

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



YETİŞKİN BİREYLERDE VİDEO HEAD IMPULSE TESTİNDE KULLANILAN
MOTORLU KAMERA SİSTEMİYLE MONOOKÜLER GÖZLÜĞE ENTEGRE
VİDEO KAMERA SİSTEMİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fatih KIRMIZIGÜL

Odyoloji Ana Bilim Dalı
Odyoloji Programı

OCAK, 2024

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



YETİŞKİN BİREYLERDE VİDEO HEAD IMPULSE TESTİNDE KULLANILAN
MOTORLU KAMERA SİSTEMİYLE MONOOKÜLER GÖZLÜĞE ENTEGRE
VİDEO KAMERA SİSTEMİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fatih KIRMIZIGÜL
(Y2016.070007)

Odyoloji Ana Bilim Dalı
Odyoloji Programı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Uğur Embiye ÖZGÜR

OCAK, 2024

ONAY FORMU

ONUR SÖZÜ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “Yetişkin Bireylerde Video Head Impulse Testinde Kullanılan Motorlu Kamera Sistemiyle Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sisteminin Karşılaştırılması” adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Kaynakça’ da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim. (23.01.2024)

Fatih KIRMIZIGÜL

ÖNSÖZ

Çalışmam boyunca bana karşı yaklaşımından, verdiği desteklerden ve paylaştığı bilgilerden ötürü değerli danışman hocam sayın Dr. Öğr. Üyesi Uğur Embiye ÖZGÜR' e,

Hayatımın her anında bana güvenen, beni ilerlemem ve başarmam konusunda teşvik eden, emeklerini asla ödeyemeyeceğim sevgili babam Kemal KIRMIZIGÜL' e, sevgili annem Fatma KIRMIZIGÜL' e

Bana tez sürecim boyunca sonsuz desteklerini sunan, sevgili nişanlım ve gelecekteki meslektaşım Melisa YILDIZ' a

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ocak. 2024

Fatih KIRMIZIGÜL

YETİŞKİN BİREYLERDE VİDEO HEAD IMPULSE TESTİNDE KULLANILAN MOTORLU KAMERA SİSTEMİYLE MONOOKÜLER GÖZLÜĞE ENTEGRE VİDEO KAMERA SİSTEMİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

ÖZET

Video Head Impulse Test, semisirküler kanallar düzleminde yapılan ani ve hızlı baş hareketleri sonucunda Vestibülo-oküler Refleks fonksiyonunun değerlendirilmesine olanak sağlayan objektif, hızlı ve non-invaziv bir test yöntemidir. Çalışmamızda, teknolojik açıdan ve kazanç algoritması açısından birbirlerinden farklı 2 Video Head Impulse Test sistemiyle, semisirküler kanalların kazanç değerlerini ve asimetri oranlarını değerlendirmek ve bu değerlerin, farklı tekrar sayılarında ve cihazlar arasında gösterdiği değişiklikleri ortaya koymak amaçlanmıştır. Çalışmaya, alınan anamnez ve yapılan odyolojik değerlendirmeleri takiben yaşları 18-60 yaş arasında değişen, 15'i erkek ve 15'i kadın olmak üzere

toplam 30 sağlıklı birey dahil edilmiştir. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ve Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile semisirküler kanallar, 5 ve 20 tekrar üzerinden değerlendirilmiştir. Her iki cihazla; test kabul sayıları üzerinden, 5 tekrar üzerinden ve 20 tekrar üzerinden elde edilen testler karşılaştırıldığında; tüm semisirküler kanal kazanç değerleri arasında anlamlı derecede fark olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Her iki cihazla, 5 tekrar ve 20 tekrar üzerinden elde edilen testler karşılaştırıldığında, semisirküler kanal asimetri oranları arasında anlamlı derecede fark elde edilmiştir ($p<0,05$). Monooküler vHIT ile 5 ve 20 tekrar üzerinden değerlendirilen sol anterior ve sağ posterior kanal kazançları arasında anlamlı derecede fark tespit edilirken ($p<0,05$); sağ lateral, sol lateral, sağ anterior ve sol posterior kanal kazançları arasında anlamlı derecede fark görülmemiştir ($p>0,05$). Monooküler vHIT ile 5 tekrar ve 20 tekrar üzerinden elde edilen testler karşılaştırıldığında, semisirküler kanal asimetri oranları

arasında anlamlı derecede fark görülmemiştir ($p>0,05$). Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile 5 ve 20 tekrar üzerinden değerlendirilen sağ posterior kanal kazançları arasında anlamlı derecede fark tespit edilirken ($p<0,05$); sağ lateral, sol lateral, sağ anterior, sol anterior ve sol posterior kanal kazançları arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$). Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile 5 tekrar ve 20 tekrar üzerinden değerlendirilen lateral ve posterior kanalların asimetri oranları arasında anlamlı derecede fark tespit edilirken ($p<0,05$); anterior kanalların asimetri oranları arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$). Çalışmamızda, vHIT sistemlerinin farklı kazanç değerleri ve asimetri oranları gösterebileceği tespit edilmiştir. Bulduğumuz bu farklılığın, cihazların kazanç algoritmasından ve/veya teknolojik özelliklerinden kaynaklandığı sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Video Head Impulse Test, Vestibüler Sistem, Vestibülo-Oküler Refleks, Semisirküler Kanal, Monooküler

COMPARISON OF A MOTORIZED CAMERA SYSTEM AND A VIDEO CAMERA SYSTEM INTEGRATED INTO MONOOCULAR GLASSES USED IN THE VIDEO HEAD IMPULSE TEST IN ADULTS

