



T.C.
KTO KARATAY ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**Sağlıklı Yetişkin Bireylerde Suppression Head Impulse Paradigm (SHIMP)
Yönteminin Geleneksel Head Impulse Test (HIMP) Yöntemiyle
Karşılaştırılması**

SARE NUR KARAKOL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ODYOLOJİ ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI
DR. ÖĞR. ÜYESİ BURAK ÖZTÜRK

KONYA 2020



T.C.
KTO KARATAY ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**Sağlıklı Yetişkin Bireylerde Suppression Head Impulse Paradigm (SHIMP)
Yönteminin Geleneksel Head Impulse Test (HIMP) Yöntemiyle
Karşılaştırılması**

SARE NUR KARAKOL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ODYOLOJİ ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI
DR. ÖĞR. ÜYESİ BURAK ÖZTÜRK

KONYA 2020

TEZ ONAY SAYFASI

KTO Karatay Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Öğrencisi **SARE NUR KARAKOL**'un “**Sağlıklı Yetişkin Bireylerde Suppression Head Impulse Paradigm (SHIMP) Yönteminin Geleneksel Head Impulse Test (HIMP) Yöntemiyle Karşılaştırılması**” başlıklı tezi tarafımızdan incelenmiş; amaç, kapsam ve kalite yönünden Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

KTO Karatay Üniversitesi / 10.01.2020


Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Burak ÖZTÜRK
KTO Karatay Üniversitesi
İmzası

Jüri Üyesi
Doç. Dr. Meral Didem TÜRKYILMAZ
Hacettepe Üniversitesi

İmzası


Jüri Üyesi
Dr. Öğr. Üyesi İclal ŞAN
KTO Karatay Üniversitesi

İmzası


Yukarıdaki tez, KTO Karatay Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun
.../.../2020 ve/..... sayılı kararı ile onaylanmıştır

Doç. Dr. Füsun SUNAR

Enstitü Müdürü

İmzası

APPROVAL

We certify that we have read this dissertation entitled “Sağlıklı Yetişkin Bireylerde Suppression Head Impulse Paradigm (SHIMP) Yönteminin Geleneksel Head Impulse Test (HIMP) Yöntemiyle Karşılaştırılması” by “Sare Nur KARAKOL” that in our opinion it is fully adequate, in scope and quality, as dissertation for the degree of Master of Science in Department of “Audiology”, Institute of Health Sciences, University of KTO Karatay, TURKEY / 10.01.2020


Asst. Prof. Burak ÖZTÜRK
KTO Karatay Üniversitesi

Signature

Jüri Üyesi

Assoc. Prof. Dr. Meral Didem TÜRKYILMAZ

Hacettepe University

Affiliation Signature



Jüri Üyesi

Asst. Prof. İclal ŞAN

KTO Karatay University

Affiliation Signature



This thesis has approved for the University of KTO Karatay Institute of Health Sciences.

Assoc. Prof. Dr. Füsün SUNAR

Director of Institute of Health Sciences

Signature



BEYANAT

Bu tezin tamamının kendi çalışmam olduğunu, planlanmasından yazımına kadar hiçbir aşamasında etik dışı davranışımın olmadığını, tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları kaynaklar listesine aldığımı, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

10/01/2020

Sare Nur KARAKOL



TEŞEKKÜR

Konu seçiminden başlayarak son ana dek yol gösterdiği ve yüksek lisans eğitimim süresince değerli bilgilerini benimle paylaştığı için danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Burak ÖZTÜRK'e;

Tezimin oluşmasına katkı sağlayan KTO Karatay Üniversitesi Odyoloji Bölümü hocalarıma ve değerli çalışma arkadaşlarıma;

Tez verilerim için gönüllü olan KTO Karatay Üniversitesi Odyoloji bölümü mezunlarına ve öğrencilerine;

Tezimin istatistiksel analizi için sağladığı destek ve yardımlarından dolayı Doç. Dr. Mustafa Agah TEKİNDAL' a;

Sayesinde cesaret edebildiğim bu yolculukta maddi ve manevi olarak her zaman yanımda olan ve akademik çalışmalar konusunda kendime daima örnek aldığım çok sevgili ablam Arş. Gör. Gülnihal KARAKOL'a,;

Tüm bu süreç boyunca desteklerini daima hissettiğim, yaşadığım tüm zorluklarda yanımda olan, bana olan inancını asla kaybetmeyen ve yaşattığım tüm zorluklara sabırla katlanan annem Pınar KARAKOL'a, babam Rıfat KARAKOL'a ve kardeşlerim Kader Beyza ve Muhammed Yahya'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Tez Onay Sayfası.....	i
Approval	ii
BEYANAT	iii
TEŞEKKÜR	iv
İÇİNDEKİLER	v
ÖZET	vii
ABSTRACT.....	viii
Kısaltmalar ve Simgeler Listesi	ix
Şekiller Listesi	x
Tablolar Listesi.....	xi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Vestibüler Sistem Anatomi ve Fizyolojisi.....	3
2.1.1. Vestibüler Sistem Anatomisi	3
2.1.2. Vestibüler Sistem Fizyolojisi	7
2.2. Santral Vestibüler Sistem.....	11
2.2.1. Vestibüler Çekirdekler	12
2.2.2. Vestibüler Refleksler	14
2.3. Vestibüler Sistemin Değerlendirilmesi	19
2.3.1. Videonistagmografi	20
2.3.2. Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller.....	20
2.3.3. Bilgisayarlı Dinamik Postürografi.....	20
2.3.4. Head Impulse testi	21
3. YÖNTEM.....	24
3.1. Bireyler.....	24
3.2. Yöntem	25
3.2.1. Odyolojik Değerlendirme	25
3.2.2. Vestibüler Değerlendirme.....	25
3.2.3. Kullanılan Cihazlar	27
3.2.4. İstatistiksel Analiz.....	29
4. BULGULAR.....	30
4.1. Demografik Veriler	30
4.2. HIMP Yöntemi Kullanılarak Yapılan Değerlendirme Sonuçları	30
4.2.1. HIMP Değerlendirmesinde Sağ-Sol Lateral Kanal VOR Kazanç Karşılaştırması	

4.2.2.	HIMP Değerlendirmesinde Cinsiyete Bağlı Lateral Kanal VOR Kazanç Karşılaştırması	32
4.3.	SHIMP Yöntemi Kullanılarak Yapılan Değerlendirme Sonuçları.....	33
4.3.1.	SHIMP Değerlendirmesinde Sağ-Sol Lateral Kanal VOR Kazanç Karşılaştırması 34	
4.3.2.	SHIMP Değerlendirmesinde Cinsiyete Bağlı Lateral Kanal VOR Kazanç Karşılaştırması	35
4.4.	HIMP ve SHIMP Yöntemlerinin Karşılaştırılması.....	36
5.	TARTIŞMA	40
6.	SONUÇ.....	49
7.	KAYNAKLAR	50
8.	ÖZGEÇMİŞ.....	54
Ek.1	Etik Kurul Onayı	56
Ek.2	Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu.....	57

ÖZET

Video Head Impulse Test (vHIT), ani ve hızlı baş hareketleri sırasında VOR kazançlarının ölçülmesine dayanan bir vestibüler sistem değerlendirme yöntemidir. Bireyin belirli bir mesafedeki sabit bir noktaya odaklanmasına dayanan geleneksel vHIT (HIMP) yöntemine ek, 2016 yılında yeni bir değerlendirme yöntemi geliştirilmiştir. Suppression Head Impulse Paradigm (SHIMP) adı verilen bu yöntem baş hızıyla aynı hızda bir noktanın takip edilmesine dayanır. Çalışmamızın amacı HIMP ve SHIMP yöntemlerini kullanarak VOR kazançlarının değerlendirilmesi ve karşılaştırılmasıdır. Çalışmamız sonucunda elde edilecek verilerin, SHIMP yönteminin klinik kullanımında normatif değerler sağlaması amaçlanmaktadır.

Çalışmamız KTO Karatay Üniversitesi Odyoloji Bölümü Laboratuvarında gönüllü olan 30 sağlıklı birey ile yapılmıştır. Çalışmamıza katılan her bireye tek oturumda önce HIMP ardından SHIMP değerlendirme yöntemleri kullanılarak vHIT testi uygulanmıştır.

Yapılan değerlendirmeler sonucunda HIMP ve SHIMP değerlendirme yöntemleri arasında tüm bireylerde 60 msn'de, 80 msn'de ve 0-100 msn'de elde edilen hem sağ hem sol lateral kanal VOR kazançları arasında anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,05$) Çalışmamızda cinsiyet bakımından sağ lateral kanal için anlamlı farklılık bulunmazken, sol lateral kanal için SHIMP ölçümünde 80 msn'de, HIMP ölçümünde 0-100 msn'de elde edilen VOR kazançları arasında anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p>0,05$).

Çalışmamız sonucunda vestibüler sistem değerlendirilmesinde kullanılan HIMP yöntemine alternatif olarak geliştirilen SHIMP yönteminin klinik kullanımına imkan sağlamak amacıyla normatif veriler elde edilerek literatüre katkı sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: SHIMP, HIMP, VHIT, VOR, Suppression

ABSTRACT

Video Head Impulse Test (vHIT) is a vestibular system assessment method based on the measurement of VOR gains during fast, rapid head movements. In addition to the traditional vHIT (HIMP) method, which is based on the individual focusing on a fixed point at a distance, a new assessment method was developed in 2016. Suppression Head Impulse Test (SHIMP) method is based on tracking a point at a distance which has same speed with the head. The aim of our study is to evaluate and compare lateral semicircular canal VOR gains using HIMP and SHIMP methods. The results of our study will provide normative values for the clinical applications of SHIMP method.

Our study was conducted in KTO Karatay University Audiology Department Laboratory. Thirty healthy volunteers participated in our study. At the same session, vHIT applied to each individual using both HIMP and SHIMP assessment methods.

As a result of the evaluations, a significant difference was found between HIMP and SHIMP evaluation methods in both right and left lateral canal VOR gains obtained at 60 msec, 80 msec and 0-100 msec in all individuals ($p < 0.05$). There was no significant difference for right lateral canal VOR gains but there was a significant difference between the VOR gains obtained at 80 msec in SHIMP measurements and 0-100 msec in HIMP measurements ($p > 0.05$).

As a result of this study, normative data were obtained in order to allow the clinical use of SHIMP which was developed as an alternative to the HIMP method used in vestibular system evaluation.

Key words: SHIMP, HIMP, VHIT, VOR, Suppression

Kısaltmalar ve Simgeler Listesi

SSK	:	Semisirküler Kanal
SS	:	Standart Sapma
VÇK	:	Vestibüler Çekirdek Kompleksi
SVÇ	:	Superior Vestibüler Çekirdek
MVÇ	:	Medial Vestibüler Çekirdek
LVÇ	:	Lateral Vestibüler Çekirdek
İVÇ	:	İnferior Vestibüler Çekirdek
VOR	:	Vestibülooküler Refleks
VKR	:	Vestibulokolik Refleks
VSR	:	Vestibulospinal Refleks
HIT	:	Head Impulse Test
v-HIT	:	Video Head Impulse Test
SHIMP:	:	Suppression Head Impulse Test
HIMP	:	Head Impulse Test
VEMP	:	Vestibuler Evoked Myogenic Potential
VNG	:	Videonistagmografi
sn	:	Saniye
msn	:	Milisaniye

Şekiller Listesi

Şekil 1: Sağ ve Sol Semisirküler Kanallar	4
Şekil 2: Utrikül ve Sakkül Yerleşimi	5
Şekil 3: Vestibülokoklear Sinir	6
Şekil 4: Semisirküler Kanal Uyarımı	9
Şekil 5: Semisirküler Kanallar, Vestibülüm, Ampulla ve Sakkül Makulası.....	10
Şekil 6: Santral Vestibüler Sistem Anatomisi.....	12
Şekil 7: Santral Vestibüler Yol	14
Şekil 8: (a) baş hareketi öncesi ve (b) baş hareketi sırasında horizontal semisirküler kanallar ve vestibüler çekirdekler.....	17
Şekil 9: Lateral Kanal Uyarımı	19
Şekil 10: Interacoustics AC40 Odyometre	27
Şekil 11: TDH39 kulaklık ve B71 Kemik Vibratör	28
Şekil 12: EyeSeeCam vHIT	28

Tablolar Listesi

Tablo 1: Katılımcılara ait cinsiyet ve yaş dağılımı	30
Tablo 2: HIMP değerlendirmesi VOR kazanç aralığı.....	31
Tablo 3: HIMP değerlendirmesi VOR kazançları	32
Tablo 4: HIMP değerlendirmesi cinsiyete bağlı VOR kazançları	32
Tablo 5: SHIMP değerlendirmesi VOR kazanç aralığı	33
Tablo 6: SHIMP değerlendirmesi ortalama VOR kazançları	34
Tablo 7: SHIMP değerlendirmesi cinsiyete bağlı ortalama VOR kazançları	35
Tablo 8: HIMP ve SHIMP yöntemleri karşılaştırması	37
Tablo 9: 60 msn HIMP-SHIMP VOR kazançları	37
Tablo 10: 80 msn HIMP-SHIMP VOR kazançları	38
Tablo 11: 0-100 msn HIMP-SHIMP VOR kazançları.....	38
Tablo 12: SHIMP değerlendirmesi ilk sakkadların latans ortalaması	39

1. GİRİŞ

Denge, bir nesnenin veya bir insanın devrilmeden durma hâli, muvazene, balans olarak tanımlanır (TDK, 2019). Bireyin günlük yaşamda karşılaştığı farklı durumlarda dengesinin bozulmaması hayatını sürdürebilmesi açısından önemlidir. Bireyin dengesinin sağlanabilmesi farklı sistemlerden gelen bilgilerin entegrasyonuna, gelen bilgilerin doğru şekilde işlenmesine ve bu bilgilerin doğruluğuna dayanır.

İnsan vücudunda dengenin sağlanması ve sürdürülebilmesinden sorumlu üç farklı sistem vardır. Proprioseptif sistem birey sabitken ya da bireyin hareketi sırasında ekstremitelerden, kas, kemik ve eklemlerden duyuşal girdileri alır ve bu girdileri beyne aktarır. Görme sistemi, birey sabitken ya da bireyin hareketi sırasında gözler aracılığıyla elde edilen verileri beyne iletir. Vestibüler sistem ise semisirküler kanallar, utrikül ve sakkül aracılığıyla bireyin postürüne, uzaydaki konumuna ve hareketine dair gelen sinyalleri beyne iletir. Denge ile ilgili her üç sistemden gelen girdiler santral sinir sisteminde işlenir ve santral sinir sistemi tarafından, postürün korunması ya da istemli hareketin sağlanması için gerekli merkezlere efferent yollarla sinyaller gönderilir.

Dengenin sağlanması için gerekli olan tepkilerin başında yer alan ve istemsiz motor hareketler olarak tanımlanan refleksler, özellikle postürün korunmasında görev alır. Vestibulooküler refleks (VOR), baş hareketi sırasında nesnenin görüntüsünün sabit kalması amacıyla, denge sisteminden gelen sinyaller doğrultusunda istemsiz göz hareketlerinin oluşmasını sağlar (Furman ve ark. 2010). Vestibülokolik (VKR) refleks, boyun kasları aracılığıyla dengenin sağlanmasında ve baş pozisyonunun korunmasında görev alır (Boyle, 2001). Vestibülospinal (VSR) refleks ise denge sisteminden gelen bilgiler doğrultusunda vücut postürünün korunması ve dengenin sağlanması amacıyla kas sistemine sinyal gönderir (Furman ve ark. 2010).

Denge sisteminin değerlendirilmesi, patolojinin kaynaklandığı yerin saptanması ve mevcut semptomların ortadan kalkması için gerekli tedavinin yapılması ya da mevcut semptomların en aza indirilmesi için rehabilitatif yaklaşımların sergilenmesi açısından önemlidir. Dengeyi sağlayan görme, proprioseptif ve vestibüler sistemler ayrı ayrı ya da kombine olarak farklı test bataryalarıyla değerlendirilmektedir.

Vestibüler sistemin değerlendirilmesi için geçmişten günümüze pek çok test yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden biri de 1988 yılında Halmagyi ve Curthoys tarafından geliştirilen

Head Impulse Test (HIT) yöntemidir (Halmagyi ve Curthoys, 1988). Ortaya çıktığı dönemde en çok kullanılan yatak başı testi olan HIT yöntemi, göz hareketlerini kaydetmek için yüksek hızlı dijital video kameraların kullanılmaya başlanmasıyla geliştirilmiş ve video kaydının alınabildiği vHIT (video head impulse test) yöntemi ortaya çıkmıştır. vHIT yöntemiyle tek bir kalibrasyonla altı semisirküler kanal ayrı ayrı değerlendirilebilmektedir. Ayrıca video kaydıyla birlikte testin objektifliğinin artırılması, invaziv olmaması ve sarf malzeme gerektirmemesi vHIT'in klinikte kullanımının yaygınlaştırılmasına imkan sağlamıştır. Geleneksel vHIT (HIMP) yönteminin yanı sıra 2016 yılında MacDougall ve ark. tarafından suppression head impulse test (SHIMP) olarak adlandırılan yeni bir method geliştirilmiştir. HIMP yöntemine benzer şekilde lateral semisirküler kanalların ayrı ayrı değerlendirilebildiği bu yöntem uygulanış bakımından HIMP yönteminden ayrılmaktadır.

Çalışmamız sonucunda, yaklaşık 10 yıldır klinik kullanımda olan HIMP yöntemi ve yakın zamanda literatüre kazandırılan SHIMP yöntemi kullanılarak sağlıklı bireylerin lateral semisirküler kanallardan kaynaklanan VOR kazanç değerlerinin karşılaştırılması ve SHIMP yönteminin vestibüler sistem değerlendirilmesinde klinik kullanımın yaygınlaştırılması için normatif verilerinin elde edilmesi amaçlanmaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Vestibüler Sistem Anatomi ve Fizyolojisi

Vestibüler sistem, uzaysal oryantasyonun belirlenmesine ve özellikle hareket sırasında dengenin sağlanması amacıyla görüşün sabitlenmesine yardımcı olur. Vestibüler uç organlar açısız ve doğrusal ivmeyi algılar ve bu kuvvetleri merkezi sinir sistemi tarafından kullanılabilecek elektrokimyasal sinyallere dönüştürür. Merkezi sinir sistemi, vestibülospinal refleks, vestibulokokolik refleks ve vestibulokoküler reflesi sağlamak amacıyla vestibüler sistemden gelen bilgileri birleştirir (Fife, 2010).

2.1.1. Vestibüler Sistem Anatomisi

İç kulağın ilk gelişimi embriyonik arka beynin her iki yanında yüzey ektoderminde görülen kalınlaşma ile başlar. Embriyonik gelişimin 3. haftasında bu kalınlaşmalar otik plakalar formunu alır. 4. hafta boyunca plakalar mezoderm tarafından sarılır ve otik çukurlar oluşturulur. Bu çukurlar ektoderm yüzeyinden derine doğru inen kapalı yuvarlak veziküllerdir. Otik veziküller aşağı ve yukarı kısım olmak üzere farklılaşarak koklear ve vestibüler yapıların zar labirentini oluşturur. Daha sonra zar labirent, semisirküler kanallar, vestibüler uç organlar, yuvarlak pencere, oval pencere ve koklea olmak üzere farklı şekillerde gelişir. (Richard ve ark. 2010).

Vestibüler organlar kokleadan daha hızlı ve daha önce gelişir. Otik vezikül dorsal utriküler ve ventral sakküler iki parça olarak farklılaşır. Utriküler kısımdan semisirküler kanallar ve utrikül oluşur. Semisirküler kanallardan ise önce anterior kanal, sonra posterior kanal ve son olarak lateral kanallar oluşur. Sakküler kısımdan ise sakkül ve koklear duct meydana gelir (Richard ve ark. 2010).

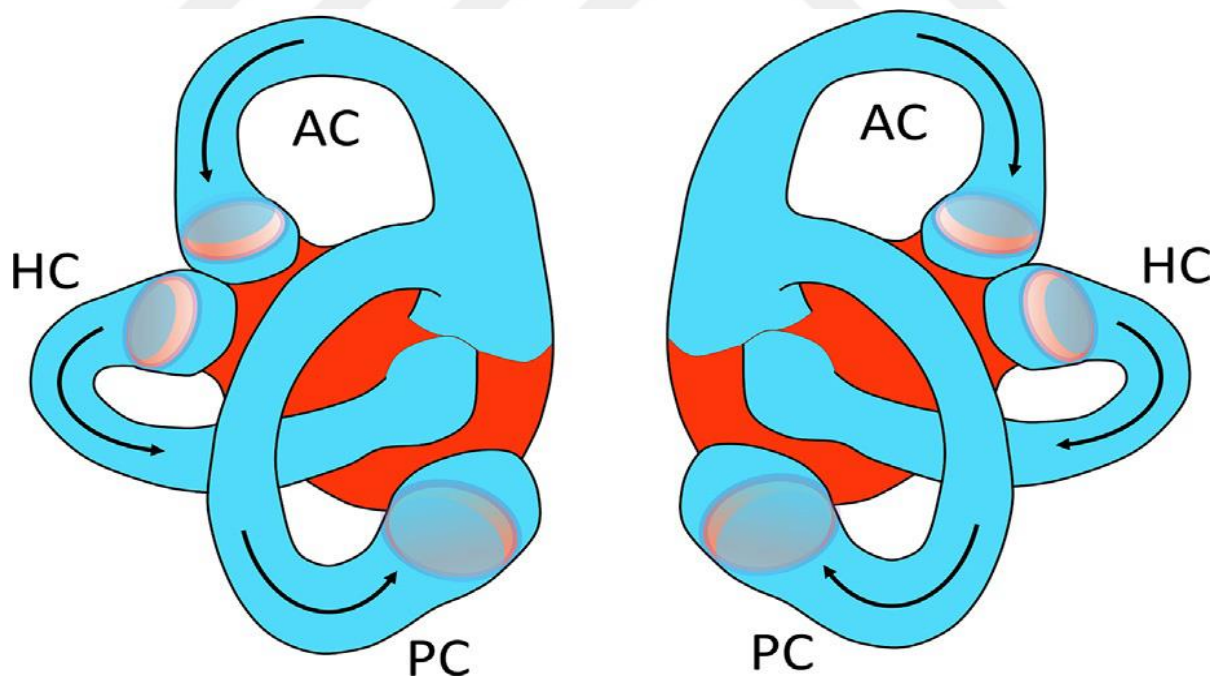
Kemik labirent 19. ve 23. haftalar arasında mezodermden oluşur. Otik kapsülün kemikleşmesi 19. haftada koklea ve anterior semisirküler kanalın kemikleşmesi ile başlar. Kemikleşme daha sonra vestibüler organlar ve kanallar çevresinde devam eder ve 21 ile 23. haftalar arasında lateral kanalın posterolateral kısmıyla son bulur (Richard ve ark. 2010).

