

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

**YAŞLILARDA HAFİF BİLİŞSEL BOZUKLUĞUN  
VESTİBÜLOKÜLER REFLEKS, DİNAMİK GÖRSEL  
KESKİNLİK VE POSTÜRAL DENGE İLE ETKİLEŞİMİ**

**Uzm. Ody. Mine BAYDAN**

**Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Programı  
DOKTORA TEZİ**

**ANKARA  
2019**

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

**YAŞLILARDA HAFİF BİLİŞSEL BOZUKLUĞUN  
VESTİBÜLOKÜLER REFLEKS, DİNAMİK GÖRSEL  
KESKİNLİK VE POSTÜRAL DENGE İLE ETKİLEŞİMİ**

**Uzm. Ody. Mine BAYDAN**

**TEZ DANIŞMANI**

**Doç. Dr. Bilgehan BÖKE**

**Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Programı**

**DOKTORA TEZİ**

**ANKARA**

**2019**

**ONAY SAYFASI**

Yaşlılarda Hafif Bilişsel Bozukluğu Vestibülooküler Refleks, Dinamik Görsel

Keskinlik ve Postüral Denge ile Etkileşimi

Öğrencinin Mine BAYDAN

Danışman: Doç.Dr. Bilgehan BÖKE

Bu tez çalışması 20.02.2019 tarihinde jürimiz tarafından "Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Programı" nda doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:

Prof. Dr. Tarık Babur KÜÇÜK

(Ankara Üniversitesi)



Üye:

Prof. Dr. Hatice Seyra ERBEK

(Başkent Üniversitesi)



Üye:

Prof. Dr. Gonca SENNAROĞLU

(Hacettepe Üniversitesi)



Üye:

Prof. Dr. Songül AKSOY

(Hacettepe Üniversitesi)



Üye:

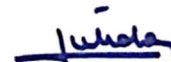
Doç.Dr. Meral Didem TÜRKYILMAZ

(Hacettepe Üniversitesi)



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

18 Mart 2019



Prof. Dr. Diclehan ORHAN

Enstitü Müdürü

## YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET BEYANI

### YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

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

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

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

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

18/03/2019

Mine BAYDAN

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

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

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

(3) Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir \*. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlerle 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 kullanan çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir

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

## ETİK BEYANI

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

Mine BAYDAN



## TEŞEKKÜR

Akademik çalışma hayatımın başından beri her türlü desteği esirgemeyen, tez çalışmam ve yazım süreci boyunca hep daha iyisini yapmaya zorlayan sayın danışmanım Doç. Dr. Bilgehan BÖKE'ye,

Akademik hayatımın her adımında her daim yanımda olan Prof. Dr. Songül AKSOY'a tüm desteği ve ilgisi için,

Tez çalışmam boyunca güler yüzleri, destekleri ve verdikleri profesyonel öneriler için sayın Prof. Dr. Gonca SENNAROĞLU, Prof. Dr. Aydan GENÇ, Prof. Dr. Esra YÜCEL ve Doç. Dr. Meral Didem TÜRKYILMAZ'a,

Güler yüzü, akademik ve özel hayatımda bana sağladığı tüm destek için Doç. Dr. Suna YILMAZ'a,

Tezimin her aşamasında verdikleri destek ile Ankara'daki ailem olan, dostlarım Öznur YİĞİT, İlkem UÇAL, Görkem ERTUĞRUL, Merve BATUK, Ezgi SEVİNÇHAN, Nihal KÜÇÜKOĞLU, Murat ASLAN'a,

İsmini saymadığım bütün Hacettepe ve Ankara Üniversitesi Odyoloji bölümü çalışanlarına,

En stresli zamanlarımda beni sakinleştiren, desteğiyle hayatımı kurtaran ve varlığıyla dünyamı değiştiren Orkun Tahir ARAN'a

Herşeyimi borçlu olduğum ve tez çalışmamı kendilerine adadığım annem Ayşe BAYDAN, babam Mustafa BAYDAN ve kardeşim Oya BAYDAN'a verdikleri sonsuz destek için,

Sonsuz teşekkürler...

## ÖZET

**Baydan, M., Yaşlılarda Hafif Bilişsel Bozukluğun Vestibülooküler Refleks, Dinamik Görsel Keskinlik ve Postüral Denge ile Etkileşimi. Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Programı, Doktora Tez, Ankara, 2019.** Yaşlı populasyonun yaklaşık olarak %30'u her yıl düşmekte ve bu durum önemli bir sağlık problemiyle sonuçlanmaktadır. Bilişsel gerileme düşme için bağımsız bir risk faktörüdür. Hafif bilişsel bozukluk, bireyin yaşından beklenenden daha fazla ancak günlük yaşam aktivitelerini etkilemeyen bilişsel gerileme durumudur. Çalışmada, hafif bilişsel bozukluğu olan bireylerin vestibülooküler refleksleri, dinamik görsel keskinlikleri ve postüral dengeleri değerlendirilerek sağlıklı kontrol grubuyla karşılaştırılmıştır. Bu amaçla hafif bilişsel bozukluğu olan 10 birey ve aynı yaş grubundan sağlıklı 10 birey çalışmaya dahil edilmiştir. Bireylere işitme testi uygulandıktan sonra videonistagmografi, dinamik görsel keskinlik ve bilgisayarlı dinamik postürografi ölçümleri yapılmıştır. Hafif bilişsel bozukluğu olan bireylerin Dinamik Görsel Keskinlik Testi Perception Time Test skorları kontrol grubuyla karşılaştırıldığında anlamlı derecede uzun bulunmaktır ( $p<0,05$ ). Bilgisayarlı Dinamik Postürografi VEST parametresi, DOT 2, DOT 3, DOT 6 ve Birleşik Denge Skorları HBB grubunda anlamlı derecede düşük bulunmuştur. Videonistagmografik ölçümler açısından iki grup arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır. Çalışmanın sonucunda hafif bilişsel bozukluğu olan bireylerin sağlıklı yaşlılarına oranla düşmeye daha eğilimli oldukları sonucuna varılmış ve bu bireylerin düşmeyi önleyici rehabilitasyon programlarına alınmaları önerilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Hafif bilişsel bozukluk, dinamik görsel keskinlik, postüral denge

## ABSTRACT

**Baydan, M., The Interaction Between Mild Cognitive Impairment with Vestibulo-ocular Reflex, Dynamic Visual Acuity and Postural Balance in the Elderly. Hacettepe University, Graduate School of Health Sciences, Audiology and Speech Therapy Program, PhD Thesis, Ankara, 2019.** Approximately 30% of the elderly population is falling each year, resulting in a major health problem. Cognitive decline is an independent risk factor for fall. Mild cognitive impairment is a cognitive decline that is higher than expected in the individual's age but does not affect the activities of daily living. In the study, vestibulo-ocular reflexes, dynamic visual acuities and postural balances of individuals with mild cognitive impairment were evaluated and compared with the healthy control group. For this purpose, 10 individuals with mild cognitive impairment and 10 healthy individuals from the same age group were included in the study. After the hearing test was applied to the individuals, videonistagmography, dynamic visual acuity and computerized dynamic posturography measurements were performed. Dynamic Visual Acuity Perception Time Test scores of the individuals with mild cognitive impairment were significantly longer compared to the control group ( $p < 0.05$ ). Computerized Dynamic Posturography VEST parameter, SOT 2, SOT 3, SOT 6 and Composite Balance Scores were significantly lower in the MCI group. There was no significant difference between the two groups in terms of videonistagmographic measurements. As a result of the study, it was concluded that individuals with mild cognitive impairment were more prone to fall compared to their healthy peers and that these individuals should be included in fall prevention rehabilitation programs.

**Keywords:** Mild cognitive impairment, dynamic visual acuity, postural balance



**İÇİNDEKİLER**

	<b>Sayfa</b>
ONAY SAYFASI	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET BEYANI	iv
ETİK BEYANI	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
ŞEKİLLER	xiii
TABLolar	xiv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Vestibülo-Oküler Refleks (VOR)	7
2.2. Vestibülo-Spinal Refleks	9
2.3. Dinamik Görsel Keskinlik	9
2.4. Videonistagmografi	13
2.4.1. Sakkad Test	14
2.4.2. Gaze Testleri	16
2.4.3. Optokinetik Nistagmus (OKN)	16
2.4.4. Smooth Pursuit Test	16
2.5. Bilgisayarlı Dinamik Postürografi	17
2.5.1. Denge Puanı	19
2.5.2. Bileşik Denge Puanı	19
2.5.3. Duyu Analizi	20
2.5.4. Strateji Analizi	20
2.5.5. Ağırlık Merkezi Hizası	20
2.6. Yaşlanma ve Vestibüler Sistem	22
2.7. Hafif Bilişsel Bozukluk ve Denge	24
3. BİREYLER VE YÖNTEM	30
3.1. Bireyler	30

3.2. Yöntem	31
3.2.1. Videonistagmografi	32
3.2.2. Bilgisayarlı Dinamik Postürografi	33
3.2.3. Dinamik Görsel Keskinlik	33
4. BULGULAR	37
4.1. Demografik Bilgiler	37
4.2. Videonistagmografi Bulguları	38
4.2.1. Sakkadik Test Bulguları	38
4.2.2. Smooth Pursuit Test Bulguları	39
4.2.3. Optokinetik Test Bulguları	39
4.2.4. Gaze Test ve Spontan Nistagmus Testi Bulguları	40
4.3. Bilgisayarlı Dinamik Postürografi Bulguları	40
4.4. Dinamik Görsel Keskinlik Bulguları	42
5. TARTIŞMA	43
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	51
7. KAYNAKLAR	53
8. EKLER	59
EK-1. Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Karar Formu	59
EK-2. Tez Orjinallik Raporu Ekran Görüntüsü	60
EK-3. Tez Orjinallik Raporu Dijital Makbuzu	61
9. ÖZGEÇMİŞ	62

**SİMGELER VE KISALTMALAR**

<b>AH</b>	: Alzheimer Hastalığı
<b>AICA</b>	: Anterior İnferior Serebellar Arter
<b>BDP</b>	: Bilgisayarlı Dinamik Postürografi
<b>CDR</b>	: Clinical Dementia Rating
<b>DGK</b>	: Dinamik Görsel Keskinlik
<b>DOT</b>	: Duyusal Organizasyon Testi
<b>GDS</b>	: Global Deterioration Scale for Ageing and Dementia
<b>GST</b>	: Gaze Stabilization Test
<b>HBB</b>	: Hafif Bilişsel Bozukluk
<b>Hz</b>	: Hertz
<b>K</b>	: Potasyum
<b>LED</b>	: Light Emitting Diode
<b>LogMAR</b>	: Logarithm of the Minimum Angle of Resolution
<b>MKT</b>	: Motor Kontrol Test
<b>MLF</b>	: Medial Longitudinal Fasikulus
<b>MSS</b>	: Merkezi Sinir Sistemi
<b>Na</b>	: Sodyum
<b>NINCDS/ADRDA</b>	: National Institute of Neurological and Communicative Disorders and Stroke / the Alzheimer's Disease and Related Disorders Association

<b>OKN</b>	: Optokinetik Nistagmus
<b>PTT</b>	: Perception Time Test
<b>Sn</b>	: Saniye
<b>SSK</b>	: Semisirküler Kanal
<b>VCR</b>	: Vestibülo-Kolik Refleks
<b>VNG</b>	: Videonistagmografi
<b>VOR</b>	: Vestibülo-Oküler Refleks
<b>VSR</b>	: Vestibülo-Spinal Refleks
<b>X ±SS</b>	: Ortalama ± Standart Sapma

**ŞEKİLLER**

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
2.1. Vestibüler sistem yapıları	5
2.2. Vestibülo-oküler refleks	7
2.3. VOR hareket düzlemleri	8
2.4. Bilgisayarlı dinamik postürografi	18
2.5. Normal ve anormal BDP sonuçları	21

**TABLolar**

<b>Tablo</b>	<b>Sayfa</b>
4.1. HBB ve Kontrol grubuna ait yaş ve cinsiyet dağılımı	37
4.2. HBB ve Kontrol Grubuna Ait Sakkadik Test Sonuçları	38
4.3. HBB ve Kontrol Grubuna Ait Smooth Pursuit Test Sonuçları	39
4.4. HBB ve Kontrol Grubuna Ait Optokinetik Test Sonuçları	39
4.5. HBB ve Kontrol Grubuna Ait Duyusal Organizasyon Testi Sonuçları	40
4.6. HBB ve Kontrol Grubuna Ait Duyusal Organizasyon Testi Denge Skorları ve Birleşik Denge Skorları	41
4.7. HBB ve Kontrol Grubuna Ait Dinamik Görsel Keskinlik Testi Sonuçları	42

## 1. GİRİŞ

Yaşlanma ile birlikte dengenin sağlanmasında rol alan vestibüler, görsel ve proprioseptif sistemlerin fonksiyonlarında meydana gelen azalma, sıklıkla bu dönemde yürüme bozuklukları ve düşmeye neden olur. Bu bozukluklar, ayrıca, yaşam kalitesini ve psikososyal durumu negatif yönde etkileyen etmenlerdir (1).

“Hafif bilişsel bozukluk”, bireyin yaşına ve eğitim seviyesine göre beklenenden fazla ama günlük aktivitelerini etkilemeyecek düzeyde olan kognitif gecikme olarak tanımlanmakta; hafıza, planlama, dikkat ve visuospatial yeteneklerle ilgili problemleri içermektedir. Hafif bilişsel bozukluk 65 yaş üstü popülasyonun %3-%19’unu etkilemektedir (2-5). Bilişsel bozukluklar yaşlı bireylerde düşme ve düşmeye bağlı, kalça kırığı, kafa travması gibi ciddi yaralanmalar için bağımsız bir risk faktörü oluşturmakta ve her yıl kognitif problemlili hastaların %70’i düşmektedir (3, 6). Yönetici fonksiyonların bozulmasının, hastalarda yürüme güçlüğü ve postüral instabiliteye neden olarak düşmeye yol açması literatürde geniş bir yer bulmaktadır (6-10). İlerleyen yaş ile birlikte görme fonksiyonlarının ve görsel keskinliğin azalmasının, yaşlı bireylerde dengeyi ve dolayısıyla düşmeyi etkileyen en önemli faktörlerden biri olduğu düşünülmektedir (11).

Vestibülo-Oküler Refleks (VOR), baş hareketi sırasında bakışın sabit kalmasını (sabit bakışın sürdürülmesi), imajın retina üzerinde sabit kalmasını dolayısıyla da temiz görüşün sürdürülebilmesini sağlar (12).

Görsel keskinlik, görsel işleme sisteminin mekansal çözümlemesini (spatial resolution) ifade etmektedir (11). Dinamik görsel keskinlik ise hareket eden bir nesnenin mekansal ince detaylarını çözümleyebilmeyi içermektedir. Dinamik görsel keskinlik, baş sabitken hareket eden nesnelerin veya baş/gövde hareketli ama nesne sabitken; nesnelerin mekansal detaylarını çözümleme yeteneğidir (13).

Mekansal algılama, organizmanın çevreye uyum sağlaması ve varlığını sürdürmesinde yaşamsal bir öneme sahiptir. Organizma belirli bir mekanda gerek kendi pozisyonunu gerekse de diğer canlı ve cansız varlıkların mekansal konumunu algılayarak, varlığını sürdürmesi için gerekli olan kaynaklara ve varlığını tehdit eden uyarılara tepkide bulunur. İnsanlar mekanı, mekandaki olaylar ve nesneler arasındaki ilişkilere, nesnelerin yerlerine ve vücudun nesnelerle olan ilişkilerine göre algılamaktadırlar. Mekansal bilgi eşzamanlı olarak görsel, işitsel, vestibüler, somatik

ve proprioseptif kanallardan gelen bilgilerin düzenlenmesiyle sağlanmaktadır. Bu sistemlerden herhangi birinde oluşan bir hasar/bozukluk bireylerin dengesinin bozulmasına ve özellikle yaşlı bireylerde düşmeye neden olabilir (14).

Postüral dengesizlik; hareket duyusu, yön kaybı, sersemleme ve dengesizliği de içine alan geniş bir semptom çeşitliliğini kapsamaktadır. İleri yaştaki hastalarda görülen kronik postüral dengesizliğin, toplam nüfusun %13-%38'ini oluşturduğu tahmin edilmektedir. Kronik dengesizlik yakınması; yüksek oranda düşme, baygınlık, işlevsel yetersizlik ile yakından ilişkilidir (15).

Bu çalışmada hafif derecede bilişsel bozukluğu olan bireylerin vestibülo-oküler refleks, dinamik görsel keskinlik ve postüral dengelerinin değerlendirilerek sağlıklı kontrol grubuyla karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Hipotezler;

H0: Hafif bilişsel bozukluğu olan yaşlı bireylerin VOR keskinlikleri, hafif bilişsel bozukluğu olmayan bireylerden farklılık göstermemektedir.

H1: Hafif bilişsel bozukluğu olan yaşlı bireylerin VOR keskinlikleri, hafif bilişsel bozukluğu olmayan bireylerden farklılık göstermektedir.

H0: Hafif bilişsel bozukluğu olan yaşlı bireylerin postüral dengeleri, hafif bilişsel bozukluğu olmayan bireylerden farklılık göstermemektedir.

H1: Hafif bilişsel bozukluğu olan yaşlı bireylerin postüral dengeleri, hafif bilişsel bozukluğu olmayan bireylerden farklılık göstermektedir.

H0: Hafif bilişsel bozukluğu olan yaşlı bireylerin dinamik görsel keskinlikleri hafif bilişsel bozukluğu olmayan bireylerden farklılık göstermemektedir.

H1: Hafif bilişsel bozukluğu olan yaşlı bireylerin dinamik görsel keskinlikleri hafif bilişsel bozukluğu olmayan bireylerden farklılık göstermektedir.



## 2. GENEL BİLGİLER

İnsan vestibüler sistemi 3 komponentten oluşur: Periferik duyuşal organ (*peripheral sensory apparatus*), santral işlemlci (*central processor*) ve motor çıkış mekanizması (*a mechanism for motor output*). Periferik organ, başın açısal hızı ve lineer hızlanma (*linear acceleration*) ile ilgili santral sinir sistemine, özellikle de vestibüler nükleus kompleks ve serebelluma bilgi gönderen bir grup hareket sensöründen oluşur. Santral sinir sistemi bu bilgiyi diğer duyuşal sistemlerden gelen bilgilerle birleştirek baş ve gövdenin oryantasyonu ile ilgili bilgi sağlar (16).

İç kulakta yer alan, periferik vestibüler sistem, lateralde hava ile dolu orta kulakla, medialde temporal kemikle ve posteriorde koklea ile sınırlanmıştır (16). Temporal kemiğin petröz kısmında kavernöz açıklıktan oluşan kemik labirent ve basit epitelyal zardan oluşan membranöz labirent yer alır. Endolenf sıvısı ile dolu olan membranöz labirent kemik labirentin içinde yer alır ve ondan perilenf sıvısı ile ayrılır (17).