ABSTRACT

Video Head Impulse Test is an objective, rapid and non-invasive test method that allows the evaluation of Vestibulo-ocular Reflex function as a result of sudden and rapid head movements in the plane of the semicircular canals. In this study, we aimed to evaluate the gain values and asymmetry rates of semicircular canals with 2 Video Head Impulse Test systems, which are technologically and gain algorithmically different from each other, and to reveal the changes in these values at different repetition numbers and between devices. Following anamnesis and audiologic evaluations, 15 males and 15 females, aged between 18-60 years, 30 healthy individuals were included. Semicircular canals were evaluated over 5 and 20 repetitions with the vHIT device with Monocular Eyeglass Integrated Video Camera System and the vHIT device with Motorized Camera System. When the tests obtained with both devices over test acceptance numbers, over 5 repetitions and over 20 repetitions were compared, it was found that there was a significant difference between all semicircular canal gain values ($p < 0.05$). When the tests obtained with both devices over 5 repetitions and 20 repetitions were compared, a significant difference was found between semicircular canal asymmetry rates ($p < 0.05$). While there was a significant difference between left anterior and right posterior canal gains evaluated with monaural vHIT over 5 and 20 repetitions ($p < 0.05$), there was no significant difference between right lateral, left lateral, right anterior and left posterior canal gains ($p > 0.05$). When the tests obtained with monocular vHIT over 5 repetitions and 20 repetitions were compared, there was no significant difference between semicircular canal asymmetry rates ($p > 0.05$). While there was a significant difference between the right posterior canal gains evaluated over 5 and 20 repetitions with the vHIT device with Motorized Camera System ($p < 0.05$),

there was no significant difference between the right lateral, left lateral, right anterior, left anterior and left posterior canal gains ($p>0.05$). While there was a significant difference between the asymmetry rates of the lateral and posterior canals evaluated over 5 repetitions and 20 repetitions with the vHIT device with Motorized Camera System ($p<0.05$); there was no significant difference between the asymmetry rates of the anterior canals ($p>0.05$). In our study. We concluded that this difference may be due to the gain algorithm and/or technological features of the devices.

Keywords: Video Head Impulse Test, Vestibular System, Vestibulo-Ocular Reflex, Semicircular Canal, Monocular

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ONUR SÖZÜ	i
ÖNSÖZ.....	iii
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xiii
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	xv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xix
I. GİRİŞ	1
II. GENEL BİLGİLER.....	5
A. Kulağın Embriyolojisi	5
B. Kulağın Anatomisi.....	5
1. Dış Kulak Anatomisi.....	6
a. Kulak kepçesi	6
b. Dış kulak yolu.....	7
2. Orta Kulak Anatomisi	8
a. Orta kulak kavitesi.....	8
b. Timpanik membran.....	9
c. Malleus	10
d. Incus.....	10
e. Stapes.....	10

f. Östaki tüpü.....	10
g. Stapedius kası	11
h. Tensör timpani kası.....	11
i. Korda timpani kası.....	11
3. İç Kulak Anatomisi	11
a. Koklea.....	13
b. Corti organı	14
c. Semisirküler Kanallar	14
d. Vestibulum.....	15
e. Utrikul.....	15
f. Sakkül	15
C. Vestibüler Sistemin Embriyolojisi.....	15
D. Vestibüler Sistemin Anatomisi	17
1. Vestibulum	17
a. Utrikul ve Sakkül.....	18
2. Semisirküler Kanallar	20
3. Vestibüler Sinirler	21
4. Vestibüler Çekirdekler	21
5. Serebellum	22
E. Vestibüler Refleksler	23
1. Vestibülo-oküler Refleks (VOR)	23
2. Vestibülo-spinal Refleks (VSR) ve Vestibülo-kolik Refleks (VKR)	25
F. Vestibüler Sistemin Fizyolojisi.....	25
G. Video Head Impulse Test (vHIT)	27
III. GEREÇ VE YÖNTEM.....	31
A. Çalışma Yeri	31

B. Çalışma İzni ve Etik Kurul Onayı	31
C. Çalışma Grubu.....	31
D. Çalışmanın Tasarımı.....	32
E. Odyolojik Değerlendirmeler.....	32
1. Saf Ses Odyometri Testi	33
2. Konuşma Odyometrisi	33
3. İmmitansmetrik Değerlendirme	33
F. Video Head Impulse Test (vHIT) Cihazları	34
G. vHIT Uygulama Protokolleri.....	35
1. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT Cihazı İçin Uygulama Protokolü	35
2. Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT Cihazı İçin Uygulama Protokolü .	40
H. İstatistiksel Analiz	45
IV. BULGULAR.....	47
A. Katılımcılara Ait Demografik Bilgiler.....	47
B. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT Cihazı ve Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT Cihazı ile Test Kabul Sayıları Üzerinden Değerlendirilen Kazanç Sonuçları	47
C. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT Cihazı ile Farklı Tekrar Sayılarında Elde Edilen Kazanç Değerleri ve Asimetri Oranları	52
D. Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT Cihazı ile Farklı Tekrar Sayılarında Elde Edilen Kazanç Değerleri ve Asimetri Oranları.....	57
E. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT Cihazı ve Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT Cihazı ile 5 Tekrar Üzerinden Değerlendirilen Kazanç Sonuçları ve Asimetri Oranları	63
F. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT Cihazı ve Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT Cihazı ile 20 Tekrar Üzerinden Değerlendirilen Kazanç Sonuçları ve Asimetri Oranları	72

V. TARTIŞMA	81
VI. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	91
VII.KAYNAKÇA	95
EKLER.....	105
ÖZGEÇMİŞ.....	109

KISALTMALAR LİSTESİ

HIT	: Head Impulse Test
LARP	: Sol Anterior- Sağ Posterior
LVST	: Lateral Vestibülospinal Tract
MCL	: Rahat Edici Ses Seviyesi
MLF	: Medial Longitudinal Fasciculus
MVST	: Medial Vestibülospinal Tract
OCR	: Ocular Counter Roll
ORR	: Otolit-Oküler Refleks
OTR	: Oküler Tilt Reaksiyonu
RALP	: Sağ Anterior- Sol Posterior
ROI	: İlgi Alanı
RST	: Retikülospinal Tract
SDS	: Konuşmayı Ayırt Etme Skoru
SRT	: Konuşmayı Alma Eşiği
SSK	: Semisirküler Kanallar
SSO	: Saf Ses Ortalaması
UCL	: Rahatsız Edici Ses Seviyesi
vHIT	: Video Head Impulse Test
VKR	: Vestibülo-kolik Refleks
VOR	: Vestibülo-oküler Refleks
VSR	: Vestibülo-spinal Refleks

