telefon kullanılmayan duruma göre denge skorlarında istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş gözlenmiştir ( $p<.05$ ).

Tek Ayak Duruş testinde, akıllı telefon kullanım sırasında, akıllı telefonun kullanılmadığı duruma göre, vücut salınım hızlarında istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmiştir ( $p<.05$ ).

Düz Yürüme testinde, akıllı telefon kullanım sırasında, akıllı telefonun kullanılmadığı duruma göre adım hızı ve adım uzunluğunda anlamlı bir düşüş gözlenmiştir ( $p<.05$ ).

Tandem Yürüyüş testinde, akıllı telefon kullanım sırasında, akıllı telefonun kullanılmadığı duruma göre adım genişliğinde ve adım hızında istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş gözlenirken ( $p<.05$ ), salınım hızında istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmiştir ( $p<.05$ ).

Çift görev paradigmaları, sağlıklı genç yetişkinlerde araştırılmıştır. Yaşlı bireylerde, periferik ve santral vestibüler problemi olan bireylerde de uygulanması önerilmektedir.

Akıllı telefon kullanımının postüral kontrol ve denge etkilerini farklı koşullarda (araç kullanırken, sanal gerçeklik ile vb) daha kapsamlı belirlemek ve olası zorlukları ve kazaları önlemek açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

1. Barmack NH. Central vestibular system: vestibular nuclei and posterior cerebellum. *Brain research bulletin*. 2003;60(5-6):511-41.
2. Wiest G. The origins of vestibular science. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2015;1343(1):1-9.
3. Kang S, Hong JE, Choi E, Lyu J. Blue-light induces the selective cell death of photoreceptors in mouse retina. *J Korean Ophthalmic Opt Soc*. 2016;21(1):69-76.
4. Jang YS, Kim US, Baek S-H, Kim YR, Gong SM. Research on ocular fatigability induced by multimedia and instrument features. *Journal of the Korean Ophthalmological Society*. 2012;53(5):689-93.
5. Park HJ, Yi K. Relationship between middle school students' computer using time and dry eye. *Journal of The Korean Ophthalmological Society*. 2002;43(3):449-54.
6. Lateiner JE, Sainburg RL. Differential contributions of vision and proprioception to movement accuracy. *Experimental brain research*. 2003;151(4):446-54.
7. Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Motor control: translating research into clinical practice*: Lippincott Williams & Wilkins; 2007.
8. Winter DA. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait & posture*. 1995;3(4):193-214.
9. Hrysomallis C. Relationship between balance ability, training and sports injury risk. *Sports medicine*. 2007;37(6):547-56.
10. Macpherson J, Horak F. *Posture. Principles of neural science*, New York: McGraw-Hill. 2013:5.
11. Horak FB, Henry SM, Shumway-Cook A. Postural perturbations: new insights for treatment of balance disorders. *Physical therapy*. 1997;77(5):517-33.
12. Winter DA, Patla AE, Frank JS. Assessment of balance control in humans. *Med Prog Technol*. 1990;16(1-2):31-51.
13. 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.
14. Rubenstein LZ. Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention. *Age and ageing*. 2006;35(suppl\_2):ii37-ii41.
15. Blake A, Morgan K, Bendall M, Dallosso H, Ebrahim S, Arie T, et al. Falls by elderly people at home: prevalence and associated factors. *Age and ageing*. 1988;17(6):365-72.
16. Ringhof S, Stein T. Biomechanical assessment of dynamic balance: Specificity of different balance tests. *Human movement science*. 2018;58:140-7.
17. Era P, Sainio P, Koskinen S, Haavisto P, Vaara M, Aromaa A. Postural balance in a random sample of 7,979 subjects aged 30 years and over. *Gerontology*. 2006;52(4):204-13.
18. Hrysomallis C. Balance ability and athletic performance. *Sports medicine*. 2011;41(3):221-32.
19. Fransz DP, Huurnink A, Kingma I, van Dieën JH. How does postural stability following a single leg drop jump landing task relate to postural stability during a single leg stance balance task? *Journal of biomechanics*. 2014;47(12):3248-53.
20. Liu K, Dierkes C, Blair L. A new jump-landing protocol identifies differences in healthy, coper, and unstable ankles in collegiate athletes. *Sports biomechanics*. 2016;15(3):245-54.
21. Giboin L-S, Gruber M, Kramer A. Task-specificity of balance training. *Human movement science*. 2015;44:22-31.