Kemik labirent, 3 semisirküler kanal (SSK), koklea ve vestibül adı verilen santral hazneden oluşur. Kimyası serebrospinal sıvı ile benzerlik gösteren (yüksek Na:K oranı) perilenfatik sıvı ile doludur. Perilenfatik sıvı koklear aqueduct aracılığıyla serebrospinal sıvı ile iletişim kurar. Bu iletişimden dolayı serebrospinal sıvı basıncını etkileyen bozukluklar (lumbar puncture gibi) iç kulak fonksiyonunu da etkiler (16).

Membranöz labirent, perilenfatik sıvı ve destekleyici doku ile kemik labirentten ayrılır. 5 sensör organ içerir: 3 SSK'nın membranöz kısımları ve iki otolit organ (utrikül, sakkül). Her SSK'nın ucu ampullaya doğru genişler. Membranöz labirent, kimyası intraselüler sıvı ile (yüksek K:Na oranı) benzerlik gösteren endolenfatik sıvı ile doludur. Normal şartlarda endolenf ve perilenf arasında bir ilişki yoktur (16).

Otolit organlar utrikül ve sakküldür. Utrikül, horizontal plandaki hareketleri (ileri-geri, sağ-sol ve bunların kombinasyonları) algılar. Sakkül, sagittal plandaki hareketleri (nazo-oksipital, yukarı aşağı ve bunların kombinasyonları) algılar. Otolit organlar, hareketlerden kaynaklanan yerçekimi oryantasyonunu da algılar: çeneyi

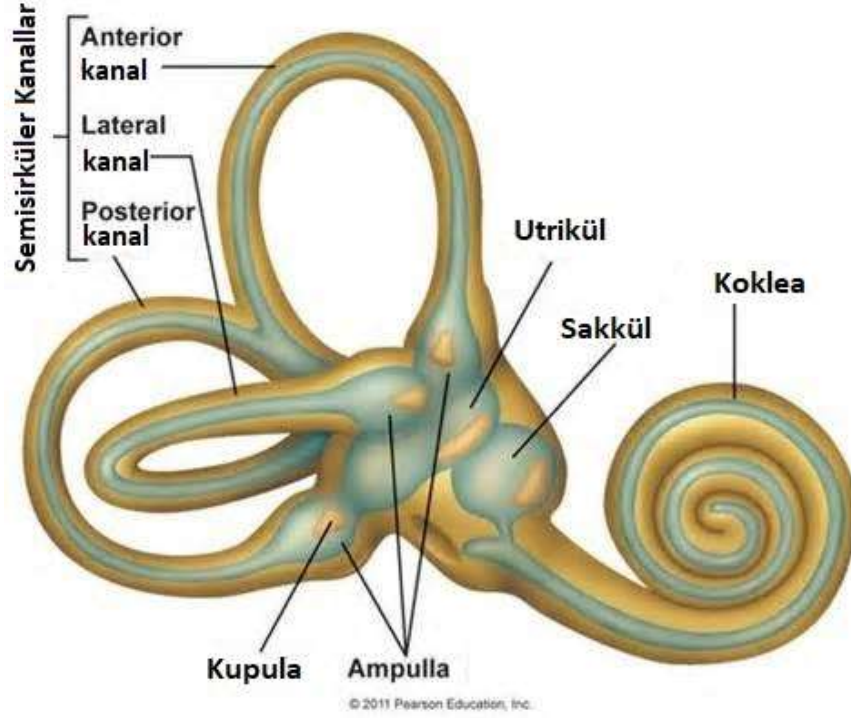
göğüse değirmek (pitch) ya da kulağı omuza değirmek (roll) (18). Bu yapılar membranöz labirentin dilastasyonlarıdır. Endolenf ile dolu olup, makula adı verilen reseptörden zengin bölgeler dışında basit küboid epitelyum ile örtülüdür (17). Utriküler ve sakküler makülalar histolojik olarak aynıdır, dört eleman içerirler:

1. Destek hücreleri: Utrikül ve sakkülü örten basit küboid epitelial hücreleri ile devamlı, basit, kolumnar epitelyum hücrelerinden oluşur.
2. Saçlı hücreler: Destek hücreler arasında yerleşmiş özel reseptör hücrelerdir.
3. Otolitik membran: Saçlı hücreleri kaplayan kalsiyum karbonat kristallerine gömülü jelatinöz bir kütledir.
4. Vestibüler ganglionda hücre dendritleri: Afferent impulsları saçlı hücrelerden beyin sapındaki vestibüler nükleuslara taşırlar.

Başın boşluktaki açısal hızlanmasını belirleyen ve içinde endolenf bulunan üç semisirküler kanal, utriküle direk devamlılığı olan membranöz labirentten oluşmaktadır. Bu kanallar birbirine dik açılı planlarda olduğu için başın her yöndeki açısal akselerasyonu hakkında bilgi sağlar. Ancak utrikül ve sakkülün statik pozisyon belirleme özelliğine sahip değillerdir (17).

Üç semisirküler kanal birbirine dik açı oluşturan 3 uzaysal düzlemde yer alırlar. Posterior semisirküler kanal petröz kemiğin eksenine paraleldir (sagittal ve koronal düzlemlere yaklaşık 45 derecelik açı yapar) ve kabaca düşey pozisyondaydır. Lateral (horizontal) semisirküler kanal, baş normal dikey pozisyondayken, ön kısmında horizontal düzlemden yaklaşık 30 derece yukarı doğru açlandırılmıştır (19).

SSK'ların her biri uç bölgelerindeki genişlemeyle ampullayı oluştururlar (Şekil 2.1.). Ampulla, nöral aktivitedeki rotasyonel hareketin transdüksiyonu için önemli bir yapıdır. Her ampullanın içinde yer alan kupula, SSK'ları tamamen saran jelatinöz bir yapıdır. Baş hareketi sırasında kupula, davul derisi gibi eğilir. Transdüksiyon sürecindeki ilk adım olan bu kupüler hareket, sırasıyla tüy hücrelerin ve VIII. kranial sinirin bir dalı olan SSK sinirinin aktivasyonunu sağlar (18).



**Şekil 2.1.** Vestibüler sistem yapıları (20)

Vestibüler labirentin makulaları, otolit organların sensör transdüksiyon alanlarıdır. Makulalar, polarizasyon vektörü olarak bilinen tüy hücrelerin belirli yönlerdeki hareketlerine organize olurlar. Her makula için, utrikülün horizontal plandaki ve sakkülün sagittal plandaki hareket yönlerinin tam bir temsili bulunur (18).

Her ampulla ve otolit organ için özelleşmiş olan tüy hücreleri, baş hareketi sırasında yer değiştirerek nöral ateşlemeyi başlatan biyolojik sensörlerdir. Ampullaların saç hücreleri; kan damarları, sinir lifleri ve krista ampullaris adı verilen destekleyici bir yapı üzerinde durmaktadır. Sakkül ve utrikülün tüy hücreleri, sakkülün medial duvarı ve utrikülün tabanı üzerindeki makulada bulunmaktadır. Her tüy hücresi, ampullaya yakın yerleşimli vestibüler ganglionda (Scarpa's Ganlion) yer alan afferent nöron tarafından innerve olur. Tüy hücreleri, uzun tarafa yaklaştığında veya uzaklaştığında vestibüler sinirdeki ateşlenme oranı artar veya azalır. Kupula adı verilen esnek, diyafragmatik bir zar, her bir krista üzerindedir ve böylece ampulla, bitişikte yer alan vestibülden tamamen yalıtılır. Açısal kafa hareketi ile ilişkili olarak, kupuladaki endolenfatik basınç farkları, kupulanın ileri ve geri bükülmesine ve saçlı hücrelerin uyarılmasına neden olur (16).

Saçlı hücrelerin polarizasyon eksenini doğrudan doğruya yer değiştirmesi, hücreleri depolarize eder ve vestibüler nükleuslara afferent liflerle taşınan eksitator impulsları başlatır. Saçlı hücrelerin polarizasyon doğrudan doğruya tersi yönde yer değiştirmesi ise, hücreleri depolarize eder ve inhibitör impulsları başlatır (17).

Otolitik zarlar, kupulalara benzer yapıda, fakat daha ağırdır. Otokonya adı verilen kalsiyum karbonat kristalleri içerirler ve bunlar önemli ölçüde daha fazla kütleye sahiptir. Otolitik zarın kütlesi, makulanın yerçekimine ve lineer ivmeye duyarlı olmasına neden olur. Buna karşılık, kupula çevresindeki endolenfatik sıvıyla aynı yoğunluğa sahiptir ve yerçekimine karşı duyarsızdır (16).

Periferik vestibüler sistem, farklı orijinleri olan labirentin arter tarafından beslenir. Çoğu kez “anterior inferior serebellar arter (AICA)” den dallanmasına rağmen, bazen basiller arterden direkt de dallanabilir. İç kulağa girdikten sonra labirentin arter, anterior vestibüler arter ve genel koklear arter olmak üzere ikiye ayrılır. Anterior vestibüler arter, vestibüler sinir, utrikulün büyük bir bölümü ve lateral ve anterior SSK’ın ampullalarını besler. Koklear arter, ana koklear arter ve vestibülo-koklear arter olmak üzere ikiye ayrılır. Ana koklear arter, kokleayı besler. Vestibülo-koklear arter ise kokleanın bir bölümünü, posterior SSK’ın ampullasını ve sakkülün inferior kısmını besler (16).

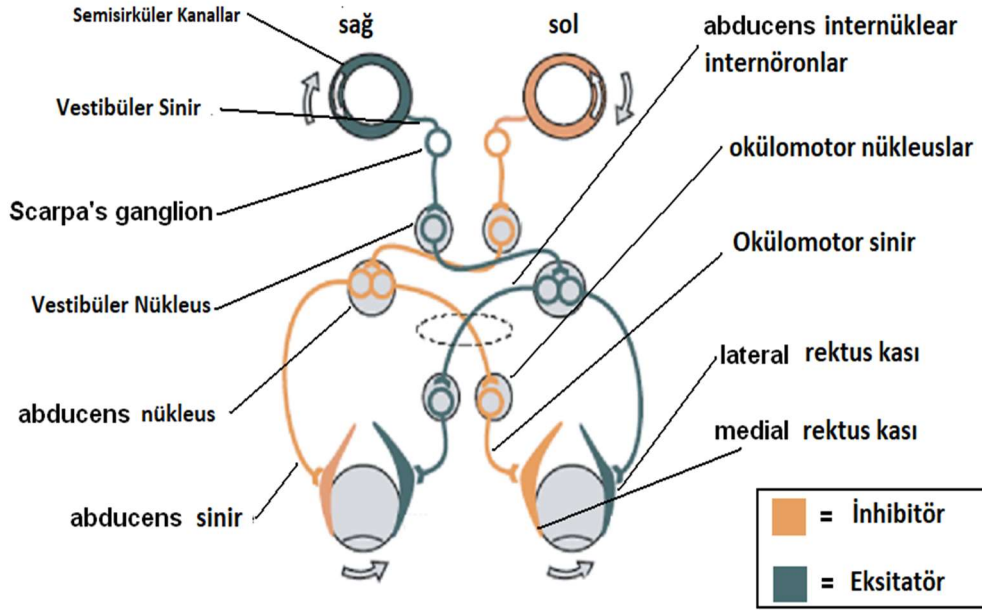
SSK ve otolitlerin tüy hücreleri, baş hareketiyle üretilen mekanik enerjiyi, beyin sapı ve serebellumun belirli alanlarına yönlendirilen nöral deşarjlara dönüştürür. Oryantasyonları sayesinde, kanallar ve otolit organları belirli yönlerde baş hareketine seçici olarak cevap verebilir. Akışkanlar mekaniğindeki farklılıklar nedeniyle, kanallar açılma hızı; otolitler doğrusal ivmelere duyarlıdır (16).

Santral vestibüler sistem çıktısı (*output*), oküler kaslara ve omuriliğe giderek üç önemli refleksin oluşmasını sağlar: vestibülo-oküler refleks (VOR), vestibülo-spinal refleks (VSR) ve vestibülo-kolik refleks (VKR). VOR, baş hareket halindeyken temiz bir görüş sağlar. VKR, boyun kaslarıyla birlikte çalışarak başın stabilizasyonunu sağlar. VSR, kompensatuar beden hareketleri ile başın ve postürün stabilitesini sürdürmesi ve düşmelerin önlenmesi için çalışır (16). Vestibüler sistem, postüral stabiliteyi ve görsel stabilizasyonu, VOR ve VSR aracılığıyla sağlar (21).

## 2.1. Vestibülo-Oküler Refleks (VOR)

VOR'un amacı baş hareketleri sırasında görme alanını sabit tutmaktır (22). Vestibüler çekirdeklerin en önemli efferentlerinden bazıları göz kaslarının motor çekirdeklerine uzanır. Vestibüler organ tarafından gözlerin hareket ve pozisyonunun refleks olarak düzeltilmesi, görsel ufkun kompensatuar ayarlanması ile görsel olarak mekana uyumun sağlanmasına yardımcı olur ve bu da üzerinde odaklanılan objenin görüş alanında kalmasını sağlar. Birçok aktivite sırasında oluşan hızlı ve küçük amplitüdü baş hareketleri sırasında sadece görsel sistemin yaptığı düzenlemeler sabit bir görsel obje tespiti için çok yavaş kalacaktır. Düzenlemeleri daha hızlı yapabilmek için, vestibüler sinyaller, vestibüler çekirdeklerden okülomotor çekirdeklere doğru uzanan efferent lifler üzerinden göz kaslarına gönderilir(19).

Vestibüler nükleus, okülomotor nükleusa direk ve indirek iki yoldan bağlanır. Direk yol medial longitudinal fasikulus (MLF) içinde ilerleyerek okülomotor ve abducens nükleusları ile bağlantıyı sağlar. İndirek yol ise retiküler formasyon içinde yer alan multisinaptik bir yoldur. Direk yol göz hareketlerinin hızla başlamasını sağlarken, indirek yol içindeki birçok geri besleme devresi ile gözlerin spontan tonusunu, yapılan hareketlerin ince kontrolünü sağlar. VOR refleksinin latansı 12-14 msn'dir (22).



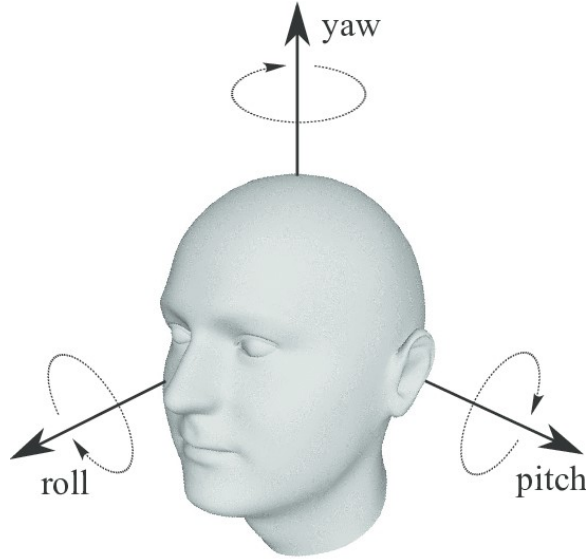
Şekil 2.2. Vestibülo-oküler refleks (23)

VOR, baş hareketine konjuge bir göz hareketi oluşmasını sağlayarak gözlerin obje üzerinde sabit kalmasını sağlayan mekanizmadır, dönüşü de içeren bütün baş hareketleri için çalışır. VOR, en basit formunda 3 nöron arkı tarafından oluşturulur. Horizontal VOR için bu üç nöron: VIII. kranial sinir (nöron 1), vestibüler nükleustan çıkan ve abducens nükleusta sonlanan bir internöron (nöron 2) ve göz kaslarının motonöronudur (nöron 3) (Şekil 2.2.). Horizontal SSK'ın uyarılması, kontralateral abducens nükleusu ve kontralateral lateral rektusu uyarır (18).

SSKlar başın hızına ilişkin bir duyuşal girdi sağlayarak, VOR'in, baş hızıyla eşleşen bir göz hareketi oluşturmasına yardımcı olur. Vestibüler sinirde nöral ateşleme, başın hareket aralığı olan 0,5–7 Hz frekans aralığı boyunca baş hızıyla orantılıdır (16).

VOR'un 3 temel hareket düzlemi vardır (Şekil.2.3.):

1. Vertikal düzlemde (z-ekseni, yaw) horizontal baş rotasyonu
2. Horizontal düzlemde (y-ekseni, pitch) başın ekstansiyonu ve fleksiyonu
3. Bakışın horizontal düzleminde (x-ekseni, roll) lateral baş tilti (24).



**Şekil 2.3.** VOR hareket düzlemleri (25)

Bu üç plan, vestibüler ve oküler sistemin sorumlu olduğu mekansal oryantasyon, hareket algısı, bakış stabilitesi ve postüral kontrolün 3 boyutlu algısını ifade eder (24). VOR, primer çekme yönleri horizontal, posterior ve anterior kanal ile aynı düzlemlerde hizalanmış bir grup ekstraoküler kası birleştirir (24).

Baş hareket halindeyken bakışı sürdürebilmek için, vestibüler sistem VOR yardımıyla baş hızını belirler (hareketin büyüklüğü ile orantılı ama tersi yönde göz hareketleriyle).Baş hareketi sırasında bakışın sabitlemesi/sabit kalması (sabit bakışın sürdürülmesi), imajın retina üzerinde sabit kalmasını dolayısıyla da net görüşün sürdürülebilmesini sağlar (12).

Göz hareketlerini kontrol eden diğer mekanizmalarla karşılaştırıldığında VOR en kısa latansa (<5 msn) sahip olan mekanizmadır. VOR kazancı normal şartlar altında 1 olmalıdır, bununla birlikte düşük/az ışık koşullarında 1'in altına düşebilir (12).

VOR'un disfonksiyonu baş hareketleri sırasında görmede bozulmalara yol açabilir. Görüşte bulanıklık olması vestibüler bir hasar/bozukluk sonrası VOR kazancı restorasyonunu veya vestibüler yakalama sakkadlarını içeren kompensasyon mekanizmasını tamamlanmadığını gösterir (12).

VOR fonksiyonunu ölçen yöntemlerden birisi, göz hızının baş hızına oranını, yani VOR kazancını belirlemektir. Azalmış ya da artmış VOR kazancı göz ve baş hareket hızlarının eşit olmadığını gösterir (12).

## **2.2. Vestibülo-Spinal Refleks**

Vestibülospinal refleks, özellikle yerçekimine karşı koyan kasların kasılmalarının ayarlanması ve hareket sırasında dengenin sağlanmasından sorumludur (21). Vestibüler çekirdekler, spinal motor aktiviteleri (baş pozisyonu, postür satabilitesi, dik yürüyüş) doğrudan lateral ve medial vestibülo spinal yol ve dolaylı olarak da retikülo-spinal trakt yoluyla etkilerler. VSR, baş pozisyonunu sabitlemede ve böylelikle görsel oryantasyonun sağlanmasında önemlidir (19). VSR, postüral kontrole ve denge fonksiyonuna katılır ve otolitlerin uyarımında yer alır (26). Spinal motor işlev, proprioseptif, görsel ve vestibüler reflekslerle kontrol edilir. Bu üç duyuşal sistem karşılıklı olarak birbirini tamamlar ve karşılıklı kontrole tabiidirler (19).