ÇİZELGELER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 1. Katılımcıların Demografik Bilgileri	47
Çizelge 2. Test Kabul Sayılarına Göre Lateral Semisirküler Kanallara İlişkin Kazanç Sonuçları	48
Çizelge 3. Test Kabul Sayılarına Göre Anterior Semisirküler Kanallara İlişkin Kazanç Sonuçları	49
Çizelge 4. Test Kabul Sayılarına Göre Posterior Semisirküler Kanallara İlişkin Kazanç Sonuçları	51
Çizelge 5. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT ile Farklı Tekrar Sayılarında Elde Edilen Lateral Semisirküler Kanal Kazanç Sonuçları	52
Çizelge 6. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT ile Farklı Tekrar Sayılarında Elde Edilen Anterior Semisirküler Kanal Kazanç Sonuçları	53
Çizelge 7. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT ile Farklı Tekrar Sayılarında Elde Edilen Posterior Semisirküler Kanal Kazanç Sonuçları	54
Çizelge 8. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT ile Farklı Tekrar Sayılarında Elde Edilen Lateral Semisirküler Kanallara İlişkin Asimetri Oranları	55
Çizelge 9. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT ile Farklı Tekrar Sayılarında Elde Edilen Anterior Semisirküler Kanallara İlişkin Asimetri Oranları	56

Çizelge 10.	Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT ile Farklı Tekrar Sayılarında Elde Edilen Posterior Semisirküler Kanallara İlişkin Asimetri Oranları	57
Çizelge 11.	Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT ile Farklı Tekrar Sayılarında Elde Edilen Lateral Semisirküler Kanal Kazanç Sonuçları	58
Çizelge 12.	Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT ile Farklı Tekrar Sayılarında Elde Edilen Anterior Semisirküler Kanal Kazanç Sonuçları	59
Çizelge 13.	Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT ile Farklı Tekrar Sayılarında Elde Edilen Posterior Semisirküler Kanal Kazanç Sonuçları	60
Çizelge 14.	Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT ile Farklı Tekrar Sayılarında Elde Edilen Lateral Semisirküler Kanallara İlişkin Asimetri Oranları .	61
Çizelge 15.	Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT ile Farklı Tekrar Sayılarında Elde Edilen Anterior Semisirküler Kanallara İlişkin Asimetri Oranları	61
Çizelge 16.	Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT ile Farklı Tekrar Sayılarında Elde Edilen Posterior Semisirküler Kanallara İlişkin Asimetri Oranları	62
Çizelge 17.	Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT ve Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT ile 5 Tekrar Üzerinden Elde Edilen Lateral Semisirküler Kanal Kazanç Sonuçları.....	63
Çizelge 18.	Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT ve Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT ile 5 Tekrar Üzerinden Elde Edilen Anterior Semisirküler Kanal Kazanç Sonuçları	65
Çizelge 19.	Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT ve Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT ile 5 Tekrar Üzerinden Elde Edilen Posterior Semisirküler Kanal Kazanç Sonuçları	67
Çizelge 20.	Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT ve Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT ile 5 Tekrar Üzerinden Elde Edilen Lateral Semisirküler Kanala İlişkin Asimetri Oranları.....	69
Çizelge 21.	Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT ve Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT ile 5 Tekrar Üzerinden Elde Edilen Anterior Semisirküler Kanala İlişkin Asimetri Oranları	70

- Çizelge 22. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT ve Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT ile 5 Tekrar Üzerinden Elde Edilen Posterior Semisirküler Kanala İlişkin Asimetri Oranları 71
- Çizelge 23. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT ve Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT ile 20 Tekrar Üzerinden Elde Edilen Lateral Semisirküler Kanal Kazanç Sonuçları 72
- Çizelge 24. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT ve Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT ile 20 Tekrar Üzerinden Elde Edilen Anterior Semisirküler Kanal Kazanç Sonuçları 74
- Çizelge 25. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT ve Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT ile 20 Tekrar Üzerinden Elde Edilen Posterior Semisirküler Kanal Kazanç Sonuçları 75
- Çizelge 26. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT ve Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT ile 20 Tekrar Üzerinden Elde Edilen Lateral Semisirküler Kanala İlişkin Asimetri Oranları 77
- Çizelge 27. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT ve Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT ile 20 Tekrar Üzerinden Elde Edilen Anterior Semisirküler Kanala İlişkin Asimetri Oranları 78
- Çizelge 28. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT ve Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT ile 20 Tekrar Üzerinden Elde Edilen Posterior Semisirküler Kanala İlişkin Asimetri Oranları 79

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.	Dış, Orta ve İç Kulak Anatomisi	6
Şekil 2.	Pinna'nın Bölümleri	7
Şekil 3.	Orta Kulak Anatomisi.....	8
Şekil 4.	Timpanik Membran'ın Otoskopik Görünüşü	9
Şekil 5.	Kemik Labirentin Anatomisi	12
Şekil 6.	Membranöz Labirentin Anatomisi.....	12
Şekil 7.	Koklea Kesiti	14
Şekil 8.	Corti Organının Anatomisi	14
Şekil 9.	Otik Vezikülün Utrikular ve Sakküler Kısımlara Bölünmesi.....	16
Şekil 10.	5,6 ve 8. Haftalarda Otik Vezikülün Utrikular Kısımından SSK'ların Gelişimi	16
Şekil 11.	Otolitik Makula.....	18
Şekil 12.	Utrikular ve Sakküler Makulayı İkiye Ayıran Striola	18
Şekil 13.	Utrikular ve Sakküler Makulanın Oryantasyonu.....	19
Şekil 14.	Semisirküler Kanalların Açısal Oryantasyonları.....	20
Şekil 15.	Vestibüler Çekirdekler ve Vestibüler Yollar	21
Şekil 16.	Semisirküler Kanalların Eksitasyonu	24
Şekil 17.	Labirentindeki Tüy Hücreleri (SC: Sterosilya)	26
Şekil 18.	Kafanın Ters Yönünde Hareket Eden Endolenfin Ampullaya Doğru Yönelimi ve Kupula Hareketi.....	26
Şekil 19.	Head Impulse Test	28