Kabul edilen yaygın görüş vestibülün 25. haftadan itibaren yetişkin formuna ulaştığı olsa da, yapılan son çalışmalara göre labirentin bazı kısımlarının yetişkin haline ancak doğumdan sonra ulaşabildiği düşünülmektedir. Bu durum, yetişkin boyutundan daha küçük olan vestibüler akuadukt'un gebeliğin 39. haftasında hala büyüyen iç açıklığı için de geçerlidir (Richard ve ark. 2010).

Vestibüler sistem kemik ve zar olmak üzere iki farklı yapıdan meydana gelir. Membranöz labirent endolenf sıvısıyla doludur. Endolenf sıvısı kokleanın stria vaskularis kısmından ve vestibüler kısımdaki dark hücrelerden salgılanırken, sakkulus endolenfatikus tarafından emilir (Kingma ve van de Berg, 2016).

2.1.1.1. Semisirküler Kanallar

Vestibüler labirentte lateral, anterior ve posterior olmak üzere üç adet semisirküler kanal bulunur. Kanallar boyut olarak birbirinden biraz farklıdır. Lateral kanal 2.3 mm (0.21 SS), anterior kanal 3.2 mm (0.24 SS) ve posterior kanal 3.1 mm (0.30 SS) çapa sahiptir. Sağlıklı bireylerde kanallar 4.1° ve 5.4° standart sapma değerleriyle birbirlerine dik açığa yakın şekilde konumlanmıştır. Kanalların iç kısmının çapının 0.2-0.3 mm arasında değiştiği tahmin edilmektedir (Melvill-Jones, 1979). Sağ ve sol lateral kanallar, sol anterior ve sağ posterior, sol posterior ve sağ anterior kanallar birbirini tamamlar ve aynı düzlemdeki harekete hassastır. Bu yerleşim sayesinde üç çift semisirküler kanal birbirlerini tamamlayıcı ve karşıt yönlere optimum hassasiyettedir (Şekil 1).



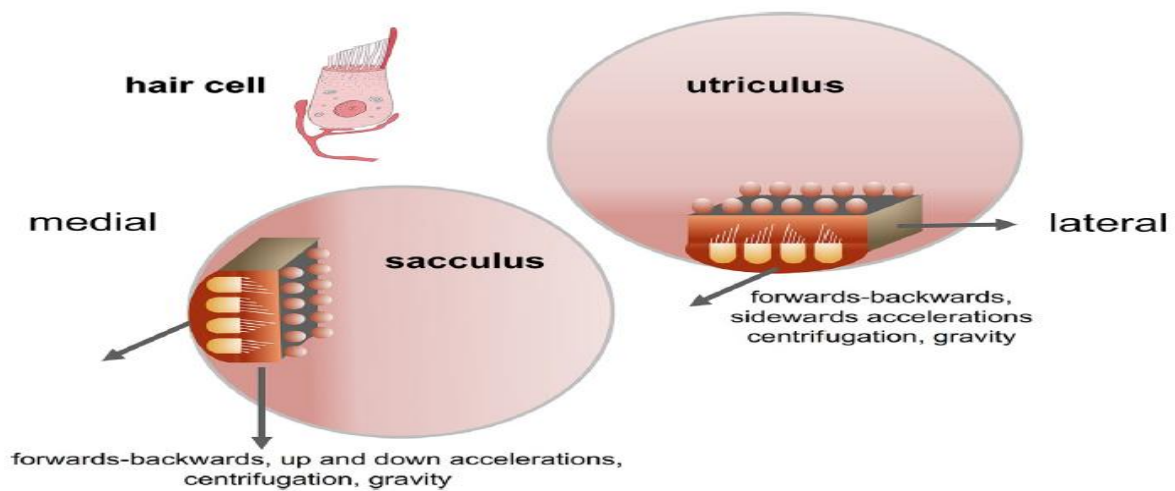
Şekil 1: Sağ ve Sol Semisirküler Kanallar

Semisirküler kanalların tüy hücreleri jelatinöz tabakanın bazal kısmında, kanalın ampullasından uzanan ve kanalı kapatarak endolenfin ampullaya geçmesini önleyen kupula adı verilen kısımda bulunur. Silyalar kupulanın içine uzanır. Tüy hücrelerinin kinosilyuma doğru hareketinde maksimum polarizasyon gözlenir. Kupuladaki tüm tüy hücreleri polarizasyon yönü aynı olacak şekilde konumlanmıştır. Bunun bir sonucu olarak tüm tüy hücrelerinin reseptör potansiyeli senkronize olarak azalır veya artar. (Kingma ve van de Berg, 2016).

2.1.1.2. Vestibüler End Organlar

İnsan vücudunda iç kulağın vestibül kısmındaki zar labirentin içinde konumlanmış utrikül ve sakkül adı verilen iki adet otolit organ bulunmaktadır. Bu organların makula kısımları duysal epitel tabaka içerir. Baş dik konumda iken utrikülün makulası horizontal düzlemde yer alır ve yaklaşık 20-30° yukarı ve öne doğru kıvrılır. Sakkülün makulası sagittal düzleme paralel utrikülün makulasına dik olacak şekilde konumlanmıştır (Şekil 2). Her iki otolit organda da tüy hücrelerinin sterosilyaları jelatinöz elastik bir tabakada yer almaktadır. Bu tabakaya oranla ağır olan kalsiyum karbonat kristalleri, otokonyalar, jelatinöz tabakanın üzerine ince fiber liflerle bağlanır. Çoğunlukla altıgen şekilli bu kristaller, 2.95 g / cm³'lük bir özgül kütleye ve 3 ile 30 mm arasında değişen bir çapa sahiptir (Kingma ve van de Berg, 2016).

Utriküldeki tüy hücreleri yüzeyin tam ortasından geçen ve striola adı verilen hayali çizgiye doğru hareketle polarize olacak şekilde konumlanmıştır. Utrikülün striola kısmında zar çok incedir ve tüy hücrelerinin silyaları kısadır. Sakküldeki tüy hücreleri ise strioladan uzaklaşan hareketle polarize olacak şekilde konumlanmıştır ve sakkülün striola kısmında zar nispeten kalındır ve tüy hücrelerinin silyaları daha uzundur (Kingma ve van de Berg, 2016).



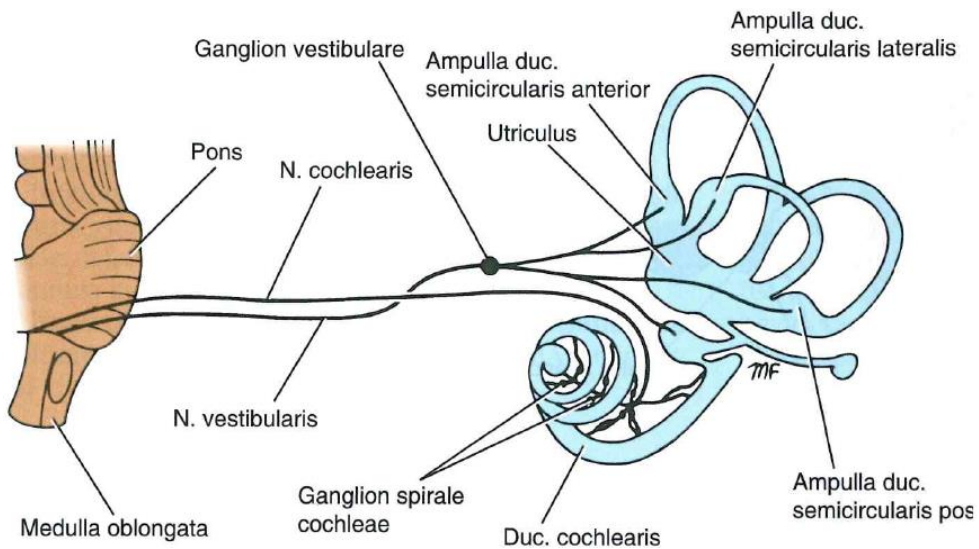
Şekil 2: Utrikül ve Sakkül Yerleşimi

2.1.1.3. Vestibülokoklear Sinir (8. Kranial Sinir)

Vestibülokoklear Sinir olarak adlandırılan sekizinci kranial sinir n. vestibularis ve n. cochlearis olmak üzere iki dala ayrılır. Vestibüler sinirin miyelinizasyonu 20. hafta civarında başlar (Blayney, 1997). Vestibüler sinir miyelinizasyonu ilk tamamlanan kranial sinirdir (O'Reilly ve ark. 2018).

Vestibüler sinir, superior ve inferior dallara ayrılır. Vestibüler sinirin superior dalı; anterior semisirküler kanal, lateral semisirküler kanal ve utrikül makulasından gelen girdileri alırken, vestibüler sinirin inferior dalı, posterior semisirküler kanal ve sakkülünü innerve eder. Vestibüler sinir utrikül ve sakkülden baş pozisyonu ile ilgili girdileri alırken, semisirküler kanallardan başın hareketiyle ilgili bilgileri alır. Vestibüler sinir liflerinden alınan girdiler meatus acusticus internus'ta yer alan vestibüler ganglionda (Scarpa ganglionu) toplanır (Snell, 2010).

Vestibüler organlardan baş hareketiyle ilgili bilgiler, Scarpa ganglionu aracılığıyla sekizinci kranial sinire iletilir ve iç kulak kanalı boyunca ilerler, serebellopontin köşe açısını geçerek pontomedullar bağlantı seviyesinden beyin sapına girer. Vestibüler sinir, vestibüler çekirdeklerdeki hücrelerle ve serebellum gibi diğer merkezi sinir sistemi yapıları ile sinaps yapar. Vestibüler çekirdeklerden gelen bilgiler sinir sisteminin hem inen hem de çıkan yollarında kullanılır. Çıkan yollar vestibülokoklear refleks ve vestibüler duyuların algılanması için önemliken, inen yollar vestibulospinal refleks için önemlidir (Furman vd., 2010). (Şekil 3)



Şekil 3: Vestibülokoklear Sinir

2.1.2. Vestibüler Sistem Fizyolojisi

Vestibüler sistem açısal ve lineer ivmelenmeleri membranöz labirentin semisirküler kanal ve vestibüler uç organları aracılığıyla algılar (Fife, 2010).

Vestibüler uç organlar baştaki harekete duyarlı en temel yapılardır. Semisirküler kanallar ve otolit organlar düşük frekanslı baş hareketlerine ve başın tilt hareketine daha hassastır. Labirentteki otolit organlar, utrikül ve sakkül, ise; ivmeli hareketleri, başın tilt hareketini ve merkezkaç kuvveti kaynaklı rotasyonları algılar. Buna karşılık otolit organlar hareketin türüne dair kesin bir bilgi veremez. Otolit organlar başın tilt hareketi ya da rotasyonel hareket gibi durumlar arasında hassas bir ayırım yapamaz. Bu nedenle labirentte, açısal ivmeli hareketler gibi rotasyonel hareketlere daha hassas olan semisirküler kanallar vardır. Bu kanallar sayesinde beyin başın tilt hareketini ve rotasyonel hareketini birbirinden ayırabilir (Kingma ve van de Berg, 2016).

Labirentin birincil hareket sensörü olan tüy hücreleri mekanik değişiklikleri elektrik enerjisine çeviren mekanoreseptörlerdir. Tüy hücrelerinin hassas oldukları hareketler , tüy hücrelerinin tipinden çok semisirküler kanalların kupulası ve vestibüldeki makula gibi tüy hücrelerinin konumuna bağlıdır (Kingma ve Janssen, 2013).

Vestibüler tüy hücreleri çok sayıda sterosilyadan ve tek bir kinosilyumdan oluşur. Sterosilyalar, kinosilyuma yaklaştıkça uzunlukları artacak şekilde konumlanmıştır. Sterosilyaların uç kısmında sterosilyaları birbirlerine bağlayan elastik bağlantılar vardır. Bu bağlantılar tüy hücrelerinin birlikte hareket etmesini sağlar ve bu bağlantıların stereosilyaların tepesinde bulunan iyon kanallarını mekanik olarak açıp kapattıkları düşünülür. Kinosilyumlar kanallardaki kupula ve vestibüldeki makulanın küçük hareketlerine en duyarlı yapılardır ve bağlantıları sayesinde sterosilyaların tümünü senkronize olarak hareket ettirirler. Böylece total hassasiyeti artırılır (Kingma ve van de Berg, 2016).

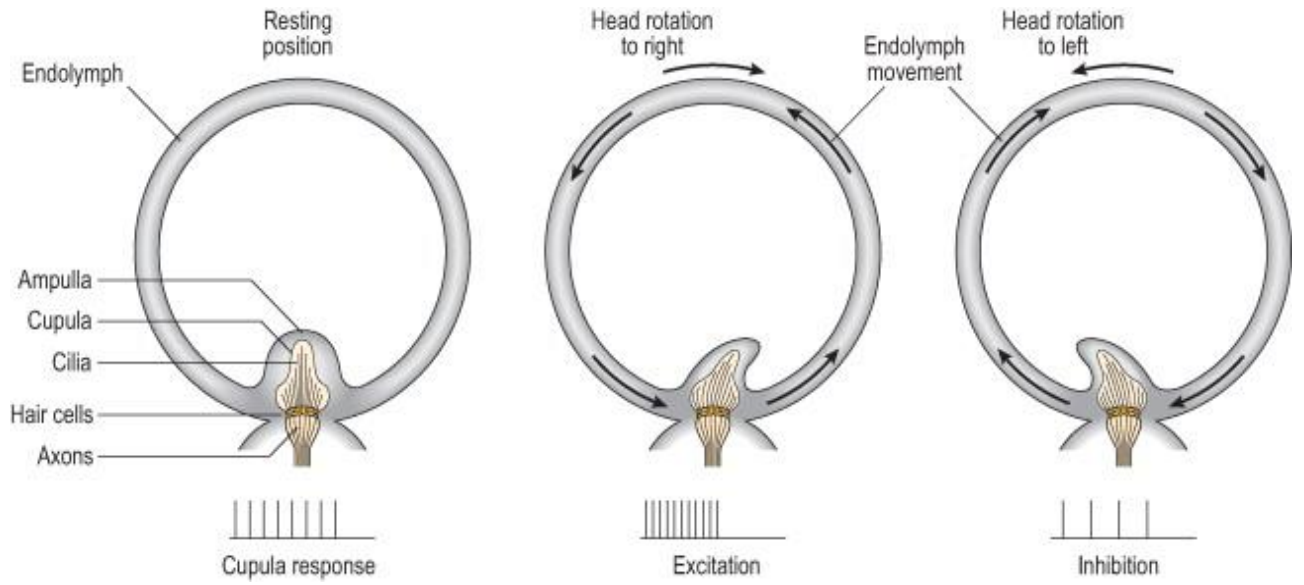
Tüy hücrelerinin istirahat halindeki potansiyeli yaklaşık 80 mV olup bu potansiyel, silyaların laterale doğru yaptığı mikron hareketi başına 20 mV değişir. Tüy hücrelerinin afferent sinir lifleri saniyede 100 atım oranında ateşleme yapar (Hudspeth ve Corey, 1977; van de Berg ve ark, 2011). Sterosilyalar kinosilyuma doğru hareket ettiğinde hücrenin reseptör potansiyeli ve sinirin ateşleme sıklığı artarken, sterosilyalar kinosilyumdan uzağa hareket ettiğinde de buna ters bir etki yaratır ve hem hücrenin reseptör potansiyeli hem de sinirin ateşleme sıklığı azalır. Sterosilyaların kinosilyuma doğru hareketinde meydana gelen potansiyel değişim, tam tersi yöne hareketinde meydana gelen potansiyel değişimden daha büyüktür. Bu durum tüy hücrelerinin

asimetrik hassasiyetli mekanoreseptör hücreleri olmasına sebep olur (Kingma ve van de Berg, 2016).

2.1.2.1. Semisirküler Kanallar

Semisirküler kanallar kendi düzleminde başlayan baş hareketiyle polarize olur. Başın açısal ivmelenmesiyle semisirküler kanallardaki endolenf, atalet (eylemsizlik) özelliği nedeniyle geride kalır. Bu durum kanal içinde başın dönüş yönüne zıt doğrultuda görece bir sıvı akımına neden olur. Dönmenin ilk bir kaç saniyesinde endolenfteki akış baş ile aynı doğrultu ve hıza ulaşır böylece kanal uyarımı azalır. Dönme aniden durduğunda tam tersi bir etki ortaya çıkar ve endolenfteki sıvı akışı birkaç saniye süreyle devam eder. Bu esnada kupula aksi yönde eğilerek tüy hücresinin polarizasyonunu tamamen durdurur. Ardından endolenf hareketi sonlanır ve kanal uyarımı istirahat durumuna geri döner (Şekil 4). Semisirküler kanallar başın açısal hareketlerine duyarlı olduğundan yalnızca başın herhangi bir doğrultuda dönmeye başladığı ya da dönmenin durduğu açısal değişiklikleri algılar. (Guyton ve Hall, 2016). Semisirküler kanallar $0.5/s^2$ ve üzerindeki açısal ivmeleri algılayabilir (Kingma ve van de Berg, 2016). Afferent sinir fiberlerinde 0.5 Hz için semisirküler kanalların hassasiyeti her $^\circ/s$ için saniyede 1 ateşlemedir (Yang ve Hullar, 2007).

Lateral semisirküler kanaldaki tüy hücreleri ampullaya doğru hareketle (ampullopedal) polarize olur. Vertikal semisirküler kanallar ampulladan uzağa hareketle (ampullofugal) polarize olur. Her kanal, o kanalın düzlemine dik bir eksen etrafında, o kanalın doğrultusundaki dönüşlere maksimum derecede hassastır (Kingma ve van de Berg, 2016). Bu durumu Ewald'ın kanunları olarak bilinen üç kanun açıklar. Bunlardan ilki: Bir kanalın uyarılmasıyla meydana gelen göz hareketleri uyarılan kanalın düzleminde ve endolenf akımıyla aynı yönde meydana gelir. İkinci kanunu, lateral semisirküler kanallarda meydana gelen endolenf akımı ampullopedal olduğunda ampullofugal endolenf akımına oranla daha fazla uyarılmaya neden olur. Ewald'a ait üçüncü ve son kanun ise: Vertikal kanallarda ampullofugal endolenf akımı, ampullopedal endolenf akımından daha fazla uyarılma sağlar (Fife, 2010).



Şekil 4: Semisirküler Kanal Uyarımı

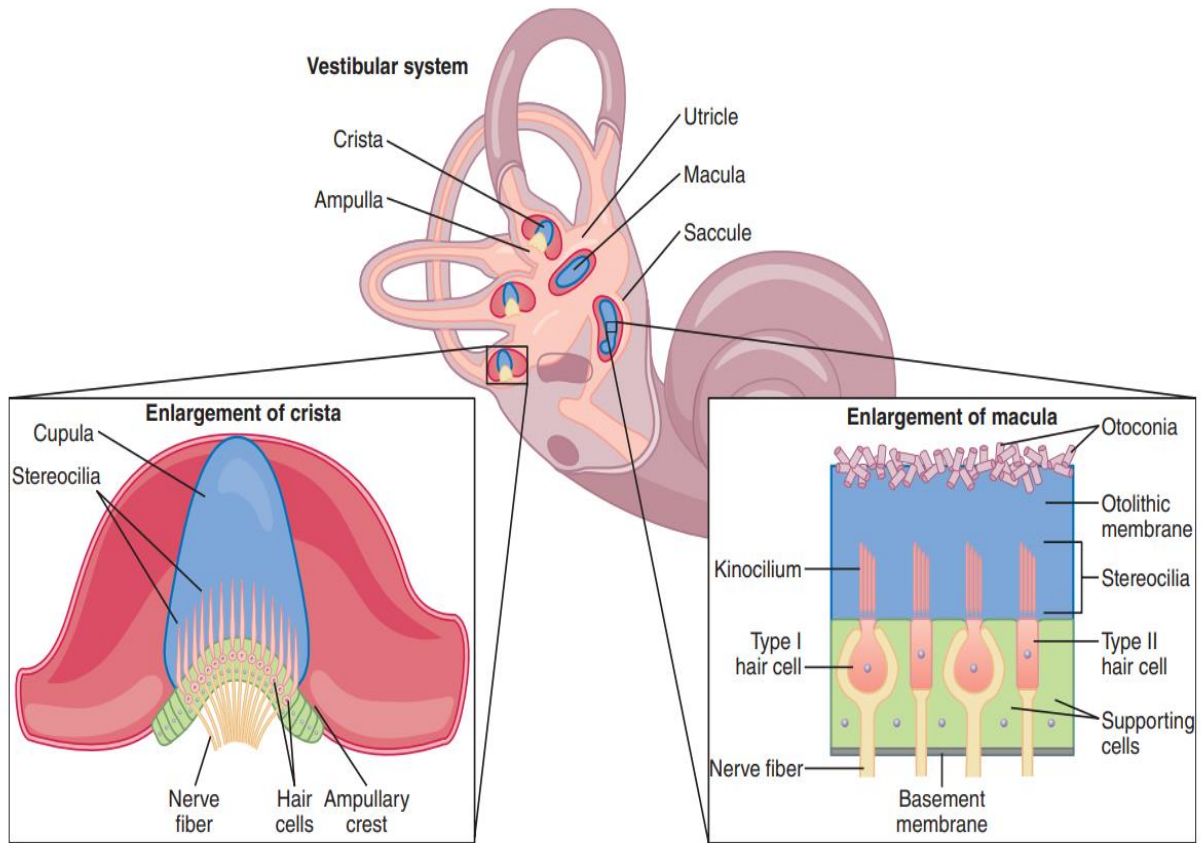
2.1.2.2. Vestibüler Organlar

Otolit organlar kütleli atalet özelliği sayesinde doğrusal ivmelenmelere, rotasyonlara ve başın tilt hareketine duyarlıdır. Doğrusal ivmelenme sırasında utriküler membranın alt kısmı hemen baş hareketini takip eder fakat zarın üzerindeki otokonyalar atalet nedeniyle geride kalır ve silyaların eğilmesine neden olur. Bu bükülmenin yönüne göre tüy hücrelerinde ya depolarizasyon ya da hiperpolarizasyon meydana gelir. Semisirküler kanalların aksine otolit organların makulasındaki tüy hücreleri her yöne polarize olabilir (Şekil 5.). (Kingma ve van de Berg, 2016).