## **2.3. Dinamik Görsel Keskinlik**

Hızlı baş hareketleri sırasında görme keskinliğinin korunması; vestibülo-oküler refleks aracılığıyla, baş hareketlerinin, retinadan görsel hedeflerin kayması üzerindeki etkilerini dengelemek ve böylece görme keskinliğini korumak için telafi

edici göz hareketlerinin aktivasyonu ile gerçekleştirilir. Bu süreç için gerekli olan baş pozisyonu ile ilgili bilgiler vestibüler sistem tarafından sağlanmaktadır. Santral sistem tarafından kompanse edilemeyen vestibüler bozuklukları olan bireyler, baş hareket halindeyken görsel fiksasyonu sürdürmede zorluk çekmektedir. Bu, ossilopsiayı provoke eder. Ossilopsia, gözün, hızlı hareket sırasında düşük vestibülo-oküler refleks kazanımına ikincil olarak bakış stabilitesini sürdürememesinden kaynaklanır. Retinal kayma osilospiye neden olur ve baş hareketleri sırasında görme keskinliğini bozar. Bu hastalar yürürken işaretleri okuma ya da araba kullanma gibi durumlarda zorluk yaşarlar (27, 28).

Baş bir yöne hareket ettiğinde VOR, gözlerin baş hareketinin tam tersi yönünde hareket etmesini sağlar. Bu refleksif süreç, “dinamik görsel keskinlik” olarak bilinir ve baş hareketi sırasında görsel keskinliği korunmasını da sağlar (29). Dinamik görsel keskinlik, VOR fonksiyonunun indirek bir belirleyicisidir (30).

Dinamik görsel keskinlik, ilgili hareket esnasında görsel imajı ve detayı düzeltme yeteneğidir (31). Baş sabitken, hareket eden nesnelere veya baş veya gövde hareketli ama nesne sabitken; nesnelere mekansal detaylarını çözümleme yeteneğidir (13).

Bu nedenle, baş hareketi sırasında görme keskinliğinin ölçülmesi, klinisyenlere, vestibüler fonksiyon kaybının fonksiyonel etkisini değerlendirmenin yanı sıra, kompensasyonu teşvik etmek için müdahalelerin etkinliğini değerlendirmenin bir yolunu da sağlar. Baş hareketleri sırasında görme keskinliğini ölçmek için klinik dinamik görme keskinliği testi ve bilgisayarlı dinamik görme keskinliği testleri geliştirilmiştir (32).

Dinamik görme keskinliği testi, VOR hasarının fonksiyonel etkisini ölçmeye izin veren bir testtir (28). Beden görece stabil olduğunda, otururken ya da ayakta dururken, çok az baş hareketi vardır ve bakış (*gaze*) stabilizasyonu için VOR gerekli değildir. Bunun yerine *smooth pursuit* göz hareketleri bakış stabilizasyonunda daha etkilidir. Yürürken ve özellikle de koşarken, sağlıklı bireylerin kafa hareketlerinin hızı ve sıklığı, *smooth pursuit* göz hareketlerinin kompensasyon yeteneğini aşar. Hareket halindeyken, baş hareketinin hızı ve dominant frekansı horizontal baş hareketleri için



20-78 derece/saniye ve 0,1–1,2 Hz ve vertikal baş hareketleri için 20–39 derece/saniye ve 0,9–5,1 Hz arasında değişir. Kişi daha hızlı yürümeye veya koşmaya başladığında, baş hızı, horizontal olarak 390 derece/saniyeye ve vertikal olarak 163 derece/saniyeye yükselirken frekans hafifçe artar. Bu nedenle, hareket halindeyken baş hareketlerinin hızı, bakışları stabilize etmek için *smooth pursuit* göz hareketlerinin sınırını aşar, fakat VOR'un hız ve frekans aralığındadır. DGK testi, görme keskinliğini, bakış stabilitesine karşı vestibüler katkıyı yansıtan hız ve frekans aralıklarında ölçülmelidir (32).

Dolaşma sırasında, baş hareketleri kesin olarak öngörülebilir bir şekilde ortaya çıkmaz. Bu “rastgelelik” önemlidir çünkü bu koşullar altında, kestirimci göz hareketleri bakışı stabilize etmeye yardımcı olmaz ve sağlıklı bireylerde bile görme keskinliğinde bozulma beklenebilir. DGK testi, hem öngörülebilir (aktif) hem de öngörülemeyen baş hareketi sırasında görme keskinliğini değerlendirebilmelidir (32).

Literatürde, hasarlı VOR fonksiyonunu değerlendirmek için birçok DGK testi yer almaktadır. Bu testler, hasta başını hiç oynatmadığı durumda elde edilen görsel keskinlik skorlarının hasta başını horizontal ve vertikal planda hareket ettirdiğinde elde edilen DGK skorlarına oranlanması temeline dayanır. Normal VOR fonksiyonu olan bireylerde, bu karşılaştırmada çok az bir bozulma gözlenirken, VOR disfonksiyonu olan hastalarda bozulma belirgindir (22, 28).

Hastanın başını hareket ettirdiği ya da klinisyenin hastanın başını hareket ettirdiği ve hastanın görme keskinliği grafiğini okuduğu geleneksel görme keskinliği ölçümleri, 1980'li yılların başından beri kullanılmakta olan bir ölçümdür (32). Klinisyenin hastanın başını hareket ettirdiği, pasif ve dolayısıyla öngörülemeyen baş hareketi, öngörülebilir baş rotasyonları sırasında oluşabilecek olan öngörülebilir sakkadlar ve *smooth pursuit* potansiyel problemlerini önler. Ancak pasif baş hareketleri denemeye, hastaya ve klinisyene göre değişkenlik gösterebilir ve bu tarz bir baş hareketi günlük hayatta yer alan bir uyarandır (30).

Klinik DGK testi için en yaygın yaklaşım hastanın, baş hareketsizken ve baş hareketi sırasında bir *Snellen* şemasını okumasını sağlamaktır. Sonuçlar, baş hareketi sırasında en düşük okunabilir çizgi ile baş hareketsizken en düşük okunabilir çizginin karşılaştırılmasıyla belirlenir (32).

Başka bir yaklaşım, kişi başını hareket ettirirken okunan satır sayısını kullanmaktan ziyade görme keskinliğini hesaplamak için tek bir optotip (harf veya sayı) sunarak doğru cevap sayısını kullanmaktır. Satır sayısı yerine doğru olarak belirlenen optotiplerin sayısının sayılması, görme keskinliğinde küçük değişikliklerin saptanmasında daha hassas olabilir (32).

Klinik DGK testine üçüncü bir yaklaşım, bilgisayardaki bir hedefi, bilinen yazı tipi boyutlarını kullanarak sunar. Yazı tipi boyutundaki değişiklikler hedef büyüklükte bir çizgiye doğru yaklaşır. Bireyler ayakta dururken, bir koşu bandında yürürken veya otururken ve vertikal baş hareketleri yaparken, görme keskinliği bu yöntem kullanılarak ölçülür. DGK testinin diğer tüm formlarında olduğu gibi, sonuçlar, kişinin hareket ettiği ve hareketsiz olduğu durumlardaki skorları arasındaki fark olarak ifade edilir (32).

Bilgisayarlı DGK testi klinik testten farklıdır, çünkü hedef optotipi sadece baş, önceden belirlenmiş bir hız veya frekans aralığında hareket ettiğinde gösterebilmektedir. Bu yöntemle, optotipin tanımlanması için *smooth pursuit* göz hareketlerinin veya görsel fiksasyon sürelerinin kullanılması önlenir. Ayrıca, hem sağlıklı bireyler hem de vestibüler hipofonksiyonlu hastalar için bilgisayarlı DGK testinin güvenilirliği ve geçerliliği sağlanmıştır (32).

Bilgisayarlı DGK testinde, baş hareketini ölçmek için bir hız sensörü kullanır. Hedef harf veya sayı, ancak baş belirli bir hız veya frekansta hareket ettiğinde görüntülenebilir. Örneğin, optotipi görüntülemek için tipik eşik 120 derece/saniyeyi geçen bir baş hızıdır. Bu baş hızında, *smooth pursuit* göz hareketleri bakış stabilizasyonuna katkıda bulunamaz. Dahası, bu baş hızında, tek taraflı vestibüler hipofonksiyonlu hastalar için, baş etkilenen tarafa doğru hareket ettiğinde, sağlam taraf yeterli bir göz hareketi oluşturamaz. Test her zaman en iyi düzeltilmiş bakışla gerçekleştirilir (32).

Bilgisayar programı, optotip sunumunu randomize eder. Optotip büyüklüğündeki değişiklikler kesin olabilir, bu nedenle hattan çizgiye kadar görme keskinliğinde azalmalar, tüm test boyunca 0.1 LogMAR'a (*logarithm of minimum*

*angle resolution* - minimum çözünürlük açısının logaritması) eşdeğerdir. Her bir keskinlik seviyesindeki harfleri tanımlama zorluğu seviyesi eşdeğerdir (32).

Bilgisayarlı DGK testleri için başka bir metodoloji baş hareketlerinin frekansını kullanmaktır; pik baş hızı, baş hareketinin frekansı ile artar. Araştırmacılar, sağlıklı kişilerde baş hareketlerinin artan frekansı ile görme keskinliğinde bir azalma olduğunu bulmuşlardır. Böylece <1 Hz'deki baş hareketlerinde görme keskinliği <0.100 LogMAR azalırken 2–4 Hz arasındaki baş hareketlerinde ise 0.2-0.5 LogMAR ile azalır (32).

Baş dönmesi ile yapılan standart görme keskinliği testlerinde olduğu gibi sağlıklı bireylerde yaş ve dinamik görme keskinliği puanları arasında anlamlı bir ilişki vardır. Sağlıklı deneklerde DGK skorunun yarıdan biraz daha azı (% 42) yaşla ilişkilidir. Spesifik olarak, yaşlı denekler baş hareketleri sırasında genç deneklere göre daha zayıf görme keskinliğine sahiptir. DGK skorunun hastanın yaşına göre uygun değerler ile karşılaştırılması klinik açıdan değerli ve gereklidir (32).

Bilgisayarlı DGK testi, baş hareketi sırasında güvenilir ve geçerli bir görme keskinliği ölçümüdür. Bilgisayarlı DGK testi, fonksiyonel eksiklik derecesinin değerlendirilmesinde, rehabilitasyondaki tedavi hedeflerinin belirlenmesinde ve ilerlemenin ve kompensasyonunun değerlendirilmesinde kullanılabilir (32).

Hasarlı DGK'sı olan hastalarda anormal yürüme sonuçları gözlenmekte, buradan hareketle DGK test sonuçlarının düşmeleri öngörüldüğü söylenebilmektedir. DGK skorlarının vestibüler kayıp derecesini ve fonksiyonel kompensasyonun miktarını yansıttığı hipotezi öne sürülmüştür. Dinamik görsel keskinlik testi, vestibüler bozuklukların değerlendirilmesinde duyarlıdır ve düşmeye eğilimli yaşlı yetişkinlerde etkili bir düşme tarama aracı olduğu bildirilmiştir (27, 31).

#### **2.4. Videonistagmografi**

Nistagmografi (okülografi), göz hareketlerini kaydetmeye verilen isimdir. Göz hareketlerini kaydederken elektrotlar kullanılırsa buna "Elektronistagmografi (ENG)", video kamera kullanılırsa buna "Video-nistagmografi (VNG)" adı verilir ve sadece VOR yollarının değerlendirilmesine olanak sağlar (33).

Videonistagmografi, görsel veya kalorik uyararla oluşturulan göz hareketlerinin kaydedilerek VOR yollarının fonksiyonel açıdan incelenmesi testidir. Test bataryasını okülo-motor testler, pozisyonel testler ve kalorik test oluşturur, yaklaşık bir saat sürer. Testten iki gün önce sedatif etkili ilaçlar ve vestibüler supresanlar kesilmelidir (22, 34). Video kayıt tekniği “video googles” adı verilen kayıt aygıtı takmayı gerektiren bir teknik olup gözün horizontal, vertikal ve torsiyonel hareketlerinin kaydedilmesine ve çıplak gözle izlenmesine imkan tanır (22).

Okulomotor testler, görsel bir uyararla oluşturulan göz hareketlerinin nitelik ve nicelik olarak incelenerek, vestibülo-oküler refleksin değerlendirilmesi temeline dayanır. Okülo-motor test bataryasının amacı, pozisyonel, kalorik veya rotasyonel testlerin yorumlanmasına müdahale edebilecek göz hareketleri anormalliklerini açığa çıkarmaktır. Ayrıca, okülo-motor test bataryası, denge ile ilgili Merkezi Sinir Sistemi (MSS) fonksiyonu ile ilgili bilgi sağlayabilir. Okülo-motor test bataryası, spontan nistagmus, gaze nistagmus, sakkadik göz hareketleri, smooth pursuit göz hareketleri ve optokinetik nistagmus gibi bir çok testten oluşur ve vestibüler sistemden bağımsız nöral motor çıktılar test edilir (22, 35).

Okülomotor testlerinin yapılabilmesi için temel olarak bir kayıt sisteminin yanı sıra okülomotor göz hareketlerinin kullanılmasında ekrana ihtiyaç vardır. Üzerinde görsel uyarı olarak hastaya değişik açılarda LED’ler (light emitting diode) mevcuttur (33).

#### **2.4.1. Sakkad Test**

Sakkadik göz hareketleri hızlı göz hareketleri olup, görme alanı içindeki nesnelere fovea üzerinde sabit tutmayı amaçlar. Latansı 200 ms kadar kısa olup ivmelenmesi de yüksektir. Bu nedenle sakkadik göz hareketi esnasında görme netliği bozular. Sakkadik göz hareketleri, oksipitoparietal korteks, frontal lob, bazal gangliyonlar, superior kollikulus, serebellum ve beyinsapı tarafından kontrol edilir (22).

Sakkadik göz hareketlerinin ölçümünde, hastanın rastgele zamanlarda rastgele yerlerde ortaya çıkan hedefe bakması istenir. Ekran üzerindeki LED, merkeze göre 15-

20 derecelik açı ve 2-3 saniyelik aralıklarla sağ-sol ve yukarı-aşağı düzlemlerde rastgele yanar. Uyarılar rastgele verildiği için hasta hedefin yerini ve uyarılar arasındaki zaman farkını verilmiş anına kadar bilemez. Sakkadik hareketin latansı, görsel uyarının verilmesi ile sakkadik hareketin ortaya çıkması arasında geçen zaman farkıdır. Latansın kısalması ya da uzaması ve her iki göz arasında latans açısından asimetri olması anormal olarak kabul edilir. Latansın kısalması, hastanın uyarının çıkacağı anı tahmin ederek önceden göz hareketi yapması veya kalibrasyon hatası olabilir. Latansın uzaması, dikkat eksikliği ve bazal gangliyonları tutan hastalıklarda ortaya çıkar (22).

Göz hareketleri görüntülenir ve kaydedilir. Bilgisayar sonuçları analiz eder. Normal sakkadlar simetrik olacaktır. Sakkadın, büyüklüğü  $30^\circ$  veya daha fazla ise büyük amplitüdü olarak kabul edilir. Boyutu  $10^\circ$  veya daha az ise küçük amplitüdü olarak kabul edilir (34-36).

Sakkadik hareket hedeften daha ileri bir noktaya gitmişse “hipermetrik sakkadik bozukluk”, daha geride kalmışsa “hipometrik sakkadik bozukluk” olarak adlandırılır. Her ikisini de düzeltme amaçlı bir sakkadik hareket takip eder. Her ikisi de normal bireylerde görülebilir. Hipermetrik sakkadik hareket normal bir varyasyon olmasının yanı sıra serebellar lezyonlar, göz kasları ve bunların sinirlerini tutan hastalıklarda görülürken; hipometrik sakkadlar, serebellar hastalıklar ve bazal gangliyonları tutan hastalıklarda ortaya çıkar (22).

Hız, başlatıldıktan sonra sakkadın tamamlanması için geçen zamandır. Bu, büyük amplitüdü sakkadlar için  $430^\circ/\text{sn}'den$  ve küçük amplitüdü sakkadlar için  $200^\circ/\text{sn}'den$  az olmalıdır. Normal bir bireyde, sakkadlar simetrik olacaktır. Asimetri anormalliği gösterir (34-36).

Sakkadik göz hareketleri her gözden monoküler olarak kaydedilir, böylece istemli bakış, bakışın limitasyonları ve diskonjugasyonlar ortaya çıkartılabilir. Göz pozisyonu, sakkadların latansını, keskinliğini ve hızını değerlendirmek için kullanılır. Görüş normal olsa da, sakkadik anomaliler MSS anomalisini işaret eder. Görsel alanın etrafındaki nesnelerin görüntülerini fovea üzerinde tutabilmeleri ve retinal kaymayı önleme sakkad sistemin bir fonksiyonudur (34-36).

### 2.4.2. Gaze Testleri

Gözlerin fiksasyonu gerçekte aktif bir mekanizma olup gözleri, üzerinde odaklanılan hareketsiz nesnelere fikse etmeyi ve dolayısıyla görme netliğini sağlamayı amaçlar. Bu sistemdeki anormallik, bakıştaki bu stabiliteyi bozar. Test, hasta bir sandalyede dik pozisyonda otururken yapılır. Hastadan gözüyle ışık barında merkezi noktada (0 derece), merkez noktaya göre 20-30 derece sağ, sol, yukarı ve aşağı noktalardaki ışığa başını hareket ettirmeden bakması istenir. Her bir pozisyonda en az 10 saniye kayıt alınması önemlidir (22).

Gaze nistagmusun görülmesi her zaman için patolojiktir. Yönü sabit horizontal gaze-evoked nistagmus, unilateral akut vestibüler kayıp ya da serebellar patolojiyi gösterir. İkisi de görsel fiksasyonla değişir. Yönü değişken horizontal gaze-evoked nistagmus beyinsapı ve serebellum patolojilerini işaret eder. Vertikal gaze-evoked nistagmus, genellikle santral, aşağı vuran ve çoğunlukla posterior fossa anomalisini gösterir (36).

### 2.4.3. Optokinetik Nistagmus (OKN)

Gözün, fovea üzerindeki çoklu hareketli nesnelere (tüm görsel alan) tutması ve bir retinal kaymayı önlemesi, optokinetik sistemin bir işlevidir. Bu şekildeki bir göz hareketi aralarda meydana gelen ve gözü tekrar merkeze almayı amaçlayan bir sakkad hareketi ile kesintiye uğrar. OKN ve pursuit göz hareketleri aynı kortikal ve beyinsapı yolları tarafından kontrol edilir. Testte hedef, sağa ve sola hareket eden siyah ve beyaz çizgilerden oluşur. Optokinetik nistagmusu ortaya çıkarmak için hedef saat yönünde sonra da saat yönünün tersine hareket eder. Cevaplarda yokluk veya asimetri MSS anomalisini gösterir. Serebral ve serebellar lezyonlar ipsilateral, beyin sapı lezyonları kontralateral yönsel üstünlük oluştururlar (22, 34, 35).