Şekil 20. Overt ve Covert Sakkadlar.....	28
Şekil 21. Sağ Posterior ve Sol Posterior Kanala Ait Normal VOR Kazanç Değerleri	29
Şekil 22. (a) vHIT ile RALP, Lateral Kanal ve LARP Testlerinin Uygulanışı. (b) vHIT Uygulaması Esnasında Sırasıyla LARP, Lateral Kanal ve LARP Testlerinde Normal Bir Bireyin Göz Hareketleri.	30
Şekil 23. Fiksasyon Noktasıyla Katılımcı Arasındaki Mesafenin Ölçümü	35
Şekil 24. Monooküler vHIT Cihazı İçin Sünger Seçenekleri	36
Şekil 25. Gözlüğün Başa Sıkıca Sabitlenmesi	36
Şekil 26. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT Cihazı.....	37
Şekil 27. Monooküler vHIT Cihazı ile Lateral Kanalların Değerlendirilmesi	38
Şekil 28. Monooküler vHIT Cihazı ile RALP Testi	39
Şekil 29. Monooküler vHIT Cihazı ile LARP Testi	39
Şekil 30. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT Cihazının Kazanç Formülü: a (Göz Hızı Eğrisi Altında Kalan Alan)/ b (Baş Hızı Eğrisi Altında Kalan Alan)	40
Şekil 31. Katılımcı ile Cihaz ve Fiksasyon Noktası Arasındaki Mesafenin Ayarlanması.....	41
Şekil 32. Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT Cihazı.....	42
Şekil 33. Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT Cihazı ile Lateral Kanalların Değerlendirilmesi	43
Şekil 34. Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT Cihazı ile RALP Testi	44
Şekil 35. Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT Cihazı ile LARP Testi	45

I. GİRİŞ

Vestibüler sistem; periferik vestibüler aparat, vizüel sistem, postüral kaslar, beyin sapı, serebellum ve korteks arasındaki bağlantıları kapsayan karmaşık bir organizasyondur. İç kulaktaki vestibüler aparat, baş hareketini ve yerçekimi kuvvetlerini algılar. Bu bilgi, vücudun hareket esnasında dengesini ve yönelimini korumayı sağlamanın haricinde, vizüel bilgilerin de doğru bir şekilde entegrasyonuna olanak sağlamak amacıyla beyindeki ilgili vestibüler merkezler tarafından işlenir (Khan and Chang, 2013:437).

Vestibüler sistem, birçok işlevinin yanı sıra baş hareketleri sırasında sabit görüşü sağlamakla da görevlidir. Vestibüler sistemin bir parçası olan Semisirküler Kanallar (SSK), birbirlerine 90 derecelik açılarla bağlı üçer çiftten oluşan ve açısal uyarılara karşı duyarlı olan sensör bir organdır (Alhabib and Saliba, 2017:1215).

Head Impulse Test (HIT), SSK'ların Vestibülo-oküler Refleks (VOR) fonksiyonunu değerlendirmek amacıyla kullanılan klinik bir yöntemdir (Halmagyi and Curthoys, 1988). VOR sayesinde baş hareketi esnasında göz, başın tersi yönüne hareket edebilir, retinadaki görüntüleri sabitleyebilir ve görüntüyü görme alanının merkezinde fikse edebilir (Alhabib and Saliba, 2017:1215).

Halmagyi ve Curthoys (1988) tarafından tanımlanan HIT testi, klinisyenin, hastanın başını aniden ve rastgele bir şekilde SSK'lar düzleminde çevirmesi sonucunda hastanın göz hareketlerinin incelenmesi prensibine dayanmaktadır. VOR fonksiyonunda sorun görülmeyen bir hastada baş hareketinin takibinde gözler, klinisyenin bakmasını istediği noktadan hareket etmeyecek ve sabit kalacaktır. Fakat VOR fonksiyonunda problem olan hastanın gözleri baş ile birlikte hareket edecek ve klinisyenin bakmasını istediği noktaya bir düzeltme yani sakkad hareketi yapacaktır (Halmagyi et al., 2017:2).

Klinik bir işaret olan sakkad, başın vestibüler açıdan etkilenen tarafa çevrilmesi neticesinde görülen belirgin bir bulgu olup testi gerçekleştiren klinisyenin bu düzeltme hareketini tespit edebilmesi prensibine dayanır (Macdougall and Curthoys, 2012:3).

Sakkadlar, baş hareketinin bitiminde overt (açık) bir şekilde görülebileceği gibi baş hareketi esnasında çok hızlı ve fark edilmesi zor küçük sakkadik hareketler yani covert (kapalı) sakkadlar şeklinde de görülebilir ve bu sakkadik hareketler klinisyenin gözünden kaçabilir (Weber et al., 2008).

Bu sübjektifliği ortadan kaldırıp objektif bir şekilde hem overt sakkadların hem de covert sakkadların daha net bir şekilde yakalanmasını sağlamak amacıyla ise VOR ölçümüne olanak sağlayan ve bir video kamera sistemi olan Video Head Impulse Test (vHIT) geliştirilmiştir (Macdougall and Curthoys, 2012:3).

vHIT cihazları, hem cihaza ve analiz yöntemine göre (Lee et al., 2018) hem de teknolojilerine göre birbirlerinden farklılık göstermektedir. Kimi vHIT cihazları, hafif bir gözlük çerçevesine, göz hareketlerinin takibi için yerleştirilmiş bir kameradan ve bir ivme ölçerden meydana gelirken kimi cihazlar da gözlük olmaksızın gözleri karşıdan görüp göz hareketlerinin kaydını alan bir kameradan meydana gelmektedir.

vHIT testinde temel değerlendirme parametresi olarak kullanılan VOR kazancı, baş hızıyla göz hızı arasındaki ilişkiyi ifade etmektedir. Literatürdeki çalışmalar farklı analiz yöntemine sahip vHIT cihazlarının farklı kazançlar gösterebileceğini (van Dooren et al., 2020) ifade etmekle birlikte, yetişkinlerde lateral ve vertikal kanalların kazanç değerleri, kazanç asimetri oranları ve tekrar sayılarına göre kazanç değerlerindeki ve asimetri oranlarındaki farklılıkların sunulduğu bir çalışma bulunmamaktadır. Bu bağlamda çalışmamızın literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Çalışmamızda, işitme kaybı ve vestibüler yakınması olmayan sağlıklı bireylerin iki farklı vHIT sistemi ile tüm kanallara ait kazanç değerlerini ve asimetri oranlarını değerlendirmek; ayrıca bu değerlerin, cihazların test kabul sayıları olan 5 tekrarlı ve 20 tekrarlı testlerde gösterdiği farklılıkları ortaya koymak amaçlanmıştır.

