

**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KULAK BURUN BOĞAZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI
ODYOLOJİ DOKTORA PROGRAMI**

**UNİLATERAL PERİFERİK VESTİBÜLER YETMEZLİKTE VIDEO
HEAD IMPULSE TEST (VHIT) VE FONKSİYONEL HEAD IMPULSE
TEST (FHIT) SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI**

HAZIRLAYAN

Gülce KİRAZLI

DOKTORA TEZİ

ANKARA-2021

**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KULAK BURUN BOĞAZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI
ODYOLOJİ DOKTORA PROGRAMI**

**UNİLATERAL PERİFERİK VESTİBÜLER YETMEZLİKTE VIDEO
HEAD IMPULSE TEST (VHIT) VE FONKSİYONEL HEAD IMPULSE
TEST (FHIT) SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI**

HAZIRLAYAN

Gölce KİRAZLI

DOKTORA TEZİ

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Hatice Seyra ERBEK

ANKARA-2021

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı Odyoloji Doktora Programı çerçevesinde Gülce Kirazlı tarafından hazırlanan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 19/01/2021

Tez Adı: Unilateral Periferik Vestibüler Yetmezlikte Video Head Impulse Test (vHIT) ve Fonksiyonel Head Impulse Test (fHIT) Sonuçlarının Karşılaştırılması

Tez Jüri Üyeleri (Unvanı, Adı - Soyadı, Kurumu)

İmza

.....	
.....	
.....	
.....	
.....	

ONAY

Enstitü Müdürü

Tarih: 19 / 01 / 2021

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: 17 / 12 / 2020

Öğrencinin Adı, Soyadı: Gülce Kirazlı

Öğrencinin Numarası: 21610183

Anabilim Dalı: Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı

Programı: Odyoloji Doktora Programı

Danışmanın Unvanı/Adı, Soyadı:

Tez Başlığı: Unilateral Periferik Vestibüler Yetmezlikte Video Head Impulse Test (vHIT) ve Fonksiyonel Head Impulse Test (fHIT) Sonuçlarının Karşılaştırılması

Yukarıda başlığı belirtilen Doktora tez çalışmamın; Giriş, Ana Bölümler ve Sonuç Bölümünden oluşan, toplam 96 sayfalık kısmına ilişkin, 17 / 12 / 2020 tarihinde tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 7'dir.

Uygulanan filtrelemeler:

1. Kaynakça hariç
2. Alıntılar hariç
3. Beş (5) kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

“Başkent Üniversitesi Enstitüleri Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Usul ve Esaslarını” inceledim ve bu uygulama esaslarında belirtilen azami benzerlik oranlarına tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Öğrenci İmzası:

ONAY

Tarih: ... / ... / ...

Öğrenci Danışmanı Unvan, Ad, Soyad, İmza:

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyuncaengin bilgi ve tecrübeleriyle akademik yoluma ışık tutan, bu çalışmanın belirlenmesinden son aşamasına kadar desteğini hep hissettiğim, akademik donanımının yanı sıra özverili tutumu, mütevazı kişiliği ve hayata bakışıyla da örnek aldığım, yaşamımda ayrı bir yeri olan tez danışmanım, değerli hocam, Başkent Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Sayın Prof.Dr. Hatice Seyra ERBEK’e,

Nöro-otoloji alanında ufkumu açan, yol gösteren, bilimsel bakış açısı kazanmama katkıda bulunan ve doktora sürecimde desteklerini esirgemeyen değerli hocam, Başkent Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Başkanı Sayın Prof.Dr. Levent Naci ÖZLÜOĞLU’na,

Odyoloji alanında yol gösteren, tez çalışmama katkı ve önerilerde bulunan Tez İzleme Komitesi Üyesi, değerli hocam, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölüm Başkanı Sayın Prof.Dr. Gonca SENNAROĞLU’na,

Doktora ders dönemimden itibaren bilgisi, birikimi ve donanımıyla akademik ilerlememe büyük katkılar sağlayan değerli hocam, Başkent Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı öğretim üyesi Sayın Prof.Dr. Selim Sermed ERBEK’e ve üzerimde emeği olan tüm hocalarıma,

Tez çalışmam boyunca yardımlarını esirgemeyen, gülyüzlerini eksik etmeyen Odyom. Güldeniz PEKCAN’a, Odyom. Sinem KAPICIOĞLU’na, Odyom. Melike KÜRKLÜ’ye, Fatoş KAYA’ya ve tüm klinik çalışanlarına,

Tez çalışmamın istatistik analizleri konusunda destek olan, bu konuda her sorumu büyük bir özveriyle cevaplayan istatistikçi Dr. Feyza İNCEOĞLU’na,

fHIT cihazını tez çalışmam süresince temin edip, kullanmamı sağlayan ERİŞÇİ Elektronik genel müdürü Hürol ERİŞÇİ başta olmak üzere, cihaz konusunda deneyimlerini benimle paylaşan, öğrenme sürecimde motive eden Erişçi Elektronik vestibüler ürün müdürü Mine TUNA’ya ve Ody. Hilal KÖSE’ye,

Doktora sürecimin başından itibaren sözleriyle hep motive eden, ölene kadar desteğini hep hissettiğim ve hala daha ruhundan güç bulduğum biricik dedem Avukat Nihat DİNÇER’e, Çocukluğumdan itibaren büyük bir özveriyle akademik disiplin kazanmamı sağlayan, desteğini hiç esirgemeyen ve bugünlere gelmemi sağlayan canım anneannem Güler

DİNÇER'e, Tüm eğitim hayatım boyunca maddi, manevi büyük emekler harcayan, doktora sürecimin heyecanına ortak olan yol göstericilerim değerli annem Prof.Dr. Yeşim KİRAZLI ve babam Prof.Dr. Tayfun KİRAZLI'ya, canım ikizim End. Müh. Gözde ATTİLA ve değerli eşi Dr. Müh. Can ATTİLA'ya, tez sürecime doğumuyla merhaba diyen ve bu süreçte neşesiyle motivasyonumu arttıran canım yeğenim Atlas ATTİLA'ya;

Saygı, sevgi ve şükranlarımı sunarım.



ÖZET

Gülce Kirazlı, Unilateral Periferik Vestibüler Yetmezlikte Video Head Impulse Test (vHIT) ve Fonksiyonel Head Impulse Test (fHIT) Sonuçlarının Karşılaştırılması, Başkent Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Odyoloji Doktora Programı, 2021

Bu çalışmada, unilateral kronik periferik vestibüler yetmezliği olan hastaların; (1) tüm SSK'larda farklı baş akselerasyonlarında VOR'daki fonksiyonel bozulma durumunun fonksiyonel head impulse test (fHIT) ve VOR yolunun bütünlüğünün video head impulse test (vHIT) ile değerlendirilmesi, (2) Kanal parezi düzeyi ile fHIT'de elde edilen toplam ortalama doğru cevap yüzdesi (DCY) ve vHIT'de elde edilen VOR kazançları arasındaki ilişkinin belirlenmesi, (3) bu test sonuçlarının sağlıklı kontrollerin sonuçlarıyla karşılaştırılması ve, (4) Baş Dönmesi Engellilik Envanteri (BEE)'nden elde edilen subjektif baş dönmesi engellilik algı düzeyinin, DCY ve VOR kazancıyla korelasyonunun incelenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma, 'unilateral kronik periferik vestibüler yetmezlik' tanısı alan ve yaş ortalaması $48,42 \pm 13,05$ olan 48 hasta (deney grubu) ile herhangi bir sağlık problemi olmayan, yaş ortalaması $46,06 \pm 12,57$ olan 35 sağlıklı kişinin (kontrol grubu) katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Deney grubu, ayrıca bitermal kalorik test sonucunda elde edilen kanal parezi yüzdesine göre, *hafif*, *orta* ve *ileri* düzey kanal parezisi olmak üzere üç alt gruba ayrılmıştır. Deney ve kontrol gruplarına sırasıyla vHIT ve fHIT yapılmıştır. Deney grubuna ayrıca, BEE uygulanmıştır. Standart fHIT Sonucu (3000-6000 $^{\circ}/sn^2$ baş akselerasyon aralığındaki toplam doğru cevapların oranı)'na göre, deney grubunun horizontal SSK'da etkilenen ve sağlam tarafının toplam DCY arasında anlamlı düzeyde fark elde edilmiştir ($p < 0,05$). Vertikal (anterior ve posterior) SSK düzleminde ise, iki kulak arasında anlamlı bir fark çıkmamıştır ($p > 0,05$). Ayrıca, her SSK'da deney grubunun baş akselerasyonu 3000'den 6000 $^{\circ}/s^2$ 'ye arttıkça, DCY düşmeye başlamıştır. Kanal parezi düzeyi ile DCY arasında horizontal SSK düzleminde negatif yönlü düşük düzeyde ($r = -0,289$), vertikal SSK düzleminde ise negatif yönlü ve orta düzeyde ($r = -0,370$ ve $r = -0,490$) anlamlı bir korelasyon bulunmuştur. Deney grubunun etkilenen tarafının fHIT ve vHIT sonuçları arasında, lateral ve posterior SSK'larda pozitif yönlü ve orta düzeyde; anterior kanalda pozitif yönlü ve zayıf düzeyde istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmuştur ($p < 0,05$). BEE toplam puanı ile vHIT ve fHIT sonuçları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı korelasyon saptanmamıştır ($p > 0,05$). Kontrol grubunun fHIT ve vHIT sonucu, tüm SSK'lar düzleminde, deney grubunun etkilenen tarafına göre anlamlı

düzeyde yüksek elde edilmiştir ($p<0,05$). Bu sonuçlar, unilateral kronik periferik vestibüler yetmezliği olan hastalarda, baş akselerasyonları arttığında ve kanal parezi düzeyi yükseldiğinde, fHIT'in VOR fonksiyonelliğindeki bozulmaya işaret ettiğini göstermektedir. vHIT VOR yolunun bütünlüğünü, fHIT ise VOR fonksiyonelliğini değerlendirdiği için, VOR değerlendirmesinde birbirini tamamlayıcı testler olarak klinik uygulamada yer alması yararlı olacaktır. Her iki test de subjektif baş dönmesi engellilik algısıyla ilişkili bulunmadığı için, bu algıyı arttıran psikolojik faktörlerin de incelenmesinin, daha kapsamlı bir değerlendirme sağlayabileceği görüşündeyiz.

Anahtar Kelimeler / Keywords: Functional Head Impulse Test (fHIT); Video Head Impulse Test (vHIT); Kalorik Test; Baş Dönmesi Engellilik Envanteri

Bu tez çalışması, Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu (**Proje No: KA19/177**) ve Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu (**22/05/2019 tarih ve 19/67** sayılı karar) onayıyla gerçekleştirilmiştir.

ABSTRACT

Gölce Kirazlı, Comparison of Video Head Impulse Test (vHIT) and Functional Head Impulse Test (fHIT) Results in Unilateral Peripheral Vestibular Failure, Başkent University, Institute of Health Sciences, Audiology PhD Program, 2021

In this study, It was aimed (1) to evaluate functional impairment in VOR with functional head impulse test (fHIT) in different head accelerations and the integrity of VOR path with video head impulse test (vHIT) in all SCCs, (2) to determine the correlation between canal paresis level in caloric test, the mean Percentage of correct Answers (PCA) in fHIT and VOR gains in vHIT, (3) to compare fHIT and vHIT test results with the results of healthy controls, and (4) to examine the correlation of subjective dizziness disability perception level obtained in the Dizziness Handicap Inventory (DHI) together with PCA and VOR gains of patients with unilateral chronic peripheral vestibular failure. This study has been conducted by the participation of 48 patients (experimental group) who have been diagnosed with 'unilateral chronic peripheral vestibular failure' and whose mean age are 48.42 ± 13.05 years and 35 healthy individuals (control group) who do not have any health problems and whose mean age are 46.06 ± 12.57 . The experimental group has been also divided into three subgroups as mild, moderate and severe canal paresis. vHIT and fHIT have been applied to the experimental and control groups, respectively. DHI has also applied to the experimental group. As a result of the study, a significant difference has been obtained between the total PCA of the affected and healthy side of the experimental group in horizontal SCC plane considering the Standard fHIT Result (ratio of total correct answers in the $3000-6000 \text{ }^\circ/\text{s}^2$ head acceleration range) ($p < 0.05$). There was no significant difference among the two ears in the vertical (anterior and posterior) SCC plane ($p > 0.05$). While the head acceleration of the experimental group has been increasing from 3000 to $6000 \text{ }^\circ/\text{s}^2$ in each SCC, PCA has started to decrease. It has been found that there is a significant correlation between the level of canal paresis and PCA in the lateral canal plane at a negative low level ($r = -0.289$), and a significant correlation in the vertical canal plane at negative and moderate level ($r = -0.370$ and $r = -0.490$). There was positive correlation at moderate level in the lateral and posterior SCCs and there was a positive relation at low level in the anterior SCC among the fHIT and vHIT results of the affected side of the experimental group ($p < 0.05$). It has been found that there is no statistically significant correlation between DHI total score and vHIT and fHIT results ($p > 0.05$). The standard

fHIT and vHIT results of the control group have been obtained significantly higher than the affected side of the experimental group in all SCCs ($p < 0.05$). These results show that deterioration of fHIT appears in VOR functionality when head accelerations and the canal paresis level increases in the patients with unilateral chronic peripheral vestibular failure. It will be beneficial to conduct both vHIT and fHIT as complementary tests because vHIT evaluates the integrity of the VOR and fHIT evaluates the VOR functionality. We believe that examining the psychological factors that increase this perception can provide a more comprehensive evaluation since both tests are not related to subjective dizziness handicap perception.

Keywords: Functional head impulse test (fHIT); Video head impulse test (vHIT); Caloric test; Dizziness handicap inventory (DHI)

This thesis was carried out with the approval of Başkent University Medical and Health Sciences Research Council (Project no: **KA19/177**) and Non-Interventional Clinical Research Ethics Committee (Decision No. **19/67**, dated **May 22, 2019**).

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
ÖZET	iii
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
TABLolar LİSTESİ	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Vestibüler Sisteme Genel Bakış.....	4
2.2. Periferik Vestibüler Sisteminin Anatomi ve Fizyolojisi.....	5
2.2.1. İç kulak labirentleri	5
2.2.2. Semisirküler kanallar (SSK)	6
2.2.3. Otolit organlar	9
2.3. Santral Vestibüler Sistemin Anatomi ve Fizyolojisi.....	9
2.3.1. Vestibüler sinir	10
2.3.2. Vestibüler çekirdek	11
2.3.3. Vestibülo-oküler refleks (VOR)	11
2.3.4. Vestibülo-spinal refleks (VSR).....	15
2.3.5. Vestibülokolik refleks (VKR).....	15
2.4. VOR'u Değerlendiren Vestibüler Testler	15
2.4.1. Kalorik test	16
2.4.2. Rotasyonel sandalye testi.....	17
2.4.3. Dinamik görme keskinliği testi (dynamic visual acuity test-DVAT)....	18
2.4.4. Baş savurma testi	19
2.4.5. Video baş savurma testi (Video head impulse test-vHIT)	21
2.4.6. VOR'un fonksiyonel olarak değerlendirilmesi: fonksiyonel baş savurma testi (fHIT).....	23
2.5. Kronik Unilateral Periferik Vestibüler Hipofonksiyon (Yetmezlik)	26
2.5.1. Meniere hastalığı	27

2.5.2. Vestibüler nörit (VN)	31
2.6. Baş Dönmesine İlişkin Engellilik Algısı ve Yaşam Kalitesinin Değerlendirilmesi.....	33
3. GEREÇ VE YÖNTEM	36
3.1. Araştırmanın Tipi.....	36
3.2. Araştırmanın Yeri ve Zamanı	36
3.3. Araştırmanın Proje ve Etik Kurul Onayı	36
3.4. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi.....	36
3.4.1. Çalışmaya dahil edilme/dışlanma kriterleri	36
3.4.2. Güç analizi ve örneklem seçim yöntemi.....	38
3.5. Veri Toplama Araçları.....	38
3.5.1. Video head impulse test (vHIT)	39
3.5.1.1. Teste hazırlık ve kalibrasyon aşaması	39
3.5.1.2. Test aşaması	40
3.5.2. Fonksiyonel head impulse test (fHIT)	43
3.5.2.1. Teste hazırlık aşaması-statik görme keskinliğinin belirlenmesi.....	45
3.5.2.2. Test aşaması	46
3.5.2.3. Test sonuç ekranının yorumlanması.....	48
3.5.3. Baş dönmesi engellilik envanteri (BEE).....	51
3.6. İstatistiksel Değerlendirme	51
4. BULGULAR	53
4.1. Katılımcılara Ait Demografik Bilgiler.....	53
4.2. Deney Grubunda Kanal Parezi Düzeyi Alt Gruplarına Göre Bireylerin Özelliklerinin Karşılaştırılması	55
4.3. Deney Grubu Katılımcılarının Baş Dönmesi Engellilik Envanteri (BEE) Sonuçlarının Karşılaştırılması	55
4.4. Katılımcılarının Fonksiyonel Head Impulse Test (fHIT) Sonuçları.....	57
4.4.1. Deney grubunda etkilenen ve sağlam tarafların fonksiyonel head impulse test (fHIT) sonuçlarının karşılaştırılması	58
4.4.1.1. Lateral SSK sonuçları	58
4.4.1.2. Anterior SSK sonuçları.....	59
4.4.1.3. Posterior SSK sonuçları	60

4.4.2. Kanal parezi gruplarına göre fonksiyonel head impulse test (fHIT) sonuçlarının karşılaştırılması.....	60
4.4.2.1. Lateral SSK sonuçları	60
4.4.2.2. Anterior SSK sonuçları	62
4.4.2.3. Posterior SSK sonuçları	63
4.4.3. Deney grubunda etkilenen taraf ile kontrol grubunun fonksiyonel head impulse test (fHIT) sonuçlarının karşılaştırılması	65
4.4.3.1. Lateral SSK sonuçları	65
4.4.3.2. Anterior SSK sonuçları	66
4.4.3.3. Posterior SSK sonuçları	67
4.4.4. Deney Grubunda Sağlam Taraf ile Kontrol Grubunun Fonksiyonel Head Impulse Test (FHIT) Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	68
4.4.4.1. Lateral SSK sonuçları	68
4.4.4.2. Anterior SSK sonuçları	69
4.4.4.3. Posterior SSK sonuçları	70
4.5. Katılımcıların Video Head Impulse Test (vHIT) Sonuçları	70
4.5.1. Deney grubu etkilenen ve sağlam tarafların video head impulse test (vHIT) sonuçlarının karşılaştırılması	70
4.5.2. Kanal parezi gruplarının video head impulse test (vHIT) sonuçlarının karşılaştırılması	71
4.5.3. Deney grubu etkilenen taraf ve kontrol grubunun video head impulse test (vHIT) sonuçlarının karşılaştırılması.....	72
4.5.4. Deney grubu sağlam taraf ve kontrol grubunun video head impulse test (vHIT) sonuçlarının karşılaştırılması.....	73
4.6. Testlerin Korelasyon Analizi Sonuçları	74
4.6.1. Deney grubu etkilenen-sağlam taraf ve kontrol grubu vHIT kazanç-fHIT toplam DCY karşılaştırması	74
4.6.2. Doğru cevap yüzdesi ve VOR kazanç değeri ile kanal parezi düzeyi arasındaki ilişki.....	75
4.6.3. BEE ile fHIT ve vHIT korelasyonlarının değerlendirilmesi.....	76
5. TARTIŞMA.....	78
5.1. fHIT Sonuçlarının Yorumlanması.....	78

5.1.1. Standart fHIT sonucu (3000-6000 °/s ² baş akselerasyon aralığındaki doğru cevapların ortalama yüzdesi).....	78
5.1.2. fHIT vestibülogramında her bölmedeki baş akselerasyonunun fonksiyonu olarak doğru cevapların yüzdesi	81
5.2. fHIT ve vHIT Sonuçlarının Korelasyonu	83
5.3. Kanal Parezi Düzeyi ile Test Sonuçlarının Korelasyonu	85
5.4. Baş Dönmesine İlişkin Subjektif Engellilik Algısı ile Kanal Parezi Düzeyi, VOR Fonksiyonelliğindeki Bozulma ve VOR Kazancı Arasındaki İlişki Sonuçlarının İncelenmesi	90
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	93
KAYNAKLAR.....	97
EKLER	

EK 1: ARAŞTIRMA PROJESİ ETİK KURUL ONAYI

EK 2: BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

EK 3: STANDARDİZE MİNİ MENTAL DURUM TESTİ (SMMDT)

EK 4: BAŞ DÖNMESİ ENGELLİLİK ENVANTERİ (BEE)

TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 2.1. Meniere hastalığının tanısı için 2015 AAO-HNS kılavuzu	28
Tablo 4.1. Deney grubu katılımcılarına ait demografik bilgiler.....	53
Tablo 4.2. Deney grubu katılımcıları tanımlayıcı istatistiksel bilgileri.....	54
Tablo 4.3. Kontrol grubu katılımcılarına ait bilgiler	54
Tablo 4.4. BEE puanlarının kanal parezi gruplarına göre karşılaştırılması	56
Tablo 4.5. BEE düzeylerinin kanal parezi gruplarına göre karşılaştırılması.....	57
Tablo 4.6. Lateral kanal doğru cevap yüzdelerinin deney grubunda etkilenen ve sağlam taraflara göre karşılaştırılması.....	58
Tablo 4.7. Lateral kanal doğru cevap yüzdelerinin kanal parezi gruplarına göre karşılaştırılması	61
Tablo 4.8. Anterior kanal doğru cevap yüzdelerinin kanal parezi gruplarına göre karşılaştırılması	62
Tablo 4.9. Posterior kanal doğru cevap yüzdelerinin kanal parezi gruplarına göre karşılaştırılması	64
Tablo 4.10. lateral kanal doğru cevap yüzdelerinin deney grubunda etkilenen taraf ve kontrol grubuna göre karşılaştırılması	65
Tablo 4.11. Anterior kanal doğru cevap yüzdelerinin deney grubunda etkilenen taraf ve kontrol grubuna göre karşılaştırılması	66
Tablo 4.12. Posterior Kanal Doğru Cevap Yüzdelerinin Deney Grubunda Etkilenen Taraf ve Kontrol Grubuna Göre Karşılaştırılması	67
Tablo 4.13. Lateral kanal doğru cevap yüzdelerinin deney grubunda sağlam taraf ve kontrol gruplarına göre karşılaştırılması	69
Tablo 4.14. Anterior kanal doğru cevap yüzdelerinin deney grubunda sağlam taraf ve kontrol gruplarına göre karşılaştırılması	69
Tablo 4.15. Posterior kanal doğru cevap yüzdelerinin deney grubunda sağlam taraf ve kontrol gruplarına göre karşılaştırılması	70
Tablo 4.16. Kazanç (gain) değerinin kanallarda deney grubunda sağlam ve etkilenen taraflarda karşılaştırılması	71
Tablo 4.17. Kazanç (gain) değerinin kanallarda kanal parezi gruplarında karşılaştırılması	72

Tablo 4.18.	Kazanç (gain) değerinin kanallarda deney grubu etkilenen taraf ile kontrol grubunun karşılaştırılması	73
Tablo 4.19.	Kazanç (gain) değerinin kanallarda deney grubunda sağlam ve kontrol grupları karşılaştırılması.....	74
Tablo 4.20.	SSK'lara göre doğru cevap ortalamaları ile kazanç değerleri arasındaki ilişki	74
Tablo 4.21.	SSK'lara göre ortalama toplam DCY ve VOR kazanç değerleri ile kanal parezi düzeyi arasındaki ilişki	75
Tablo 4.22.	Kanallara göre doğru cevap yüzdesi ve kazanç değerleri ile BEE toplam puanları arasındaki ilişki.....	76
Tablo 4.23.	BEE düzeyi ile fHIT ve vHIT'e göre karşılaştırmalar.....	77

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Kemik labirent ve membranöz labirentin yapısı	5
Şekil 2.2. Semisirküler kanalların uzamsal oryantasyonu.....	6
Şekil 2.3. Kupula defleksiyonunun istirahat, eksitasyon ve inhibisyon durumundaki yönü	7
Şekil 2.4. Tip I ve Tip II tüylü hücrelerin morforolojisini gösteren insan labirentinin tüylü hücreleri	8
Şekil 2.5. Süperior ve inferior vestibüler sinir.	10
Şekil 2.6. Horizontal SSK için VOR nöral yolu.....	13
Şekil 2.7. Sağ taraftaki SSK’lardan ekstra-oküler kaslara eksitator projeksiyonlar.	14
Şekil 2.8. VOR’u değerlendiren vestibüler testlerin frekans aralığı.	16
Şekil 2.9. Jongkees Kanal parezi formülü. (R: Sağ, L: Sol).....	17
Şekil 2.10. SSK fonksiyonunu test etme protokolü.....	20
Şekil 2.11. Sağa baş rotasyonu sırasında, rotasyon yönünde gözleri başla hareket eden ve baş dönüşü sonunda düzeltici sakkadlar yaparak, karşıdaki hedefe tekrar sabitlemeye çalışan sağ unilateral vestibüler kaybı olan bir hastanın sırasıyla göz hareketleri	21
Şekil 3.1. vHIT gözlüğü ve monooküler kamera yerleşimi	39
Şekil 3.2. Göz kalibrasyon aşaması.....	40
Şekil 3.3. Lateral SSK’ların değerlendirilme aşaması	41
Şekil 3.4. RALP (Sağ Anterior-Sol Posterior) SSK değerlendirilme aşaması	41
Şekil 3.5. LARP (Sol Anterior-Sağ Posterior) SSK değerlendirilme aşaması	42
Şekil 3.6. Sol tarafta periferik vestibüler yetmezliği olan ve vestibüler nörit tanısı alan bir hastanın lateral ve RALP vHIT sonucu.	43
Şekil 3.7. fHIT sistemi.	44
Şekil 3.8. Başın açısal hızı ve yönünü algılayıp ölçen jiroskopun (baş bandı sensörü) hastanın alnının tam ortasına yerleştirilme şekli	44
Şekil 3.9. A. Statik görme keskinliğinin değerlendirilme aşaması. B. fHIT testinde kullanılan sekiz olası yönden birinde ki Landolt C optotip örneği.....	45

Şekil 3.10. Baş hareketi öncesi, sırası ve sonrası ekranda landolt C optotipinin belirme ve farklı yönlerdeki optotipler arasından ayırtma ve seçim aşamaları	46
Şekil 3.11. Lateral SSK test aşaması	47
Şekil 3.12. LARP test aşaması	47
Şekil 3.13. RALP test aşaması	48
Şekil 3.14. Sağlıklı bir katılımcının Sağ ve Sol Lateral SSK fHIT Sonuç Ekran Örneği.....	49
Şekil 3.15. Sağ tarafta periferik vestibüler yetmezliği olan ve meniere hastalığı tanısı alan bir hastanın lateral ve vertikal SSK'larına ait fHIT sonucu.....	50
Şekil 4.1. Lateral kanal doğru cevap yüzdelerinin deney grubunun etkilenen ve sağlam taraflarına göre karşılaştırılması	59
Şekil 4.2. Anterior kanal doğru cevap yüzdelerinin deney grubunun etkilenen ve sağlam taraflarına göre karşılaştırılması	59
Şekil 4.3. Posterior kanal doğru cevap yüzdelerinin deney grubunun etkilenen ve sağlam taraflarına göre karşılaştırılması	60
Şekil 4.4. Lateral kanal doğru cevap yüzdelerinin kanal parezi gruplarına göre karşılaştırılması	61
Şekil 4.5. Anterior kanal doğru cevap yüzdelerinin kanal parezi gruplarına göre karşılaştırılması	63
Şekil 4.6. Posterior kanal doğru cevap yüzdelerinin kanal parezi gruplarına göre karşılaştırılması	64
Şekil 4.7. Lateral kanal doğru cevap yüzdelerinin deney grubunda etkilenen taraf ve kontrol grubuna göre karşılaştırılması.....	66
Şekil 4.8. Anterior kanal doğru cevap yüzdelerinin deney grubunda etkilenen taraf ve kontrol grubuna göre karşılaştırılması	67
Şekil 4.9. Posterior kanal doğru cevap yüzdelerinin deney grubunda etkilenen taraf ve kontrol grubuna göre karşılaştırılması	68
Şekil 4.10. Kazanç değerinin deney grubu etkilenen ve sağlam taraflara göre karşılaştırılması	71
Şekil 4.11. Kazanç Değerinin Deney Grubu Etkilenen Taraf ve Kontrol Grubuna Göre Karşılaştırılması	73

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AAO-HNS	Amerikan kulak burun boğaz-baş boyun cerrahisi akademisi
A Nuc	abdüsans nükleus
BEE	baş dönmesi engellilik envanteri
DCY	doğru cevap yüzdesi
DSÖ	dünya Sağlık Örgütü
DVA	dinamik görme keskinliği
dVAT	dinamik görme keskinliği testi
EH	endolenfatik hidrops
fHIT	fonksiyonel head impulse test
GST	bakış stabilizasyon testi
GUI	grafik kullanıcı arabirimi
HIT	baş savurma testi
ICF	işlevsellik, yetiyitimi ve sağlığın uluslararası sınıflandırması
İAK	internal akustik kanal
K	potasyum
LA	sol anterior
LogMAR	minimum ayırt edilebilen en küçük açının (MAR) logaritması
LP	sol posterior
LR	lateral rektus
MH	menière hastalığı
MLF	medial longitudinal fasikülus
MR	medial rektus
MVN	medial vestibüler nükleus
Na	sodyum
OKR	optokinetik refleks
OM Nuc	okülomotor çekirdek
RA	sağ anterior
RP	sağ posterior
SMMDT	standardize mini-mental durum testi
SNİK	sensörinöral işitme kaybı
SPSS	sosyal bilimler için istatistik programı
SSK	semisirküler kanal
SSKD	superior semisirküler kanal dehissansı
SVA	statik görme keskinliği
VEMP	vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller
vHIT	video head impulse test
VKR	vestibülokolik refleks
VN	vestibüler nörit
VNG	videonistagmografi
VNuc	vestibüler nükleus
VOR	vestibülo-oküler refleks
VRG	hız regresyon kazancı
VSR	vestibülo-spinal refleks
°	derece
°/s ²	derece/saniye kare

1. GİRİŞ

Vestibüler sistem beynimize, baş açısal hızını ve doğrusal hızlanmayı sırasıyla iletme için semisirküler kanal (SSK)'ları ve otolit organları kullanarak başın hareketi hakkında bilgi sağlar. Bu bilgiler beyin tarafından dengeyi korumak ve duruşu kontrol etmek, düzeltici tepkileri programlamak, diğer vücut düzenliliğini ayarlamak ve vestibülo-oküler refleks (VOR) yoluyla baş hareketleri sırasında görüşü sabitlemek için göz hareketlerini sürdürmek için kullanılır. Sağlıklı VOR, gözü baş yönünün tersi yönünde hareket ettirerek retina üzerindeki görüntüleri sabitleyip, böylece görüntüyü görsel alanın merkezinde tutar (1, 2).

Vestibülo-oküler refleks (VOR)'in anatomik bileşeni, periferik vestibüler sistemdeki SSK'lar, beyin sapındaki okülo-motor çekirdek ve ekstra-oküler kaslardır. Baş hareketi ile birlikte oluşan SSK uyarıları vestibüler sinir aracılığı ile vestibüler çekirdek kompleksine ulaşır. Buradan çıkarak ipsilateral ve kontralateral okülo-motor çekirdeklere giden uyarılar ile bir taraftaki ekstraoküler kaslar uyarılırken, diğer taraftakiler ise inhibe edilerek baş yönünün tersi yönünde uyumlu göz hareketlerinin oluşması sağlanır (3).

Kronik dönemdeki unilateral periferik vestibüler yetmezliği olan hastalarda, santral sinir sistemi düzelmeye izin veren etkin adaptif mekanizmaları aktive ettiğinden dolayı vestibüler tanı zorlaşır. Özellikle kronik unilateral vestibüler hastalarda rotasyonel VOR tarafından ortaya çıkarılan göz hareketleri genellikle, sağlam SSK tarafından sağlanan afferentlerin ateşleme hızının modülasyonundan yararlanarak, düşük frekanslı başın açısal hızlanması sırasında görsel alanı stabilize etmede başarılı olur (4). Vestibülo-oküler refleks (VOR)'i düşük frekanslı (0.003 to 0.05 Hz) uyarılarda her iki kulağı değerlendirebilen kalorik test buna örnektir. Ancak gerçek dünyada özellikle günlük aktiviteler sırasında görsel stabilizasyonda yüksek frekanslı (2-6 Hz) VOR'un daha önemli bir rolü vardır (5). Bu nedenle, günümüzde kullanılmaya başlanan Video Head Impulse Test (vHIT), daha yüksek frekanslarda (>1 Hz) ve yüksek baş akselerasyonlarında (1000-4000 $^{\circ}/s^2$) VOR'u değerlendirdiği için bozulmaları daha net gösterebilmektedir. Bir hastanın normal kalorik yanıtları olmasına rağmen, vHIT'de yüksek frekans aralığındaki baş hareketleri sırasında VOR bozulmaları ve düşük VOR kazancı görülebilmektedir (6-8).

Vestibülo-oküler refleks (VOR)'i nicel olarak ölçen objektif bir ölçüm olan vHIT, net bir görüş sağlamak için iyi bir bakış stabilizasyonunu sağlayan motor cevabın

fonksiyonel etkinliğine yönelik doğrudan bir bilgi vermemektedir. Başka bir deyişle, vHIT VOR'un istenilen göz hareketini ortaya çıkarıp çıkarmadığını belirten bir sayı sağlamakta ancak klinisyene, hastanın baş hareketi sırasında net görüş için göz hareketlerini kullanıp kullanmadığı ve böylelikle hastanın VOR cevabındaki fonksiyonel amacını karşılaması konusunda fikir vermemektedir (9).

Güncel fonksiyonel test yaklaşımının arkasındaki temel fikir ise son derece basittir: VOR'un işlevi, net görüş sağlamak için kafa hareketleri sırasında görülen görüntüyü retinada stabilize etmektir. Bunu uygun şekilde yapamaması, retinal kaymaya neden olur ve retinadaki görüntünün hareketi görmeyi ciddi şekilde bozar (4).

Vestibülo-oküler refleks (VOR) cevabının fonksiyonel amacının karşılanması doğrultusunda geliştirilen fonksiyonel head impulse test (fHIT) tekniğinde, refleks kazancının hesaplanmasına gerek olmamakta ve göz hareketleri kaydedilmeden yanıt alındığı için daha kolay, daha az maliyetli ve daha fazla sayıda hastada kullanılabilir. Fonksiyonel head impulse test (fHIT), hastanın baş rotasyonları sırasında bilgisayar ekranında gösterilen optotipi tanıyabilmesine dayanmaktadır. Video Head Impulse Test (vHIT)'de kazanç oranı hesaplanırken, fHIT'de ise başın açısal akselerasyonlarının aralığı içinde baş rotasyonları sırasında doğru tanınan optotiplerin yüzdesi hesaplanmaktadır (5, 10).

Unilateral periferik vestibüler yetmezliği olan hastaların kronik dönemde VOR kazancında artış görülse de, horizontal ve vertikal SSK düzleminde hızlı baş rotasyonları sırasında doğru okuma becerisine karşı göz hareketlerinin rolü ve rezidüel VOR fonksiyonelliğinin durumu net değildir.

Bu çalışmanın amaçları, unilateral periferik vestibüler yetmezliği olan hastaların; (1) tüm SSK'larda farklı baş akselerasyonlarında (hızlarda) fonksiyonel anlamda VOR'daki bozulma durumunun fHIT ve VOR yolunun bütünlüğünün vHIT ile değerlendirilmesi, (2) kalorik test sonucu elde edilen kanal parezi düzeyi ile fHIT doğru cevap yüzdesi ve vHIT VOR kazançları arasındaki ilişkinin ortaya konması, (3) elde edilen test sonuçlarının sağlıklı kontrollerle karşılaştırılması ve, (4) baş Dönmesi Engellilik Envanteri sonucunun fHIT doğru cevap yüzdesi ve vHIT VOR kazançlarıyla korelasyonunun incelenmesidir.

Bu çalışmanın hipotezleri aşağıda yer almaktadır;

Hipotez 1:

H₀: Kronik unilateral periferik vestibüler yetmezliği olan hastalarda, vHIT VOR kazancı ile fHIT doğru cevap yüzdesi arasında etkilenim yoktur.

H₁: Kronik unilateral periferik vestibüler yetmezliği olan hastalarda, vHIT VOR kazancı ile fHIT doğru cevap yüzdesi arasında etkilenim vardır.

Hipotez 2:

H₀: Kronik unilateral periferik vestibüler yetmezliği olan hastalarda, kanal parezisi düzeyi arttıkça, vHIT VOR kazancı ve fHIT doğru cevap yüzdesi düşmez.

H₁: Kronik unilateral periferik vestibüler yetmezliği olan hastalarda, kanal parezisi düzeyi arttıkça, vHIT VOR kazancı ve fHIT doğru cevap yüzdesi düşer.

Hipotez 3:

H₀: Kronik unilateral periferik vestibüler yetmezliği olan hastalarda, vHIT kazancı ve fHIT doğru cevap yüzdesi ile baş dönmesi engellilik algı düzeyi arasında etkilenim yoktur.

H₁: Kronik unilateral periferik vestibüler yetmezliği olan hastalarda, vHIT kazancı ve fHIT doğru cevap yüzdesi ile baş dönmesi engellilik algı düzeyi arasında etkilenim vardır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Vestibüler Sisteme Genel Bakış

Vestibüler sistemin başlıca rolü, insanların çevreleriyle güvenli ve etkin bir şekilde etkileşim kurmasına ve iletişimi sürdürmesine izin vermektir (11). Vestibüler sistem, hareket sırasında retinanın foveası üzerindeki görüntülerin stabilitesini ve postürel kontrolünü sürdürmek için başın hareketini algılamakla sorumludur (12). Baş açısal ve doğrusal şekilde hareket ettikçe, bilgi görsel, somatosensöriyel ve vestibüler duyuları aracılığıyla toplanır ve entegrasyon için beyin sapına ve son olarak algılama ve işleme için kortekse gönderilir. Bu üç duyuşal kaynaktan gelen bilgiler öngörülebilir ve çelişkisiz olduğu sürece denge korunmuş olur (11, 13). Vestibüler sistem normal fonksiyon gösterdiğinde, iç kulaktaki vestibüler reseptörler, baş hareketinin üç boyutta temsil edilmesinde duyarlılık sağlar (12). Santral sinir sistemi vestibüler-oküler refleks (VOR) ile baş hareketi sırasında bakış açısını stabilize etmek ve vestibülokolik ve vestibulospinal reflekslerle kas tonusunu modüle etmek için vestibüler reseptörlerden gelen bu bilgileri entegre eder (13). Vestibüler fonksiyon bozuklukları, bu reflekslerde anormalliklere neden olur ve vestibüler reseptörlerden gelen hareket hakkında anormal bilgileri yansıtan algılara yol açar (12).

Allum ve Pfaltz, vestibüler duyunun dinamik vücut stabilitesine %65 katkıda bulunduğunu; görsel ve proprioseptif duyunun ise daha az katkı sağladığını öne sürmüştür (14). Colledge ve ark. ve Hobeika ise dengede durmada en önemli katkıyı proprioseptif duyunun sağladığını, ancak proprioseptif girdi yardımcı olmadığında (hareket eden yüzey durumunda), görmenin başlıca bilgi kaynağı haline geldiğini belirtmişlerdir (15, 16).

Vestibüler sistem dinamiktir ve görsel, vestibüler ve proprioseptif girdilerdeki değişikliklere hızlı bir şekilde tepki verir. Periferik vestibüler sistem çoğunlukla birincil öneme sahip olsa da, beyindeki periferik vestibüler girdiler, görme ve propriyosepsiyon arasındaki etkileşimler dengenin korunması için çok önemlidir (11).

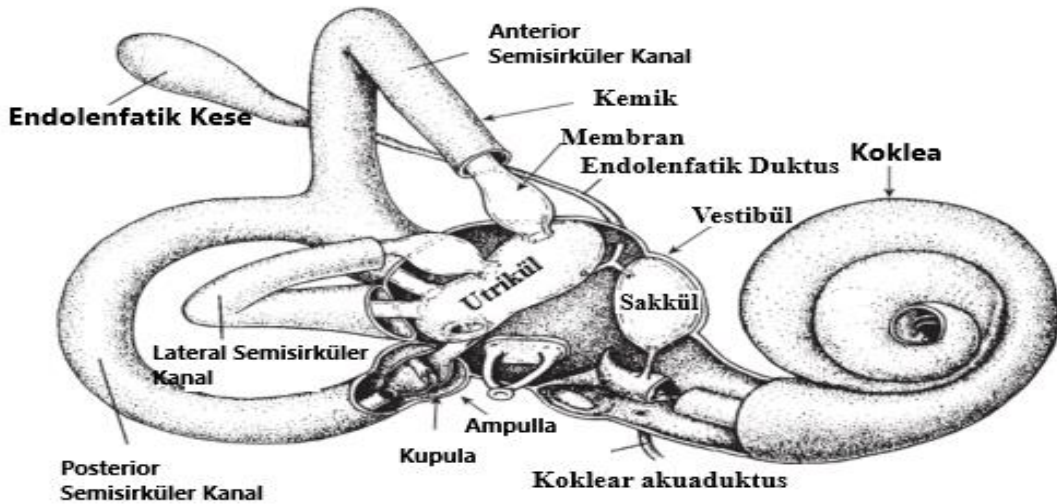
Sonuç olarak, vestibüler sistem, sağ ve sol temporal kemikte yerleşmiş iki denge organı, vestibüler sinirler, vestibüler çekirdek (nuclei), vestibüloserebellum ve vestibüler korteks temel yapılarından oluşur ve bir bütün olarak değerlendirilir (17).

2.2. Periferik Vestibüler Sisteminin Anatomi ve Fizyolojisi

2.2.1. İç kulak labirentleri

Vestibüler sistemin periferik sensör aparatı iç kulağın içinde, içi hava dolu olan orta kulağa lateral, temporal kemik tarafından medial olarak sınırlandırılmış ve kokleaya komşu olarak uzanır (18). İç kulağın içinde, vestibüler reseptörleri içeren membranöz labirent ve kemik labirent bulunur. Membranöz labirent, ince bir bağ lifleri ağı ile kemik labirentin içinde yer alır (17). Kemik labirent, serebrospinal sıvıya benzer kimyasal bileşime sahip, yüksek sodyum (Na)/potasyum (K) konsantrasyon oranını içeren perilenf sıvısı ile doludur. Koklear akuaduktusun perilenfi spinal sıvı yoluna bağladığı düşünülmektedir (11, 18, 19).

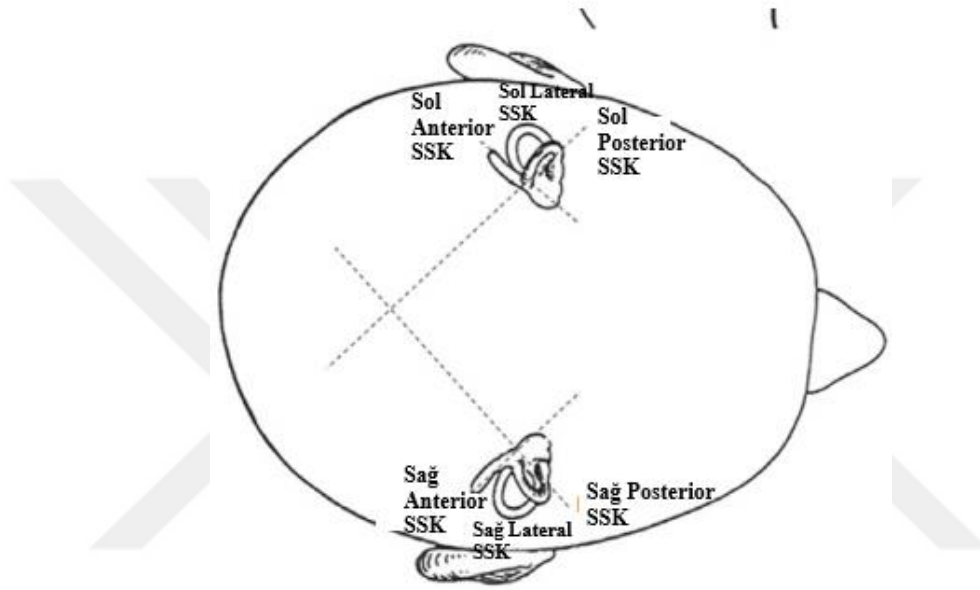
Membranöz labirent, endolenf sıvısı ile doludur. Endolenf, intrasellüler sıvıya benzer olarak, yüksek potasyum (K)/sodyum (Na) oranından oluşur (18). Endolenf, labirentin vestibüler kısmındaki koyu hücrelerin ve labirentin koklear kısmındaki stria vasküleristen salgılanır (17, 20). İç kulak içindeki membranöz bir yapı olan endolenfatik kese, endolenfi absorbe eder ve iç kulaktaki diğer endolenfatik boşluğa utriküler duktus ve duktus reuniens yoluyla bağlanır (17, 21). Endolenf ve perilenf sıvılarının, her bir hücrenin apeksini çevreleyen sıkı bir bağlantı kompleksi ile korunarak birbirine karışması engellenir (22). Her Membranöz labirent, üç semisirküler kanal (lateral, anterior, posterior) ve iki otolit organ (utrikül ve sakkül) olmak üzere beş sensör organı içerir (19) (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Kemik labirent ve membranöz labirentin yapısı (19)

2.2.2. Semisirküler kanallar (SSK)

Üç semisirküler kanal (SSK), karşılıklı olarak birbirine dik üç düzlemde yerleşmiştir ve açısal akselerasyonlara duyarlıdır. Lateral kanallar aksiyal düzlemde 30° açıyla, anterior ve posterior kanallar ise sagittal düzlemde 45° açıyla yerleşmiştir (18). Her SSK, karşı kulaktaki SSK'ya yaklaşık paralel düzlemlerde bulunur yani her kanalın karşı kulaktaki bir eş düzlemsel çifti vardır (sol kulak lateral ve sağ kulak lateral; sol kulak anterior ve sağ kulak posterior; sol kulak posterior ve sağ kulak anterior) (11, 18) (Şekil 2.2).