### 2.4.4. Smooth Pursuit Test

Gözün, görsel alan boyunca fovea üzerinde yavaşça hareket eden bir nesnenin görüntüsünü tutması, böylece bir "retinal kaymanın" önlenmesi, smooth pursuit sisteminin bir işlevidir. Hastanın, her iki yönde (sol / sağ) yatay düzlemde sarkaç gibi hareket eden bir hedefe bakmayı sürdürmesi istenerek test edilir. Gözün hareketi

görüntülenir ve kaydedilir. Normal bir hastada göz, hedefi düzgün bir şekilde izleyebilmelidir. Hedef, hareketin birkaç hızında test edilir (0.1, 0.2, 0.4, 0.9 Hz). Pursuit göz hareketlerini kontrol eden santral yollar sakkadik göz hareketlerini kontrol eden merkezlerle aynıdır. Üç parametre değerlendirilir: Kazanç, faz ve asimetri. Kazanç, göz hareketlerinin hızının hedef hızına oranıdır. Uyarının frekansından ve test edilen kişinin yaşından önemli ölçüde etkilenir. Faz, hedef ile göz pozisyonu arasındaki zamansal ilişkiyi ifade eder. Normal bireyler ışığı 0 derece faz farkı ile takip edebilirler. Asimetri, her iki parametrede de (kazanç ve faz) her iki gözde asimetri olarak kaydedilebilir. Akut parietal lob veya frontal lobu tutan hastalıklar, şiddetli spontan nistagmusta asimetri gözlenir. Pursuit anomalileri genellikle beyinsapı, serebellum, serebral kortikal yolları ve bazal gangliyonları etkileyen hastalıklarda görülür (22, 34-36).

## **2.5. Bilgisayarlı Dinamik Postürografi**

Bilgisayarlı Dinamik Postürografi (BDP), baş dönmesi ve/veya dengesizlik problemi olan hastaların denge sorunlarının sistematik olarak dökümünün sağlanması amacıyla geliştirilmiş kombine bir test protokolüdür. Bu test protokolü ile günlük hayatta karşılaşılan çeşitli yüzey ve görsel çevre durumları taklit edilerek hastanın ayakta denge fonksiyonu kantitatif olarak değerlendirilir (22).

BDP, farklı girdilerin dengenin korunmasında katkısı olan oranının ölçülmesi için bir yöntemdir: görsel girdi, vestibüler girdi ve proprioseptif girdi(37). BDP ile hastanın vestibüler, görsel ve proprioseptif sistem verilerini yeterli şekilde kullanıp kullanmadığı veya bu üç sistemden alınan bilgilerin birbiri ile doğru bir şekilde koordine edilip edilemediği anlaşılır (22).

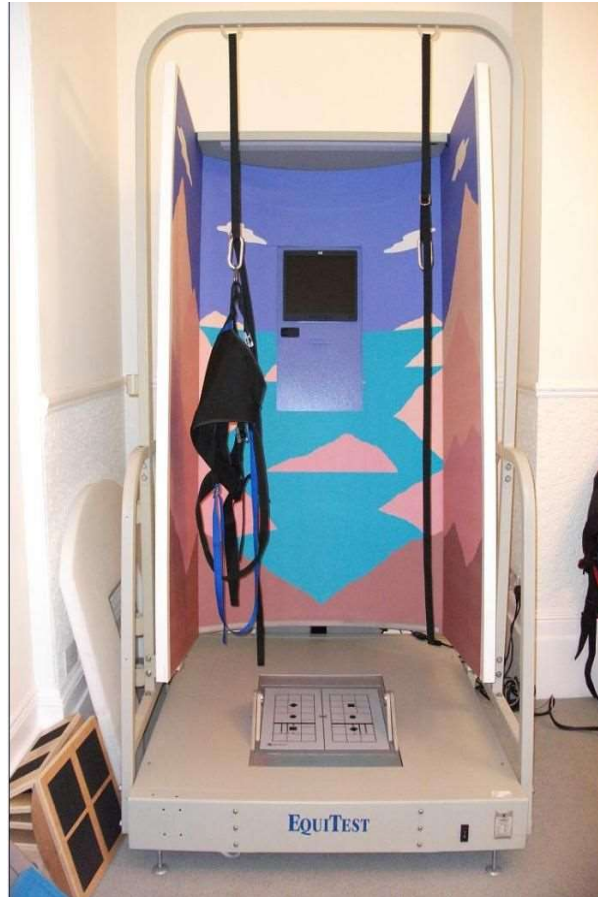
BDP test protokolü, duyuşal organizasyon testi (DOT) ve motor kontrol testinden (MKT) oluşmaktadır (37).

Duyuşal organizasyon testi, hastanın, görsel ve proprioseptif veriler bozulduğunda yerçekimi merkezinin konumunu kontrol edip edemediğini ölçer. Görsel ve proprioseptif veriler, BDP platformunun (dayanma yüzeyi) ve BDP paravanının (görsel çevre), hastanın yerçekimi merkezinin izdüşümünün ön-arka

salınımıyla simultane olarak sallanmasıyla bozulur (22).

Postüral salınım, platform (*forceplate*) kullanılarak değerlendirilir. Normal bireyler, yerçekimi merkezini, destek tabanının içinde tutarak, düşmeleri önleyerek kontrol eder (Şekil.2.4.) (37).

DOT protokolü 6 test konumundan oluşur. Bu konumlar sırasıyla en basitinden en zoruna doğru uygulanır. İlk üç test konumunda platform sabittir, proprioseptif veriler eksiksizdir. Birinci test konumunda hiçbir zorlama yoktur, gözler açık ve platform sabittir; ikinci konumda gözler kapalıdır. 3. konumda ise görsel çevre, hastanın postüral dalgalanmasıyla senkronize dalgalanır, böylece duyuşsal bir çelişki oluşur. Vestibüler ve proprioseptif veriler hastaya salındığını söylerken görsel veriler aksini söylemektedir. DOT 4,5 ve 6. test konumlarında platform hareketlidir, hastanın postüral dalgalanımıyla senkronize olarak salınım yapar, böylece proprioseptif verilerin kesinliği ortadan kalkar (22).



**Şekil 2.4.** Bilgisayarlı Dinamik Postürografi



Konum 1 ve 2’de normal değerler elde edilirse iki ölçüm yeterli olur. Test konumu 3,4,5 ve 6’da ise en az üçer ölçüm yapılmalıdır. Bu konumlarda, yapılan tekrar testlerinde performans yükselebilir. Yükselme normal kabul edilir ve en yüksek değerler ortalamaya alınır (15).

DOT testinin altı konumu, hastanın görsel, vestibüler ve proprioseptif verileri çeşitli durumlarda dengesini koruyabilecek şekilde etkin kullanıp kullanmadığını ve mevcut duruma en uygun veri veya verileri seçip seçemediğini ölçmek üzere geliştirilmiştir (22). DOT değerlendirilirken aşağıdaki maddeler incelenmektedir:

### **2.5.1. Denge Puanı**

DOT puanlarının yorumlanması, normal bir kişinin kararlılık sınırları içinde dengesini kaybetmeden 12,5 derece (8 derece öne, 4,5 derece arkaya) dalgalanabileceği ön kabulüne dayanmaktadır. Denge puanı hesaplanırken, hastanın ön-arka düzlemde yaptığı salınımlar maksimum teorik limitlerle karşılaştırılmaktadır (15).

Sonuç 0-100 arasında değişen bir oranda elde edilir ve 100 puan kusursuz kararlılık anlamı taşır. Denge puanının hesaplanmasında hastadan elde edilen veriler; yaş, boy, kilo ve yakınma gibi unsurlar göz önünde bulundurulup, klinik olarak normal bireylerle yapılan çalışmalarda belirlenen verilerle karşılaştırılmaktadır (15).

Hasta çok az salınırsa (veya sabitse), A değer, sıfıra daha yakın olacak, buna bağlı olarak da denge puanı 100’e daha yakın olacaktır. Denge puanı içerisinde değerlendirilen bir başka önemli parametre de bileşik denge puanıdır (15).

### **2.5.2. Bileşik Denge Puanı**

DOT testinde 1 ve 2. konumların puan ortalama toplamı ile 3,4,5 ve 6. konumlarda elde edilen tüm puanların toplamının 14’e bölünmesi ile bileşik denge skoru elde edilir. Mümkün olabilecek en yüksek değer 100 dür (15, 22).

### 2.5.3. Duyu Analizi

Denge skorlarının tespitinden sonra BDP değerlendirmesinde ikinci basamak olarak duyuusal algılamada bir fonksiyon kaybının (*Sensory Dysfunction*) ve/veya anormal duyu tercihinin (*Sensory preference*) olup olmadığının araştırılmasıdır. Duyu analizi, altı test konumunun ortalama denge puanlarının birbirine analizi ile elde edilir (15, 22).

### 2.5.4. Strateji Analizi

Kişinin dengede olması için kalça ya da ayak bileğini kullanıp kullanmadığı veya eşit kullanım olup olmadığını değerlendirir. Ayak bileği stratejisinde yüksek denge puanı ve küçük amplitüdü salınım; kalça stratejisinde düşük denge puanı, büyük amplitüdü salınım elde edilmektedir (15).

### 2.5.5. Ağırlık Merkezi Hizası

DOT'un her bir durumdaki (DOT 1-6) her bir deneme için yer çekimi merkezini göstermektedir. Salınım anterior / posterior düzlemde meydana gelmektedir. Laterale aşırı salınım veya dairesel salınım afizyolojik performansta görülebilmektedir (15).

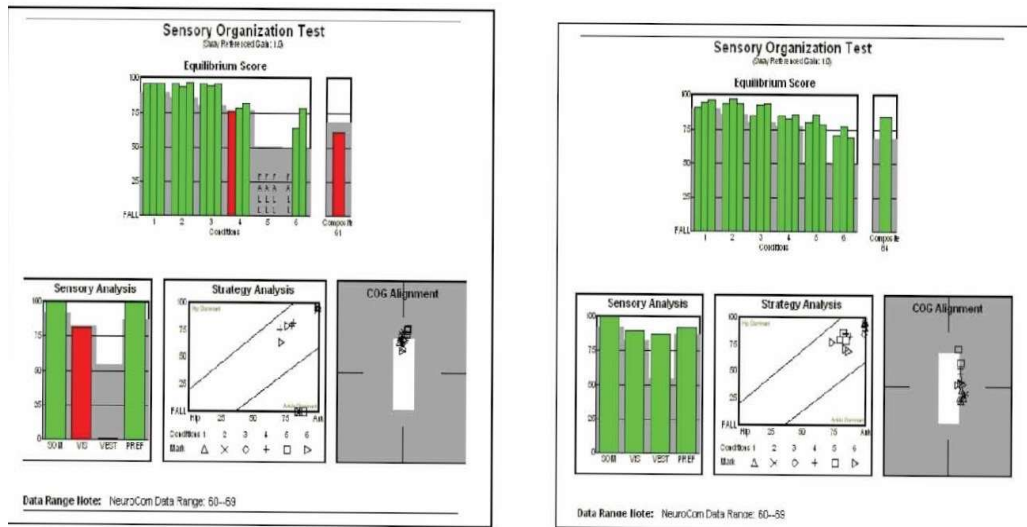
DOT'un normal kabul edilebilmesi için Bileşik Denge Skoru'nun, her konumdaki denge skorlarının ve Duyu Analizi'nin normal sınırlar içinde olması gereklidir.

Postürografik değerlendirmenin sonuçları yaş uyumlu normlarla karşılaştırılır (37).

BDP, postüral kontrol sağlamak için vestibüler sistemin fonksiyonel kullanımını değerlendiren, dengeyi korumak için hangi duyuusal sistemlerin kullanıldığını gösterir. Sonuç histogramlarla temsil edilir. Daha kolay bir yorum için normal sonuçlar yeşil renktedir ve anormal olanlar kırmızı renktedir (Şekil.2.5.) (37).

Birkaç olasılık vardır:

- Normal bir sonuç: tüm sütunlar yeşil
- Denge global olarak etkilenir, ancak tüm sistemler normal şekilde çalışır: sadece global değerlendirme kırmızıdır, diğer sütunlar yeşildir
- Anormal görsel girdi: görsel sütun ve global sütun kırmızıdır
- Anormal vestibüler girdi: vestibüler kolon ve global kırmızıdır.
- Çok değişkenli bozulma: herhangi bir kombinasyon. Genellikle bu lezyonun merkezi bir seviyede olduğu anlamına gelir (37).



**Şekil 2.5.** Anormal ve Normal BDP Sonuçları

BDP, kişinin ayakta dengesini kantitatif olarak değerlendirir. BDP, vestibüler sistem kadar denge fonksiyonunu oluşturan görsel ve proprioseptif sistemler hakkında da bilgi verir (22).

BDP, vestibüler sistemin vestibülo-spinal refleks arkını ölçen bir test protokolüdür (22).

Yaşlılarda salınım ve postüral instabilite, postürografi kullanılarak en iyi şekilde değerlendirilir ve niceliksel olarak analiz edilir. Salınım mesafesi ileri yaşla birlikte artar. Ağırlık merkezi tarafından oluşturulan toplam alan, yaşla negatif korelasyon göstererek yaşla birlikte azalma eğilimindedir. Bilgisayarlı postürografi, yaşa bağlı denge bozukluklarının değerlendirilmesinde yararlı bir araştırma aracı gibi görünmektedir (37).

## 2.6. Yaşlanma ve Vestibüler Sistem

Yaşlanma, biyolojik olarak dölleme ile başlayıp, yaşam boyu süren bir sürecin sonunda sadece biyolojik değil aynı zamanda sosyal ve kültürel alanlardaki yeti kayıplarıyla giden bir gerileme olarak tanımlanmaktadır. Yaşlanma sürecinde, beyin yapılarındaki dejeneratif değişiklikler; bellek, algı, dikkat gibi bilişsel süreçler ve psikomotor aktivite üzerinde de değişikliklere yol açmaktadır (14).

Kronolojik olarak yaşlanma 65 yaş üstü olarak kabul edilmiştir. Dünya Sağlık Örgütü psiko-geriatrik yaşlılık dönemini, 65 yaş ve üstünü yaşlı, 85 yaş ve üzerini çok yaşlı olarak tanımlamıştır. Gerontolojistler ise yaşlılığı 65-74 yaş arası genç yaşlı, 75-84 yaş arasını orta yaşlı ve 85 yaş üzerini ileri yaşlılık (ihtiyarlık) devri olarak sınıflamışlardır (38).

Yaşla ilişkili bellek bozukluğu (YİİB), nöron kayıpları ve sinaptik değişiklikleri içermektedir. Endokrinolojik yaşlılık ise dolaşımdaki östrojenin azalmasını içermektedir (14).

Fizyolojik boyutuyla yaşlılık, kronolojik yaşla birlikte görülen değişimleri ifade ederken; psikolojik boyutuyla yaşlılık, algı, öğrenme, psikomotor, problem çözme ve kişilik özellikleri açısından insanın uyum sağlama kapasitesinin kronolojik yaş ilerledikçe değişimini ifade etmektedir (38).

Yaşlılıkta tüm labirent yapıları dejenere olur. Otolitler, otolitik bozukluklara neden olan demineralizasyon, parçalanma sürecinden geçerler. Bu, yaşlılarda benign paroksizmal pozisyonel vertigo insidansının artmasına neden olmaktadır (37).

Yaşla birlikte vestibüler sistemin sensör ve nöral hücreleri azalır. 65 yılda, reseptör hücrelerin sayısında % 40'lık bir azalma ve otolitik organlardaki reseptör hücrelerinin sayısında %20'lik bir azalma olduğu düşünülmektedir. En çok etkilenen tip I hücrelerdir. Vestibüler sinirdeki liflerin sayısı ve Scarpa ganglionundaki nöronların sayısı azalır (31, 37).

Vestibüler çekirdeğin nöronal yoğunluğu yaşla birlikte azalır(39). Serebellum dejenerasyon gösterir, 60 yılda Purkinje hücrelerinin sayısında %25'lik bir azalmanın olduğu düşünülmektedir (37).

VOR kazancı yaşla birlikte azalır ve önemli ölçüde retinal kayma nedeniyle baş hareketleri sırasında görme keskinliğinin azalmasına neden olur(40). Ek olarak, yaşla birlikte dinamik görsel keskinlik ciddi biçimde azalır. Görsel keskinlikteki bu azalma yürüyüş sırasında VOR fonksiyonu uyarılırken daha çok gözlenir (31).

Görsel yaşlanma karakteristik değişimlere neden olur. Katarakt, glokom, yaşa bağlı maküler dejenerasyon oluşabilir. Gözbebeklerinin motilitesi, tip II kas liflerinin azalmasıyla azalır. Sonuç olarak görsel bilginin kalitesi bozulur ve görsel girdi etkilenir (37).

Yaşlılıkta açısal dönme algısında (perception of angular rotation) asimetri oluşur. Görme keskinliği de yaşla birlikte azalmakta, bu da baş hareketleriyle kompanse etme yeteneğini yitirme ve retinal görüntü fiksasyonunu rotatif hareketlerle tutamamaya neden olur. Tüm bu faktörler bozulmuş vestibüler ve görsel girdilere yol açmaktadır, bu da kararsızlık hissi yaratır ve süreçte herhangi bir asimetri baş dönmesi ve dizinessa neden olur (39).

Proprioseptif yaşlanma postüral adaptasyon mekanizmalarının bozulmasına yol açar. Kas kütlesi azalır, kas gücü azalır, kaslar gevşer, bu durum eklemlerin instabilitesini artırarak osteoporotik kemiklerin sadece düşme eğilimini artırmaz, aynı zamanda düşmelerde morbidite ve mortaliteyi artırır (37, 39).

Postüral sistem, çeşitli duyuşal modaliteler (somatosensor, görsel ve vestibüler), entegre bir kontrol merkezi ve bir motor-efferent yanıtına dayanır. Bu bağlantılar yaşlanmadan etkilenir ve bu durum, duruşun (*stance*) sürdürülme yeteneğinin bozulmasına neden olur (41).

Postüral stabilite yaşla birlikte azalır ve özellikle nörodejeneratif hastalıkları olan bireyler düşme için risk faktörü oluşturur. Bu denge bozuklukları aşırı ve kontrol edilemeyen kayma (*sway*) ile karakterizedir (42).

Postüral kontrol mekanizması, çevre ve sistem durumuna bağlı spatial ve temporal dinamik bir süreçtir. Kontrol mekanizmaları muhtemelen sensör bilgiye bağlı olarak kısa zaman aralıklarında değişiklik gösterir. Sensör ve motor sistemlerin hasarı, postüral dengenin sürdürülebilmesi için santral süreçlerin artmasına neden olur. Kognitif ya da santral işleme bozukluklarının varlığında dikkat süreçleri postüral dengenin sağlanmasına katkıda bulunamayabilir. Kognitif bozukluğu olan bireylerde, görsel ve işitsel dikkat dağıtıcılar, ikili görevler (*dual-tasking*) ve dikkatin bölünmesi gibi durumlarda sensör organizasyonun hasarlı olmasından dolayı postüral kontrolde azalma gözlenir (42).