22. Wälchli M, Tokuno CD, Ruffieux J, Keller M, Taube W. Preparatory cortical and spinal settings to counteract anticipated and non-anticipated perturbations. *Neuroscience*. 2017;365:12-22.
23. Arampatzis A, Karamanidis K, Mademli L. Deficits in the way to achieve balance related to mechanisms of dynamic stability control in the elderly. *Journal of biomechanics*. 2008;41(8):1754-61.
24. Barrett RS, Cronin NJ, Lichtwark GA, Mills PM, Carty CP. Adaptive recovery responses to repeated forward loss of balance in older adults. *Journal of biomechanics*. 2012;45(1):183-7.
25. Do M, Breniere Y, Brenguier P. A biomechanical study of balance recovery during the fall forward. *Journal of Biomechanics*. 1982;15(12):933-9.
26. Granacher U, Bridenbaugh SA, Muehlbauer T, Wehrle A, Kressig RW. Age-related effects on postural control under multi-task conditions. *Gerontology*. 2011;57(3):247-55.
27. Shimada H, Obuchi S, Kamide N, Shiba Y, Okamoto M, Kakurai S. Relationship with dynamic balance function during standing and walking. *American journal of physical medicine & rehabilitation*. 2003;82(7):511-6.
28. Muehlbauer T, Besemer C, Wehrle A, Gollhofer A, Granacher U. Relationship between strength, power and balance performance in seniors. *Gerontology*. 2012;58(6):504-12.
29. Horak FB, Wrisley DM, Frank J. The balance evaluation systems test (BESTest) to differentiate balance deficits. *Physical therapy*. 2009;89(5):484-98.
30. Donath L, Roth R, Zahner L, Faude O. Slackline training and neuromuscular performance in seniors: a randomized controlled trial. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2016;26(3):275-83.
31. Ogaya S, Ikezoe T, Soda N, Ichihashi N. Effects of balance training using wobble boards in the elderly. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2011;25(9):2616-22.
32. Yaggie JA, Campbell BM. Effects of balance training on selected skills. *Journal of strength and conditioning research*. 2006;20(2):422.
33. Donath L, Roth R, Zahner L, Faude O. Slackline training (Balancing Over Narrow Nylon Ribbons) and balance performance: a meta-analytical review. *Sports Medicine*. 2017;47(6):1075-86.
34. Kümmel J, Kramer A, Giboin L-S, Gruber M. Specificity of balance training in healthy individuals: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*. 2016;46(9):1261-71.
35. Herdman SJ, Clendaniel R. *Vestibular rehabilitation*: FA Davis; 2014.
36. Pender DJ. *Practical otology*: JB Lippincott; 1992.
37. Bach-y-Rita P. *The control of eye movements*: Elsevier; 2012.
38. Baloh RW, Honrubia V. *Clinical neurophysiology of the vestibular system*: Oxford University Press, USA; 2001.
39. Schuknecht H. *Pathology of the inner ear*. Philadelphia (PA): Lea & Febiger. 1993.
40. Wilson VJ. *Mammalian vestibular physiology*: Springer Science & Business Media; 2013.
41. Goldberg JM, Fernandez C. Physiology of peripheral neurons innervating semicircular canals of the squirrel monkey. I. Resting discharge and response to constant angular accelerations. *Journal of neurophysiology*. 1971;34(4):635-60.
42. Furman JM, Lempert T. *Neuro-otology*: Elsevier; 2016.
43. Waespe W, Henn V. Neuronal activity in the vestibular nuclei of the alert monkey during vestibular and optokinetic stimulation. *Experimental Brain Research*. 1977;27(5):523-38.
44. Waespe W, Henn V. Vestibular nuclei activity during optokinetic after-nystagmus (OKAN) in the alert monkey. *Experimental brain research*. 1977;30(2-3):323-30.