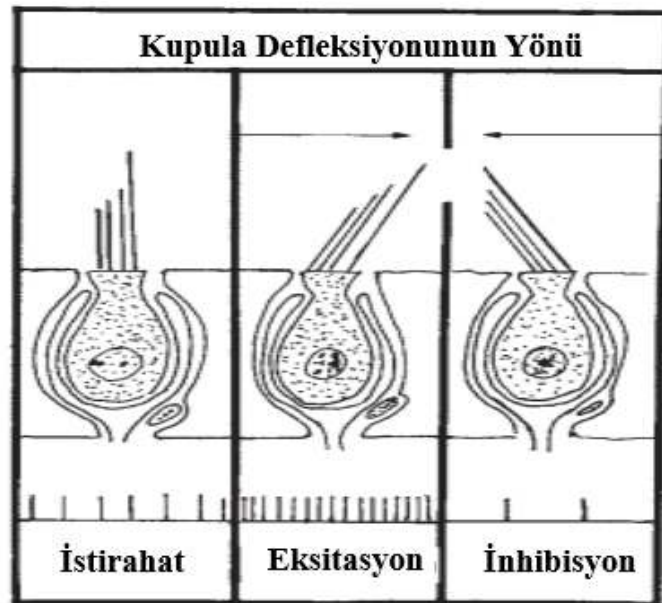


Şekil 2.2. Semisirküler kanalların uzamsal oryantasyonu (13)

Her SSK'nın ön ucunda ampulla adı verilen şişkinlik bulunur, bu şişkinlikler iç kulağın anterior ve posterior kısımları arasındaki bağlantıyı sağlayan bir boşluk olan vestibüle açılırlar (Şekil 1). Her ampullanın içinde vestibüler reseptör hücreler ile destek hücrelerinin yerleştiği krista ampullaris denilen kabarık bir bölge bulunur. Krista ampullarisin üst kısmında yer alan kupula adı verilen jelatinimsi bir goblet şekilli yapı, SSK'yı vestibülden ayıran bir bariyer görevi görür (23, 24).

Vestibüler reseptör (tüylü) hücreler, baş hareketinin veya yerçekimsel değişikliklerin bir sonucu olarak uyarılarak, mekanik enerjiyi üretilen sinirsel aktiviteye iletmek ve elektriksel enerjiye dönüştürmek için işlev görür (25). Vestibüler reseptör tüylü hücreler silya demeti, bir kinosilyum, bir hücre gövdesi ve sinir uçlarından (afferent ve efferent) oluşur. Silyalar, her bir hücre gövdesinin üstünde sert bir demet oluşturan, nöroepitel bir zar içine gömülü çubuk şeklindeki duyu mekanoreseptörlerdir. Her hücre gövdesinin

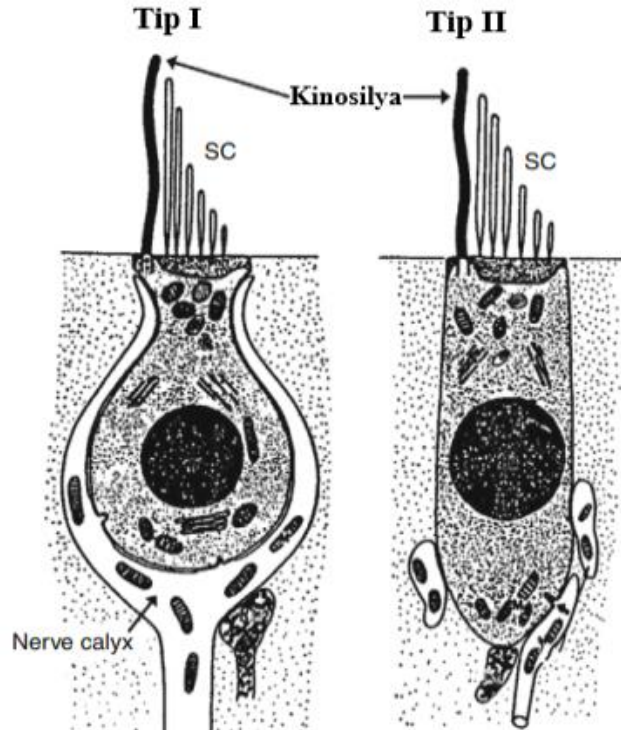
temel yapısı, tek bir uzun tüy hücresi olan kinosilyumu ve apikal ucunda yaklaşık 40-200 adet kısa tüy hücresi olan stereosilyaları içerir (13, 17, 18). Bu tüylü hücrelerin özel bir dizilimi vardır. Kinosilyumun olduğu kenardan diğer kenara doğru gidildikçe stereosilyumlar da uzundan kısaya doğru dizilir. Stereosilyumların tepesinde yer alan ince lifsi bağlantılar sayesinde her bir stereosilyanın ucu yanındaki daha uzun stereosilyuma, en uzun olan stereosilya da kinosilyuma bağlanmış olur. Bu bağlantılar sayesinde, stereosilyalar eşgüdümle hareket ederler (17, 23). Stereosilyaların kinosilyuma doğru eğilmesine neden olan herhangi bir hareket depolarizasyon ve elektrik potansiyelinde bir artış, stereosilyaların kinosilyumdan uzaklaşmasına neden olan hareket ise hiperpolarizasyon ve elektrik potansiyelinde bir azalma ile sonuçlanır. Potansiyelde bir artış uyarıcı (eksitator) olarak tanımlanır ve potansiyelde bir azalma inhibitör (engelleyici) olarak tanımlanır (11, 12, 18) (Şekil 2.3). Semisirküler kanallarda, tüylü hücrelerin yönelimi değişir. Örneğin, horizontal kanalda, sağa doğru horizontal baş hareketi endolenf sıvısının sağ horizontal kanalın ampullasına doğru akmasıyla (ampullopetal akım) ve sol horizontal kanalın ampullasından uzaklaşmasıyla sonuçlanır. Böylece, sağ labirentten eksitator ve sol labirentte ise inhibitör bir yanıt elde edilir. Anterior ve posterior kanallardaki tüylü hücrenin yönelimi ise tam tersidir. Bu kanallarda ampullaya doğru endolenf akışı (ampullofugal akım), stereosilyanın kinosilyumdan uzaklaşmasına neden olur ve inhibe edici bir yanıtla sonuçlanır (11).



Şekil 2.3. Kupula defleksiyonunun istirahat, eksitasyon ve inhibisyon durumundaki yönü
(19)

Semisirküler kanallarının düzlemi, endolenf akımının yönü ve bu faktörlerin göz hareketlerinin yönünü nasıl etkilediğini açıklayan *Ewald kanunları* olarak bilinen üç önemli gözlem vardır. Ewald'ın kanunları şunlardır: (1) ortaya çıkan nistagmus, onu oluşturan SSK ile aynı düzlemde ve endolenf akımı yönünde olmalıdır; (2) lateral kanalda ampullopetal akım, ampullofugal akıstan daha güçlü bir cevap üretir; (3) anterior ve posterior kanallarda, endolenf ampullofugal akımı ampullopetal akımdan daha güçlü bir cevap üretir (26).

Vestibüler labirentte morfolojik olarak iki farklı tüylü hücre tipi bulunur. Bu hücre tiplerinin ikisi de vestibüler sensör epitelinde mevcuttur. Tip I hücreler kadeh şeklinde iken, tip II hücreler daha düz ve silindirik bir yapıdadır (Şekil 2.4). Tip I hücrelerin geniş bir çanak şeklinde afferent sinir ucu bağlantısı varken, tip II hücrelerin sinir bağlantıları daha basit ve düğme şeklindedir. Tip I hücre, düzensiz ateşleme özelliğine sahip morfolojik olarak daha kalın miyelinli sinir liflerine sahiptir; Tip II saç hücreleri ise düzenli ateşleme özelliğine sahip daha ince ve miyelinsiz lifler tarafından innerve edilir (13, 27).



Şekil 2.4. Tip I ve Tip II tüylü hücrelerin morforolojisini gösteren insan labirentinin tüylü hücreleri. SC: Stereosilya (13)

2.2.3. Otolit organlar

İki otolit organı, utrikül ve sakkül, vestibül içindeki iki boşluğa yerleştirilmiştir. Utrikül oval şekilli olup SSK'lara bitişik bir şişkinlik içinde bulunur. Sakkül ise utriküle dik ve saggital düzleme paralel şekilde yerleşmiştir. Utrikül ve sakkül birlikte, başın yerçekimine göre doğrusal ivmesini ve statik yönünü tespit etmek için işlev görür (27). Duyusal nöroepitel, her bir otolit organının makülasında, utrikülde yatay olarak ve sakkülde dikey olarak yerleşmiştir. Striola, nöroepitel içindeki reseptör (tüylü) hücrelerini farklı tüylü hücre dizilerine sahip iki bölgeye ayıran bir alandır. Bu tüy hücre demetleri, yüzeyine gömülü kalsiyum karbonat partikülleri (otokonyalar) olan jelatinimsi bir membran içinde yer alır (18, 27). Semisirküler kanallar (SSK)'ın aksine, otolit organları stereosilyalarına göre farklı yönlerde polarize edilir: sakküler tüylü hücrelerinin kinosilyumu striolalarından uzağa ve utriküler tüylü hücrelerinin kinosilyumu ise striolalarına doğru olacak şekildedir. Başın doğrusal ivmesi, otokonya ve jelatinimsi membran üzerinde güç üretir ve tüylü hücre demetlerinin defleksiyonuna neden olur (27). Sakkül vertikal düzlemde hareketle (yani saggital düzlem yukarı, aşağı, ileri ve geri bir şekilde uyarılırken) ve utrikül lateral düzlemde hareketle (yani, baş eğme ve yatay yön değiştirme) uyarılır (28).

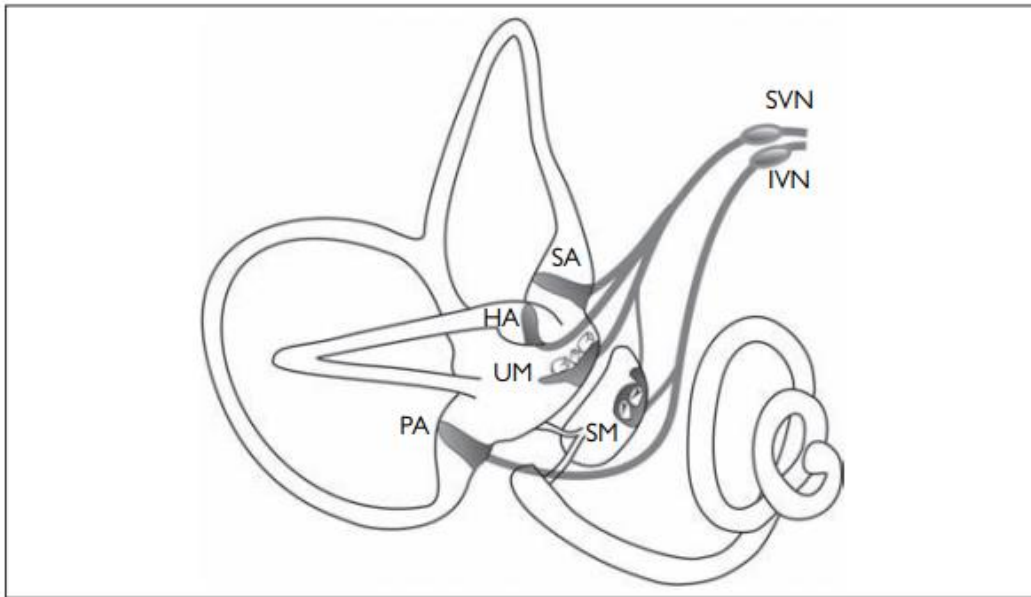
Otolit yapılarının hepsi (utrikül veya sakkül) bir yönden fazla tüylü hücre yönelimi gösterir. Örneğin, bazı tüylü hücrelerin ileriye doğru harekete eksitator bir yanıt vermeye yönelirken, diğerleri zıt yöne yönelip inhibitör bir yanıtı açacaktır. Otolitlerin aynı zamanda eşleştirilmiş çiftler olarak çalıştığına ve bir tarafta birincil olarak eksitator bir tepkiye neden olan herhangi bir hareketin, karşı tarafta birincil olarak inhibitör bir tepkiye karşı eşleştirileceğine savunulmaktadır (11).

2.3. Santral Vestibüler Sistemin Anatomi ve Fizyolojisi

Santral vestibüler bağlantılar, her vestibüler labirentten gelen girdilerin yanı sıra, somatosensöriyel ve görsel duyu sistemlerinden gelen diğer girdilerin etkileşimine de olanak sağlar. Vestibüler çekirdeklerden vestibüler bilgileri işleyen kortikal merkezlere kadar tüm santral vestibüler seviyelerde otolit ve semisirküler kanal girişinin yakınsallığı mevcuttur (18).

2.3.1. Vestibüler sinir

Vestibüler sinir fibrileri, Scarpa (vestibüler) ganglionun bipolar nöronlarının afferent yansımalarıdır. Periferik uç organ uyarılmasından sonra vestibüler sinir, afferent sinyalleri sekizinci kraniyal sinir tarafından internal akustik kanal (İAK) yoluyla pontomedüller kavşakta beyin sapına iletir. Vestibüler sinirin yanı sıra, fasiyal sinir, koklear sinir ve labirentin arter de İAK'dan geçer (18, 19). Periferden başlayarak, Scarpa ganglionun bipolar nöronları SSK'lardaki krista ampullaristeki ve otolitlerdeki makuladaki tüylü hücreler tarafından aktive edilir (29). Vestibüler sinirin iki dalı mevcuttur. Süperior vestibüler sinir, anterior ve lateral ampullası ile utriküler makuladan; inferior vestibüler sinir ise posterior ampulla ve sakküler makuladan fibrileri taşır (13, 18, 27, 30) (Şekil 2.5). İnsanlarda 15,000-25,000 arasında vestibüler sinir fibrillerinin olduğu tahmin edilmektedir (30). Scarpa ganglionun süperior ve inferior sinir lifleri, sekizinci kraniyal siniri oluşturmak için koklear sinirle birlikte katılır. Vestibüler sinir fibrillerinin çoğu, ponslardaki ipsilateral vestibüler çekirdeklere, bazıları da doğrudan serebelluma bağlanır (18). Santral işleme bileşeni sekizinci kraniyal sinir beyin sapına girdiğinde, vestibüler çekirdek kompleksinde ve serebellumda başlar (19).



Şekil 2.5. Süperior ve inferior vestibüler sinir.

SVN: Süperior vestibüler sinir; IVN: İnförör vestibüler sinir; SA: Süperior ampulla; HA: Horizontal ampulla; UM: Utriküler makula; PA: Posterior ampulla; SM: Sakküler Makula (31)

2.3.2. Vestibüler çekirdek

Vestibüler çekirdek dördüncü ventrikülde yer alır ve ponstan medullaya doğru iki sıra halinde genişler. Vestibüler çekirdek dört ana çekirdekten oluşur: medial, süperior, lateral ve inferior (19, 27). Süperior ve medial vestibüler çekirdekler, vestibülo-oküler refleksin (VOR) düzenlenmesinden sorumludur. Süperior vestibüler çekirdek, SSK'ların kristasından gelen fibirleri alırken, efferent lifleri her iki taraftaki medial longitudinal fasikülüse ve oküler motor çekirdeklerine gider. Efferentler ayrıca serebelluma gider (13, 19). Medial vestibüler çekirdek VOR'un yanı sıra, vestibülo-spinal reflekslerden de sorumludur. Kas tonusunu düzenlemek için vestibüler sinyalleri vestibulospinal sisteme iletir. Örneğin, lateral kanalın kristasının eksitator uyarımı, ipsilateral kas tonusunun artmasına ve kontralateral kas tonusunun azalmasına neden olur. Bu, özellikle hızlı veya beklenmedik kafa hareketleri sırasındaki postüral doğrulma refleksleri açısından önemlidir (13).

Inferior vestibüler çekirdek afferentleri alır ve serebellum, spinal kord ve diğer vestibüler çekirdeklere yansıtır. Inferior vestibüler çekirdek, çok çeşitli afferentler ve efferentler ile vestibüler bilgileri vestibüler yapıların birçoğuna entegre edebilir. Lateral vestibüler çekirdek veya Deiters çekirdeği ise, ventral tarafında utriküler girdileri ve dorsal tarafında serebellar girdileri alır. Serebellar fibirler, serebellar korteks, ipsilateral anterior vermis, fastigial çekirdek, flokülüs ve paraflokulustan kaynaklanır (13).

2.3.3. Vestibülo-oküler refleks (VOR)

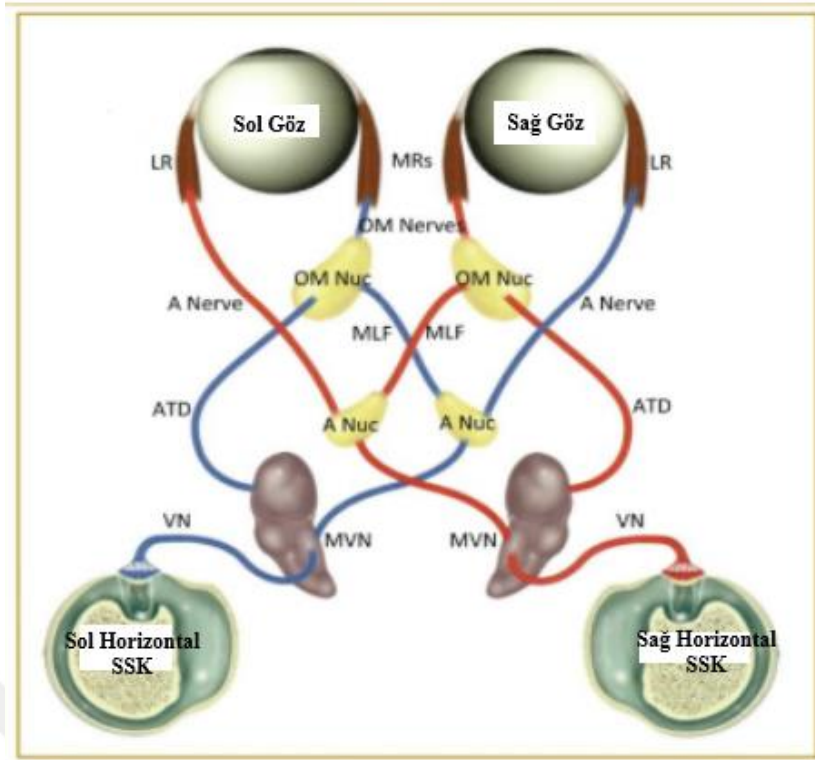
Vestibülo-oküler refleks (VOR), baş hareketine yanıt olarak refleksif göz hareketi olarak tanımlanabilir (11). VOR'un temel amacı, baş hareketi sırasında foveadaki görüntülerin netliğini koruyan hızlı telafi edici göz hareketlerini ortaya çıkarmaktır (12, 32). Görsel alanda görüntünün netliğini korumak, başın fiziksel hızlanmasının, göz hareketini kafa hareketinin eşit ve zıt yönünde yönlendiren biyolojik sinyallere dönüştürülmesi ile gerçekleştirilir (18).

Bu refleks, görme için kritik öneme sahiptir, çünkü retina üzerinde görsel bir görüntünün düşük hızda kayması bile görme keskinliğinde kayba neden olur. Optokinetik refleks (OKR) gibi görsel bilgi ile göz hareketini sürdüren refleksler, düşük frekanslı baş hareketi sırasında gözü stabilize etmek için yeterlidir. Ancak, yüksek frekanslı baş hareketleri için yeterli değildir (32). Yüksek frekanslı baş hareketleri, kısa süreli olan ve başın bir yöne hareketi sırasında, gözün başın tersi yönünde ve eşit refleks hareketi

oluşturmasını yani açık döngü (open-loop) reflekslerini gerektirir. On milisaniye civarında oluşan VOR latansı ise, bu rol için iyi yapılandırılmıştır (32-35).

Vestibülo-oküler refleks, labirent içindeki sensör yapılarla ilişkili refleks yollarına, yani *kanal-oküler (açısal) VOR* ve *otolit-oküler (doğrusal) VOR* alt bölümlerine ayrılır (13). Kanal-oküler (açısal) VOR, temel olarak bakış stabilizasyonundan sorumludur. aVOR, açısal akselasyona yanıt veren SSK'lardaki reseptörlerin eksitasyonuna bir yanıttır ve gözü, devam eden baş rotasyonuna zıt yönde hareket ettirerek günlük aktivitelerimiz sırasında bakışları etkili bir şekilde stabilize eder (13, 32, 36). Dört vertikal ve iki horizontal SSK olduğu için, horizontal refleks ve vertikal refleks olmak üzere iki aVOR mevcuttur (32).

Horizontal rotasyon sırasında, horizontal SSK'daki primer vestibüler afferentler ipsilateral medial vestibüler nükleusu (MVN) ve ventrolateral vestibüler nükleusu (VN) uyarır. Bu sekonder vestibüler nöronlar, abdüsens çekirdeğine kontralateral olarak inen ve çıkan veya okülomotor çekirdeğe (Oculomotor Nucleus-OM Nuc) ipsilateral olarak çıkan aksonlara sahiptir. Abdüsans nükleus (A Nuc)'taki motor nöronlar lateral rektus (LR) kasıyla, okülomotor nükleustaki benzer motor nöronlar ise medial rektus (MR) kasıyla sinaptik bağlantı yapar. Eksitator projeksiyonlara ek olarak, inhibitör projeksiyonlar aynı zamanda kafa hareketinin eşit ve zıt yönde göz hareketine izin vermek için ipsilateral lateral rektus ve kontralateral medial rektus kaslarına da yansır. Böylece, gözlerin karşı tarafa konjuge sapmasına neden olur (12, 13) (Şekil 2.6).



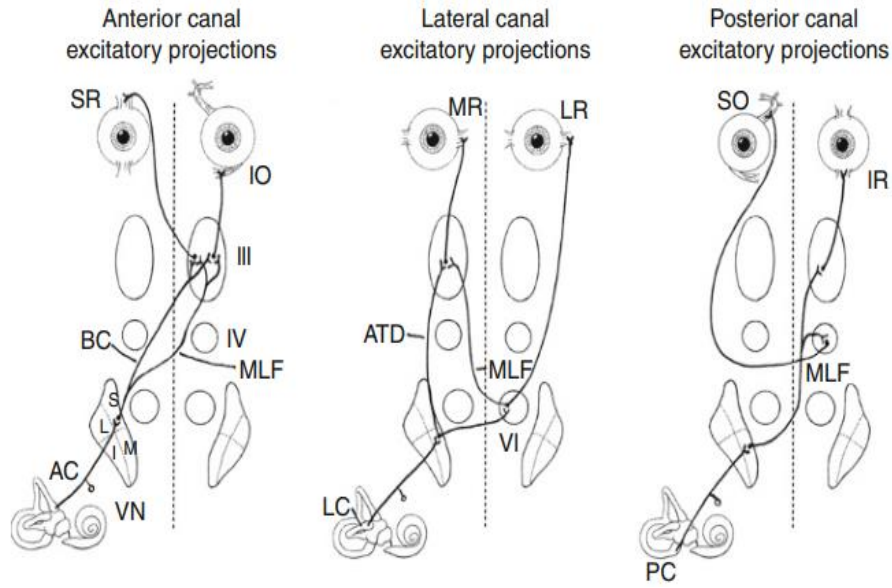
Şekil 2.6. Horizontal SSK için VOR nöral yolu.

Eksitator yollar kırmızı, inhibitör yollar maviyle belirtilip, şekilde sağa baş rotasyonu gösterilmiştir. Medial Rektus (MR); Lateral Rektus (LR); Okülomotor Sinir (OM Nerve- 3.kraniyal sinir); Okülomotor Çekirdek (OM Nuc); Medial Longitudinal Fasciculus (MLF); Abdüsans Siniri (A Nerve-6.kraniyal sinir); Abdüsans Çekirdeği (A Nuc); Medial Vestibüler Çekirdek (MVN); Vestibüler Çekirdek (VN); Deiters'ın çıkan yolu (ATD) (13).

Anterior SSK uyarıldığında, oluşan sinyaller ipsilateral süperior vestibüler nükleusa, oradan kontralateral medial longitudinal fasikülusa (MLF) ve en sonunda kontralateral okülomotor çekirdeğe iletilir. Böylece, ipsilateral superior rektus kasının ve kontralateral inferior obliklerin uyarılmasıyla sonuçlanır. Böylece, yukarı ve karşı yöne torsiyonel göz hareketleri ortaya çıkar (13).

Posterior SSK uyarıldığında, sinyaller medial vestibüler nükelusa ile sinaptik bağlantı yapar ve kontralateral MLF'ye geçer. Bu sinyaller daha sonra kontralateral troklear nükleusa ve okülomotor nükleusa ulaşır. Böylece, kontralateral inferior rektus kası ile ipsilateral superior oblik kası kasılır. Kasılmayla birlikte, aşağı ve karşı yöne torsiyonel göz hareketleriyle sonuçlanır (13).

Şekil 2.7, her SSK kanal için sağ tarafın eksitator yollarını gösteren bir örnektir. Her kanalın uyarılması, kanal düzlemindeki kas kontraksiyonuna neden olur (Flouren Kanunu).



Şekil 2.7. Sağ taraftaki SSK’lardan ekstra-oküler kaslara eksitator projeksiyonlar.

SO: Süperior oblik; IO: İnförior oblik; IR: İnförior rektus; LR: Lateral Rektus; SR: Süperior Rektus; MR: Medial Rektus; AC: Anterior Kanal; PC: Posterior Kanal; LC: Lateral kanal; MLF: Medial Longitudinal fasikulus; ATD: Deiters’in çıkan yolu; BC: brakium konjunktivum; VN: Vestibüler çekirdek (S=Süperior; I=İnförior; L=Lateral; M=Medial); III: Okülomotor çekirdek; IV: Troklear çekirdek; VI: Abdüsans nükleus (13).

Kanal-oküler VOR yolu kadar net olmamakla birlikte otolit-oküler reflekslerin de bakış stabilizasyonunda önemli rolü vardır. Otolit-oküler (doğrusal) VOR, doğrusal hızlanmaya yanıt olarak otolit reseptörlerinin aktivasyonundan kaynaklanır ve telafi edici göz hareketleri meydana getirir. Baş yana (horizontal), öne doğru (vertikal) veya eğik (tilt) hareket ettiği zaman görüntünün stabilizasyonunun, utrikül ve sakkülden sinyalleri okülomotor nöronlara ileten otolit-oküler yoldan kaynaklandığı düşünülmektedir (28).

Doğrusal baş hareketi sırasında, utrikülün lateral kısmının uyarılması lateral ve medial VN’ye polisaptik bağlantılarla aracılık eder. Bu VN sinapsları bilateral olarak motor nöronlara MLF yoluyla, abdüsans nükleusa yansır. Başın eğilmesi sırasında ise, torsiyonel ya da oblik göz hareketleri oküler counter-roll oluşturur (37). Oküler counter-roll, baş eğiminin çok daha küçük bir genliğinde baş eğiminin ters yönünde hareket eden gözlerden oluşur (38). Başın eğilmesiyle birlikte, utrikülün medial kısımları lateral VN’de sinaptik bağlantı yaparak, uyarılır. MLF yoluyla, lateral VN troklear-okülomotor çekirdeğe bağlanır ve böylece ipsilateral süperior oblik ile süperior rektus ve kontralateral inferior oblik ile inferior rektus kasları uyarılarak oküler counter-roll ortaya çıkar (18).

2.3.4. Vestibülo-spinal refleks (VSR)

Vestibülo-spinal refleks (VSR), postüral kontrolü ve vücut stabilizasyonunu sağlayan bir reflekstir (11). Görsel ve proprioseptif sensör girdiler VSR'den gelen bilgilerle entegre olarak vücudun dış çevreye karşı oryantasyonunu sürdürür (18). Baş bir yöne doğru eğildiğinde hem SSK'lar hem de otolit organlar uyarılır. Endolenfatik akım kupula yönünde hareket eder ve ortaya çıkan kuvvet ile otolitlerdeki tüylü hücreleri yön değiştirir. Vestibüler sinir ve vestibüler çekirdek aktive olur. Uyarılar, lateral ve medial vestibülo-spinal yollar ile spinal korda iletilir. Başın eğildiği yönde eksitator (uyarıcı) aktivite, karşı tarafta ise fleksör aktivite ortaya çıkar. Baş hareketi, vestibüler sistem tarafından algılanan harekete karşı direnç gösterir (19).

2.3.5. Vestibülokolik refleks (VKR)

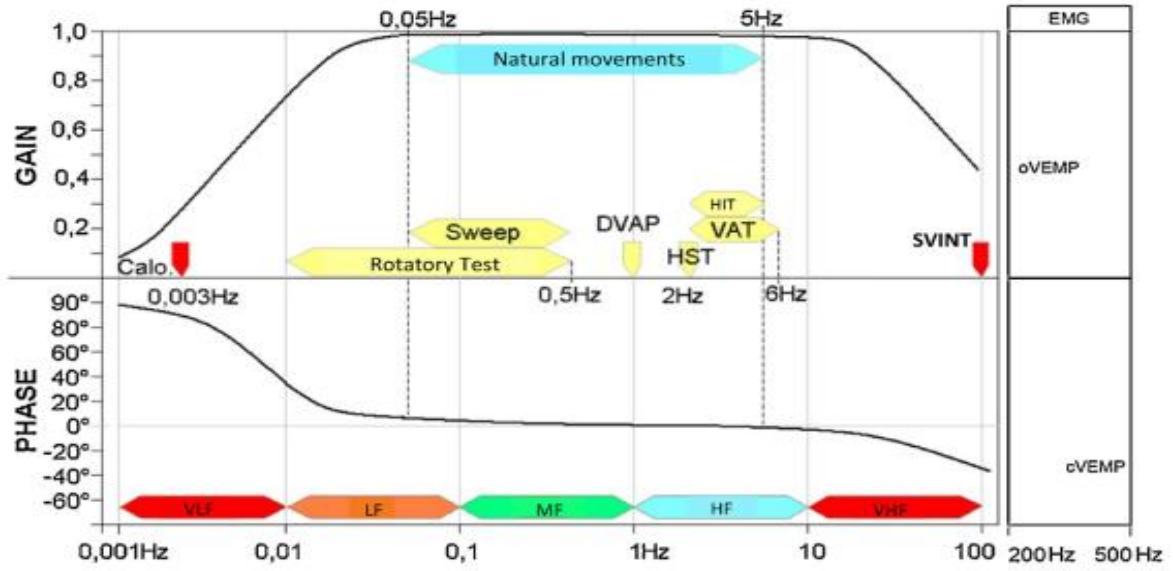
Vestibülokolik refleks (VKR), vestibüler ve kas germe reseptörlerine yanıt olarak, boyun kasının aktivasyonu ile başı stabilize eden bir reflekstir. Otolitler veya SSK'lar tarafından algılanan harekete karşı refleks bir baş hareketi oluşturur (19). Sakküler fonksiyonun VKR'den sorumlu olduğu düşünülmektedir. Sakküldeki afferent sinyaller, vestibüler sinirin inferior dalı ve vestibüler ganglion yoluyla beyinsapındaki vestibüler çekirdek kompleksine iletilir. Buradan da efferent fibriler, medial vestibülo-spinal yol ve XI. Kraniyal sinir Nervous Accessorius aracılığı ile boyun kaslarına sinyaller gönderir (39).

2.4. VOR'u Değerlendiren Vestibüler Testler

İşitsel sisteme benzer şekilde, vestibüler sistemin hassasiyet aralığı günlük yaşam aktiviteleri için gerekenden önemli ölçüde daha geniştir (40). Günlük yaşamda normal şartlar altında başımızı hareket ettirdiğimizde, vestibüler labirentler 0.1-5 Hz frekans aralığında uyarılır. Saf ses odyometri testinde işitme eşikleri farklı frekanslarda değerlendirildiği gibi, vestibüler fonksiyonun değerlendirilmesi için de farklı frekanslarda vestibüler testlerin yapılması gerekir. Tek bir frekansın işitme kaybı hakkında fikir vermesi yetersiz iken, vestibüler fonksiyon için de aynı durum geçerlidir. Bu nedenle, farklı frekanslarda vestibüler uyarılma ile vestibüler hassasiyetin test edilmesi önemlidir (2).

Son yıllarda, video head impulse test (vHIT), rotasyonel sandalye testi, dinamik görme keskinliği testi (dVAT), fonksiyonel baş savurma testi (fHIT) gibi testler VOR'un değerlendirilmesinde popüler hale gelmiş ve laboratuvar vestibüler testleri açısından tanısal gücü geliştirmiştir. Kalorik test ve rotasyonel sandalye testlerinin yerini alabileceği

düşünülmüş olsa da, test sonuçları arasındaki disosiasyon ve testlerin VOR'u değerlendirdiği frekans aralığındaki farklılaşmadan ötürü, tüm bu testlerin ve tekniklerin tamamlayıcı olduğu düşünülmektedir (41) (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. VOR'u değerlendiren vestibüler testlerin frekans aralığı.

VLF: Çok düşük frekans; LF: Düşük frekans; MF: Orta frekans; HF: Yüksek frekans; VHF: Çok yüksek frekans; Calo: Kalarik test; Rotatory test: Rotasyonel test; DVAP: Dinamik görme keskinliği testi; HIT: Baş savurma testi; HST: Baş sallama testi; VAT: Vestibüler otorotasyon testi; SVINT: Kafatası vibrasyonuna bağlı nistagmus testi; oVEMP: Oküler vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyel; cVEMP: Servikal uyarılmış miyojenik potansiyel (42)

2.4.1. Kalarik test

Videonistagmografi (VNG) testinin en önemli kısımlarından olan kalarik test, temel olarak periferik vestibüler fonksiyon kaybını tespit etmede ve VOR'u klinik olarak değerlendirmede yaygın olarak kullanılır. Kalarik testin en önemli avantajlarından bir tanesi, lateral SSK'ları ayrı ayrı uyandırabilmesidir (43). Günlük hayatta başımızı 0.1-5 Hz frekans aralığında hareket ettirdiğimizde vestibüler labirentlerde uyarılma gerçekleşir. Kalarik test ise fizyolojik olmayan bir uyaran kullanarak (su ya da hava), çok düşük bir frekansta (yaklaşık 0.003 Hz) vestibüler uyarılmayı sağlar (2).

Kalarik test sırasında fizyolojik olmayan uyarılmayla birlikte, lateral SSK'dan alınan uyarılar süperior vestibüler sinirden vestibüler sinirin ana gövdesine, oradan vestibüler çekirdeğe ve vestibüler çekirdekten MLF yoluyla okülomotor sinirin motor çekirdeğine

ulaşır. Bu yolda meydana gelen hasar, kalorik testte yanıt alınmamasına ya da anormal bir cevabın elde edilmesine neden olur (2).

Kalorik testte, kulaklarda irrigasyon su ya da hava yolu seçilerek yapılır. Her tekniğin bazı avantajları ve dezavantajları vardır. Hava kaloriği, özellikle timpanik membran perforasyonu ya da radikal kulak operasyonundan dolayı tercih edilir. Ancak meydana gelen nistagmus, havanın daha düşük sıcaklık kapasitesine bağlı olarak daha zayıf elde edilir. Öte yandan, su kalorik testinde nistagmus daha net gözlenirken, hastada vagal tepkiler meydana gelebilmesi dezavantajlarının başında gelir (43). Standart bitermal kalorik testte, her kulak sabit bir süre boyunca (30-40 sn), vücut sıcaklığının 7 derece altında (30°) ve üstündeki (44°) suyla uyarılır. Elde edilen sonuçları yorumlarken, Jongkees tarafından kanal parezi yönünü ve tek taraflı vestibüler zayıflığı belirlemede kullanılan bir formül geliştirilmiştir (44) (Şekil 2.9). Bu formüle göre, yüzde 20-25 üzeri skor elde edilmesi tek taraflı kalorik zayıflığı ve daha zayıf cevabın olduğu tarafta periferik vestibüler disfonksiyonu gösterir (45).

$$\frac{(R 30^{\circ} + R 44^{\circ}) - (L 30^{\circ} + L 44^{\circ})}{R 30^{\circ} + R 44^{\circ} + L 30^{\circ} + L 44^{\circ}} \times 100$$

Şekil 2.9. Jongkees Kanal parezi formülü. (R: Sağ, L: Sol) (43)

2.4.2. Rotasyonel sandalye testi

Rotasyonel sandalye testi, günlük yaşam aktivitelerine daha yakın bir frekans aralığında (0.01-2 Hz) VOR'u test etme fırsatı sağlar. Kalorik testin aksine, aynı anda iki lateral SSK'ın uyarılmasını sağlar. Göz hareketleri ve hareket algıları kaydedilerek vestibüler sistemdeki asimetrliler tespit edilir. Test sırasında, nistagmusun amplitüdü ve hızı ölçülerek kazanç ve faz hesaplanır. Kazanç, göz hızının sandalye hızına oranıdır. Faz ise göz hızı ve sandalye hızının aralarındaki temporal ilişkiyi tanımlar. Kazançtaki anlamlı düşüş, bilateral periferik vestibüler kayıpla tutarlı olup kalorik testten elde edilen sonuçları onaylamada ve nicel olarak ölçmede yararlıdır (40, 46).

2.4.3. Dinamik görme keskinliği testi (dynamic visual acuity test-DVAT)

Dinamik görme keskinliği testinin (Dynamic visual acuity test-DVAT) amacı, baş sabitken (statik görme keskinliği) ve hareket halindeyken (dinamik görme keskinliği) görme keskinliğini ölçüp karşılaştırmak ve bu sayede bakış stabilizasyonunun sürdürülebilirliğini değerlendirmektir (2). Statik ve dinamik görme keskinliği ölçülürken, görme keskinlik tablosu kullanılır. Görme keskinlik tablosu olarak Snellen kullanılabilir. Snellen tablosu, 1862 yılında Dr. Hermann Snellen tarafından geliştirilmiştir. Tabloda, en üst satırda en büyük ve en alt satırda en küçük olmak üzere her satırda farklı boyutlarda harfler mevcuttur. Bu harfler, optotip olarak adlandırılır. Altı metre mesafe uzaklıkta, her seferinde bir kez okunan ve en üstten başlanan satır, gittikçe küçülür. Sonuçlar, kafa hareketi sırasında okunabilir en düşük satır, kafa sabitken en düşük (en küçük) okunabilir satır ile karşılaştırılarak nicelendirilir. En düşük satır okuma için kullanılan kriter, deneğin optotiplerin % 50'sini veya daha fazlasını okuyabildiği en düşük satırdır (47).

Hastanın öncelikle başı sabitken, görme keskinlik tablosu ile görme keskinliği ölçülür. Hastadan daha sonra, klinisyen hastanın başını 0.5-2 Hz frekans aralığında horizontal düzlemde çevirirken, çizelge üzerindeki en küçük satırdaki harf ve şekli yani 'optotipi' okuması istenir. VOR normal ise, hastanın gözleri baş hareketinin karşı yönünde kolayca hareket edecektir ve böylece oküler fiksasyon sürdürülmüş olacaktır. Eğer hasta, dinamik görme keskinliği ölçümü sırasında, statik görme keskinliğinde elde ettiği satırın en az 3 satır üzerindeki optotipi okuyabiliyorsa, o hastada vestibüler etkilenme var demektir (48).

Snellen tablosunun dezavantajları vardır. İlk olarak, her satırın değişken bir harf boyutu vardır. Örneğin, zayıf görme keskinlik satırları (20/200 ve 20/400) genellikle yalnızca 1 veya 2 harf içerirken, iyi görme keskinlik satırları 8'e kadar harf içerir. İkinci olarak, Snellen keskinliğini test ederken, test cihazı bir satır atama yöntemi kullanır. Bu nedenle, iyi keskinlik çizgileri üzerinde 1 harfin eksik olması, zayıf görme satırlarında 1 harfin kaçırılmasından daha az etkiye sahiptir. Başka bir deyişle, satır başına değişken harflerle satır atama yöntemini kullanarak yapılan 1 harflik keskinlikteki değişiklik, tüm satırın görüşünün değişmesine neden olabilir. Bu durum, daha zayıf görme satırlarında daha sık meydana gelir. Satırlar arasındaki bu standart ilerleme eksikliği nedeniyle, Snellen görme keskinliğinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi zordur. Üçüncüsü, satırlar arasında harf boyutlarında düzensiz ve rastgele bir ilerleme vardır. Bu, satırın görüş mesafesini değiştirirken önemli hatalara neden olur. Dördüncüsü, Snellen satırındaki harfler her zaman aynı okunaklığa sahip değildir. Bazı harfler diğerlerinden daha kolay

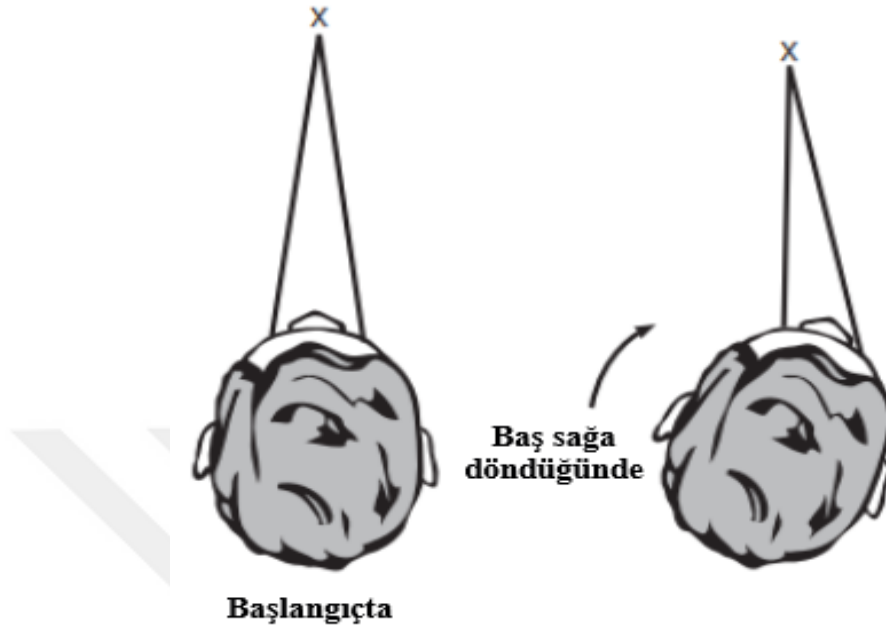
okunabilir. Beşincisi, harfler ve satırlar arasındaki mesafe standartlaştırılmamıştır. Harfler çok yakın yerleştirildiğinde, kalabalıklık fenomeni adı verilen ve keskinliği azaltan bir etki meydana gelmektedir. Snellen tabloları üreticiden üreticiye değiştiği için, standardizasyon eksiktir (49, 50).