Nöromusküler kontrolde yaşa bağlı nörodejeneratif değişiklikler ve duyuşal girdilerin azalması, genç sağlıklı kişilerle karşılaştırıldığında daha fazla gürültü ve fizyolojik gecikmelerle kontamine olan duyuşal sinyallere yol açar. Mevcut duyuşal bilgilerde bir azalma olduğunda, ek zaman ve dikkat kaynaklarının postüral görevlere ayrılması gerekir (26).

Yaşlılarda vestibüler organdaki tüylü hücrelerin ve vestibüler sinirdeki liflerin sayısının daha az olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, hızlı baş rotasyonlarının göz hareketleriyle kompanzasyonunda yetersizlik gelişmesi dinamik görsel keskinliğin azalmasına neden olmaktadır. Bunlara ilave olarak, medial vestibüler nükleustaki nöron dansitesinde ve serebellumdaki Purkunje hücrelerinde azalma olması, kas kuvvetlerinin azalması, eklem hareketinin yönünü ve pozisyonunu ayırt etme becerisinin azalması, vibrasyon ve dokunma eşiğinin artması gibi birçok faktör de yaşlılarda dengesizlik hissinin gelişmesine olumsuz yönde katkıda bulunmaktadır (33).

## 2.7. Hafif Bilişsel Bozukluk ve Denge

Bilişsel (kognitif) bozukluk, oryantasyon, dikkat, hafıza, kelime dağarcığı, hesaplama yeteneği ve soyut düşünmeyi (*abstract thinking*) içeren bilişsel fonksiyonlarda meydana gelen bozulma olarak tanımlanır (43).

Hafif Bilişsel Bozukluk (HBB) ise, günlük yaşam aktivitelerini fark edilir ölçüde etkilemeyen ancak, bireyin yaşından ve eğitiminden beklenenden daha kötü bilişsel fonksiyonlara sahip olma durumudur (8).

HBB'nin tahmin edilen prevalansı, 65 yaş ve üzeri popülasyonda %3 ila %19 arasındadır (4).

HBB, bilişsel bozulmaların daha şiddetli olduğu ve günlük işlev üzerinde önemli bir etkiye sahip olan demanstan farklıdır. Bununla birlikte, hafif bilişsel bozukluğa eşlik eden hafıza şikayetleri ve bozulmaların olması durumunda, özellikle Alzheimer tipi olmak üzere demansa karşı yüksek bir progresyon riski taşıdığı gösterilmiştir (2).

HBB, klinik olarak “amnestik” ve “non-amnestik” olmak üzere iki alt tipe ayrılır. Amnestik HBB, klinik olarak anlamlı hafıza kaybıyla karakterizedir ancak demans kriterlerini karşılamaz. Tipik olarak hasta ve ailesi unutkanlığın farkındadır. Bununla birlikte, yönetici (*executive*) fonksiyonlar, dil kullanımı ve görsel-uzaysal yetenekler gibi diğer bilişsel kapasiteler göreceli olarak korunmuştur ve bazı hafif bozulmalar dışında fonksiyonel aktiviteler intakttır. Non-amnestik HBB ise hafıza ile ilişkisi olmayan, dikkat, dil kullanımı ve görsel-uzaysal yeteneklerini etkileyen ama çok göze çarpmayan gerileme olarak tanımlanabilir. Non-amnestik HBB, amnestik HBB kadar yaygın değildir ve genellikle Alzheimer Hastalığı (AH) ile ilişkili olmayan frontotemporal lob dejenerasyonu ya da Lewy cisimcikli demans gibi demans tiplerinin öncüsü olarak görülür. Amnestik HBB içeren çalışmalarda, %90'dan fazlasının Alzheimer Hastalığı'nın (AH) klinik semptomlarını taşıyan demans tiplerine progresyon gösterdiği gözlenmiştir (44).

Yaşlanma ile ilişkili, bilişsel yeterliliklerdeki azalmayı klinik olarak tanımlamak için birçok girişim olmuştur. Prichard, 19.yy'ın erken dönemlerinde, demansın erken evrelerini, uzak hatıralar (uzun süreli hafıza) korunurken, yakın hatıralarda (kısa süreli hafıza) bozulma olarak tanımladı. Yüz yıldan fazla bir süre sonra Kral (1962), yaşın ilerlemesine bağlı olan bellek bozukluklarının tanımlanması için “benign yaşlılık unutkanlığı” kavramını öne sürmüştür. Bu durum, bellek kaybına ait öznel yakınmalar ile yakın ve uzak bilginin bellekten geri çağırılmasında güçlüğü

içermektedir (2, 17, 45).

Yaşlanma ve demans arasındaki sınırları belirleyen ve bugün hala kullanılan iki klinik sınıflandırma sistemi 1982’de yayınlanmıştır. Bunlar “Klinik Demans Derecelendirme (Clinical Dementia Rating - CDR)” ve “Global Deterioration Scale for Ageing and Dementia (GDS)” dir (2).

Hafif Bilişsel Bozukluk terimi ilk olarak GDS’nin 3. evresiyle birlikte kullanılmıştır. Bu ölçek, 4’ü normal demanstan hafif demansa kadar olan aşamaları tanımlayan, 7 evreden oluşur. Evre 1 bireylerde, hem subjektif hem de objektif klinik bozulmalar yoktur. 2. evre bireylerde isimleri hatırlamada zorluk gibi kendilerinin de fark edebilecekleri (*self-perceived*) bozukluklar görülür. Bu evre için en geçerli terminoloji “öznel bilişsel bozukluk” (*subjective cognitive impairment*)tur. GDS 3. evredeki bireylerin zor algılanan bilişsel kusurları vardır ve karmaşık mesleki ve sosyal aktiviteleri etkileyen yönetici işlevlerde bir miktar bozulma olabilir. GDS 4. evre bireylerin, günlük yaşamın araçsal (*instrumental*) aktivitelerinde, yemek hazırlamak ve kişisel finansal işleri yönetmek gibi fonksiyonların performanslarında düşüş ile biliş ve işleyişte açıkları vardır. GDS 4. aşamadaki kişiler hafif demans için kriterleri yerine getirmektedir (2).

Hafif bilişsel bozukluğu olan bireyler, klinisyenler veya bilgi verenler için belirgin olan bozuklukla uyumlu bilişsel bozulma belirtileri göstermesine rağmen bozukluğa sahip olduklarını ve semptomları inkar ederler (2).

Son dönemde, hafif bilişsel bozukluğun tanımını, dejeneratif, vasküler ve psikiyatrik faktörleri içeren mekanizmaların neden olduğu, çeşitli bilişsel alanlarda bellek dışı bozulmayı içerecek şekilde, genişletmek için girişimlerde bulunmaktadır (2).

HBB’de ilk tanı kriteri kognitif şikayettir. Bireyler genellikle hafızadaki bozulmadan hafif olarak etkilenirler. İkinci kriter kognitif bozukluğun klinisyen ve nörofizyolog tarafından objektif olarak tanılanmasıdır. Tanı kriteri, bireyin eğitiminden ve yaşından beklenen hafızasından 1,5 standart sapma göstermesidir. Üçüncü kriter, nispeten normal genel biliş anlamına gelir. Basitçe söylemek gerekirse,



primer bozulmuş olanın dışındaki bilişsel alanlar nispeten korunur. Benzer şekilde, günlük yaşam aktiviteleri büyük ölçüde korunur. Bireyler hafıza açıklarından dolayı küçük zorluklarla karşılaşabilirler, bu yüzden teknik olarak günlük yaşam aktivitelerini biraz zayıflatırlar. Bununla birlikte, demansın oluşması için yetersizlik derecesi bulunmaz. Son kriter belki de en önemlisidir. Klinisyen, hastanın demans veya klinik olarak olası AH için kriterleri karşıladığını düşünmez. Bu bireyler toplumda bağımsız olarak çalışır ve rutin günlük aktivitelerini gerçekleştirir. Klinisyenlerin çoğu, bu hastaları AH tanısı ile bu çok hafif bozulma seviyesinde etiketlemenin bir yanlışlık olacağını düşünür ve bunları tanımlamak için HBB kavramı geliştirilmiştir (46).

Çeşitli klinik çalışmalar HBB'nin çeşitli mekanizmalarını araştırmıştır, ancak birleşik bir teori yoktur. Klinik kanıtlar, Meynert'in basal nükleus nöronlarının kaybı ile ilişkili amnestik HBB'de merkezi bir kolinerjik eksikliğin var olduğunu düşündürmektedir. Bir Religious Order Araştırmasının bulguları, HBB'de serebrovasküler tutulumun, yaşlanma ve erken Alzheimer hastalığında gözlenenler arasında bir ara olduğunu göstermiştir. HBB'de amiloid birikimi ve nörofibriler tangle formasyonunun rolü henüz kapsamlı olarak incelenmemiştir, ancak Mitchell ve diğ. medial temporal yapılarıdaki nörofibriler yumakların patolojik bulgularının gerçekten HBB ile ilişkili olduğunu saptamışlardır. Ayrıca Mufson ve diğ. medial temporal loblarda amiloid birikimini göstermiştir. Nörogörüntüleme çalışmaları, motor fonksiyonun kötüleşmesinin, yaşa bağlı beyaz madde değişiklikleri ile ilişkili olduğunu göstermiştir (45).

HBB'li yaşlı insanlar sadece demansa dönüşüm için değil, aynı zamanda hareketliliğin azalması ve düşme tehlikesi için de risk altındadır. Boyle ve diğ., bu motor değişikliklerin bilişsel gerileme tanısından önce gelebileceğini öne sürmüştür. Bilişsel bozukluğu olan insanlarda düşme riskinin artmasına yol açan mekanizma henüz tam olarak anlaşılmamış olsa da, eksikliklerin bilişsel becerilere postür al becerilere verilen ilgiyi azaltabildiği bilinmektedir (47).

Bilişsel ve duyuusal yetenekler arasındaki ilişkilerde yaşa bağlı artışlar için farklı hipotez ve teoriler getirilmiştir.

Birincisi, deprivasyon hipotezi / doğrudan neden hipotezi, duyuşsal bozukluğun bilişsel performans üzerinde doğrudan bir etkiye sahip olduğunu varsayar. Bu hipoteze göre, düşük duyuşsal yetenekler duyuşsal girdi eksikliğine neden olur, bu da bilişsel stimülasyonda bir azalmaya yol açar ve sonuç olarak, “kullan veya kaybet” varsayımına göre, yetersiz bilişsel uyarım bilişsel yeteneklerde azalmayı tetikler.

İkincisi, kognitif yayılma (permeation) teorisi (ya da duyuşsal performansın yaşla indüklenmiş kognitif yüklenme (load) teorisi), yaşla ilişkili sensör bozulmaların, genç erişkinlerle karşılaştırıldığında yaşlılarda sensör performansların kognitif olarak daha çok efor gerektirdiğini ve bu durumun azalmış kognitif performanslar üzerinde azalmış kaynak paylaşımı ve yetersizliğe neden olduğunu öne sürer.

Üçüncüsü, ortak neden hipotezine göre, beynin fizyolojik bütünlüğünde kayıp, merkezi sinir değişiklikleri veya nöropatoloji gibi yaşla ilgili süreçler, bilişsel-duyuşsal ilişkilerde yaşla ilişkili artışın altında yatan mekanizma olması nedeniyle hem bilişsel hem de duyuşsal yetenekleri etkiler (48).

Bilişsel sorunları olan yaşlı yetişkinlerde önemli bir sorun, motor fonksiyon ve denge azalması nedeniyle düşüş riskinin artmasıdır. Giderek artan sayıda nörogörüntüleme çalışması, motor fonksiyon düşüşünün yaşa bağlı beyaz madde değişikliği ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Leukoaraiosis ve belirgin periventriküler beyaz cevher değişikliği, HBB'li yaşlılarda mobilite düşüşünün en güçlü manyetik rezonans beyin korelasyonu olarak ortaya çıkmıştır. Bilişsel bozukluğu olan yaşlı yetişkinlerin normal yaşlı yetişkinlerden en az iki kat yüksek bir düşme riski vardır. Dahası, bu popülasyonda düşüşün sonucu normal yaşlı insanlardan daha ciddidir. HBB hastaları, sağlıklı insanlardan daha fazla transfere veya yürüyüşe daha fazla ihtiyaç duyarlar ve daha sekonder düşme riskine sahiptirler (45).

Kognitif bozukluk da düşmelerin güçlü bir yordayıcısıdır ve şiddetli düşmelerin sekinde dramatik bir artışla ilişkilidir. Demanslı bireyler, hızlı postüral düzenlemelerde zorluk yaşarlar. Bu durum düşerken, azalan kompensatuar sistemin ve yetersiz motor kontrolün sonucudur (49).

Dikkatle ilgili kognitif eksiklikler nedeniyle, basit ek görevler bile ciddi düşme öyküsü olan kognitif problemlili geriatric hastalarda postüral stabiliteyi önemli ölçüde azaltır (49).

### 3. BİREYLER VE YÖNTEM

Bu çalışmada hafif derecede bilişsel bozukluğu olan bireylerin vestibülo-oküler refleks, dinamik görsel keskinlik ve postüral dengelerinin değerlendirilerek sağlıklı kontrol grubuyla karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu hedef doğrultusunda Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Geriatri Polikliniği'ne başvuran ve çalışmaya katılmaya gönüllü olan bireyler çalışmaya dahil edilmiştir. Katılan bireylere çalışmanın kapsamı ve amacı hakkında bilgi verilmiş ve yazılı izinleri alınmıştır. Çalışma Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji bölümü tarafından yürütülmekte olup uygulama Hacettepe Üniversitesi Hastaneleri Odyoloji Ünitesinde yapılmıştır. Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından izin alınmıştır (Değerlendirme tarihi; 13/07/2016, Sayı numarası; GO 16/465-32 ).

#### 3.1. Bireyler

Çalışmaya hafif bilişsel bozukluğu olan 10 birey ve aynı yaş-cinsiyet grubunda bilişsel bozukluğu olmayan 10 birey dahil edilmiştir.

##### Araştırma Grubu Dahil Edilme Kriterleri

- Hafif Bilişsel Bozukluk tanısı almış olan
- İletişim problemi olmayan
- Muhakeme yeteneği yerinde olan
- Çalışmaya katıldığını anlayıp, onaylayabilecek olan
- Yürüme problemi olmayan 65-89 yaş arası bireyler araştırma grubuna dahil edilecektir.

##### Araştırma Grubu Çalışma Dışı Bırakılma Kriterleri

- İleri evre demansı olanlar

- Bireyin vestibüler cevaplarını etkileyebilecek, HBB dışında başka bir nörolojik, ruhsal, ortopedik, sistemik kronik hastalığa sahip olanlar
- Değerlendirme tarihine kadar 6 ay içerisinde herhangi bir cerrahi öyküsü olanlar

#### Kontrol Grubu Dahil Edilme Kriterleri

- Bilişsel problemi olmayan
- İletişim problemi olmayan
- Çalışmaya katılmaya gönüllü olan bireyler kontrol grubuna dahil edilmiştir.

#### Kontrol Grubu Çalışma Dışı Bırakılma Kriterleri

- Nörolojik, ruhsal, ortopedik, sistemik kronik hastalığa sahip olanlar
- Son 6 ayda geçirilmiş cerrahi öyküsü olanlar
- Parkinson hastalığı olanlar
- Sekel bırakmış inme öyküsü olanlar
- Majör depresyonu olanlar
- Yürüme problemi olanlar çalışma dışı bırakılmıştır.

### 3.2. Yöntem

Çalışmaya katılanların “Vestibülo-oküler Refleks” değerlendirmesi, “Videonistagmografi” cihazı ile yapılmıştır. Vestibülo-oküler refleks değerlendirmesi için “VisualEyes VNG” cihazı kullanılmıştır.

Çalışmaya katılanlara denge ve postüral instabilite testleri yapılmıştır. Kompüterize sistem olarak Smart Equitest Dinamik Postürografi (NeuroCom Smart Balance Master Systems, Neurocom International Inc, Clackamas, OR) cihazı kullanılmıştır. Postüral kontrol için duyuşsal bozukluk değerlendirmesi duyuş

organizasyon testi; dinamik görsel keskinlik için “Dynamic Visual Acuity (DVA)” alt testleri uygulanmıştır.

### 3.2.1. Videonistagmografi

Videonistagmografi ölçümü VisualEyes VNG cihazı kullanılarak yapılmıştır. Katılımcılar, 48 saat öncesine kadar sedatif etkili herhangi bir ilaç kullanmamaları ve 48 saat öncesine kadar alkol almamaları konusunda bilgilendirilmiştir. Teste başlamadan önce göz çevresinde makyaj varsa temizlenmiştir.

Daha sonra, katılımcıya VNG google takılarak, katılımcı ile LED ekranın mesafesi 1 metre olarak ayarlanmış ve gözlük ayarı yapılmıştır. Test sırasında hastaya gözlerini iyice açması ve zorunlu olmadıkça gözlerini kırpmaması gerektiği anlatılmıştır. Test sırasında göz hareketleri bilgisayar ekranında gerçek zamanlı olarak izlenmiş ve kayıt edilmiş, test karanlık ortamda yapılmıştır.

Teste başlamadan önce horizontal ve vertikal düzlemde kalibrasyon yapılmıştır.

Daha sonra tüm katılımcılara sırasıyla aşağıdaki test bataryaları uygulanmıştır:

1. Sakkad test,
2. Gaze test ( sağa-sola-yukarı-aşağı bakış),
3. Smooth Pursuit test,
4. Optokinetik test,
5. Spontan nistagmus testi

Katılımcıların yaşları göz önünde bulundurularak kalorik test ve pozisyonel testler uygulanmamıştır.

**Kalibrasyon:** Teste başlamadan önce vertikal ve horizontal sakkad kalibrasyonu yapılmıştır.

**Gaze Testi:** Katılımcıdan primer hattan (orta hattan) 20 derece sağa ve sola, 15 derece yukarı ve aşağı bakması istenmiş ve kayıtları alınmıştır.

**Sakkad Testi:** Katılımcılardan horizontal düzlemde sağa ve sola rastgele sıçrayışlar yapan hedefi, başlarını hareket ettirmeden sadece gözleriyle takip etmeleri istenmiştir. Tüm katılımcılar 30 defa sola ve 30 defa sağa sıçrayışları takip etmiş, hiçbir katılımcıda test tamamlanmadan sonlandırılmamıştır (24).

**Smooth Pursuit Test:** Katılımcılardan sağdan sola, soldan sağa doğru bir sarkaç hareketi yapan hedefi gözleriyle takip etmeleri istenmiş, kayıtları alınmıştır.

**Optokinetik Test:** Katılımcılardan, önce sağdan sonra da soldan gelen ışık barlarını gözleriyle takip etmeleri istenmiş ve kayıtları alınmıştır.

**Spontan Nistagmus:** Baş primer pozisyonda iken, gözlük sisteminin önündeki maske kapatılarak karanlıkta bakışlarını sabit tutmaya çalışmaları istenmiş, 30 sn. sonra fiksasyon ışığı yakılarak hastalardan ışığa bakmaları istenmiş ve kayıtları alınmıştır.