45. Waespe W, Henn V. The velocity response of vestibular nucleus neurons during vestibular, visual, and combined angular acceleration. *Experimental Brain Research*. 1979;37(2):337-47.
46. Collewijn H. Asymmetry of monocular optokinetic nystagmus (OKN) in the rabbit is not abolished by unilateral enucleation at birth. *Neurosci Lett Suppl*. 1981;7:461.
47. Kaufman GD. Video-oculography in the gerbil. *Brain research*. 2002;958(2):472-87.
48. Stahl JS, James RA, Oommen BS, Hoebeek FE, De Zeeuw CI. Eye movements of the murine P/Q calcium channel mutant tottering, and the impact of aging. *Journal of neurophysiology*. 2006;95(3):1588-607.
49. Leigh RJ, Zee DS. *The neurology of eye movements*: Oxford University Press, USA; 2015.
50. Atkinson J, Braddick O, Braddick F. Acuity and contrast sensitivity of infant vision. *Nature*. 1974;247(5440):403-4.
51. Schor CM. Subcortical binocular suppression affects the development of latent and optokinetic nystagmus. *American journal of optometry and physiological optics*. 1983;60(6):481-502.
52. Cullen KE. The neural encoding of self-motion. *Current opinion in neurobiology*. 2011;21(4):587-95.
53. Cullen KE. The vestibular system: multimodal integration and encoding of self-motion for motor control. *Trends in neurosciences*. 2012;35(3):185-96.
54. Reisine H, Raphan T. Unit activity in the vestibular nuclei of monkeys during off-vertical axis rotation. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1992;656(1):954-6.
55. Büttner U, Büttner U. Vestibular nuclei activity in the alert monkey during suppression of vestibular and optokinetic nystagmus. *Experimental Brain Research*. 1979;37(3):581-93.
56. Boyle R, Büttner U, Markert G. Vestibular nuclei activity and eye movements in the alert monkey during sinusoidal optokinetic stimulation. *Experimental brain research*. 1985;57(2):362-9.
57. Beraneck M, Cullen KE. Activity of vestibular nuclei neurons during vestibular and optokinetic stimulation in the alert mouse. *Journal of neurophysiology*. 2007;98(3):1549-65.
58. Bryan AS, Angelaki DE. Optokinetic and vestibular responsiveness in the macaque rostral vestibular and fastigial nuclei. *Journal of neurophysiology*. 2009;101(2):714-20.
59. Medrea I, Cullen KE. Multisensory integration in early vestibular processing in mice: the encoding of passive vs. active motion. *Journal of neurophysiology*. 2013;110(12):2704-17.
60. Boyle R, Pompeiano O. Responses of vestibulospinal neurons to neck and macular vestibular inputs in the presence or absence of the paleocerebellum. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1981;374(1):373-94.
61. Anastasopoulos D, Zivara N, Hollands M, Bronstein A. Gaze displacement and inter-segmental coordination during large whole body voluntary rotations. *Experimental brain research*. 2009;193(3):323-36.
62. Gdowski GT, Belton T, McCrear RA. The neurophysiological substrate for the cervico-ocular reflex in the squirrel monkey. *Experimental brain research*. 2001;140(3):253-64.
63. Barresi M, Grasso C, Volsi GL, Manzoni D. Effects of body to head rotation on the labyrinthine responses of rat vestibular neurons. *Neuroscience*. 2013;244:134-46.
64. Sadeghi SG, Mitchell DE, Cullen KE. Different neural strategies for multimodal integration: comparison of two macaque monkey species. *Experimental brain research*. 2009;195(1):45-57.
65. Roy JE, Cullen KE. Selective processing of vestibular reafference during self-generated head motion. *Journal of Neuroscience*. 2001;21(6):2131-42.