Snellen tablosunun eksikliklerine yönelik, görme keskinliğini daha doğru bir şekilde ölçmek için tablonun yeniden tasarımı Dr. Ian Bailey ve Jan Lovie tarafından önerilmiştir (49). Bailey-Lovie tablosunda, harfler neredeyse eşit okunaklılığa sahiptir. Bailey-Lovie tablosundaki harflerin yüksekliği eşittir. Bu, harf boyutunun belirli bir satırdaki zorluğun tek belirleyicisi olmasını sağlamıştır. Sloan harfleri ise Dr Sloan tarafından önerilmiştir. On büyük ve eşit okunaklı harften oluşan tablo kullanılır (51). Tablolarda Sloan, E gibi harflerin yanı sıra Landolt halkaları tercih edilebilir. Landolt halkaları, sıralar arasında okunma zorluğu açısından farklılık yaratmaz. Böylece, harflerin birbirine benzetilme olasılığı düşüktür. Farklı tablolardan alınan görme keskinlik skorları, logMAR gösterimine dönüştürülebilir. LogMAR, ‘minimum ayırt edilebilen en küçük açının (MAR) logaritması’ için kullanılan bir kısaltmadır. LogMAR bir tablo türü değildir, ancak görme keskinliğini ifade etmek için kullanılan geometrik gösterime atıfta bulunan bir terimdir. Görme sisteminin işlemesine paralel olarak, görme keskinlik tablolarında harf sıraları arasında geometrik büyüme kullanılır. LogMAR’daki geometrik büyümeyle birlikte, uzaklık değişse bile görme keskinliği saptanabilir. Büyüme oranı olarak 0,1 Logaritmik birim tercih edilir. Bu nedenle, görme keskinliği 0,1 olan kişi, keskinliği 0,2 olan kişiden iki kat daha kötü görme keskinliğine sahiptir. Harfleri iki kat daha fazla büyük şekilde tanıyabilir. LogMAR gösteriminde, daha düşük skorlar daha iyi görmeye karşılık gelir. Keskinlik kötüleştikçe, logMAR’ın değeri artar. Snellen tablosunda, 20/20 görme logMAR = 0’a karşılık gelir. Satır 10 ise 20/200 Snellen görme keskinliği olup, 1.0 LogMAR değerine (20/20’dan 10 kat ya da 1 log birim daha kötü) karşılık gelir (52).

2.4.4. Baş savurma testi

Baş savurma testi (head impulse test-HIT), SSK fonksiyonunu değerlendirmede yaygın olarak kullanılan yatak başı testidir (53). Halmagyi ve Curthoys tarafından 1988 yılında geliştirilmiştir (54). Test sırasında, klinisyen hastanın önüne oturur ve hastanın başını hızlıca çevirirken, hastadan sabit bir hedeften gözünü ayırmamasını ister (Klinisyenin burnu gibi) (53). Klinisyen hastanın başını SSK çifti düzleminde aniden ve öngörülemez şekilde yüksek baş akselerasyonlarında ($2000-4000^{\circ}/s^2$), düşük bir açıyla

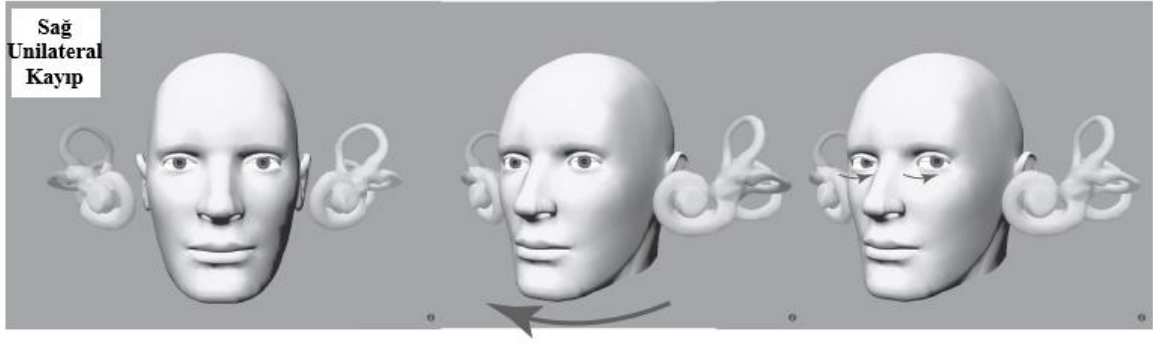
(15°) döndürür ve ortaya çıkan anlık telafi edici göz hareketi yanıtını gözlemler. Normal VOR fonksiyonuna sahip hastalar, başın sağa/sola hareketi sırasında bakışını hedefe sabitleyebilir (Şekil 2.10).



Şekil 2.10. SSK fonksiyonunu test etme protokolü.

Küçük, pasif ve tahmin edilemeyen baş savurmaları sırasında hastadan duvardaki sabit hedefe (x) bakışını sabitlemesi istenir. (7)

Öte yandan, tek taraflı vestibüler kaybı olan hastalar, lezyon tarafına baş hareketi sırasında bakışlarını hedefte sürdüremez. Gözleri başla birlikte hareket eder ve hedeften uzaklaşır. Bu nedenle, baş rotasyonunun sonunda hastalar düzeltici sakkadlar (göz hareketleri) yaparak, bakışlarını tekrar hedefe geri getirir (Şekil 2.11). Klinisyen tarafından gözlenen bu düzeltici (yakalayıcı) sakkadlar, **overt (açık) sakkad** olarak adlandırılır. Overt sakkadın gözlenmesi, o taraftaki horizontal SSK hipofonksiyonunun dolaylı bir işaretidir (7, 53). Örneğin, kafa sola döndürüldükten sonra düzeltici bir sakkad sol horizontal kanal kaybını gösterir. Benzer şekilde, sağa dönüş sonrası düzeltici sakkad görülmesi sağ horizontal kanal kaybına işarettir (55). Yatak başı HIT, düzeltici sakkadın süresine ve büyüklüğüne ve klinisyenin doğru şekilde düzeltici sakkadları gözleme becerisine dayanır. Baş rotasyonu sırasında meydana gelen düzeltici sakkadlar ise **covert (gizli) sakkad** olarak adlandırılır ve klinisyen tarafından gözlenemez (53).



Şekil 2.11. Sağ baş rotasyonu sırasında, rotasyon yönünde gözleri başla hareket eden ve baş dönüşü sonunda düzeltici sakkadlar yaparak, karşıdaki hedefe tekrar sabitlemeye çalışan sağ unilateral vestibüler kaybı olan bir hastanın sırasıyla göz hareketleri (55)

Yatak başı HIT'in avantajları; tek taraflı ve bilateral vestibüler kaybı tespit edebilmesi, ekipman gerektirmemesi, kısa sürede tamamlanması ve horizontal SSK fonksiyonunu günlük yaşam aktiviteleri sırasında meydana gelen baş hareketlerini temsil eden frekanslarda değerlendirebilmesidir. Öte taraftan, subjektif bir test oluşu, açık sakkadların ve VOR kazancının objektif olarak ölçülememesi, açık sakkadların varlığı/yokluğunun klinisyenin subjektif vizüel gözlemine dayanması, gizli sakkadların klinisyen tarafından gözlenememesi ve testin yorumlanmasının klinisyenin deneyimine bağlı oluşu HIT'in dezavantajlarıdır. Ayrıca, baş akselerasyonunun büyüklüğü bilinemez ve tek bir klinisyen/hasta içinde ve klinisyenler/hastalar arasında farklılık gösterir (53).

2.4.5. Video baş savurma testi (Video head impulse test-vHIT)

Yatak başı HIT mantığına dayanarak geliştirilen video baş savurma testi (video head impulse test- vHIT), horizontal ve vertikal SSK düzlemlerinde kafa impulsları sırasında ve hemen sonrasında göz hareketlerini kaydetmek için yüksek hızlı dijital video kamera kullanan dinamik SSK fonksiyonunun klinik testidir (53).

Yatak başı HIT'de olduğu gibi, bu test sırasında da manuel, pasif (klinisyen hastanın başını çevirir), öngörülemeyen, 10° - 20° düşük amplitüdlü, 150-400 $^{\circ}$ /s tepe açısal hıza (peak angular velocity) ve 1000-4000 $^{\circ}$ /s² açısal ivmeye (peak angular acceleration) sahip hızlı kafa rotasyonları kullanılır (9). Test sırasında kullanılan açısal ivme, araba sürmek, koşmak gibi günlük yaşamdaki aktivitelerdekine benzer olup açısal ivmelerin bu doğal değer aralığı, düşük frekanslı sinüzoidal rotasyonlar kullanılarak yapılan klinik vestibüler testlerdeki ivmelerden yaklaşık 100 kat daha büyüktür (6). Öte yandan, baş hareketi

kafanın her iki tarafındaki SSK'ların tamamlayıcı olarak uyarılmasına neden olur. Fizyolojik çalışmalar, her iki kulaktan gelen nöral girdinin düşük kafa hızlarında yanıtta katkıda bulunduğunu gösterir (56, 57). Tek taraflı kaybı olan hastalarda, sağlıklı kulağın katkısı yüksek ivmeli kafa impulsları kullanılarak ortadan kaldırılabilir. Düşük akselerasyonlu (düşük frekans, düşük hız) kafa impulsları kullanılırsa, geri kalan sağlıklı kulak, etkilenen kulak yönünde kafa dönüşleri için göz hareketi yanıtını oldukça etkili bir şekilde sürdürebilir, böylece etkilenen kulak tarafında normal bir VOR kazancı elde edilebilir. Bu nedenle vHIT'de yüksek ivme uyarıları ($150^{\circ}/s$ 'nin üzerindeki tepe kafa hızı-açısal hızı) kullanılır. Yüksek ivmeli uyarana karşı okülomotor yanıt üretilmemesi, hastanın büyük ihtimalle başının döndürüldüğü tarafta SSK fonksiyonunun azalmış olduğu anlamına gelir (6).

Kalorik testinde sadece iki horizontal kanalın değerlendirilmesinin aksine vHIT'in altı SSK'nın fonksiyonunun ölçülebilmesine olanak sağlaması, bu testin avantajlarının başında gelir (6). Bu testin diğer bir avantajı ise, HIT'de tespit edilemeyen gizli (covert) sakkadların gözlenip kaydedilebilmesidir. Böylelikle, HIT ile bazı hastalarda açık sakkadlar görülmemesine rağmen gözden kaçabilen gizli sakkadlardan ötürü, klinisyenin yanlış şekilde hastaların sağlıklı bir vestibüler sistemine sahip olduğu sonucuna varabilmesinin önüne vHIT ile geçilmiş oldu (55).

Video head impulse test (vHIT) donanımı, yüksek hızlı (monoküler veya binoküler dijital kızılötesi) video kamera, dizüstü bilgisayar ve yazılımdan oluşur. Video kamera, 2 boyutlu göz hareketlerini kaydetmek için pupil algılama yöntemini kullanır (9). Video kamera yüksek hızda olmak zorundadır. vHIT kamerası, standart video kameradan çok daha hızlı şekilde çalışır. vHIT kamerası için bu hız saniyede 250 kare (250 frames/s (FPS)) iken, standart video kamerada 30 FPS'dir. FPS, videoda saniye başı üretilen görüntü sayısı olarak adlandırılır. Bu yüksek hız, hareketli bir gözü doğru bir şekilde ölçmek için gereklidir. Sakkadlar en hızlı göz hareketleridir ve sadece çok kısa bir zaman sürerler. 60 FPS sakkadların doğru ölçümünü vermede çok yavaş kaldığı için, 250 FPS idealdir (55). Kafaya sıkıca tutturulmuş hafif, sıkı oturan gözlüklerin üzerinde yer alan bu video kamerayı kullanarak, kafa dönüşü sırasında göz hızı ile kafa hızını ve böylece VOR'u nicel olarak doğru bir şekilde ölçmek mümkündür (9).

Video head impulse test (vHIT) sonucu, temel olarak iki parametre ile değerlendirilir; *sakkadların varlığı/yokluğu* ve *VOR kazancı* (2). Sakkadlar, gözleri bir hedeften diğerine kaydırarak, ilgilenilen bir nesneyi görme keskinliğinin en yüksek olduğu

fovea üzerine odaklayan hızlı konjuge göz hareketlerini ifade eder (58). Test sonucunda yakalayıcı sakkadların varlığının klinik olarak kabul edilebilmesi için yön, hızının amplitüdü, tutarlılık ve latans kriterlerini sağlaması gerekir. Klinik olarak yakalayıcı sakkad, kafa hareket ederken gözler geride kaldığında oluşur ve ilgilenilen hedef üzerindeki gözleri yeniden ayarlamak için kafa hareketine yetişmesi gerekir. Bu nedenle, doğru bir yakalayıcı sakkad göz hareketiyle aynı yönde olmalıdır (2). Baş hareketi sırasında, normal SSK fonksiyonu olan kişiler hedefe bakışını sürdüren smooth telafi edici göz hareketleri yaparak, yakalayıcı sakkad ortaya çıkarmaz (7). Bir yönde gerçekleştirilen baş hareketinin çoğunda sakkadın *tutarlı* olarak gözlenmesi de klinik olarak sakkadın varlığına işarettir. Sakkadın tutarlılığı ve yönü onaylandığında, diğer önemli bir kriter olan *sakkad hızının amplitüdüne* bakılması gerekir. Baş hareketinin en az yarısı kadar hıza sahip sakkadlar test edilen SSK'daki yetersiz VOR'un bir göstergesi olup klinik olarak anlamlıdır. Ayrıca, sakkadların baş hareketinin amplitüdünün %50'sinden daha fazla amplitüde sahip olması gerekir. Son kriter ise, sakkadın *latansı* ya da süresidir. Baş hareketinin başlangıcından 100 ms'ye kadar ve baş hareketinin durdurulmasından sonraki 100 ms'ye kadar olan herhangi bir sakkad klinik olarak önemlidir. Bütün bu dört kriter ele alınıp, klinik olarak sakkad varlığı anlamlı olarak kabul edilebilir (2).

Vestibülo-oküler refleks (VOR) yanıtının yeterliliğinin olağan göstergesi kazançtır. Kazanç, herhangi bir dinamik sistemde çıktı / girdi oranını kapsayan genel bir terimdir. VOR kazancını ölçmek için, baş itmesi sırasında göz hızı eğrisinin altındaki alanın, baş hız eğrisinin altındaki alana oranı hesaplanır. Normal VOR kazancının 1 ya da %100 oluşu, göz hareketinin hız, ivme ve akselerasyonunun baş hareketininkiyle aynı ve eşit olması demektir. Tek taraflı vestibüler kaybı olan hastalarda, etkilenen kulak tarafında baş döndürülürken (genellikle 0.7'den az) VOR kazancı azalır ve bu nedenle yavaş fazları baş dönmesini telafi edemez. Bunun sonucunda gözler başla birlikte hareket eder ve etkilenen kulak tarafına doğru baş itmesi için düzeltici sakkadlar yapmaları gerekir. Böylece kaybın tarafını tanımlarlar (7).

2.4.6. VOR'un fonksiyonel olarak değerlendirilmesi: fonksiyonel baş savurma testi (fHIT)

Video head impulse test ile retinadaki görüntüleri sabitlemek için telafi edici göz hareketleri üreten VOR tarafından, yüksek hızlı baş hareketleri sırasındaki bakış stabilizasyonun sağlanması nicel olarak değerlendirilebilir. Bu değerlendirme, temporal ve

uzamsal çözünürlüklü göz ve baş hareketleri kaydedilirken yüksek akselerasyonlu VOR kazancının (göz hızı/baş hızı) nicel olarak ölçülmesiyle yapılır (59). Böylelikle, SSK'daki bozukluğun büyüklüğü VOR kazancı cinsinden objektif ve sayısal bir değer olarak ölçülür (10). Özellikle periferik vestibüler lezyonlarda VOR kazancı düşer ve sonuç olarak kafa hareketleri sırasında retinal görüntü kaymasında artış olur (60-62). Retinadaki birkaç derece/s görüntü kaymasındaki artış bile görüşü ciddi şekilde bozar ve dinamik görme keskinliği azalır (59). Bu anlamda, görme keskinliğindeki azalmanın değerlendirilmesinde vHIT yetersiz kalır. Her ne kadar vHIT VOR'daki bozulmayı bir sayı ile belirtse de, hastanın baş hareketi sırasında ortaya çıkan retinal kaymadan ötürü net görüşteki bozulma durumunu gösteremez. Bu nedenle, VOR'un fonksiyonel anlamda değerlendirilmesi ve dinamik görme keskinliğindeki bozulma hakkında fikir veremez (9).

Baş hareketi sırasında görme keskinliğinin ölçümü, klinisyenlere vestibüler fonksiyon kaybının fonksiyonel etkisini değerlendirmenin yanı sıra kompanzasyonu geliştirmek için yapılan müdahalelerin etkinliğini değerlendirme yöntemini sağlar (47).

Baş hareketi sırasında iyi bir görme keskinliği ölçüsünün geliştirilmesindeki temel husus, bakış stabilitesinin sağlanabilmesi için gereken baş hareketinin özellikleridir. Bu özellikler, bakış stabilitesinin korunması için gereken baş hareketinin hızı, açısal akselerasyonu, frekansı ve düzlemini içerir. Otururken veya ayakta dururken olduğu gibi vücudun nispeten sabit olduğu durumlarda, çok az kafa hareketi olur ve vestibülo-oküler refleks (VOR) bakış stabilitesi için gerekli değildir. Bunun yerine, smooth pursuit göz hareketleri bakış stabilitesini korumak için yeterlidir. Kişiler yavaş yürürken baş hareketinin hızı ve baskın frekansı, horizontal düzlemdeki baş hareketleri için 20 ile 78 °/s ve 0.7-1.2 Hz iken, vertikal baş hareketleri için 20-39 °/s ve 0.9-5.1 Hz ve baş akselerasyonları için 500-1000 °/s² değişir. Kişiler daha hızlı yürüdükçe veya koşmaya başladıkça, kafa hızı horizontal düzlemde 390 °/s 'ye ve vertikal düzlemde 163 °/s'ye, başın açısal akselerasyonu 5000 °/s²'ye ve rotasyonel frekansı 15 Hz'e artış gösterir. Bu nedenle, yürüme sırasında baş hareketlerinin hızı, smooth pursuit göz hareketlerinin bakışı stabilize etme yeteneğini aşar. Vestibülo-oküler refleks ise, günlük hayattaki hız ve frekans aralığı dahilinde olup, bakışı stabilize edebilir (47).

VOR'un fonksiyonel olarak test edilmesinde farklı alternatif tanı araçları kullanılmaya başlarken, gözlerin hareketinin ölçülme ihtiyacı da ortadan kalkmış olur (4). Miller ve ark. tarafından yıllar önce vestibüler bozuklukları tanılamada baş rotasyonları sırasında hasta sabit bir optotipe bakarken VOR'u değerlendirmeyi önerirken (63),

seksenlerde ve doksanlarda ise başın yüksek frekanslı aktif osilasyonuna (salınımına) dayanan çeşitli klinik yaklaşımlar geliştirildi (64, 65). Çoğunlukla bu yaklaşımlar, sinüzoidal hareket sırasında başın yavaşlamasında göz hareketlerinin takibi ile yeterli düzeyde okumaya katkı sağlayamaz. Bu nedenle, sınırlı geçerliliğe sahip olarak kabul edilir (4). Öte yandan, son yıllarda bilgisayarlı sistemler ile göz hareketleri kaydedilmeden VOR'un fonksiyonelliğini güvenilir bir şekilde değerlendiren farklı testler geliştirilmeye başlandı (60, 62). Bu anlamda, Herdman ve ark.'nın yaptıkları bir çalışmada, katılımcıların horizontal düzlemde aktif baş rotasyonları sırasında baş hızı 120 ve 180°/s olduğunda, bilgisayar ekranında beliren E harfi optotipinin yönünü bulmasının hedeflenmiş ve böylece katılımcıların en iyi dinamik görme keskinliği (DVA) belirlenmiştir (61).

Bakış stabilizasyon testi (GST) ise, aktif baş sallama sırasında (nispeten yüksek frekansta, 2 Hz'nin üzerinde sinüzoidal baş hareketleri) rastgele sunulan sabit boyutlu bir optotipin ("E" harfi) yönünü ayırtmeyi sağlayan tepe baş hızını ölçerek VOR'un bakış stabilizasyonuna katkısını değerlendirir (66, 67). GST ya da DVA test teknikleri periferik bozukluğun varlığını veya yokluğunu gösterir ancak elde edilen ölçümler, hastaların kendi engellilik algısıyla doğrudan ilişkili değildir. Başka bir deyişle, bu testler sırasında sonucun elde edilmesinde görme önemli bir rol oynar fakat elde edilen sonucunun hastanın engelliliğini algılayabilmesiyle ilişkisi, vestibüler fonksiyonelliğin doğrudan ölçümünü sağlayamaz (10).

Yeni geliştirilen fonksiyonel head impulse test (fHIT) ise, göz hareketlerinin doğrudan ölçümüne gerek kalmadan VOR fonksiyonunu değerlendirilmeyi hedefler. Bu testin amacı, her bir hastanın günlük aktiviteleriyle yakından ilişkili olabilecek göstergeler sağlamak için, eşit derecede zorlayıcı görsel uyaranlarla hasta karşı karşıya kalırken, vestibüler fonksiyonu farklı baş açısal akselerasyonlarıyla değerlendirmektir (10).

Önerilen bu yaklaşım, hastanın uzayda bakışı stabilize etme yeteneğini etkilemede görsel uyaranın özelliklerine değil, kafa hareketinin özelliklerine odaklandığı için DVA değerlendirmesinden farklıdır. DVA, fonksiyonel bir parametrenin azalmasını ölçerek, baş hareketlerinin yüksek akselerasyon ve yüksek frekansla ne kadar görme keskinliğini bozduğunu ölçerken, bu bozulmanın günlük aktivitelerde bir bozukluğa yol açıp açmadığını ve nasıl bir bozulmaya yol açtığını değerlendirmez. fHIT ise, baş akselerasyonu arttıkça gerçek stabilizasyon yeteneğinin ne kadar bozulduğunu tanımlar, ancak görme keskinliğinin gerçek bozulmasının bir ölçüsünü sağlamaz (10, 68). Kısacası, DVA baş hareketi sırasında kaybedilen görme keskinliği miktarını ölçerken, fHIT

standartlaştırılmış, basit bir görsel görevde rezidüel bakış stabilizasyon fonksiyon performansını ölçer (68).

Fonksiyonel head impulse test (fHIT) prosedüründe, başın açısal hızını ve yönünü ölçmek için Jirooskop kullanılır. Jirooskop, baş bandıyla hastanın alnının ortasına yerleştirilir ve açısal ivmeleri hesaplamak için bu sinyali çevrimiçi olarak farklılaştırır (4). Bilgisayar ekranı karşısına 1,5 metre uzaklıkta oturan hastanın, öncelikle statik görme keskinliği (SVA) belirlenir. SVA'da elde edilen en küçük boyutlu optotip 0.6 logMAR arttırılarak, dinamik görme keskinliği (DVA) değerlendirilmesine geçilir (68, 69). En iyi SVA'dan altı satır daha büyük olan optotipin boyutu, test sırasında sabit kalır. Klinisyen, horizontal ve vertikal düzlemlerde rastgele baş itmeleri uygular. Baş hızı 10 °/s'yi aştıktan 80 milisaniye sonra, 80 ms boyunca C Landolt optotipi ekranda belirir (69). C Landolt optotipi, boşluğu olan bir halkadan oluşur ve bu nedenle C harfine benzer. Boşluk çeşitli konumlarda (genellikle sol, sağ, alt, üst) olur ve test edilen kişinin görevi boşluğun hangi tarafta olduğuna karar vermektir (70). Her itme sonrası, sekiz olası yöndeki C Landolt optotipinden bir tanesi ekranda gösterilir ve hastadan elindeki kumandadan gördüğü optotipi seçmesi istenir (69).

Grafik kullanıcı arabirimi (graphical user interface-GUI) aracılığıyla, 3000-6000 °/s² aralığında toplam DCY ve 1000-7000 °/s² aralığındaki her akselerasyon bölgesinde ayrı ayrı DCY elde etme imkanı verir. Yapılan çalışmalar, klinik olarak fHIT ile ilgili baş akselerasyonlarının aralığını 3000-6000 °/s² bölmelerine düşürülebileceğini de önermektedir (10). Sonuçta, bu aralıklarda değerlendirme, düşükten yüksek hıza her bölmede VOR fonksiyonelliğine ilişkin doğru okuma yüzdesi olarak sonuç gösterir (4).

2.5. Kronik Unilateral Periferik Vestibüler Hipofonksiyon (Yetmezlik)

Vestibüler hipofonksiyon (başka bir deyişle vestibülopati, vestibüler disfonksiyon, -hiporefleksi, -kayıp, -yetmezlik, -eksiklik), unilateral (tek taraflı) ya da bilateral (iki taraflı) olabilen, sersemlik, dengesizlik ve/veya ossilopsi gibi semptomların eşlik ettiği periferik ya da nadiren santral vestibüler sisteminin heterojen bir bozukluğudur (71).

Kronik Unilateral vestibüler hipofonksiyon ise, bir tarafta periferik vestibüler sistemin fonksiyonunun azalması ile tanımlanan ve genellikle 3 ay veya daha uzun süredir devam eden bir durumdur. Kronik Unilateral vestibüler hipofonksiyona sahip hastalarda baş dönmesi olmadan sersemlik hissi olabileceği gibi, baş dönmesi de eşlik edebilir. Bu hastalar tarafından bildirilen semptomun yoğunluğu, tipik olarak lezyonun zaman sürecine

ve şiddetine bağlı olarak hafif düzeyden ileri düzeye değişkenlik gösterir. Periferik Unilateral vestibüler hipofonksiyon yaratan hastalıkların başında Meniere Hastalığı ve vestibüler nörit gelmektedir (72).

Bozukluk, yatak başı veya laboratuvar testlerinde tek taraflı VOR'un fonksiyonunun azalması ile gösterilir (72). VOR'un tek taraflı kaybını gösteren bulguya geleneksel olarak, bitermal kalorik testte Jongkee's formülüne göre lezyon tarafında en az %25 kanal parezisi ile ulaşılabilir. Ayrıca, yatak başı baş savurma testi (HIT) ile baş savurma sonrası gözlenen yakalayıcı (düzeltici) sakkadlar elde edilmesi ya da laboratuvar testi olarak vHIT yapılarak, göz hızının baş hızına bölünerek hesaplanan VOR kazancında azalma sonucu da unilateral vestibüler hipofonksiyon kriteri olarak ele alınabilir. Kalorik test ve yatak başı HIT ile horizontal kanalın ve vestibüler sinirin süperior dalıyla birlikte VOR yolunun fonksiyonunun ölçümüne odaklanılır. Daha az yaygın olarak kronik unilateral vestibüler hipofonksiyon, vestibüler sinirin inferior dalındaki VOR yolları, vertikal kanallar ya da otolit organları ile sınırlıdır. Özellikle vestibüler sinirin inferior kısmı ya da sakkülde meydana gelen bozukluk durumunda, vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (VEMP) testi, lezyonu tanımlamada yardımcı olabilir (71). Bu testlerin yanı sıra, dinamik görme keskinliğini değerlendiren dVAT ve fHIT gibi yeni geliştirilen testler, periferik vestibüler bozukluğu teşhis etmek için olmasa da vestibüler sistemin fonksiyonel durumunun ve zaman içinde meydana gelen telafi edici süreçlerin değerlendirilmesinde önerilir (71).

Progresif bir yapısal lezyondan meydana gelmeyen hipofonksiyonlarda, hastaların çoğunun herhangi bir spesifik müdahale olmaksızın zamanla iyileşmesi beklenebilir. Yapılan bir meta-analiz çalışması, vestibüler rehabilitasyonun tek taraflı periferik vestibüler disfonksiyon için güvenilir ve etkili bir tedavi olduğuna dair orta ile güçlü arası kanıt olduğu sonucuna varmıştır. Vestibüler rehabilitasyonun yetersiz kaldığı ve sersemlik semptomlarında istenilen seviyede iyileşmenin olmadığı hastalarda ise, anksiyete ve depresyon gibi psikolojik faktörler ile yaşı içeren hasta özelliklerinden kaynaklandığı öne sürülmüştür (73).

2.5.1. Meniere hastalığı

Meniere hastalığı (MH), tekrarlayan spontan vertigo atakları ve dalgalanan tek taraflı sensörinöral işitme kaybı (SNİK), kulak çınlaması ve kulakta dolgunluk ile karakterize kronik bir iç kulak hastalığıdır. Bu semptom grubu, spesifik olarak tanımlanmış bir nedene

atfedilemediğinde, sendrom idiyopatik olarak kabul edilir ve ardından Menière hastalığı (MH) olarak adlandırılır. Kadınlarda görülme sıklığı, erkeklerden yüksektir (74). Menière hastalığı, her 100,000 yetişkinin yaklaşık 50 ile 200'ünde görülmekte ve en çok 40-60 yaş arasını etkilemektedir (75).

1861 yılında Prosper Menière, MH ile ilişkili vertigo, dengesizlik ve işitme kaybı semptomlarının iç kulaktaki bir lezyonu yansıttığını öneren ilk kişi olup, hastalığa adını vermiştir (75).

Amerikan Kulak Burun Boğaz-Baş Boyun Cerrahisi Akademisi (AAO-HNS) tarafından, MH'yi tanılama ve teşhis etmeye yönelik bir tanı kılavuzu oluşturulmuştur. Bu kılavuzda, MH belirli klinik özellikler ve test sonuçlarına dayanarak dört alt kategoriye ayrıldı; olası meniere hastalığı (possible), olması mümkün meniere hastalığı (probable), kesin meniere hastalığı (certain), mutlak meniere hastalığı (definite) (76). MD için bu tanı kriterleri, son Barany Derneği Sınıflandırma Komitesi tarafından çeşitli ulusal ve uluslararası kuruluşlarla iş birliği içinde 2015 yılında revize edildi ve daha sonra AAO-HNS Denge Komitesi tarafından onaylandı (77, 78). Kılavuzun 2015 yılındaki güncellemesi ile, yalnızca hasta öyküsü, fiziksel muayeneye ve saf ses odyometrisine dayalı olarak “mutlak (definite)” ve “olması mümkün (probable)” MH olarak iki alt kategoride basitleştirildi (Tablo 2.1).

Tablo 2.1. Meniere Hastalığının Tanısı için 2015 AAO-HNS Kılavuzu

Mutlak (Definite) MH	Her biri 20 dakika-12 saat süren iki veya daha fazla spontan vertigo atağı, Vertigo ataklarından birinin öncesinde, sırasında veya sonrasında en az bir kez etkilenen kulağı tanımlayan, o kulakta odyometrik olarak belgelenen düşük veya orta frekanslı sensörinöral işitme kaybı, Etkilenen kulakta dalgalanan işitsel semptomlar (işitme kaybı, kulak çınlaması veya dolgunluk), Başka bir vestibüler tanı ile daha iyi açıklanamaz
Olması Mümkün (Probable) MH	Her biri 20 dakika-24 saat süren iki veya daha fazla spontan vertigo ya da dizziiness atağı, Etkilenen kulakta dalgalanan işitsel semptomlar (işitme kaybı, kulak çınlaması veya dolgunluk), Başka bir vestibüler tanı ile daha iyi açıklanamaz

Menière hastalığının en temel özelliği tekrarlayan spontan vertigo ataklarının ortaya çıkması olup, hastaların %96,2'sinde mevcuttur. Hastalarda vertigo atakları genel olarak birkaç saat sürer. Sonrasında, birkaç gün boyunca hastalar dengesizlikten şikâyet eder. Vertigo ataklarından önce genelde kulak çınlaması, işitsel dolgunluk ve etkilenen kulakta işitme azlığı görülür. İşitme kaybı, hastaların %77'sinde vertigo ataklarıyla bağlantılıdır. Hastalığın ilk yıllarında, dalgalanan bir işitme kaybı görülür. Bununla birlikte hastalık ilerledikçe her atakla birlikte işitme kötüleşir ve önceki seviyeye geri dönmez. Sonunda, işitme kaybı kalıcı hale gelir ve artık dalgalanmaz (74).

Bazen, genellikle erken evrelerde, işitme kaybı ve kulakta dolgunluk hissi günler geçtikçe daha da rahatsız edici hale gelir; ve sonrasında bu semptomlar bir vertigo atağı sırasında aniden iyileşir. Buna Lermoyez sendromu denir. Tüm MH vakalarının yaklaşık %6'sında ortaya çıkan bir başka rahatsız edici semptom, Tumarkin krizidir. Düşme atakları, ani kas tonusu kaybı ve bilinci bozulmamış hastanın düşmesinden oluşur. Hastalar, düşme sırasında kendilerini destekleyemedikleri için travmatik yaralanmalara maruz kalabilirler (79).

Endolenfatik hidrops ile karakterize membranöz labirentin distorsiyonunun, Meniere hastalığının patolojik temeli olduğu düşünülmektedir. İç kulaktaki potasyum bakımından zengin sıvı olan endolenf, ya aşırı miktarda üretilir ya da yeterince absorbe edilmez, bunun sonucunda da perilenfatik boşlukta endolenfatik alanın genişlemesi meydana gelir (80). İnsan temporal kemik çalışmaları da, MH semptomlarını koklear kanalda (skala media) ve iç kulaktaki sakkulusta endolenf birikimi ile ilişkilendirmiştir. Bu endolenfatik hidropsun (EH), skala ortamının iyonik bileşiminin bozulmasıyla başladığına inanılmaktadır (81). Bununla birlikte, endolenfatik hidropsların histolojik bulgusu ile aktif MH'nin belirti ve semptomları arasındaki bağlantı zayıf kalır. Öncelikle, insanlarda EH yalnızca postmortem temporal kemiklerde belgelenmiştir. Bu vakalarda ölüm, genellikle MH'nin aktif fazından yıllar sonra meydana gelmiştir. Endolenfatik bölmedeki hidropik değişikliklerin gerçekten aktif faz sırasında mevcut olduğu net değildir. İkinci olarak, endolenfatik hidropsun postmortem histolojik kanıtı ile MH'nin önceki klinik belirtileri arasındaki ilişkinin özgüllüğü de net görünmemektedir. Üçüncü olarak, düşük frekanslı sese sahip deney hayvanlarında indüklenebilen endolenf hacmindeki geçici artışlar, koklear eşiklerinde önemli artışlarla ilişkili değildir. Bu nedenle, EH ile MH'nin klinik semptomlarının yaygın olarak kabul edilen nedensel ilişkisi hala bazı şüphelerle karşılanmaktadır (80).

Menière hastalığı olan hastaların görüntüleme çalışmaları, endolenfatik drenaj sistemindeki anormallikleri belirleyebildiği görülmüştür. Manyetik rezonans görüntüleme (MRI)'nin, iç kulaktaki membranöz yapıları görüntüleme avantajına sahip olduğu ve elde edilen bulguların, MH olan hastaların daha küçük ve daha kısa endolenf drenaj sistemlerine sahip olduğunu ileri sürmüştür (82).

Bununla birlikte, mevcut veriler, EH'nin çeşitli iç kulak bozukluklarıyla ilişkili bir epifenomen olduğu ve genetik ve çevresel faktörlerin, gelişimine katkıda bulunduğu “çekirdek (core)” hipotezini desteklemektedir (81). Ayrıca, gıda veya solunum alerjenleri, bulaşıcı ajanlar, vasküler olaylar veya genetik faktörler, iç kulak homeostazında bir dengesizliği tetikleyebilir. Doğuştan gelen bağışıklık tepkisi, endokrin sistem veya otonom sinir sistemi gibi çeşitli düzenleyici faktörler de ailesel MH'de gözlemlenen kısmi veya tam fenotipin gelişimini etkileyebilir (74).

Menière hastalığının tanısını kesin olarak belirleyen öykü, fizik muayene veya teşhis testlerinden tek bir özellik bulunmamaktadır. Hastalığın erken döneminde, ataklar arasında semptomlar ve işaretler olmadığı için, yatak başı ve enstrümantal testler normal sonuç verir (77). Hastalığın ilerlemesiyle birlikte, yavaş yavaş kalıcı kusurlar gelişir; işitsel-vestibüler hipofonksiyonun bazı özelliklerini o zaman göstermek mümkün olabilir. Bununla birlikte, tek test sonuçlarının çoğu, yalnızca vakaların belirli bir yüzdesinde patolojiktir ve yalnızca diğer sonuçlarla bağlamda kullanılabilir. Şikayetlerin geçmişinden ayrı olarak, en yararlı tanı verileri vestibülo-koklear işlevin test edilmesinden gelir. Saf ses odyometri ve ECochG testlerinin yanı sıra, bitermal kalorik test, rotasyonel sandalye testi, vHIT, servikal ve oküler vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (cVEMP ve oVEMP) testleri kullanılabilir (74).

Tek taraflı MH için, kemik iletimi için saf ses eşiklerinde, 2000 Hz'nin altındaki iki bitişik frekansın her birinde en az 30 dB işitme düzeyinde bir kayma gereklidir. Düşük frekanslar (250 ve 500 Hz) tipik olarak erken aşamalarda etkilenir. Hastalık ilerledikçe, tüm frekanslar dahil olabilir ve odyogram orta veya şiddetli düzeyde SNİK göstererek flat hale gelir (77). ECochG'de yükselmiş sumasyon potansiyeli (SP)/aksiyon potansiyeli (AP) MH patolojisine işaret edebilir. Hastalığın basamağı, süresi, işitme kaybında değişiklik bu sonucu etkileyebilir (74). Kalorik test sonucunda, hastaların yaklaşık %48-74'ünde tek taraflı yetmezlik görülebilir. Hastalarda genelde kalorik testte zayıflık ve normal vHIT sonuçları çıkması olasıdır (77). Menière hastalığı, cVEMP yanıtı için eşiklerde bir artışla ilişkilidir ve tipik olarak en iyi tone burst uyaran frekansı 500 Hz civarında bozulma

görülür. Bu bulgular muhtemelen sakkülün hidropik genişlemesinden kaynaklanmaktadır (83).

2.5.2. Vestibüler nörit (VN)

Vestibüler nörit (VN), mide bulantısı, kusma ve genel dengesizlikle birlikte akut vertigo başlangıcı ile karakterize bir hastalıktır (84). Sekizinci kraniyal sinirin vestibüler kısmının enflamasyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir (85). İnsidansı, her yüz bin kişide yaklaşık 3.5'dir. Tipik başlangıç yaşı 30-60 yaş arası iken, yaş dağılımı genelde 40-50 arasındadır. Cinsiyetler arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Tipik olarak birkaç gün süren iyi huylu, kendi kendini sınırlayan bir durum olarak kabul edilir, ancak tüm vestibüler semptomların tamamen çözülmesi haftalar ile aylar sürebilir (84). Vertigo genellikle rotasyonel olarak tanımlanır ve baş hareketleri ile belirgin şekilde artar. Hastalar genellikle sağlıklı kulakları aşağıda olacak şekilde yan pozisyonda gözleri kapalı yataкта yatmayı tercih ederler. Hastaların çoğu şiddetli bulantı ve kusmadan muzdariptir. İşitsel semptomlar nadirdir, ancak hastalar bazen dolgunluk ve kulak çınlaması bildirebilirler. Hastaların bir kısmında yakın zamanda geçirilmiş grip veya üst solunum yolu enfeksiyon öyküsü mevcuttur (86).

Vestibüler nörit (VN)'in etiyolojisi tam olarak bilinmemekle birlikte, vestibüler sinir inflamasyonu sonucu geliştiği düşünülmektedir. Ancak, inflamasyonun da nedeni tam olarak bilinmemektedir. En bilinen teori viral etiyolojidir. Nörotropik virüslerin nedensel ajan olduğu düşünülmektedir. Bu virüslerin başında, insan vestibüler ganglionunda latent formda varolduğu düşünülen herpes simpleks virüs (HSV-1) gelmektedir (86). Hemenway ve ark. 1956 yılında bu hastalığın, anterior vestibüler arter oklüzyonu nedeniyle gelişen iskemi sonucu ortaya çıkabileceğini belirtmiştir, viral enfeksiyonların da katkısını söylemişler ancak tam bir kanıt bildirememişlerdir (87). Schuknecht ve ark., yaptıkları temporal kemik çalışmasında VN'li vakalardaki Vestibüler sinir histopatolojisindeki hasarın, herpes zoster oticus vakasında elde edilen bulgularla da benzer olduğu sonucu elde edilmiştir (88). Hirata ve ark. tarafından, HSV-1 ile sıçanlar aşılanarak geliştirilen VN'nin hayvan modeli çalışmasında, aşılamadan sonraki 6-8 günde 99 sıçanın 5'inde postüral deviasyon gözlenmiş olup hayvanlar çeşitli vestibüler görevleri gerçekleştirememiştir. Postüral deviasyon geliştiren sıçanların histopatolojik incelemesinde 4'ünde Scarpa ganglion dejenerasyonu elde edilmiş ve içlerinden 2 tanesinde HSV-1 antijeni bulunmuştur (89).

Vestibüler sinirin süperior dalında daha fazla hasar görüldüğü için, süperior VN'nin görülme sıklığı %55-100, inferior VN'nin %3.7-15, her iki dalı tutan hasarın ise %15-30'dur. Süperior dalda hasar daha çok olduğu için, VN'nin büyük olasılıkla superior SSK, horizontal SSK ve utrikülün baskın bir şekilde tutulumu da görülebilir. Hasarın süperior dalda oluşunun sebebi, sinirler arasındaki anatomik farklılıklara bağlanabilir. Süperior vestibüler sinirin içinde seyrettiği kemik kanal daha dar ve uzun olduğu (7 kat) ve bu sinirin kanlanması inferior sinire göre daha az olduğu bulunmuştur. Bu nedenle, sinir ödeme yol açarak inferior vestibüler sinirden daha çok, superior vestibüler sinirde sıkışmaya ve iskemiye neden olduğu öne sürülmüştür. Bu durum, hem süperior vestibüler sinir tutulumunun yanı sıra tutulum şiddetinin olgular arasında neden değiştiğini açıklayabilmektedir. Hafif şiddetli geçiren ve tam düzelme sağlanan olgularda kalıcı iskemik değişiklikler olmadan durumun düzeldiği, daha şiddetli vakalarda ise (kanal fonksiyonunun bozulduğu) iskemi daha ciddi sonuçlara yol açabilmektedir (90).

Hastanın tanısında, nistagmusun hızlı fazının yönünü not etmek önemlidir. Nistagmus, hasta hızlı fazın yönüne doğru baktığında nistagmus yoğunluğunun arttığını belirten Alexander yasası olarak adlandırılan bir kuralı izler. Nistagmusun yavaş fazı lezyon tarafına doğrudur. Vestibüler nöritte nistagmus, horizontal SSK tutulumuna bağlı olarak horizontaldır, vertikal superior kanalın tutulumuna (saat yönünün tersinde - hastanın bakış açısına göre sağa veya sola doğru atma) bağlı olarak da torsiyonel bileşeni vardır. Ayrıca, vestibüler sinirin hangi dalını (süperior, inferior, süperior ve inferior) tutan bir hasar olup olmadığını cVEMP, oVEMP, kalorik test, vHIT yaparak belirlemek mümkündür. Örneğin, inferior siniri tutan bir hasar var ise, posterior SSK'da vHIT kazançları düşük, cVEMP anormal çıkarken kalorik test normal beklenir. Tam tersi olarak, süperior vestibüler sinir tutulumu kaynaklı VN var ise, kalorik test, oVEMP, horizontal ve superior SSK vHIT'de anormal sonuçlar çıkması olasıdır (2). Yapılan bir çalışmada, 6 aydan uzun süre takip edilen VN hastalarında, kanal parezi düzeyinde iyileşme görülmezken, horizontal vHIT kazançlarında iyileşme görülmüştür. Sistemik derleme çalışmasında ise, farklı makalelerden toplam 296 VN hastasının VEMP sonuçları incelenmiştir. Tutulumun olduğu sinir dalına göre, oVEMP ve cVEMP bulgularında anormallikler elde edilmiştir. Bu nedenle, VN'de, VEMP'ler (oVEMP ile birlikte cVEMP), prognoz ve tedavi hakkında önemli bilgiler sunarak topografik teşhisi iyileştirmede yararlı bir araç olabilir diye düşünülmüştür (91).

Tedavisinde akut dönemde vestibüler supresan tedavisi başta olmak üzere, uzun dönemde ise santral kompanzasyonu geliştirmek için vestibüler rehabilitasyon önerilir (86).