### 3.2.2. Bilgisayarlı Dinamik Postürografi

Bilgisayarlı dinamik postürografi ölçümleri, Smart Equitest Dinamik Postürografi (NeuroComBalance Manager Systems) cihazı ile yapılmıştır. Katılımcılara sistemin alt testlerinden biri olan Duyu Organizasyon Testi (DOT, Sensory Organisation Test – SOT) uygulanmıştır. Test yöntemi açıklandıktan sonra, düşme ve yaralanmaları önlemek amacıyla emniyet yeleği giydirilmiş ve denge platformu üzerine çıkarılmıştır. DOT'un altı durumunun her birinden 20 saniye süreli ardışık üç tekrar yapılmıştır.

### 3.2.3. Dinamik Görsel Keskinlik

Dinamik görsel keskinlik testi, perception time test ve gaze stabilizasyon testleri Neurocom inVision kullanılarak yapılmıştır. Katılımcılar bilgisayara 2 m uzaklıkta oturtulmuş ve düzeltici lens takmalarına izin verilmiştir.

InVision yazılımı, varsayılan olarak sırasıyla statik görsel keskinlik ve perception time testlerinin yapılmasını gerektirir.

**Statik Görsel Keskinlik Testi (Static Visual Acuity – SVA):** Baş hareketsizken, hastadan ekranda beliren, boyutu ve ekranda kalış süresi önceden belirlenmiş bir E optotipinin yönünü söylemesi istenir. Daha sonra optotip hastanın yönünü belirleyebildiği en küçük değere (5’te 3 denemede) kadar Parameter Estimation by Sequential Testing (PEST) algoritmasına göre küçültülür. Böylelikle, SVA skoru logMAR (log of the Minimum Angle Resolution) cinsinden belirlenir. SVA skoru belirlendikten sonra Perception Time Test uygulanır. SVA ve PPT testlerinin sonuçları GST ve DVA testlerinin ana hatlarını (baseline) belirlemek için kullanılır. GST testinde E harfinin boyutu hastanın SVA skorunun 0.25 logMAR üzerinde olacak şekilde belirlenir (12). Hastanın SVA skoru elde edildikten sonra PPT ölçülür.

**Algılama Zamanı Testi (Perception Time Test - PTT):** PPT testinde hastanın optotipin oryantasyonunu doğru belirleyebildiği en kısa durasyon belirlenir. Katılımcılardan başlarını sabit tutmaları ve SVA skorlarınının 0.2 logMAR üzerine sabitlenmiş bir E optotipinin yönünü belirlemeleri istenir. PTT protokolü ile, DVA testi sırasında kullanılacak olan minimum hedef sunum süresi (milisaniye olarak) PEST algoritmasına (5 denemeden 3’ü) dayanarak oluşturulur. Elde edilen skor Minimum Perception Time (mPT) olarak kaydedilir. Testte, ekranın ortasında bir yuvarlak belirir. 2 saniye sonra yuvarlak kaybolur ve yuvarlağın kaybolmasından 200 milisaniye sonra E optotipi aynı yerde belirir. E optotipinin ekranda kalma süresi hastanın performansına (SVA skoruna) göre belirlenir. Neurocom InVision yazılımı, hastanın PTT skoruna ve DVA testi için seçilen hıza bağlı olarak değişken bir optotip görüntüleme süresi kullanmaktadır. Örneğin, hastanın PTT skoru 40 milisaniye ise DVA testinde baş hareket hızı 120 derece/saniye iken optotip 40-75 milisaniye aralığında ekranda kalır. Sonuç olarak, PTT skoru 40 milisaniyenin üzerinde ise görüntünün ekranda kalacağı süre PTT skoru + 35 milisaniye olarak hesaplanır (12, 50).

**Dinamik Görsel Keskinlik Testi (Dynamic Visual Acuity):** DVA testi minimum 120 derece/saniye hızda baş sağa ve sola çevrilirken yapıldı. InVision



sistemi horizontal DVA testi için 85 - 120 derece/saniye, vertikal DVA testi için ise 60 - 85 derece/saniye arasında bir hız aralığı kullanmaktadır. Bu hız (maksimum 120 derece/saniye), optotipin bir fiksasyon periyodunda tanımlanabilme olasılığını (optotipi görüntülemek için VOR yerine görsel sabitleme kullanmak için baş hızının yavaşlatılması gibi) ya da smooth pursuit göz hareketlerinin kontrolünde olan retinal kayma hatalarının düzeltilmesi olasılığını ortadan kaldırır (50).

Başa takılan bir hız sensörü (InertiaCube2 Precision Motion Tracker) ile katılımcıların 3 boyutlu baş pozisyonları ve baş hızları sürekli monitorize edildi. Optotipin ortaya çıkışını tetiklemek ve katılımcıların hız gereksinimlerini karşılayabilmelerini sağlamak için uygulama denemeleri yapıldı. Katılımcılardan hedef hıza ulaşana kadar başlarını sallamaları istendi. Hedef hıza ulaşıldığında bilgisayar ekranının alt tarafındaki bar yeşile döner. Bu methodun kullanılması, hedef hız ile maksimum hızın eşleştiği bir eşik hızın elde edilmesini sağlar. Hastaya baş hızını koruması ve ekranda beliren optotipin yönünü belirlemesi söylendi. Hastanın SVA skorundan 0.2 logMAR büyük ve PTT skoruna göre ekranda kalış süresi belirlenmiş bir E ototipi belirir. Optotip kaybolduktan sonra hastanın durması ve optotipin yönünü söylemesi istendi. Her bir denemedeki optotipin boyutu, DVA skoru elde edilene kadar katılımcının tepkilerine ve en iyi PEST algoritmasına göre değişiklik gösterdi. InVision yazılımı, DVA skorunu elde etmeden önce iki koşulun yerine getirilmesini gerektirir: 1) hastanın dinamik görev sırasında istenen hızı yakalaması; 2) hasta istenen hıza ulaştığında (ör., 120° / sn), hızın en azından optotipin belirlenmesi için PTT tarafından oluşturulan eşik süresi (msn cinsinden) kadar sürdürülebilmesi. Bu şartlar yerine getirilmemişse, durum tekrar edilir. Bu nedenle, PTT skoru ne kadar yüksekse, testi daha yüksek baş hareket hızlarında gerçekleştirmek daha zordur (50).

Yaw baş hareketi testi sırasında yukarı ve aşağı yön için DVA skorları belirlendi. DVA skoru, kişinin başını önceden belirlenen hız sınırları içerisinde hareket ettirirken doğru bir şekilde tanımlayabildiği en küçük optotip boyutudur. Bu “dinamik” görme keskinliği, baş hareketi sırasında görme keskinliğinde kayıp miktarını belirlemek için “statik” görme keskinliği ile karşılaştırıldı. DVA kaybı DVA ve SVA farkı ( $DVA \text{ kaybı} = DVA - SVA$ ) olarak tanımlanır. DVA kayıp skoru, sol,

sağ, yukarı ve aşağı kafa hareketleri için hesaplanır. DVA testinin sonucu, minimum çözünürlük açısı (logMAR) ünitelerinin logaritması olarak rapor edilir.

**Gaze Stabilizasyon Test:** GST testi hastanın baş hızının ulaşabileceği maksimum hız seviyesinde optotipi doğru tanımlayabilme yeteneğini ölçer. GST, katılımcıların başına takılan bir hız sensörü (InertiaCube2 +, Sourceless 3DOF Tracker) ile yapıldı. Gaze stabilization test, optotip boyutunun yarattığı problemin önüne geçerek VOR değerlendirmesi yapmak için kullanılır. GST'de boyutu sabitlenmiş bir E optotipi üzerinde maksimum baş hızında net görüşün sürdürülebilmesini içerir. Optotip aktif baş sallama sırasında, sakkadik göz hareketlerini azaltmak için rastgele sunulur(31). Katılımcılara bilgisayar ekranında beliren merkezi bir daireye bakmaları ve katılımcının statik görsel keskinlik skorunun üzerindeki 0.2 logMAR değerine ayarlanan optotip E ekrana gelene kadar baş hızını yavaşça artırmaları talimatı verildi. Baş amplitüdü 20 derece sağa ve sola (toplam 40 derece) olarak sürdürüldü ve ekranda görsel izleme noktaları ile doğrulandı. Tüm katılımcılar için saniyede 50 derecelik bir başlangıç hızı kullanılmıştır. Yukarıdaki test parametrelerini başlatmadan önce yeterli uygulama seansları sağlandı. (12).

## 4. BULGULAR

### 4.1. Demografik Bilgiler

Çalışmamızda, HBB grubunda 5 kadın, 5 erkek, kontrol grubunda ise, 5 kadın, 5 erkek birey yer almaktadır. HBB grubunu oluşturan bireylerin yaşları 69–88 yıl arasında değişmekte olup, yaş ortalamaları  $78.8 \pm 5,88$  yıldır. Kontrol grubundaki bireylerin yaşları ise, 73-84 yıl arasında değişmektedir ve yaş ortalamaları  $80,9 \pm 5,23$  yıldır (Tablo.4.1.)

Örneklem büyüklüğü hesaplaması ile, çalışmamızda %80 güç ve %5 yanılma payıyla örneklem genişliği 18 olarak bulunmuştur.

**Tablo 4.1.** HBB ve Kontrol grubuna ait yaş ve cinsiyet dağılımı

	HBB (N=10)		Kontrol (N=10)	
Cinsiyet	n	%	n	%
Kadın	5	50	5	50
Erkek	5	50	5	50
	X ± SS		X ± SS	
Yaş	78,8 ± 5,88		80,9 ± 5,23	
Kadın	78,60 ± 5,31		79,60 ± 6,65	
Erkek	79,0 ± 7,03		82,2 ± 3,63	

## 4.2. Videonistagmografi Bulguları

### 4.2.1. Sakkadik Test Bulguları

Tablo 4.2.'de HBB ve kontrol grubuna ait sakkadik test sonuçları yer almaktadır.

**Tablo 4.2.** HBB ve Kontrol Grubuna Ait Sakkadik Test Sonuçları

	HBB		Kontrol		p
	Ortalama	Min-Maks	Ortalama	Min-Maks	
<b>Sağ Velocity (°/sn.)</b>	306	277-325	299	268-362	0,54
<b>Sol Velocity (°/sn.)</b>	297	278-308	298	175-381	0,47
<b>Sağ Doğruluk (%)</b>	94	83-104	90	82-109	0,85
<b>Sol Doğruluk (%)</b>	90	86-99	91	53-105	0,56
<b>Sağ Latans</b>	200	160-250	195	160-270	0,43
<b>Sol Latans (msn)</b>	210	160-250	205	160-270	0,51

\*:p<0,05, Mann Whitney- U testi

Tablo 4.2. incelendiğinde; uygulanan Mann Whitney U Testi sonucunda, sağ sakkad peak velocity, sol sakkad peak velocity, sağ sakkad doğruluk, sol sakkad doğruluk, sağ sakkad latans ve sol sakkad latans değerlerinde hasta ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmemiştir (p>0.05).

#### 4.2.2. Smooth Pursuit Test Bulguları

Tablo 4.3.'de HBB ve kontrol grubuna ait smooth pursuit test sonuçları yer almaktadır.

**Tablo 4.3.** HBB ve Kontrol Grubuna Ait Smooth Pursuit Test Sonuçları

Tracking Gain	HBB		Kontrol		p
	Ortalama	Min-Maks	Ortalama	Min-Maks	
Sağ	0,83	0,63-1,03	0,89	0,39-1,01	0,89
Sol	0,82	0,8-1,03	0,82	0,43-1,00	0,93

\*:p<0,05, Mann Whitney- U testi

Tablo 4.3. incelendiğinde; uygulanan Mann Whitney U Testi sonucunda, sağ smooth pursuit gain, sol tracking gain düzeylerine göre HBB ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmemiştir (p>0.05).

#### 4.2.3. Optokinetik Test Bulguları

Tablo 4.4.'de HBB ve kontrol grubuna ait optokinetik test sonuçları yer almaktadır.

**Tablo 4.4.** HBB ve Kontrol Grubuna Ait Optokinetik Test Sonuçları

	HBB		Kontrol		p
	X ± SS	Min-Maks	X ± SS	Min-Maks	
Sağ OKN	0,92 ± 0,1	0,63-1,03	0,95 ± 0,1	0,39-1,01	0,62
Sol OKN	0,92 ± 0,09	0,8-1,03	0,90 ± 0,1	0,43-1,00	0,87

\*:p<0,05, Mann Whitney- U testi

Tablo 4.4. incelendiğinde; HBB ve kontrol grubundaki bireylerin optokinetik nistagmusları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir (p>0.05).

#### 4.2.4. Gaze Test ve Spontan Nistagmus Testi Bulguları

HBB ve kontrol grubunda gaze testte 4 yönde de gaze nistagmus ve spontan nistagmus gözlenmemiştir.

#### 4.3. Bilgisayarlı Dinamik Postürografi Bulguları

Tablo 4.5.'de HBB ve kontrol grubuna ait Duyusal Organizasyon Testi sonuçları yer almaktadır.

**Tablo 4.5.** HBB ve Kontrol Grubuna Ait Duyusal Organizasyon Testi Sonuçları

	<b>Kontrol</b>		<b>HBB</b>		$\chi^2$
	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	
<b>SOM Normal</b>	10	100	10	100	0,0
<b>Anormal</b>	0	0	0	0	
<b>VIS Normal</b>	5	50	6	60	0,65
<b>Anormal</b>	5	50	4	40	
<b>VEST Normal</b>	8	80	2	20	<b>0,07*</b>
<b>Anormal</b>	2	20	8	80	
<b>PREF Normal</b>	10	100	9	90	0,30
<b>Anormal</b>	0	0	1	10	

Tablo 4.5. incelendiğinde; uygulanan Ki Kare Testi sonucunda, HBB ve kontrol grubundaki bireylerin Duyusal Organizasyon Testi, SOM, VIS ve PREF parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamazken, VEST parametresinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmiştir ( $p>0.05$ ).

Tablo 4.6'da HBB ve kontrol grubuna ait DOT Bileşik Denge Skorları yer

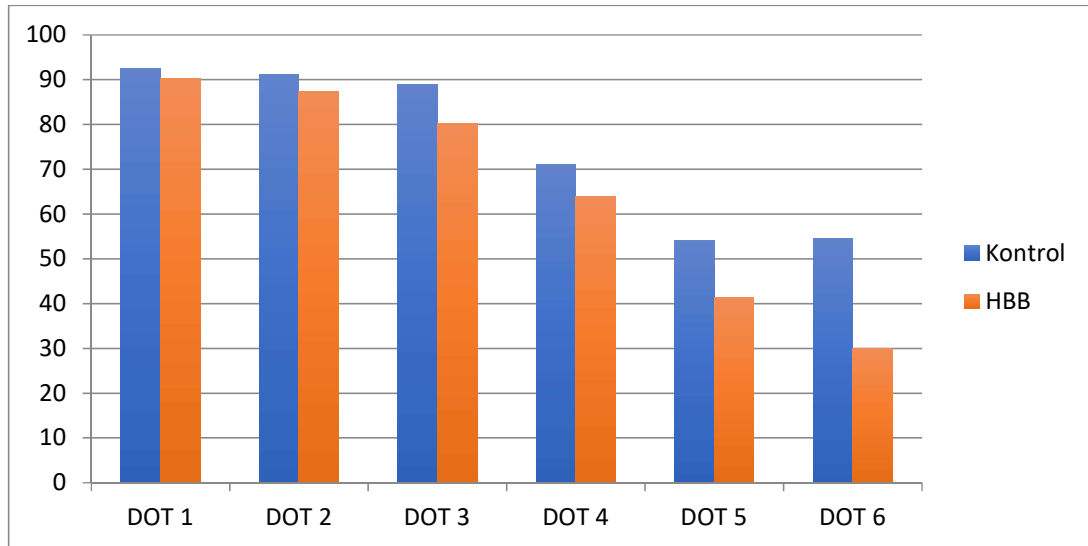
almaktadır.

**Tablo 4.6.** HBB ve Kontrol Grubuna Ait Duyusal Organizasyon Testi Denge Skorları ve Birleşik Denge Skorları

DOT	HBB	Kontrol	p
DOT 1	90,19 ± 3,61	92,43 ± 2,18	0,143
DOT 2	87,29 ± 4,48	91,16 ± 3,31	<b>0,043*</b>
DOT 3	80,23 ± 8,74	89,02 ± 3,30	<b>0,01*</b>
DOT 4	63,89 ± 13,76	70,96 ± 10,97	0,280
DOT 5	41,33 ± 20,87	54,13 ± 28,00	0,143
DOT 6	30,09 ± 30,09	54,53 ± 23,20	<b>0,035*</b>
COMP	60,10 ± 10,06	71,6 ± 9,67	<b>0,21*</b>

\*:p<0,05

**Grafik 4.1.** HBB ve Kontrol Grubuna Ait Duyusal Organizasyon Testi Denge Skorları ve Bileşik Denge Skorları



Tablo 4.6.ve Grafik 4.1. incelendiğinde; Mann Whitney U Testi sonucunda, Duyusal Organizasyon Testi denge skorlarında 2,3 ve 6. koşulların denge skorunda ve birleşik denge skorlarında HBB ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmiştir (p>0.05).

#### 4.4. Dinamik Görsel Keskinlik Bulguları

Tablo 4.7.'de HBB ve kontrol grubuna ait dinamik görsel keskinlik test sonuçları yer almaktadır.

**Tablo 4.7.** HBB ve Kontrol Grubuna Ait Dinamik Görsel Keskinlik Testi Sonuçları

	Hasta		Kontrol		p
	Ortalama	Standart Sapma	Ortalama	Standart Sapma	
<b>PTT</b>	92,0	58,08	41,00	39,56	0,031*
<b>GST SAĞ</b>	117,50	49,41	101,50	42,11	0,396
<b>GST SOL</b>	98,60	48,73	81,90	30,22	0,448
<b>DVA YUKARI</b>	0,18	0,21	0,17	0,14	0,648
<b>DVA AŞAĞI</b>	0,20	0,18	0,14	0,17	0,648

\*:p<0,05

Tablo 4.7. incelendiğinde; uygulanan Mann Whitney U Testi sonucunda, Gaze Stabilizasyon Testi, Gaze Stabilizasyon Testi hız simetri parametresi, Vertikal Dinamik Görsel Keskinlik Testi ve Vertikal Dinamik Görsel Keskinlik Testi kayıp oranı parametresinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamazken, Perception Time Test skorunda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmiştir (p>0.05).



## 5. TARTIŞMA

Bu çalışmanın amacı, hafif bilişsel bozukluğu olan yaşlı bireylerin Vestibülo-Oküler Refleks (VOR), Postüral Denge ve Dinamik Görsel Keskinliklerini değerlendirerek sağlıklı yaşlı grubuyla karşılaştırmaktır.

Çalışmanın amacı doğrultusunda, Hafif Bilişsel Bozukluğu olan yaşlı bireylere ve sağlıklı kontrol grubuna VOR fonksiyonlarını değerlendirmek amacıyla Videonistagmografi, postüral dengelerini değerlendirmek amacıyla Bilgisayarlı Dinamik Postürografi ve dinamik görsel keskinliklerini değerlendirmek amacıyla Gaze Stabilizasyon ve Vertikal Dinamik Görsel Keskinlik testleri yapılmış ve iki grubun sonuçları karşılaştırılmıştır.