66. Roy JE, Cullen KE. Dissociating self-generated from passively applied head motion: neural mechanisms in the vestibular nuclei. *Journal of Neuroscience*. 2004;24(9):2102-11.
67. Freedman EG, Sparks DL. Eye-head coordination during head-unrestrained gaze shifts in rhesus monkeys. *Journal of neurophysiology*. 1997;77(5):2328-48.
68. Goossens HH, Van Opstal A. Human eye-head coordination in two dimensions under different sensorimotor conditions. *Experimental Brain Research*. 1997;114(3):542-60.
69. McCluskey MK, Cullen KE. Eye, head, and body coordination during large gaze shifts in rhesus monkeys: movement kinematics and the influence of posture. *Journal of neurophysiology*. 2007;97(4):2976-91.
70. Baker JF. Dynamics and directionality of the vestibulo-collic reflex (VCR) in mice. *Experimental brain research*. 2005;167(1):108-13.
71. Takemura K, King W. Vestibulo-collic reflex (VCR) in mice. *Experimental brain research*. 2005;167(1):103-7.
72. Cannon S, Robinson DA. Loss of the neural integrator of the oculomotor system from brain stem lesions in monkey. *Journal of neurophysiology*. 1987;57(5):1383-409.
73. Straka H, Dieringer N. Basic organization principles of the VOR: lessons from frogs. *Progress in neurobiology*. 2004;73(4):259-309.
74. Straka H, Baker R. Vestibular blueprint in early vertebrates. *Frontiers in neural circuits*. 2013;7:182.
75. Minor LB, Lasker DM, Backous DD, Hullar TE. Horizontal vestibuloocular reflex evoked by high-acceleration rotations in the squirrel monkey. I. Normal responses. *Journal of Neurophysiology*. 1999;82(3):1254-70.
76. Huterer M, Cullen KE. Vestibuloocular reflex dynamics during high-frequency and high-acceleration rotations of the head on body in rhesus monkey. *Journal of neurophysiology*. 2002;88(1):13-28.
77. Roy JE, Cullen KE. Brain stem pursuit pathways: dissociating visual, vestibular, and proprioceptive inputs during combined eye-head gaze tracking. *Journal of neurophysiology*. 2003;90(1):271-90.
78. Ramachandran R, Lisberger SG. Neural substrate of modified and unmodified pathways for learning in monkey vestibuloocular reflex. *Journal of neurophysiology*. 2008;100(4):1868-78.
79. Shumway-Cook A, Woollacott M. Attentional demands and postural control: the effect of sensory context. *Journals of Gerontology-Biological Sciences and Medical Sciences*. 2000;55(1):M10.
80. Neumann O. Automatic processing: A review of recent findings and a plea for an old theory. *Cognition and motor processes*: Springer; 1984. p. 255-93.
81. Wickens CD. *Attention and skilled performance*. 1989.
82. Kerr B, Condon SM, McDonald LA. Cognitive spatial processing and the regulation of posture. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 1985;11(5):617.
83. Ebersbach G, Dimitrijevic MR, Poewe W. Influence of concurrent tasks on gait: a dual-task approach. *Perceptual and motor skills*. 1995;81(1):107-13.
84. Teasdale N, Bard C, LaRue J, Fleury M. On the cognitive penetrability of posture control. *Experimental aging research*. 1993;19(1):1-13.
85. Maylor EA, Wing AM. Age differences in postural stability are increased by additional cognitive demands. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*. 1996;51(3):P143-P54.
86. Rankin JK, Woollacott MH, Shumway-Cook A, Brown LA. Cognitive influence on postural stability: a neuromuscular analysis in young and older adults. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 2000;55(3):M112-M9.

87. Roeser RJ, Valente M, Hosford-Dunn H. *Audiology: diagnosis* (Vol. 2.). New York: Thieme; 2007.
88. Monsell EM, Furman JM, Herdman SJ, Konrad HR, Shepard NT. Computerized dynamic platform posturography. *Otolaryngology--Head and Neck Surgery*. 1997;117(4):394-8.
89. Mbongo F, Patko T, Vidal P, Vibert N, Huy PTB, De Waele C. Postural control in patients with unilateral vestibular lesions is more impaired in the roll than in the pitch plane: a static and dynamic posturography study. *Audiology and Neurotology*. 2005;10(5):291-302.
90. Bohannon RW. Comfortable and maximum walking speed of adults aged 20—79 years: reference values and determinants. *Age and ageing*. 1997;26(1):15-9.
91. Lajoie Y, Teasdale N, Bard C, Fleury M. Attentional demands for static and dynamic equilibrium. *Experimental brain research*. 1993;97(1):139-44.
92. McIlroy WE, Norrie RG, Brooke JD, Bishop DC, Nelson AJ, Maki BE. Temporal properties of attention sharing consequent to disturbed balance. *Neuroreport*. 1999;10(14):2895-9.
93. 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(1-2):65-73.
94. Siu K-C, Chou L-S, Mayr U, Donkelaar Pv, Woollacott MH. Does inability to allocate attention contribute to balance constraints during gait in older adults? *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 2008;63(12):1364-9.
95. Yogev-Seligmann G, Rotem-Galili Y, Mirelman A, Dickstein R, Giladi N, Hausdorff JM. How does explicit prioritization alter walking during dual-task performance? Effects of age and sex on gait speed and variability. *Physical therapy*. 2010;90(2):177-86.
96. Huxhold O, Li S-C, Schmiedek F, Lindenberger U. Dual-tasking postural control: aging and the effects of cognitive demand in conjunction with focus of attention. *Brain research bulletin*. 2006;69(3):294-305.
97. Hausdorff JM, Edelberg HK, Mitchell SL, Goldberger AL, Wei JY. Increased gait unsteadiness in community-dwelling elderly fallers. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1997;78(3):278-83.
98. Brach JS, Berlin JE, VanSwearingen JM, Newman AB, Studenski SA. Too much or too little step width variability is associated with a fall history in older persons who walk at or near normal gait speed. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 2005;2(1):21.
99. Brown LA, Shumway-Cook A, Woollacott MH. Attentional demands and postural recovery: the effects of aging. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*. 1999;54(4):M165-M71.
100. Rapp MA, Krampe RT, Baltes PB. Adaptive task prioritization in aging: selective resource allocation to postural control is preserved in Alzheimer disease. *The American Journal of Geriatric Psychiatry*. 2006;14(1):52-61.
101. Vander Velde T, Woollacott M. Non-visual spatial tasks reveal increased interactions with stance postural control. *Brain research*. 2008;1208:95-102.
102. Yardley L, Gardner M, Leadbetter A, Lavie N. Effect of articulatory and mental tasks on postural control. *Neuroreport*. 1999;10(2):215-9.
103. Mourcou Q, Franco C, Diot B, Vuillerme N, editors. Assessment of attention demand for balance control using a smartphone: implementation and evaluation. 2018 40th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC); 2018: IEEE.