2.6. Baş Dönmesine İlişkin Engellilik Algısı ve Yaşam Kalitesinin Değerlendirilmesi

Hastaların baş dönmesine ilişkin subjektif engellilik algısı ve yaşam kalitesinin (dizziness-related quality of life (dRQoL) değerlendirilmesini önemli kılan üç durum mevcuttur. Birincisi, periferik vestibüler sistem fonksiyonu ileri düzey ve bilateral olmadıkça, objektif testler (kalorik test gibi) sonucunda elde edilen bozukluk düzeyi ile dRQoL ölçümleri arasında anlamlı bir korelasyon çıkmamasıdır. İkinci olarak, hastaya uygulanan tanıya yönelik tıbbi ya da cerrahi müdahalenin etkinliğini (tedavi öncesi ve sonrası) gösterebilmek için dRQoL ölçüm sonuçlarına ihtiyaç duyulmasıdır. dRQoL ölçüm sonuçlarını değerlendirmenin son nedeni ise, doğru tanıya yardımcı olacak bilgileri elde etmektir. Örneğin, kronik subjektif baş dönmesi genellikle, vestibüler bir bozuklukla bir arada ortaya çıkabilen ya da çıkmayan anksiyete bozukluğuna bağlı olarak meydana gelir. Bu hastalar çoğunlukla gerçek bir baş dönmesinden şikâyet etmezler ancak sürekli devam eden bir sersemlik hissinden bahsederler. Bu hasta grubuna anksiyeteyi değerlendiren bir ölçek uygulanması ve bu ölçekten elde edilen sonuçların dikkate alınması, hastanın doğru ve hedefe yönelik tedavi edilmesine yardımcı olabilir (92).

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından geliştirilen İşlevsellik, Yetiştirimi ve Sağlığın Uluslararası Sınıflandırması (ICF- International Classification of Functioning, Disability and Health)'nda yer alan 'vücut yapıları' bileşeni, psikolojik işlevler de dahil olmak üzere vücut sistemlerinin fizyolojik işlevlerini içerir. 'Vücut işlevi' bileşeni kısmındaki "duyusal işlevler ve ağrı" başlığı altında vestibüler sistem yer alır. "Vücut yapısı" bileşeni kısmında ise, vestibüler sistem "Göz, kulak ve ilgili yapılar" başlığı altında yer alır. "İşitme ve vestibüler işlevle ilişkili duyular" da vücut işlevi bileşenlerinden birisidir. Bu alt başlık ayrıca, "baş dönmesi", "düşme" ve "baş dönmesi ile ilişkili mide bulantısı" olarak da sınıflandırılır. ICF'nin bu sınıflandırma şemasını kullanarak, uzmanlar bir hastalık veya bozukluğun işlev ve yapı üzerindeki etkisini değerlendirebilir. ICF, uzmana vestibüler bir bozukluğun neden olduğu aktivite sınırlaması ve katılım kısıtlamasının büyüklüğünü kodlamasına izin vermekle kalmaz (yani, vestibüler sistem işlevinde ve hastalığın bir sonucu olarak ortaya çıkan yapıda bir değişiklik), aynı zamanda hem kişisel hem de çevresel bağlamsal faktörlerin aktivite sınırlamasını ve katılım kısıtlamalarını nasıl arttırdığını gösterir (92, 93).

Baş dönmesine bağlı aktivite sınırlamasının ve katılım kısıtlamasının nicel ve subjektif değerlendirmesi ise, bağlamsal faktörlerin bu alanları ne ölçüde etkilediğini belirlemek için bize bir yöntem sağlar. Nicel değerlendirme ile elde edilen ölçümler, seçilen programların ve müdahale yöntemlerinin hastanın fiziksel, sosyal, zihinsel ve işlevsel sağlığındaki değişikliklerin bir göstergesidir. Ayrıca, baş dönmesinin yarattığı aktivite sınırlanması ve katılım kısıtlamasının nicelendirilmesi, hastalara sunulan rehabilitasyon hizmetlerinin hem yararlı hem de uygun maliyetli olduğuna dair kanıt sağlar. Baş dönmesinin tüm yönleri dikkate alındığında ve hastada yarattığı kısıtlamalar göz önüne alındığında, hastanın bakış açısı önemli ve gerekli olmaktadır. Bu nedenle, hasta tarafından doldurulan ve hem günlük pratikte hem de terapötik strateji değerlendirmesi için kullanılabilecek ilgili ve geçerli bir ölçeğin olması yararlıdır. Hastaların DRQoL'sini değerlendirmesinde kullanılan bir ölçek seçiminde, aracın içeriğine (örneğin, değerlendirme alanları) ve nihai uygulamasına yönelik (örneğin, tedaviyle ilgili değişikliği değerlendirmek için) dikkatlice düşünmek gerekir (94).

Baş dönmesine ilişkin yaşam kalitesinin ölçülmesinde, “genel” ve “hastalığa/bozukluğa özgü” olmak üzere iki tip ölçek sınıflandırması mevcuttur. Genel ölçekler, çok çeşitli sağlık durumlarıyla ilgili yapıları değerlendirir (örneğin, anksiyete, kişilik özellikleri). Genel bir ölçüm aracı kullanmanın avantajı, sonuçların çeşitli bozukluklara sahip hasta grupları arasında karşılaştırılabilmesidir (yani, sonuçlar genelleştirilebilir). Örneğin, baş dönmesi olan hastalarda anksiyete seviyeleri ölçülebilir ve elde edilen sonuçlar, romatoid artritli hastalardaki anksiyete seviyeleri ile karşılaştırılabilir. Bununla birlikte, genel ölçekleri kullanmanın dezavantajlarının başında, kullanılan ölçeğin çeşitli bozuklukları kapsamaması, uzun ve zaman alıcı oluşu, ve hastayla ilgisi olmayan soruları içermesi gelir (92). Baş dönmesi hastalarında kullanılan ve yaşam kalitesi, anksiyete, depresyon, genel sağlık gibi alanları değerlendirmeyi içeren ve Türkçe'ye geçerliliği-güvenirliliği yapılmış genel ölçeklere örnek olarak Beck Anksiyete Envanteri, Beck Depresyon Envanteri, SF-36 kısa formu verilebilir (95-97). Hastalığa/bozukluğa özgü ölçüm araçları ise, ilgilenilen bir duruma ve hastalığa özgü yapıları değerlendirmek için tasarlanmıştır. Avantajlarının başında ölçek maddelerinin hastaya özgü oluşu, kısa sürede uygulanabilmesi, ölçek maddelerinin hastaların ihtiyaçları ve endişelerine özel olduğundan kapsam geçerliliğinin genel olarak yüksek oluşu, ve tedavinin sonucunu ölçmede daha spesifik ve uygun oluşu gelir. Elde edilen skorların farklı hasta gruplarının sonuçlarıyla karşılaştırılmaması, en büyük dezavantajıdır. Baş dönmesi olan hastalara özgü

ölçek kategorileri baş dönmesi semptomları, baş dönmesi engellilik ve yaşam kalitesi, baş dönmesinin eşlik ettiği belirli bir hastalığın etkilerini ölçmeyi hedefleyen araçları içerir (92). Türkçe'ye geçerliliği-güvenirliği yapılmış ve baş dönmesine ilişkin yaşam kalitesinin ölçülmesini hedefleyen ölçeklerin başında baş dönmesi engellilik envanteri (BEE), vertigo semptom skalası (VSS)-kısa formu gibi envanterler gelir (98, 99).

Sonuç olarak, özellikle klinik bir araştırmada baş dönmesi için semptomatik bir tedaviyi değerlendirirken, semptomun kendi kendine değerlendirilmesini ve bunların handikap veya yaşam kalitesi açısından yansımalarını dahil etmek çok büyük bir öneme sahiptir. Bu nedenle, bozukluğa özgü ölçeklerin kullanılması çok önemlidir.



3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Tipi

Araştırma, ileriye yönelik ve kesitsel bir çalışma olarak yürütüldü.

3.2. Araştırmanın Yeri ve Zamanı

Bu araştırma, Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz ve Baş-Boyun Cerrahisi Ana Bilim Dalı Nörootoloji Kliniği'nde, Temmuz 2019-Mart 2020 tarihleri arasında gerçekleştirildi.

3.3. Araştırmanın Proje ve Etik Kurul Onayı

Bu araştırma, Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu'na (Proje No: **KA19/177**) ve Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'na (**22/05/2019 tarih ve 19/67 sayılı karar**) onaylandı (EK 1). Çalışmaya katılan tüm bireylerden imzalanmış “Bilimsel araştırmalar için bilgilendirilmiş gönüllü olur formu” alındı (EK 2).

3.4. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Araştırmanın evrenini Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz ve Baş-Boyun Cerrahisi Ana Bilim Dalı'na baş dönmesi şikayetiyle başvuran hastalar, örneklemi ise ‘unilateral periferik vestibüler yetmezlik’ tanısı alanlar oluşturdu.

3.4.1. Çalışmaya dahil edilme/dışlanma kriterleri

Çalışmaya dahil edilme kriterleri;

- Okülomotor testlerinin (Sakkadik Test, Pursuit, Optokinetik (OPK) sonucunun negatif olması,
- Bitermal kalorik testte unilateral en az %25 kanal parezisi elde edilmesi,
- Odyolojik testler sonucu iletim tipi işitme kaybı (İTİK) ve orta kulak patolojisi saptanmaması,
- Otolojik muayenenin normal olması,
- Vestibüler semptomların en az üç aydır devam etmesi,
- 18-65 yaş aralığında olunması,

- Tüm bu kriterler doğrultusunda, KBB hekimi tarafından ‘unilateral kronik periferik vestibüler yetmezlik’ tanısının alınması

Çalışmaya dahil edilmeme kriterleri;

- Bilateral vestibüler hastalık (vestibülopati), santral vestibüler bozukluk, semisirküler kanal dehissansı (SSKD), BPPV, post travmatik vertigo, kronik otit tanılarının alınması,
- Ciddi görsel bozukluk probleminin olması,
- Bilinen ciddi nörolojik, bilişsel probleminin olması veya çeşitli nedenlerden dolayı (boyun problemi, göz problemi) sağlıklı test uygulanamaması

‘*Unilateral kronik periferik vestibüler yetmezlik*’ tanısının belirlenebilmesi için, klinikte vestibüler fonksiyon testleri (Video-nistagmografi (VNG), bitermal kalorik test), odyolojik testler (saf ses odyometri testi, konuşma odyometrisi ve timpanometri testi) ve kulak burun boğaz muayenesi yapılmasının yanı sıra hasta anamnezi alındı.

Hastalara öncelikle VNG cihazı (VisualEyes 4 channel, Micromedical Technologies) ile okülomotor testler (Sakkadik, Pursuit, Optokinetik (OPK) test) yapılarak santral patoloji, pozisyonel testler yapılarak BPPV tanısı ve radyolojik görüntüleme yöntemleri ile superior semisirküler kanal dehissansı (SSKD) ekarte edildi. Bilişsel problem durumunu dışlamak için çalışmada yer alan tüm gruplara *Standardize Mini-Mental Durum Testi (SMMDT)* uygulandı (EK 3). Standardize Mini Mental Durum Testi, 10 dakika gibi bir süre içinde, poliklinik koşullar ya da yatak başında uygulanabilir bir testtir (100). Yönelim, kayıt hafızası, dikkat ve hesaplama, hatırlama ve lisan olmak üzere beş ana başlık altında toplanmış on bir maddeden oluşmakta ve toplam puan olan 30 üzerinden değerlendirilir. Eşik değer 23/24 olarak kabul (23 ve altı puan bilişsel fonksiyon bozukluğu) edilir.

Bitermal kalorik test, Micromedical Spectrum VNG (Micromedical Technologies, AQSTM2-0086, Amerika Birleşik Devletleri) cihazı kullanılarak uygulandı. Soğuk uyaran olarak 30°C, sıcak uyaran olarak 44°C suyla dış kulak yolunun 30 sn süre irrigasyonu ile yapıldı. Uyaran verildikten sonraki yaklaşık iki dakika içinde oluşan yavaş faz nistagmus hızının en yüksek değeri, kanal parezisi ve yön hakimiyeti, Jonkees formülü ile otomatik hesaplandı. Jongkees formülüne göre, bitermal kalorik test sonucunda sağ ve sol taraflı yanıtlar arasında en az %25 asimetri, *unilateral kanal parezisi* olarak kabul edildi. Odyolojik değerlendirme için yalıtılmış sessiz kabinde, Interacoustics AC40 klinik saf ses odyometri cihazı kullanılarak saf ses odyometri testi ve konuşma odyometrisi testi yapıldı.

Saf ses odyometri testinde her iki kulağın 250-8000 Hz aralığındaki oktav frekanslarda hava yolu işitme eşikleri, 500-4000 Hz aralığındaki oktav frekanslarda ise kemik yolu işitme eşikleri ve işitme kaybı tipi saptandı. Konuşma odyometrisi testi ile konuşmayı anlama eşikleri ve konuşmayı ayırtetme skorları belirlendi. Timpanometri test ile orta kulak patolojisi ekarte edildi.

Unilateral kronik periferik vestibüler yetmezlik tanısı alan hastalar, **bitermal kalorik test sonucunda elde edilen kanal parezi yüzdesine göre, üç alt gruba ayrıldı: %25-50 arası hafif düzey kanal parezisi, %51-75 arası orta düzey kanal parezisi ve %76-100 arası ileri düzey kanal parezisi.** Kanal parezisi gruplarının belirlenmesinde Honaker ve Shepard'ın çalışmasında geliştirilen kanal parezi sınıflandırması kullanıldı (101).

Kliniğe rutin KBB muayenesi için başvuran, normal işiten, denge ve başka sağlık problemi olmayanlar ise kontrol grubuna alındı. Böylece, çalışmada toplam iki ana grup (deney (unilateral kronik periferik vestibüler yetmezlik) ve kontrol) ve üç alt grup (hafif, orta ve ileri düzey kanal parezisi) yer aldı.

3.4.2. Güç analizi ve örneklem seçim yöntemi

Bu çalışmanın örnekleme power analiz ile belirlendi. G*power 3.1 programı kullanılarak yapılan hesaplama göre; 0,80 etki büyüklüğünde, 0,05 yanılma payında, 0,95 güven düzeyinde, 0,90 evreni temsil gücüyle örneklem büyüklüğü 68 olarak belirlendi (102).

Katılımcıları belirlemede olasılıksız örnekleme yöntemlerinden *gönüllülük esasına dayalı örnekleme yöntemi* kullanıldı. Katılımcı sayısının yeterliliği power analiz ile sınılandı. Deney grubunda 50 katılımcı, kontrol grubunda ise 36 katılımcı çalışmaya alındı. Deney grubundan 2 katılımcı, kontrol grubundan ise 1 katılımcı fHIT'e uyum sağlayamadığı için çalışma dışı bırakıldı. Bu nedenle, çalışma toplam 83 katılımcı ile tamamlandı.

3.5. Veri Toplama Araçları

Deney grubuna sırasıyla video head impulse test (vHIT), fonksiyonel head impulse test (fHIT) ve baş dönmesi engellilik envanteri (BEE) uygulanırken, kontrol grubuna vHIT ve fHIT yapıldı. Testler aynı gün tamamlandı.

3.5.1. Video head impulse test (vHIT)

Video head impulse test (vHIT) ölçümleri, EyeSeeCam VHIT (interacoustics, A/S DK-5610, Assens, Denmark) marka cihazla, sol veya sağ tarafa takılabilen monooküler kamera monte edilmiş ve tam ortasına yerleştirilmiş lazer kaynağı bulunan özel gözlük (Type-1085 ICS impulse) kullanılarak yapıldı (Şekil 3.1). Bu gözlükle bilgisayar arasında USB 2.0 kablosu takılarak, gözlükteki bilgilerin bilgisayara aktarılması sağlandı. OtoAccessTM bilgisayar yazılım programı ile değerlendirilme yapıldı.



Şekil 3.1. vHIT gözlüğü ve monooküler kamera yerleşimi

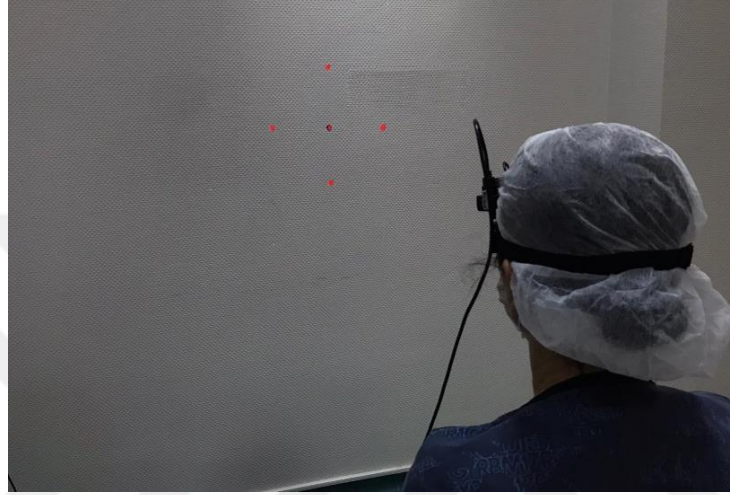
3.5.1.1. Teste hazırlık ve kalibrasyon aşaması

Tüm katılımcılar (hasta ve sağlıklı gönüllüler), duvarda bulunan hedef noktaya 1,5 metre uzaklıkta ve göz hizası ayarlanarak dik bir şekilde oturtulur. Test gözlüğü, katılımcının başına sıkıca takılarak kayması engellenir. Katılımcıdan duvardaki hedef noktaya bakması istenir ve göz pupili, hareketli kamera ekranının merkezine gelecek şekilde ayarlanır.

Göz kalibrasyonunda, gözlüğün ortasına yerleştirilmiş lazer ışık kaynağı açılarak 5 adet ışık duvardaki hedef noktanın üstüne gelecek şekilde yansıtılır. Katılımcıdan başını oynatmadan gözleriyle hedef noktanın altında, üstünde, solunda ve sağında rastgele beliren kırmızı renkli lazer ışıklarına bakması istenir (Şekil 3.2). Göz kalibrasyonu tamamlandıktan sonra, baş kalibrasyonuna geçilir. Baş kalibrasyonunda ise, katılımcıdan

duvardaki hedef noktaya bakması istenir. Testör katılımcının tam arkasında durarak, katılımcının başını aşağı yukarı ve sağa sola 5'er kez olacak şekilde hareket ettirerek baş kalibrasyonu tamamlanır.

Göz ve baş kalibrasyonları tamamlanarak test aşamasına geçilir.



Şekil 3.2. Göz kalibrasyon aşaması

3.5.1.2. Test aşaması

Test aşaması, lateral ve vertikal SSK'ların değerlendirilmesini içerdi. Lateral kanal değerlendirmesinde, katılımcıdan tam karşısındaki hedef noktadan test süresince gözünü ayırmaması, boynunu serbest bırakması ve kırpmadan bakması istenir. Katılımcının arkasına geçilerek çenesi iki elle kavranır ve başını 30° öne eğerek 15-20 derecelik açılarla hızlıca (150 derece/sn'den büyük) ve rastgele sağa ve sola en az 10 baş savurma hareketi gerçekleştirilir (Şekil 3.3). Her uyarı sonrası birkaç saniye beklenerek orta hatta dönüş yapılır.



Şekil 3.3. Lateral SSK'ların değerlendirilme aşaması

Vertikal kanalların değerlendirilmesinde, aynı düzlemde yer aldıkları için sağ anterior (right anterior-RA) ve sol posterior (left posterior-LP) SSK'lar (RALP) ile sol anterior (left anterior-LA) ve sağ posterior (right posterior-RP) SSK'lar (LARP) birlikte test edilir. LARP için katılımcının vücudu sabit karşıya bakarken başı sağa, RALP için başı sola yaklaşık 35-45° çevrilir. Araştırmacı bir eliyle hastanın çenesinden kavrarırken, diğer elini hastanın başının üzerine yerleştirir. Katılımcıdan karşı duvardaki hedefe sabit bakması istenir (Şekil 3.4, Şekil 3.5). Katılımcının arkasına geçilerek, başı yaklaşık 10-20 derece açıyla beklenmedik ve hızlıca (150 derece/sn'den büyük) aşağı ve yukarı itilir. Her kanal için en az 10 baş savurma hareketi gerçekleştirilir.

Böylelikle, üç düzlemde 6 semisirküler kanalın fonksiyonu test edildi.



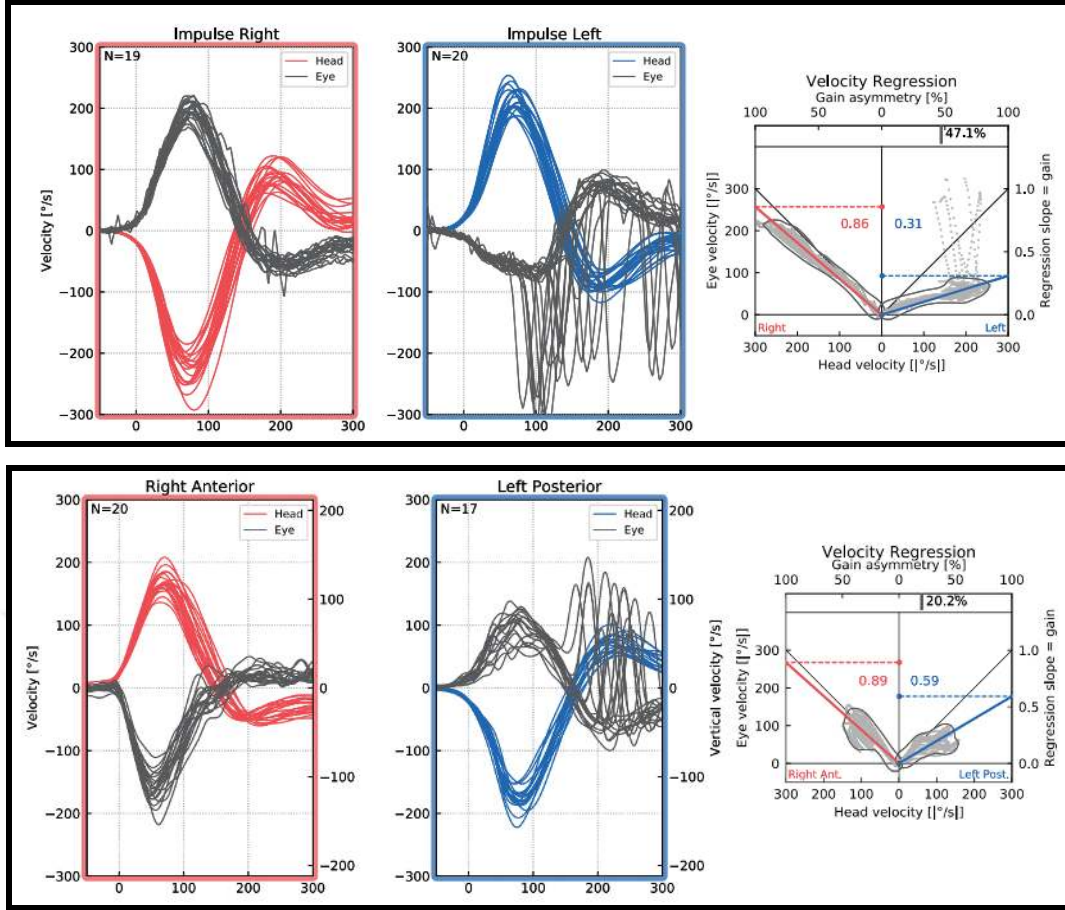
Şekil 3.4. RALP (Sağ Anterior-Sol Posterior) SSK değerlendirilme aşaması



Şekil 3.5. LARP (Sol Anterior-Sağ Posterior) SSK değerlendirilme aşaması

vHIT’de her katılımcının sağ ve sol lateral ve vertikal (anterior ve posterior) SSK’larının VOR kazanç değerleri kaydedildi. VOR kazancı lateral kanal için 0,8’nin altında, vertikal kanallar için 0,7’nin altında olanlar anormal VOR kazancı olarak değerlendirildi (şekil 3.6).

EyeSeeCam vHIT cihazı, iki tip ölçüm prensibiyle VOR kazancını belirler; VOR anlık (instantaneous) kazanç ve hız regresyon kazancı (velocity regression gain-VRG). VOR anlık kazancı, baş hareketinin başlamasından sonraki 40 ms, 60 ms ve 80 ms’deki göz ve baş hızının oranı olarak hesaplanır. **VRG** ise, baş hareketi başlangıcından sonraki 0 ile 100 ms arasındaki baş hızı üzerinden göz hızının mutlak değerlerinin hesaplanmasıdır. Geleneksel VOR kazancı, tepe kafa ivmesindeki göz hızı kullanılarak hesaplandığı için tepe kafa ivmesi, tam olarak en büyük gözlük kaymasının meydana gelebileceği yerdir. Bu nedenle, kliniklerde de anlık kazanç ya da VRG tercih edilmektedir (103). Çalışmamızda VRG, VOR kazanç değeri parametresi olarak tercih edildi. Çünkü, VRG analizi baş savrulmasının başlamasından önceki -10 ms ile 100 ms arasında başlayan zaman aralığı ile sınırlıdır; böylece, serviko-oküler refleks ve smooth pursuit gibi diğer karıştırıcı faktörlerin katkısını dışlayarak, VOR kazancını daha doğru bir şekilde değerlendirme imkanı verir (104).

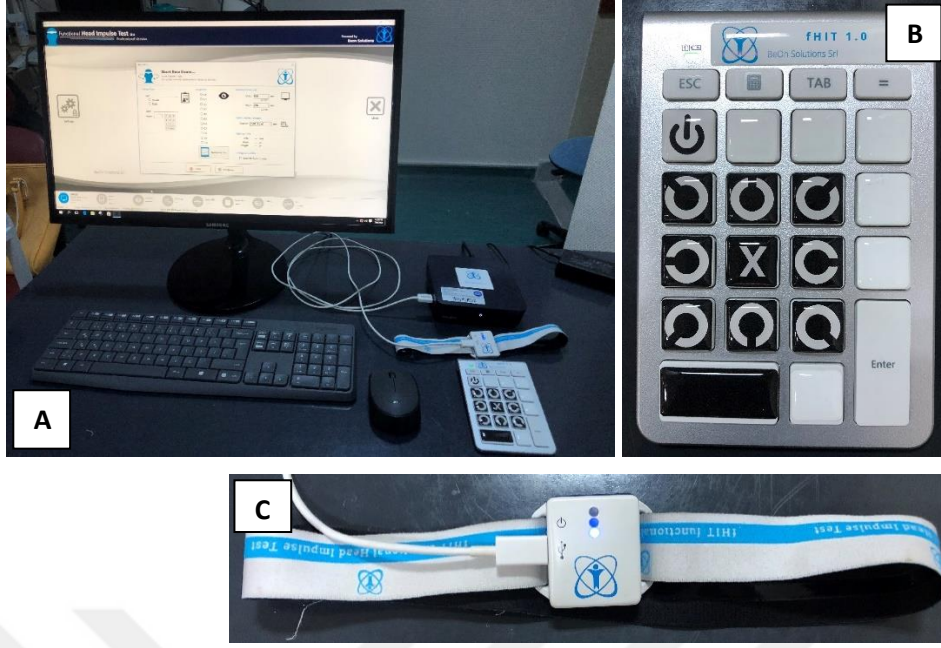


Şekil 3.6. Sol tarafta periferik vestibüler yetmezliği olan ve vestibüler nörit tanısı alan bir hastanın lateral ve RALP vHIT sonucu.

Hastanın sol lateral ve sol posterior kanallarında kazanç kaybı (0.31 ve 0.59) ve yakalayıcı sakkadlar (açık ve gizli sakkadlar) mevcut olup, sağ ve sol lateral kanallar ile sağ anterior ve sol posterior kanallar arasında kazanç asimetrisi (%47.1 ve %20.2) vardır.

3.5.2. Fonksiyonel head impulse test (fHIT)

Fonksiyonel head impulse testi (fHIT), BEON Solutions srl (Zero Branco, Italy) marka fHIT sistemi ile gerçekleştirildi. fHIT sistemi, bilgisayar yazılımını içeren bir bilgisayar monitörü, jiroskop (baş bandı sensörü) ve mini klavyeden oluşur (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. fHIT sistemi.

A. Hasta kaydı, statik görme keskinliği ve dinamik görme keskinliğinin lateral ve vertikal kanallarda gerçekleştirilmesini sağlayan test yazılımını içeren monitör. B. Statik ve dinamik görme keskinliğinin değerlendirilme aşamasında, hastanın monitörde gördüğü hızlıca yanıp sönen (80 msn) Landolt C optotipinin yönünü seçmesini sağlayan mini klavye. C. başın açısal hızını ve yönünü ölçmek için kullanılan jiroskop (baş bandı sensörü).

Bu test sırasında video kamera yerleştirilmiş özel bir gözlük takılmaz. Gözlük yerine, başın açısal hızını ve yönünü ölçmek için kullanılan jiroskop (baş bandı sensörü), alnın ortasına yerleştirilir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Başın açısal hızı ve yönünü algılayıp ölçen jiroskopun (baş bandı sensörü) hastanın alnının tam ortasına yerleştirilme şekli

3.5.2.1. Teste hazırlık aşaması-statik görme keskinliğinin belirlenmesi

Tüm katılımcılar, statik görme keskinliğini içeren teste hazırlık aşamasında ve test sırasında, bilgisayar monitöründen 1.5 metre uzaklıkta oturur ve baş bandı sensörü takar. Teste başlamadan önce, katılımcıların statik görme keskinliği (SGK) değerlendirilir. Bu aşamada, katılımcılar kafalarını hareket ettirmeden bilgisayar monitörünün karşısında otururken, monitörde her seferinde sekiz farklı yönden birinde Landolt C optotipi çok hızlı bir şekilde (80 ms) yanıp söner. Katılımcıdan ekranda gördüğü C optotipinin yönünü, elindeki mini klavyedeki doğru optotip ile zaman kısıtlaması olmadan eşlemesi ve bu sayede gördüğü optotipin yönünü bildirmesi istenir (Şekil 3.9). Katılımcılara bu aşamanın ve test aşamasının başında, birkaç kez optotipi tanıma deneme pratiği yaptırıldıktan sonra değerlendirilmeye geçilir.

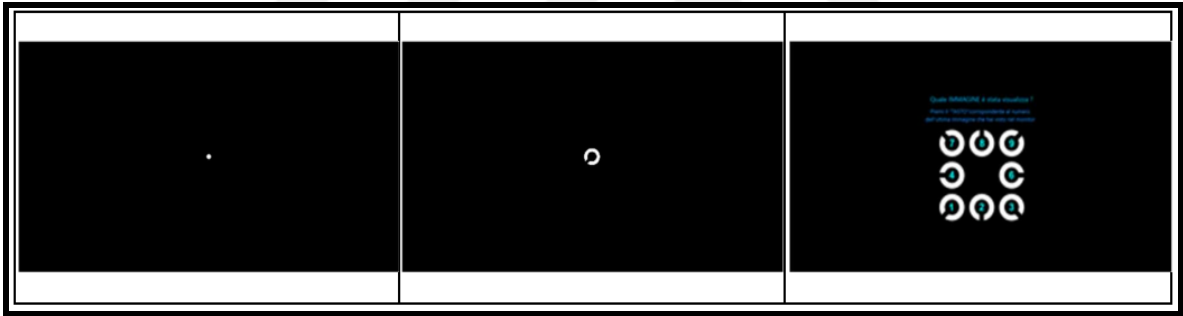
Değerlendirmenin başında Landolt C optotipinin büyüklüğü 1.0 logMaR (log of the Minimum Angle of Resolution- minimum rezolüsyon açısının logaritmik değeri) iken, katılımcıların her 5 farklı yöndeki Landolt C optotipine verdiği 3 doğru yanıtta sonra optotip küçülür. Böylelikle, katılımcıların doğru ve yanlış cevaplarına dayanarak ‘görev algoritması’ (quest algorithm) yoluyla her katılımcının kendisine uygun minimum okunabilir büyüklükteki optotip, LogMaR cinsinden elde edilmiş olur. Statik görme keskinliği bu şekilde belirlendikten sonra, her katılımcıya özel elde edilen minimum eşik değeri bulunduğundan sonra 0.6 LogMAR artırılarak, kişinin en rahat görebileceği seviyeye getirilir. Test aşamasına geçilir.



Şekil 3.9. A. Statik görme keskinliğinin değerlendirilme aşaması. B. fHIT testinde kullanılan sekiz olası yönden birinde ki Landolt C optotip örneği.

3.5.2.2. Test aşaması

En iyi statik görme keskinliğinden altı satır daha büyük olan Landolt C optotipinin boyutu, dinamik test aşaması boyunca sabit kalır. Test sırasındaki baş uyarıları hızlı (150 °/s'den büyük), pasif, katılımcı tarafından yönü tahmin edilemeyen, düşük amplitüdlü ($\pm 20^\circ$) ve her iki yöne minimum 10 kafa hareketinden oluşur. Her baş hareketinden önce katılımcıdan monitördeki siyah arkaplanın önünde beliren hedef beyaz noktaya bakması ve beklemesi istenir. Baş hareketi sırasında, monitörde sekiz olası yönden birinde Landolt C optotipi 80 msn boyunca belirip kaybolur ve sonrasında ekranda sekiz farklı yöndeki Landolt C optotipinin hepsi bir arada belirir (Şekil 3.10). Katılımcıdan elindeki mini kumandayı kullanarak belirip kaybolan optotipin yönünü, sekiz farklı yöndeki Landolt C optotipi arasından tanıyıp ayırdetmesi istenir. Katılımcıların cevaplama için zamandan bağımsız süre tanınır.



Şekil 3.10. Baş hareketi öncesi, sırası ve sonrası ekranda landolt C optotipinin belirme ve farklı yönlerdeki optotipler arasından ayırdetme ve seçim aşamaları

Test sırasında fHIT cihazının yazılımı, test edilen SSK çiftinin (sağ-sol lateral; sol anterior-sağ posterior (LARP); sağ anterior-sol posterior (RALP) kanallar) düzleminde baş hareketlerinin gerçekleştirilmesini sağlamak için kafanın ve vücudun konumlandırmasına rehberlik eder.

Lateral kanalların test edilme aşamasında, katılımcı monitörün tam karşısında 1.5 metre mesafede otururken testör katılımcının arkasına geçerek başını 30° öne eğerek ve çenesini iki elle kavrar. Rastgele sağa ve sola baş savurma hareketi gerçekleştirilir ve her hareket sonrası birkaç saniye beklenerek orta hatta dönüş yapılır (Şekil 3.11).

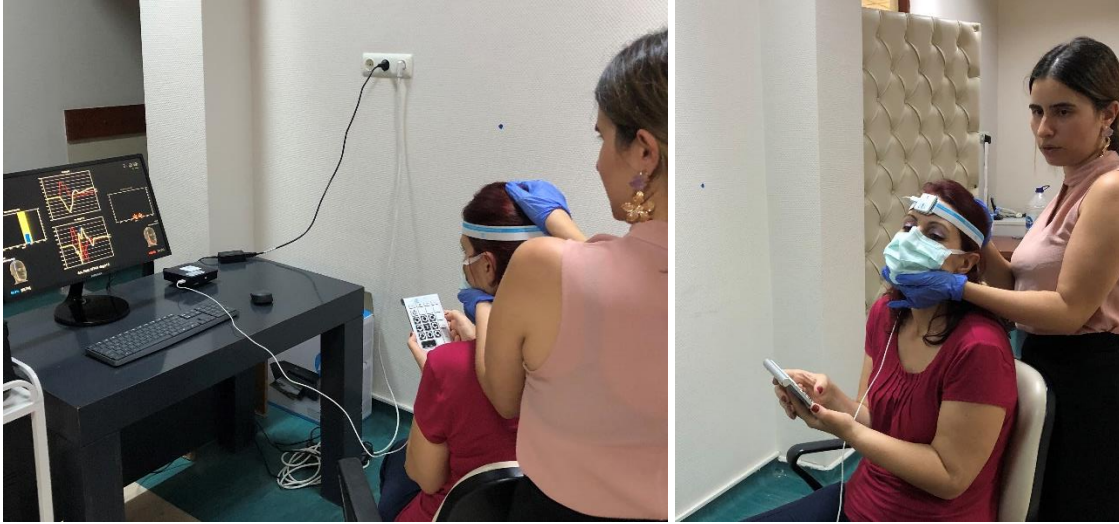


Şekil 3.11. Lateral SSK test aşaması

Sol anterior-sağ posterior (LARP) kanalları test ederken, katılımcıların vücudu sandalyeyle birlikte 45 derece sola (Şekil 3.12), sağ anterior-sol posterior (RALP) kanalları test aşamasında ise 45 derece sağa döndürülür (Şekil 3.13). Katılımcıların doğrudan monitöre bakması ve ekrandaki optotipleri net görebilmeleri için, başlarını monitöre doğru döndürmesi istenir. Böylelikle, görsel eksen ile baş eksenini düz hizalanmış olur. Testi yapan kişi, katılımcıların çaprazına geçerek ve bir elini başın üstünde ve diğerini çenenin altından kavrayarak, katılımcıların vücudunun sagittal düzleminde aşağı-yukarı baş itme hareketini gerçekleştirir.



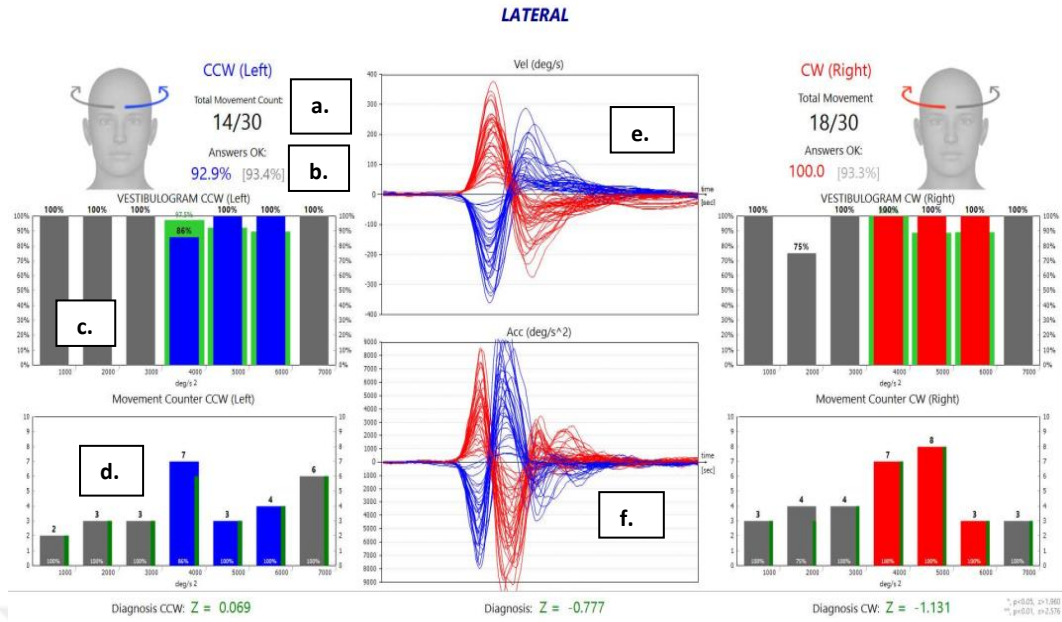
Şekil 3.12. LARP test aşaması



Şekil 3.13. RALP test aşaması

3.5.2.3. Test sonuç ekranının yorumlanması

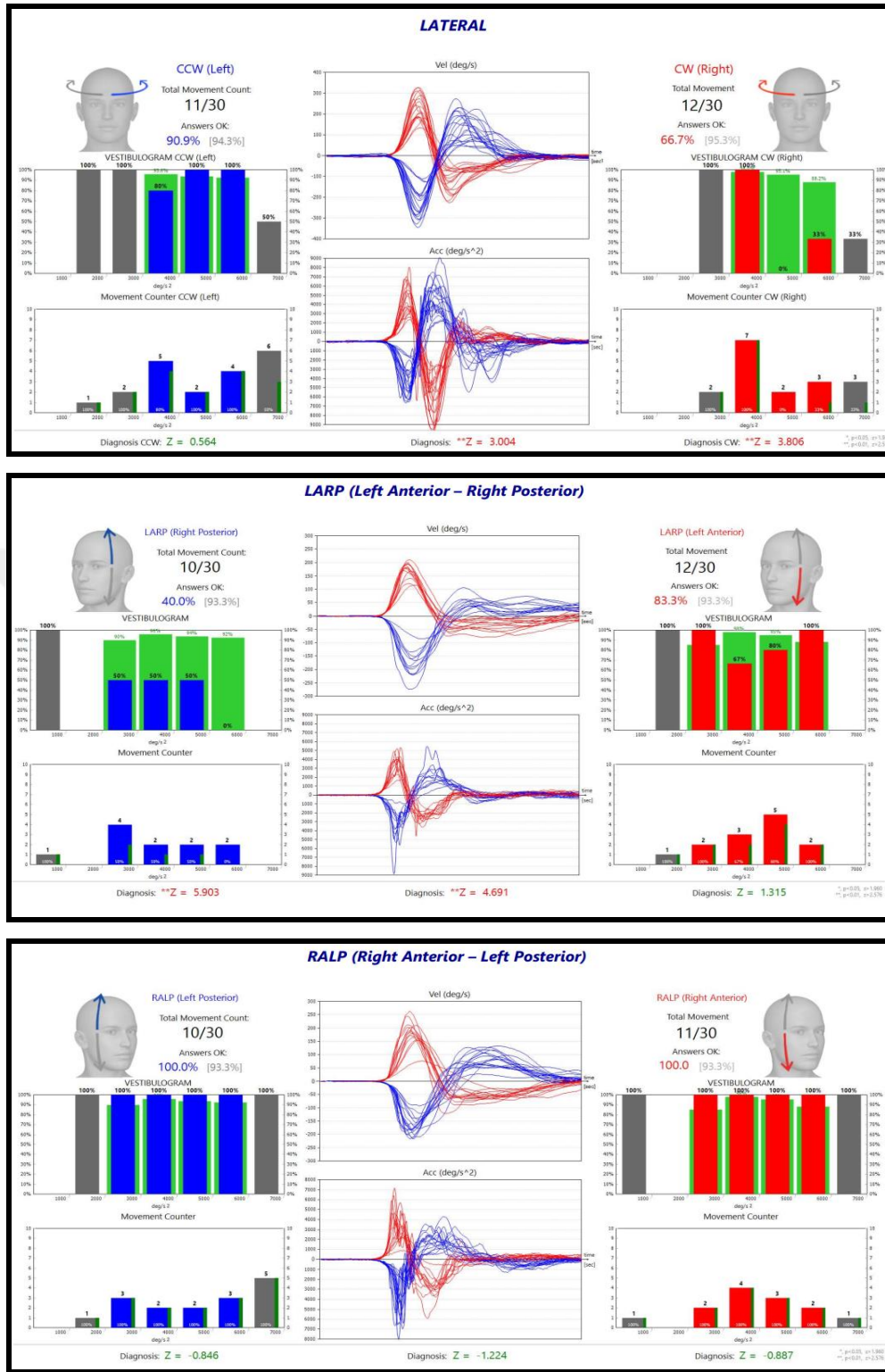
fHIT VOR'un farklı baş akselerasyonlarındaki fonksiyonelliğini değerlendirdiğinden dolayı, uygulanan baş savurmaları, akselerasyon bölmelerinde ($1000^\circ/s^2$ genişliğinde, $2000^\circ-7000^\circ / s^2$ aralığında) yönlerine göre (sağ ve sol) sınıflandırılır ve çevrimiçi bir geri bildirim sağlanır. Grafik kullanıcı arabirim (graphical user interface-GUI) aracılığıyla, bölme başına gerçekleştirilen baş savurma sayısını ve karşılık gelen doğru okuma yüzdesini bildirir, böylece klinisyene hangi hızda gerekli olan akselerasyonda baş savurması yapmasına yardımcı olur (Şekil 3.14) (4, 68).



Şekil 3.14. Sağlıklı bir katılımcının Sağ ve Sol Lateral SSK fHIT Sonuç Ekran Örneği.

a. Sol ve sağ yönlerde, 30 üzerinden toplam gerçekleştirilen baş savurma sayısı **b.** 4000-6000°/s² baş akselerasyon aralığındaki toplam doğru cevap yüzdesi **c.** Her bölmede (1000-7000°/s²) elde edilen DCY **d.** Her bölmede uygulanan baş savurma sayısı **e.** Baş hızı (sağ yön kırmızı, sol yön mavi) grafiği **f.** Baş akselerasyon (sağ yön kırmızı, sol yön mavi) grafiği

Çalışmamızda, horizontal SSK’larda 4000–6000 °/s² baş akselerasyon aralığındaki toplam doğru cevap yüzdesi (DCY); vertikal (anterior ve posterior) SSK’larda 3000–6000 °/sn² baş akselerasyon aralığındaki toplam doğru cevap yüzdesi (DCY); ve tüm SSK’lar için o aralıktaki her baş akselerasyonundaki (3000, 4000, 5000, 6000 °/ s²) DCY parametreleri kaydedildi ve analiz edildi (Şekil 3.15). Böylelikle, baş akselerasyon hızı ve DCY arasındaki korelasyona da bakılmış oldu. O aralık dışındaki baş akselerasyonlarında elde edilen DCY analize alınmadı. Testte elde edilen toplam DCY’nin yüksek frekanslı dinamik görme keskinliğini yansıttığı kabul edildi.