Sabit hızlı baş rotasyonlarında semisirküler kanallarda uyarım meydana gelmez fakat hem sabit hem de değişen baş hızıyla yapılan rotasyonel hareketlerde merkezkaç kuvvetinden kaynaklı otolit sistemde uyarılma meydana gelir. Bu uyarılmanın semisirküler kanallar açısından destekleyici ve düzenleyici bir fonksiyonu olduğu düşünülmektedir (Kingma ve van de Berg, 2016).

Otolit organların membranlarındaki yer değiştirme sabit hızlı baş hareketi ve açısal ivmelenme için aynıdır. Otolit organlar sabit ve düşük frekanslı doğrusal ivmelenmelere hassastır. Otolit organlar doğrusal hızlanmaları 2 cm/s^2 , açısal hızlanmaları $3.0^\circ/\text{s}^2$ ve başın tilt hareketini 0.5° hassasiyetle algılayabilir. Yerçekimi ivmesi ve sistemin buna karşılık gelen doğrusal ivmelenmesi fiziksel olarak eşdeğer olduğu için (Einstein'ın denklik ilkesi), otolit organlar duyuşal

epiteldeki yöne hassas tüy hücrelerinin özel yerleşiminden yararlanmadan baş hareketinin türünü ayırt edemezler. (Kingma ve van de Berg, 2016).



Şekil 5: Semisirküler Kanallar, Vestibülüm, Ampulla ve Sakkül Makulası

2.1.2.3. Vestibülokoklear Sinir (8. Kranial Sinir)

Sekizinci kranial sinirin vestibüler dalı, istirahat potansiyeli adı verilen potansiyele sahiptir. Bu sinirde baş dinlenme durumundayken bile çok sayıda (yaklaşık 90/sn) ateşleme oluşur. Vücuttaki duyu organları için benzersiz olan bu durum nedeniyle bu nöronlar dinlenme durumda iken fazla enerji tüketirler de çift yönlüdürler ve hem inhibitör hem eksitator hareketleri algılayarak başın konumunu ve hareketini sürekli hesaplayabilirler. Vestibüler nöronlar innerve ettikleri tüy hücrelerinin depolarizasyonu veya hiperpolarizasyonu sonucunda ateşleme hızlarını artırır veya azaltırlar (Furman ve ark. 2010).

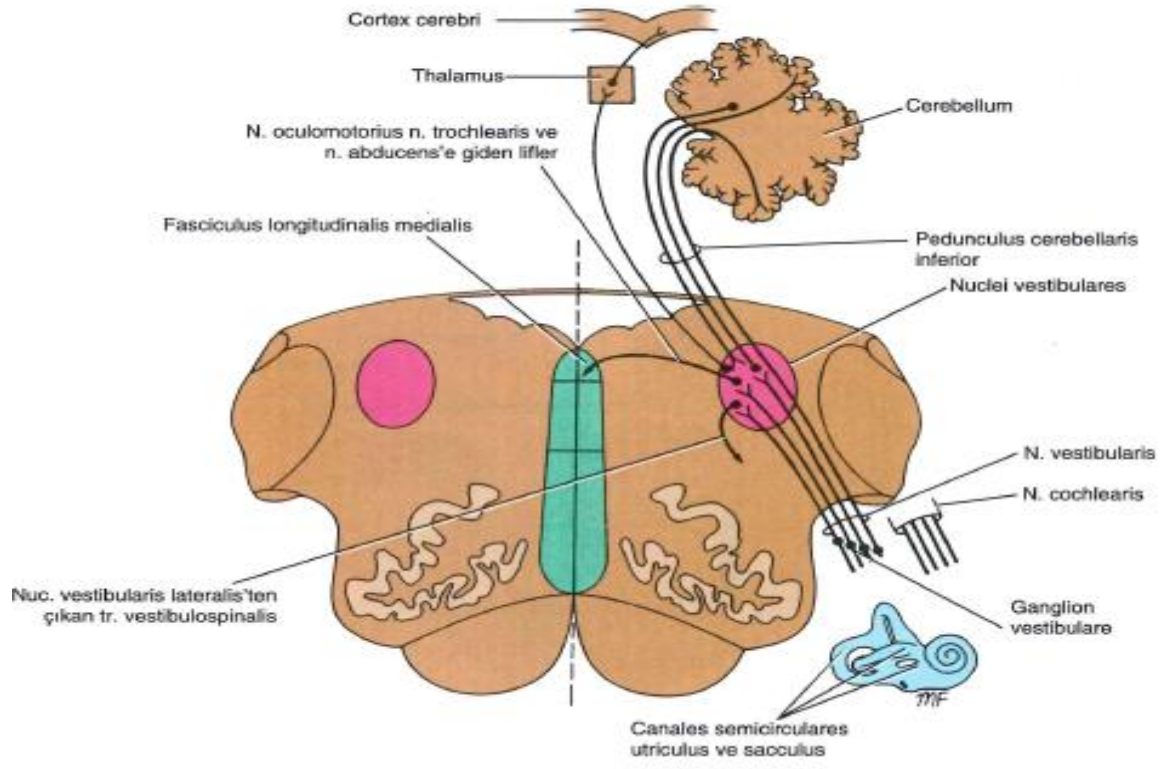
2.2. Santral Vestibüler Sistem

Vestibüler gangliyon hücreleri, gebeliğin 21. haftasına kadar çeşitli şekillerdedir ve iç kulağın gelişimi tamamlandığında, gebeliğin 24. haftası civarında, tek biçimli hale gelmektedirler. Morfometrik çalışmalar gangliyon hücrelerinin 39. haftaya kadar büyüdüğünü ve doğum zamanında yetişkin formuna ulaştığını göstermektedir (Kaga ve ark., 2001). Beyin sapındaki okülomotor çekirdekler ve labirentler arasındaki nöral bağlantılar 12. ve 24. gebelik haftaları arasında sağlanır (Blayney, 1997).

Vestibüler sistem arka planda çalışır ve genellikle fark edilmez. Bunun sebebi, vestibüler sistemle beyin korteksi arasında bulunan bağlantı sayısının az olmasıdır. Vestibüler çekirdek kompleksi ve talamus arasında dolaylı bir bağlantı vardır ve talamus duyuşal kortekse ve orta temporal gyrus'a sınırlı miktarda bilgi aktarır. Bu dolaylı yol sayesinde vertigo vb. olağandışı durumlar meydana geldiğinde bireyin vestibüler sistem hakkındaki bilinçli farkındalığı ortaya çıkar (Rouse M.H., 2016).

Santral vestibüler sistem serebellumdan fazlasıyla etkilenir. Serebellumun belli başlı bölgeleri, vestibulocerebellum (flocculo-nodular lob ve cerebellar vermis) dahil olmak üzere, göz hareketleri ve vücut pozisyonunun kontrolü için özellikle önemlidir. Vestibüler çekirdekler ve serebellum arasındaki önemli ve güçlü bağlantılar, serebellumun vestibüler kaynaklı göz ve gövde hareketlerini etkilemesini sağlar (Furman ve ark. 2010).

Vestibüler çekirdeklerin talamus ve serebral kortekse gönderdiği bilgiler vestibüler duyuların bilinç seviyesinde algılanmasını sağlar. Fakat bu bilgiler yalnızca vestibüler sistemden kaynaklanmaz, somatik duyularla karışıktır. Bu nedenle bireyler diğer duyuşal sistemlerdeki yaptıkları ayrımları (parlaklık, renk, ses ve perde) vestibüler sistemde yapmakta zorlanırlar.



Şekil 6: Santral Vestibüler Sistem Anatomisi

2.2.1. Vestibüler Çekirdekler

Vestibüler nükleer kompleks gebeliğin 21. haftasından itibaren işlevseldir (O'Reilly ve ark. 2018). Serebellopontin açıdan beyin sapına ulaşan 8. kranial sinire ait lifler, vestibüler çekirdek kompleksine girer. Beynin her iki yanında bulunan vestibüler çekirdek kompleks superior, medial, lateral ve inferior vestibüler çekirdek adı verilen 4 farklı alt anatomik bölüme ayrılır. Vestibüler çekirdekler yalnızca vestibüler sistemden değil; görme sistemi, somatik, duyuşal ve işitsel sistemlerden de girdi alır (Furman ve ark. 2010).

Superior Vestibüler Çekirdek (SVÇ): Santral ve periferik olarak ikiye ayrılan çekirdek 4. ventrikülün rostral kısmında bulunur. SVÇ'den okulomotor çekirdeğe, talamusa, retiküler formasyonlara ve serebelluma bağlantılar bulunur. Vestibüler çekirdek kompleksi içinde hem ipsilateral hem de kontralateral bağlantılar kurar. Çekirdeğin santral kısmında VOR'da görev alan nöronlar bulunur. Periferik kısımda bulunan nöronlar; serebelluma, dorsal pontin retiküler formasyona ve hem ipsilateral hem de kontralateral VÇK'lere bağlanır (Highstein ve Holstein 2006).

Lateral Vestibüler Çekirdek (LVÇ): Deiters çekirdeği olarak da adlandırılan bu çekirdekten başlayan efferent lifler vestibulospinal yolu oluşturarak ipsilateral olarak aşağı doğru iner. Bunun yanı sıra medial longitudinal fasciculus aracılığıyla okulomotor, trochlear ve abducens sinirlerinin çekirdeklerine efferent bilgi taşınır (Snell, 2010) (Şekil 7).

Medial Vestibüler Çekirdek (MVÇ): Triangular ya da Schwalbe olarak adlandırılır. Vestibüler çekirdeklerin en büyüğüdür ve 4. ventrikülün sırt kısmında yer alır. MVÇ’te yer alan nöronlar semisirküler kanallardan, flokkulustan girdi alır ve ekstraoküler göz kasları çekirdeklerine ve inferior kollikulus’a VOR ile bağlantılı olarak projeksiyon yapar. Bunun yanı sıra otolit organlardan, omurilikten, nodulustan uvuladan ve fastigial çekirdeklerden girdi alır ve bunları işlevsel olarak ilişkili olduğu serebellum ve omuriliğe iletir (Highstein ve Holstein 2006).

Inferior Vestibüler Çekirdek (IVÇ): Bu çekirdek otolit organların afferent girdisini alır. Bu çekirdeğin küçük bir kısmı vestibulospinal yolların oluşumuna katkı sağlarken büyük bölümü serebellumla bağlantı kurar (Highstein ve Holstein 2006).

Vestibüler çekirdeklerin diğer sistemlerle bağlantıları şu beş fonksiyonel sistemi oluşturur (Rouse M.H., 2016).

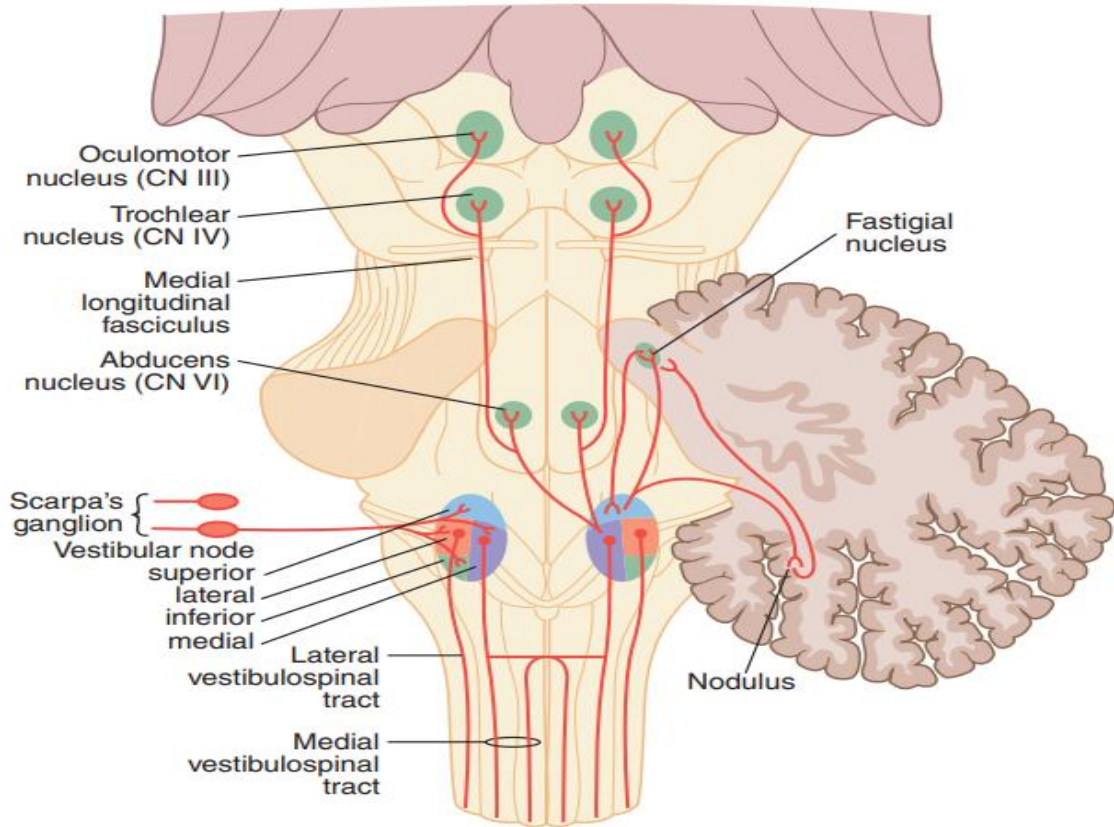
Serebellar bağlantılar ve denge: Vestibüler lifler, çekirdekten serebelluma ve serebellumdan tekrar çekirdeğe girdi sağlar. Serebellum motor hareketleri kontrol eder ve bu bağlantılar vücudun dengesini korumak için gereken koordineli hareketleri kolaylaştırır.

Beyin sapı çekirdekleri bağlantısı ve göz hareketleri: Vestibüler Çekirdek kompleksinden çıkan lifler medial longitudinal fasciculus aracılığıyla pontaki abducens çekirdeğe, ortabeyindeki trochlear çekirdek ve okulomotor çekirdeklere ulaşır ve göz hareketlerinin kontrol edilmesini sağlar. (Şekil 8)

Beyin sapı bağlantıları ve mide bulantısı: Vestibüler çekirdek kompleksi retiküler formasyonla bağlantı kurar. Retiküler formasyon viseral/otonomik fonksiyonları koordine eder bu da hareket hastalığı ve bulantı hissinden kaynaklanan kusma ile sonuçlanabilir.

Omurilik Bağlantıları ve Baş / Boyun Hareketleri: Medial Vestibüler çekirdeğin aksonları vestibulospinal yolu oluşturarak omuriliğin servikal kısmının alt motor nöron bölümüne ulaşır. Bu bağlantı, başımızı ve gövdemizi farklı yönlere çevirmemizi sağlayan vestibulokolik refleksin oluşumunda görev alır.

Omurilik Bağlantıları ve Ekstremité Düzenlemeleri: Lateral vestibüler çekirdeğin aksonları lateral vestibüler yolu oluşturur. Bu ipsilateral yol omuriliğin torasik ve lumbar alt motor nöronlarında sonlanır. Bu nöronların aksonları da alt ve üst ekstremité ekstansör kaslarına ulaşır. Bu bağlantı vestibülospinal refleksin oluşumunda görev alır.



Şekil 7: Santral Vestibüler Yol

2.2.2. Vestibüler Refleksler

Denge sensör uyarımın tetiklediği bazı olaylar sonucunda sağlanır. Vestibüler, görsel ve somatosensör sistemlerden alınan girdiler vestibüler çekirdeklere ve serebelluma işleme ve kalibrasyon için iletilir. Afferent girdiye cevap olarak, vestibüler çekirdek kompleksi göz hareketini kontrol eden kaslara, boyna ve omuriliğe doğrudan, hızlı ve etkili bir efferent bağlantı oluşturur. Bu motor çıktılar; bakışlarımızı, postural stabilitemizi ve dengemizi kontrol etmemizi sağlayan üç vestibüler refleksi (vestibüloküler, vestibülospinal ve vestibülokolik) tetikler (O'reilly ve ark. 2018).

2.2.2.1. Vestibulospinal Refleks

Vestibulospinal Refleks (VSR), Vestibüler labirentten gelen bilgiler, sinir sisteminin inen yolları aracılığıyla baş pozisyonunun, gövdenin sabitliğinin ve uzuv pozisyonunun kontrolünde görev alır. Medial ve lateral vestibulospinal yollar ve retikulospinal yol vestibüler çekirdeklerden beyinsapına ve omuriliğe bilgi taşır. Ayrıca boyun-baş pozisyonu ile ilgili merkezi sinir sistemine sinyaller gönderir (Furman ve ark. 2010).

2.2.2.2. Vestibulokolik Refleks

Vestibulokolik refleks (VKR), monosinaptik bağlantılardan oluşan basit bir refleks arki değildir. VKR'yi oluşturan nöronların büyük çoğunluğu vestibüler labirent ve boyun kasları arasında medial ve lateral vestibulospinal yol aracılığıyla servikal motonöronlar arasında disinaptik ve trisinaptik bağlantılar kurar. Vestibüler afferentlerden (semisirküler kanallar ve otolit organlar) gelen bilgiler vestibüler çekirdekte toplanır. Vestibüler çekirdeklerin %30 kadarı vertikal kanallardan ve otolit organlardan girdi alırken %15 kadarı lateral kanallar ve otolit organlardan girdi alır. Bu girdiler sayesinde hem rotasyonel hem de lineer olan kompleks baş hareketleri doğru şekilde algılanır ve bu hareketlere tepki olarak baş pozisyonunu korumaya yönelik refleksler oluşur. Vestibüler çekirdekler, VKR kazançlarının ayarlanması için serebellumdan ve servikal omurgadaki somatosensoriyel afferentlerden girdi alır. Bu girdilerin entegrasyonu ile uygun kasların oryantasyonuna katkı sağlanır ve baş doğru tarafa yönlendirilir (Boyle, 2001).

Vestibulokolik refleks düzeltici bir refleks olarak düşünülebilir. Vestibulokolik refleks yerçekiminden ve vücut hareketinden bağımsız olarak boynun sagittal ve lateral düzlemlerdeki hareket aralığına bağlı olarak, başın horizontal bakış pozisyonunda tutulmasını sağlar. Bir denge bozukluğu anında otolit organlar yerçekimindeki değişiklikleri algılar ve başı yer çekiminin tersi yönde hareket ettirerek bakışın ve başın konumunun korunmasını sağlar (Jacobson ve Shepard 2016).

2.2.2.3. Vestibülooküler Refleks

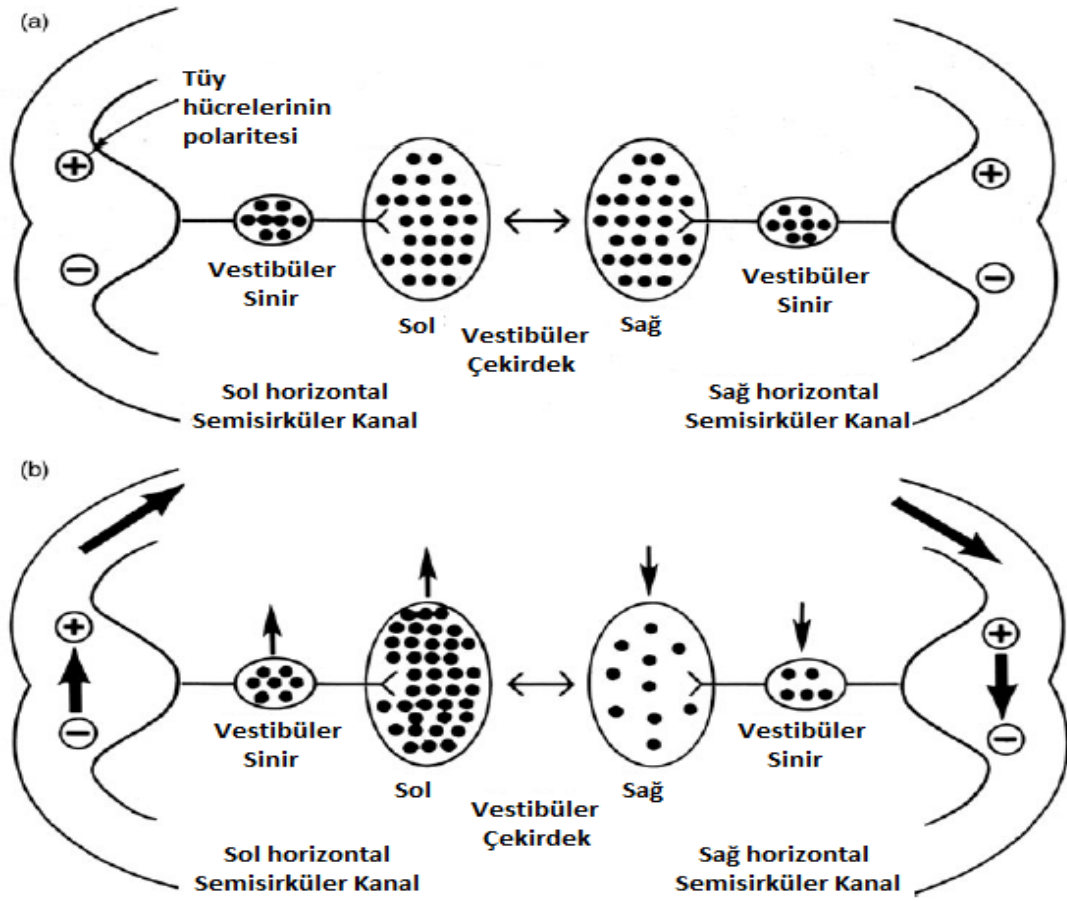
Vestibülooküler refleks (VOR), kafa hareketiyle tetiklenen gözlerin hedefte kalması için baş hareketine eşlenik göz hareketi ile sonuçlanan bir mekanizmadır (Furman ve ark. 2010). Vestibülooküler refleksin amacı baş ve vücut hareket ederken düzgün bir görüntü sağlamak ve bakışı sabitlemektir. Nesnelerin görüntüsü semisirküler kanallar ve otolit organlardan gelen girdiler doğrultusunda retinadaki foveaya düşer (O'reilly ve ark. 2018). Vestibüler uyarılma tarafından tetiklenen VOR'un refleksif yavaş bileşeni doğumda rutin olarak gözlenir fakat Merkezi sinir

sistemi kaynaklı gözü merkeze döndüren ve fiziksel sınırlar içinde kalmasını sağlayan hızlı komponenti ise değişkenlik gösterir (Cohen, 1972).