H₀: Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile yirmi tekrar üzerinden değerlendirilen kazanç sonuçlarıyla, Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile beş tekrar üzerinden değerlendirilen kazanç sonuçları arasında anlamlı bir fark yoktur.

H₁: Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile yirmi tekrar üzerinden değerlendirilen kazanç sonuçlarıyla, Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile beş tekrar üzerinden değerlendirilen kazanç sonuçları arasında anlamlı bir fark vardır.

H₀: Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile, beş ve yirmi tekrar üzerinden değerlendirilen kazanç sonuçları ve asimetri oranları arasında anlamlı bir fark yoktur.

H₂: Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile, beş ve yirmi tekrar üzerinden değerlendirilen kazanç sonuçları ve asimetri oranları arasında anlamlı bir fark vardır.

H₀: Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile, beş ve yirmi tekrar üzerinden değerlendirilen kazanç sonuçları ve asimetri oranları arasında anlamlı bir fark yoktur.

H₃: Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile, beş ve yirmi tekrar üzerinden değerlendirilen kazanç sonuçları ve asimetri oranları arasında anlamlı bir fark vardır.

H₀: Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile beş tekrar üzerinden değerlendirilen kazanç sonuçları ve asimetri oranlarıyla, Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile beş tekrar üzerinden değerlendirilen kazanç sonuçları ve asimetri oranları arasında anlamlı bir fark yoktur.

H₄: Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile beş tekrar üzerinden değerlendirilen kazanç sonuçları ve asimetri oranlarıyla, Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile beş tekrar üzerinden değerlendirilen kazanç sonuçları ve asimetri oranları arasında anlamlı bir fark vardır.

H_0 : Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile yirmi tekrar üzerinden değerlendirilen kazanç sonuçları ve asimetri oranlarıyla, Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile yirmi tekrar üzerinden değerlendirilen kazanç sonuçları ve asimetri oranları arasında anlamlı bir fark yoktur.

H_5 : Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile yirmi tekrar üzerinden değerlendirilen kazanç sonuçları ve asimetri oranlarıyla, Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile yirmi tekrar üzerinden değerlendirilen kazanç sonuçları ve asimetri oranları arasında anlamlı bir fark vardır.

II. GENEL BİLGİLER

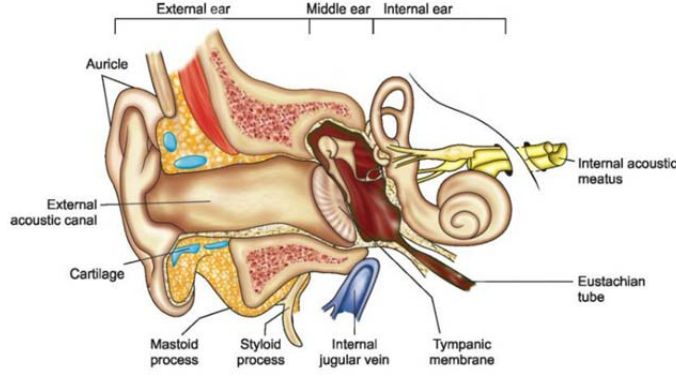
A. Kulağın Embriyolojisi

Kulak kepçesi (pinna) 1 ve 2. faringeal arklardaki hillocks'tan gelişmektedir. Bu nedenle de kulak kepçesi anomalileri, sıklıkla 1 ve 2. ark türevlerindeki anomalilerle ilişkilendirilmiştir. Dış kulak yolu 1. brankiyal yarığın ektoderminden gelişmekteyken, östaki tüpü ve orta kulak 2. brankiyal keseden gelişmektedir. Kemik zincir komponentleri ve orta kulak kasları, 1 ve 2. brankiyal arklardan kaynaklanmaktadır.

İç kulak, orta ve dış kulaktan bağımsız olarak gelişmektedir. Kokleayı, vestibülü ve SSK'ları içeren otik kapsül mezodermden gelişmektedir. Membranöz labirent, gebeliğin 22 ve 35. günleri arasında otik plaktan gelişmekte ve 25. günde erişkin formuna ulaşmaktadır (Vijendren and Valentine, 2022:6).

B. Kulağın Anatomisi

Temporal kemik işitsel-vestibüler yapıları barındırmakta ve sinir, damar, kas komponentlerinin geçişine izin veren boşluklardan ve kanallardan oluşmaktadır. Bu yapının içerisinde yer alan kulak (Mansour et al., 2013:1); dış, orta ve iç kulak olmak üzere 3 ana bölümden meydana gelmektedir. Dış kulak, kulak kepçesi ve dış kulak yolundan meydana gelirken (Sharma, 2006:47-50) orta kulak; timpanik membran, ossiküler zincir, östaki tüpü, orta kulak kaslarından ve timpanik kaviteden meydana gelmektedir. İç kulak denge için vestibüler aparatlar, işitme için ise koklea olmak üzere 2 ana bölümden meydana gelmektedir (Moller, 2000:3).



Şekil 1. Dış, Orta ve İç Kulak Anatomisi

Kaynak: (Bansal, 2012:3)

1. Dış Kulak Anatomisi

Dış kulak, kulak kepçesi ve dış kulak yolu olarak ikiye ayrılmaktadır (Sharma, 2006:48).

a. Kulak kepçesi

Kulak kepçesi, başın yanlarında bulunan, dışarıdan görülebilen kanat benzeri yapılardır. Büyük ölçüde kıkırdaktan meydana gelmekle birlikte birçok kıvrıma sahiptir (Dallos, 2012:4). Kulak kepçesi; akustik enerjiyi toplamak, bu enerjiyi dış kulak yoluna iletmek ve sesin lokalizasyonuna yardımcı olmakla görevlidir. (Vijendren and Valentine, 2022:1).