Şekil 3.15. Sağ tarafta periferik vestibüler yetmezliği olan ve meniere hastalığı tanısı alan bir hastanın lateral ve vertikal SSK'larına ait fHIT sonucu.

Toplam doğru cevap yüzdesi (DCY) sağ lateral (%66.7) ve sağ posterior (%40.0) kanallarda düşük olmakla birlikte, baş akselerasyonu arttıkça (3000'den 6000 %/s²'ye) bu SSK'larda DCY de azalmaktadır.

3.5.3. Baş dönmesi engellilik envanteri (BEE)

Bu çalışmada, hastaların baş dönmesi ve denge problemiyle ilişkili engellilik düzeyini subjektif olarak ölçen Baş Dönmesi Engellilik Envanteri (BEE) (Dizziness Handicap Inventory-DHI) kullanıldı (EK 4).

Baş Dönmesi Engellilik Envanteri (BEE), 1990 yılında Jacobson ve Newman tarafından geliştirilen ve Karapolat ve ark. tarafından Türkçe'ye geçerliliği ve güvenirliği yapılan bir ölçektir (98). BEE, engellilik ve handicap seviyesini fiziksel, fonksiyonel ve emosyonel alt ölçekleri ile ölçer ve toplamda 25 maddeden oluşur. Toplam 100 puan üzerinden değerlendirilir. Ölçekte her soru için hastalardan 'evet', 'hayır' ve 'bazen' yanıtlarından birini işaretlemesi istenir. 'Evet' dört puan, 'bazen' iki puan ve 'hayır' sıfır puan olarak skorlanır. Emosyonel ve fonksiyonel engellilik maksimum puanları 36, fiziksel alt ölçeğinin ise 28'dir. Fiziksel engellilik durumunu değerlendiren 7 madde, emosyonel ve fonksiyonel engelliliği değerlendiren ise 9'ar madde mevcuttur. Ölçekten alınan skor arttıkça, bu alanlarda daha fazla engelliliğe işaret eder. Ölçekten elde edilen toplam skor ayrıca üç alt kategoride; hafif (0-30 puan), orta (31-60) ve ileri (61-100) düzey olmak üzere derecelendirilir.

3.6. İstatistiksel Değerlendirme

Araştırmaya alınan verilerin analizleri SPSS (Statistical Program in Social Sciences) 25 programı ile gerçekleştirildi. Karşılaştırma testleri için anlamlılık düzeyi (p) 0,05 olarak alındı. Verilerin normal dağılıma uygunluk testleri yapılarak parametrik ve parametrik olmayan yöntemlerden hangisinin kullanacağı belirlendi. Araştırmaya alınan verilerin normal dağılıma uyup uymadığı her grup için ayrı ayrı Kolmogorov Smirnov Testi ile kontrol edildi.

Yapılan analizlerde normallik varsayımı sağlandığı için analizlere parametrik test yöntemleri ile devam edildi. Çoklu gruplar arasındaki karşılaştırmalar ANOVA testi ile yapıldı. ANOVA testi sonucunda fark olan grupların belirlenmesinde Levene testi ile varyans homojenliği kontrolü sağlanarak homojenlik sağlandığında gruplar arasında yapılacak ikili karşılaştırmalar için ($p>0,05$) Duncan Testi, homojenlik sağlanmadığı durumlarda ise gruplar arasında yapılacak ikili karşılaştırmalar için ($p<0,05$) Tamhane T2 testi kullanıldı.

İkili gruplarda arasında yapılan karşılaştırmalar için iki ortalama arasındaki farkın anlamlılık testi (t testi) kullanıldı. Karşılaştırmada hangi test sonucuna bakılacağına karar vermede varyans homojenliği Levene testi ile kontrol edildi ($p>0,05$).

Ölçüm değerleri arasındaki ilişkiye bakmak için korelasyon analizi yapıldı. Normal dağılım sağlandığı için “Pearson korelasyon katsayısı” kullanıldı.



4. BULGULAR

4.1. Katılımcılara Ait Demografik Bilgiler

Katılımcılar deney grubu ve kontrol grubu olmak üzere iki ana gruba ayrıldı. Deney grubu etkilenen (48 kulak) ve sağlam (48 kulak) taraf; etkilenen taraf ise kendi içinde hafif, orta ve ileri düzey olmak üzere üç alt kanal parezi grubuna ayrılarak analize alındı. Sonuçlar ortalama, standart sapma, sayı yüzde (%) olarak aşağıdaki tablolarda her grup için ayrı verildi.

Deney grubuna alınan 48 katılımcının %56,3'ü (27) kadın, %43,8'i (21) erkektir. Unilateral periferik vestibüler yetmezliği olup meniere hastalığı tanısı alan katılımcılar %87,5 (42) iken, vestibüler nörit tanısı alan katılımcılar %12,5 (6)'tur. Sağ kulağında kanal parezi olan katılımcılar %48,5 (22) iken sol kulağında olanlar %54,2 (26)'dır. Kanal parezi düzeyi hafif (%25-50) olan katılımcılar %37,5 (18) iken, orta düzey (%51-75) olanlar %29,2 (14) ve ileri düzey (%76-100) olanlar ise %33,3 (16)'tür. Katılımcıların %50'si kronik ek hastalığa (diyabet, hipertansiyon, kalp problemi) sahip iken, %50'si değildir (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Deney grubu katılımcılarına ait demografik bilgiler

	Değişken	Sayı	Yüzde (%)
Cinsiyet	Kadın	27	56,3
	Erkek	21	43,8
Tanı	Meniere Hastalığı	42	83,5
	Vestibüler Nörit	6	12,5
Kanal Parezi Tarafı	Sağ	22	45,8
	Sol	26	54,2
Kanal Parezi Grubu	Hafif (%25-50)	18	37,5
	Orta (%51-75)	14	29,2
	İleri (%76-100)	16	33,3
Ek Hastalık Durumu	Var	24	50,0
	Yok	24	50,0
	Toplam	48	100,0

Deney grubunda yer alan katılımcıların yaş ortalaması 48,42 olup, en küçük hasta yaşı 18 ve en büyük yaş ise 65'tir. Hastalık semptom başlangıç ortalaması 40,04 ay olup, en düşük süre 3 ay ve en yüksek süre ise 60 aydır. Katılımcıların kanal parezi yüzdesi ortalaması 64,18 iken, en düşük yüzde 25 ve en yüksek yüzde ise 100'dür. Baş dönmesi son atak ortalama 17,10 saat sürmüştür. Baş dönmesi sıklığı yılda ortalama 6,81 kez olmuştur (Tablo 4.2).

Tablo 4.2. Deney grubu katılımcıları tanımlayıcı istatistiksel bilgileri

Değişkenler	Ort $\pm$ ss	Medyan	En Küçük	En Büyük
Yaş	48,42 $\pm$ 13,05	50	18	65
Hastalık Semptom Başlangıcı (Ay)	40,04 $\pm$ 23,48	55	3	60
Kanal Parezi Yüzdesi	64,18 $\pm$ 29,61	64	25	100
Baş Dönmesi Ortalama Son Atak Süresi (Saat)	17,10 $\pm$ 51,19	2	0,30	240
Baş Dönmesi Sıklığı (Yıllık)	6,81 $\pm$ 6,81	4	1	36

Ort; ortalama, ss; standart sapma

Kontrol grubuna toplam 35 katılımcı alınmış olup yaş ortalamaları 46,06 iken, katılımcılarda en küçük yaş 19 ve en büyük yaş ise 65 olarak bulundu. Katılımcıların %65,7'si (23) kadın iken, %34,3'ü (12) erkektir. Kontrol grubunda istatistiksel analizlere her iki kulak dahil edildi (70 kulak). Kontrol grubunda yer alan katılımcılar ile deney grubunda yer alan katılımcıların yaş ve cinsiyet dağılımları benzerlik gösterdi (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. Kontrol grubu katılımcılarına ait bilgiler

Değişken	Ort ± Ss	Medyan	En Küçük	En Büyük
Yaş	46,06 ± 12,57	48	19	65
Değişken	Sayı	Yüzde (%)		
Cinsiyet	Kadın	23	65,7	
	Erkek	12	34,3	
Toplam	35	100		

Ort; ortalama, ss; standart sapma

4.2. Deney Grubunda Kanal Parezi Düzeyi Alt Gruplarına Göre Bireylerin Özelliklerinin Karşılaştırılması

Hastalık süresi, en son atak zamanı, ortalama atak süresi, baş dönmesi ortalama sıklığı, yaş, kanal parezi yüzdesi sürekli değişkenleri açısından Kanal parezi grupları arasında fark olup olmadığına ANOVA testi ile bakıldı. Kanal parezi gruplarında hafif (%25-%50), orta (%51-%75) ve ileri (%76-%100) düzey olmalarına göre kanal parezi yüzdesi bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p=0,001<0,05$). Varyans homojenliği sağlandığı için hangi gruplarda fark olduğuna Duncan testi ile bakıldı. Duncan testi sonucuna göre;

Orta düzey grubun kanal parezi yüzdesi ortalamasının (%64,71) hafif düzey gruptan (%31,94) yüksek olması; İleri düzey grubun kanal parezi ortalamasının (%100) hafif düzey gruptan yüksek olması; İleri düzey grubun ortalamasının orta düzey gruptan yüksek olması istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,05$).

Kanal parezi grupları arasında hastalık semptom başlangıcı (ay), yaş, baş dönmesi son atak süresi (saat), baş dönmesi atak sıklığı (yıl) ve cinsiyet bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0,05$).

4.3. Deney Grubu Katılımcılarının Baş Dönmesi Engellilik Envanteri (BEE) Sonuçlarının Karşılaştırılması

BEE toplam puanı, BEE fiziksel, BEE emosyonel ve BEE fonksiyonel alt puanlarının kanal parezi gruplarında (hafif (%25-%50), orta (%51-%75) ve ileri (%76-%100)) fark gösterip göstermediğine “ANOVA” testi ile bakıldı. Sonuçlar, aşağıdaki tabloda verildi (tablo 4.4).

Tablo 4.4. BEE puanlarının kanal parezi gruplarına göre karşılaştırılması

Değişkenler		Ort ± ss	Levene	Test Değeri	p Değeri	Fark Karşılaştırmaları	
BEE Toplam	Hafif (%25-50)	40,78 ± 19,26	0,225**	1,230	0,302	Hafif Orta	0,283
	Orta (%51-75)	50,14 ± 13,07				Hafif İleri	0,597
	İleri (%76-100)	46,5 ± 17,57				Orta İleri	0,830
BEE Emosyonel	Hafif (%25-50)	11,89 ± 7,84	0,619**	0,216	0,806	Hafif Orta	0,790
	Orta (%51-75)	13,57 ± 5,88				Hafif İleri	0,967
	İleri (%76-100)	12,5 ± 7,5				Orta İleri	0,913
BEE Fonksiyonel	Hafif (%25-50)	15,11 ± 6,69	0,748**	4,896	0,012*	Hafif Orta	0,013*
	Orta (%51-75)	22 ± 5,6				Hafif İleri	0,083
	İleri (%76-100)	20 ± 6,93				Orta İleri	0,678
BEE Fiziksel	Hafif (%25-50)	14,33 ± 8,1	0,452**	0,265	0,769	Hafif Orta	0,767
	Orta (%51-75)	16 ± 5,82				Hafif İleri	0,991
	İleri (%76-100)	14,63 ± 5,64				Orta İleri	0,842

**Levene testi p değeri>0,05; varyanslar homojen-Duncan Testi;
 Levene testi p değeri>0,05p; varyanslar homojen değil; Tamhane T2
 *p<0,05 ANOVA testi sonucu, Ort; ortalama, ss; standart sapma

Kanal parezi gruplarında, BEE fonksiyonel alt puanları bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p= 0,012<0,05$). Varyans homojenliği sağlandığı için hangi gruplarda fark olduğuna Duncan testi ile bakıldı. Duncan testi sonucuna göre;

Orta düzey kanal parezi grubunun BEE fonksiyonel puan ortalamasının (22 puan), hafif düzey gruptan (15,11 puan) yüksek olması istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,05$). İleri düzey kanal parezi grubunun BEE fonksiyonel puan ortalamasının (20 puan) hafif düzey gruptan yüksek olması ve orta düzey gruptan düşük olması ise istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p>0,05$). BEE toplam, emosyonel ve fiziksel puanları bakımından ise kanal parezi grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulmadı ($p>0,05$).

Katılımcıların BEE'den aldıkları toplam puana göre, ayrıca DHI düzeyleri belirlenerek üç gruba ayrıldı; hafif (0-30 puan), orta (31-60 puan) ve ileri (61-100 puan) (Tablo 4.5).

Tablo 4.5. BEE düzeylerinin kanal parezi gruplarına göre karşılaştırılması

		Kanal Parezi Grubu				Toplam	p Değeri	Cramer V
Değişken		Hafif (%25-50)	Orta (%51-75)	İleri (%76-100)				
DHI Düzeyi	Hafif (0-30 puan)	Sayı	8a	0a	3a	11	0,055	0,311
		Yüzde (%)	72,7%	0,0%	27,3%	100,0%		
	Orta (31-60 puan)	Sayı	7a	11a	10a	28		
		Yüzde (%)	25,0%	39,3%	35,7%	100,0%		
	İleri (61-100)	Sayı	3a	3a	3a	9		
		Yüzde (%)	33,3%	33,3%	33,3%	100,0%		
	Toplam	Sayı	18	14	16	48		
		Yüzde (%)	37,5%	29,2%	33,3%	100,0%		

*p<0,05; Satırlarda yer alan farklı harfler iki grup arasında fark olduğunu göstermekte iken aynı harfler ise fark olmadığını göstermektedir.

Katılımcıların BEE düzeylerine göre; BEE düzeyi hafif olan katılımcıların %72,7'si hafif düzeyde kanal parezine sahip iken, %27,3'ü ileri düzeyde kanal parezisine sahiptir. Ancak BEE düzeyi hafif olup orta düzeyde kanal parezine sahip olan katılımcı bulunmamaktadır. BEE düzeyi orta olan katılımcıların %25'i hafif düzeyde kanal parezine sahip iken, %39,3'ü orta düzeyde kanal parezine sahip olup, %35,7'si ise ileri düzeyde kanal parezine sahiptir. BEE düzeyi ileri olan katılımcıların %33,3'ü hafif, %33,3'ü orta, %33,3'ü ileri düzeyde kanal parezine sahiptir. Katılımcıların BEE düzeylerine göre, kanal parezi grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmadı (p>0,05).

4.4. Katılımcıların Fonksiyonel Head Impulse Test (fHIT) Sonuçları

Fonksiyonel Head Impulse Test (fHIT) sonuçlarında hesaplanan lateral SSK için 4000-5000-6000 derece/saniye/saniye ($^{\circ}/s^2$) aralığındaki ve vertikal SSK'lar (anterior ve posterior) için 3000, 4000, 5000, 6000 $^{\circ}/s^2$ aralığındaki toplam ortalama doğru cevap yüzdesi (DCY)'nin ve tüm SSK'lar için 3000 – 4000 – 5000 ve 6000 $^{\circ}/s^2$ değerlerindeki her bölmenin (bin) ortalama DCY'nin gruplar arası karşılaştırmaları yapıldı.

4.4.1. Deney grubunda etkilenen ve sağlam tarafların fonksiyonel head impulse test (fHIT) sonuçlarının karşılaştırılması

Deney grubunda etkilenen ve sağlam taraf karşılaştırması için normal dağılıma uygunluk koşulu sağlandığından, Fonksiyonel Head Impulse Testinde (fHIT) hesaplanan toplam ortalama DCY ve 3000 – 4000 – 5000 ve 6000 $^{\circ}/s^2$ değerlerindeki her bölmenin ortalama DCY, “iki ortalama arasındaki farkın anlamlılık testi” ile analiz edildi.

4.4.1.1. Lateral SSK sonuçları

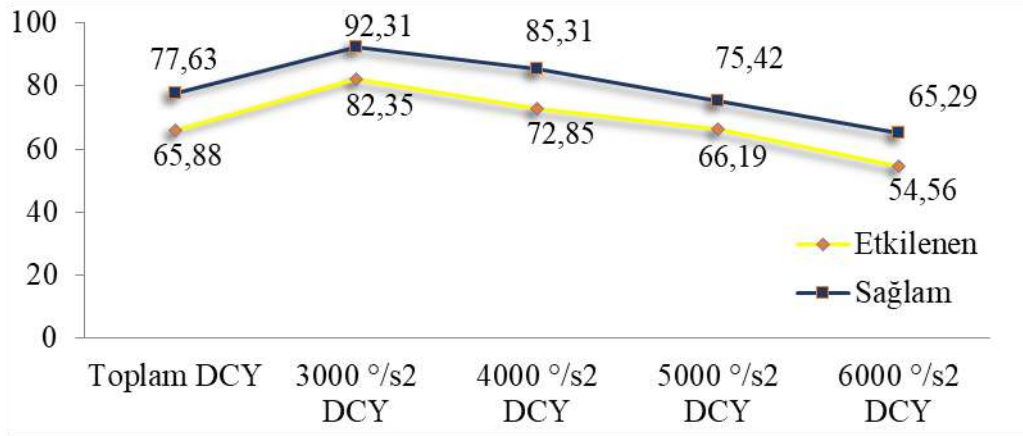
Toplam ortalama DCY’ye göre sağlam tarafa ait ortalamanın, etkilenen tarafa ait ortalamadan yüksek olması istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,05$).

3000 $^{\circ}/s^2$ ve 4000 $^{\circ}/s^2$ ortalama DCY’ye göre sağlam tarafa ait ortalamanın, etkilenen tarafa ait ortalamadan yüksek olması istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,05$). Öte yandan, 5000 ve 6000 $^{\circ}/s^2$ ’deki ortalama DCY’ye göre etkilenen tarafa ait ortalamanın sağlam tarafa ait ortalamadan düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p>0,05$) (Tablo 4.6, Şekil 4.1).

Tablo 4.6. Lateral kanal doğru cevap yüzdelерinin deney grubunda etkilenen ve sağlam taraflara göre karşılaştırılması

Değişken		Ort $\pm$ ss	Levene	Test Değeri	p Değeri
Toplam DCY	Etkilenen	65,88 $\pm$ 31,04	0,003	-2,260	0,027*
	Sağlam	77,63 $\pm$ 18,28			
3000 $^{\circ}/s^2$ DCY	Etkilenen	82,35 $\pm$ 29,62	0,001	-2,019	0,047*
	Sağlam	92,31 $\pm$ 17,04			
4000 $^{\circ}/s^2$ DCY	Etkilenen	72,85 $\pm$ 32,53	0,000	-2,360	0,021*
	Sağlam	85,31 $\pm$ 16,73			
5000 $^{\circ}/s^2$ DCY	Etkilenen	66,19 $\pm$ 35,66	0,015	-1,436	0,155
	Sağlam	75,42 $\pm$ 26,69			
6000 $^{\circ}/s^2$ DCY	Etkilenen	54,56 $\pm$ 38,67	0,040	-1,477	0,143
	Sağlam	65,29 $\pm$ 32,22			

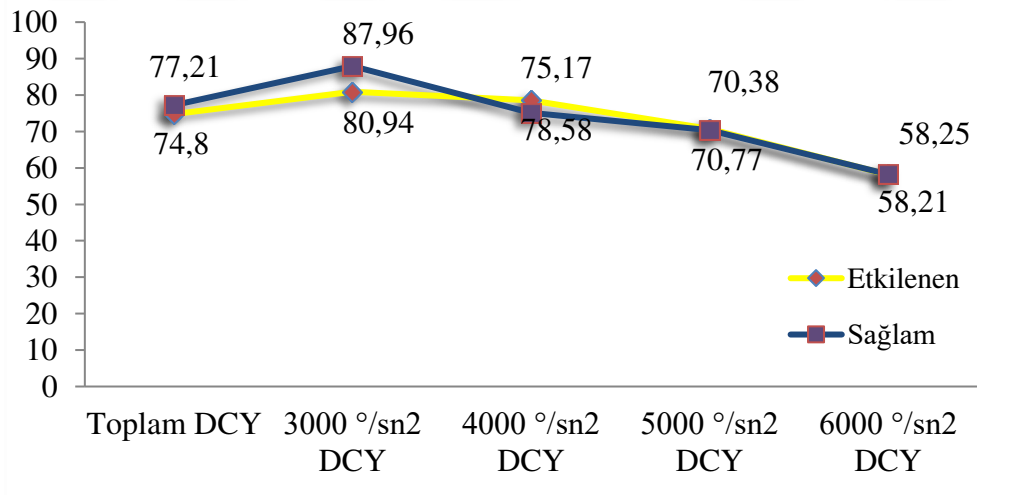
* $p<0,05$; iki ortalama arasındaki farkın anlamlılık testi, Ort; ortalama, ss; standart sapma



Şekil 4.1. Lateral kanal doğru cevap yüzdelerinin deney grubunun etkilenen ve sağlam taraflarına göre karşılaştırılması

4.4.1.2. Anterior SSK sonuçları

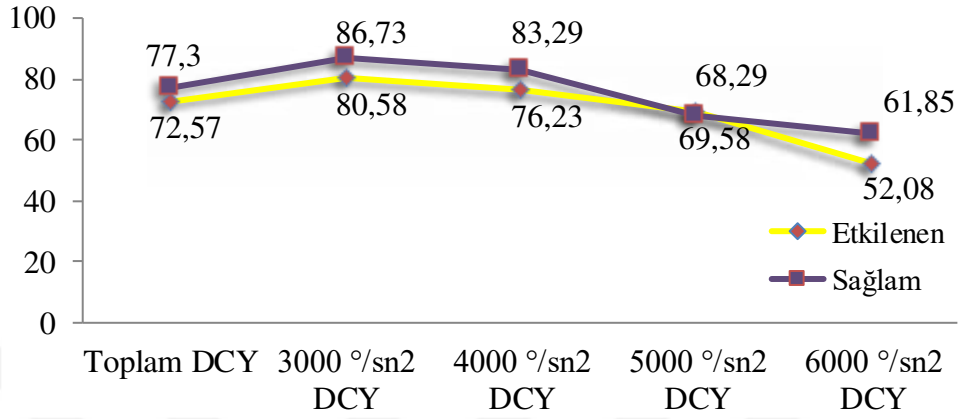
Toplam ortalama DCY ve 3000 °/s², 4000 °/s², 5000 °/s² ve 6000 °/s²'deki her bölmenin ortalama DCY'sine göre sağlam tarafa ait ortalamanın etkilenen tarafa ait ortalamadan yüksek olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p>0,05$) (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Anterior kanal doğru cevap yüzdelerinin deney grubunun etkilenen ve sağlam taraflarına göre karşılaştırılması

4.4.1.3. Posterior SSK sonuçları

Toplam DCY ve 3000 °/s², 4000 °/s², 5000 °/s² ve 6000 °/s²'deki her bölmenin ortalama DCY'sine göre sağlam tarafa ait ortalamanın etkilenen tarafa ait ortalamadan yüksek olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p>0,05$) (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Posterior kanal doğru cevap yüzdelerinin deney grubunun etkilenen ve sağlam taraflarına göre karşılaştırılması

4.4.2. Kanal parezi gruplarına göre fonksiyonel head impulse test (fHIT) sonuçlarının karşılaştırılması

Kanal parezi gruplarında (hafif (%25-%50), orta (%51-%75) ve ileri (%76-%100)) normal dağılıma uygunluk koşulu sağlandığından Fonksiyonel Head Impulse Test (fHIT) sonuçlarında hesaplanan toplam ortalama DCY, 3000 – 4000 – 5000 ve 6000 °/s² değerlerindeki her bölmenin ortalama DCY “ANOVA” testi ile analiz edildi.

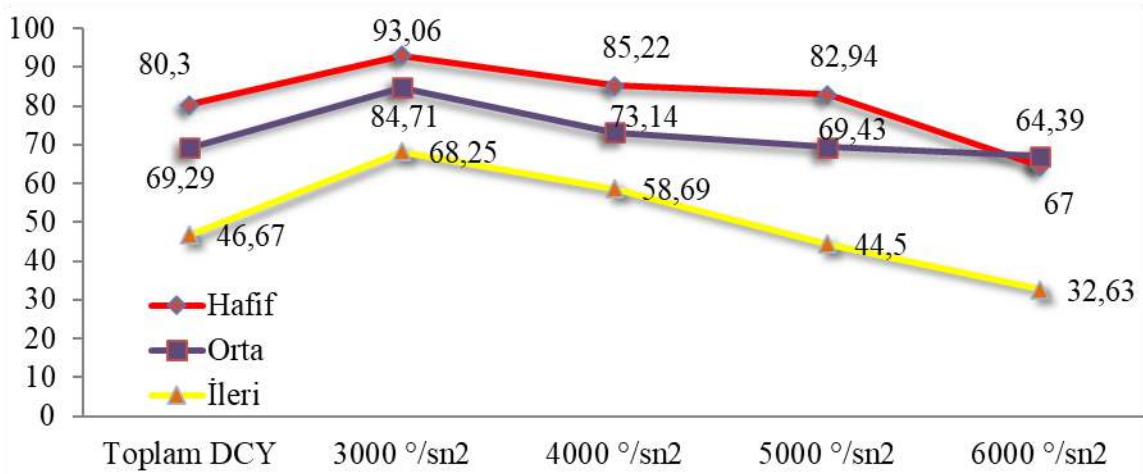
4.4.2.1. Lateral SSK sonuçları

Toplam DCY ve 3000 °/s², 4000 °/s², 5000 °/s² ve 6000 °/s²'deki her bölmenin ortalama DCY'sine göre kanal parezi grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p<0,05$). Farkın kaynağı ileri düzey gruptan kaynaklanmış olup, sadece ileri düzey grubun ortalamasının hafif düzey gruptan düşük olması ise istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,05$) (Tablo 4.7, şekil 4.4).

Tablo 4.7. Lateral kanal doğru cevap yüzdelerinin kanal parezi gruplarına göre karşılaştırılması

Değişkenler	Ort ± ss	Levene	Test Değeri	p Değeri	Fark Karşılaştırmaları
Toplam DCY	Hafif (%25-50) 80,3 ± 21,11	0,027	6,221	0,004*	Hafif Orta 0,519
	Orta (%51-75) 69,29 ± 33,01				Hafif İleri 0,003*
	İleri (%76-100) 46,67 ± 30,26				Orta İleri 0,082
3000 °/s² DCY	Hafif (%25-50) 93,06 ± 17,71	0,002	3,336	0,045*	Hafif Orta 0,687
	Orta (%51-75) 84,71 ± 23,04				Hafif İleri 0,037*
	İleri (%76-100) 68,25 ± 39,72				Orta İleri 0,259
4000 °/s² DCY	Hafif (%25-50) 85,22 ± 25,67	0,185**	3,067	0,046*	Hafif Orta 0,527
	Orta (%51-75) 73,14 ± 35,87				Hafif İleri 0,044*
	İleri (%76-100) 58,69 ± 32,49				Orta İleri 0,421
5000 °/s² DCY	Hafif (%25-50) 82,94 ± 25,11	0,015	6,086	0,005*	Hafif Orta 0,475
	Orta (%51-75) 69,43 ± 32,88				Hafif İleri 0,003*
	İleri (%76-100) 44,5 ± 38,54				Orta İleri 0,100
6000 °/s² DCY	Hafif (%25-50) 64,39 ± 34,89	0,703**	4,449	0,017*	Hafif Orta 0,978
	Orta (%51-75) 67 ± 40,96				Hafif İleri 0,036*
	İleri (%76-100) 32,63 ± 32,84				Orta İleri 0,033*

**Levene testi p değeri>0,05; varyanslar homojen-Duncan Testi;
Levene testi p değeri<0,05; varyanslar homojen değil-Tamhane T2 Testi
*p<0,05 ANOVA testi sonucu, Ort; ortalama, ss; standart sapma



Şekil 4.4. Lateral kanal doğru cevap yüzdelerinin kanal parezi gruplarına göre karşılaştırılması

4.4.2.2. Anterior SSK sonuçları

Toplam DCY ile 3000 °/s², 4000 °/s² ve 5000 °/s²'deki her bölmenin ortalama DCY'sine göre kanal parezi grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu (p<0,05).

Buna göre; toplam DCY açısından sadece ileri düzey grubun ortalamasının hafif düzey gruptan ve orta düzey gruptan düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulundu (p<0,05). 3000 ve 5000 °/s²'de sadece ileri düzey grubun DCY ortalamasının hafif düzey gruptan düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulundu (p<0,05). 4000 °/s²'de ileri düzey grubun ortalamasının orta düzey gruptan düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulundu (p<0,05). 6000 °/s²'de ise, doğru cevap yüzdeleri bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı (p>0,05) (Tablo 4.8, Şekil 4.5).

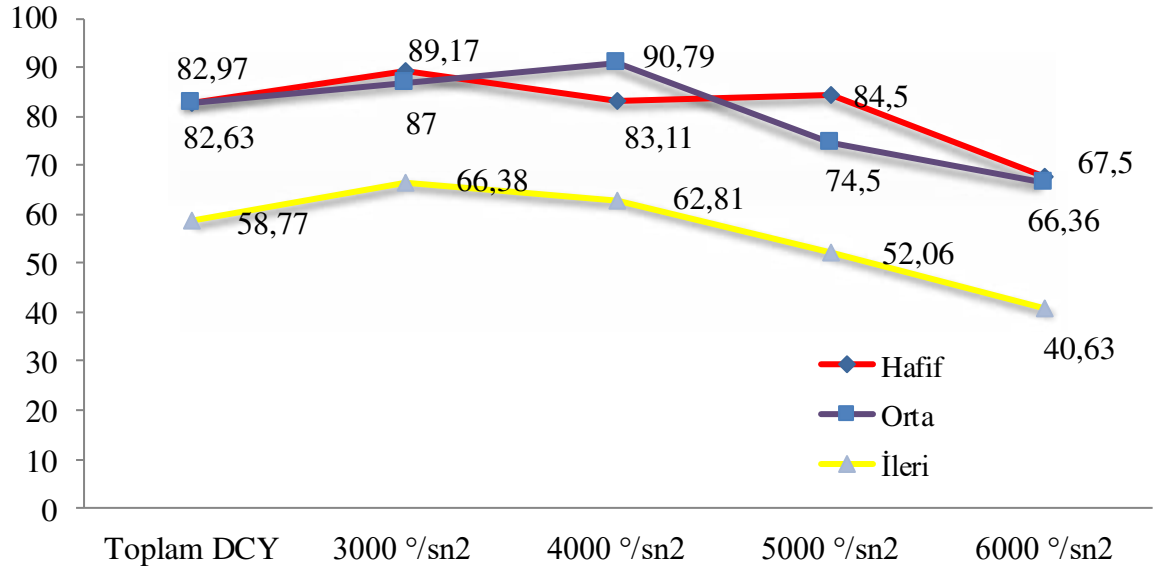
Tablo 4.8. Anterior kanal doğru cevap yüzdelerinin kanal parezi gruplarına göre karşılaştırılması

Değişkenler	Ort ± ss	Levene	Test Değeri	p Değeri	Fark Karşılaştırmaları
Toplam DCY	Hafif (%25-50) 82,97 ± 18,78				Hafif Orta 0,999
	Orta (%51-75) 82,63 ± 19,95	0,209**	6,716	0,003*	Hafif İleri 0,005*
	İleri (%76-100) 58,77 ± 25,18				Orta İleri 0,011*
3000 °/sn² DCY	Hafif (%25-50) 89,17 ± 26,14				Hafif Orta 0,972
	Orta (%51-75) 87 ± 20,84	0,263**	3,586	0,036*	Hafif İleri 0,044*
	İleri (%76-100) 66,38 ± 31,52				Orta İleri 0,100
4000 °/sn² DCY	Hafif (%25-50) 83,11 ± 21,1				Hafif Orta 0,672
	Orta (%51-75) 90,79 ± 17,19	0,018	5,058	0,010*	Hafif İleri 0,060
	İleri (%76-100) 62,81 ± 33,86				Orta İleri 0,011*
5000 °/sn² DCY	Hafif (%25-50) 84,5 ± 25,62				Hafif Orta 0,651
	Orta (%51-75) 74,5 ± 32,54	0,102**	4,589	0,015*	Hafif İleri 0,013*
	İleri (%76-100) 52,06 ± 36,63				Orta İleri 0,140
6000 °/sn² DCY	Hafif (%25-50) 67,5 ± 38,51				Hafif Orta 0,996
	Orta (%51-75) 66,36 ± 32,74	0,468**	2,807	0,071	Hafif İleri 0,091
	İleri (%76-100) 40,63 ± 36,9				Orta İleri 0,141

**Levene testi p değeri>0,05; varyanslar homojen-Duncan Testi;

Levene testi p değeri<0,05; varyanslar homojen değil-Tamhane T2 Testi

*p<0,05 ANOVA testi sonucu Ort; ortalama, ss; standart sapma



Şekil 4.5. Anterior kanal doğru cevap yüzdelerinin kanal parezi gruplarına göre karşılaştırılması

4.4.2.3. Posterior SSK sonuçları

Toplam DCY ile 3000 °/s² ve 4000 °/s²'deki her bölmenin ortalama DCY'sine göre kanal parezi grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p=0,009<0,05$).

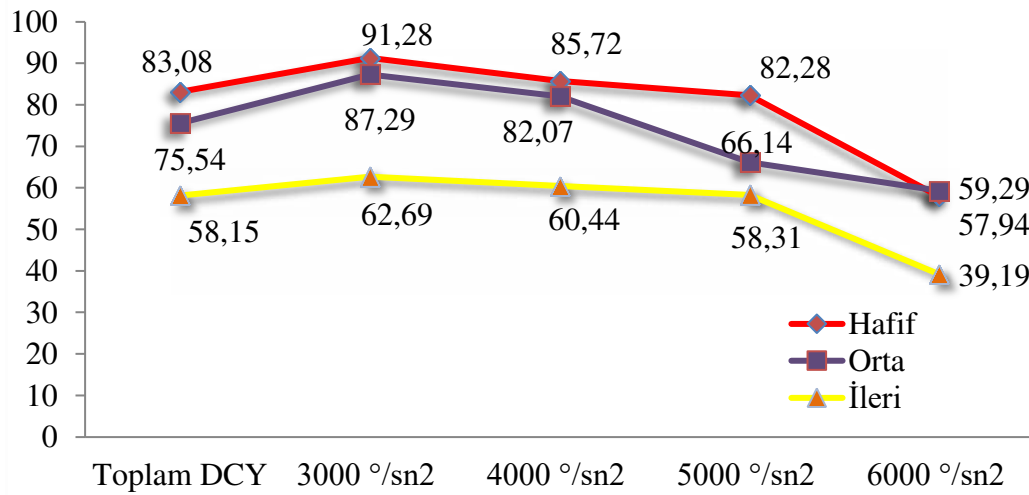
Buna göre; sadece ileri düzey grubun ortalamasının hafif düzey gruptan düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,05$).

5000 ve 6000 °/sn²'deki ortalama doğru cevap yüzdeleri bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0,05$) (Tablo 4.9, Şekil 4.6).

Tablo 4.9. Posterior kanal doğru cevap yüzdelерinin kanal parezi gruplarına göre karşılaştırılması

Değişkenler		Ort ± ss	Levene	Test Değeri	p Değeri	Fark Karşılaştırmaları		
Toplam DCY	Hafif (%25-50)	83,08 ± 19,05	0,341**	5,283	0,009*	Hafif	Orta	0,623
	Orta (%51-75)	75,54 ± 23,09				Hafif	İleri	0,007*
	İleri (%76-100)	58,15 ± 25,89				Orta	İleri	0,102
3000 °/sn² DCY	Hafif (%25-50)	91,28 ± 15,79	0,014	8,066	0,001*	Hafif	Orta	0,867
	Orta (%51-75)	87,29 ± 16,86				Hafif	İleri	0,001*
	İleri (%76-100)	62,69 ± 30,39				Orta	İleri	0,010*
4000 °/sn² DCY	Hafif (%25-50)	85,72 ± 21,68	0,175**	3,340	0,044*	Hafif	Orta	0,939
	Orta (%51-75)	82,07 ± 33,27				Hafif	İleri	0,048*
	İleri (%76-100)	60,44 ± 35,25				Orta	İleri	0,135
5000 °/sn² DCY	Hafif (%25-50)	82,28 ± 25,63	0,056**	2,669	0,080	Hafif	Orta	0,317
	Orta (%51-75)	66,14 ± 28,55				Hafif	İleri	0,073
	İleri (%76-100)	58,31 ± 37,62				Orta	İleri	0,769
6000 °/sn² DCY	Hafif (%25-50)	57,94 ± 37,77	0,780**	1,402	0,257	Hafif	Orta	0,995
	Orta (%51-75)	59,29 ± 35,65				Hafif	İleri	0,327
	İleri (%76-100)	39,19 ± 39,6				Orta	İleri	0,323

**Levene testi p değeri>0,05; varyanslar homojen-Duncan Testi;
Levene testi p değeri<0,05; varyanslar homojen değil-Tamhane T2 Testi
*p<0,05 ANOVA testi sonucu, Ort; ortalama, ss; standart sapma



Şekil 4.6. Posterior kanal doğru cevap yüzdelерinin kanal parezi gruplarına göre karşılaştırılması

4.4.3. Deney grubunda etkilenen taraf ile kontrol grubunun fonksiyonel head impulse test (fHIT) sonuçlarının karşılaştırılması

Deney grubunda etkilenen taraf ile kontrol grubunun karşılaştırması için normal dağılıma uygunluk koşulu sağlandığından Fonksiyonel Head Impulse Test (FHIT) sonuçlarında hesaplanan toplam ortalama DCY ve 3000 – 4000 – 5000 ve 6000 °/s² değerlerindeki her bölmenin ortalama DCY “iki ortalama arasındaki farkın anlamlılık testi” ile analiz edildi. Sonuçlar aşağıdaki tabloda verildi.

4.4.3.1. Lateral SSK sonuçları

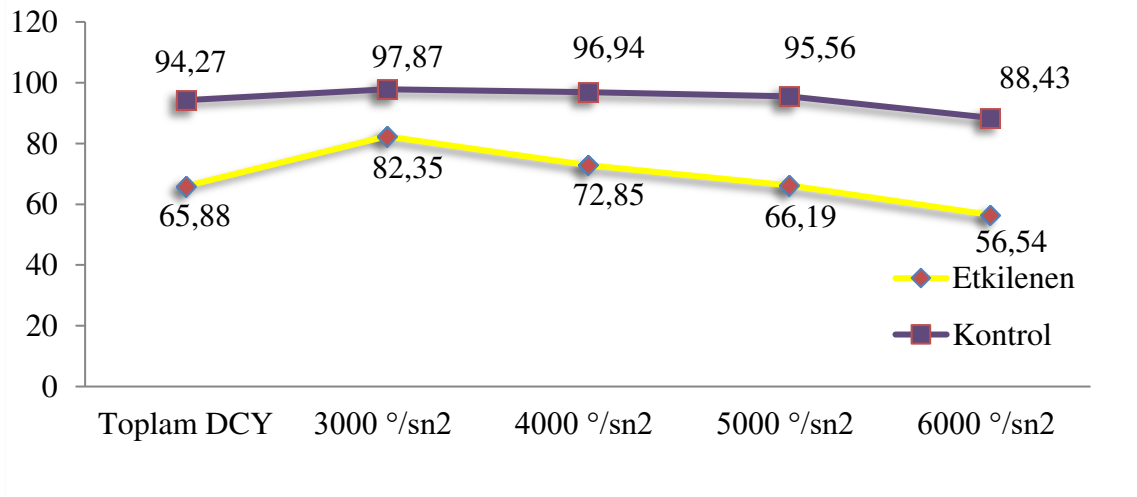
Toplam DCY ve 3000 °/sn², 4000 °/sn², 5000 °/sn² ve 6000 °/s²’deki her bölmenin ortalama DCY açısından, etkilenen tarafın ortalamasının kontrol grubunun ortalamasından düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulundu (p<0,05) (Tablo 4.10, Şekil 4.7).

Tablo 4.10. lateral kanal doğru cevap yüzdelerinin deney grubunda etkilenen taraf ve kontrol grubuna göre karşılaştırılması

Değişken		Ort ± ss	Levene	Test Değeri	p Değeri
Toplam DCY	Etkilenen	65,88 ± 31,04	0,001	-7,368	0,001*
	Kontrol	94,27 ± 7,38			
3000 °/sn ² DCY	Etkilenen	82,35 ± 29,62	0,001	-4,128	0,001*
	Kontrol	97,87 ± 8,89			
4000 °/sn ² DCY	Etkilenen	72,85 ± 32,53	0,001	-5,912	0,001*
	Kontrol	96,94 ± 8,6			
5000 °/sn ² DCY	Etkilenen	66,19 ± 35,66	0,001	-6,528	0,001*
	Kontrol	95,56 ± 10,12			
6000 °/sn ² DCY	Etkilenen	54,56 ± 38,67	0,001	-5,462	0,001*
	Kontrol	88,43 ± 22,59			

**Levene Testi; Varyanslar homojendir.

*p<0,05; iki ortalama arasındaki farkın anlamlılık testi, Ort; ortalama, ss; standart sapma



Şekil 4.7. Lateral kanal doğru cevap yüzdelerinin deney grubunda etkilenen taraf ve kontrol grubuna göre karşılaştırılması

4.4.3.2. Anterior SSK sonuçları

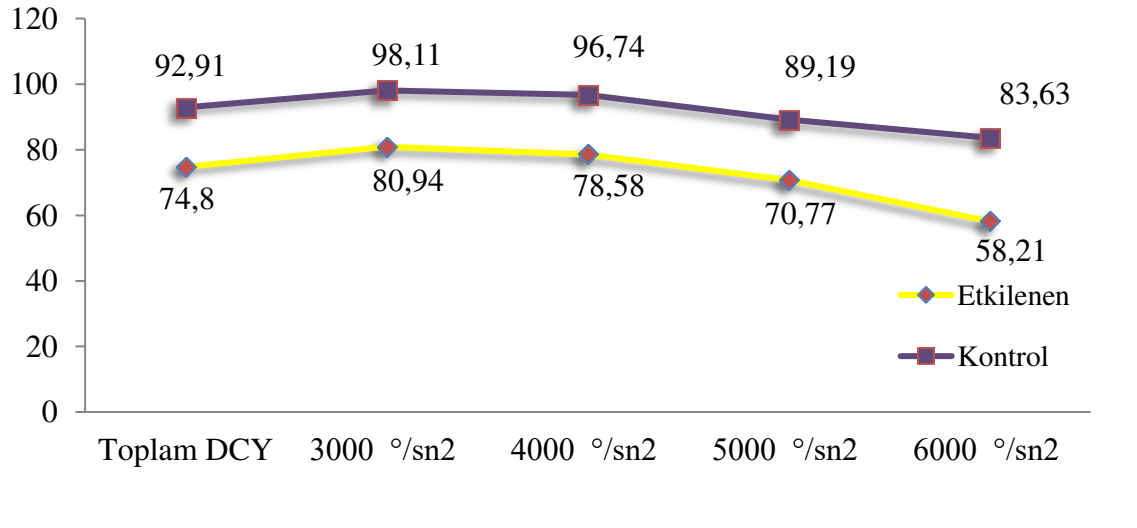
Toplam DCY ve 3000 %/s², 4000 %/s², 5000 %/s² ve 6000 %/s²'deki her bölmenin ortalama DCY açısından, etkilenen tarafın ortalamasının kontrol grubunun ortalamasından düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0,05$) (Tablo 4.11 ve Şekil 4.8).