Bebekler, sıklıkla hedefe ulaşmak için birden fazla sakkada ihtiyaç duyarlar. Sakkadik sistem doğumda olgunlaşmamıştır ve 2 yaşına kadar gelişmeye devam eder (Ornitz ve ark. 1979). VOR'un Yavaş bileşen hızı ve nistagmus atımlarının sıklığı yaştan bir fonksiyonu olarak 6 ile 12 ay arasında, sabit bir değere ulaşana dek artar (Eviatar ve Eviatar 1979). Foveal gelişim tamamlanmadığı için yeni doğanlara yalnızca düşük frekanslı smooth pursuit testi yapmak uygundur. Çocuklarda, görme ve denge sistemi bağlantıları henüz tam gelişmediğinden VOR baskılaması zayıftır bu nedenle çocuklarda sinüzoidal rotasyonlarda elde edilen VOR kazançları yetişkinlere oranla daha yüksek bulunmuştur. Açısal ivme nedeniyle oluşan VOR kazançları yaştan bir fonksiyonu olarak 2. aydan 11. aya kadar küçük ama anlamlı şekilde düşerken, zaman sabitleri artmaktadır (Ornitz ve ark. 1985).

VOR sistemi rotasyon ve translasyon hareketleri dahil olmak üzere tüm baş hareketlerinde aktiftir. VOR en basit haliyle üç nöron arkı aracılığıyla oluşur. Horizontal VOR için bu üç nöron, sekizinci kranial sinir (nöron 1), vestibüler çekirdeklerden çıkıp abducens çekirdeğinde sonlanan internöron (nöron 2) ve göz kaslarına giden motonöron (nöron 3) olarak sıralanabilir. Lateral kanalların uyarılmasıyla, kontralateral lateral rektus kası uyarılır. Aynı zamanda medial longitudinal fasciculus aracılığıyla, ipsilateral medial rectus oculomotor nöron tarafından uyarılır (Furman ve ark. 2010). VOR yolunun üç nörondan oluşan sadeliği bu refleksin çok hızlı olmasını sağlar; VOR refleksi uyarandan 5-6 ms sonra ortaya çıkar (Angelaki ve Cullen, 2008).

VOR'un en önemli özelliklerinden biri de beynin her iki yanında yer alan vestibüler çekirdeklerin koordineli çalışmasıyla oluşmasıdır. Bu kooperasyon sayesinde bir taraf uyarılırken diğer taraf inhibe olur ve bu durum sekizinci kranial sinirdeki tonik vestibüler uyarılmanın baş hareketi sırasında hem artmasına hem de azalmasına imkan tanır. Örneğin, kafa sola döndürüldüğünde, sol taraftaki sekizinci kranial sinirde ve sol vestibüler çekirdeklerdeki aktivite artarken, sağ taraftaki sekizinci kranial sinirin ve sağ vestibüler çekirdeklerin aktivitesi azalır. Beyin, vestibüler çekirdeklerin nöral aktivitesi arasındaki farkı sola doğru yapılan baş hareketi olarak yorumlar ve uygun vestibüloökuler ve postural yanıtlar üretir. (Şekil 8) Bu karşılıklı etkileşim VOR'un hassasiyetini büyük ölçüde artırır (Furman ve ark. 2010).



Şekil 8: (a) baş hareketi öncesi ve (b) baş hareketi sırasında horizontal semisirküler kanallar ve vestibüler çekirdekler

Merkezi sinir sistemi, iki vestibüler nükleer kompleks arasındaki aktivite farklılıklarına cevap verir. Örneğin, baş hareketi olmadığında, vestibüler çekirdeklerin istirahat nöral aktivitesi simetriktir. Bununla birlikte, hareket sırasında, vestibüler çekirdeklerde asimetrik aktivite oluşur. Sol ve sağ vestibüler çekirdekler arasında oluşan asimetri, patoloji nedeniyle oluştuğunda bile, merkezi sinir sistemi tarafından baş hareketi olarak yorumlanır (Furman ve ark. 2010).

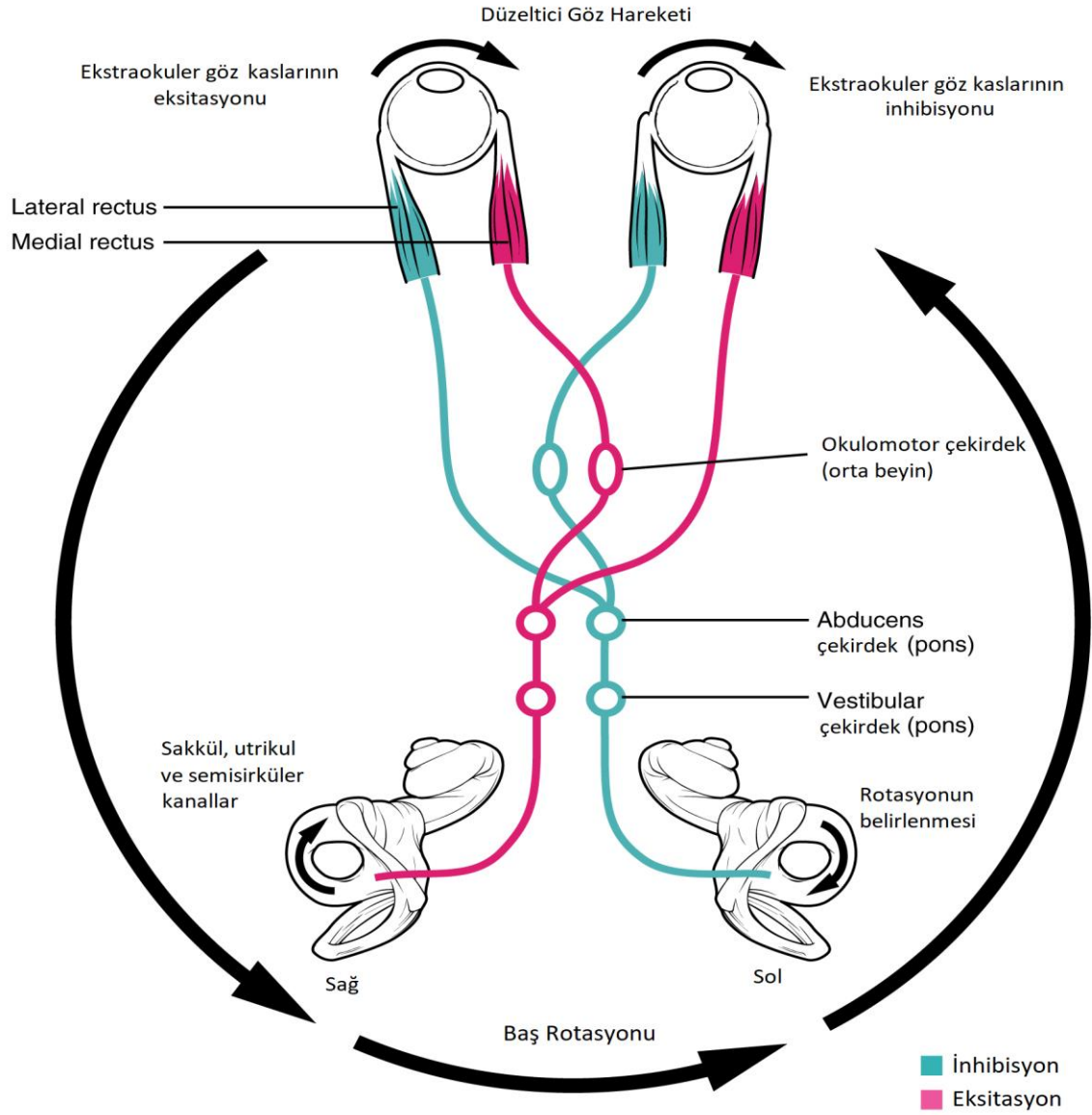
VOR, hedef objenin başla takibinin gerektiği durumlarda (örn. hareket eden araba), ters etki yaratır ve baskılanması gerekir. VOR'un baskılanmasının 80-90 ms civarında oluştuğu düşünülmektedir (Crane ve Demers, 1999). VOR baskılanmasına katılan mekanizma hedef objenin hızına bağlıdır. 60°/s altındaki hızlarda sakkad ve smooth pursuit yollarını içeren görme mekanizması görev alırken, daha hızlı hedef objeler için görme sistemi doğruluğu sağlayamaz ve

görme-dışı ikinci bir mekanizma devreye girer. Mevcut baş hareketine bağlı sinyaller oluşturan bu mekanizma, VOR sinyallerinin durdurulmasını ya da hassasiyetinin azaltılmasını sağlar. Bu görme-dışı mekanizma, uzatılmış baş göz takibi aralığı ve yüksek şiddette doğruluğun sağlanması için kritik öneme sahiptir (Cullen vd. 1991).

Görüntünün retinada sabitlenmesinde hangi sistemin rol alacağı baş hareketinin hızına bağlıdır. Düşük frekanslı baş hareketinde (0,001 Hz), yalnızca görme sistemi çalışırken; orta frekanslı baş hareketlerinde görme sistemi ve vestibüler sistem retinadaki görüntüyü birlikte sabitler. Orta frekanslı baş hareketleri sırasında ortamın karanlık olması ile görme sistemi ekarte edilir ve sadece vestibüler sistemin çalışması sağlanır. Yüksek frekanslı baş hareketinde (5 Hz), görüntünün retinada sabitlenmesi yalnızca vestibüler sistemin kontrolündedir (Alhabib ve Saliba 2016).

Bireyin gözlerini hedefte sabitleyemediği durumlarda vestibüler sistem gözleri hedefe getirmek, bakışı sabitlemek, osilopsiyi engellemek ve görsel performansı artırmak için ilk yakalama sakkadını tetikler. (Weber ve Aw, 2008). Baş hareketi bitmeden ortaya çıkan ve gizli sakkad olarak adlandırılan bu hareket dinamik kompensasyonun bir parçası olarak nitelendirilir. (Weber ve Aw, 2008; Manzari ve Burgess, 2013). Gizli sakkadlar baş ve göz hareketi arasındaki farklılığın ön görülebilmesi için zaman gerektiğinde ortaya çıkar, böylece gözün hedefi yakalama süresi kısalmır. Fakat göz hedefi yakalayamazsa ve baş-göz pozisyonunun ayarlanması uzarsa overt sakkad ya da açık sakkad denilen ikincil sakkadlar gözü hedefe getirmek için devreye girer. Overt sakkadların ortaya çıkması vestibüler bir patolojiden kaynaklanır (Weber ve Aw, 2008).

Lateral semisirküler kanalların uyarımında baş hareketinin olduğu yönde nöral ateşleme artar. Hızlı baş hareketi sonucu oluşan bu ateşlemeyle görüntünün sabit kalmasını sağlamak amacıyla VOR devreye girer. İpsilateral tarafta m. rektus medialis ve kontralateral tarafta m. rektus lateralis kaslarında kasılma; ipsilateral m. rektus lateralis ve kontralateral tarafta m. rektus medialis kaslarında gevşeme meydana gelir. Bu kaslara kasılma ve gevşeme komutları n. abducens ve n. oculomotorius tarafından iletilir (Şekil 9).



Şekil 9: Lateral Kanal Uyarımı

2.3. Vestibüler Sistemin Değerlendirilmesi

Denge sisteminin değerlendirilmesi, patolojinin kaynaklandığı yerin saptanması ve mevcut semptomların ortadan kalkması için gerekli tedavinin yapılması ya da mevcut semptomların en aza indirilmesi için rehabilitatif yaklaşımların sergilenmesi açısından önemlidir. Vestibüler sistemin değerlendirilmesinde pek çok farklı test yöntemi kullanılmaktadır.

2.3.1. Videonistagmografi

Videonistagmografi (VNG) testi santral ve periferik vestibüler sistemlerin değerlendirilmesi için okülo-motor testler, pozisyonel testler ve kalorik testten oluşan bir bataryadır. VNG testinde amaç görsel veya kalorik uyaran etkisiyle ortaya çıkan göz hareketlerinin kaydedilmesi ve VOR yollarının fonksiyonelliğinin değerlendirilmesidir (Kang, 2015).

Barany tarafından, 1914 yılında Nobel Ödülü'nü kazanan vestibüler sistem üzerine yapılan çalışmada açıklanan kalorik test, uzun zamandır periferik vestibüler fonksiyonun değerlendirilmesinde altın standart olarak görülmektedir (Barany, 1965). Kalorik test yalnızca horizontal kanalların ve superior vestibüler sinirin değerlendirildiği bir test yöntemidir. Bu nedenle semisirküler kanalları ve uç organları değerlendiren provokatif testlere ihtiyaç duyulmuştur.

Kalorik test tek taraflı ya da bilateral vestibüler disfonksiyonun tanınmasında farklı sıcaklıklarla lateral semisirküler kanalların uyarılması esasına dayanan bir test yöntemidir. Kalorik testi; hava kalorik ve su kalorik olmak üzere kullanılan uyarının çeşidine göre iki farklı yöntemle uygulanabilir. Kalorik testi, baş dönmesi ve dengesizlik sorunu yaşayan hastalarda düşük frekanslarda meydana gelen lateral kanal disfonksiyonunu teşhis etmede %80'e yakın başarı sağlar (Proctor, 2000).

2.3.2. Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller

Vestibüler sistemin değerlendirilmesi için kullanılan elektrofizyolojik test yöntemlerinden biri olan Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (VEMP), periferik vestibüler organların uyarılması ile oluşan refleksin ölçülmesini sağlar. Bu test yöntemi ve sonuçları ölçümün yapıldığı yere göre değişir. Ölçümün boyun kaslarından yapıldığı yöntem c-VEMP, (servikal VEMP), ölçümün ekstraoküler göz kaslarından yapıldığı yöntem o-VEMP (oküler VEMP) olarak isimlendirilir.

2.3.3. Bilgisayarlı Dinamik Postürografi

Postürografi, baş dönmesi ve dengesizlik şikayetleri olan bireylerde Statik ve dinamik dengeyi ölçmek için kullanılan bir test yöntemidir. Postürografik değerlendirme, sensör organizasyon testi, motor kontrol testi ve adaptasyon testi olmak üzere üç farklı test protokolünden oluşur. Sensör organizasyon protokolü dengeyi sağlayan üç farklı duyu sisteminin (görme, proprioseptif, vestibüler) değerlendirildiği duyu sistemlerinin engellendiği ya da bozulduğu durumları içeren 6 farklı aşamadan meydana gelir.

2.3.4. Head Impulse testi

VOR'un değerlendirildiği testler genel anlamda tüm vücut ile yapılan ve yalnızca başın hareketiyle yapılanlar olarak ikiye ayrılabilir. Rotasyonel sandalye kullanılarak yapılan tüm vücut impulse testleri 1980'lerde VOR değerlendirilmesi için popülerlik kazanmıştır. Fakat bu yöntem döner sandalyenin sağlayabileceği hız ve frekans açısından sınırlıdır. 1 Hz'den daha yüksek frekanslar, teknik olarak olanaksızdır; testin yapıldığı frekanslarda vestibüler olmayan refleksler göz hareketlerine hâkim olduğundan sonuçları etkilemektedir (Jenkins vd. 1982). Head impulse olarak adlandırılan test yönteminde ise baş VOR refleksinin işlevinin değerlendirilebileceği 2 kHz ve üzerinde frekansla çevrilebilir.

HIT yöntemi Halmagyi ve Curthoys tarafından ilk kez 1988'de tanımlanmıştır. HIT yöntemi yatak başı testi olarak kullanılmaya başlanmıştır. Yatak başı HIT testinin avantajları arasında tek taraflı ve bilateral vestibüler kaybın tespit edilmesi, ekipman maliyetinin olmaması, test süresinin kısa olması, her yerde uygulanabilir olması ve günlük yaşam aktiviteleri sırasında meydana gelen baş hareketlerini temsil eden uyarımlarla lateral SSK fonksiyonunu değerlendirme yeteneği yer almaktadır (Grossman ve Leigh; 1988, 1990). Bununla birlikte kalorik stimülasyon ile ilişkili vertigo ve bulantıyı ortaya çıkarma olasılığı daha düşüktür.

Yatak başı HIT testinin en büyük dezavantajı subjektif bir değerlendirme yöntemi olmasıdır. Test uygulayıcının gözlemlerine ve tecrübesine dayanır. Klinisyenin tecrübesinden bağımsız olarak bu yöntemde covert sakkadlar görülemez. Ayrıca bu yöntemle vertikal kanalların değerlendirilmesi zordur.

HIT yönteminin kısıtlılıkları nedeniyle scler search coil tekniği adı verilen yeni bir ölçüm yöntemi geliştirilmiştir (Robinson, 1963). Retinaya yerleştirilen parça sayesinde gözün hareketlerinin üç boyutlu olarak kaydedilmesiyle vertikal kanallar da dahil tüm semisirküler kanalların değerlendirilmesi sağlanmıştır (Furman ve Wuyts, 2012). Skleral Search Coil tekniğinin rutin klinik kullanım için invaziv, pahalı ve uzun süren bir yöntem olması gibi sınırlamalar, yüksek hızlı video kameralarla iki boyutlu (2B) göz hareketi kaydının geliştirilmesinde itici güç olmuştur.

HIT sırasındaki göz hareketlerini kaydetmek için yüksek hızlı dijital video kameraları kullanan ilk çalışmalar 2009 yılında Bartl vd., ve MacDougall vd., tarafından yapılmıştır (Bartl vd. 2009; MacDougall vd. 2009). 2011'de yapılan bir çalışmada gözün hem üç boyutlu hem de iki

boyutlu kayıtlarının horizontal ve vertikal kanallarda izole hipofonksiyonun tespit edilmesinde yeterli olduğu bulunmuştur (Migliaccio ve Cremer, 2011). Yapılan çalışmalar ışığında gözün iki boyutlu kaydedilmesiyle tüm semisirküler kanalların değerlendirilebileceği anlaşılmış ve vHIT yöntemi klinik olarak kullanılmaya başlanmıştır.

vHIT değerlendirmesi, göz hareketlerinin hafif, küçük ve yüksek hızlı kayıt alabilen dijital bir kamera ile kaydedilmesiyle yapılmaktadır. Baş hareketleri sırasında kameranın kaymaması için gözlük, göz çevresine sıkıca yerleştirilir. Farklı markalarda kameranın bireyin karşısında olması gibi farklı ölçüm teknikleri de kullanılmaktadır. İnfrared ışık ile aydınlatılan gözlerin görüntüsü, kameraya bir ayna ile yansıtılmaktadır. Baş hızı, gözlüğe yerleştirilen üç-boyutlu ivme ölçer ve iki boyutlu jiroskop tarafından belirlenmektedir. Göz konumları ise bilgisayar programı tarafından ağırlık merkezi algoritmasına dayanan bir pupil belirleme yazılımı aracılığıyla belirlenmektedir (Hızal, 2015).

vHIT değerlendirmesinde bireyden duvardaki sabit bir noktaya bakması istenir ve başa hızlı, ani, küçük açılı ve yüksek ivmeli bir hareket uygulanır. Bu hareket ile VOR'un devreye girmesi sağlanır. Ani baş hareketiyle tetiklenen VOR sayesinde, bireyin gözlerinde herhangi bir düzeltici göz hareketinin meydana gelmesine gerek duyulmaksızın nesnenin foveada sabit kalması sağlanır. Geleneksel vHIT ya da HIMP olarak adlandırılan bu yöntemle bireyin vestibüler sistemi değerlendirilir. Vestibüler patolojisi bulunan bireylerde ani baş hareketleri sırasında sistemin düzgün çalışmaması nedeniyle düşük VOR kazançları elde edilir. Bu bireylerde baş hareketi sırasında meydana gelen düzeltici göz hareketleri, gizli (covert) sakkadlar, ya da baş hareketi sonrasında meydana gelen düzeltici göz hareketleri, açık (overt) sakkadlar, gözlenebilir. vHIT değerlendirmesi sonucunda asimetri oranının yüksek çıkması da tek taraflı vestibüler patoloji varlığı lehine yorumlanır.