Kulak kepçesi, 5 ana bölümden meydana gelir:

- Helix
- Antihelix
- Konka
- Tragus
- Lobule

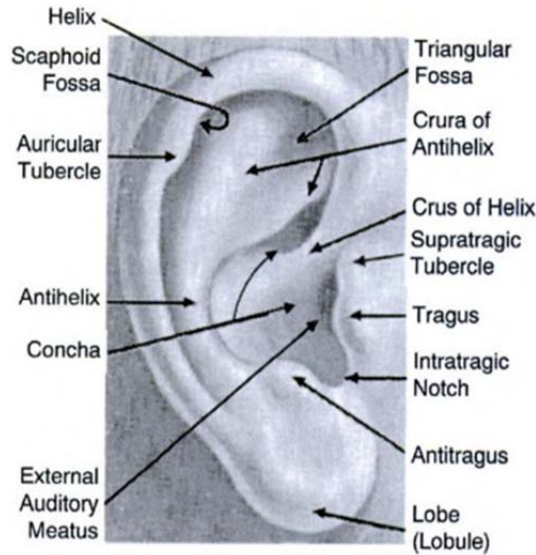
Helix: Kulak kepçesinin belirgin periferik kenarını oluşturmaktadır. Anterior ve posterior olmak üzere iki crustan meydana gelir. Bunlardan anterior crus, crus of helix olarak biterken konka'yı üst ve alt olmak üzere iki parçaya böler. Posterior crus ise aşağıya, lobulus auricularis'e doğru inerken üst tarafta bazen Darwin Tüberkülü adı verilen ufak bir çıkıntı yapar.

Antihelix: Helix'in posterior kısmının önünde ve paralelinde bulunup konka'yı kısmen çevreleyen belirgin bir çıkıntıdır. Üst kısmı, fossa triangularis adı verilen bir üçgen çöküntüyü saran iki adet crura'ya bölünür. Helix ile antihelix'in arasındaki oluk şeklindeki boşluğa ise scaphoid fossa adı verilir.

Konka: Dış kulak yoluna doğru uzanan bir çöküntü olup ön tarafında tragus bulunur. Crus of helix ile ikiye bölünür ve üst kısmında kalan kısma Cymba Konka ismi verilir. Suprameatal üçgene karşılık gelmesi sebebiyle klinik açıdan oldukça önemlidir.

Tragus: Kokleanın ön kısmında yer alan ve triangular yapıya sahip küçük bir fleptir.

Lobule: Fibrofatty dokudan oluşmakta olup deriyle kaplıdır. Konum olarak antitragus'un inferioruna denk gelir (Singh, 2018:266).



Şekil 2. Pinna'nın Bölümleri

Kaynak: (Gelfand, 2009:38)

b. Dış kulak yolu

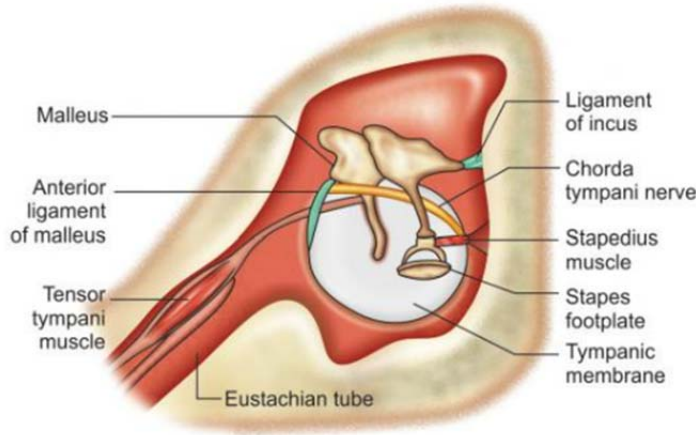
Erişkinlerde yaklaşık olarak boyu 25 mm uzunluğunda olup (Snell, 2012:562) kulak zarına kadar devam eden bir tüptür. Dış kulak yolunun 1/3 lateral kısmı kıkırdaktan meydana gelirken, 2/3 kısmı temporal kemiğin timpanik kısmından meydana gelmektedir (Allanson et al., 2018: 408). Kemik kısmı timpanik membran'ın yaklaşık 6 mm mesafesinde isthmus adı verilen bir daralma yapar (Bansal, 2012:4).

Dış kulak yolu skuamöz epiteli, kıl, yağ ve serümen bezlerini içermekle birlikte deriyle kaplıdır. Anterior'unda parotis bezi, temporal kemiğin zigomatik process'i ve temporomadibular eklem bulunmaktadır (Allanson et al., 2018: 408).

Bir ucu açık ve bir ucu kapalı bir boru veya tüpe benzeyen konfigürasyonu sayesinde yetişkinlerde 3000 ila 4000 Hz civarında bir rezonans meydana getirmektedir (Musiek and Baran, 2017:4).

2. Orta Kulak Anatomisi

Havayla dolu bir boşluk olup oval bir şekle sahip olan orta kulak (Sharma, 2006:49) kulak kanalını sonlandıran timpanik membran'dan; malleus, incus ve stapes adı verilen kemikçiklerden, iki adet küçük kas olan tensör timpani ve stapedius kasından, östaki tüpünden ve orta kulak kavitesinden meydana gelmektedir (Moller, 2000:6). Ayrıca tat liflerini ve ağrı liflerini taşıdığı da düşünülen korda timpani, orta kulaktan geçmektedir (Bansal, 2012:9).



Şekil 3. Orta Kulak Anatomisi

Kaynak: (Bansal, 2012:8)

a. Orta kulak kavitesi

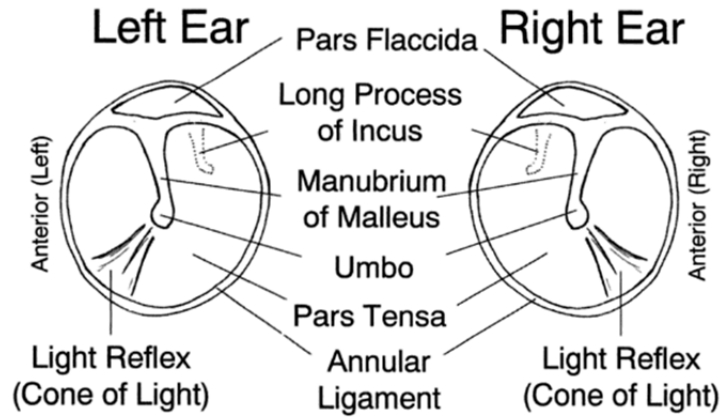
Orta kulak kaviteleri, timpanik membran ile promontoryum arasında yer alan timpanum'dan, timpanik membran'ın superior'unda kalan, malleus'un başının da yer aldığı eptimpanum'dan ve mastoid hava hücrelerinden meydana gelmektedir. Orta kulak kavitesi mukozayla kaplı olup genellikle 2 cm³ hacme sahiptir. Bu boşlukların hacmi kişiden kişiye değişmekle birlikte, mastoid hava

hücrelerinin de dahil edildiği bir hacim hesaplamasında bu değer 10 cm³'ün üzerine çıkabilmektedir (Moller, 2000:8).