Tablo 4.11. Anterior kanal doğru cevap yüzdelerinin deney grubunda etkilenen taraf ve kontrol grubuna göre karşılaştırılması

Değişken		Ort ± ss	Levene	Test Değeri	p Değeri
Toplam DCY	Etkilenen	74,8 ± 23,9	0,001	-5,869	0,001*
	Kontrol	92,91 ± 8,14			
3000 %/sn ² DCY	Etkilenen	80,94 ± 28,17	0,001	-4,855	0,001*
	Kontrol	98,11 ± 7,66			
4000 %/sn ² DCY	Etkilenen	78,58 ± 27,31	0,001	-5,200	0,001*
	Kontrol	96,74 ± 8,71			
5000 %/sn ² DCY	Etkilenen	70,77 ± 33,97	0,001	-3,867	0,001*
	Kontrol	89,19 ± 17,3			
6000 %/sn ² DCY	Etkilenen	58,21 ± 37,76	0,001	-4,364	0,001*
	Kontrol	83,63 ± 25,56			

Levene Testi; Varyanslar homojendir.

* $p < 0,05$; iki ortalama arasındaki farkın anlamlılık testi, Ort; ortalama, ss; standart sapma



Şekil 4.8. Anterior kanal doğru cevap yüzdelerinin deney grubunda etkilenen taraf ve kontrol grubuna göre karşılaştırılması

4.4.3.3. Posterior SSK sonuçları

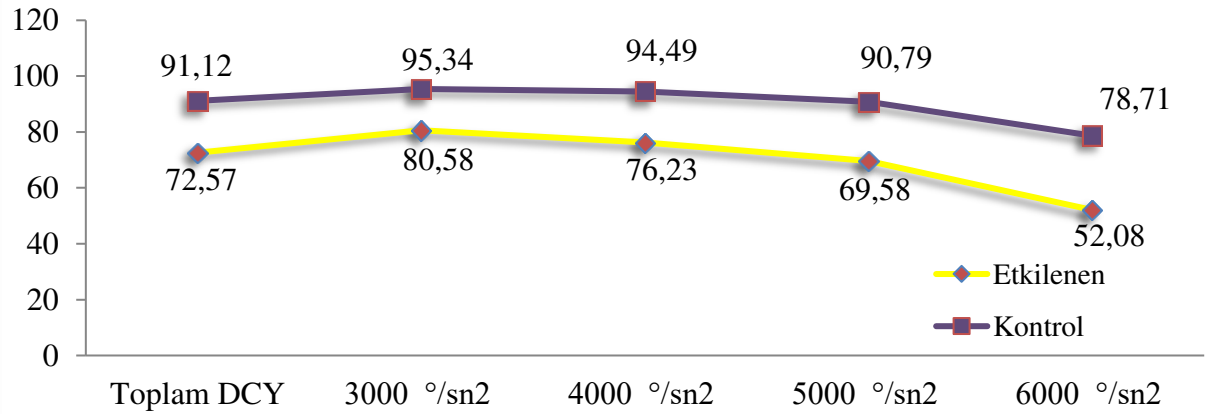
Toplam DCY ve 3000 °/s², 4000 °/s², 5000 °/s² ve 6000 °/s²'deki her bölmenin ortalama DCY açısından, etkilenen tarafın ortalamasının kontrol grubunun ortalamasından düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0,05$) (Tablo 4.12 ve şekil 4.9).

Tablo 4.12. Posterior Kanal Doğru Cevap Yüzdelerinin Deney Grubunda Etkilenen Taraf ve Kontrol Grubuna Göre Karşılaştırılması

Değişken	Ort ± ss	Levene	Test Değeri	p Değeri
Toplam DCY	Etkilenen 72,57 ± 24,67	0,001	-5,619	0,001*
	Kontrol 91,12 ± 10,35			
3000 °/sn² DCY	Etkilenen 80,58 ± 25,1	0,001	-4,316	0,007*
	Kontrol 95,34 ± 11,43			
4000 °/sn² DCY	Etkilenen 76,23 ± 31,66	0,001	-4,439	0,001*
	Kontrol 94,49 ± 11,26			
5000 °/sn² DCY	Etkilenen 69,58 ± 31,99	0,001	-4,783	0,001*
	Kontrol 90,79 ± 15,62			
6000 °/sn² DCY	Etkilenen 52,08 ± 38,12	0,013	-4,168	0,015*
	Kontrol 78,71 ± 31,06			

Levene Testi; Varyanslar homojendir.

* $p < 0,05$; iki ortalama arasındaki farkın anlamlılık testi, Ort; ortalama, ss; standart sapma



Şekil 4.9. Posterior kanal doğru cevap yüzdelerinin deney grubunda etkilenen taraf ve kontrol grubuna göre karşılaştırılması

4.4.4. Deney Grubunda Sağlam Taraf ile Kontrol Grubunun Fonksiyonel Head Impulse Test (FHIT) Sonuçlarının Karşılaştırılması

Deney grubunda sağlam taraf ile kontrol grubunun karşılaştırması için normal dağılıma uygunluk koşulu sağlandığından Fonksiyonel Head Impulse Test (fHIT) sonuçlarında hesaplanan toplam DCY ve 3000 %/s², 4000 %/s², 5000 %/s² ve 6000 %/s²'deki her bölmenin ortalama DCY “iki ortalama arasındaki farkın anlamlılık testi” ile analiz edildi.

4.4.4.1. Lateral SSK sonuçları

Toplam DCY ve 3000 %/s², 4000 %/s², 5000 %/s² ve 6000 %/s²'deki ortalama DCY açısından, sağlam tarafın ortalamasının kontrol grubunun ortalamasından düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0,05$) (Tablo 4.13).

Tablo 4.13. Lateral kanal doğru cevap yüzdelерinin deney grubunda sağlam taraf ve kontrol gruplarına göre karşılaştırılması

Değişken		Ort ± ss	Levene	Test Değeri	p Değeri
Toplam DCY	Sağlam	77,63 ± 18,28	0,001	-6,856	0,001*
	Kontrol	94,27 ± 7,38			
3000 °/sn² DCY	Sağlam	92,31 ± 17,04	0,001	-2,312	0,023*
	Kontrol	97,87 ± 8,89			
4000 °/sn² DCY	Sağlam	85,31 ± 16,73	0,001	-4,945	0,001*
	Kontrol	96,94 ± 8,6			
5000 °/sn² DCY	Sağlam	75,42 ± 26,69	0,001	-5,749	0,001*
	Kontrol	95,56 ± 10,12			
6000 °/sn² DCY	Sağlam	65,29 ± 32,22	0,965	-2,177	0,032*
	Kontrol	88,43 ± 22,59			

*p<0,05; iki ortalama arasındaki farkın anlamlılık testi, Ort; ortalama, ss; standart sapma

4.4.4.2. Anterior SSK sonuçları

Toplam DCY ve 3000 °/s², 4000 °/s², 5000 °/s² ve 6000 °/s²'deki her bölmenin ortalama DCY açısından, sağlam tarafın ortalamasının kontrol grubunun ortalamasından düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulundu (p<0,05) (Tablo 4.14).

Tablo 4.14. Anterior kanal doğru cevap yüzdelерinin deney grubunda sağlam taraf ve kontrol gruplarına göre karşılaştırılması

Değişken		Ort ± ss	Levene	Test Değeri	p Değeri
Toplam DCY	Sağlam	77,21 ± 19,03	0,001	-6,139	0,001*
	Kontrol	92,91 ± 8,14			
3000 °/sn² DCY	Sağlam	87,96 ± 18,81	0,001	-4,059	0,001*
	Kontrol	98,11 ± 7,66			
4000 °/sn² DCY	Sağlam	75,17 ± 29,44	0,001	-5,783	0,001*
	Kontrol	96,74 ± 8,71			
5000 °/sn² DCY	Sağlam	70,38 ± 31,72	0,001	-4,148	0,001*
	Kontrol	89,19 ± 17,3			
6000 °/sn² DCY	Sağlam	58,25 ± 40,29	0,001	-4,187	0,001*
	Kontrol	83,63 ± 25,56			

*p<0,05; iki ortalama arasındaki farkın anlamlılık testi, Ort; ortalama, ss; standart sapma

4.4.4.3. Posterior SSK sonuçları

Toplam DCY ve 3000 °/s², 4000 °/s², 5000 °/s² ve 6000 °/s²'deki her bölmenin ortalama DCY açısından, sağlam tarafın ortalamasının kontrol grubunun ortalamasından düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,05$) ($p<0,05$) (Tablo 4.15).

Tablo 4.15. Posterior kanal doğru cevap yüzdelerinin deney grubunda sağlam taraf ve kontrol gruplarına göre karşılaştırılması

Değişken		Ort ± ss	Levene	Test Değeri	p Değeri
Toplam DCY	Sağlam	77,3 ± 20,4	0,001	-4,328	0,001*
	Kontrol	91,12 ± 10,35			
3000 °/sn ² DCY	Sağlam	86,73 ± 19,05	0,001	-2,805	0,007*
	Kontrol	95,34 ± 11,43			
4000 °/sn ² DCY	Sağlam	83,29 ± 19,85	0,001	-3,536	0,001*
	Kontrol	94,49 ± 11,26			
5000 °/sn ² DCY	Sağlam	68,29 ± 34,17	0,001	-4,265	0,001*
	Kontrol	90,79 ± 15,62			
6000 °/sn ² DCY	Sağlam	61,85 ± 39,59	0,013	-2,474	0,015*
	Kontrol	78,71 ± 31,06			

* $p<0,05$; iki ortalama arasındaki farkın anlamlılık testi Ort; ortalama, ss; standart sapma

4.5. Katılımcıların Video Head Impulse Test (vHIT) Sonuçları

4.5.1. Deney grubu etkilenen ve sağlam tarafların video head impulse test (vHIT) sonuçlarının karşılaştırılması

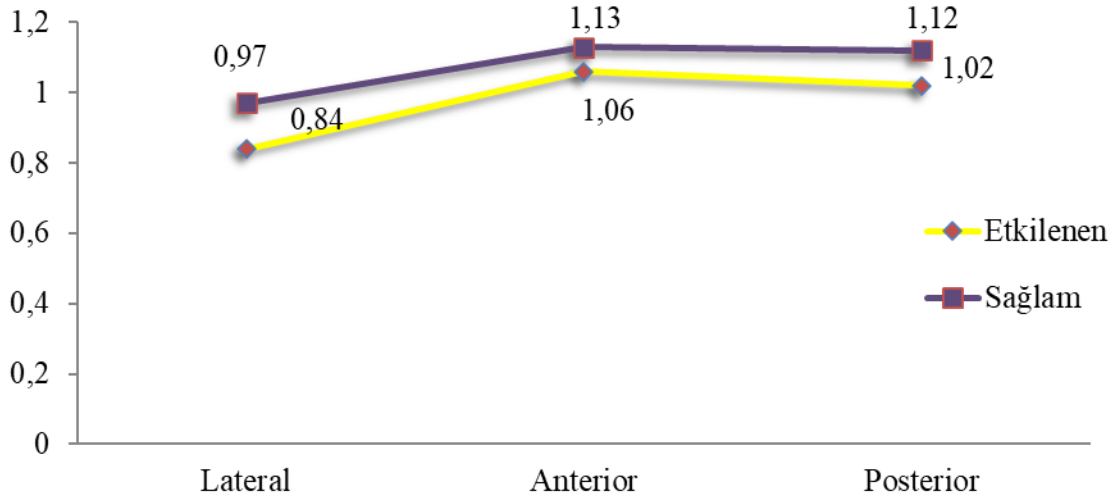
Deney grubunda etkilenen ve sağlam taraf karşılaştırması için normal dağılıma uygunluk koşulu sağlandığından Video Head Impulse Test (vHIT) sonuçlarında kazanç (gain) değeri “iki ortalama arasındaki farkın anlamlılık testi” ile analiz edildi.

Lateral kanalda kazanç değeri bakımından, deney grubu sağlam tarafın ortalamasının etkilenen taraf ortalamasından yüksek olması istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,05$). Anterior ve posterior kanallarda ise kazanç değeri bakımından, deney grubu sağlam tarafın ortalamasının etkilenen taraf ortalamasından yüksek olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p>0,05$) (Tablo 4.16, Şekil 4.10).

Tablo 4.16. Kazanç (gain) değerinin kanallarda deney grubunda sağlam ve etkilenen taraflarda karşılaştırılması

	Değişken	Ort $\pm$ ss	Levene	Test Değeri	p Değeri
Lateral	Etkilenen	0,84 $\pm$ 0,24	0,001	-3,647	0,001*
	Sağlam	0,97 $\pm$ 0,09			
Anterior	Etkilenen	1,06 $\pm$ 0,26	0,127	-1,494	0,139
	Sağlam	1,13 $\pm$ 0,21			
Posterior	Etkilenen	1,02 $\pm$ 0,31	0,449	-1,649	0,102
	Sağlam	1,12 $\pm$ 0,27			

*p<0,05; iki ortalama arasındaki Farkın anlamlılık testi Ort; ortalama, ss; standart sapma



Şekil 4.10. Kazanç değerinin deney grubu etkilenen ve sağlam taraflara göre karşılaştırılması

4.5.2. Kanal parezi gruplarının video head impulse test (vHIT) sonuçlarının karşılaştırılması

Kanal parezi gruplarında (hafif (%25-%50), orta (%51-%75) ve ileri (%76-%100)) normal dağılıma uygunluk koşulu sağlandığından video Head Impulse Test (vHIT) sonuçlarında kazanç (gain) değeri ANOVA ile analiz edildi (Tablo 4.17).

Tablo 4.17. Kazanç (gain) değerin kanallarda kanal parezi gruplarında karşılaştırılması

	Değişkenler	Ort ± ss	Levene	Test Değeri	p Değeri	Fark Karşılaştırmaları		
Lateral	Hafif (%25-50)	0,94 ± 0,13	0,016	5,375	0,008*	Hafif	Orta	0,566
	Orta (%51-75)	0,87 ± 0,27				Hafif	İleri	0,006*
	İleri (%76-100)	0,7 ± 0,24				Orta	İleri	0,113
Anterior	Hafif (%25-50)	1,13 ± 0,18	0,014	1,402	0,257	Hafif	Orta	0,249
	Orta (%51-75)	0,99 ± 0,34				Hafif	İleri	0,505
	İleri (%76-100)	1,03 ± 0,25				Orta	İleri	0,863
Posterior	Hafif (%25-50)	1,2 ± 0,3	0,492**	5,706	0,006*	Hafif	Orta	0,066
	Orta (%51-75)	0,96 ± 0,32				Hafif	İleri	0,006*
	İleri (%76-100)	0,88 ± 0,24				Orta	İleri	0,698

**Levene testi p değeri>0,05; varyanslar homojen-Duncan Testi;

Levene testi p değeri<0,05; varyanslar homojen değil-Tamhane T2 Testi

*p<0,05 ANOVA testi sonucu

Lateral ve posterior kanallarda VHIT kazanç sonuçları bakımından kanal parezi grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu (sırasıyla, p= 0,008<0,05 ve p= 0,006<0,05). Bu sonuca göre; her iki kanalda da sadece ileri düzey grubun ortalamasının hafif düzey gruptan düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulundu (p<0,05). Anterior Kanalda ise, vHIT kazanç sonuçları bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı (p>0,05).

4.5.3. Deney grubu etkilenen taraf ve kontrol grubunun video head impulse test (vHIT) sonuçlarının karşılaştırılması

Deney grubunda etkilenen taraf ile kontrol grubunun karşılaştırması için normal dağılıma uygunluk koşulu sağlandığından Video Head Impulse Test (vHIT) sonuçlarında Kazanç (gain) değeri “iki ortalama arasındaki farkın anlamlılık testi” ile analiz edildi (Tablo 4.18, Şekil 4.11).

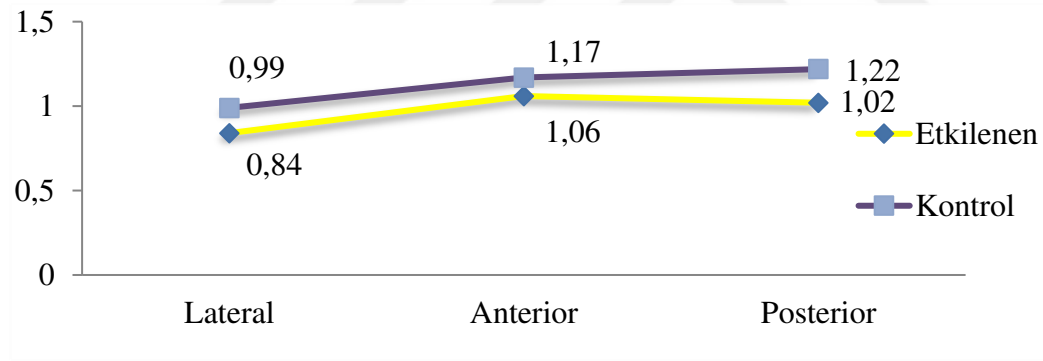
Tablo 4.18. Kazanç (gain) değerinin kanallarda deney grubu etkilenen taraf ile kontrol grubunun karşılaştırılması

Değişken		Ort ± ss	Levene	Test Değeri	p Değeri
Lateral	Etkilenen	0,84 ± 0,24	0,001	-5,066	0,001*
	Kontrol	0,99 ± 0,07			
Anterior	Etkilenen	1,06 ± 0,26	0,002	-2,908	0,004*
	Kontrol	1,17 ± 0,17			
Posterior	Etkilenen	1,02 ± 0,31	0,001	-4,406	0,001*
	Kontrol	1,22 ± 0,18			

Levene Testi; Varyansların Homojenliği

*p<0,05; iki ortalama arasındaki Farkın anlamlılık testi Ort; ortalama, ss; standart sapma

Lateral, posterior ve anterior kanallarda kazanç değeri bakımından kontrol grubunun ortalamasının etkilenen taraf ortalamasından yüksek olması istatistiksel olarak anlamlı bulundu (p<0,05).



Şekil 4.11. Kazanç Değerinin Deney Grubu Etkilenen Taraf ve Kontrol Grubuna Göre Karşılaştırılması

4.5.4. Deney grubu sağlam taraf ve kontrol grubunun video head impulse test (vHIT) sonuçlarının karşılaştırılması

Deney grubu sağlam taraf ile kontrol grubunun karşılaştırılması için normal dağılıma uygunluk koşulu sağlandığından Video Head Impulse Test (vHIT) sonuçlarında Kazanç (gain) değeri “İki ortalama arasındaki farkın anlamlılık testi” ile analiz edildi (Tablo 4.19).

Tablo 4.19. Kazanç (gain) değerinin kanallarda deney grubunda sağlam ve kontrol grupları karşılaştırılması

Değişken		Ort ± ss	Levene	Test Değeri	p Değeri
Lateral	Sağlam	0,97 ± 0,09	0,019	-1,129	0,261
	Kontrol	0,99 ± 0,07			
Anterior	Sağlam	1,13 ± 0,21	0,163	-1,248	0,215
	Kontrol	1,17 ± 0,17			
Posterior	Sağlam	1,12 ± 0,27	0,001	-2,496	0,014
	Kontrol	1,22 ± 0,18			

*p<0,05; iki ortalama arasındaki farkın anlamlılık testi, Ort; ortalama, ss; standart sapma

Lateral, anterior ve posterior SSK’larda kazanç değeri bakımından deney grubu sağlam tarafın ortalaması ile kontrol grubunun ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı (p>0,05).

4.6. Testlerin Korelasyon Analizi Sonuçları

4.6.1. Deney grubu etkilenen-sağlam taraf ve kontrol grubu vHIT kazanç-fHIT toplam DCY karşılaştırması

Deney grubu katılımcılarının etkilen ve sağlam taraflarına ait vHIT kazanç değerlerinin ve fHIT toplam ortalama DCY ile kontrol grubunun kazanç değerlerinin ve ortalama DCY’nin lateral, anterior ve posterior kanallardaki ilişkisine pearson korelasyon katsayısı ile bakıldı (Tablo 4.20).

Tablo 4.20. SSK’lara göre doğru cevap ortalamaları ile kazanç değerleri arasındaki ilişki

Gruplar		r Değeri	p Değeri
Deney Grubu Etkilenen Taraf DCY*Kazanç	Lateral	0,678	0,001*
	Anterior	0,341	0,018*
	Posterior	0,487	0,001*
Deney Grubu Sağlam Taraf DCY*Kazanç	Lateral	0,347	0,016*
	Anterior	0,100	0,497
	Posterior	-0,058	0,697
Kontrol Grubu DCY*Kazanç	Lateral	0,138	0,255
	Anterior	0,159	0,188
	Posterior	0,061	0,617

*p<0,05, r; pearson korelasyon katsayısı

Deney grubu etkilenen taraf için, lateral ve posterior kanallarda fHIT ortalama DCY ile vHIT kazanç değerleri arasında pozitif yönlü orta düzeyde (sırasıyla, $r=0,678$ ve $r=0,487$) istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulundu ($p=0,001<0,005$). Anterior kanalda ise, fHIT ortalama DCY ile vHIT kazanç değerleri arasında pozitif yönlü zayıf düzeyde ($r=0,341$) istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulundu ($p=0,018<0,005$).

Deney grubu sağlam taraf için, lateral kanalda fHIT ortalama DCY ile vHIT kazanç değerleri arasında pozitif yönlü zayıf düzeyde ($r=0,347$) istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulundu ($p=0,016<0,005$). Anterior ve posterior kanallarda ise ortalama doğru cevap yüzdesi ile kazanç değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmadı (sırasıyla $p=0,497>0,005$ ve $p=0,697>0,005$).

Kontrol grubu için, lateral, anterior ve posterior kanallarda ortalama DCY ile kazanç değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmadı (sırasıyla $p=0,255>0,005$, $p=0,188>0,005$ ve $p=0,617>0,005$).

4.6.2. Doğru cevap yüzdesi ve VOR kazanç değeri ile kanal parezi düzeyi arasındaki ilişki

Deney grubundaki katılımcılarda lateral, anterior ve posterior kanallardaki ortalama toplam DCY ve VOR kazanç değeri ile kanal parezi düzeyleri arasında ilişki olup olmadığını test etmek için pearson korelasyon analizi yapıldı ve sonuçlar aşağıdaki tabloda verildi (Tablo 4.21).

Tablo 4.21. SSK'lara göre ortalama toplam DCY ve VOR kazanç değerleri ile kanal parezi düzeyi arasındaki ilişki

Gruplar		r değeri	p değeri
fHIT DCY	Lateral	-0,289	0,046*
	Anterior	-0,370	0,010*
	Posterior	-0,490	0,001*
vHIT VOR Kazancı	Lateral	-0,216	0,141
	Anterior	-0,128	0,384
	Posterior	0,160	0,277

* $p<0,05$, r; pearson korelasyon katsayısı

Lateral kanalda ortalama DCY ile kanal parezi düzeyi arasında negatif yönlü düşük düzeyde ($r=-0,289$) istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulundu ($p=0,046<0,005$). Anterior ve posterior kanallarda ise ortalama DCY ile kanal parezi düzeyi arasında negatif yönlü orta düzeyde ($r=-0,370$, $r=-0,490$, sırasıyla) istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulundu ($p=0,010<0,005$, $p=0,001<0,005$, sırasıyla).

Lateral, anterior ve posterior kanallarda VOR kazanç değerleri ile kanal parezi düzeyi arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmadı ($p=0,141>0,005$; $p=0,384>0,005$; $p=0,277>0,005$, sırasıyla).

4.6.3. BEE ile fHIT ve vHIT korelasyonlarının değerlendirilmesi

Deney grubu katılımcılarının aldıkları toplam BEE puanı ile lateral, anterior ve posterior kanallardan elde edilen fHIT ortalama DCY ile vHIT VOR kazanç yüzdesi arasında korelasyona (ilişki) bakıldı. Sonuçlar aşağıdaki tabloda verildi (Tablo 4.22).

Tablo 4.22. Kanallara göre doğru cevap yüzdesi ve kazanç değerleri ile BEE toplam puanları arasındaki ilişki

Gruplar		r değeri	p değeri
BEE Toplam Skoru	fHIT DCY		
	Lateral	-0,025	0,810
	Anterior	-0,094	0,360
	Posterior	0,065	0,527
	vHIT VOR Kazancı		
	Lateral	-0,017	0,867
	Anterior	-0,039	0,707
	Posterior	0,045	0,764

* $p<0,05$, r; pearson korelasyon katsayısı

Lateral, anterior ve posterior kanallarda ortalama DCY, VOR kazancı ile BEE toplam puanı arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon (ilişki) saptanmadı ($p>0,05$).

Lateral, Anterior ve posterior kanallarda ayrı ayrı, deney grubunun etkilenen tarafının fHIT toplam ortalama DCY ve vHIT kazançlarında BEE düzeylerine (hafif, orta, ileri) göre fark olup olmadığı ANOVA testi ile analiz edildi (Tablo 4.23).

Tablo 4.23. BEE düzeyi ile fHIT ve vHIT'e göre karşılaştırmalar

	Değişkenler	Ort ± ss	Levene	Test Değeri	p Değeri
fHIT Lateral	Hafif (0-30 puan)	65,14 ± 35,42	0,882**	0,489	0,616
	Orta (31-60 puan)	68,98 ± 30,42			
	İleri (61-100 puan)	57,13 ± 29,17			
fHIT Anterior	Hafif (0-30 puan)	77,34 ± 27,87	0,469**	0,106	0,900
	Orta (31-60 puan)	73,51 ± 25,12			
	İleri (61-100 puan)	75,74 ± 15,47			
fHIT Posterior	Hafif (0-30 puan)	71,39 ± 33,5	0,192**	0,086	0,918
	Orta (31-60 puan)	73,8 ± 21,92			
	İleri (61-100 puan)	70,19 ± 23,16			
vHIT Lateral	Hafif (0-30 puan)	0,84 ± 0,21	0,427**	0,110	0,896
	Orta (31-60 puan)	0,85 ± 0,26			
	İleri (61-100 puan)	0,81 ± 0,22			
vHIT Anterior	Hafif (0-30 puan)	1,09 ± 0,19	0,021	0,186	0,831
	Orta (31-60 puan)	1,06 ± 0,3			
	İleri (61-100 puan)	1,02 ± 0,2			
vHIT Posterior	Hafif (0-30 puan)	1,03 ± 0,41	0,063**	0,249	0,781
	Orta (31-60 puan)	1,00 ± 0,3			
	İleri (61-100 puan)	1,08 ± 0,26			

**Levene testi p değeri>0,05; varyanslar homojen-Duncan Testi;
 Levene testi p değeri<0,05; varyanslar homojen değil-Tamhane T2 Testi

Lateral, anterior ve posterior kanallarda deney grubunun etkilenen tarafının fHIT toplam DCY ile BEE düzeyleri (hafif, orta ve ileri) arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0,05$). Benzer şekilde, Lateral, anterior ve posterior kanallarda deney grubunun etkilenen tarafının vHIT kazanç değeri ile BEE düzeyleri (hafif, orta ve ileri) arasında da istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0,05$). Gruplar arası fark bulunmadığı için ikili karşılaştırma testleri uygulanmadı.

5. TARTIŞMA

5.1. fHIT Sonuçlarının Yorumlanması

Unilateral periferik vestibüler yetmezlik (deney) grubunda ve normal katılımcılarda her semisirküler kanal (SSK) düzleminde fonksiyonel head impulse test (fHIT) yapılarak, yüksek baş akselerasyonlarında VOR fonksiyonelliğindeki bozulma durumu ve bakış stabilizasyonunu sağlama becerisi incelenmiştir. Sonuçlar, toplam doğru cevap yüzdesi (DCY) ve 3000-6000 $^{\circ}/s^2$ aralığındaki her bölmedeki (bin) DCY ile analiz edilmiştir.

Literatüre bakıldığında, unilateral periferik vestibüler kayıpta VOR'un fonksiyonel sonuçları, yani yüksek hızlı baş hareketleri sırasında bakış stabilizasyonunu sağlama ve böylece fonksiyonel test paradigmasında uyaranları doğru bir şekilde tanımlama yeteneğine ilişkin, özellikle fHIT ile yapılmış kısıtlı sayıda çalışma mevcuttur (4, 5, 10, 105). Diğer çalışmalardan farklı olarak çalışmamızda ayrıca, vertikal SSK'lardaki VOR'un fonksiyonel bozulma durumu da değerlendirilmiştir. Ayrıca, tüm SSK'lar düzleminde VOR fonksiyonelliğinin kanal parezi düzeyi, VOR yolunun bütünlüğü ve subjektif baş dönmesi engellilik algısıyla ilişkisi daha fazla sayıda hasta dahil edilerek incelenmiştir.

5.1.1. Standart fHIT sonucu (3000-6000 $^{\circ}/s^2$ baş akselerasyon aralığındaki doğru cevapların ortalama yüzdesi)

Çalışmamızda, horizontal SSK düzleminde, etkilenen kulak tarafı ile sağlam kulak tarafının toplam DCY (4000-6000 $^{\circ}/s^2$ aralığındaki doğru cevapların ortalama yüzdesi) arasında anlamlı düzeyde fark elde edilmiştir. Posterior ve anterior SSK'larda etkilenen kulak tarafı ile sağlam kulak tarafı arasında ise anlamlı fark çıkmamıştır. Öte yandan, kontrol grubunun toplam DCY, tüm SSK'larda %90'ın üzerinde bulunmuştur. Bu nedenle, kontrol grubunun DCY ile deney grubunun ipsilezyonel ve kontralezyonel tarafının DCY arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark ortaya çıkmıştır.

Corallo ve ark.'nın yaptığı bir çalışmada, tek taraflı vestibüler nörit tanısı almış 27 hastanın akut ve 3 ay sonraki kronik dönemde lateral SSK'daki toplam DCY (3000-6000 $^{\circ}/s^2$ aralığı) karşılaştırılmıştır. Akut dönemde etkilenen tarafın toplam DCY %21 iken, 3.ayda %55'e yükselmiştir. Sağlıklı tarafın DCY ise akut dönemde %63 ve 3.ayda %82 olarak elde edilmiştir. Böylelikle, kronik dönemde DCY her iki tarafta da artış göstermiştir (5). Çalışmamızda da, kronik dönem unilateral periferik vestibüler kaybı olan hastaların lateral kanal düzleminde etkilenen taraf toplam DCY (%65,88) ve sağlam taraf toplam

DCY (%77,63) sonuçları ile Corallo ve ark.'nın kronik dönemdeki (3.ay) DCY sonuçları birbirine yakın elde edilmiştir.

Tek taraflı kayıp sonrası vestibüler kompanzasyon sürecinin incelendiği bir çalışmada ise, çalışmamızdan farklı olarak, kronik unilateral vestibüler kaybı olan az sayıda hastanın aktif (hastanın başını kendisinin çevirmesi) ve pasif (klinisyenin hastanın başını çevirmesi) baş hızlarındaki fHIT sonucu karşılaştırılmıştır (105). vHIT ile de VOR kazançları ve düzeltici sakkadlar hesaplanmıştır. Pasif baş hareketleriyle ipsilezyon tarafında 3000-6000 $^{\circ}/s^2$ aralığındaki toplam DCY (%64,4) çalışmamızla uyumlu elde edilirken, kontralezyon tarafında %93,7 olarak bulunmuş olup, iki taraf arasındaki toplam DCY açısından istatistiksel olarak anlamlı fark çıkmıştır. Aktif baş hareketleri kullanıldığında ise, hem ipsilezyonel hem kontralezyonel tarafında DCY %91 olarak hesaplanmıştır. VOR kazançları da aktif baş hareketlerinde artış göstermiştir. Ayrıca, aktif baş hareketi sırasında covert sakkad latansı, pasif baş hareketine göre daha erken sürede ve daha fazla ortaya çıkmıştır. Bu nedenle, aktif baş hareketiyle birlikte, covert sakkadın süresi ve fHIT'de bu şekilde elde edilen sonuçların dinamik görme keskinliğini fonksiyonunu ve vestibüler kompanzasyon sürecini daha iyi yansıttığı bulunmuştur. Aktif baş hareketiyle yapılan fHIT sonucunun da, vestibüler adaptasyonu daha iyi değerlendirdiği ve hastanın vestibüler rehabilitasyon egzersizlerine katılımını artırıcı bir motivasyon olabileceği belirtilmiştir (105). İleride yapacağımız çalışmalarda, covert sakkadları ile doğru okuyabilme becerisi arasındaki ilişkinin pasif ve aktif baş hareketleriyle araştırılmasının vestibüler kompanzasyon mekanizması sürecini belirlemede daha fazla katkı sağlayacağını düşünüyoruz.

Horizontal ve vertikal SSK düzleminde farklı spor türlerine özgü fHIT normatif değerlerinin belirlenmesinin amaçlandığı Romano ve ark.'nın çalışmasında, profesyonel sporcular ile sporcu olmayan sağlıklı kontrol grubunun sonuçları karşılaştırılmıştır. Gruplar arasında 2,001–6,000 $^{\circ}/s^2$ aralığındaki baş akselerasyonlarındaki toplam DCY açısından anlamlı bir fark çıkmamış ve DCY sonucu %90 üzerinde bulunmuştur (68). Bu sonuç, kontrol grubumuzun toplam DCY sonucuyla uyumludur. Buna göre, tipik sağlıklı bir bireyin fHIT'de %100'e yakın doğru cevaplar vermesi beklendiği belirtilmiştir. Böylelikle, sağlıklı bireylerin fHIT ile doğru şekilde belirlenen DCY oranı göz önüne alınarak, fHIT'in vestibüler bozukluklarla ilgili özgüllüğünü arttırabileceği öne sürülmüştür. Ayrıca, çalışmada spor türüne özgü performansları fHIT'in ayırdedebildiği ve fHIT'i sporcunun

oyundaki performansını etkileyen hafif vestibüler bozuklukların objektif bir değerlendirmesi için uygun ve geçerli bir test adayı olabileceği düşünülmüştür (68).

Unilateral periferik vestibüler kaybı olan hastalarda ve kontrol grubunda bakış stabilizasyon testi (GST) ve dinamik görme keskinliği testi (dVAT) sonuçlarının karşılaştırıldığı Voelker ve ark.'nın çalışmasında ise, lezyon olmayan taraf ile karşılaştırıldığında, lezyon tarafında anlamlı düzeyde daha kötü dinamik görme keskinliği elde edilmiştir. Ayrıca, lezyon olmayan tarafın GST skorları da, kontrol grubuna göre düşük bulunmuştur. Elde edilen bu sonuçların, her iki testin hem lezyon hem lezyon olmayan tarafı birbirinden ayırdedebildiğini, GST'den elde edilen verilerin ise ayrıca lezyon olmayan taraf ile kontrol grubunu birbirinden ayırdedebildiğini desteklemiştir (106).

Çalışmamızda ve literatürde elde edilen sonuçların ışığında, fHIT'in 3000-6000 °/sn² aralığındaki yüksek baş akselerasyonlarında özellikle lateral SSK düzleminde unilateral kronik periferik vestibüler kayıplı hasta grubunun ipsilezyon tarafı ile kontralezyon tarafını; tüm SSK düzlemlerinde ise kontrol grubunu deney grubunun etkilenen ve sağlam tarafından anlamlı düzeyde ayırdedebildiği ve kanal-oküler VOR'un rezidüel fonksiyonellik durumunu net olarak gösterebildiği söylenebilir. Ayrıca, normal popülasyonun doğru cevap yüzdesinin altında bir test sonucu çıkması, tek taraflı periferik vestibüler kayıpta VOR'un fonksiyonel olarak bozulmasına ilişkin bir işaret olabilir.

Çalışmamız dışında, unilateral periferik vestibüler yetmezlikte fHIT ile vertikal kanal düzlemini değerlendiren bir çalışmaya literatürde rastlanmamıştır. Ancak, bu grupta vertikal dinamik görme keskinliğinin değerlendirildiği kısıtlı sayıda çalışma literatürde yer almaktadır. Dinamik görme keskinliği testi (dVAT) ile yapılan bir çalışmada, unilateral vestibüler hipofonksiyon (UVH) tanısı alan grubun vertikal düzlemdeki sonucu, sağlıklı normal katılımcılardan anlamlı düzeyde farklı bulunmamıştır (107). Bizim çalışmamızda ise, posterior ve anterior SSK düzlemlerinde kontrol grubu ile deney grubu arasında düşükten yükseğe doğru tüm baş akselerasyonlarında DCY skorları ve toplam DCY arasında anlamlı bir fark çıkmıştır. Roberts ve Gans'ın tek taraflı vestibüler disfonksiyonlu hastalarda horizontal ve vertikal dVAT'ı karşılaştırdığı çalışmada ise, çalışmamıza benzer sonuçlar elde edilmiştir (108). Horizontal DVA skoru vertikal DVA skoruna göre VOR fonksiyonelliğindeki bozulmayı göstermede iki kat hassas olsa da 33 hastanın 14'ünde dinamik vertikal düzlemde düşüş elde edilmiştir. Kontrol grubunda ise her iki düzlemde de normal DVA skoru bulunmuştur. Çalışmada kalorik test sonucuna göre unilateral

vestibüler disfonksiyon tanısı konduğu için, vertikal kanalları da test etmenin öneminin açığa çıktığı vurgulanmıştır (108). Çünkü, bazı hastalarda inferior vestibüler sinir hasarı olduğunda kalorik test normal çıkarken, posterior vHIT sonucu anormal olabilmektedir. Vestibüler sinirin ana gövdesinde bir hasar olduğunda ise, tüm kanallardaki vHIT kazancı düşük çıkabilmektedir (2). Bu nedenle, hastalarda sadece horizontal SSK'nın değerlendirilmesinin, vertikal düzlemde VOR'un fonksiyonelliğindeki bozulmayı gözden kaçırabileceği ve tanı ile sonraki tedavi sürecini olumsuz yönde etkileyebileceği öne sürülmüştür. Sadece horizontal düzlemde bakış stabilizasyonuna odaklanmak üzere tasarlanmış bir terapinin, vertikal düzlemde yeterli bakış stabilizasyonuna izin vermeyebileceği ve vertikal VOR görevi gerçekleştirilmedikçe bunun belirgin hale gelmeyebileceği belirtilmiştir. Doğal olarak, uygun sonucu göstermek için tedavi sonrası her iki düzlemde de fonksiyonu değerlendirmenin önemli olacağı belirtilmiştir (108).

Bu sonuçlar doğrultusunda, unilateral vestibüler yetmezlik tanısı alan hastalarda vertikal SSK düzleminin de değerlendirilmesinin, bu düzlemde gözden kaçabilecek VOR fonksiyonelliğindeki bozulmayı ve uygun bir terapi planı belirleme açısından önemli bir yer tutacağını düşünüyoruz.

5.1.2. fHIT vestibülogramında her bölmedeki baş akselerasyonunun fonksiyonu olarak doğru cevapların yüzdesi

Çalışmamızda, tüm SSK'larda deney grubunun hem etkilenen tarafının hem de sağlam tarafının baş akselerasyonu 3000'den 6000 $^{\circ}/s^2$ 'ye arttıkça, DCY düşmeye başlamıştır. Lateral SSK düzleminde ise, etkilenen kulak tarafı ile sağlam kulak tarafının 3000 ile 4000 $^{\circ}/s^2$ bölmelerindeki baş akselerasyonlarındaki DCY arasında anlamlı düzeyde fark elde edilmiştir. Daha yüksek baş akselerasyonlarındaki bölmelerde (bins) (5000 ve 6000 $^{\circ}/s^2$) ise etkilenen tarafta DCY daha düşük elde edilmesine rağmen, iki tarafın DCY arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Posterior ve anterior SSK'larda etkilenen kulak tarafı ile sağlam kulak tarafı arasında ise hiçbir bölmede (bin) anlamlı fark elde edilmemiştir. Öte yandan, kontrol grubunun tüm akselerasyonlardaki DCY, tüm SSK'larda %90'ın üzerinde elde edilmiş olup, en yüksek baş hızındaki bölmede (6000 $^{\circ}/s^2$) düşüş görülmüştür. Sonuç olarak, kontrol grubunun DCY ile deney grubunun ipsilezyon ve kontralezyon tarafının değerlendirilen farklı baş hızlarındaki DCY arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark ortaya çıkmıştır.

Ramat ve ark., normal sağlıklı kişilerde ve farklı vestibüler hastalıklara (meniere, vestibüler nörit, bilateral vestibüler bozukluk, santral vestibüler bozukluk) sahip kişilerde, yeni geliştirdikleri yazılım ve donanım olan fHIT'i horizontal düzlemde uygulayıp farklı baş akselerasyonlarındaki ($2000-7000^{\circ}/s^2$) vestibüler fonksiyon durumunu değerlendirmiştir (10). Kontrol grubu, yavaştan hızlı baş hareketlerine doğru her bölme aralığında %98 ve %100 arası DCY elde etmiştir. Çalışmamızla en yüksek hız hariç, uyumlu bir sonuçtur. 39 hastanın 30'u ise, $4000-6000^{\circ}/s^2$ aralığındaki her bölmede, etkilenen ve sağlıklı taraf fark etmeksizin anormal sonuç almış ve hız yükseldikçe, DCY düşmüştür. Geri kalan hastalar ise, 2000, 3000 ve $7000^{\circ}/s^2$ bölmelerinde anormal sonuç elde etmiştir. Bu nedenle, klinik ortamlarda, tanılama gücünde önemli bir azalma olmadan hastaların test edilmesi için gereken süreyi en aza indirmek için 4000, 5000 ve $6000^{\circ}/s^2$ 'deki baş akselerasyonlarında test edilmesinin yeterli olduğunu belirtmişlerdir (10).

Weber ve ark.'nın çalışmasında ise, Unilateral vestibülopati hastalarının (unilateral vestibüler nörit (VN) ve vestibüler deafferentasyon (VD) tanıli hastalar) ve normal kişilerin VOR kazançları "search coil" tekniği ile farklı baş akselerasyonlarında analiz edilmiştir. Normal kişilerin VOR kazancı tüm baş hızlarında 1 ve 1'e yakın bulunmuş ve her iki kulak tarafında simetrik kazançlar elde etmiştir. Ancak, $750^{\circ}/s^2$ baş akselerasyonunda VOR kazancı 0.98 iken, $6000^{\circ}/s^2$ 'de 0.84'e düşmüştür (109). Hem bizim çalışmamızda hem de Weber ve ark.'nın çalışmasında, en yüksek baş hızında normal kişilerin VOR'larında bozulma ve DCY/kazançlarda düşüş oluşu, inhibitör cevabın saturasyonundan kaynaklanmaktadır. Başka bir deyişle, örneğin, normal bir kişide baş bir yöne (sol) çok hızlı hareket ettirildiğinde, sol labirent saniyede 280 ani artış (280 spikes/sec) hızında nöral aktivite meydana getirirse eksitator bir yanıt olacak ve saniyede 100 ani artış hızlı istirahat hızıyla birlikte nöral aktivite saniyede toplam 380 ani artış hızına çıkacaktır. Böylece, baş hareket hızı ne kadar yüksekse, eksitator nöral yanıtın büyüklüğü de o kadar yüksek olacaktır. Sağ labirentte ise inhibitör yanıt olacak ve düşmeye başlayacaktır. Ancak, inhibitör yanıt saniyede -180 ani artış hızında (100-280 spikes/sec) olamayacağı için, inhibitör yanıtla ortaya çıkan nöral aktivite 0 spikes/sec'a sınırlanacaktır. Bu durumda inhibitör yanıtta saturasyon olacaktır. Eksitator yanıt 280 spikes/sec'a çıkarken, inhibitör yanıt 100 spikes/sec'a düşeceği için, iki yanıtın arasındaki fark gözün başa göre arkada kalmasına sebep olup, VOR kazancı düşecektir. Sonuç olarak, belli bir baş hızından sonra inhibitör yanıtla ortaya çıkan nöral aktivite, eksitator yanıtın aksine, baş hareketinin hızıyla eşleşemeyecektir (2). Bu nedenle, normal kişilerde bile çok

yüksek hızlarda düşüş olması normal kabul edilmektedir. Weber ve ark.'nın çalışmasında ayrıca, en yüksek baş akselerasyonunda ipsilezyonel kazançlar VN'de 0.59'dan 0.29'a ve VD'de 0.47'den 0.13'e düşmüştür. Aynı akselerasyon aralığında, ortalama kontralezyonel kazançlar da doğrusal olarak 0,8'den 0,61'e azalmıştır. (109). Çalışmamızda deney grubunun ipsilezyon tarafı ile kontralezyon tarafının fHIT sonuçlarının daha yüksek akselerasyonlarda düşmeye başlaması, bu çalışmanın sonuçlarıyla uyumludur. Normal kontralateral tarafta çok yüksek hızlarda da düşüş oluşu da beklenen bir sonuç olup, baş normal tarafa döndürüldüğünde lezyon tarafından inhibitör yanıtın eksikliğine bağlı olarak kontralateral tarafta düşüş meydana gelmektedir (2, 109). Halmagyi ve ark.'nın çalışmasında, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında kontralezyon kulak tarafına doğru baş ivmelerine yanıt olarak üretilen göz hızının yetersiz olduğu bulunmuştur. Bu sonuçlardan yola çıkarak önerdikleri ilk hipotez, kontralezyon tarafta VOR fonksiyonunun santral baskılanmasıdır. Diğer bir hipotez ise, lezyonsuz kulağa doğru hareket ederken lezyonlu taraftan nöral aktivitenin azalmasıdır (110). Benzer şekilde, baş lezyon tarafına hızlıca hareket ettiğinde yeterli eksitator nöral aktivite meydana gelmeyecek ve lezyon tarafındaki labirentten okülomotor sisteme nöral girdi giremeyecektir. Sağlam labirent ise inhibitör yanıt üretecektir. Okülomotor sistem sadece limitli inhibitör yanıt alacaktır. Baş lezyon tarafına hareket ettiğinde, okülomotor sistem baş hareket hızını bilemediği için, sonucunda gerekli VOR ortaya çıkmayacaktır. Bu nedenle yine gözler arkada kalacak ve kazanç düşecektir (2).