MacDougall ve ark. tarafından HIMP yöntemine ek olarak yeni bir değerlendirme yöntemi geliştirilmiştir (MacDougall vd, 2016). SHIMP olarak adlandırılan bu ölçüm yöntemi literatüre kazandırıldığı 2016 yılından bu yana, lateral semisirküler kanalların değerlendirilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Geleneksel vHIT ölçümünden farklı olarak SHIMP değerlendirme yönteminde bireyden duvarda sabit bir nokta yerine gözlükten duvara yansıyan hareketli bir noktaya bakması istenir. Baş hareketiyle aynı yönde ve aynı hızda, başla beraber hareket eden bu noktanın birey tarafından takip edilebilmesi ve nesnenin fovea'da sabit kalabilmesi VOR'un baskılanmasıyla sağlanır. Vestibüler patolojisi bulunmayan sağlıklı yetişkin bireylerde baş hareketinden sonra düzeltici sakkadlar gözlenir. SHIMP değerlendirme yönteminde düzeltici sakkadların varlığı

vestibüler sistemin normal çalıştığı şeklinde yorumlanır. Düzeltici sakkadların gözlenmemesi ise vestibüler patoloji lehine yorumlanır. Bununla birlikte SHIMP ölçüm yönteminde VOR kazançları HIMP yöntemine kıyasla daha düşük elde edilir. Vestibüler patolojisi olan bireylerde VOR efektif olmadığından başla birlikte hareket eden nesnenin takibi ve fovea'da sabitlenmesi için herhangi bir düzeltme sakkadı gerekmez. Vestibüler patolojisi bulunan bireylerin lateral kanal değerlendirmesiyle elde edilen VOR kazançları hem HIMP hem SHIMP değerlendirme yöntemlerinde sağlıklı yetişkin bireylere oranla düşük elde edilir.



3. YÖNTEM

Bu tez çalışması KTO Karatay Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tezli Yüksek Lisans programına bağlı olarak yürütülmüştür. Bireyler KTO Karatay Üniversitesi Odyoloji bölümü öğrencileri arasından gönüllülük esasına uygun şekilde seçilmiş ve değerlendirmeler KTO Karatay Odyoloji Bölümü Laboratuvarında yapılmıştır. Çalışmanın 01/07/2019 tarihli 41901325-050.99 sayılı kararla İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmalar Etik Kurulu onayı alınmış olup, çalışmaya katılan tüm gönüllülere yazılı ve sözlü bilgi verilmiş, onam formu imzalatılmıştır.

3.1. Bireyler

Bu çalışma için G Power analizi kullanılarak deney grubu hesaplanmış ve %95 güç değerinde çalışmanın en az 23 bireyle yapılması gerektiği bulunmuştur. Çalışmaya, 18-30 yaş arasında işitmesi normal, vestibüler patolojisi bulunmayan sağlıklı 30 yetişkin birey dahil edilmiştir. Çalışmaya dahil edilme ve çalışmaya dahil edilmeme kriterleri aşağıda listelenmiştir.

Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri

- 18-30 yaş aralığında olması
- Normal işitmeye sahip olması
- Vestibüler patolojisi bulunmaması
- Boyun fıtığı gibi ek fiziksel engellerin bulunmaması
- Görme bozukluğu olmaması

Çalışmaya Dahil Edilmeme Kriterleri

- 18 yaş altında veya 30 yaş üzerinde olmak
- İşitme kaybı olması
- Vestibüler patolojisi bulunması
- Testi etkileyecek ek engelinin bulunması
- Görme bozukluğu olması

3.2. Yöntem

Çalışmada yer alan tüm bireylerin detaylı hikayesi alınmıştır. Bireylerin geçirdiği hastalıklar, denge ve işitme problemleri sorgulanmıştır. Bireylere saf ses işitme taraması yapılmıştır. Bireylerin vestibüler sistem değerlendirmesi vHIT kullanılarak HIMP ve SHIMP olmak üzere iki farklı yöntemle yapılmıştır. Teste koopere olamayan bireyler çalışma dışı bırakılmıştır.

3.2.1. Odyolojik Değerlendirme

Çalışmaya katılan tüm bireylerin odyolojik değerlendirmesi HTM(Health Technical Memorandum) 2045 ve ISO(International Organization of Standardization) 8253 standartlarına uygun sessiz kabin, Interacoustics marka AC-40 klinik odyometre, TDH-39 standart kulaklık ve B-71 kemik vibratörü kullanılarak yapılmıştır. 250-8000 Hz arasında ≤ 20 dB eşik değere sahip olan bireyler çalışmaya dahil edilmiştir.

3.2.2. Vestibüler Değerlendirme

Katılımcılara lateral semisirküler kanallara ait VOR kazançlarını ölçmek için vHIT testi uygulanmıştır. Bireylere önce HIMP yöntemi ardından SHIMP yöntemi kullanılarak vHIT yapılmış ve değerlendirme tek oturumda tamamlanmıştır. Interacoustics marka EyeSeeCam vHIT cihazı kullanılarak yapılan değerlendirmede tüm kayıtlar sol gözden, 72 g ağırlığında 220 Hz örnekleme hızına sahip gözlük kullanılarak alınmış ve sonuçlar OtoAccessTM yazılımı kullanılarak bilgisayardan görüntülenmiştir.

3.2.2.1. HIMP Yöntemiyle vHIT Değerlendirmesi

3.2.2.1.1. Test Öncesi Hazırlık

Bireyler duvarla arasında 100-120 cm olan, boyu ayarlanabilir sandalyeye oturtulmuştur. Katılımcıya testin yapılışı ve amacı detaylı şekilde tekrar anlatılmış, soruları varsa cevaplanmıştır. Katılımcıya vHIT için kullanılan gözlük kaymaması için sıkıca yerleştirilmiştir. Kalibrasyon

ayarlarının yapılabilmesi için bireyden duvarda göz hizasında bulunan noktaya bakması istenmiştir. Noktanın göz hizasında ayarlanması gerektiğinde sandalye boyu değiştirilmiştir.

3.2.2.1.2. Kalibrasyon

Bireyden duvara yansıyan kalibrasyon ışıklarını, ortadaki lazer duvardaki hedef noktanın üzerinde olacak şekilde ayarlaması ve başını sabit tutması istenmiştir. Öncelikle kamera açısı pupil tam orta noktada ve net olacak şekilde ayarlanmıştır. Cihazın varsayılan kalibrasyon ayarları kullanılarak kalibrasyon yapılmıştır. Bireyden cihaz yazılımındaki sırayla 5 farklı lazer noktasına başını oynatmadan bakması istenmiştir. Göz kalibrasyonunun ardından hastaya baş kalibrasyonu için gerekli yönergeler verilmiş ve baş kalibrasyonu tamamlanmıştır. Kalibrasyonda problem yaşandığı durumlarda kalibrasyon tekrar edilmiştir.

3.2.2.1.3. HIMP Yöntemiyle Test

Teste bireyin başı orta hatta ve bakışları göz hizasında bulunan noktada sabit olacak şekilde başlanmıştır. Bireyin başı iki yandan tutulmuş bireyden boynunu serbest bırakması ve gözlerini duvardaki hedeften ayırmadan sabit şekilde bakması istenmiştir. Baş; ani, hızlı ve küçük açılı olmak üzere sağa ve sola bireyin tahmin edemeyeceği şekilde rastgele çevrilmiştir. İtme hareketi 15-20° dereceyle 150-200 °/sn olacak şekilde uygulanmıştır. Bu işlem her iki taraf için en az 10'ar olmak üzere minimum 20 örneklem alınıncaya kadar devam etmiştir.

3.2.2.2. SHIMP Yöntemiyle vHIT Değerlendirmesi

3.2.2.2.1. Test Öncesi Hazırlık

Testler tek oturumda tamamlandığı için teste hazırlık aşaması HIMP öncesinde tamamlanmıştır. Bireye bu testin bir öncekine göre farklılıkları ve testin amacı detaylı şekilde anlatılmış, soruları varsa cevaplanmıştır.

3.2.2.2. Kalibrasyon

Testler tek oturumda tamamlandığı için kalibrasyon aşaması HIMP öncesinde tamamlanmıştır. Teste ara verildiği ve gözlüğün çıkartıldığı durumlarda kalibrasyon yukarıda anlatıldığı şekilde tekrar yapılmıştır.

3.2.2.3. SHIMP Yöntemiyle Test

Teste bireyin başı orta hatta ve bakışları göz hizasında bulunan lazerde sabit olacak şekilde başlanmıştır. Bireyin başı iki yandan tutulmuş, bireyden boynunu serbest bırakması ve test sırasında duvara yansıyan göz hizasındaki lazer ışığını takip etmesi söylenmiştir. Baş; ani, hızlı ve küçük açılı olmak üzere sağa ve sola bireyin tahmin edemeyeceği şekilde rastgele çevrilmiştir. İtme hareketi 15-20° dereceyle 150-200 °/sn olacak şekilde uygulanmıştır. Birey test sırasında baş ile aynı hızda hareket eden lazer ışığını takip etmiştir. Bu işlem her iki taraf için en az 10'ar olmak üzere minimum 20 örneklem alınıncaya kadar devam etmiştir.

3.2.3. Kullanılan Cihazlar

Çalışmamızda bireylerin işitmesi değerlendirmek için Interacoustics markasına ait AC40 model klinik odyometre cihazı kullanılmıştır (Şekil 10).



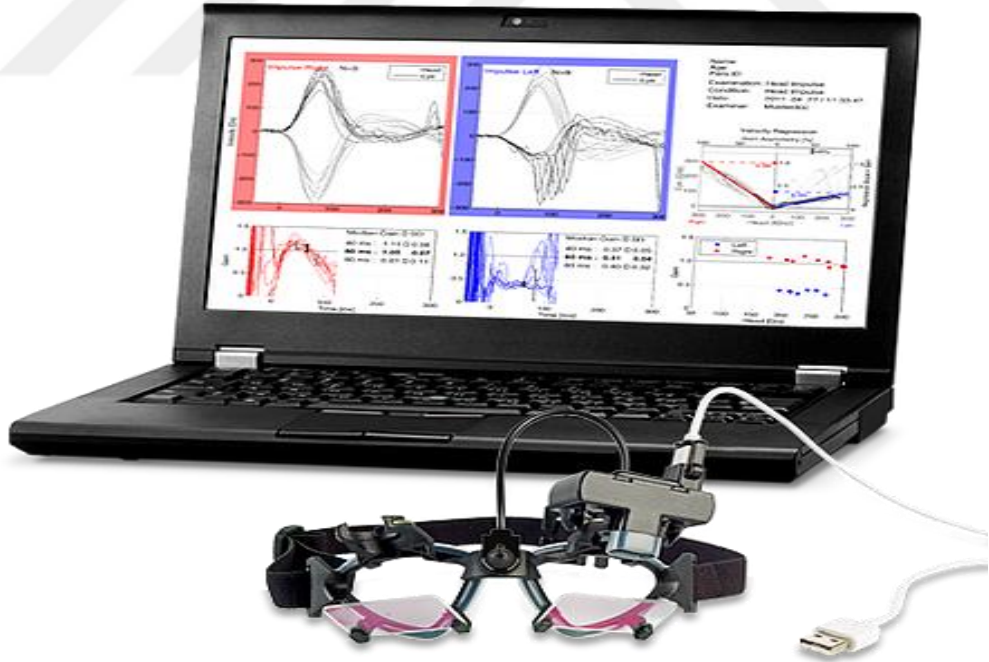
Şekil 10: Interacoustics AC40 Odyometre

Bireylerin hava yolu işitme eşikleri TDH 39 kulaklıklar kullanılarak, kemik yolu eşikleri B71 kemik vibratör kullanılarak bulunmuştur (Şekil 11).



Şekil 11: TDH39 kulaklık ve B71 Kemik Vibratör

Bireylerin VOR kazanç değerlendirmeleri Interacoustics markasına ait EyeSeeCam cihazı kullanılarak yapılmıştır (Şekil 12).



Şekil 12: EyeSeeCam vHIT

3.2.4. İstatiksel Analiz

Verilerin değerlendirilmesinde SPSS 25 (IBM Corp. Released 2017. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0. Armonk, NY: IBM Corp.) istatistik paket programı kullanılmıştır. Değişkenler ortalama±standart sapma, yüzde ve frekans değerleri kullanılarak ifade edilmiştir. Değişkenler normallik, varyansların homojenliği n şartlarının kontrolü yapıldıktan sonra (Shapiro Wilk ve Levene Testi) değerlendirilmiştir.

Veri analizi yapılırken, iki grup karşılaştırması için Bağımsız 2 grup t testi (Student's t test), nşartlar sağlamadığında ise Mann Whitney-U testi kullanılmıştır. Kategorik veriler Fisher's Exact Test ve Ki Kare testi ile analiz edilmiştir. Beklenen frekansların % 20'den küçük olduğu durumlarda bu frekansların analize dahil edilmesi için "Monte Carlo Simulasyon Yöntemi" ile değerlendirme yapılmıştır. Testlerin anlamlılık düzeyi için $p<0,05$ ve $p<0,01$ değeri kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Çalışmamızda sağlıklı 15 kadın 15 erkek toplam 30 bireyin HIMP ve SHIMP yöntemleriyle yapılan v-HIT değerlendirmeleri karşılaştırılmıştır. Değerlendirmeler sonucunda elde edilen bulguların istatistiksel analiz sonuçları aşağıdaki listelenmiştir.

4.1. Demografik Veriler

Çalışmamızda 19-26 yaş aralığında 30 katılımcı değerlendirilmiştir. Çalışmamızda değerlendirilen bireylerin demografik dağılımı aşağıdaki gibi elde edilmiştir.

Cinsiyet	n	%	Yaş	Min	Maks	Ort.±Std.Sapma
Erkek	15	50	Erkek	19	26	23,1±1,8
Kadın	15	50	Kadın	19	25	21±2
Toplam	30	100	Toplam	19	26	22,06±2,16

Tablo 1: Katılımcılara ait cinsiyet ve yaş dağılımı

4.2. HIMP Yöntemi Kullanılarak Yapılan Değerlendirme Sonuçları

Çalışmamızda kadın bireyler ve erkek bireyler ayrı ayrı değerlendirilmiş ve HIMP yöntemiyle 60 msn'de, 80 msn'de ve 0-100 msn'de elde edilen lateral kanal VOR kazanç değerleri aşağıdaki tablolarda listelenmiştir.

HIMP yöntemiyle yapılan değerlendirmelerde VOR kazançlarının değer aralıkları aşağıdaki tablodaki gibi elde edilmiştir.

Cinsiyet	Değerlendirme	Sağ Lateral Kanal VOR Kazancı (Min-Maks)	Sol Lateral Kanal VOR Kazancı (Min-Maks)
Erkek	60 msn	0,78-1,17	0,75-1,21
	80 msn	0,79-1,25	0,75-1,16
	0-100 msn	0,91-1,22	0,85-1,08
Kadın	60 msn	0,75-1,2	0,81-1,15
	80 msn	0,75-1,19	0,74-1,24
	0-100 msn	0,87-1,26	0,91-1,23

Tablo 2: HIMP değerlendirmesi VOR kazanç aralığı

4.2.1. HIMP Değerlendirmesinde Sağ-Sol Lateral Kanal VOR Kazanç Karşılaştırması

Yaptığımız çalışmada HIMP yöntemi ile yapılan değerlendirme ile 60 msn, 80 msn ve 0-100 msn’de elde edilen sağ ve sol lateral kanal VOR kazançları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Cinsiyet	Değerlendirme	Sağ Lateral Kanal VOR Kazancı (Ort.±Std.Sapma)	Sol Lateral Kanal VOR Kazancı (Ort.±Std.Sapma)	p değeri
Erkek	HIMP 60 msn	0,99±0,11	0,93±0,13	0,198
	HIMP 80 msn	0,99±0,14	0,95±0,11	0,234
	HIMP 0-100 msn	1,04±0,08	0,97±0,07	0,003*
Kadın	HIMP 60 msn	0,98±0,15	0,98±0,07	0,923
	HIMP 80 msn	0,88±0,18	0,92±0,16	0,321

	HIMP 0-100 msn	1,01±0,11	0,89±0,11	0,245
*p<0,05				

Tablo 3: HIMP değeriendirilmesi VOR kazançları

Çalışmamızda erkek katılımcılara yapılan HIMP değeriendirmelerinde 60 msn ve 80 msn latanslarında hesaplanan VOR kazançlarında sağ ve sol lateral kanal arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmezken, 0-100 msn latans aralığında hesaplanan VOR kazançları sağ ve sol lateral kanallar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Kadın katılımcılara yapılan HIMP değeriendirmelerinde 60 msn, 80 msn ve 0-100 msn latans aralığında hesaplanan VOR kazançları açısından anlamlı farklılık elde edilmemiştir.

4.2.2. HIMP Değeriendirmesinde Cinsiyete Bağlı Lateral Kanal VOR Kazanç Karşılaştırması

Çalışmamızda kadın bireyler ve erkek bireyler ayrı ayrı değeriendirilmiş ve HIMP yöntemiyle 60 msn’de, 80 msn’de ve 0-100 msn’de elde edilen sağ ve sol lateral kanal VOR kazanç değerieleri aşağıdaki tabloda listelenmiştir.

		Erkek	Kadın	p değeri
Sağ Lateral Kanal VOR Kazancı (Ort.±Std.Sapma)	HIMP 60 msn	0,99±0,11	0,98±0,15	0,89
	HIMP 80 msn	0,99±0,14	0,88±0,18	0,07
	HIMP 0-100 msn	1,04±0,08	1,01±0,11	0,32
Sol Lateral Kanal VOR Kazancı (Ort.±Std.Sapma)	HIMP 60 msn	0,93±0,13	0,98±0,07	0,28
	HIMP 80 msn	0,95±0,11	0,92±0,16	0,57
	HIMP 0-100 msn	0,97±0,07	0,89±0,11	0,03*
*p<0,05				

Tablo 4: HIMP değeriendirmesi cinsiyete bağli VOR kazançları

Çalışmamızda sağ lateral kanal için yapılan HIMP değerlendirmelerde 60 msn, 80 msn ve 0-100 msn latans aralığında hesaplanan VOR kazançları açısından erkek ve kadın bireylerden elde edilen sonuçlar arasında anlamlı farklılık gözlenmemiştir. Sol lateral kanal HIMP değerlendirmelerinde 60 msn ve 80 msn latanslarında hesaplanan VOR kazançları erkek ve kadın bireyler arasında anlamlı farklılık bulunmazken, 0-100 msn de hesaplanan VOR kazançları istatistiksel olarak anlamlı farklı bulunmuş ve erkek katılımcıların sol lateral kanal VOR kazanç değerlerinin kadınlardan yüksek olduğu gözlenmiştir.

4.3. SHIMP Yöntemi Kullanılarak Yapılan Değerlendirme Sonuçları

Çalışmamızda kadın bireyler ve erkek bireyler ayrı ayrı değerlendirilmiş ve SHIMP yöntemiyle 60 msn’de, 80 msn’de ve 0-100 msn’de elde edilen lateral kanal VOR kazanç değerleri aşağıdaki tablolarda listelenmiştir.

SHIMP yöntemiyle yapılan değerlendirmelerde VOR kazançlarının değer aralıkları aşağıdaki tablodaki gibi elde edilmiştir.

Cinsiyet	Değerlendirme	Sağ Lateral Kanal VOR Kazancı (Min-Maks)	Sol Lateral Kanal VOR Kazancı (Min-Maks)
Erkek	60 msn	0,7-1,05	0,75-1,12
	80 msn	0,64-1,12	0,6-1,11
	0-100 msn	0,8-1,11	0,73-1,06
Kadın	60 msn	0,62-1,26	0,51-1,11
	80 msn	0,57-1,18	0,58-1,03
	0-100 msn	0,79-1,14	0,72-1

Tablo 5: SHIMP değerlendirmesi VOR kazanç aralığı

4.3.1. SHIMP Değerlendirmesinde Sağ-Sol Lateral Kanal VOR Kazanç Karşılaştırması

Yaptığımız çalışmada SHIMP yöntemi ile 60 msn, 80 msn ve 0-100 msn’de elde edilen sağ ve sol lateral kanal VOR kazançlarının cinsiyete bağlı karşılaştırılması aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Cinsiyet	Değerlendirme	Sağ Lateral Kanal VOR Kazancı	Sol Lateral Kanal VOR Kazancı	p değeri
		(Ort.±Std.Sapma)	(Ort.±Std.Sapma)	
Erkek	SHIMP 60 msn	0,88±0,1	0,87±0,14	0,649
	SHIMP 80 msn	0,87±0,11	0,89±0,12	0,492
	SHIMP 0-100 msn	0,93±0,09	0,92±0,08	0,822
Kadın	SHIMP 60 msn	0,92±0,14	0,86±0,13	0,336
	SHIMP 80 msn	0,80±0,16	0,79±0,11	0,850
	SHIMP 0-100 msn	0,95±0,09	0,89±0,06	0,022*
*p<0,05				

Tablo 6: SHIMP değerlendirmesi ortalama VOR kazançları

Çalışmamızda erkek katılımcılara yapılan SHIMP değerlendirmelerinde 60 msn, 80 msn ve 0-100 msn latans aralığında hesaplanan VOR kazançlarında sağ ve sol lateral kanal arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir. Kadın katılımcılara yapılan SHIMP değerlendirmelerinde 60 msn ve 80 msn latanslarında hesaplanan VOR kazançları açısından anlamlı farklılık elde edilmezken, 0-100 msn latans aralığında hesaplanan sağ ve sol lateral kanal VOR kazançları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Kadın katılımcıların sağ

lateral kanal VOR kazanç değerlerinin sol lateral kanal VOR kazanç değerlerine oranla daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

4.3.2. SHIMP Değerlendirmesinde Cinsiyete Bağlı Lateral Kanal VOR Kazanç Karşılaştırması

Çalışmamızda kadın bireyler ve erkek bireyler ayrı ayrı değerlendirilmiş ve HIMP yöntemiyle 60 msn'de, 80 msn'de ve 0-100 msn'de elde edilen sağ ve sol lateral kanal VOR kazanç değerleri aşağıdaki tabloda listelenmiştir.