104. Mujdeci B, Turkyilmaz D, Yagcioglu S, Aksoy S. The effects of concurrent cognitive tasks on postural sway in healthy subjects. *Brazilian journal of otorhinolaryngology*. 2016;82(1):3-10.
105. Oude Nijhuis LB, Bloem BR, Carpenter MG, Allum JH. Incorporating voluntary knee flexion into nonanticipatory balance corrections. *Journal of neurophysiology*. 2007;98(5):3047-59.



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

Sayı : 16969557 -1748

Konu :

ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

**Toplantı Tarihi** : 19 ARALIK 2017 SALI  
**Toplantı No** : 2017/27  
**Proje No** : GO 17/995 (Değerlendirme Tarihi: 19.12.2017)  
**Karar No** : GO 17/995- 29

Üniversitemiz Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü öğretim üyelerinden Prof. Dr. Songül AKSOY' un sorumlu araştırmacı olduğu, Arş. Gör. Buşra ALTIN ile birlikte çalışacakları ve Arş. Gör. Emre ORHAN' ın yüksek lisans tezi olan, GO 17/995 kayıt numaralı, "*Akıllı Telefon Kullanımı Strasında Statik ve Dinamik Denge Parametrelerindeki Değişikliklerin İncelenmesi*" başlıklı proje önerisi araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur.

- |   |   |
|---|---|
| 1. Prof. Dr. Nurten AKARSU (Başkan)     | 10 Prof. Dr. Oya Nuran EMİROĞLU (Üye)       |
| 2. Prof. Dr. Sevda F. MÜFTÜOĞLU (Üye)   | 11 Yrd. Doç. Dr. Özay GÖKÖZ (Üye)           |
| 3. Prof. Dr. M. Yıldırım SAĞLAM (Üye)   | 12. Doç. Dr. Gözde GİRGİN (Üye)             |
| 4. Prof. Dr. Necdét SAĞLAM (Üye)        | 13. Doç. Dr. Fatma Visal OKUR (Üye)         |
| 5. Prof. Dr. Hatice Doğan BUZOĞLU (Üye) | 14. Doç. Dr. Can Ebru KURT (Üye)            |
| 6. Prof. Dr. R. Köksal ÖZGÜL (Üye)      | 15. Yrd. Doç. Dr. H. Hüseyin TURNAGÖL (Üye) |
| 7. Prof. Dr. Ayşe Lale DOĞAN (Üye)      | 16. Öğr. Gör. Dr. Müge DEMİR (Üye)          |
| 8. Prof. Dr. Elmas Ebru YALÇIN (Üye)    | 17. Öğr. Gör. Dr. Meltem ŞENGELEN (Üye)     |
| 9. Prof. Dr. Mintaze Kerem GÜNEL (Üye)  | 18. Av. Meltem ONURLU (Üye)                 |

## EK-2

## BİLGİ FORMU

Vaka No :

Cinsiyet :

Doğum Tarihi :

Meslek :

Eğitim Durumu :

Akıllı telefonunuz var mı?

1) Akıllı telefon kullanım süreniz ?

 yıl       yıl      -6 yıl      7 yıl ve ri

2) Günde ne kadar süre akıllı telefonunuzda vakit geçiriyorsunuz?

 saat    2 saat    4 saat    6 saat    8 saat ve i + \*3). Akıllı

3). Telefonunuzun markası :

.....