Denge sisteminin temel rolü, insanların çevreleriyle etkileşimlerini güvenli ve verimli bir şekilde sürdürmelerine izin vermektir. İnsanlar hareket ettikçe, görsel, somatosensoryel ve vestibüler duyular yoluyla bilgi toplanır; entegrasyon için beyin sapına, son olarak algı ve işleme korteksine gönderilir (51).

Vestibüler sistem denge kontrolünün temel katılımcısıdır. Bu fonksiyonda hastalık ya da yaşlanmaya bağlı olarak azalma gözlenebilir ve bu durum baş hareketleri sırasında görsel keskinliğin azalmasına, postüral kontrol ve yürüyüşte bozulmalara neden olabilir (31). VOR kazancı yaşla birlikte azalır ve önemli ölçüde retinal kayma nedeniyle baş hareketleri sırasında görme keskinliğinin azalmasına neden olur (40).

Bilişsel bozukluğun varlığı, motor performans ve vücut dengesindeki değişimler için önemli bir risk faktörüdür (47). Çalışmamızda, yaptığımız videonistagmografi testi sonucunda iki grup karşılaştırıldığında sakkadik göz hareketleri, tracking test, optokinetik test ve gaze test bulguları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Ayrıca katılımcıların hiç birinde spontan nistagmus gözlenmemiştir.

Sakkadik göz hareketleri oksipitoparietal korteks, frontal lob, bazal ganglion, superior kollikulus, serebellum, beyin sapı ve nervus abducens kontrolü ile gerçekleşir (52). Sakkadik göz hareketlerinde, sakkadik peak velocity değeri 300-500 derece/saniye arasında, latansı ise 200-250 ms arasında normal kabul edilmektedir

(53). Çalışmamızda hem HBB grubunda hem de kontrol grubunda elde ettiğimiz sakkadik göz hareketleri bulguları normal sınırlar içerisinde elde edilmiştir.

Smooth pursuit göz hareketlerinde kazancın %80'in üzerinde olması normal kabul edilmektedir (54-56). Çalışmamızda HBB grubunun ve kontrol grubunun smooth pursuit kazançları %80'in üzerinde elde edildiğinden, smooth pursuit göz hareketlerinin normal sınırlar içerisinde olduğu sonucuna varılmıştır. Optonkinetik nistagmus testinde her iki grupta da herhangi bir asimetri gözlenmemiştir. Literatürde HBB'li bireylerin videonistagmografik bulgularını değerlendiren bir çalışma bulunamadığından, çalışmamızda elde ettiğimiz HBB'li bireylerde VNG verilerinin karşılaştırması yapılamamıştır. Bu yönüyle çalışmamız literatürde tek olma özelliğine sahiptir.

Dinamik Görsel Keskinlik (DGK) testi, kişinin baş hareketleri sırasında uygun görsel hedef yakalamak için periferik vestibüler sistemi kullanma yeteneğinin fonksiyonel bir değerlendirmesidir (50). Çalışmamıza katılan bireylerin Dinamik Görsel Keskinliklerini belirlemek amacıyla Perception Time Test (PTT), Gaze Stabilizasyon Testi (GST) ve Vertikal Dinamik Görsel Keskinlik Testi uygulanmıştır. İki grup karşılaştırıldığında, GST ve Vertikal DGK skorları arasında anlamlı bir farklılık bulunamazken, HBB grubunun PTT skorları istatistiksel olarak anlamlı derecede uzun elde edilmiştir.

Herdman ve diğ. (1998), yaşları 19-87 arasında değişen bireylerle yaptıkları norm çalışmasında, 60-69 ve 70-79 yaş grubundaki bireylerin DGK skorlarının diğer gruplarla karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı derecede artmış olduğunu bulmuşlardır (57).

Peters ve diğ. (2012), 112 sağlıklı bireyler ve vestibüler bozukluğu olan 45 hastayla yaptıkları çalışmalarında, yaşlı olan hastalarda DGK skorlarının anlamlı derecede farklılık gösterdiğini bulmuşlar ve bunun sebebinin VOR kazancının yaşa bağlı olarak değişmesi olduğunu belirtmişlerdir (30).

Honaker ve ark. (2013), yaptıkları çalışmada, düşen ve düşmeyen katılımcıların baş hareket hızları arasında anlamlı farklılık bulmuştur. Düşen

katılımcıların GST skor ortalamaları  $72.16 \pm 28.08$  derece/sn, düşmeyenlerin  $128.95 \pm 24.27$  derece olarak bulunmuştur (31).

Whitney ve ark. (2009), bakış stabilitesinin dinamik yürüme görevlerine katkıda bulunduğunu ve vestibüler bozukluğu olan bireylerde horizontal planda GST kriter değerinin 63 derece/sn olması durumunu anormal yürüyüş performansı ile ilişkili bulmuştur. Zayıf GST performansı yaşlı bireylerde azalmış mobilite ve denge ile de ilişkili bulunmuştur (58).

Honaker ve Shepard (2010), 87 sağlıklı bireyle yaptıkları çalışmada yaşın fonksiyonel VOR değerlendirmesini etkilediğini belirtmişlerdir. Çalışmada, GST ortalama hızları gruplar arası (20-39 yaş ve 60-79 yaş) karşılaştırıldığında anlamlı farklılık bulunmuştur. 70-79 yaş aralığında 13 bireyin GST maksimum hız dereceleri  $104.84 \pm 25.11$ , PTT skorları  $36.15 \pm 16.09$  olarak bulunmuştur (40).

Schubert ve diğ. (2002), sağlıklı bireyler ve vestibüler hipofonksiyonu olan hastaların vertikal dinamik görsel keskinliklerini karşılaştırdıkları çalışmada, normal bireylerde yaşın vertikal DGK skorlarında %28 etkili olduğunu belirtmişlerdir (59).

Çalışmamızda yer alan bireylerin GST ve vertikal DGK skorları normal sınırlar içinde elde edilmiştir. Bu yönden literatürle benzerlik göstermemektedir. Bu durumun nedeninin örneklem sayısının görece az olması olduğu düşünülmektedir.

Çalışmamızda HBB olan bireylerin PTT skorları, sağlıklı yaşlılarıyla karşılaştırıldığında anlamlı derecede uzun bulunmuştur. Honaker ve Shepard (2011), düşme hikayesi olan ve olmayan 32 yaşlı bireyle yaptıkları çalışmada, düşen bireylerin PTT skorlarının ( $41.88$  msn) düşmeyen bireylerin PTT skorlarına ( $31.25$  msn) göre anlamlı derecede uzun olduğunu bulmuşlar ve çalışmalarının sonucunda DGK'nin düşen ve düşmeyen bireyleri birbirinden ayırmak için tarama olarak kullanabileceğini önermişlerdir (50). Literatürle uyumlu olarak (49), çalışmamıza katılan HBB'li bireylerin PTT skorlarının anlamlı derecede uzun olması, HBB'li bireylerin düşme eğiliminin daha fazla olduğunu göstermektedir.

Yaşlanmanın birçok süreci her birey için farklı işler. Ancak, genellikle, postür stabilitesi yaşla birlikte azalır. Bu durum, sensör inputların azalmasını da içeren

kontrol sistemindeki bozulmalardan, santral işlemedeki ve motor outputun gücündeki azalmalardan kaynaklanır. Yaşa bağlı bu bozulmalar, kontrolün kompensatuar modifikasyonu ile sonuçlanmaktadır (26).

Bilgisayarlı dinamik postürografi, instabiliteyi değerlendirir ve yaşlanma sonucu denge sisteminde meydana gelen değişiklikleri ölçebilir (37). Çalışmamıza katılan bireylere, postüral dengelerinin ölçülmesi amacıyla Bilgisayarlı Dinamik Postürografi testi yapılmıştır. İki grup karşılaştırıldığında, SOM, VIS ve PREF parametrelerinde anlamlı bir farklılık bulunamazken, VEST parametresi, DOT 2, DOT 3, DOT 6 Denge Skorları ve Birleşik Denge Skorlarında HBB grubunda istatistiksel olarak anlamlı düşüş gözlenmiştir.

Micarelli ve diğ. (2018), kognitif bozukluğu olan bireylerle sağlıklı bireylerin postüral dengelerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, kognitif bozukluğu olan bireylerin gözler açık ve gözler kapalı pozisyonlarda normal bireylere kıyasla daha fazla salınım gösterdiğini bulmuşlardır (41).

Shin ve diğ. (2011), hafif bilişsel bozukluğun denge üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmalarında, HBB grubunda mediolateral salınım hızı ve mesafesinin HBB olmayan gruba göre anlamlı olarak daha yüksek olduğunu ancak deneklerin gözlerini kapattığı zaman kompensasyon miktarının her iki grupta da benzer olduğunu bulmuşlardır. Bunun, kompensatuar sistemin nispeten bozulmamış görünmesi nedeniyle HBB hastaları için dengeyi geliştirmeye yönelik eğitim programını destekleyen bir bulgu olduğunu belirtmişlerdir (45).

Colledge ve diğ. (1994), 20-40, 40-60, 60-70 ve 70 yaş üzeri olarak gruplandırdıkları 74 sağlıklı bireyin postüral dengelerini araştırdıkları çalışmalarında, her test koşulunda yaşla birlikte postüral salınımın arttığını bildirmişlerdir (60).

Borah ve diğ. (2007), 8-70 yaş arası bireylerle yaptıkları çalışmalarında, 61-70 yaş arası bireylerin DOT 5, DOT 6 durumlarındaki denge skorlarının ve birleşik denge skorlarının diğer yaş gruplarıyla karşılaştırıldığında anlamlı derecede düşük bulmuşlardır (61).

Çalışmamıza katılan HBB'li bireylerin DOT 2, DOT 3 ve DOT 6 Denge Skorları bilişsel olarak intakt yaşlılarla karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur. DOT 2 durumunda gözler kapalı, platform sabitken, DOT 3'te görsel çevre hareketli platform sabit ve DOT 6'da görsel çevre ve platform hareketlidir. Literatürle uyumlu olarak görsel ipuçlarının bozulduğu veya gözlerin kapalı olduğu durumlarda HBB'li bireylerin daha fazla salınım gösterdiği gözlenmiştir (45, 59, 60). Bu durum HBB'li bireylerin düşmeye daha eğilimli olduğunu düşündürmektedir.

Çalışmamıza katılan HBB'li bireylerin, DOT testi VEST parametresi skorları normal bireylerle karşılaştırıldığında anlamlı derecede düşük bulunmuştur. VEST parametresi ölçülürken gözlerin kapalı olması ve platformun hareketli olması, dengenin sadece vestibüler sistemden gelen bilgilerle sağlanmasına neden olmaktadır. HBB'li bireylerde vestibüler sistemdeki olası hipofonksiyon bu parametrede düşüşe yol açmış olabilir.

Çalışmamıza katılan HBB'li bireylerin DOT parametresi Birleşik Denge Skorları bilişsel olarak intakt yaşlılarıyla karşılaştırıldığında anlamlı ölçüde düşük bulunmuştur. Whitney ve diğ. (2006), düşme hikayesi olan ve olmayan bireylerle yaptıkları çalışmada, DOT Birleşik Denge Skoru'nun düşme ile güçlü bir korelasyonu olduğunu bulmuşlar ve bu skorun düşmeyi önleyici rehabilitatif çalışmalar için yol gösterici olabileceğini belirtmişlerdir (62). Wallman (2001), 60 yaş üstünde 15 düşmeyen birey ve 10 düşen bireyle yaptığı çalışmasında, DOT Birleşik Denge Skorunun düşme ile anlamlı pozitif korelasyon gösterdiğini bulmuştur (63). Müjdeci ve diğ. (2012), 65 yaş üstünde 15 düşmeyen birey ve 15 düşen bireyle yaptıkları çalışmalarında, DOT Birleşik Denge Skorunun düşme ile anlamlı pozitif korelasyon gösterdiğini bulmuşlardır (64).

Bilişsel bozukluk düşme için bir risk faktörüdür. Yetişkin bir bireyde bilişsel bozukluk varsa; tanıdan bağımsız olarak bilişsel olarak intakt yaşlılarına göre daha fazla düşme riski altındadır (1, 3, 8, 49). Çalışmamızın sonuçlarına bakıldığında, HBB'li bireylerin DOT Birleşik Denge Skorları'nın sağlıklı yaşlılarından düşük olması, HBB'li bireylerin düşme açısından daha fazla risk altında olduğunu göstermektedir.

Postüral denge, bir iç vücut şemasına dayanan, vestibüler, görsel, işitsel ve motor sistemlerden olanlar dahil olmak üzere, çoklu duyuşal girdilerin geri bildirim entegrasyonunu içeren karmaşık bir merkezi sinir sistemi sürecidir. Duyuşal bilgi mevcut olduğunda ortaya çıkan denge gelişmesinden, çoklu duyuşal geribildirim entegrasyonunun önemi açıkça görölmektedir (65).

Postüral stabilite, düşmelerin ve düşme riskinin en önemli faktörüdür. Dışarıdan gelen düzensizliklere (*postural perturbation*) verilen postüral cevap, dengenin sürdürülebilmesi için en önemli bileşendir. Teorik açıdan istikrar (Lapunov'un kararlılık teoremi); girdi parametrelerindeki yeterince küçük değışikliklerin, çıktıda sınırlı değışikliklere yol açtığı herhangi bir sistem özelliği olarak tarif edilmektedir (26). Bu tanıma göre kararlı bir postüral kontrol sisteminin, tepkimeye aracılık eden girdide (duyuşal) meydana gelen değışikliklere karşı duyarsız olması ile karakterize olduğ u varsayılmaktadır (26).

Bilişsel düşüş, yürüme ve postüral kontrol gibi otomatik motor görevlerinde gerilemeye sebep olabilir ve bilişsel bozukluğu olan yaşlılarda düşme riskini artırır. Sınırlı bilişsel kaynaklar nedeniyle, eş zamanlı zorluklarla başa çıkmakta olan bilişsel görevleri tamamlamak için yürüme hızı veya denge gibi motor performansından ödün verilebilir (7).

Görsel geribildirimler olmadan, bilişsel yetenekler denge kaybını önlemek için hayati öneme sahiptir, çünkü bireyler, algılanan sensorimotor fonksiyonu üzerindeki dikkat kaynaklarını arttırmalıdır. Bilişsel stratejiler kullanılarak motor güçlüklerini uygun bir şekilde telafi edemedikleri için sensör-motor bozukluklar, bilişsel yetenekleri bozulmuş yaşlı bireylerde daha belirgindir (5).

Bilişsel bozukluğun varlığı, motor performans ve vücut dengesindeki değışimler için önemli bir risk faktörüdür. Bilişsel bozukluğu olan kişilerde düşme insidansının bilişsel olarak bozulmamış yaşlıların insidansının iki katı olduğ u tahmin edilmektedir (47).

HBB olan bireyler her ne kadar günlük yaşam aktivitelerini yapabilse de, yönetici fonksiyonlar ve dengedeki bozulmalar nedeniyle düşmeye yatkındırlar (7).

HBB'deki anatomik ve fonksiyonel değişiklikler bağlamında denge sistemi, serebral korteks, serebellar korteks, subkortikal bölge ve omurilik yolunun efferentleriyle; görsel, işitsel, somatosensoryel ve proprioseptif sistemin afferentlerinden oluşan kompleks bir sistem olduğundan dikkatle değerlendirilmelidir (45).

Hafif bilişsel bozukluğu olan hastalarda, bağımsız yaşamayı ve yaşam kalitesini arttırmak için düşmeyle ilişkili faktörleri anlamak ve ortadan kaldırmak çok önemlidir. Kognitif dalgalanmalar ve düşmelerin altında benzer nörobiyolojik devreler ve düzensizliklerin yer aldığı düşünülmektedir (66). Düşme, bu grupta yaralanmalara, hastanede kalmaya, özgüven eksikliğine, aktiviteyi azaltmaya sebep olabilir. Eğer müdahale, gelecekteki düşme riskini azaltabilirse, fonksiyon ve aktiviteyi sürdürebilmeye ve bu popülasyonda sık görülen engellilik ve bağımlılığa geçişi azaltır (8).

Egzersiz, yaşla ilişkili gelişen ve bireyin yaşamını olumsuz etkileyen demans gibi kronik hastalıkların önlenmesinde etkilidir. Fiziksel aktivitenin demanstan korunmak ve demansın evreler arası geçişinin yavaşlatılmasında önemi büyüktür. Fakat bu önem yeterince anlaşılabilmesi ve yaşlanma ve hastalığın ilerlemesi ile birlikte giderek daha hareketsiz bir yaşam tarzının tercih edilmesi hem demansın görülme sıklığını artırmakta hem de evreler arası geçişi hızlandırabilmektedir (67).

Ek olarak, beyinde nöroplastik adaptasyonun, HBB popülasyonunda ortaya çıkabileceğine dair kanıtlar vardır. Yaşlı bireylerin, sağlıklı kalma (yani güç ve denge egzersizleri) ve kognitif bozukluğun erken bir aşamasında riski azaltan uyarlamaları (örneğin hareketlilik yardımları, evde tehlike azaltma) benimsemelerine yardımcı olunabilir. Müdahalenin genel fiziksel veya bilişsel işlevsel problemleri tersine çevirmesi olası değildir. Bununla birlikte, gerilemeyi dengelemek ya da yavaşlatmak, iki yıldan bir yıla kadar bozulmayı erteleyerek, “morbiditeyi sıkıştırmaya” yardımcı olabilir (8).

Bütün bunlara ek olarak demanslı yaşlı insanlarda düşmelerin ve engelliliğin parasal ve toplumsal maliyetleri çok önemlidir ve gelecek yıllarda dramatik bir şekilde artacağı öngörülmektedir (68) .

Çalışmamızda elde ettiğimiz bulgular, HBB'li bireylerin düşme eğiliminin sağlıklı yaşlılarından daha fazla olduğunu destekler niteliktedir. Bu bulgular ışığında, HBB tanısı alan bireylerin denge değerlendirmelerinin yapılması ve düşmeyi önlemeye yönelik çalışmalar kapsamına alınmaları gerektiği ortaya çıkmaktadır.



## 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışmamızda HBB'li bireylerin Vestibülo-oküler Refleksleri, Dinamik Görsel Keskinlikleri ve Postüral Dengeleri araştırılarak, sonuçlar sağlıklı kontrol grubuyla karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgular tartışılarak çalışmanın sonuç ve önerilerine ulaşılmıştır;

1. HBB'li grup ve sağlıklı kontrol grubu karşılaştırıldığında, okülo-motor testler açısından bir farklılık saptanmamıştır.
2. Her iki grupta da gaze nistagmus ve spontan nistagmus gözlenmemiştir.
3. HBB'li grubun PTT skorları, sağlıklı yaşlılarından anlamlı derecede uzun bulunmuştur.
4. HBB'li grup ve sağlıklı kontrol grubu karşılaştırıldığında, Gaze Stabilizasyon Testinde anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.
5. HBB'li grup ve sağlıklı kontrol grubu karşılaştırıldığında, Vertikal DGK Testinde anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.
6. Bilgisayarlı Dinamik Postürografi Duyusal Organizasyon Testi SOM, VIS ve PREF parametrelerinde iki grup arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.
7. Bilgisayarlı Dinamik Postürografi Duyusal Organizasyon Testi VEST parametresi HBB'li grupta sağlıklı kontrol grubuyla karşılaştırıldığında anlamlı derecede düşük elde edilmiştir.
8. Bilgisayarlı Dinamik Postürografi Duyusal Organizasyon Testi DOT 1, DOT 4 ve DOT 5 skorlarında iki grup arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır.
9. Bilgisayarlı Dinamik Postürografi Duyusal Organizasyon Testi DOT 2, DOT 3, DOT 6 ve Birleşik Denge Puanı skorları HBB'li grupta anlamlı derecede düşük bulunmuştur.