		Erkek	Kadın	p değeri
Sağ Lateral Kanal VOR Kazancı (Ort.±Std.Sapma)	SHIMP 60 msn	0,88±0,1	0,92±0,14	0,41
	SHIMP 80 msn	0,87±0,11	0,80±0,16	0,19
	SHIMP 0-100 msn	0,93±0,09	0,95±0,09	0,49
Sol Lateral Kanal VOR Kazancı (Ort.±Std.Sapma)	SHIMP 60 msn	0,87±0,14	0,86±0,13	0,91
	SHIMP 80 msn	0,89±0,12	0,79±0,11	0,03*
	SHIMP 0-100 msn	0,92±0,08	0,89±0,06	0,3
*p<0,05				

Tablo 7: SHIMP değerlendirmesi cinsiyete bağlı ortalama VOR kazançları

Çalışmamızda sağ lateral kanal için yapılan SHIMP değerlendirmelerde 60 msn, 80 msn ve 0-100 msn latans aralığında hesaplanan VOR kazançları açısından erkek ve kadın bireylerden elde edilen sonuçlar arasında anlamlı farklılık gözlenmemiştir. Sol lateral kanal SHIMP değerlendirmelerinde 60 msn ve 0-100 msn latans aralığında hesaplanan VOR kazançları açısından anlamlı farklılık elde edilmezken, 80 msn de hesaplanan VOR kazançları istatistiksel olarak

anlamli farkli bulunmuş ve erkek katılımcıların sol lateral kanal VOR kazanç değeri kadınlardan yüksek olduğu gözlenmiştir.

4.4. HIMP ve SHIMP Yöntemlerinin Karşılaştırılması

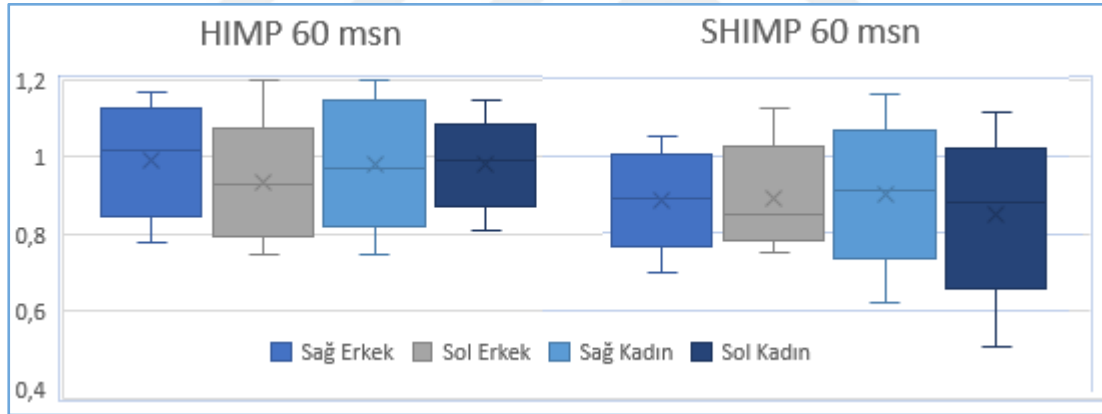
Çalışmamızda kadın bireyler ve erkek bireyler ayrı ayrı değerlendirilmiştir. SHIMP yöntemiyle 60 msn'de, 80 msn'de ve 0-100 msn'de elde edilen lateral kanal VOR kazanç değeri ve HIMP yöntemiyle 60 msn'de, 80 msn'de ve 0-100 msn'de elde edilen lateral kanal VOR kazanç değeri aşağıdaki tabloda listelenmiştir.

Cinsiyet	Yön	Latans	Değerlendirme Yöntemi		p değeri
			HIMP	SHIMP	
Erkek	Sağ Lateral Kanal VOR Kazancı (Ort.±Std.Sapma)	60 msn	0,99±0,11	0,88±0,1	0,01*
		80 msn	0,99±0,14	0,87±0,11	0,01*
		0-100 msn	1,04±0,08	0,93±0,09	0,01*
	Sol Lateral Kanal VOR Kazancı (Ort.±Std.Sapma)	60 msn	0,93±0,13	0,87±0,14	0,01*
		80 msn	0,95±0,11	0,89±0,12	0,01*
		0-100 msn	0,97±0,07	0,92±0,08	0,01*
Kadın	Sağ Lateral Kanal VOR Kazancı (Ort.±Std.Sapma)	60 msn	0,98±0,15	0,92±0,14	0,01*
		80 msn	0,88±0,18	0,80±0,16	0,01*
		0-100 msn	1,01±0,11	0,95±0,09	0,01*

	Sol Lateral Kanal VOR Kazancı (Ort.±Std.Sapma)	60 msn	0,98±0,07	0,86±0,13	0,01*
		80 msn	0,92±0,16	0,79±0,11	0,01*
		0-100 msn	0,89±0,11	0,89±0,06	0,01*
p<0,05					

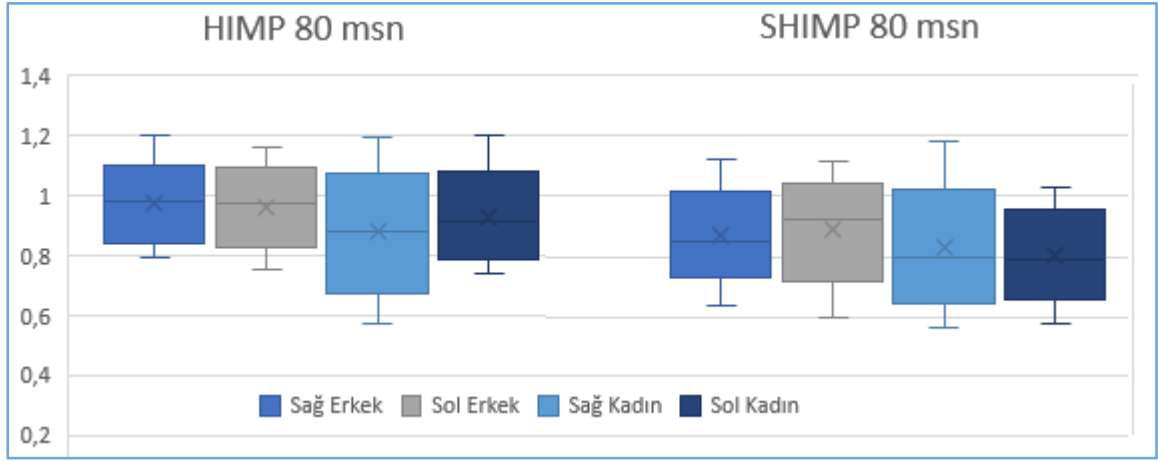
Tablo 8: HIMP ve SHIMP yöntemleri karşılaştırması

Yapılan değerlendirmelerde her iki cinsiyet verilerinde, hem sağ hem sol lateral kanal için 60 msn’de elde edilen VOR kazançları açısından HIMP ve SHIMP yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Aşağıda 60 msn’de kadın ve erkek bireylere yapılan değerlendirmelerin sağ ve sol lateral kanallar için elde edilen verilerinin grafiği bulunmaktadır.



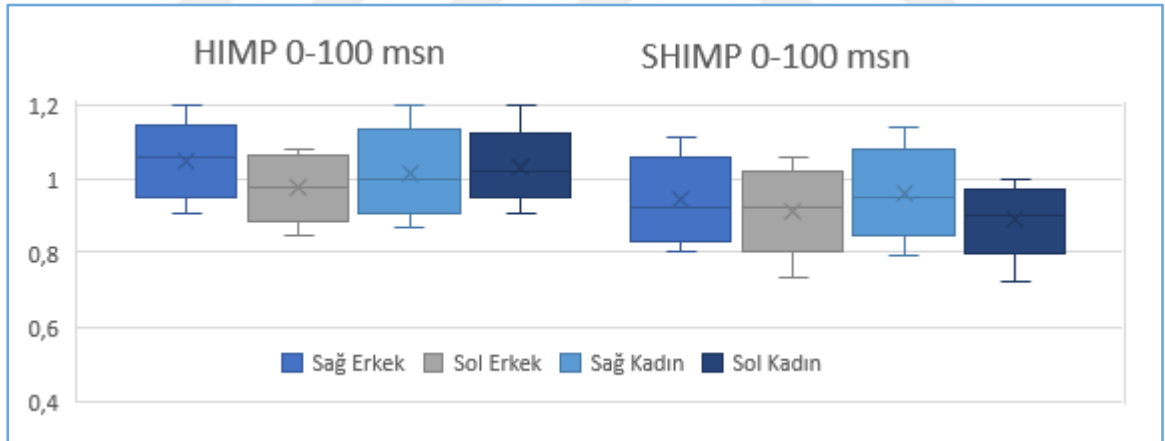
Tablo 9: 60 msn HIMP-SHIMP VOR kazançları

Çalışmamızda katılımcılara uygulanan SHIMP ve HIMP değerlendirme yöntemleriyle elde edilen VOR kazancı her iki cinsiyet için de hem sağ lateral kanal hem sol lateral kanalda istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir. Aşağıda 80 msn’de kadın ve erkeklere yapılan değerlendirmelerin sağ ve sol lateral kanallar için elde edilen verilerinin grafiği bulunmaktadır.



Tablo 10: 80 msn HIMP-SHIMP VOR kazançları

Çalışmamızda 0-100 msn aralığında SHIMP ve HIMP değerlendirme yöntemleri uygulanarak hesaplanan sağ ve sol lateral kanal VOR kazançlarında her iki cinsiyet için de istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Aşağıda 0-100 msn’de kadın ve erkeklere yapılan değerlendirmelerin sağ ve sol lateral kanallar için elde edilen verilerinin grafiği bulunmaktadır.



Tablo 11: 0-100 msn HIMP-SHIMP VOR kazançları

Çalışmamızda SHIMP yöntemiyle elde edilen vHIT bulgularında sakkadlar gözlenmiştir. Erkek ve kadın bireylerde SHIMP yönteminde sakkadik göz hareketlerinin ortaya çıktığı ilk latans değerleri aşağıdaki gibi elde edilmiştir. Latans değerleri görülen ilk sakkadın maksimum amplitüde ulaştığı nokta baz alınarak hesaplanmıştır.

	Sağ Lateral Kanal Değerlendirmesi (msn) (Ort.±Std.Sapma)	Sol Lateral Kanal Değerlendirmesi (msn) (Ort.±Std.Sapma)
Kadın	143.3±20.7	144.3±31.6
Erkek	140.7±22.9	135±24.3

Tablo 12: SHIMP değerlendirme ilk sakkadların latans ortalaması



5. TARTIŞMA

İnsan vücudunda dengenin sağlanması ve sürdürülebilmesinden sorumlu üç farklı sistem vardır: proprioseptif sistem, görme sistemi ve vestibüler sistem. Bireyin dengesinin sağlanabilmesi bu farklı sistemlerden gelen bilgilerin entegrasyonuna, gelen bilgilerin doğru şekilde işlenmesine ve bu bilgilerin doğruluğuna dayanır. Proprioseptif sistem kas, kemik ve eklemlerden duyuşal girdileri alır. Görme sistemi, gözler aracılığıyla elde edilen verileri beyne iletir. Vestibüler sistem ise semisirküler kanallar, utrikül ve sakkül aracılığıyla bireyin postür konumuna ve hareketine dair gelen sinyalleri beyne iletir. Denge ile ilgili her üç sistemden gelen girdiler santral sinir sisteminde işlenir ve santral sinir sistemi tarafından, postürün korunması ya da istemli hareketin sağlanması için gerekli merkezlere efferent yollarla sinyaller gönderilir.

Dengenin sağlanması için gerekli olan tepkilerin başında istemsiz motor hareketler olarak da tanımlanan refleksler gelir. Vestibülokolik (VKR) refleks, boyun kasları aracılığıyla dengenin sağlanmasında ve baş pozisyonunun korunmasında görev alır (Boyle, 2001). Vestibülospinal (VSR) refleks ise denge sisteminden gelen bilgiler doğrultusunda vücut postürünün korunması ve dengenin sağlanması amacıyla kas sistemine sinyal gönderir (Furman ve ark. 2010). Vestibulooküler refleks (VOR), baş hareketi sırasında nesnenin görüntüsünün sabit kalması amacıyla, denge sisteminden gelen sinyaller doğrultusunda istemsiz göz hareketlerinin oluşmasını sağlar (Furman ve ark. 2010).

Patolojinin kaynaklandığı yerin saptanması açısından denge sisteminin değerlendirilmesi önemlidir. Bu değerlendirmeler, mevcut semptomların ortadan kalkması amacıyla gerekli tedavinin yapılması ya da mevcut semptomların en aza indirilmesi için rehabilitatif yaklaşımların sergilenmesi açısından gerekli bilgiyi sağlar. Dengeyi sağlayan görme, proprioseptif ve vestibüler sistemler ayrı ayrı ya da kombine olarak farklı test bataryalarıyla değerlendirilmektedir.

Vestibüler sistemin değerlendirilmesi için geçmişten günümüze rotasyon sandalyesi, bilgisayarlı dinamik postürografi, o-VEMP, c-VEMP, VNG gibi pek çok test yöntemi geliştirilmiş ve kullanılmıştır. Bu yöntemlerden biri de 1988 yılında Halmagyi ve Curthoys tarafından geliştirilen Head Impulse Test (HIT) yöntemidir. Ortaya çıktığı dönemde çok kullanılan yatak başı testlerinden biri olan HIT yöntemi, göz hareketlerini kaydetmek için yüksek hızlı dijital video kameraların kullanılmaya başlanmasıyla geliştirilmiş ve video kaydının alınabildiği vHIT (video head impulse test) yöntemi ortaya çıkmıştır. vHIT yöntemiyle altı semisirküler kanalın ayrı ayrı

değerlendirilebilmesi, video kaydıyla objektifliğinin artırılması, invaziv olmaması ve sarf malzeme gerektirmemesi bu test yönteminin klinikte rutin olarak kullanılmasına imkan sağlamıştır. Geleneksel vHIT (HIMP) yönteminin yanı sıra 2016 yılında MacDougall ve ark. tarafından suppression head impulse test (SHIMP) olarak adlandırılan yeni bir method geliştirilmiştir. HIMP yöntemine benzer şekilde lateral semisirküler kanalların ayrı ayrı değerlendirilebildiği bu yöntem uygulanış bakımından HIMP yönteminden ayrılmaktadır.

Sclear Search Coil yöntemi, pek çok araştırmacı tarafından altın standart olarak nitelendirilmiştir (Collewijn 1998, Curthoys 2012). Van Der Geest ve Frens 2001'de yaptıkları çalışmada sclear search coil yöntemini kullanarak gönüllülerin göz hareketlerini kaydetmişlerdir. Çalışma sonucunda sclear search coil yerleşiminin göz hareketlerini yaklaşık %5 oranında yavaşlattığını bulmuşlardır (Van Der Geest ve Frens, 2001). Bu yöntemin invaziv olması, test süresinin uzun olması ve hastaya uygulamanın ve hasta kooperasyonunu sağlamanın zor olması nedeniyle vestibüler sistem değerlendirmesinde klinikte rutin olarak uygulanmasının zor olduğu ileri sürülmüştür (Curthoys 2012).

Yatak başı değerlendirme testi olarak HIT yönteminin kullanılmaya başlanmasıyla VOR yalnızca laboratuvar ortamında ölçülebilen bir parametre olmaktan çıkıp vestibüler sistem değerlendirilmesinde kullanılan daha yaygın bir ölçüt haline gelmiştir. Bu test yönteminin uygulanmasında herhangi bir ekipman ihtiyacı olmaması testin en büyük avantajı kabul edilse de testin değerlendirilmesinin subjektif ve anlık olması, testi yapan klinisyenin tecrübesine dayanması gibi dezavantajları da bulunmaktadır. HIT yöntemiyle yapılan değerlendirmelerde gizli sakkadların çıplak gözle görülemez ve yalnızca açık sakkad varlığında vestibüler patoloji olduğu söylenebilir. Weber vd. yaptıkları çalışmada yatakbaşı HIT değerlendirmesinin hata payını yüksek bulmuş ve bu durumun sebebinin gizli sakkadların çıplak gözle görülememesi ve gözden kaçırılması olabileceğini bildirmiştir (Weber vd. 2009).

HIT değerlendirme yöntemi teknolojik gelişmeler sonrasında video kaydı alınarak yapılabilir hale gelmiştir. vHIT değerlendirmesi, göz hareketlerinin hafif, küçük ve yüksek hızlı kayıt alabilen dijital bir kamera ile kaydedilmesiyle yapılmaktadır. Baş hareketleri sırasında kameranın kaymaması için gözlük, göz çevresine sıkıca yerleştirilir. Farklı markalarda kameranın bireyin karşısında olması gibi farklı ölçüm teknikleri de kullanılmaktadır. İnfrared ışık ile aydınlatılan gözlerin görüntüsü, kameraya bir ayna ile yansıtılmaktadır. Baş hızı, gözlüğe yerleştirilen üç-boyutlu ivme ölçer ve iki boyutlu jiroskop tarafından belirlenmektedir. Göz

konumları ise bilgisayar programı tarafından ağırlık merkezi algoritmasına dayanan bir pupil belirleme yazılımı aracılığıyla belirlenmektedir (Hızal, 2015).

vHIT olarak adlandırılan bu yöntem günümüzde VOR kazancını değerlendirmek için kullanılmaktadır. Literatürde HIT ve vHIT ölçüm yöntemlerini karşılaştıran çalışmalar mevcuttur. 500 katılımcıyla yapılan bir çalışmada HIT ve vHIT ölçüm yöntemleri kıyaslanmıştır. Çalışmada yatak başı HIT değerlendirme yönteminin hassaslığı %66.0, özgüllüğü %86.2 olarak hesaplanmıştır (Yip vd., 2016). Benzer şekilde Perez ve Rama-Lopez, tarafından 2003'te vestibüler patolojisi bulunan 179 hastaya, yatak başı HIT ve vHIT yöntemleri kullanılarak vestibüler değerlendirme yapılmıştır. Çalışma sonucunda HIT ile vHIT değerlendirme yöntemleri karşılaştırmış, testlerin %32,1'inde testler arasında farklı sonuçlar elde edilmiş ve HIT ölçüm yönteminin hassaslığı %45 ve özgüllüğü %91 olarak bulunmuştur (Perez ve Rama-Lopez, 2003).

Göz hızının baş hareketi hızına oranı VOR kazancı olarak ifade edilebilir. VOR'un değerlendirilmesinde farklı cihazlarda anlık kazanç, ortalama kazanç, kazanç eğrisi gibi farklı parametreler kullanılmaktadır. Baş hareketinin başlamasından sonra herhangi bir anda anlık kazanç hesaplanabilir ya da baş hareketinin başlangıcından itibaren 100 ms'n'e kadar geçen süre boyunca ortalama kazanç hesaplanabilir. Bizim yaptığımız çalışmada kullanılan Interacoustics markalı EyeSeeCam cihazı baş hareketi başladıktan 40, 60 ve 80 ms (± 10 ms) sonraki anlık kazançları ve 0-100 ms arası kapsayan harekete ait ortalama kazanç değerini vermektedir. Çalışmamızda kullanılan cihaz, yazılımı sayesinde göz hızı ve baş hızı arasındaki ilişkiyi regresyon eğrisi şeklinde hesaplar ve ortalama VOR kazancını belirler. Baş hareketinin başlangıcından 100 ms sonra VOR'un yanı sıra smooth pursuit ve optokinetik göz hareketleri yoluyla görme sistemi de devreye girmektedir. Bu sebeple 100 ms'den sonra ortaya çıkan göz hareketleri, VOR kazancı hesaplamalarına ve regresyon analizine dahil edilmemektedir. Baş hızı ve göz hızının birbirine denk olduğu durumda regresyon eğrisinde eğim değeri 1 olarak elde edilir. Göz hızı ile baş hızının eşit olmadığı durumlarda eğim değerinde farklılık gözlenir. Literatürde VOR değerlendirilmesinde hangi kazanç değerinin kullanılması gerektiğine dair fikir birliği yoktur. Bazı çalışmalarda 60 ms kazanç değeri referans olarak kabul edilirken bazı çalışmalarda gözlük kaymasından daha fazla etkilenmesi nedeniyle 80 ms'de elde edilen anlık kazanç değerleri referans alınmamıştır (Strupp vd. 2018). Literatürde VOR kazancının baş hareketi süresince hesaplandığı değerlendirme metodunun kullanıldığı çalışmalar da mevcuttur (MacDougall vd. 2016). Yaptığımız çalışmada hem HIMP hem SHIMP yöntemleri kullanılarak yapılan değerlendirmelerde 60 ms, 80 ms'de

elde edilen anlık kazançlar ve 0-100 msn zaman aralığında elde edilen ortalama kazançlar hesaplanmış ve karşılaştırılmıştır.

Yapılan çalışmalarda lateral semisirküler kanalların uyarılmasıyla ortaya çıkan VOR kazancının 0.7'nin üstünde olduğu durumlar normal kabul edilirken, bu değerin altında elde edilen VOR kazançları anormal kabul edilmektedir (MacDougall vd. 2009). Weber vd. 2009 yıllarında yaptıkları bir çalışmada 12 sağlıklı bireyin vHIT ile değerlendirilmesinde horizontal kanal VOR kazancının 0.68 ve üzerinde olarak elde edildiğini bildirilmiştir. (Weber vd. 2009).

Yaptığımız çalışmada VOR kazançları HIMP değerlendirme yönteminde sağ lateral kanal için 60 msn'de 0,75-1,17 değer aralığında ortalama $0,99\pm0,13$ olarak elde edilirken, Sol lateral kanal için 60 msn'de 0,75-1,15 değer aralığında ortalama $0,96\pm0,11$ olarak elde edilmiştir. Sağlıklı yetişkin bireylerden elde ettiğimiz veriler literatürle uyumlu olarak normal sınırlar içinde bulunmuştur.

Vestibüler sistemin VOR kazancı parametresiyle değerlendirilmesi amacıyla uygulanan vHIT yönteminde vestibüler patolojisi bulunan bireylerin VOR kazançlarının düştüğü ve bu bireylerde gizli ve açık sakkadların gözlendiği bildirilmiştir.