b. Timpanik membran

Timpanik membran, kulak kanalını sonlandıran, oval bir yapıya sahip ince ve gergin bir zardır (Moller, 2000:6). Timpanik sulcus'a, annulus timpanicus adı verilen ve fibrokartilajinöz bağ dokusundan oluşan yapı ile sıkıca bağlıdır (Gelfand, 2009:40). Yaklaşık olarak 8 mm genişliğinde, 9-10 cm yüksekliğinde ve 0.1 mm kalınlığındadır (Mansour et al., 2015:3). Yüzey alanı yaklaşık 85 mm² olup içbükey bir yapıya sahiptir (Moller, 2000:6). Timpanik membran'ın iç bükey zirvesine umbo adı verilmektedir. (Gelfand, 2009:40) Bu iç bükey zirveye ise malleus yapışmaktadır (Gulya, 2003:44).

Timpanik membran, üst kısımda pars flaccida ve alt kısımda pars tensa adı verilen iki kısma ayrılmıştır (Mansour et al., 2015:3). Pars tensa, yaklaşık olarak 55mm² alana sahip olup üst üste binen radyal ve sirküler liflerden meydana gelmektedir. Kollajenden meydana gelen bu lifler, sesin titreşimi için gerekli olan hafif ve sert membran yapısının oluşumuna olanak sağlamaktadır. Timpanik membran'ın üst kısmında yer alan pars flaccida ise pars tensa'nın aksine daha kalın bir yapıda olup lifli yapısı pars tensa kadar düzenli değildir (Moller, 2000:6-8).



Şekil 4. Timpanik Membran'ın Otoskopik Görünüşü

Kaynak: (Gelfand, 2009:41)

c. Malleus

Kemikçiklerin en lateralinde yer alan malleus; caput, manubrium, boyun, anterior ve lateral process'ten meydana gelmektedir (Gulya, 2003:45). Kemikçiklerin en büyüğü olup 8 mm uzunluğundadır (Bansal, 2012:8).

Caput ve boyun bölümü attik bölgede yer almaktadır (Bansal, 2012:8). Caput, yuvarlak bir yapıda olup incus ile posterior'a doğru eklemlenir (Snell, 2012:566). Boyun bölümü ise manubrium ve caput arasındaki daralmayı ifade etmektedir (Gelfand, 2009:42). Manubrium, timpanik membran'ın fibröz tabakasına gömülüdür. Lateral process, timpanik membran'ın dış yüzeyinde bir çıkıntı yapmakta olup anterior ve posterior malleolar kıvrımlara bağlantıyı sağlamaktadır (Bansal, 2012:8). Malleus'un anterior process'i ise timpanik kavitenin anterior duvarına bir ligament ile bağlanan kemik spikülüdür (Snell, 2012:566).

d. Incus

Incus; corpus, crus brevis, crus longum ve lenticular process'ten meydana gelmektedir. Incus'un corpus'u, epitimpanum'daki malleus'un başı ile eklem yapmaktadır. Incus brevis ise posterior incudal ligament ile incudal fossa'ya bağlanmaktadır. Crus longum ise inferior'a doğru uzanır ve crus longum'un sonundaki lenticular process, stapes ile eklem yapar (Gulya, 2003:45).

e. Stapes

Vücuttaki en küçük kemik olan stapes, 3.5 mm boyundadır. Baş, boyun, taban, anterior ve posterior crura'dan meydana gelmektedir. Stapes'in tabanı, oval pencereye annular ligament ile tutunmaktadır (Bansal, 2012:8-9). Stapes'in baş bölgesine stapedius kası asılmaktadır (Moller, 2000:8).

f. Östaki tüpü

Orta kulak sisteminin havalandırmasını ve drenajını sağlayan östaki tüpü, timpanik membran'ın her iki tarafındaki hava basıncının aynı olmasını mümkün kılmaktadır. Anterior orta kulak duvarından, inferior nazal konka'nın posterior'undaki nazofarenksin posterior duvarına kadar uzanmaktadır. Bebeklerde ve küçük çocuklarda neredeyse yatay durumda olan östaki tüpü, erişkinliğe doğru yaklaşık 45 derecelik bir açı alır ve 3.5 ila 3.9 cm arasında bir

uzunlukta seyredir. Kıkırdak ve kemik noktalarının kesişim noktalarına isthmus adı verilir (Moller, 2000:8).

Östaki tüpünün 1/3 kısmı kemikten, geri kalan 2/3 kısmı kıkırdaktan oluşmaktadır. İstirahat halinde östaki tüpü kapalı olup, açılması işlevi trigeminal sinir tarafından innerve edilen tensor veli palatini kası tarafından gerçekleştirilir (Gulya, 2003:48).

g. Stapedius kası

Stapedius kası, vücudun en küçük çizgili kası olup, stapes'in baş bölgesine tutunmaktadır (Moller, 2000:8). Ortalama uzunluğu 6.3 mm'dir. Timpanik kavite'nin posterior duvarındaki eminentia piramidalis'in içinde bulunur ve facial sinir tarafından innerve edilir. Stapedius kasının kasılmasıyla iç kulağa verilen enerji miktarı azalmaktadır (Gelfand, 2009:43-44).