Genel olarak, etkilenen taraf DCY'nin artan baş akselerasyonu ile daha fazla azalmasıyla birlikte, tek taraflı vestibüler yetmezliği olan hastaların vestibüler işlevinin artık doğrusal olmadığı ve uyaranlar daha zor hale geldikçe VOR fonksiyonelliğindeki kötüleşmenin net görüldüğünü ve vestibüler yetmezliği tanımlamada fikir verebileceğini düşünüyoruz.

5.2. fHIT ve vHIT Sonuçlarının Korelasyonu

Çalışmamızda deney grubunun vHIT'de VOR kazançları tüm kanallarda normal sınırlarda iken, fHIT'de ortalama toplam DCY'nin literatürde belirtilen normal değerlerin altında oluşu, Corolla ve ark.'nın çalışmasıyla uyumludur (5). Bu durum, Corolla ve ark. tarafından VOR'un fonksiyonel olarak bozulmasına işaret olarak yorumlanmıştır. Corolla ve ark. çalışmalarında, vestibüler nöritli hastaların horizontal SSK düzleminde etkilenen tarafın ortalama VOR kazancını hastalıktan üç ay sonra normal sınırlara (0.70) yakın elde

etmiştir. fHIT sonucunda da düzelme görülmüştür. Ancak, spesifik olarak, fHIT etkilenen tarafta ve kısmen sağlıklı tarafta hem akut dönemde hem de üç ay sonra vHIT'den daha fazla anormallik tespit etmiştir. Asimetri oranları da hem başlangıçta hem de 3 ay sonra fHIT için vHIT için olduğundan daha büyük bulunmuştur. Corolla ve ark. buna paralel olarak, vHIT ve fHIT'den elde edilen verilerin korelasyonunu bulamamıştır. Çalışmamızda ve literatürde elde edilen bu sonuçlar, kompanzasyon mekanizmasının kazanç değerlerini arttırdığının bir göstergesi olmasına rağmen, pasif baş hareketi sırasında hedefi doğru okuyabilmede yeterli olmadığına dair bir bulgu olarak düşünülebilir.

Colagiorgio ve ark. ise, aynı anda hem fHIT hem de vHIT uygulayabilen bir sistem (VideoHITD) geliştirerek rezidüel VOR durumunu ve covert sakkadları bir arada değerlendirip, bakış stabilizasyonundaki etkisini incelemişlerdir. Çalışmada, tek taraflı vestibüler bozukluğu olan çok az sayıda hasta ve sağlıklı kişi yer almıştır. Normal kişide test edilen tüm akselerasyonlarda %100'e yakın bir DCY elde edilmiş, VOR kazancı da 1'e yakın çıkmıştır. Vestibüler nörit başlangıcından dört gün sonra kaydedilen bir hasta verisinde ise, ipsilezyonel olarak 0.22, kontralezyonel olarak 0.50 kazanç bulunmuştur. Etkilenen tarafın toplam DCY %18, kontralateral tarafın ise %62'dir. Ayrıca, baş akselerasyonları arttıkça, her iki tarafın DCY ve kazançları düşmeye başlamıştır. Başka bir hastada ise, akut dönemden 1 ay sonra DCY, VOR kazançları ve covert sakkadlarda artış, overt sakkadlarda ise azalış görülmüştür (4). Zaman içinde hastada meydana gelen bu sonuçların, vestibüler kompanzasyon ve iyileşme süreci hakkında daha fazla bilgi sağlayacağı düşünülmüştür.

Martellucci ve ark. ise, aşırı alkol içmenin sağlıklı gönüllülerin vestibülo-okülomotor sistem duyarlılığı üzerindeki etkilerini vHIT ve fHIT ile değerlendirip, iki testin sonuçları karşılaştırmıştır (111). Orta seviyede alkol alım alışkanlığı olan 11 hasta ile pilot çalışma yapılmıştır. Yapılandırılmış bir ortamda alkol alımından sonra VOR kazançlarında anlamlı bir düşüş olsa da, sadece dört hastada normal değer in altında kazanç elde edilmiştir. Öte yandan, 11 hastanın dokuzunun fHIT performansında anlamlı düzeyde bozulma saptanmıştır. İki sonuç arasında uyumsuzluğa yönelik farklı varsayımlar ele alınmıştır. Buna göre, birincisi, VOR kazancı, VOR yeterliliği ile tam olarak eşleşmeyebilir. vHIT, matematiksel bir modele göre VOR davranışını ölçen objektif bir ölçü verir, ancak henüz motor tepkinin fonksiyonel etkinliği hakkında doğrudan bilgi vermemektedir. İkinci olarak, fHIT'in sonucunu etkileyen birçok dış faktörün olabilmesidir. fHIT, hastanın yüksek frekanslı baş rotasyonları sırasında bir bilgisayar ekranındaki optotipi

tanımlamasını gerektirir. Bu nedenle, fHIT sonuçları sadece açısal VOR'un "C" optotipini öne çıkarmak için etkili bir kontraversif hareket üretme yeteneğinden değil, aynı zamanda onu tanıma yeteneğinden de etkilenir. Bu yetenek, sırayla hem optik yolların hem de bilişsel mekanizmaların işlevsel bütünlüğüne bağlıdır. Bu yüzden de, fHIT'in yalnızca vestibüler mekanizmalar tarafından koşullandırılmadığı gerçeği, sonuçların vHIT ile olan tutarsızlığını açıklayabilir (111). Ramat ve ark. ise, fHIT ve vHIT arasındaki tutarsızlığı, covert sakkadlar yapan hastalar vHIT'de daha fazla normal sonuçlar çıkarabilirken, fHIT sırasında fonksiyonel olarak hasta kör olduğu için daha düşük skorlar elde edilebilir şeklinde açıklamıştır (10).

Bizim çalışmamızda, çalışmaların aksine, özellikle deney grubunun etkilenen tarafında lateral ve posterior kanal düzleminde fHIT ile vHIT sonuçları arasında pozitif ve orta düzeyde; anterior kanal düzleminde ise, pozitif ve zayıf düzeyde anlamlı düzeyde bir korelasyon bulunmuştur. Sağlam tarafta ise sadece lateral kanal düzleminde pozitif ve zayıf düzeyde anlamlı bir ilişki çıkmıştır. Kontrol grubunda ise, iki test arasında bir korelasyon yoktur. Her ne kadar fHIT'de VOR bozulması vHIT'e göre daha net görülse de, özellikle vestibüler yetmezlik tarafında DCY'nin artması ya da azalması, vHIT kazançlarında da artış veya azalma olacağına işaretler. Bu nedenle, fonksiyonel anlamda VOR'daki bozulma ya da iyileşme VOR kazançlarını da etkileyebilir şeklinde düşünebiliriz.

Sonuç olarak, vHIT ve fHIT bulguları, normal VOR kazancının yüksek frekanslarda başın açısal ivmelenmeleri sırasında etkili bir bakış stabilizasyonunu garanti etmek için gerekli ancak yeterli bir koşul olmadığını göstermektedir. Bu bulgular ışığında, VOR değerlendirmesi için vHIT ve fHIT, iki tamamlayıcı test olarak düşünülmelidir. vHIT VOR yanıtını ölçerek, VOR yolunun bütünlüğünü değerlendirirken, fHIT vestibüler olmayan faktörlerle bile etkilenebilen VOR fonksiyonelliği hakkında bilgi verir (111).

5.3. Kanal Parezi Düzeyi ile Test Sonuçlarının Korelasyonu

Literatürde, tek taraflı meniere tanısı alan hastaların kalorik test ve horizontal vHIT sonucunu karşılaştıran bazı çalışmalar, zayıf kalorik test sonucuna rağmen normal horizontal vHIT kazancı rapor etmiştir (112-114). Hannigan ve ark.'nın çalışmasına göre, normal horizontal kanal vHIT varlığında asimetric kalorik fonksiyon sonucunun, yaygın olarak meniere hastalığı ile ilişkili olup hastalığın tanısasal bir belirteci olarak işlev görebildiği öngörülmüştür (8). Bizim çalışmamızda unilateral kronik periferik vestibüler

bozukluğu olup, meniere tanısı alan hasta sayısı çoğunluktadır (42/48). Çalışmalarda hastalar olası ya da kesin meniere tanısı olarak belirtilmişken, bizim çalışmamızda ise hastaları dahil etme kriteri olarak “Unilateral periferik vestibüler yetmezlik” tanısı baz alındığı için, yetmezliğin altında yatan meniere hastalığı kendi içinde alt gruplara ayrılmamıştır. Geri kalan hastaların tanısı ise vestibüler nörit (6/48). Unilateral vestibüler nöritli hastalarda vHIT ve kalorik testteki uzun dönem değişiklikleri değerlendiren bir çalışmada, akut dönemde kanal parezi düzeyinde artış ve vHIT kazançlarında düşüş görülürken, kronik dönemde ise kanal parezi düzeyinde değişiklik olmasa da vHIT kazançları artmış ve iyileşme saptanmıştır. Bu nedenle, horizontal vHIT kazancındaki iyileşme ve kanal parezi arasında doğrusal bir korelasyon bulunmamıştır (115). Zellhuber ve ark. da, kısa süreli 3 aylık analizlerinde vHIT kazanç asimetrisi ile kalorik test sonuçlarının tek taraflı zayıflığı arasında doğrusal bir ilişki olmadığını bildirmiştir (116). Uzun dönem sadece kalorik test sonuçlarındaki değişikliklerin değerlendirildiği başka bir çalışmada da, VN’li hastaların %80’inde altı ay sonra bile kanal parezi gözülürken, 5-10 yıl sonrasında ise %50’sinin hala kanal parezi gösterdiği saptanmıştır (117). Kronik baş dönmesi şikayeti olan hastaların kalorik test ve vHIT bulgularını karşılaştıran bir çalışmada da, dahil edilen 157 hastanın 113’ünde tek taraflı kanal parezi elde edilirken, sadece 41’inde anormal vHIT sonucu ortaya çıkmıştır. Vestibüler disfonksiyonu kalorik test ile tanımlama olasılığı %72, vHIT ile %26 bulunmuştur. Düşük ve ileri kanal parezi düzeyine sahip hastaların vHIT kazançları arasında da anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu nedenle, kanal parezi düzeyi ve VOR kazançları arasında anlamlı bir korelasyon elde edilmemiştir. Yazarlar, bu sonuçların horizontal VOR kazancının kanal parezi düzeyini yordamayacağını öne sürmüştür (118).

Çalışmamızda kanal parezi düzeyine göre üç alt gruba ayrılan deney grubunun vHIT sonuçlarına bakıldığında ise, kanal parezi düzeyi arttıkça lateral SSK’da VOR kazancı düşmeye başlasa da, ileri düzey kanal parezi grubunda bile kazanç değeri normal sınıra yakın bulunmuştur (0.7). Ancak, ileri ve hafif düzey kanal parezi grupları arasındaki fark anlamlı düzeyde çıkmıştır. Anterior ve posterior SSK’larda ise, tüm kanal parezi gruplarının VOR kazancı normal elde edilmiş ve gruplar arası anlamlı bir fark çıkmamıştır. Kazanç değerleri ile kanal parezi düzeyleri arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için yapılan korelasyon analizinde de, istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmamıştır. Elde edilen bu sonuçların, literatürle uyumlu şekilde, kalorik test ile vHIT sonucu arasındaki uyumsuzluğu gösterdiğini düşündük.

Meniere hastalığının endolenfatik hidropsa bağlı olduğu bilinmektedir. McGarvie ve ark. tarafından kalorik test ve vHIT arasındaki uyumsuzluğa ilişkin çalışma bulgularına yönelik olarak ileri sürülen hipotez, hidropik sürecin horizontal SSK'daki duktusun şişmesine neden olarak, baş rotasyonuna verilen tepkileri etkilemeden kupula boyunca daha küçük termal olarak indüklenen basınç değişikliğine neden olduğudur (112). Fukushima ve ark. da, bu görüşe paralel olarak, meniere tanısı alan hastaların kalorik test ve vHIT sonuçlarındaki farklılığın potansiyel olarak endolenfatik duktus hacminin etkisinden kaynaklandığını öne sürmüştür. Vestibüler sistemdeki yüksek basınç ve endolenfatik hidropsun, kupula defleksiyonunun azalmasına ve endolenfatik tutulumu yol açarak kalorik stimülasyonun kaybolmasına neden olabileceği ve bu nedenle, endolenfatik duktus genişlediğinde kupula genliği küçülüp hastanın kalorik testte kanal parezisi göstermesine yol açabileceği düşünülmüştür. Bununla birlikte, vHIT yüksek frekanslı açısal akselerasyon kullandığından ve büyük bir kupula genliği oluşturduğundan, endolenfatik hidropstan etkilenmeyeceği ve bu nedenle yanıtların normal çıkacağı varsayılmıştır (119). Öte yandan, kalorik test ve vHIT sonuçlarındaki uyumsuzluğun başka bir nedenden kaynaklanabileceği de tartışılmaktadır. Bu uyumsuzluğun nedeninin, uyarılan tüylü hücrenin tipiyle (tip I ya da tip II) bağlantılı olabileceği düşünülmektedir. Bu durum, “hücre tipi teorisi” ya da başka bir deyişle “dual frekans teorisi” olarak adlandırılmıştır. Bu teoriye göre, tip I tüylü hücreler düzensiz afferent fibirleriyle, tip II tüylü hücreler ise düzenli afferent fibirleriyle bağlantılıdır. Düzensiz afferentler yüksek frekansı ve yüksek akselerasyonlu baş hareketlerini kodlarken, düzenli afferentler düşük frekanslı ve düşük akselerasyonlu baş hareketlerini kodlar. Spesifik olarak, VOR öncelikle, düşük frekanslı uyaranlarla karşılaşıldığında düzenli ateşleme afferent fibirleri tarafından ve organizma yüksek frekanslı harekete maruz kaldığında ise düzensiz afferentler tarafından çalıştırılabilir. Bu, ideal olarak düzensiz afferentleri geçici (yani yüksek hızlı ve ivmeli) kafa hareketlerine karşı daha hassas hale getirir. vHIT VOR kazançlarını yüksek frekanslı uyaran yanıtlarıyla, kalorik test ise düşük frekans uyaranları değerlendirir. Bu nedenle, vHIT muhtemelen düzensiz fibirleri uyarırken, tonik kalorik uyaran kristanın çevresinde bulunan düzenli fibirleri tercihli olarak uyarmaktadır (112, 113, 120). Tsuji ve ark.'nın yaptığı histoloji çalışmasında, vestibüler tüylü hücre ve Scarpa ganglionunda meniere ve vestibüler nöritin etkisi incelenmiştir. Tüylü hücrelerin tipi ve sayısı hesaplandığında, hasarlı kulak tarafında kristadaki tip II tüylü hücrelerde anlamlı bir kayıp ve scarpa ganglion hücrelerinin yoğunluğunda düşüş bulunmuştur. Ancak, tip I tüylü hücrelerin sayısında fark görülmemiştir (121). Meniere hastalarında tip II tüylü hücrelerindeki seçici kayıp ve tip I

hücrelerinin korunması durumunun, çalışmamızda elde edilen anormal kalorik test-normal vHIT sonucunu açıklayan bir bulgu olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, santral kompanzasyonun etkisi de tamamen göz ardı edilemez. Günlük aktivitelerde hızlı açışal baş hareketleri sık olduğu için, hızlı baş hareketine yanıt, fizyolojik olmayan kalorik yanıtla göre vestibüler hipofonksiyona daha iyi uyum sağlayabilir. Bu nedenle, yüksek frekanslı VOR'un farklı santral adaptasyon yoluyla daha hızlı iyileşme kapasitesine sahip olduğu ileri sürülmüştür (122). Böylece, tip I tüylü hücrelerin korunması, yüksek frekanslı uyarana santral adaptasyon için daha etkili bir periferik sinyal sağlayabilir (123). Dahası, düşük frekanslı kalorik yanıtlar anormal kalırken, yüksek frekanslı vHIT'de normal sonuç elde edilebileceği beklenmektedir (122).

Sonuçta, bu iki test farklı uyaran frekansını kullandığı ve farklı iyileşme oranları gösterdiğinden dolayı, daha geniş bir frekans yelpazesini kapsayacak ve vestibüler işlevi daha kesin olarak test edecek şekilde birleştirilmesi ve birbirini tamamlaması önemlidir. Çalışma örneklemimizin bulgularına bakıldığında kalorik testin vestibüler disfonksiyona daha hassas olduğu söylenebilir. Bu nedenle, tek başına vHIT kronik şikayetleri olan hastalar için vestibüler sistemi değerlendiren yeterli bir tarama aracı değildir.

Çalışmamızda, deney grubunun kalorik test sonucuna göre üç alt kanal parezi grubunun fHIT sonuçları karşılaştırıldığında ise, lateral ve anterior SSK düzlemlerinde 3000–6000 $\%/\text{sn}^2$ baş akselerasyon aralığındaki toplam doğru cevap yüzdesi (DCY) ve o aralıktaki her baş akselerasyonundaki (3000, 4000, 5000, 6000 $\%/\text{s}^2$) DCY açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark çıkmıştır. Posterior SSK düzleminde ise, 3000–6000 $\%/\text{s}^2$ baş akselerasyon aralığındaki toplam doğru cevap yüzdesi (DCY) ve o aralıktaki 3000 ve 4000 $\%/\text{s}^2$ baş akselerasyonlarındaki DCY açısından gruplar arasında anlamlı fark elde edilmiştir. Bu farkların kaynağının ileri düzey grubun sonuçlarından dolayı olduğu bulunmuştur. Elde edilen bu sonuçlara göre, özellikle baş akselerasyonu arttıkça, tüm kanal parezi gruplarının DCY düşse de, ileri düzey kanal parezi grubundaki düşüş dramatik olmuştur. İleri düzey kanal parezi grubunda tüm kanallarda her akselerasyonda DCY %80'in altındadır. Orta düzey grupta ise lateral ve posterior kanallarda toplam DCY ve tüm kanallardaki 5000 ve 6000 $\%/\text{s}^2$ akselerasyonlarındaki DCY %80'den azdır. Hafif düzey kanal parezi grubunda ise, tüm kanallarda sadece en yüksek baş akselerasyonunda (6000 $\%/\text{s}^2$) DCY %80'in altına düşmüştür. Kanal parezi düzeyi ile toplam ortalama DCY sonucunun korelasyonu da karşılaştırıldığında, lateral kanal düzleminde negatif yönlü ve düşük düzeyde, posterior ve

anterior kanallarda ise negatif yönlü ve orta düzeyde ilişki saptanmıştır. Bu korelasyon analizi sonucunun, kanal parezi düzeyi arttıkça, DCY'nin düşmeye başladığını ve kanal parezisindeki artışın hızlı baş hareketleri sırasında optotipi doğru ayırtetmeyi bozucu bir faktör olduğuna işaret olabilir.

Literatürde, unilateral vestibüler yetmezlik grubunda kanal parezi düzeyine göre yüksek frekanslı dinamik görme keskinliği ve VOR fonksiyonelliğindeki bozulmaya ilişkin benzer bir çalışmaya Dannenbaum ve ark.'nın yaptığı araştırmada rastlanmıştır (124). Her hastanın kalorik zayıflık yüzdesi ile düşük ve yüksek frekanstaki dinamik görme keskinliği (DVA) skorları, horizontal ve vertikal kanal düzlemlerinde karşılaştırılmıştır. Ancak, çalışmada sadece tek taraflı vestibüler yetmezliği olan 10 katılımcı yer almıştır. Bizim çalışmamızda ise, tek taraflı periferik vestibüler yetmezliği olan 48 hasta mevcuttur. Çalışmamıza benzer şekilde hem vertikal hem horizontal baş hareketinde düşük frekanslı hızla karşılaştırıldığında, yüksek frekanslı hızlarda dinamik görme keskinliğinde daha fazla bozulma saptanmıştır. Kanal parezi düzeyi ile horizontal ve vertikal DVA skorları arasında negatif yönlü ve düşük düzeyde korelasyon bulunmuştur. Elde edilen bu sonuç, çalışmamızda bulunan korelasyon sonucuyla benzerdir. Vestibüler bozukluğun boyutunun DVA skorlarını çok fazla etkilememesinin sebebinin, katılımcıların kanal parezi düzeyinin çok yüksek olmamasından kaynaklandığı şeklinde açıklamışlardır. Daha fazla sayıda denekle sonucun farklılaşabileceği varsayılmıştır. Sonuç olarak, yazarlar yüksek frekanslarda DVA'da anormal skorlar görülmesinden ötürü, bu bulguların klinik ortamda DVA testi sırasında baş hareketi frekansının standartlaştırılmasının önemini gösterdiğini öne sürmüştür. Bu nedenle, bu sonuçların kısmi vestibüler bozukluk sebebiyle yüksek frekanslarda görme keskinliğinde bozulma tespit ettiğinden dolayı, vestibüler bozukluğu olan hastalar için test bataryasına klinik DVA testinin dahil edilmesini desteklediğini düşünmüşlerdir (124).

Bizim çalışmamızda da, unilateral periferik vestibüler yetmezliği olan hastaların kanal parezi düzeyi artmasına rağmen, VOR kazanç değerlerinde çok fazla düşüş olmaması sonucu, santral kompanzasyon mekanizmasının etkisi ve tip II tüylü hücrelerdeki anlamlı kayba işaret etmektedir. Ayrıca, kanal parezi düzeyiyle orantılı olarak doğru cevap yüzdesinde dramatik azalma oluşu ve aralarında negatif korelasyon sonucu, VOR'un fonksiyonelliğindeki bozulmayı net olarak göstermiştir. Bu nedenle, vHIT'le karşılaştırıldığında, kronik dönem tek taraflı periferik vestibüler kaybı olan hastaların vestibüler bozukluk düzeyini ve VOR fonksiyonelliğindeki etkilenmeyi fHIT'in daha

spesifik değerlendirebileceği varsayıldığı için klinik ortamda vestibüler test bataryasına rutin olarak eklenebileceğini ve ayrıca, vestibüler rehabilitasyon sürecinde iyileşme durumunun objektif olarak da gözlenebilmesi açısından fHIT'in değerli bir araç olduğunu düşünüyoruz.

5.4. Baş Dönmesine İlişkin Subjektif Engellilik Algısı ile Kanal Parezi Düzeyi, VOR Fonksiyonelliğindeki Bozulma ve VOR Kazancı Arasındaki İlişki Sonuçlarının İncelenmesi

Baş dönmesi engellilik envanteri (BEE), baş dönmesinden muzdarip hastalarda herhangi bir baş dönmesi nedeni ile ilişkili günlük yaşamdaki engellilik algı derecesini değerlendiren ilk öz değerlendirme envanteri olup, artan handikap düzeyi ile yüksek BEE skoru bağlantılıdır (125).

Literatürde, tek taraflı periferik vestibüler bozukluklarda kalorik test, vHIT ile BEE sonuçları arasındaki korelasyonu inceleyen bazı çalışmalar mevcuttur. Redondo-Martínez ve ark., akut dönem ve semptomların başlangıcından sonraki 3.ayda vestibüler nöritli hastalardaki kalorik test, vHIT ve BEE sonuçlarının ilişkisini değerlendirmişler ve testler arasında anlamlı bir doğrusal korelasyon bulamamışlardır (126). McCaslin ve ark.'da, vestibüler nörit/labirentit öyküsü olan hastalarla yaptıkları çalışmada, benzer şekilde, algılanan baş dönmesi engellilik düzeyi, kalorik asimetri ve vHIT sonuçları arasında korelasyon elde etmemiştir (127). Ayrıca, çalışmamıza benzer şekilde kalorik asimetri düzeyine göre hastaları alt gruplara ayırmışlardır. Grup karşılaştırmalarında testler açısından, anlamlı bir farklılık ve etkileşim bulunmamıştır. Yip ve Strupp ise, santral, periferik ve fonksiyonel vestibüler bozukluklarda BEE ve farklı vestibüler test parametrelerinin (vHIT, kalorik test, c/o VEMP) korelasyonunu araştırmıştır. Periferik vestibüler bozukluk grubunda BEE'nin hiçbir test ile korelasyonu bulunmamış ve BEE'nin bozukluğun düzeyi ya da varlığını yansıtmadığı sonucuna ulaşılmıştır (125). Corolla ve ark. ile Versino ve ark.'nın yaptıkları çalışmalarda, vestibüler nöritli hastaların horizontal kanal vHIT ve fHIT parametreleri ile BEE skorları arasında da anlamlı bir korelasyon çıkmamıştır (5, 128). Çalışmamızda da benzer şekilde, lateral, anterior ve posterior kanallardaki fHIT toplam DCY ve vHIT kazanç değeri sonuçları ile BEE toplam skoru arasında anlamlı bir korelasyon elde edilmemiştir. Ayrıca, BEE düzeyine göre, fHIT toplam DCY ve vHIT kazanç değeri sonuçları arasında anlamlı düzeyde bir farklılık olmamıştır. Kanal parezi grupları arasında da toplam puan ile emosyonel ve fiziksel alt

puanları arasında anlamlı bir fark elde edilmemiştir. Alınan toplam puana göre belirlenen engellilik algısı düzeyi de gruplar arasında farklılaşmamıştır. Kanal parezi grupları arasında sadece fonksiyonel alt ölçek puanları arasında anlamlı düzeyde bir fark bulunmuştur. Bu nedenle, karanlıkta yürümek, yakınmaların iş ve ev sorumluluklarını engellemesi gibi günlük yaşamda sadece fonksiyonel anlamda hastaları engelleyici durumların kanal parezi düzeyiyle ilişkili olabildiği öngörülebilir. Öte yandan, kalorik test çok düşük frekanslarda VOR'u değerlendirdiği için, anormal kalorik test sonucu olan hastalar, günlük yaşamlarında kullandıkları yüksek hızlı doğal baş hareketleri sırasında bu bozukluğun farkında olmayabilir. Ayrıca, daha yüksek frekanslara göre düşük frekanslarda görsel ve proprioseptif sistemlerden bilgi alma gibi denge stratejilerini kullanmada hareket kontrolü, daha erken ve kolay kompanse edilebilmektedir. Bu nedenle, anormal kalorik test sonucu olan hastalar, normal gruptan farklı olmayan BEE skorları elde edebilmektedir (129).

Kanal parezisinin iyileşme süreci uzun zaman alıp, BEE ile arasında tutarsızlık beklenirken, vHIT ve fHIT'in günlük yaşamdaki hızlı baş hareketlerine benzer şekilde hareket frekanslarını içerdiği göz önüne alındığında, bu testler ile BEE arasında anlamlı bir ilişkinin bulunmayışı bir soru işaretidir. Redondo-Martínez, elde edilen objektif ve subjektif testlerin tutarsızlığına yönelik olarak, bu testlerin, hastanın subjektif klinik durumunun göstergesi gibi görünmediğini belirtmiştir. Bu nedenle, kalorik test, vHIT, fHIT ile BEE arasında net bir ilişki kurulamamakta olup, BEE'nin baş dönmesi ve dengesizlik bozuklukları gibi standardize edilmesi zor olan parametreleri değerlendirmeye çalışan öznel bir test olduğunu vurgulamıştır (126). McCaslin ise, vestibüler bozukluklar iki taraflı ve ileri düzey olmadıkça, genellikle objektif ve subjektif test sonuçlarının birbiriyle çelişkili olduğunu belirtmiştir (127).

Literatürde ortaya çıkan bir fikir birliği, baş dönmesine ilişkin engelliliğin öznel değerlendirme skorlarının objektif test anormallikleri dışındaki faktörlerle daha güçlü bir şekilde ilişkili olduğudur. Objektif vestibüler test sonuçları ile BEE skorları arasındaki tutarsızlığın sebebinin, BEE skorlarının hastaların anksiyete ve depresyon düzeyi, baş etme stratejilerindeki farklılıklar, baş dönmesinin ve hastalığın süresi, bilişsel ve emosyonel faktörler gibi farklı değişkenlerden etkilenebileceğinden kaynaklandığı düşünülmüştür (127, 129, 130). Ayrıca, yaşam stili, kişinin genel sağlık durumu, aile destek düzeyi, fiziksel bir hastalıkla baş edebilme motivasyonu ve psikolojik stres gibi bazı faktörler kontrol edilememektedir (129). Geniş hasta popülasyonu ile yapılan bir çalışmada, hastaların %44'ünde vHIT ya da kalorik testte vestibüler anormallik çıkmıştır. BEE,

normal ve anormal vestibüler fonksiyon parametreleri için anlamlı bir farklılık göstermemiştir. Çok değişkenli regresyon modeli analizine göre, baş dönmesi engelliliğine ilişkin faktörlerin, yaş, cinsiyet, stres, semptom odaklanma, utanç, kaçınma ve olumsuz sonuçlar hakkında inançlar olduğu saptanmıştır. Bu nedenle, yazarlar algılanan engellilik düzeyinin sadece altta yatan yapısal vestibüler bozukluğun varlığıyla açıklanamayacağı ve bozulmuş vizüel-vestibüler algı ile psikolojik özelliklerin birleşiminden kaynaklanabileceği sonucuna varmıştır (131).

Birçok vestibüler bozukluğun altında yatan patofizyoloji anlaşılabilse de vestibüler testlerin sonuçlarının hastaların yaşadığı gerçek baş dönmesi/sersemlik hissini yansıtamadığı ve anksiyete düzeyi, stres, kişisel faktörler gibi durumların subjektif engellilik algısıyla bağlantılı bulunuşu, sadece patofizyolojinin vestibüler hastalıkların her yönünü açıklamada yetersiz kaldığının göstergesi olabilir. Bu nedenle, BEE'nin yanı sıra anksiyete, depresyon, psikolojik stresi değerlendiren diğer psikometrik araçların kullanılmasının da hastaların subjektif semptomlarının ölçümüne kapsamlı bir katkı sağlayacağına inanıyoruz.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, unilateral periferik vestibüler yetmezlik tanısı alan (deney grubu) toplam 48 hastanın horizontal ve vertikal (anterior ve posterior) semisirküler kanallardaki fonksiyonel head impulse test (fHIT), video head impulse test (vHIT) ve baş dönmesi engellilik envanteri (BEE) sonuçları prospektif ve kesitsel olarak değerlendirilip, kanal parezi düzeyi ile test sonuçları arasındaki korelasyon incelenmiş ve 70 sağlıklı kulağın (35 normal katılımcı) (kontrol grubu) test verileriyle karşılaştırılmıştır. Aşağıdaki şu sonuçlar elde edilmiştir:

- 1- Deney grubunun Standart fHIT Sonucu ($3000-6000 \text{ }^\circ/\text{sn}^2$ baş akselerasyon aralığındaki toplam doğru cevapların oranı)'na göre, horizontal SSK'da etkilenen ve sağlam tarafların toplam DCY arasında anlamlı düzeyde fark elde edildi ($p<0,05$). Vertikal (anterior ve posterior) SSK düzleminde ise, iki kulak arasında anlamlı bir fark çıkmadı ($p>0,05$).
- 2- Kontrol grubunun standart fHIT sonucuna göre elde edilen toplam DCY, horizontal ve vertikal SSK düzleminde, deney grubunun etkilenen ve sağlam tarafına göre anlamlı düzeyde yüksek elde edildi ($p<0,05$).
- 3- Deney grubunda, fHIT vestibülogramı ($3000-6000 \text{ }^\circ/\text{sn}^2$ aralığındaki her baş akselerasyonundaki DCY) ile yavaştan yüksek baş hızına doğru her bölmedeki DCY belirlendi. Buna göre, her SSK'da deney grubunun hem etkilenen tarafının hem de sağlam tarafının baş akselerasyonu 3000 'den $6000 \text{ }^\circ/\text{sn}^2$ 'ye arttıkça, DCY düşmeye başladı. Posterior ve anterior SSK'larda etkilenen kulak tarafı ile sağlam kulak tarafı arasında hiçbir akselerasyon bölgesinde anlamlı fark elde edilmez iken ($p>0,05$), lateral SSK'da ise etkilenen kulak tarafı ile sağlam kulak tarafının 3000 ile $4000 \text{ }^\circ/\text{sn}^2$ akselerasyonlarındaki DCY arasında anlamlı düzeyde fark elde edildi ($p<0,05$). Daha yüksek baş akselerasyonlarında (5000 ve $6000 \text{ }^\circ/\text{sn}^2$) ise etkilenen tarafta DCY daha düşük elde edilmesine rağmen, iki tarafın DCY arasında anlamlı fark bulunmadı ($p>0,05$).
- 4- Kontrol grubunun horizontal ve vertikal SSK'lardaki tüm baş akselerasyonlarında DCY ile deney grubunun ipsilezyon ve kontralezyon

tarafının DCY arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark ortaya çıktı ($p<0,05$).

- 5- Deney grubu, kalorik test ile elde edilen kanal parezi düzeyine göre üç gruba ayrıldı (hafif, orta ve ileri). Kanal parezi gruplarının horizontal ve vertikal kanallardaki 3000-6000 $^{\circ}/sn^2$ baş akselerasyon aralığındaki toplam DCY arasında anlamlı düzeyde bir fark bulundu. Buna göre, lateral ve posterior kanal düzlemlerinde sadece ileri düzey grubun ortalamasının hafif düzey gruptan düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,05$). Anterior kanal düzleminde ise, ileri düzey grubunun ortalaması, hafif ve orta düzey gruplara göre anlamlı düzeyde düşük çıktı ($p<0,05$).
- 6- Kanal parezi gruplarının horizontal ve vertikal kanallardaki 3000-6000 $^{\circ}/sn^2$ baş akselerasyon aralığındaki her baş akselerasyon bölgesindeki DCY skorları arasında da anlamlı fark elde edildi. Lateral kanalda, ileri düzey grubunun tüm baş akselerasyonlarındaki DCY, hafif düzey grubuna göre anlamlı düzeyde düşük elde edildi ($p<0,05$). Anterior kanalda, 3000 ile 5000 $^{\circ}/sn^2$ 'de sadece ileri düzey grubun DCY ortalamasının hafif düzey gruptan düşük olması ve 4000 $^{\circ}/sn^2$ 'de ileri düzey grubun ortalamasının orta düzey gruptan düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,05$). 6000 KHz'de ise, DCY bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0,05$). Posterior kanalda ise, 3000 ve 4000 $^{\circ}/sn^2$ baş akselerasyonlarında, ileri düzey grubun DCY ortalamasının hafif düzey gruptan düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,05$). 5000 ve 6000 $^{\circ}/sn^2$ 'deki ortalama DCY bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0,05$).
- 7- Deney grubunun vHIT sonucuna göre, lateral kanalda etkilenen tarafın VOR kazanç değeri, sağlam tarafa göre anlamlı düzeyde düşük bulundu ($p<0,05$). Posterior ve anterior kanallarda ise, taraflar arası anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0,05$).
- 8- Kanal parezi gruplarının vHIT sonucuna göre, lateral ve posterior kanallarda VOR kazanç değeri bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p<0,05$). Buna göre, her iki kanalda da sadece ileri düzey grubun ortalamasının hafif düzey gruptan düşük olması istatistiksel olarak

anlamli bulundu ($p<0,05$). Anterior Kanalda ise, VOR kazançları bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamli fark bulunmadı ($p>0,05$).

- 9- Kontrol grubunun horizontal ve vertikal kanallar düzlemindeki vHIT sonucuna göre, VOR kazançları deney grubunun etkilenen tarafına göre anlamli düzeyde yüksek elde edildi ($p<0,05$). Kontrol grubu ile deney grubunun sağlam tarafının VOR kazançları arasında ise anlamli bir fark bulunmadı ($p>0,05$).
- 10- fHIT ve vHIT sonuçlarının korelasyonu incelendiğinde, Deney grubu etkilenen taraf için, lateral ve posterior kanallarda pozitif yönlü ve orta düzeyde; anterior kanalda pozitif yönlü ve zayıf düzeyde istatistiksel olarak anlamli ilişki bulundu ($p<0,05$). Deney grubunun sağlam tarafının sadece lateral kanal düzleminde, pozitif yönlü ve zayıf düzeyde istatistiksel olarak anlamli ilişki bulundu ($p<0,05$). Kontrol grubunun hiçbir kanal düzleminde anlamli ilişki elde edilmedi ($p>0,05$).
- 11- Kanal parezi düzeyi ile DCY arasında lateral kanal düzleminde negatif yönlü düşük düzeyde ($r=-0,289$), vertikal kanal (anterior ve posterior) düzleminde ise negatif yönlü ve orta düzeyde ($r=-0,370$ ve $r=-0,490$) anlamli bir korelasyon bulundu.
- 12- Lateral, anterior ve posterior kanallarda deney grubunun etkilenen tarafının BEE düzeyleri (hafif, orta ve ileri) ile vHIT kazanç değeri ve fHIT toplam DCY arasında istatistiksel olarak anlamli fark bulunmadı ($p>0,05$). Aynı şekilde, BEE toplam puanı ile vHIT kazanç değeri ve fHIT toplam DCY arasında istatistiksel olarak anlamli korelasyon (ilişki) saptanmadı ($p>0,05$).
- 13- Kanal parezi grupları arasında BEE toplam, emosyonel ve fiziksel puanları bakımından istatistiksel olarak anlamli fark bulunmadı ($p>0,05$). BEE fonksiyonel alt puanları bakımından ise, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamli fark bulundu ($p= 0,012<0,05$).

Bu sonuçlar doğrultusunda;

- Çalışmamız amaçlarına ulaşmış olup, unilateral kronik periferik vestibüler yetmezliği olan hastalarda fHIT, horizontal ve vertikal SSK düzleminde baş akselerasyonları arttığında ve kanal parezi düzeyi artışında VOR fonksiyonelliğindeki bozulmayı göstermektedir.

- Bu çalışma ile, fHIT'in ayrıca normal sağlıklı kişiler ile vestibüler yetmezliği olan hastaları ayırt edebildiği görülmüştür.
- Öte yandan, vHIT ile VOR kazancı normal sınırlarda elde edilmesine rağmen, fHIT fonksiyonel anlamda daha fazla anormalliğe işaret edebilir.
- Her iki test de subjektif engellilik algısıyla ilişkili değildir. Subjektif baş dönmesi engellilik algısını arttıran anksiyete, depresyon, stres gibi farklı faktörlerin bağlantılı olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle, BEE tek başına, vestibüler hastalık semptomlarını yansıtmada yeterli olamayabilir. Psikometrik ölçüm araçlarının da ek olarak kullanılması, daha kapsamlı bir değerlendirme sağlayabilir.
- Vestibüler rehabilitasyon sürecinden sonra hastanın semptomlarında düzelme olmuyorsa, psikolojik danışma tekniklerinin de kullanılmasının yararlı olabileceğine inanıyoruz.
- vHIT VOR kazancıyla VOR yolunun bütünlüğünü, fHIT ise DCY ile VOR fonksiyonelliğini değerlendirdiği için, VOR değerlendirmesinde birbirini tamamlayıcı testler olarak klinik uygulamada yer alması gerektiğini düşünüyoruz.
- fHIT'in hastaların vestibüler rehabilitasyon sürecinde VOR fonksiyonelliğindeki iyileşme ve vestibüler kompanzasyon durumunu da objektif olarak gösterebileceğinden dolayı değerli bir test olduğu görüşündeyiz. Bu nedenle, fHIT'in vestibüler rehabilitasyon programlarına eklenmesi yararlı olacaktır.
- İleride yapılacak çalışmalarda, akut ve kronik dönemde tek taraflı periferik vestibüler yetmezliği olan hastalarda fHIT ile VOR fonksiyonelliğindeki değerlendirilmenin yanı sıra vHIT ile covert ve overt sakkadların varlığının durumu (sakkad latansı, amplitüdü gibi) ve VOR kazançlarıyla birlikte ilişkisinin incelenmesinin, vestibüler kompanzasyon mekanizması sürecini belirlemede daha fazla katkı sağlayacağına inanıyoruz.

KAYNAKLAR

1. Leigh R, Zee D. The neurology of eye movements. 4th ed. NewYork: Oxford University Press; 2006.
2. Biswas A. Clinical audio-vestibulometry for otologists and neurologists. 5th ed. Mumbai: Bhalani Publishing House; 2017.
3. Guneri E. Vestibüler sistemin anatomisi ve fizyolojisi. In: Onerci T, editor. Kulak burun boğaz baş boyun cerrahisi. otoloji. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Basımevi, 2016; p. 53.
4. Colagiorgio P, Colnaghi S, Versino M, Ramat S. A new tool for investigating the functional testing of the vor. *Front Neurol*. 2013; 4:165.
5. Corallo G, Versino M, Mandalà M, Colnaghi S, Ramat S. The functional head impulse test: preliminary data. *J Neurol*. 2018; 265(1):35-9.
6. Curthoys I, Manzari I. Clinical application of the head impulse test of semicircular canal function. *Hear Balance Commun*. 2017; 15:113-26.
7. Halmagyi GM, Chen L, MacDougall HG, Weber KP, McGarvie LA, Curthoys IS. The video head impulse test. *Front Neurol*. 2017;8:258.
8. Hannigan IP, Welgampola MS, Watson SRD. Dissociation of caloric and head impulse tests: a marker of Meniere's disease. *J Neurol*. 2019.
9. MacDougall HG, Weber KP, McGarvie LA, Halmagyi GM, Curthoys IS. The video head impulse test: diagnostic accuracy in peripheral vestibulopathy. *Neurol*. 2009; 73(14):1134-41.
10. Ramat S, Colnaghi S, Boehler A, Astore S, Falco P, Mandalà M, et al. A device for the functional evaluation of the vor in clinical settings. *Front Neurol*. 2012;3:39.
11. Goebel J. Function and dysfunction of the vestibular system. In: Desmond A, editor. *Vestibular function: evaluation and treatment*. 1st ed: Thieme, 2004; p. 21-43.
12. Schubert M, Shepard N. Practical anatomy and physiology of the vestibular system. In: Jacobson G, Shepard N, editors. *Balance function assessment and management*. 2nd ed: Plural Publishing, 2016; p. 1-16.

13. Eggers S, Zee D. Overview of vestibular and balance disorders. In: Eggers S, Zee D, editors. *Vertigo and imbalance: Clinical neurophysiology of the vestibular system*. Amsterdam: Elsevier, 2010; p. 3-4.
14. Allum JH, Pfaltz CR. Visual and vestibular contributions to pitch sway stabilization in the ankle muscles of normals and patients with bilateral peripheral vestibular deficits. *Exp Brain Res*. 1985; 58(1):82-94.
15. Colledge NR, Cantley P, Peaston I, Brash H, Lewis S, Wilson JA. Ageing and balance: the measurement of spontaneous sway by posturography. *Gerontol*. 1994; 40(5):273-8.
16. Hobeika CP. Equilibrium and balance in the elderly. *Ear Nose Throat J*. 1999; 78(8):558-62, 65-6.
17. Kingma H, van de Berg R. Anatomy, physiology, and physics of the peripheral vestibular system. *Handb Clin Neurol*. 2016; 137:1-16.
18. Zaleski-King A, Lai W, Sweeney A. Anatomy and physiology of the vestibular system. In: Babu S, Schutt C, Bojrab D, editors. *Diagnosis and treatment of vestibular disorders*. Switzerland: Springer; 2019. p. 3-16.
19. Hain T, Helminski J. Anatomy and physiology of the normal vestibular system. In: Herdman S, Clendaniel R, editors. *Vestibular rehabilitation*. 4th ed. Philadelphia: F. A. Davis Company; 2014. p. 2-14.
20. Mescher A. The eye and ear: special sense organs. In: Mescher A, editor. *Junqueira's basic histology: Text & atlas*. 12th ed. New York: McGraw-Hill Medical; 2010. p. 491-523.
21. Corrales CE, Mudry A. History of the Endolymphatic Sac: From Anatomy to Surgery. *Otol Neurotol*. 2017;38(1):152-6.
22. Highstein S, Fay R, Popper A. *The vestibular system*. Berlin: Springer; 2004.
23. Hızal E. Vestibüler sistemin anatomi ve fizyolojisi. In: Belgin E, Şahlı A, editors. *Temel odyoloji*. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri; 2015. p. 59-68.
24. McLaren JW, Hillman DE. Displacement of the semicircular canal cupula during sinusoidal rotation. *Neuroscience*. 1979; 4(12):2001-8.