Blodow vd. vestibüler patoloji tanısı alan 117 hasta ve 20 kişilik kontrol grubuyla yaptıkları ve lateral kanal VOR kazancını değerlendirdikleri bir çalışmada hastaların %79,1'inde vHIT sonuçlarını anormal elde etmiştir. Kontrol grubunda lateral kanal VOR kazançları ortalama 0.96 ± 0.08 ; hasta grubunda lateral kanal VOR kazançları ortalama 0.44 ± 0.20 olarak bulunmuştur. Aynı çalışmada, Meniere hastalarının %54,5'inde, vestibüler nörit hastalarının %94,2'sinde, vestibüler schwannom hastalarının %61,3'ünde, ve bilateral vestibülöpati hastalarının %91,7'sinde vHIT bulgularının anormal olduğu bildirilmiştir (Blodow vd. 2013).

Literatürde genel olarak, vHIT değerlendirme yöntemi duyarlılığının periferik vestibüler sistemde etkileniminin arttığı durumlarda, özellikle kalorik zayıflığın %40 ve üzerinde olduğu patolojilerde arttığı belirtilmiştir. Mahringer vd. tarafından yapılan bir çalışmada kalorik test, HIT ve vHIT yöntemleri karşılaştırılmış ve kalorik testte %25 ve üzeri tek taraflı zayıflık tespit edilen hastaların %41'inde patolojik vHIT sonuçları elde edilmiştir (Mahringer vd. 2014).

Roth ve Weber tarafından EyeSeeCam vHIT sistemi kullanılarak yapılan 20 çalışmada vestibüler sistem patolojisi olmayan normal bireylerde VOR kazancının 0.7 ve/veya daha yüksek

olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yaptığımız çalışmada 60 msn için en düşük VOR kazancı sağ ve sol lateral kanallar için 0,75 olarak bulunmuştur (Roth ve Weber, 2014).

Strupp vd. 38 sağlıklı yetişkinle yaptıkları çalışmada vHIT yöntemi kullanılarak bireylerin vestibüler fonksiyonları değerlendirilmiştir. Çalışmada kamera kaydının alındığı göz yönüne yapılan baş hareketlerinin, kontralateral baş hareketlerine oranla VOR kazançlarının daha yüksek olduğu gözlenmiştir. VOR kazancı hesaplanmasında 60 msn değerleri kullanılmış olup, katılımcıların %5'inde ölçüm yapılan tarafta yön üstünlüğü olduğu belirlenmiştir (Strupp vd. 2018). Bizim yaptığımız çalışmada hem HIMP yöntemi kullanılarak hem SHIMP yöntemi kullanılarak yapılan vHIT değerlendirmelerinde sağ ve sol lateral kanalların VOR kazancı arasında anlamlı farklılık gözlenmemiştir. Bu durumun nedeninin tüm kayıtların yalnızca bir gözden alınması olduğu düşünülmektedir.

El pozisyonunun vHIT değerlendirme sonuçları üzerine etkisini araştıran bir çalışmada 86 sağlıklı birey ve 67 tek taraflı vestibüler nöriti olan hasta için horizontal kanalın VOR kazancı iki farklı baş tutuş şekli kullanılarak kıyaslanmıştır. Ellerin çenede olduğu ölçümlerde VOR kazançları istatistiksel anlamlı olarak ellerin başın üst kısmında bulunduğu ölçümlerin VOR kazançlarından daha düşük elde edilmiştir. Fakat iki ölçüm arasında baş hızı açısından anlamlı fark elde edilmemiştir. vHIT değerlendirmesinde ellerin başta olduğu pozisyonda saç hareketinden dolayı gözlüğün kaymasından kaynaklı kalibrasyonun bozulmuş ve ölçümlerin etkilenmiş olabileceği düşünülmüştür.(Fu vd. 2018).

Yaptığımız çalışmada tüm bireylerin HIMP ve SHIMP değerlendirmeleri, eller gözlüğe dokunmadan başın üst kısmına yerleştirilerek ve kafa derisi kavranarak başın hareket ettirilmesi sağlanarak yapılmıştır.

McGarvie ve arkadaşları 2015'te yaptıkları çalışmada VOR'un yaştan etkilenimini 10-90 yaş aralığında bireyler üzerinde değerlendirmiş ve 80-89 yaş aralığında VOR kazançlarının düştüğünü, daha genç bireylerde yaşa bağlı bir değişiklik olmadığını belirtmişlerdir. Yaptığımız çalışmada yaş aralığı dar olduğundan VOR kazançlarının yaşa bağlı değişimiyle ilgili veri elde edilmemiştir (McGarvie vd. 2015).

SHIMP yöntemi MacDougall ve ark. tarafından 2016 yılında literatüre kazandırılan, lateral semisirküler kanalların değerlendirilmesini amacıyla kullanılan yeni bir test yöntemidir. Geleneksel vHIT ölçümünden farklı olarak SHIMP değerlendirme yönteminde bireyden duvarda sabit bir nokta yerine gözlükten duvara yansıyan hareketli bir noktaya bakması istenir. Baş

hareketiyle aynı yönde ve aynı hızda başla beraber hareket eden bu noktanın birey tarafından takip edilebilmesi ve nesnenin fovea'da sabit kalabilmesi VOR'un baskılanmasıyla sağlanır. Vestibüler patolojisi bulunmayan sağlıklı yetişkin bireylerde baş hareketinden sonra düzeltici sakkadlar gözlenir. Bununla birlikte bu ölçüm yönteminde VOR kazançları HIMP yöntemine kıyasla daha düşük elde edilir. Vestibüler patolojisi olan bireylerde VOR efektif olmadığından başla birlikte hareket eden nesnenin takibi ve fovea'da sabitlenmesi için herhangi bir düzeltme sakkadı gerekmez. Bu bireylerde elde edilen VOR kazancı hem HIMP hem SHIMP değerlendirme yöntemlerinde sağlıklı yetişkinlerden düşük elde edilir.

SHIMP ölçüm yönteminde VOR kazançlarının daha düşük olmasının nedeninin VOR baskılama mekanizması olduğu düşünülmektedir. VOR arkında Vestibüler çekirdek düzeyinde, baş-göz nöronları (Eye-Head)(EH) ve pozisyon-vestibüler-duraklama (position vestibular pause)(PVP) nöronları olmak üzere iki tip nöron yer alır: EH nöronlarının vestibülo-serebellumun floküler lobundaki Purkinje hücrelerinden güçlü sinyaller aldığı ve ekstraoküler motor nöronlarına yansıttığı bilinmektedir (Mitchell vd. 2016).

Ito tarafından yapılan bir çalışmada Vestibülo-serebellum içindeki Purkinje hücrelerinin baş ve göz hızının sinyallerini taşıdığı bulunmuştur. Bir VOR baskılaması sırasında, baş hızı sinyalinin VOR'u durdurmak için inhibitör olarak görev yapabileceği ve VOR'u durdurulmasında görev alabileceği öne sürülmüştür (Ito, 1982). Diğer yandan PVP nöronları (özellikle tip I olanlar), VOR yolundaki nöronların çoğunluğunu oluşturmaktadır ve bu nöronların VOR baskılanması sırasında baş hareketine hassasiyetin azaltılmasında görev aldığı bulunmuştur (Cullen ve McCrea, 1993). Araştırmacılar daha ileri giderek baş-göz bakış kayması (eye-head gaze shift) sırasında VOR yollarındaki nöronları kaydetmişlerdir. Elde edilen sonuçlar, PVP nöronlarında gözlenen modülasyonun, tip I PVP nöronlarına inhibitör girdi sağlayan paramedian pontin retiküler formasyonunun patlama (burst) nöronlarından kaynaklandığını göstermektedir (Roy ve Cullen, 1998). Bu durumda VOR modülasyonunun beyin sapı yapılarından da kaynaklanıyor olabileceği düşünülmelidir. VOR baskılama sistemiyle ilgili bir diğer teoride ise vestibüler efferent yolların periferik nöral sinyalleri modüle ettiği öne sürülmektedir (Boyle vd. 2009). Bu durum VOR'un baskılanmasında farklı vestibüler yolların rol oynayabileceği hipotezini desteklemektedir.

Her iki yöntemde de lateral semisirküler kanal fonksiyonu VOR kazancı ve sakkadik göz hareketi varlığıyla değerlendirilir. SHIMP testi de HIMP testi kadar hastaya anlatması ve uygulaması kolay bir değerlendirme yöntemidir. HIMP testinde görülen sakkadlar vestibüler patolojiyi işaret ederken, SHIMP ölçümünde bunun tam tersi geçerlidir ve baş hareketinden sonra

görülen sakkadlar vestibüler fonksiyonun klinik işareti kabul edilir. Bu nedenle bu iki ölçüm yöntemi vestibüler patolojileri birbirine zıt bulguların varlığı ile tanılar (MacDougall vd. 2016).

SHIMP yönteminin ilk kez uygulandığı çalışma MacDougall ve ark. tarafından 2016 yılında yapılmıştır. Çalışmaya 6 sağlıklı birey, 5 tek taraflı vestibüler kayıplı ve 5 bilateral vestibüler kaybı olan birey dahil edilmiştir. Çalışma sonucunda sağlıklı bireylerde SHIMP değerlendirme yöntemiyle elde edilen VOR kazançlarının HIMP değerlendirme yöntemiyle elde edilen VOR kazancına oranla istatistiksel olarak anlamlı şekilde düşük olduğu bulunmuştur. Çalışma sonucunda HIMP değerlendirme yönteminde VOR kazancı sağ lateral kanal için 1,03 ve sol lateral kanal için 0,93 olarak hesaplanmıştır. Bunun yanı sıra SHIMP değerlendirme yönteminde VOR kazancı sağ lateral kanal için ortalama 0,97 ve sol lateral kanal için 0,86 olarak hesaplanmıştır. (MacDougall vd. 2016). Yaptığımız çalışmada HIMP değerlendirme yönteminde VOR kazancı sağ lateral kanal için 1,02 ve sol lateral kanal için 1,01; SHIMP değerlendirme yönteminde VOR kazancı sağ lateral kanal için ortalama 0,94 ve sol lateral kanal için 0,91 olarak hesaplanmıştır. Önceki çalışmayla uyumlu şekilde bizim çalışmamızda da SHIMP ve HIMP değerlendirme yöntemleri ile elde edilen VOR kazançları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuş ve yaklaşık olarak benzer değerler hesaplanmıştır.

Crane ve Demer yaptıkları çalışmada, yüksek ivmeli tüm vücut rotasyonları sırasında gözün hedefte sabit kalması için VOR baskılama süresinin yaklaşık 80 ila 90 msn olduğunu söylemiştir (Crane ve Demer, 1999). SHIMP testinde de yaklaşık olarak aynı zamanda VOR supresyonunun olduğu, bu nedenle VOR kazançlarının HIMP yöntemine kıyasla daha düşük elde edileceği düşünülmüştür. Yaptığımız çalışmada ölçülen ani VOR kazançları ve ortalama VOR kazanç değerleri SHIMP yönteminde HIMP yöntemine kıyasla istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha düşük elde edilmiştir. Çalışmamız bu açıdan yapılmış önceki çalışmayı doğrular niteliktedir. Bunun yanı sıra 60 msn'de SHIMP yöntemiyle yapılan ani kazanç ölçümlerinin, HIMP yöntemine kıyasla istatistiksel olarak anlamlı şekilde düşük elde edilmesi VOR baskılanmasının varsayılan süreden daha erken başlıyor olabileceğini düşündürmüştür.

Shen ve arkadaşları 2016'da 35 sağlıklı 57 vestibüler patolojisi olan hastayla yaptıkları çalışmada bireyleri HIMP ve SHIMP yöntemlerini kullanarak değerlendirmiştir. İki ölçüm yönteminde elde edilen VOR kazançları kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiş ve VOR kazançları SHIMP yönteminde daha düşük elde edilmiştir. Bunun yanı sıra vestibüler patolojisi bulunan bazı bireylerde hem HIMP hem de SHIMP ölçüm yönteminde sakkadik göz hareketleri gözlenmiştir. Bu durumun mevcut vestibüler patolojinin kompanse

edilmesine bağlı olarak ortaya çıktığı düşnlmektedir. Buna bağlı olarak HIMP ve SHIMP testlerinde ortaya çıkan sakkadların farklı kökenleri olabileceğini düşnlmştr. Bu düşncenin temelinde SHIMP'te sakkad görülme miktarı arttıka vestibüler şikayetlerde azalma olması ve bu yöntemde HIMP yöntemine kıyasla daha az sakkad gözlenmesi durumu vardır. HIMP değerlendirmesinde ortaya çıkan muhtemelen daha refleksif olan düzeltici sakkadlara kıyasla SHIMP değerlendirmesinde gözlenen sakkadlarda kortikal işlemin daha belirgin olabileceği öne sürülmüştür (Shen vd. 2016).

vHIT değerlendirme yönteminde baş hareketlerinin rastgele olması ve birey tarafından öngörülemez olması gerektiği literatürde kabul görmüştür. Rey-Martinez ve arkadaşları 33 sağlıklı bireyde SHIMP yöntemi kullanarak VOR kazançlarını ölçmüştür. Çalışmada tahmin edilemeyen, yarı tahmin edilebilen ve önceden bilgi verilen olmak üzere üç farklı yöntemle bireylerin VOR kazançları ölçmüştür. Çalışma sonucunda önceden bilgi verilen bireylerde sakkad latanslarının diğer gruplara kıyasla anlamlı olarak daha kısa olduğu gözlenmiştir. Bu durum VOR'un modüle edilebileceğini dşndrmştir. Bu çalışmada elde edilen ilk sakkad latansları ortalama 152 ± 58 msn olarak bulunmuştur (Rey-Martinez vd. 2017). Bizim yaptığımız çalışmada da benzer şekilde elde edilen ilk sakkadların latansı sağ lateral kanal için $142\pm21,8$ msn ve sol lateral kanal için $139,6\pm27,9$ msn olarak hesaplanmıştır. Çalışmamız bu açıdan literatürle uyumludur.

Waele ve arkadaşları, vestibüler patolojisi bulunan 8 bireyle yaptıkları çalışmada katılımcılara, c-VEMP, o-VEMP, kalorik test, HIMP ve SHIMP yöntemlerini kullanarak vHIT ile vestibüler sistem değerlendirmesi yapmıştır. Hastalarda SHIMP lm yöntemiyle elde edilen VOR kazançlarının HIMP değerlendirme yöntemiyle elde edilen kazançlardan daha düşük olduğu bildirilmiştir. Çalışmada ayrıca vestibüler patolojisi bulunan bireylerde SHIMP lm yöntemi kullanıldığında sakkadik göz hareketlerinin oluşmadığı ve bu durumun VOR kazancının daha doğru hesaplamasını sağladığı belirtilmiştir (Waele vd. 2017).

Rey-Martinez tarafından 2017'de yapılan çalışmada 14 erkek 15 kadın 29 katılımcının HIMP ve SHIMP değerlendirme yöntemleriyle VOR kazançları hesaplanmıştır. Yapılan HIMP değerlendirmesi sonucunda VOR kazancı ortalama $0,95\pm0,05$; SHIMP yöntemiyle yapılan değerlendirmede VOR kazancı $0,84\pm0,06$ olarak bulunmuştur. Bizim alışmamızda, yapılan çalışmaya benzer şekilde iki ölüm yöntemi arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır (Rey-Martinez, 2017).

Devantier ve arkadaşları yaptıkları çalışmada 13-16 yaş aralığında 27 çocukla çalışmıştır. Katılımcılara deneyimli ve deneyimsiz olmak üzere iki farklı uygulayıcı tarafından HIMP ve SHIMP değerlendirmesi yapılmıştır. Çalışma sonucunda deneyimli ve deneyimsiz uygulayıcılar arasında fark bulunmazken her iki grup için de HIMP ve SHIMP değerlendirmeleri ile elde edilen VOR kazançları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir. Çalışmamızda tüm değerlendirmeler tek bir uygulayıcı tarafından yapılmış olup deneyimin VOR kazançlarına etkisi ile ilgili veri bulunmamaktadır fakat çalışmamızda elde edilen VOR kazanç değerleri arasındaki farklılık Devantier ve arkadaşlarının yaptığı çalışmayla uyumludur.

2018'de yapılan bir çalışmada 80 birey üzerinde HIMP ve SHIMP yöntemleri kullanılarak vHIT değerlendirmesi yapılmıştır. Çalışmada HIMP ve SHIMP VOR kazanç değerleri arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. Yapılan değerlendirmede ortalama SHIMP VOR kazançları 0.84 ± 0.08 olarak hesaplanmıştır. Bizim çalışmamızda VOR kazancı ortalaması sağ lateral kanallar için 0.94, sol lateral kanal için 0,91 olarak bulunmuş ve yine bu çalışmayla uyumlu olarak SHIMP ve HIMP test yöntemleri VOR kazanç değerleri arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. Bu farkın temel sebebinin VOR baskılama mekanizmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Rey-Martinez vd. 2018).

Yaptığımız çalışmada elde ettiğimiz verilerin SHIMP değerlendirme yönteminin klinik kullanımını kolaylaştırması amaçlanmıştır. Bununla birlikte özellikle vestibüler patolojisi bulunan bireylerin değerlendirilmesinde, özellikle baş hareketi sırasında sakkadik göz hareketlerinin görülmemesi nedeniyle VOR kazançlarının doğru şekilde hesaplanmasında SHIMP yönteminin iyi bir alternatif olacağı düşünülmüştür.

6. SONUÇ

Sağlıklı yetişkin bireylerde Suppression Head Impulse Paradigm (SHIMP) değerlendirme yönteminin geleneksel Head Impulse Test (HIMP) değerlendirme yöntemiyle karşılaştırılması amacıyla yaptığımız çalışmada SHIMP yöntemiyle yapılan değerlendirmelerde 60 msn, 80 msn ve 0-100 msn aralığında hesaplanan VOR kazançlarının hem sağ hem sol lateral kanallar için, HIMP yöntemiyle elde edilen değerlerden istatistiksel olarak anlamlı şekilde düşük olduğu gözlemlendi.

HIMP değerlendirme yöntemi sırasında vestibüler patolojisi bulunan bireylerde meydana gelen açık ve gizli sakkadlar, VOR kazanç hesaplamasını etkileyebilmektedir. SHIMP yöntemiyle yapılan değerlendirmelerde vestibüler patolojisi olan bireylerde yakalama sakkadları gözlenmediğinden bu değerlendirme yöntemiyle bireylerin VOR kazançlarının daha doğru hesaplanabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle yapılacak olan değerlendirmelerde SHIMP yönteminin kullanılması vestibüler patoloji tanılmasının kolaylaşmasına imkân tanıyacaktır.

Yaptığımız çalışmada SHIMP yöntemi ile bireylerin VOR kazançları değerlendirilmiş ve HIMP yöntemiyle karşılaştırılmıştır. Elde edilen veriler ışığında her iki test yönteminin de bireylerin vestibüler sistem değerlendirmesinde kullanılabileceği fakat iki test yöntemi sonucunda elde edilen sakkadların farklı şekilde yorumlanması gerektiği unutulmamalıdır. Birey sayısının artırılarak her klinik için normatif değerlerin belirlenmesi, SHIMP değerlendirme yönteminin klinik kullanımının yaygınlaşmasını sağlayacaktır. Her kliniğin kendine özgü oluşturacağı normatif veri aralığı sayesinde vestibüler patolojilerin tanılmasında kalorik teste ve HIMP yöntemine bir alternatif olarak kullanılabilecektir.

7. KAYNAKLAR

- Alhabib S., Saliba I., 2016 “Video head impulse test: a review of the literature”, *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 274: 1215-1222
- Angelaki DE, Cullen KE (2008) Vestibular system: the many facets of a multimodal sense. *Annu Rev Neurosci* 31:125–150.
- Barany R. (1876–1936) – investigator of labyrinthine function. *JAMA*. 1965;191:132–3
- Bartl K, Lehnen N, Kohlbecher S, Schneider E. Head impulse testing using video-nystagmography. *Ann N Y Acad Sci*. 2009;1164:331–333.
- Blayney AW. Vestibular disorders. In: Adams DA, Cinnamond MJ, eds. *Paediatric Otolaryngology*. 6th ed. Scott-Brown’s Otolaryngology. Vol. 6. Oxford: Butterworth-Heinemann; 1997:1–29.
- Blodow A, Pannasch S, Walther LE. Detection of isolated covert saccades with the video head impulse test in peripheral vestibular disorders. *Auris, nasus, larynx*. 2013;40(4):348-51
- Boyle R (2001) Vestibulospinal control of reflex and voluntary head movement. *Ann NY Acad Sci* 942:364–380
- Boyle R, Rabbitt RD, Highstein SM (2009) Efferent control of hair cell and afferent responses in the semicircular canals. *J Neurophysiol* 102:1513–1525.
- Cohen B. Origin of quick phases of nystagmus. In: Brodal A, Pompeiano O, eds. *Basic Aspects of Central Vestibular Mechanisms*. Amsterdam: Elsevier; 1972:1–649.
- Collewijn H., “Eye Movement Recording”, *Vision Research: A Practical Guide to Laboratory Methods*, Oxford: Oxford University Press, pp. 245-285
- Crane BT, Demer JL. Latency of voluntary cancellation of the human vestibulo-ocular reflex during transient yaw rotation. *Exp Brain Res* 1999;127: 67–74.
- Cullen KE, Belton T, McCrea RA (1991) A non-visual mechanism for voluntary cancellation of the vestibulo-ocular reflex. *Exp Brain Res* 83:237–252
- Cullen KE, McCrea RA (1993) Firing behavior of brain stem neurons during voluntary cancellation of the horizontal vestibuloocular reflex. I. Secondary vestibular neurons. *J Neurophysiol* 70:828–843
- Curthoys, I. S. (2012). The interpretation of clinical tests of peripheral vestibular function. *The Laryngoscope*, 122(6), 1342-1352.
- Eviatar L, Eviatar A. The normal nystagmic response of infants to caloric and per-rotatory stimulation. *Laryngoscope*. 1979;89:1036–1044.
- Fife T. (2010). Overview of anatomy and physiology of the vestibular system, in *Vertigo and imbalance: Clinical neurophysiology of the vestibular system*. Handbook of clinical neurophysiology, Z.D. Eggers SDZ, Editor., Elsevier
- Fu W., He F., Zhao R., Wei D., Bai Y., Wang X., Han J. “Effects of Hand Positions During Video Head-Impulse Test (vHIT) in Patients With Unilateral Vestibular Neuritis” *Front Neurol*. 2018 Aug 13;9:531.
- Furman J.M., Cass S.P., Whitney S.L., *Vestibular Disorders: A Case-study Approach to Diagnosis and Treatment*, 3rd Edition, Oxford University Press, Inc., 2010
- Furman JM, Wuyts FL, “Vestibular Laboratory Testing”, *Aminoff’s Electrodiagnosis in Clinical Neurology* (Sixth Edition) 2012, p. 699-723
- Grossman GE, Leigh RJ, Abel LA, Lanska DJ, Thurston SE. Frequency and velocity of rotational head perturbations during locomotion. *Exp Brain Res*. 1988;70(3): 470–476.