Çalışmamızın sonunda, yapılacak diğer araştırmalar için aşağıdaki öneriler getirilmiştir,

1. HBB'li bireylerin düşmelerinin önlenmesi amacıyla, HBB tanısı almalarından itibaren dengelerinin değerlendirilmesi önerilmektedir
2. Dengeleri değerlendirilen HBB'li bireylerin düşmeyi önleyici rehabilitasyon çalışmaları kapsamına alınmaları önerilmektedir.

3. İleride yapılacak olan çalışmalara HBB'li bireylerin yürüme performanslarının araştırılması da eklenebilir.
4. Yaşlılarda vestibüler değerlendirme bataryasına Dinamik Görsel Keskinlik testinin de eklenmesi önerilmektedir.
5. İleride yapılacak olan çalışmalarda farklı evrelerde bilişsel bozukluğa sahip yaşlılarla çalışılması önerilmektedir.

## 7. KAYNAKLAR

1. Güler S. Yaşlılarda Yürüme Bozuklukları ve Kognitif Yıkım Arasındaki İlişki Düşünen Adam Psikiyatri ve Nörolojik Bilimler Dergisi 2011;24:331-9.
2. Gauthier S, Reisberg, B., Zaudig, M., Petersen, R.C., Ritchie, K., Broich, K., Belleville, S., Brodaty, H., Bennett, D., Chertkow, H., Cummings, J.L., Leon, M., Feldman, H., Ganguli, M., Hampel, H., Scheltens, P., Tierney, M.C., Whitehouse, P., Winblad, B. Mild cognitive impairment *wwwthelancetcom* 2006;367.
3. Booth V, Hood, V., Kearney, F. Interventions incorporating physical and cognitive elements to reduce falls risk in cognitively impaired older adults: a systematic review. *JBIC Database System Reviews Implementation Reports*. 2016;14(5):110-35.
4. Isordia-Martinez J, Gongora-Rivera, F., Leal-Bailey, H., Ortiz-Jimenez, X. Mild cognitive impairment *Medicina Universitaria* 2014;16(62):28-36.
5. Pieruccini-Faria F, Muir-Hunter, S.W., Montero-Odasso, M. Do depressive symptoms affect balance in older adults with mild cognitive impairment? Results from the “gait and brain study” *Experimental Gerontology*. 2018;108:106-11.
6. Harvey L, Mitchell, R., Brodaty, H., Draper, B., Close, J. Differing trends in fall-related fracture and non-fracture injuries in older people with and without dementia. *Archives of Gerontology and Geriatrics* 2016;67:61-7.
7. Law LLF, Fong, K.N.K., Yau, M.M.K. Can functional task exercise improve executive function and contribute to functional balance<sup>[1]</sup> in older adults with mild cognitive impairment? A pilot study. *British Journal of Occupational Therapy* 2018;81(9):495-502.
8. Booth V, Harwood, R., Hood, V., Masudi, T., Logan, P. Understanding the theoretical underpinning of the exercise component in a fall prevention programme for older adults with mild dementia: a realist review protocol. *Systematic Reviews* 2016;5:119-29.
9. Sheridan PL, Hausdorff, J.M. The role of higher-level cognitive function in gait: executive dysfunction contributes to fall risk in Alzheimer’s disease. . *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders* 2007;24:125–37. .
10. Piermartiri TCB, Bezerra, N.C., Hoeller, A.A., . Preventive effect of the physical therapy to minimize the occurrence of falls in patients with Alzheimer’s

- disease. *Rev Neurosci* 2009;17:Piermartiri, T.C.B., Bezerra, N.C., Hoeller, A.A., 17, .
11. Husain M, Schott, J., 2016. . . Oxford Textbook of Cognitive Nuerology and Dementia: Oxford University Press.; 2016.
  12. Mohammad MT, Whitney, S.L., Marchetti, G.F., Sparto, P.J., Ward, B.K., Furman, J.M. The reliability and response stability of dynamic testing of the vestibulo-ocular reflex in patients with vestibular disease. *Journal of Vestibular Research*. 2011;21(5).
  13. Palidis DJ, Wyder-Hodge, P.A., Fookan, J., Spering, M. Distinct eye movement patterns enhance dynamic visual acuity. . *PLoS One*. 2017;12(2).
  14. Karakaş S. Kognitif Nörobilimler. Ankara: Nobel Tıp Kitabevi; 2010.
  15. Aksoy S, Öztürk, B. . Bilgisayarlı Dinamik Postürografi. In: Teknoloji. KHİ, editor.2011.
  16. Herdman SJ. Vestibular Rehabilitation. Philadelphia: F. A. Davis Company; 2007.
  17. Alberstone CD, Benzel, E.C., nAJM, 1.m., Steinmetz, M.P. Nörolojik Tanının Anatomik Temelleri. Ankara: Güneş Tıp Kitabevi; 2009.
  18. Furman JM, Cass, S.P., Whitney, S.L. Vestibular Disorders, A Case Study Approach to Diagnosis and Treatment. Oxford: Oxford University Press; 2010.
  19. Probst R, Grevers, G., Iro, H. Temel Otorinolaringoloji Adım Adım Öğrenme Rehberi. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi; 2011.
  20. <http://www.hearingandbalancetx.com/vestibular-system-anatomy.html> [
  21. Pimenta C, Correia, A., Alves, M.,Virella, D. . Effects of oculomotor and gaze stability exercises on balance after stroke: Clinical trial protocol *Porto Biomedical Journal*. 2017;2(3):76-80.
  22. Ardiç FN. Vertigo. Ankara: Nobel; 2005.
  23. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vestibulo-ocular\\_reflex.PNG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vestibulo-ocular_reflex.PNG) [
  24. Brandt T, Dietrich, M., Strupp, M. Vertigo and Dizziness. London: Springer; 2013.
  25. [https://www.researchgate.net/publication/309543534\\_Driver\\_Distraction\\_Using\\_Visual-Based\\_Sensors\\_and\\_Algorithms](https://www.researchgate.net/publication/309543534_Driver_Distraction_Using_Visual-Based_Sensors_and_Algorithms)

26. Blaszczyk JW, Michalski, A. . Ageing and Postural Stability Studies in Physical Culture and Tourism. 2006.
27. Dannenbaum E, Paquet, N., Chilingaryan, G., Fung,J. . Clinical Evaluation of Dynamic Visual Acuity in Subjects With Unilateral Vestibular Hypofunction. *Otology & Neurotology*. 2009;30:368-72.
28. Roberts RA, Gans, R.E. Comparison of Horizontal and Vertical Dynamic Visual Acuity in Patients with Vestibular Dysfunction and Nonvestibular Dizziness – BİTTİ GİBİ. *Journal of American Academy of Audiology*. 2007;18:236-44.
29. Jacobson GP, Shepard, N.T., . Balance Function Assessment and Management. San Diego: Plural Publishing 2014.
30. Petersa BT, Mulavara, A.P., Cohen, A.S., Sangi-Haghpeykar, H., Bloomberg, J.J. Dynamic visual acuity testing for screening patients with vestibular impairments *Journal of Vestibular Research* 2012 22(2):145-51.
31. Honaker JA, Lee, C., Shepard, N.T. Clinical Use of the Gaze Stabilization Test for Screening Falling Risk in Community-Dwelling Older Adults *Otology & Neurotology*. 2013;34:729-35
32. Herdman SJ, Tusa, R.J., Blatt, P., Suzuki, A., Venuto, P.J., Roberts, D. Computerized dynamic visual acuity test in the assessment of vestibular deficits. *The American Journal of Otology*. 1998;19(6):790-6.
33. Ardıç FN. *Vertigo*. İzmir: US Akademi; 2018.
34. Furman JM, Goldstein, A. *Vertigo* 6ed2017.
35. Furman JM, Wuyts, F.L. . *Vestibular Laboratory Testing* 6ed2012.
36. Hathiram BT, Khattar, V.S. *Videonystagmography Otorhinolaryngology Clinics: An International Journal*. 2012;4(1):17-24.
37. Musat G. Computerized dynamic posturography in the diagnosis and treatment of the instability of the elderly. *Romanian Journal Of Neurology*. 2013;12(2):58-62.
38. Beğer T, Yavuzer, H. Yaşlılık ve Yaşlılık Epidemiyolojisi. *Klinik Gelişim*. 2012;25(3):1-3.
39. Neki NS, Singh, A., Shergil, G.S., Kaur, A. *Vertigo in Elderly – Common but Complicated Journal of Krishna Institute of Medical Sciences University*. 2017;6(1).
40. Honaker JA, Shepard, N.T. Age effect on the Gaze Stabilization test *Journal of Vestibular Research* 2010;20(5):357-62.

41. Micarelli A, Viziano, A., Della-Morte, D., Augimeri, I., Alessandrini, M. Degree of Functional Impairment Associated With Vestibular Hypofunction Among Older Adults With Cognitive Decline *Otology & Neurotology*. 2018 39(5):392-400.
42. Gago MF, Yelshyna, D., Bicho, E., Silva, H.D., Rocha, L., Rodrigues, M.L., Sousa, N. Compensatory Postural Adjustments in an Oculus Virtual Reality Environment and the Risk of Falling in Alzheimer's Disease *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders Extra*. 2016;6:252–67.
43. Thompson-Heisterman AA. *Cognitive Disorders. Psychiatric-mental health nursing : evidence-based concepts, skills, and practices*. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins; 2013.
44. Petersen RC. Mild Cognitive Impairment *The New England Journal of Medicine*. 2011;364(23).
45. Shin BM, Han, S.J., Jung, J.H., Kim, J.E., Fregni, F. Effect of mild cognitive impairment on balance *Journal of the Neurological Sciences*. 2011;305:121-5.
46. Kelley BJ, Petersen, R.C. Alzheimer's disease and mild cognitive impairment. *Neurologic Clinics* 2007;25(3):577-609.
47. Borges APO, Carneiro, J. A. O., Zaia, J. E., Carneiro, A. A. O., Takayanagui, O. M. Evaluation of postural balance in mild cognitive impairment through a three-dimensional electromagnetic system. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*. 2016;82(4):433-41.
48. Wettstein M, Wahl, H.W., Heyl, V. Visual Acuity and Cognition in Older Adults With and Without Hearing Loss: Evidence For Late-Life Sensory Compensation. *Ear and Hearing*. 2018;39(4):746-55.
49. Hauer K, Pfisterer, M., Weber, C., Wezler, N., Kliegel, M., Oster, P. Cognitive Impairment Decreases Postural Control During Dual Tasks in Geriatric Patients with a History of Severe Falls. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2003;51:1638-44.
50. Honaker JA, Shepard, T. Use of the Dynamic Visual Acuity Test as a screener for community-dwelling older adults who fall *Journal of Vestibular Research* 2011;21:267–76.
51. Desmond AL. *Vestibular Function: Evaluation and Treatment*: Thieme; 2004.
52. Troost TB. *The Saccadic Eye Movement System*. Eng Report. 1983.

53. Eggers S, Zee D. Vertigo and Imbalance: Clinical Neurophysiology of the Vestibular System: Elsevier; 2010.
54. Baloh RW, Honrubia, V. . Clinical Neurophysiology of the Vestibular System. . New York: Oxford University Press; 2001.
55. Jacobson GP, Newman, C.W., Kartush, J.M. . Handbook of Balance Function Testing. St. Louis: Year Book; 1992.
56. Leigh RJ, Zee, D.S. The Neurology of Eye Movements. . New York: Oxford University Press; 1999.
57. Herdman SJ, Tusa, R.J., Blatt, P., Suzuki, A., Venuto, P.J., Roberts, D. Computerized Dynamic Visual Acuity Test in the Assessment of Vestibular Deficits. The American Journal of Otology. 1998;19:790-6.
58. Whitney SL, Marchetti, G.F., Pritcher, M., Furman, J.M. . Gaze stabilization and gait performance in vestibular dysfunction. . Gait Posture 2009;29:194-8.
59. Schubert MC, Herdman SJ, Tusa RJ. Vertical dynamic visual acuity in normal subjects and patients with vestibular hypofunction. Otology & neurotology. 2002;23(3):372-7.
60. Colledge NR, Cantley, P., Peaston, I., Brash, H., Lewis, S., Wilson, J.A. Ageing and Balance: The Measurement of Spontaneous Sway by Posturography. Gerontology. 1994;40:273-8.
61. Borah D, Wadhwa, S., Singh, U., Yadav, S.L., Bhattacharjee, M., Sukumaran, V.L. Age related changes in postural stability. Indian Journal of Physiology and Pharmacology. 2007;51(4):395-404.
62. Whitney SL, , Marchetti, G.F., Schade, A.I. The relationship between falls history and computerized dynamic posturography in persons with balance and vestibular disorders. Arch Phys Med Rehabil 2006;87(3):402-7.
63. Wallman HW. Comparison of Elderly Nonfallers and Fallers on Performance Measures of Functional Reach, Sensory Organization, and Limits of Stability. Journal of Gerontology. 2001;56(9):580-3.
64. Müjedci B, Aksoy, S., Ataş, A. Evaluation of balance in fallers and non-fallers elderly. Braz J Otorhinolaryngol. 2012;78(5):104-9.
65. Gago MF, Fernandes, V., Ferreira, J., Yelshyna, D., Silva, H.D., Rodrigues, M.L., Rocha, L., Bicho, E., Sousa, N. Role of the Visual and Auditory Systems in

Postural Stability in Alzheimer's Disease. *Journal of Alzheimer's Disease* 2015;46(2):441-9.

66. Bunce D, Haynes, B.I., Lord, S.R., Gschwind, Y.J., Kochan, N.A., Reppermund, S., Brodaty, H., Sachdev, P.S., Delbaere, K. Intraindividual Stepping ReactionTimeVariability Predicts Falls in Older Adults With Mild Cognitive Impairment. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2017;72(6):832-7.

67. Lök S, Lök,N. Demansta Fiziksel Aktivite ve Egzersiz. *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar-Current Approaches in Psychiatry*. 2015;7(3):289-94.

68. Taylor ME, Lord, S.R., Brodaty, H., Kurrle, S.E., Hamilton, S., Ramsay, E., Webster, L., Payne,. N.L., Close, J.C.T. A home-based, carer-enhanced exercise program improves balance and falls efficacy in community-dwelling older people with dementia. *Int Psychogeriatr*. 2017;1:81-91.



## 8. EKLER

### EK-1. Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Karar Formu



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

Sayı : 16969557 - 732

Konu : ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

Toplantı Tarihi : 03 MAYIS 2018 PERŞEMBE  
Toplantı No : 2018/12  
Proje No : GO 18/365 (Değerlendirme Tarihi: 10.04.2018)  
Karar No : GO 18/365-10

Üniversitemiz Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü öğretim Üyelerinden Doç. Dr. Bilgehan BÖKE'nin sorumlu araştırmacı olduğu, Prof. Dr. Hatice ÇALIŞKAN, Prof. Dr. Songül AKSOY, Doç. Dr. Burcu Balam YAVUZ ile birlikte çalışacakları ve Uzm. Ody. Mine BAYDAN'ın doktora tezi olan, GO 18/365 kayıt numaralı, "Yaşlılarda Hafif Bilişsel Bozukluğun Vestibülooküler Refleks, Dinamik Görsel Keskinlik ve Postüral Denge İle Etkileşimi" başlıklı proje önerisi araştırmının gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur.

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

## EK-2. Tez Orjinallik Raporu Ekran Görüntüsü

**TEZİN TAM BAŞLIĞI:** Yaşlılarda Hafif Bilişsel Bozukluğun Vestibülooküler Refleks, Dinamik Görsel Keskinlik ve Postüral Denge İle Etkileşimi

**ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI:** Mine BAYDAN

**DOSYANIN TOPLAM SAYFA SAYISI:** 54

### ORJİNALLİK RAPORU

%**6**

BENZERLİK ENDEKSİ

%**6**

İNTERNET  
KAYNAKLARI

%**2**

YAYINLAR

%

ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

### BİRİNCİL KAYNAKLAR

**1**

[prezi.com](http://prezi.com)  
İnternet Kaynağı

%**1**

**2**

[katalog.hacettepe.edu.tr](http://katalog.hacettepe.edu.tr)  
İnternet Kaynağı

%**1**

**3**

[dergipark.ulakbim.gov.tr](http://dergipark.ulakbim.gov.tr)  
İnternet Kaynağı

%**1**

**4**

[www.mevabakim.com](http://www.mevabakim.com)  
İnternet Kaynağı

<%**1**

**5**

[www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080](http://www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080)  
İnternet Kaynağı

<%**1**

**6**

[acikerisim.istanbulbilim.edu.tr:8080](http://acikerisim.istanbulbilim.edu.tr:8080)  
İnternet Kaynağı

<%**1**

**7**

[dusunenadamdergisi.org](http://dusunenadamdergisi.org)  
İnternet Kaynağı

<%**1**

**8**

[icimdekikaos.blogspot.com](http://icimdekikaos.blogspot.com)  
İnternet Kaynağı

<%**1**

**9**

FİL, Ayla, ARMUTLU, Kadriye, SALCI, Yeliz,

<%**1**

### EK-3. Tez Orjinallik Raporu Dijital Makbuzu



## Dijital Makbuz

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

Gönderinizin ilk sayfası aşağıda gönderilmektedir.

Gönderen: Mine Baydan  
Ödev başlığı: mine baydan tez  
Gönderi Başlığı: dr tez  
Dosya adı: mine\_turnitin.docx  
Dosya boyutu: 569.28K  
Sayfa sayısı: 54  
Kelime sayısı: 11,269  
Karakter sayısı: 78,885  
Gönderim Tarihi: 19-Mar-2019 01:25PM (UTC+0300)  
Gönderim Numarası: 1095917859



## 9. ÖZGEÇMİŞ

Mine BAYDAN 15/06/1986 tarihinde Eskişehir’de doğdu. 2010 yılında Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Psikoloji Bölümünden mezun oldu. 2010 yılında Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü’nde yüksek lisans eğitimine başladı ve 2014 yılında bilim uzmanlığını aldı. 2014-2018 yılları arasında Hacettepe Üniversitesi’nde araştırma görevlisi olarak çalıştı, 2018 yılından itibaren Ankara Üniversitesi’nde araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır. İlgi alanları; vestibüler değerlendirme, vestibüler hastalıklar, vestibüler rehabilitasyon