4). Akıllı telefonunuzun ekran büyüklüğü:

..... ..... ..... 
4 inç      4,1-5 inç      5,1-6 inç    +    6,1 inç ve üzeri

5). Akıllı telefonunuzun çok hangi amaçla kullanıyorsunuz?

Konuşma

Mesajlaşma

İnstagram

Twitter

Facebook

Diğer uygulamalar:

---

6). Denge probleminiz var mı ?

Evet

Hayır +

7). Ortopedik probleminiz var mı?

Evet

Hayır



## Dijital Makbuz

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

Gönderinizin ilk sayfası aşağıda gönderilmektedir.

Gönderen: Emre Orhan  
Ödev başlığı: AKILLI TELEFON KULLANIMI SIRAS...  
Gönderi Başlığı: AKILLI TELEFON KULLANIMI SIRAS...  
Dosya adı: ak\_ll\_telefon\_tez-3editSA\_3\_Otom..  
Dosya boyutu: 5.11M  
Sayfa sayısı: 97  
Kelime sayısı: 16,717  
Karakter sayısı: 114,152  
Gönderim Tarihi: 22-Oca-2019 12:40PM (UTC+0300)  
Gönderim Numarası: 1066949760



## AKILLI TELEFON KULLANIMI SIRASINDA STATİK VE DİNAMİK DENGİ PARAMETRELERİNDEKİ DEĞİŞİKLİKLERİN İNCELENMESİ

### ORJİNALLİK RAPORU

<b>%6</b>	<b>%4</b>	<b>%1</b>	<b>%4</b>
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

### BİRİNCİL KAYNAKLAR

<b>1</b>	<b>Submitted to Hacettepe University</b> Öğrenci Ödevi	<b>%2</b>
<b>2</b>	<b>tez.yok.gov.tr</b> İnternet Kaynağı	<b>&lt;%1</b>
<b>3</b>	<b>Submitted to Bahcesehir University</b> Öğrenci Ödevi	<b>&lt;%1</b>
<b>4</b>	<b>www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080</b> İnternet Kaynağı	<b>&lt;%1</b>
<b>5</b>	<b>Submitted to Istanbul Aydın University</b> Öğrenci Ödevi	<b>&lt;%1</b>
<b>6</b>	<b>"Poster Özetleri / Poster Abstracts", Turkish Journal of Biochemistry, 2015</b> Yayın	<b>&lt;%1</b>
<b>7</b>	<b>Submitted to Baskent University</b> Öğrenci Ödevi	<b>&lt;%1</b>
<b>8</b>	<b>Submitted to Istanbul University</b>	



## ÖZGEÇMİŞ

### 1. KİŞİSEL BİLGİLER

<p><b>ADI, SOYADI: EMRE ORHAN</b></p> <p>DOĞUM TARİHİ ve YERİ: 12.11.1994 ANKARA</p>	
<p>HALEN GÖREVİ: ARAŞTIRMA GÖREVLİSİ</p> <p>YAZIŞMA ADRESİ: YUNUSEMRE MAH.ŞARKI CAD. 6/4 . YENİMAHALLE. ANKARA</p> <p>TELEFON: 05343071664</p> <p>E-MAIL: <a href="mailto:emreorhan9494@gmail.com">emreorhan9494@gmail.com</a></p>	

### 2. EĞİTİM

Y ILI	DERECESİ	ÜNİVERSİTE	ÖĞRENİM ALANI
2012- 2016	LİSANS	HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ	ODYOLOJİ
2016- DEVAM	YÜKSEK LİSANS	HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ	ODYOLOJİ

### 3. AKADEMİK DENEYİM

GÖREV DÖNEMİ	ÜNVAN	BÖLÜM	ÜNİVERSİTE
2017-	ARAŞTIRMA GÖREVLİSİ	ODYOLOJİ	GAZİ ÜNİVERSİTESİ

### 4. ÇALIŞMA ALANLARI

ÇALIŞMA ALANI	ANAHTAR SÖZCÜKLER
KLİNİK ODYOLOJİ VESTİBÜLER DEĞERLENDİRME VE REHABİLİTASYON İŞİTMEYE YARDIMCI CİHAZ UYGULAMALARI	VERTİGO, VESTİBÜLER , İŞİTME KAYBI , İŞİTME CİHAZLARI

### 5. SON BEŞ YILDAKİ ÖNEMLİ YAYINLAR HENÜZ BULUNMAMAKTADIR.