- Grossman GE, Leigh RJ. Instability of gaze during locomotion in patients with deficient vestibular function. *Ann Neurol*. 1990;27(5):528–532.
- Guyton AC., Hall JE., “Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology”, Elsevier 2016
- Halmagyi, G. M., Curthoys, I. S. (1988). A clinical sign of canal paresis. *Archives of Neurology*, 45(7), 737-739.
- Highstein SM, Holstein GR, “The Anatomy of the vestibular nuclei. Neuroanatomy of the oculomotor system” 157-203., 2006
- Hızal E. “Farklı Zaman Aralıkları İle Tekrarlanan Baş Hareketlerinin Video Head Impulse Test (VHIT) Ölçümleri Üzerindeki Etkileri”, Yüksek Lisans Tezi, Ankara 2015
- Hudspeth AJ, Corey DP (1977). Sensitivity, polarity, and conductance change in the response of vertebrate hair cells (the frog’s sacculus) to controlled mechanical stimuli. *Proc Natl Acad Sci U S A* 74 (6): 2407–2411.
- Ito M (1982) Cerebellar control of the vestibulo-ocular reflex—around the flocculus hypothesis. *Annu Rev Neurosci* 5:275–296
- Jenkins HA, Honrubia V, Baloh RH. Evaluation of multiple-frequency rotatory testing in patients with peripheral labyrinthine weakness. *Am J Otolaryngol*. 1982;3(3):182–8.
- Jacobson GP, Shepard NT., *Balance Function Assessment and Management*, Second Edition, 2016
- Kaga K, Sakurai H, Ogawa Y, et al. Morphological changes of vestibular ganglion cells in human fetuses and in pediatric patients. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2001;60: 11–20.
- Kang S, Kim US. Normative Data of Videonystagmography in Young Healthy Adults under 40 Years Old. *Korean Journal of Ophthalmology : KJO*. 2015;29(2):126-130
- Kingma H, Janssen M (2013). Biophysics of the vestibular system. In: A Bronstein (Ed.), *Textbook of Vertigo and Imbalance*. Oxford University Press, Oxford.
- Kingma H., Van de Berg V., “Anatomy, physiology, and physics of the peripheral vestibular system” *Handbook of Clinical Neurology*, Vol. 137 (3rd series) *Neuro-Otology* J.M. Furman and T. Lempert, Editors, 2016
- MacDougall HG, Weber KP, McGarvie LA, Halmagyi GM, Curthoys IS. The video head impulse test: diagnostic accuracy in peripheral vestibulopathy. *Neurology*. 2009;73:1134–1141
- MacDougall H, McGarvie L, Halmagyi GRS, et al. A new saccadic indicator of peripheral vestibular function based on the video head impulse test. *Neurology* 2016;87:410–418
- Mahringer A, Rambold HA. Caloric test and video-head-impulse: a study of vertigo/dizziness patients in a community hospital. *European archives of otorhino- laryngology : official journal of the European Federation of Oto-Rhino-Laryngological Societies*. 2014;271(3):463-72.
- Manzari L, Burgess AM (2013) Vestibular function after vestibular neuritis. *Int J Audiol* 52(10):713–718
- McGarvie LA, MacDougall HG, Halmagyi GM, Burgess AM, Weber KP and Curthoys IS (2015) The video head impulse test (vHIT) of semicircular canal function – age-dependent normative values of VOR gain in healthy subjects. *Front. Neurol*. 6:154.
- Melville- Jones G(1979).Biophysics of the peripheral end organs. In: VJ Wilson, G Melville-Jones (Eds.), *Mammalian vestibular physiology*. Plenum Press, New York.
- Migliaccio AA, Cremer PD. The 2D modified head impulse test: a 2D technique for measuring function in all six semicircular canals. *J Vestib Res*. 2011;21(4):227–234

Mitchell DE, Della Santina CC, Cullen KE (2016) Plasticity within non-cerebellar pathways rapidly shapes motor performance in vivo. *Nat Commun* 7:11238.

O'REILLY R, THIERRY M, CHRIS G, ZWICKY E, ERIN F. Development of the Vestibular System and of Balance Function: Differential Diagnosis in the Pediatric Population. In: *Dizziness and vertigo across the lifespan*. Eds: Kesser Bradley W. , Gleason A. Tucker, 2018, 1st Edition, Pages 35-41.

Ornitz EM, Atwell CW, Walter DO, et al. The maturation of vestibular nystagmus in infancy and childhood. *Acta Otolaryngol.* 1979;88:244–256

Ornitz EM, Kaplan AR, Westlake JR. Development of the vestibulo-ocular reflex from infancy to adulthood. *Acta Otolaryngol Stockh.* 1985;100:180–183

Perez, N., Rama-Lopez, J. (2003). Head-impulse and caloric tests in patients with dizziness. *Otology & Neurotology*, 24(6), 913-917.

Proctor LR (2000) Results of serial vestibular testing in unilateral Meniere's disease. *Am J Otol* 21(4):552–558

Rey-Martinez J, Yanes J, Esteban J, Sanz R and Martin-Sanz E (2017) The Role of Predictability in Saccadic Eye Responses in the Suppression Head Impulse Test of Horizontal Semicircular Canal Function. *Front. Neurol.* 8:536.

Rey-Martinez J., "Validity of wavelet transforms for analysis of video head impulse test (vHIT) results ", *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2017

Rey-Martinez J, Thomas-Arrizabalaga I, Espinosa-Sanchez JM, Batuecas-Caletrio A, Trinidad-Ruiz G, Matíño-Soler E, Perez-Fernandez N. "Vestibulo-ocular reflex gain values in the suppression head impulse test of healthy subjects." *Laryngoscope*. 2018 Oct;128(10):2383-2389

Richard C, Laroche N, Malaval L, et al. New insight into the bony labyrinth: a microcomputed tomography study. *Auris Nasus Larynx*. 2010;37:155–161.

Robinson DA. A method of measuring eye movement using a scleral search coil in a magnetic field. *IEEE Trans Biomed Eng.* 1963;10(4):137–145.

Roth TN, Weber KP (2014) Ethanol consumption impairs vestibulo-ocular reflex function measured by the video head impulse test and dynamic visual acuity. *J Vestib Res.* 24(4):289–295

Rouse M.H., *Neuroanatomy for speech language pathology and audiology*, Jones & Bartlett Learning, 2016

Roy JE, Cullen KE (1998) A neural correlate for vestibulo-ocular reflex suppression during voluntary eye-head gaze shifts. *Nat Neurosci* 1:404–410

Shen Q, Magnani C, Sterkers O, Lamas G, Vidal P-P, Sadoun J, Curthoys IS and de Waele C (2016) Saccadic Velocity in the New Suppression Head Impulse Test: A New Indicator of Horizontal Vestibular Canal Paresis and of Vestibular Compensation. *Front. Neurol.* 7:160.

Snell, Richard S. *Clinical Neuroanatomy*, 7th Edition Lippincott Williams & Wilkins, 2010

Strupp M., Kichler A., McGarvie L., Kremmyda O. "The video head impulse test: a right-left imbalance" *Neurol.* 2018 Oct;265(Suppl 1):40-43.

van de Berg R, Guinand N, Guyot J-P et al. (2011 Aug). The vestibular implant: quo vadis? *Frontiers in Neuro-otology*

Yang A, Hullar TE (2007 Dec). Relationship of semicircular canal size to vestibular-nerve afferent sensitivity in mammals. *J Neurophysiol* 98 (6): 3197–3205.

Yip C.W., Glaser M., Frenzel C., Bayer O., Strupp M. "Comparison of the Bedside Head-Impulse Test with the Video Head-Impulse Test in a Clinical Practice Setting: A Prospective Study of 500 Outpatients" *Front. Neurol.* 7:58

Waele C, Shen Q, Magnani C, Curthoys IS. (2017) A Novel Saccadic Strategy Revealed by Suppression Head Impulse Testing of Patients with Bilateral Vestibular Loss”, *Front. Neurol.* 8:419

Weber KP, Aw ST (2008) Head impulse test in unilateral vestibular loss Vestibulo-ocular reflex and catch-up saccades. *Neurology* 70(6):454–463

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. *Neurology*. 2008;70(6):454-63.

Weber KP, Aw ST, Todd MJ, McGarvie LA, Curthoys IS, Halmagyi GM. Horizontal head impulse test detects gentamicin vestibulotoxicity. *Neurology*. 2009;72(16):1417-24

Weber, K. P., MacDougall, H. G., Halmagyi, G. M. and Curthoys, I. S. (2009). Impulsive Testing of Semicircular-Canal Function Using Video-oculography. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1164(1), 486-491.

www.tdk.gov.tr, Erişim tarihi: 10 Mart 2019



8. ÖZGEÇMİŞ

1. **Adı Soyadı:** Sare Nur Karakol
2. **Doğum Tarihi:** 11.08.1995
3. **Unvanı:** Odyolog
4. **Öğrenim Durumu:** Yüksek Lisans Öğrencisi

Derece	Alan	Üniversite	Yıl
Lisans	Odyoloji	İstanbul Üniversitesi	2013-2017
Y. Lisans	Odyoloji	KTO Karatay Üniversitesi	2017-
Doktora	-	-	-

5

5. Akademik Unvanlar:

Yardımcı

Doçentlik Tarihi :

Doçentlik Tarihi :

Profesörlük Tarihi :

6. Yönetilen Yüksek Lisans ve Doktora Tezleri

6.1. Yüksek Lisans Tezleri

6.2. Doktora Tezleri

7. Yayınlar

- 7.1. Uluslararası hakemli dergilerde yayınlanan makaleler (SCI & SSCI & Arts and Humanities)
- 7.2. Uluslararası diğer hakemli dergilerde yayınlanan makaleler
- 7.3. Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitabında (Proceedings) basılan bildiriler
- 7.4. Yazılan uluslararası kitaplar veya kitaplarda bölümler
- 7.5. Ulusal hakemli dergilerde yayınlanan makaleler
- 7.6. Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitabında basılan bildiriler
- 7.7. Diğer yayınlar
- 7.8. Uluslararası atıflar

8. Ulusal&Uluslararası Projeler

İşitmesi Normal, Tinnitusu Olan ve Olmayan Bireylerde, Koklear Fonksiyonların ve Gizli İşitme Kaybının Değerlendirilmesi (2. Ulusal İstanbul Odyoloji Kongresi Proje ve araştırma Yarışması)

Trompet - Yetişkin Bireyler için İşitsel Algı Gelişimi ve Rehabilitasyonu için alıştırma içerikli Android Uygulaması (2. Ulusal İstanbul Odyoloji Kongresi Proje ve araştırma Yarışması)

9. İdari Görevler

10. Bilimsel ve Mesleki Kuruluşlara Üyelikler

11. Ödüller

2. Ulusal İstanbul Odyoloji Kongresi Bilimsel Araştırma Yarışması 1.si

2. Ulusal İstanbul Odyoloji Kongresi Proje Yarışması 2.si

Mehmet Hanife Yapıcı Anadolu Lisesi 1.si

12. Son iki yılda verdiğiniz lisans ve lisansüstü düzeydeki dersler için aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

Akademik Yıl	Dönem	Dersin Adı	Haftalık Saati		Öğrenci Sayısı
			Teorik	Uygulama	
	Güz				
	İlkbahar				
	Güz				
	İlkbahar				

Not: Açılmışsa, yaz döneminde verilen dersler de tabloya ilave edilecektir.

Ek.1 Etik Kurul Onayı

T.C.
KTO KARATAY ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
İLAÇ VE TIBBİ CİHAZ DIŞI ARAŞTIRMALAR ETİK KURUL KARARI

Toplantı Sayısı: 8

Toplantı Tarihi:29.11.2019

Karar Sayısı:2019/018: Dr. Öğr. Üyesi Burak ÖZTÜRK'ün "Sağlıklı Yetişkin Bireylerde Suppression Head Impulse Paradigm (SHIMP) Yönteminin Geleneksel Head Impulse Test (HIMP) Yöntemiyle Karşılaştırılması ve Normalizasyonu" başlıklı araştırma projesi çalışmasının başlığının değişikliği ile ilgili 19.12.2019 tarihli dilekçesi ve ekleri görüşüldü.

Görüşme sonucunda araştırma projesi çalışmasının başlığının "Sağlıklı Yetişkin Bireylerde Suppression Head Impulse Paradigm (SHIMP) Yönteminin Geleneksel Head Impulse Test (HIMP) Yöntemiyle Karşılaştırılması" olmasına oy birliği ile karar verildi.

Not: Çalışma ile ilgili gerekli izin ve yasal sorumluluk araştırmacılara aittir.

Sorumlu Araştırmacı: Dr. Öğr. Üyesi Burak ÖZTÜRK

Yardımcı Araştırmacı: Arş. Gör. Sare Nur KARAKOL

ASLI GİBİDİR
27/12/2019

Prof. Dr. Taner ZİYLAN

İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmalar
Etik Kurul Başkanı

Ek.2 Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu

1. Bu katıldığınız çalışma bilimsel bir araştırma olup, araştırmanın adı ‘Sağlıklı Yetişkin Bireylerde Suppression Head Impulse Paradigm (SHIMP) Yönteminin Geleneksel Head Impulse Test (HIMP) Yöntemiyle Karşılaştırılması Ve Normalizasyonu’dur.
2. Bu çalışmada; sağlıklı yetişkin bireylerde SHIMP yönteminin geleneksel HIMP yöntemiyle karşılaştırılması ve iki ölçüm yöntemi arasındaki farkın belirlenmesi amaçlanmıştır.
3. Bu çalışmada size herhangi bir tedavi uygulanmayacaktır, sadece tanısal amaçlı olarak araştırma esnasında bir takım test yöntemleri değerlendirmesi yapılacaktır.
4. Yapılacak olan test yöntemleri saf ses odyometri, ve video head impulse (vHIT) ölçümleridir.

Saf ses odyometri testi bireylerin işitmesinin değerlendirilmesinde saf seslerin kullanılması temeline dayanan standart davranışsal bir test yöntemidir. Bu testte gönüllü bir sessiz kabine alınır ve oturtulur. Gönüllüye kulaklık takılır, eline bir buton verilir ve kulaklıktan sinyal sesi duyduğunda butona basması istenir. Bu test yöntemi ile gönüllünün işitme eşikleri tespit edilir. Ardından gönüllüye konuşmaya testleri yapılır. Konuşma testlerinde gönüllüye bazı kelimeler okunur ve ardından tekrar etmesi istenir. Bu şekilde gönüllünün konuşmayı ayırt etme durumu değerlendirilir. Ardından kemik yolu kulaklık gönüllünün kulak arkasındaki mastoid kemiğe yerleştirilir ve yine gönüllüden sinyal sesini duyduğunda butona basması istenir. Kemik yolu işitme eşikleri belirlenir. Saf ses odyometre ile gönüllünün işitme durumu değerlendirilir.

vHIT testi, bireylerin semisirküler kanallara ait VOR kazançlarını ölçmek için uygulanacaktır. Gönüllü duvarla arasında 120 cm olan, boyu ayarlanabilir sandalyeye oturtulur. Gönüllüye vHIT için kullanılan gözlük yerleştirilir. Kalibrasyon ayarlarının yapılabilmesi için bireyden duvarda göz hizasında bulunan noktaya bakması istenir. Noktanın göz hizasında ayarlanması gerekirse sandalye boyu değiştirilir. Göz kalibrasyonu için; gönüllüden odaklandığı nokta ortada olmak üzere duvara yansıyan 5 kalibrasyon ışığına ‘ortaya, sağa, sola, yukarı ve aşağı’ olmak üzere sırayla yaklaşık 3 sn bakması istenir. Her değişiklikte uygulayıcı, gönüllüye hangi ışığa bakması gerektiğini söyler. Baş kalibrasyonu ise gönüllü ortadaki noktaya sabit bakarken, başını sağa ve sola ritmik şekilde çevirir, daha sonra göz orta noktada sabitken başını yukarı ve aşağı hareket ettirilerek yapılır. vHIT testi ilk olarak HIMP yöntemiyle yapılır. Gönüllünün başı orta hatta ve bakışları göz hizasında bulunan noktada sabit şekilde başlanır. Gönüllünün başı iki yandan tutulur. Baş; ani ve hızlı olmak üzere sağa ve sola rastgele şekilde yaklaşık 10-15° çevrilir.

Gönüllüden test sırasında bakışlarını karşısındaki hedefte sabitlemesi istenir. Bu işlem her iki taraf için 10'ar olmak üzere 20 örneklem alınıncaya kadar devam eder.

SHIMP yöntemi için, kalibrasyonda kullanılan ışık kaynağı kullanılır. Gönüllüye test sırasında duvara yansıyan göz hizasındaki lazer ışığını takip etmesi söylenir. Gönüllünün başı orta hatta ve bakışları göz hizasındaki lazer ışığında sabitken başlanır. Gönüllünün başı iki yandan tutulur. Baş; ani ve hızlı olmak üzere sağa ve sola rastgele şekilde yaklaşık 10-15° çevrilir. Her dönüşte, başla aynı yöne aynı hızda hareket eden lazer ışığı gönüllü tarafından takip edilir. Bu işlem her iki taraf için 10'ar olmak üzere 20 örneklem alınıncaya kadar devam eder. Ölçümler tamamlandığında, gönüllünün her iki test için de VOR kazançları, baş hızları, sağ ve sol tarafın kazançları kendi içinde ve diğer test yöntemiyle elde edilen bulgularla kıyaslanacaktır.

5. Bu araştırmada yer almanız öngörülen süre yaklaşık olarak 30 dakika olup, araştırmada yer alacak gönüllülerin sayısı toplamda 30'dur.

6. Bu araştırma ile ilgili olarak bazı sorumluluklarınız mevcuttur. Bu sorumluluklar şu şekildedir; uygulanan tedavi şemasına özen gösterme, yapılacak olan çalışmaya uyum sağlamak, araştırmacının önerilerine uymak ve uygulanacak olan test bataryalarına koopere olmaktır.

7. Bu araştırmada sizin için herhangi bir risk ve rahatsızlık faktörü bulunmamaktadır. Size uygulanacak olan testlerin tamamı non-invaziv (cerrahi işlem gerektirmeyen) test yöntemlerinden oluşmaktadır ve size herhangi bir zarar oluşturabilecek testler değildir.

8. Bu araştırmanın sonucunda herhangi bir tedavi uygulaması bulunmamaktadır. Yapılacak olan çalışma tanısal amaçlıdır.

9. Araştırma sırasında sizi ilgilendirebilecek herhangi bir gelişme olduğunda, bu durum size veya yasal temsilcinize derhal bildirilecektir. Araştırma hakkında ek bilgiler almak için ya da çalışma ile ilgili herhangi bir sorun, istenmeyen etki ya da diğer rahatsızlıklarınız için 444 12 51 / 7847 no.lu telefondan Ody. Sare Nur KARAKOL'a ulaşabilirsiniz.

10. Bu araştırmada yer almanız nedeniyle size hiçbir ödeme yapılmayacaktır; ayrıca, bu araştırma kapsamındaki bütün muayene, tetkik, testler ve tıbbi bakım hizmetleri için sizden veya bağlı bulunduğunuz sosyal güvenlik kuruluşundan hiçbir ücret istenmeyecektir. Bu araştırma KTO Karatay Üniversitesi Odyoloji Laboratuvarı tarafından desteklenmektedir.

11. Bu araştırmada yer almak tamamen sizin isteğinize bağlıdır. Araştırmada yer almayı reddedebilirsiniz ya da herhangi bir aşamada neden belirtmeksizin araştırmadan ayrılabilirsiniz; bu durum herhangi bir cezaya ya da sizin yararlarınıza engel duruma yol açmayacaktır. Araştırmacı bilginiz dahilinde veya isteğiniz dışında, uygulanan araştırma şemasının gereklerini yerine getirmemeniz, çalışma programını aksatmanız veya tedavinin etkinliğini artırmak vb. nedenlerle sizi araştırmadan çıkarabilir. Araştırmanın sonuçları bilimsel amaçla kullanılacaktır; çalışmadan

çekilmeniz ya da araştırıcı tarafından ıkartılmanız durumunda, sizinle ilgili tıbbi veriler de gerekirse bilimsel amaçla kullanılabilir.

12. Size ait tüm tıbbi ve kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır ve araştırma yayınlansa bile kimlik bilgileriniz verilmeyecektir, ancak araştırmanın izleyicileri, yoklama yapanlar, etik kurullar ve resmi makamlar gerektiğinde tıbbi bilgilerinize ulaşabilir. Siz de istediğinizde kendinize ait tıbbi bilgilere ulaşabilirsiniz.

Çalışmaya Katılma Onayı

Yukarıda yer alan ve araştırmaya başlamadan önce gönüllüye verilmesi gereken bilgileri okudum ve sözlü olarak dinledim. Aklıma gelen tüm soruları araştırıcıya sordum, yazılı ve sözlü olarak bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Çalışmaya 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 içerisinde kabul ediyorum.

Bu formun imzalı bir kopyası bana verilecektir.

Gönüllünün veya vekilinin, Adı-Soyadı: Adresi: Tel: Tarih ve İmza:	Açıklamaları yapan araştırmacının, Adı-Soyadı: Sare Nur KARAKOL Görevi: Odyolog Telefon: 444 1251/7847 Tarih ve İmza:
---	--