25. Della Santina CC, Potyagaylo V, Migliaccio AA, Minor LB, Carey JP. Orientation of human semicircular canals measured by three-dimensional multiplanar CT reconstruction. *J Assoc Res in Otolaryngol.* 2005; 6(3):191-206.
26. Baloh R, Honrubia V. *Clinical neurophysiology of the vestibular system.* 2nd ed. Philadelphia, PA: FA Davis; 1990.
27. Baloh R, Kerber K. Overview of vestibular anatomy and physiology. *Clinical neurophysiology of the vestibular system.* 4th ed. New York: Oxford University Press, Inc; 2011. p. 4-10.
28. Wong A. *Eye movement disorders.* New York: Oxford University Press; 2008.
29. Barrett K, Barman S, Boitano S, Brooks H. Hearing & equilibrium. In: Barrett K, Barman S, Boitano S, HL B, editors. *Ganong's review of medical physiology.* 24th ed. New York: McGraw-Hill; 2012.
30. Schubert MC, Minor LB. Vestibulo-ocular physiology underlying vestibular hypofunction. *Phys Ther.* 2004; 84(4):373-85.
31. Büki B, Tarnutzer A. Vestibular physiology. In: Büki B, Tarnutzer A, editors. *Vertigo and dizziness.* 1st ed. Oxford: Oxford University Press; 2014. p. 13-24.
32. Backous D, Cloutier F. Surgical anatomy and physiology of the vestibular system. In: Weber P, editor. *Vertigo and disequilibrium: a practical guide to diagnosis and management.* 2nd ed. New York: Thieme; 2017. p. 52-65.
33. Huterer M, Cullen KE. Vestibuloocular reflex dynamics during high-frequency and high-acceleration rotations of the head on body in rhesus monkey. *J neurophys.* 2002; 88(1):13-28.
34. Bronstein AM, Gresty MA. Short latency compensatory eye movement responses to transient linear head acceleration: a specific function of the otolith-ocular reflex. *Exper Brain Res.* 1988; 71(2):406-10.
35. Johnston JL, Sharpe JA. The initial vestibulo-ocular reflex and its visual enhancement and cancellation in humans. *Exper Brain Res.* 1994; 99(2):302-8.
36. Cullen KE. Physiology of central pathways. *Handb Clin Neurol.* 2016; 137:17-40.
37. Markham CH, Diamond SG. Ocular counterrolling in response to static and dynamic tilting: implications for human otolith function. *J Ves Res.* 2002; 12(2-3):127-34.

38. Paige GD, Tomko DL. Eye movement responses to linear head motion in the squirrel monkey. II. Visual-vestibular interactions and kinematic considerations. *J Neurophys.* 1991; 65(5):1183-96.
39. Zalewski C. Rotational vestibular assessment (Core clinical concepts in audiology) 1st ed: Plural Publishing, Inc.; 2017.
40. Zalewski C, McCaslin D, Carlson M. Rotary chair testing. In: Babu S, Schutt C, Bojrab D, editors. *Diagnosis and treatment of vestibular disorders*. 1st ed. Switzerland AG: Springer; 2019. p. 75-9.
41. van de Berg R, Rosengren S, Kingma H. Laboratory examinations for the vestibular system. *Curr Opin Neurol.* 2018;31(1):111-6.
42. Dumas G, Perrin P, Ouedraogo E, Schmerber S. How to perform the skull vibration-induced nystagmus test (SVINT). *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis.* 2016; 133(5):343-8.
43. Fetter M. Caloric testing: background, technique, and interpretation. In: Eggers S, Zee D, editors. *Handbook of clinical neurophysiology*. Amsterdam: Elsevier; 2010. p. 135-40.
44. Jongkees LB. Caloric test; general considerations. *Acta Otorhinolaryngol Belg.* 1950; 4(2-4):376-82.
45. Jongkees LB, Philipszoon AJ. Electronystagmography. *Acta Otorhinolaryngol Suppl.* 1964; 189:1.
46. Roland P, Rutka J. Ototoxicity. Hamilton: Bc Decker Inc; 2004.
47. Herdman S. Computerized dynamic visual acuity test in the assessment of vestibular deficits. In: Eggers S, Zee D, editors. *Handbook of clinical neurophysiology*. Amsterdam: Elsevier; 2010. p. 181-90.
48. Tusa R. History and clinical examination. In: Herdman S, Clendaniel R, editors. *Vestibular rehabilitation*. Philadelphia: F. A. Davis Company; 2014. p. 160-77.
49. Bailey IL, Lovie JE. New design principles for visual acuity letter charts. *Am J Optom Physiol Optic.* 1976; 53(11):740-5.
50. McMonnies CW, Ho A. Letter legibility and chart equivalence. *Ophthalmic & physiological optics: Ophthalmic Physiol Opt.* 2000; 20(2):142-52.

51. Sloan L, Rowland W, Altman A. comparison of three types of test target for the measurement of visual acuity. *Q Rev Ophthalmol*. 1952; 8:4-16.
52. Kaiser PK. Prospective evaluation of visual acuity assessment: a comparison of snellen versus ETDRS charts in clinical practice (An AOS Thesis). *Trans Am Ophthalmol Soc*. 2009; 107:311-24.
53. Riska K, Murnane O. The video head impulse test. In: Gleason A, Kesser B, editors. *Dizziness and vertigo across the lifespan*. 1st ed: Elsevier. p. 105-17.
54. Halmagyi GM, Curthoys IS. A clinical sign of canal paresis. *Arch Neurol*. 1988; 45(7):737-9.
55. Curthoys I, MacDougall H, McGarvie L, Weber K, Szmulewicz D, Manzari I, et al. The video head impulse test (vHIT). In: Jacobson G, Shepard N, editors. *Balance function assessment and management*. San Diego, CA: Plural Publishing, Inc.; 2016. p. 392-430.
56. Markham CH, Yagi T, Curthoys IS. The contribution of the contralateral labyrinth to second order vestibular neuronal activity in the cat. *Brain Res*. 1977; 138(1):99-109.
57. Shimazu H, Precht W. Inhibition of central vestibular neurons from the contralateral labyrinth and its mediating pathway. *J Neurophys*. 1966; 29(3):467-92.
58. Termsarasab P, Thammongkolchai T, Rucker JC, Frucht SJ. The diagnostic value of saccades in movement disorder patients: a practical guide and review. *J Mov Disord*. 2015; 2:14.
59. Vital D, Hegemann SC, Straumann D, Bergamin O, Bockisch CJ, Angehrn D, et al. A new dynamic visual acuity test to assess peripheral vestibular function. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2010; 136(7):686-91.
60. Tian JR, Shubayev I, Demer JL. Dynamic visual acuity during passive and self-generated transient head rotation in normal and unilaterally vestibulopathic humans. *Exp Brain Res*. 2002; 142(4):486-95.
61. Herdman SJ, Tusa RJ, Blatt P, Suzuki A, Venuto PJ, Roberts D. Computerized dynamic visual acuity test in the assessment of vestibular deficits. *Am J Otol*. 1998; 19(6):790-6.

62. Demer JL, Honrubia V, Baloh RW. Dynamic visual acuity: a test for oscillopsia and vestibulo-ocular reflex function. *Am J Otol.* 1994; 15(3):340-7.
63. Miller J, Ludvigh E. The effect of relative motion on visual acuity. *Surv Ophthalmol.* 1962; 7(83):83-116.
64. Longridge NS, Mallinson AI. The dynamic illegible e-test: A technique for assessing the vestibulo-ocular reflex. *Acta Otolaryngol.* 1987; 103(5-6):273-9.
65. Burgio DL, Blakley BW, Myers SF. The high-frequency oscillopsia test. *J Ves Res.* 1992; 2(3):221-6.
66. Goebel JA, Tungsiripat N, Sinks B, Carmody J. Gaze stabilization test: a new clinical test of unilateral vestibular dysfunction. *Otol Neurotol.* 2007 ;28(1):68-73.
67. Pritcher MR, Whitney SL, Marchetti GF, Furman JM. The influence of age and vestibular disorders on gaze stabilization: a pilot study. *Otol Neurotol.* 2008; 29(7):982-8.
68. Romano F, Bertolini G, Agostino D, Straumann D, Ramat S, Feddermann-Demont N. Functional head impulse test in professional athletes: sport-specific normative values and implication for sport-related concussion. *Front Neurol.* 2019; 10:387.
69. Starkov D, Guinand N, Lucieer F, Ranieri M, Cavuscens S, Pleshkov M, et al. Restoring the high-frequency dynamic visual acuity with a vestibular implant prototype in humans. *Audiol Neuro-otol.* 2020; 25(1-2):91-5.
70. Schrauf M, Stern C. The visual resolution of Landolt-C optotypes in human subjects depends on their orientation: the 'gap-down' effect. *Neurosci lett.* 2001; 299(3):185-8.
71. Starkov D, Strupp M, Pleshkov M, Kingma H, van de Berg R. Diagnosing vestibular hypofunction: an update. *J Neurol.* 2020.
72. Kerber KA. Chronic unilateral vestibular loss. *Handb Clin Neurol.* 2016; 137:231-4.
73. McDonnell MN, Hillier SL. Vestibular rehabilitation for unilateral peripheral vestibular dysfunction. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015; 1:Cd005397.
74. Espinosa-Sanchez JM, Lopez-Escamez JA. Menière's disease. *Handb Clin Neurol.* 2016; 137:257-77.

75. Basura GJ, Adams ME, Monfared A, Schwartz SR, Antonelli PJ, Burkard R, et al. Clinical Practice Guideline: Ménière's Disease. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2020; 162(2):S1-s55.
76. Committee on Hearing and Equilibrium guidelines for the diagnosis and evaluation of therapy in Menière's disease. *J Am Ac Otolaryngol Head Neck Surg.* 1995; 113(3):181-5.
77. Lopez-Escamez JA, Carey J, Chung WH, Goebel JA, Magnusson M, Mandalà M, et al. Diagnostic criteria for menière's disease. *J Ves Res.* 2015; 25(1):1-7.
78. Goebel JA. 2015 Equilibrium committee amendment to the 1995 AAO-HNS guidelines for the definition of ménière's disease. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2016; 154(3):403-4.
79. Büki B, Tarnutzer A. Three frequent peripheral causes of dizziness and vertigo. In: Büki B, Tarnutzer A, editors. *Vertigo and dizziness.* United Kingdom: Oxford University Press; 2014. p. 47-76.
80. Minor LB, Schessel DA, Carey JP. Ménière's disease. *Curr Opi Neurol.* 2004; 17(1):9-16.
81. Merchant SN, Adams JC, Nadol JB, Jr. Pathophysiology of Meniere's syndrome: are symptoms caused by endolymphatic hydrops?. *Otol Neurotol.* 2005; 26(1):74-81.
82. Albers FW, Van Weissenbruch R, Casselman JW. 3DFT-magnetic resonance imaging of the inner ear in ménière's disease. *Acta Otolaryngol.* 1994; 114(6):595-600.
83. Rauch SD, Zhou G, Kujawa SG, Guinan JJ, Herrmann BS. Vestibular evoked myogenic potentials show altered tuning in patients with Ménière's disease. *Otol Neurotol.* 2004; 25(3):333-8.
84. Goddard JC, Fayad JN. Vestibular neuritis. *Otolaryngol Clin North Am.* 2011; 44(2):361-5, viii.
85. Smith T, Rider J, Cen S, Borger J. Vestibular neuronitis (labyrinthitis). *StatPearls.* Treasure Island (FL): StatPearls Publishing LLC., 2020.
86. Jeong SH, Kim HJ, Kim JS. Vestibular neuritis. *Sem Neurol.* 2013; 33(3):185-94.

87. Hemenway WG, Lindsay JR. Postural vertigo due to unilateral sudden partial loss of vestibular function. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1956; 65(3):692-706.
88. Schuknecht HF, Kitamura K. Second Louis H. Clerf Lecture. Vestibular neuritis. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl*. 1981; 90(1 Pt 2):1-19.
89. Hirata Y, Sugita T, Gyo K, Yanagihara N. Experimental vestibular neuritis induced by herpes simplex virus. *Acta Otolaryngol Suppl*. 1993; 503:79-81.
90. Goebel JA, O'Mara W, Gianoli G. Anatomic considerations in vestibular neuritis. *Otol Neurotol*. 2001; 22(4):512-8.
91. Scarpa A, Gioacchini FM, Cassandro E, Tulli M, Ralli M, Re M, et al. Clinical application of cVEMPs and oVEMPs in patients affected by ménière's disease, vestibular neuritis and benign paroxysmal positional vertigo: a systematic review. *Acta Otorhinolaryngol Ital*. 2019; 39(5):298-307.
92. Jacobson G, Newman C, Piker E. Assessing dizziness-related quality of life. In: Jacobson G, Shepard N, editors. *Balance function assessment and management*. 2nd ed. San Diego, CA: Plural Publishing; 2016. p. 163-208.
93. WHO. <http://www.cdc.gov/nchs/icd.htm> 2002 [10/07/2020].
94. Duracinsky M, Mosnier I, Bouccara D, Sterkers O, Chassany O. Literature review of questionnaires assessing vertigo and dizziness, and their impact on patients' quality of life. *Value in health. J Int Soc Pharm Outcom Res*. 2007; 10(4):273-84.
95. Hisli N. Beck Depresyon Envanteri'nin üniversite öğrencileri için geçerliği, güvenirliği. *Türk Psik Derg*. 1989; 3-13.
96. Ulusoy M. Beck Anksiyete Envanteri: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. [Uzmanlık tezi]. Bakırköy Ruh ve Sinir Hastalıkları Hastanesi; 1993.
97. Demiral Y, Ergor G, Unal B, Semin S, Akvardar Y, Kivircik B, et al. Normative data and discriminative properties of short form 36 (SF-36) in Turkish urban population. *BMC Public Health*. 2006; 6:247.
98. Karapolat H, Eyigor S, Kirazli Y, Celebisoy N, Bilgen C, Kirazli T. Reliability, validity and sensitivity to change of turkish dizziness handicap inventory (dhi) in patients with unilateral peripheral vestibular disease. *Int J Adv Otol*. 2009; 5(2):237-45.

99. Yanik B, Külçü DG, Kurtais Y, Boynukalin S, Kurtarah H, Gökmen D. The reliability and validity of the vertigo symptom scale and the vertigo dizziness imbalance questionnaires in a turkish patient population with benign paroxysmal positional vertigo. *J Ves Res.* 2008; 18(2-3):159-70.
100. Gungen C, Ertan T, Eker E, Yasar R. Standardize mini mental testin türk toplumunda hafif demans tan›s›nda geçerlik ve güvenilirliği. *Türk Psik Derg.* 2002; 13(4):273-81.
101. Honaker JA, Shepard NT. Performance of fukuda stepping test as a function of the severity of caloric weakness in chronic dizzy patients. *J Am Ac Audiol.* 2012; 23(8):616-22.
102. Faul F, Erdfelder E, Buchner A, Lang AG. Statistical power analyses using G*Power 3.1: tests for correlation and regression analyses. *Beh Res Meth.* 2009; 41(4):1149-60.
103. Ahadi M, Rezazadeh N, Pourbakht A. Comparison of vestibulo-ocular reflex instantaneous gain and velocity regression in differentiating the peripheral vestibular disorders. *Aud Vest Res.* 2017; 26(4).
104. Bharadwaj S, Petrak MR, Bahner CM, Sharp LE, Mosey-Claycomb SF, Matsuoka AJ. Diagnostic value of refixation saccades in the video head impulse test (vHIT) in unilateral definite Meniere's disease. *Acta Otolaryngol.* 2020; 140(7):537-43.
105. Sjögren J, Fransson PA, Karlberg M, Magnusson M, Tjernström F. Functional head impulse testing might be useful for assessing vestibular compensation after unilateral vestibular loss. *Front Neurol.* 2018; 9:979.
106. Voelker CC, Lucisano A, Kallogjeri D, Sinks BC, Goebel JA. Comparison of the gaze stabilization test and the dynamic visual acuity test in unilateral vestibular loss patients and controls. *Otol Neurotol.* 2015; 36(4):746-53.
107. Schubert MC, Herdman SJ, Tusa RJ. Vertical dynamic visual acuity in normal subjects and patients with vestibular hypofunction. *Otol Neurotol.* 2002; 23(3):372-7.
108. Roberts RA, Gans RE. Comparison of horizontal and vertical dynamic visual acuity in patients with vestibular dysfunction and nonvestibular dizziness. *J Am Ac Audiol.* 2007; 18(3):236-44.

109. Weber KP, Aw ST, Todd MJ, McGarvie LA, Curthoys IS, Halmagyi GM. Head impulse test in unilateral vestibular loss: vestibulo-ocular reflex and catch-up saccades. *Neurol.* 2008; 70(6):454-63.
110. Halmagyi GM, Curthoys IS, Cremer PD, Henderson CJ, Todd MJ, Staples MJ, et al. The human horizontal vestibulo-ocular reflex in response to high-acceleration stimulation before and after unilateral vestibular neurectomy. *Exp Brain Res.* 1990; 81(3):479-90.
111. Martellucci S, Ralli M, Attanasio G, Russo FY, Marcelli V, Greco A, et al. Alcohol binge-drinking damage on the vestibulo-oculomotor reflex. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2020.
112. McGarvie LA, Curthoys IS, MacDougall HG, Halmagyi GM. What does the dissociation between the results of video head impulse versus caloric testing reveal about the vestibular dysfunction in ménière's disease? *Acta Otolaryngol.* 2015; 135(9):859-65.
113. McCaslin DL, Rivas A, Jacobson GP, Bennett ML. The dissociation of video head impulse test (vHIT) and bithermal caloric test results provide topological localization of vestibular system impairment in patients with "definite" Ménière's disease. *Am J Audiol.* 2015; 24(1):1-10.
114. Rubin F, Simon F, Verillaud B, Herman P, Kania R, Hautefort C. Comparison of video head impulse test and caloric reflex test in advanced unilateral definite ménière's disease. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis.* 2018; 135(3):167-9.
115. Lee H, Kim S, Jung J. Long-term changes in video head impulse and caloric tests in patients with unilateral vestibular neuritis. *Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg.* 2019; 62(1):23-7.
116. Zellhuber S, Mahringer A, Rambold HA. Relation of video-head-impulse test and caloric irrigation: a study on the recovery in unilateral vestibular neuritis. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2014; 271(9):2375-83.
117. Okinaka Y, Sekitani T, Okazaki H, Miura M, Tahara T. Progress of caloric response of vestibular neuronitis. *Acta Otolaryngol Suppl.* 1993; 503:18-22.

118. Mezzalana R, Bittar RSM, do Carmo Bilécki-Stipsky MM, Brugnera C, Grasel SS. Sensitivity of caloric test and video head impulse as screening test for chronic vestibular complaints. *Clinics (Sao Paulo, Brazil)*. 2017; 72(8):469-73.
119. Fukushima M, Oya R, Nozaki K, Eguchi H, Akahani S, Inohara H, et al. Vertical head impulse and caloric are complementary but react opposite to Meniere's disease hydrops. *Laryng*. 2019; 129(7):1660-6.
120. Goldberg JM. Afferent diversity and the organization of central vestibular pathways. *Exp Brain Res*. 2000; 130(3):277-97.
121. Tsuji K, Velázquez-Villaseñor L, Rauch SD, Glynn RJ, Wall C, 3rd, Merchant SN. Temporal bone studies of the human peripheral vestibular system. Aminoglycoside ototoxicity. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl*. 2000; 181:20-5.
122. Leng Y, Liu B. Dissociation of caloric and video head impulse tests in patients with delayed endolymphatic hydrops. *Front Neurol*. 2020;11:362.
123. Park HJ, Migliaccio AA, Della Santina CC, Minor LB, Carey JP. Search-coil head-thrust and caloric tests in ménière's disease. *Acta Otolaryngol*. 2005; 125(8):852-7.
124. Dannenbaum E, Paquet N, Chilingaryan G, Fung J. Clinical evaluation of dynamic visual acuity in subjects with unilateral vestibular hypofunction. *Otol Neurotol*. 2009; 30(3):368-72.
125. Yip CW, Strupp M. The Dizziness Handicap Inventory does not correlate with vestibular function tests: a prospective study. *J Neurol*. 2018; 265(5):1210-8.
126. Redondo-Martínez J, Bécares-Martínez C, Orts-Alborch M, García-Callejo FJ, Pérez-Carbonell T, Marco-Algarra J. Relationship between video head impulse test (vHIT) and caloric test in patients with vestibular neuritis. *Acta Otorrinolaringol Esp*. 2016; 67(3):156-61.
127. McCaslin DL, Jacobson GP, Bennett ML, Gruenwald JM, Green AP. Predictive properties of the video head impulse test: measures of caloric symmetry and self-report dizziness handicap. *Ear Hear*. 2014; 35(5):185-91.
128. Versino M, Colnaghi S, Corallo G, Mandalà M, Ramat S. The functional head impulse test: Comparing gain and percentage of correct answers. *Prog Brain Res*. 2019; 248:241-8.

129. Jananusart T, Jariengprasert C, Tiensuwan M. Correlations between the thai version of dizziness handicap inventory (DHI-T) and vestibular function tests. *Ann Clin Otolaryngol.* 2019; 4(1):1-5.
130. Yardley L, Redfern MS. Psychological factors influencing recovery from balance disorders. *J Anx Dis.* 2001; 15(1-2):107-19.
131. Herdman D, Norton S, Pavlou M, Murdin L, Moss-Morris R. Vestibular deficits and psychological factors correlating to dizziness handicap and symptom severity. *J Psychosom Res.* 2020; 132:109969.



EK 1: ARAŞTIRMA PROJESİ ETİK KURUL ONAYI



BAŞKENT
ÜNİVERSİTESİ

Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu



Sayı : 94603339-604.01.02/ 21309
Konu : Proje Onayı

11/06/2019

KULAK BURUN BOĞAZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALINA

Kulak, Burun ve Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalında görev yapmakta olan Prof. Dr. Hatice Seyra Erbek'in danışmanlığında Sağlık Bilimleri Enstitüsü / Odyoloji Doktora Programı öğrencisi Gülce Kirazlı'nın sorumluluğunda yürütülecek olan KA19/177 nolu "Unilateral periferik vestibüler yetmezlikte video head impulse test (vHIT) ve fonksiyonel head impulse test (fHIT) sonuçlarının karşılaştırılması" başlıklı araştırma projesi Kurulumuz ve Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 22/05/2019 tarih ve 19/67 sayılı kararı ile uygun görülmüştür. Projenin başlama tarihi ile çalışmanın sunulduğu kongre ve yayınlandığı dergi konusunda Kurulumuza bilgi verilmesini rica ederim.

e-imzalıdır

Kurul Başkanı

Not: Çalışma bildiri ve/veya makale haline geldiğinde "Gereç ve Yöntem" bölümüne aşağıdaki ifadelerden uygun olanının eklenmesi gerekmektedir.

— Bu çalışma Baskent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu ve Etik Kurulu tarafından onaylanmış (Proje no:...) ve Baskent Üniversitesi Araştırma Fonunca desteklenmiştir.

— This study was approved by Baskent University Institutional Review Board and Ethics Committee (Project no:...) and supported by Baskent University Research Fund.

DAĞITIM

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne
Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim
Dalına

Bu belge 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununun 5. Maddesi gereğince güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.



BAŞKENT
ÜNİVERSİTESİ

25.
Yıl

GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARARI

PROJE NO	KARAR SAYISI	KARAR TARİHİ
KA19/177	19/67	22/05/2019

Kulak, Burun ve Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalında görev yapmakta olan Prof. Dr. Hatice Seyra Erbek tarafından yürütülecek olan KA19/177 nolu "Unilateral periferik vestibüler yetmezlikte video head impulse test (vHIT) ve fonksiyonel head impulse test (fHIT) sonuçlarının karşılaştırılması" başlıklı araştırma projesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından incelendi ve etik açıdan uygun olduğuna karar verildi.

ASL/GİB/19/67

EK 2: BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU



BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR İÇİN BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

LÜTFEN DİKKATLİCE OKUYUNUZ !!!

Bilimsel araştırma amaçlı klinik bir çalışmaya katılmak üzere davet edilmiş bulunmaktasınız. Bu çalışmada yer almayı kabul etmeden önce çalışmanın ne amaçla yapılmak istendiğini tam olarak anlamanız ve kararınızı, araştırma hakkında tam olarak bilgilendirildikten sonra özgürce vermeniz gerekmektedir. Bu bilgilendirme formu söz konusu araştırmayı ayrıntılı olarak tanıtmak amacıyla size özel olarak hazırlanmıştır. Lütfen bu formu dikkatlice okuyunuz. Araştırma ile ilgili olarak bu formda belirtildiği halde anlayamadığınız ya da belirtilemediğini fark ettiğiniz noktalar olursa hekiminize sorunuz ve sorularınıza açık yanıtlar isteyiniz. Bu araştırmaya katılıp katılmamakta serbestsiniz. Çalışmaya katılım **gönüllülük** esasına dayalıdır. Araştırma hakkında tam olarak bilgilendirildikten sonra, kararınızı özgürce verebilmeniz ve

1. ARAŞTIRMANIN ADI

“Unilateral Periferik Vestibüler Yetmezlikte Video Head Impulse Test (vHIT) ve Fonksiyonel Head Impulse Test (fHIT) Sonuçlarının Karşılaştırılması”

2. GÖNÜLLÜ SAYISI

Bu araştırmada yer alması öngörülen toplam gönüllü sayısı 83’dür.

3. ARAŞTIRMAYA KATILIM SÜRESİ

Bu araştırmada yer almanız için öngörülen süre toplam 1,5 saattir.

4. ARAŞTIRMANIN AMACI

Bu araştırmanın amacı, tek taraflı iç kulağından kaynaklı denge problemi olan hastalarda, net görüş sağlamak için kafa hareketleri sırasında görülen görüntüyü retinada stabilize eden refleks ağında meydana gelen bozulma durumunu iki ayrı cihaz ile test etmek ve hangi cihazın daha doğru sonuç verdiğini belirlemektir.

5. ARAŞTIRMAYA KATILMA KOŞULLARI

Bu araştırmaya dâhil edilebilmeniz için gereken koşullar şunlardır:

1. 18-65 yaş arası kadın ya da erkek olmanız
2. Bilateral vestibüler hastalık, santral patoloji, orta kulak probleminiz veya bilişsel ve zihinsel bir probleminiz olmaması,
3. Ayrıca, boyun ve göz problemlerinizin olmaması,
4. Sersemlik hissiniz ya da baş dönmesi probleminizin olması,
5. Kalorik test sonucunda, sadece bir kulağınızdaki yarım daire kanalınızın işlevini kısmi ya da tam yerine getirememiş olması gerekmektedir.

6. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Araştırma için size yaklaşık 10 dakika süre ile öncelikle video head impulse test (vHIT) yapılacaktır. Test sırasında gözünüze video kamera yerleştirilmiş özel bir gözlük takılacaktır. Sandalyeye oturup 1,5 metre karşınızda olan duvardaki kırmızı noktaya bakmanız istenmektedir. Başınız hızlıca sağa, sola ve aşağıya, yukarıya toplamda en az 40 kez çevrilecektir. Başınız çevrilirken gözünüzü hedef noktadan ayırmamanız gerekmektedir. Bu test yaklaşık 20 dakika sürecektir. Bu test yapıldıktan sonra, fonksiyonel head impulse testi (fHIT) yapılacaktır. Bu test sırasında video kamera yerleştirilmiş özel bir gözlük takmanız gerekmemektedir. Yine sandalyeye oturup 1,5 metre karşınızda yer alan bilgisayar ekranında rastgele beliren farklı yönlerdeki C harfine bakıp, elinizde bulunan kumandada gördüğünüz C harfinin yönünü seçmeniz beklenmektedir. C harfinin yönünü tanımaya çalışırken, başınız yine hızlıca sağa, sola ve aşağıya, yukarıya toplamda en az 40 kez çevrilecektir. Bu test de yaklaşık 30 dakika sürecektir. Testler bittikten sonra, denge probleminizin fonksiyonel, fiziksel, duygusal alanlarda yaşam kalitenizdeki bozulmaya ilişkin durumunuzu belirleyebilmek için Baş Dönmesi Engellilik Envanteri uygulanacaktır. Toplamda 25 sorunun yer aldığı bu envanterde sizin yaşadığınız durumu, “hiçbir zaman”, “nadiren”, “bazen”, “sıklıkla” ve “her zaman” şıklarından bir tanesini seçerek işaretlemeniz gerekmektedir. Envanteri tamamlamanız okuma hızınıza ve soruları anlamınıza bağlı olduğu için, ne kadar sürede bitireceğiniz size bağlıdır. Ortalama yaklaşık 10 dakika sürmektedir. Envanteri de tamamladığınızda size sonuçlar açıklanacak ve gerekli görülürse tedaviniz planlanacaktır.

7. GÖNÜLLÜNÜN SORUMLULUKLARI

1. Araştırma planına ve araştırmacının önerilerine uymalısınız.
2. Uygulama süresi boyunca önerilen dışında herhangi bir ilaç kullanmamalısınız veya zorunlu olarak ilaç almanız durumunda mutlaka sorumlu araştırmacıyı bilgilendirmelisiniz
3. Denge sisteminizi baskılayıcı ilaçları, araştırmadan üç gün önce kesmelisiniz.
4. Araştırma sırasında sizi rahatsız eden herhangi bir tıbbi durumu sorumlu araştırmacıya bildirmelisiniz.

8. ARAŞTIRMADAN BEKLENEN OLASI YARARLAR

Araştırmamız yalnızca bilimsel amaçlı olup sizin doğrudan yarar görmemiz ya da tedavinizin seyrini değiştirmesi beklenmemektedir. Ancak, bu araştırmadan elde edilen sonuçlar sizin gibi tanı almış diğer hastaların tedavisinin planlanmasına katkı sağlayacaktır.

9. ARAŞTIRMADAN KAYNAKLANABİLECEK OLASI RİSKLER

Araştırmada kan alma işlemi gibi girişimsel bir işlem yapılmayacağı için herhangi bir hayati risk faktörü bulunmamaktadır. Başınız hızlıca sağa ve sola, yukarı ve aşağı çevrileceğinden rahatsızlık hissi yan etkisi olabilir ancak bu durum geçicidir. Herhangi bir olası sorunda gerekli tedbirler uzman hekimler ve araştırmacı tarafından alınacaktır.

10. ARAŞTIRMADAN KAYNAKLANABİLECEK HERHANGİ BİR ZARARLANMA DURUMUNDA YÜKÜMLÜLÜK / SORUMLULUK DURUMU

Araştırma nedeniyle bir zarar görmeniz söz konusu olursa, tedavi için gereken masraflar Başkent Üniversitesi tarafından karşılanacaktır.

11. ARAŞTIRMA SÜRESİNCE ÇIKABİLECEK SORUNLARDA ARANACAK KİŞİ

Uygulama süresince, zorunlu olarak araştırma dışı ilaç almak durumunda kaldığınızda Sorumlu Araştırmacıyı önceden bilgilendirmek için, araştırma hakkında ek bilgiler almak için ya da araştırma ile ilgili herhangi bir sorun, istenmeyen etki veya diğer rahatsızlıklarınız için herhangi bir saatte adresi ve telefonu aşağıda belirtilen ilgili uzmana ulaşabilirsiniz.

İstedığınızde Günü 24 Saati Ulaşılabilecek Hekimin Adres ve Telefonları:

Adres:

İş:

Cep:

12. GİDERLERİN KARŞILANMASI VE ÖDEMELER

Bu araştırmaya katılmanız için veya araştırmadan kaynaklanabilecek giderler için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Hastalığınızın gerektirdiği tetkiklere ilave olarak yapılacak her türlü tetkik, fizik muayene ve diğer araştırma giderleri size veya güvencesi altında bulunduğunuz resmi ya da özel hiçbir kuruma ödetilmeyecektir.

13. ARAŞTIRMAYI DESTEKLEYEN KURUM

Araştırmayı destekleyen kurum Başkent Üniversitesi'dir.

14. GÖNÜLLÜYE HERHANGİ BİR ÖDEME YAPILIP YAPILMAYACAĞI

Bu araştırmaya katılmanızla, araştırma ile ilgili çıkabilecek zorunlu masraflar tarafımızdan karşılanacaktır. Bunun dışında size veya yasal temsilcilerinize herhangi bir maddi katkı sağlanmayacaktır.

15. BİLGİLERİN GİZLİLİĞİ

Araştırma süresince elde edilen sizinle ilgili tıbbi bilgiler size özel bir kod numarası ile kaydedilecektir. Size ait her türlü tıbbi bilgi gizli tutulacaktır. Araştırmanın sonuçları yalnızca bilimsel amaçla kullanılacaktır. Araştırma yayınlansa bile kimlik bilgileriniz verilmeyecektir. Ancak, gerektiğinde araştırmanın izleyicileri, yoklama yapanlar, etik kurullar ve resmi makamlar tıbbi bilgilerinize ulaşabilecektir. Siz de istediğinizde kendinize ait tıbbi bilgilere ulaşabileceksiniz.

16. ARAŞTIRMA DIŞI BIRAKILMA KOŞULLARI

Uygulanan tedavi şemasının gereklerini yerine getirmemeniz, araştırma programını aksatmanız, gebe kalmanız veya araştırmaya bağlı veya araştırmadan bağımsız gelişebilecek istenmeyen bir etkiye maruz kalmanız vb. nedenlerle hekiminiz sizin izniniz olmadan sizi araştırmadan çıkarabilir. Bu durum size uygulanan tedavide herhangi bir değişikliğe neden olmayacaktır.

Ancak araştırma dışı bırakılmanız durumunda da, sizinle ilgili tıbbi veriler bilimsel amaçla kullanılabilir.

17. ARAŞTIRMADA UYGULANACAK TEDAVİ DIŞINDAKİ DİĞER TEDAVİLER

Size konan tanı için uygulanabilecek video head impulse test (vHIT) ve fonksiyonel head impulse test (fHIT), baş dönmesi engellilik envanteri dışında herhangi başka bir test ya da işlem yapılmayacaktır.

18. ARAŞTIRMAYA KATILMAYI REDDETME VEYA AYRILMA DURUMU

Bu araştırmada yer almak tamamen sizin isteğinize bağlıdır. Araştırmada yer almayı reddedebilirsiniz ya da herhangi bir aşamada araştırmadan ayrılabilirsiniz; araştırmada yer almayı reddetmeniz veya katıldıktan sonra vazgeçmeniz halinde de kararınız size uygulanan tedavide herhangi bir değişikliğe neden olmayacaktır.

Araştırmadan çekilmeniz ya da araştırmacı tarafından çıkarılmanız durumunda da, sizle ilgili tıbbi veriler bilimsel amaçla kullanılabilir.

19. YENİ BİLGİLERİN PAYLAŞILMASI VE ARAŞTIRMANIN DURDURULMASI

Araştırma sürerken, araştırmayla ilgili olumlu veya olumsuz yeni tıbbi bilgi ve sonuçlar en kısa sürede size veya yasal temsilcinize iletilecektir. Bu sonuçlar sizin araştırmaya devam etme isteğinizi etkileyebilir. Bu durumda karar verene kadar araştırmanın durdurulmasını isteyebilirsiniz.

(Katılımcının/Hastanın/Anne-Baba/Yasal Temsilcinin Beyanı)

Sayın Prof.Dr. Seyra Erbek yürütücülüğünde, araştırmacı Uzm.Ody. Gülce Kirazlı tarafından Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Nörootooloji Kliniği'nde bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya “katılımcı” (gönüllü) olarak davet edildim.

Eğer bu araştırmaya katılırsam araştırmacı ile aramda kalması gereken bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük özen ve saygı ile yaklaşılacağına inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin özenle korunacağı konusunda bana gerekli güvence verildi.

Araştırmanın yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim (Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağının bilincindeyim). Ayrıca, tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı tutulabilirim.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

Araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle herhangi bir sağlık sorunumun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi. Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğim anlatıldı.

Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun tıbbi bakımına ve hekim ile olan ilişkiye herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum.

ARAŞTIRMAYA KATILMA ONAYI

Yukarıda yer alan ve araştırmaya başlanmadan önce gönüllüye verilmesi gereken bilgileri gösteren 5 sayfalık metni okudum ve sözlü olarak dinledim. Aklıma gelen tüm soruları araştırmacıya sordum, yazılı ve sözlü olarak bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Araştırmaya katılmayı isteyip istemediğime karar vermem için bana yeterli zaman tanındı. Bu koşullar altında, bana ait tıbbi bilgilerin gözden geçirilmesi, transfer edilmesi ve işlenmesi konusunda araştırma yürütücüsüne yetki veriyor ve söz konusu araştırmaya ilişkin bana yapılan katılım davetini hiçbir zorlama ve baskı olmaksızın büyük bir gönüllülük

GÖNÜLLÜ		İMzası
İSİM SOYİSİM		
ADRES		
TELEFON		
TARİH		

VASİ (Varsa)		İMZA
İSİM SOYİSİM		
ADRES		
TELEFON		
TARİH		

ARAŞTIRMACI		İMZA
İSİM SOYİSİM ve GÖREVİ	Gölce Kırzlı, araştırmacı	
ADRES	Yukarı Bahçelievler, Mareşal Fevzi Çakmak Cd. 10. Sk. No:45, 06490 Bahçelievler/Ankara	
TELEFON		
TARİH		

ONAM ALMA İŞİNE BAŞINDAN SONUNA KADAR TANIKLIK EDEN KURULUŞ GÖREVLİSİ		İMZA
İSİM SOYİSİM ve GÖREVİ		
ADRES		
TELEFON		
TARİH		

EK 3: STANDARDİZE MİNİ MENTAL DURUM TESTİ (SMMDT)

Mini Mental Durum Testi Mini-Mental State Examination (MMSE)

Hastanın Adı Soyadı: _____

Tarih: ____/____/____

Puanı

Oryantasyon (Her soru 1 puan, toplam 10 puan)	
Hangi yıl içindeyiz?	-----
Hangi mevsimdeyiz?	-----
Hangi aydayız?	-----
Bu gün ayın kaç?	-----
Hangi gündeysiniz?	-----
Hangi ülkede yaşıyoruz?	-----
Şu an hangi şehirde bulunmaktasınız?	-----
Şu an bulunduğunuz semt neresidir?	-----
Şu an bulunduğunuz bina neresidir?	-----
Şu an bu binada kaçınca kattasınız?	-----

Kayıt Hafızası (Toplam puan 3)	
• Size birazdan söyleyeceğim üç ismi dikkatlice dinleyip ben bitirdikten sonra tekrarlayın (Masa, Bayrak, Elbise) (20 sn. süre tanınır). Her doğru isim 1 puan.	-----

Dikkat ve Hesap Yapma (Toplam puan 5)	
• 100'den geriye doğru 7 çıkartarak gidin. Dur deyinceye kadar devam edin. (Her doğru işlem 1 puan: 100, 93, 86, 79, 72, 65)	-----

Hatırlama (Toplam puan 3)	
• Yukarıda tekrar ettiğiniz kelimeleri tekrar söyleyin (Masa, Bayrak, Elbise) (Her kelime 1 puan)	-----

Lisan (Toplam puan 9)	
a. Bu gördüğünüz nesnelerin isimleri nedir? (saat, kalem) 1'er puan toplam 2 puan (20 saniye süre ver)	-----
b. Şimdi size söyleyeceğim cümleyi dikkatle dinleyin ve ben bitirdikten sonra tekrar edin. "Eğer ve fakat istemiyorum" (10 saniye süre ver) 1 puan	-----
c. Şimdi sizden bir şey yapmanızı isteyeceğim, beni dikkatle dinleyin ve söylediğimi yapın. "Masada duran kâğıdı elinizle alın, iki elinizle ikiye katlayın ve yere bırakın lütfen" Toplam puan: 3, süre: 30 sn. her bir doğru işlem: 1 puan	-----
d. Şimdi size bir cümle vereceğim. Okuyun ve yazıda söylenen şeyi yapın. (1 puan) -Bir kâğıda "GÖZLERİNİZİ KAPATIN" yazıp hastaya gösterin-	-----
e. Şimdi vereceğim kâğıda aklınıza gelen anlamlı bir cümleyi yazın (1 puan)	-----
f. Size göstereceğim şeklin aynısını çizin; aşağıdaki şekli arka sayfaya (1 puan)	-----

Falkslede HS, Falkslede SE, McHugh FR (2015) J Psychiatr Res. 1875 Nac(12)988-988.



Toplam Puan (0-30): _____



www.saglikonline.com

Tasarım ve düzenleme Dr. Kadir Sabay 2016

EK 4: BAŞ DÖNMESİ ENGELLİLİK ENVANTERİ (BEE)

	Evet	Bazen	Hayır
1) Yukarı bakmak sorununuzu artırıyor mu?	☐	☐	☐
2) Yakınmanız nedeniyle moral bozukluğu hisseder misiniz?	☐	☐	☐
3) Yakınmanız nedeniyle iş veya eğlence için yolculuklarınız kısıtlanır mı?	☐	☐	☐
4) Süpermarketin kolidorunda yürürken yakınmanız artar mı?	☐	☐	☐
5) Yakınmanız nedeniyle yataktan kalkmakta zorlanır mısınız?	☐	☐	☐
6) Yakınmanız yemeğe çıkmak, sinema, dansa veya partiye gitmek gibi sosyal aktivitelere katılmanızı belirgin kısıtlar mı?	☐	☐	☐
7) Yakınmanız nedeniyle okumakta zorlanır mısınız?	☐	☐	☐
8) Yerleri süpürme, bulaşıkları yerleştirme gibi ev işleri ve spor, dans gibi çaba aktiviteleri yapmak yakınmalarınızı artırır mı?	☐	☐	☐
9) Yakınmanız nedeniyle yanınızda birisi olmadan evden dışarı çıkmaya korkar mısınız?	☐	☐	☐
10) Yakınmanız nedeniyle başkalarının önünde utanç duyuyor musunuz?	☐	☐	☐
11) Başınızın ani hareketleri yakınmanızı artırır mı?	☐	☐	☐
12) Yakınmanız nedeniyle yüksek yerlerde bulunmaktan kaçınır mısınız?	☐	☐	☐
13) Yatak içerisinde dönmek yakınmanızı artırır mı?	☐	☐	☐
14) Yakınmanız nedeniyle yorucu ev veya bahçe işlerini yapmak sizin için zor mu?	☐	☐	☐
15) Yakınmanız nedeniyle insanların sizin sarhoş olduğunuzu düşünmesinden korkuyor musunuz?	☐	☐	☐
16) Yakınmanız nedeniyle kendi başınıza yürümek zor mu?	☐	☐	☐
17) Kaldırımında yürümek yakınmanızı artırır mı?	☐	☐	☐
18) Yakınmanız nedeniyle dikkatinizi toplamak zor mu?	☐	☐	☐
19) Yakınmanız nedeniyle karanlıkta evinizin etrafında yürümek zor mu?	☐	☐	☐
20) Yakınmanız nedeniyle evde tek başına kalmaktan korkuyor musunuz?	☐	☐	☐
21) Yakınmanız nedeniyle kendinizi engelli hisseder misiniz?	☐	☐	☐
22) Yakınmanız aile üyelerinizle veya arkadaşlarınızla ilişkinizde sıkıntı oluşturuyor mu ?	☐	☐	☐
23) Yakınmanız nedeniyle depresyonda mısınız ?	☐	☐	☐
24) Yakınmanız iş veya ev sorumluluklarınızı engeller mi?	☐	☐	☐
25) Öne eğilmek yakınmanızı artırır mı?	☐	☐	☐

(Evet: 4 puan, Bazen: 2 puan, Hayır: 0 puan) **Toplam Puan:**

Emosyonel ile ilgili (soru No:2, 9, 10, 15, 18, 20, 21, 22, 23) **puan:**

Fonksiyonellik ile ilgili (soru No:3, 5, 6, 7, 12, 14, 16, 19, 24) **puan:**

Fiziksellik ile ilgili (soru No:1, 4, 8, 11, 13, 17, 25) **puan:**