h. Tensör timpani kası

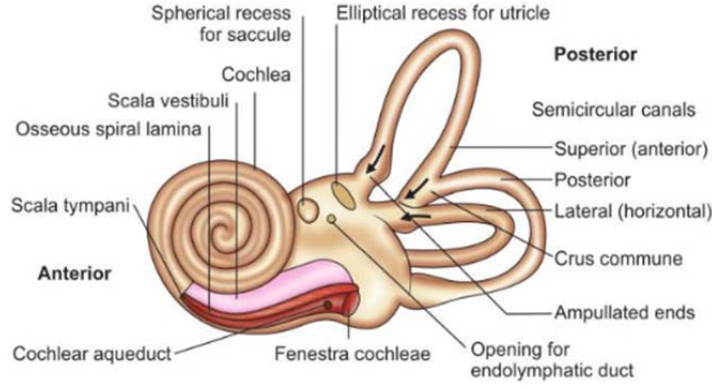
Östaki tüpünün kartilaginöz kısmından ve sphenoid'ten kaynaklanan tensör timpani kası, 25 mm uzunluğa sahip olup yaklaşık olarak 6 mm² kesit alanına sahiptir. Kasın kendisi kemik bir kanalda bulunmaktadır ve sadece tendon orta kulakta yer almaktadır. Tendon, bu kanaldan çıkıp trochleariform process isimindeki kemik bir çıkıntıyı geçip manubrium mallei'nin üstüne yerleşir. Kasın kasılmasıyla malleus'u anteromedial'e çeker ve timpanik membran'ı gerginleştirir. Tensör timpani kası, otik ganglion aracılığıyla 5. trigeminal sinir tarafından innerve edilir (Seikel et al., 2019:527).

i. Korda timpani kası

Fasiyal sinirin bir dalı olan korda timpani, mukozal ve fibröz tabakalar arasında, timpanik membran'ın medial'i boyunca ilerler ve manubrium mallei'nin medial'inden geçer. Petrotimpanik fissür yoluyla da timpanik kaviteyi terk eder (Vijendren and Valentine, 2022:2).

3. İç Kulak Anatomisi

İç kulak, işitsel ve vestibüler sistem yapılarını içermektedir. Vestibüler sistem; utrikul, sakkül ve 3 adet SSK'dan meydana gelirken, işitsel sistem salyangoz benzeri bir yapıda olan koklea'dan meydana gelmektedir (Bhatnagar and Korabic, 2014:2).

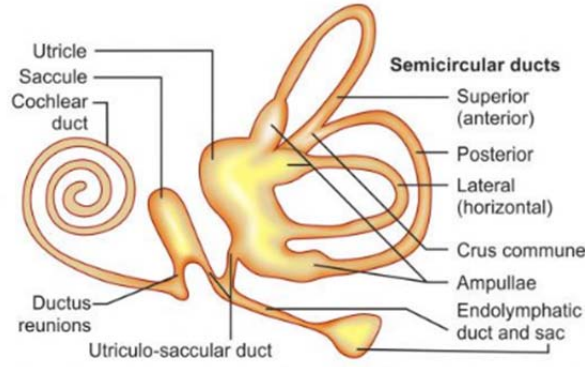


Şekil 5. Kemik Labirentin Anatomisi

Kaynak: (Bansal, 2012:14)

İç kulakta kemik ve membranöz olmak üzere 2 adet labirent bulunmaktadır (Bhatnagar and Korabic, 2014:3). Membranöz labirent, kemik labirentin içinde bulunmaktadır. Kemik labirent iç kulağın sensör organlarını ve yumuşak dokularını içermekle birlikte (Gulya, 2003:49) koklea'dan, 3 adet SSK'dan ve vestibül'den oluşmaktadır.

Membranöz labirent ise kemik labirentle genel olarak aynı şekle sahip olup vestibül, koklea ve semisirküler duct şeklinde 3 kısma bölünmüştür. (Wylie, 2005:49).



Şekil 6. Membranöz Labirentin Anatomisi

Kaynak: (Bansal, 2012:15)

Kemik ve membranöz labirent arasında bir boşluk bulunmakta olup bu boşluk perilenf sıvısıyla doludur. Bu sıvı, sodyumdan zengin ve potasyumdan zayıf olup hücre dışı sıvılarla benzerlik göstermektedir. Membranöz labirentin içerisinde ise potasyumdan zengin ve sodyumdan zayıf endolenf sıvısı

bulunmaktadır. Yapı olarak ise hücre içi sıvılara benzemektedir (Vijendren and Valentine, 2022:4).

a. Koklea

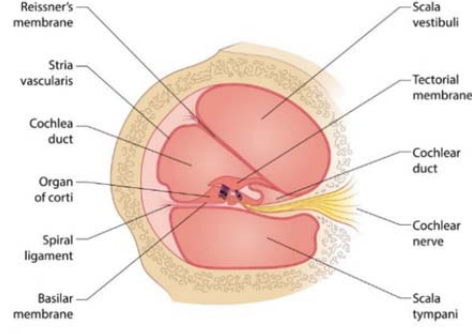
Kemik koklea, temporal kemiğin petröz kısmına gömülü olan ve salyangoz kabuğuna benzeyen, tamamen kapalı bir yapıdır. Membranlarla kaplı iki adet açıklığı bulunmaktadır. Bunlar, orta kulak boşluğu ile komşuluk sağlayan oval pencere ve yuvarlak penceredir. Yaklaşık olarak 2 ½ dönüşe sahip olup bazal dönüşü, apikal dönüşten daha büyüktür (Musiek and Baran, 2017:5).

Modiolus adı verilen merkez aksın etrafında dönen koklea, yaklaşık 35 mm uzunluğa (Bhatnagar and Korabic, 2014:4) ve 0.5 cm yüksekliğe sahiptir (Moller, 2000:10). Modiolus'un etrafında, bazaldan apekse kadar giden ve raf benzeri bir yapıya sahip olan osseous spiral lemina uzanmaktadır.

Membranöz koklea, kemik koklea'nın şeklini takip eden elastik bir yapıdadır. 3 adet kanalı bulunmaktadır. Bunlar superior'dan inferior'a doğru sırasıyla;

- Scala Vestibuli
- Scala Media
- Scala Tympani'dir.

Bu 3 kanal birbirlerinden 2 membranöz yapıyla ayrılmaktadır. Bunlardan ilki olan baziler membran, scala timpani ile scala media'yı birbirinden ayırmaktadır. Reissner membran ise scala media ile scala vestibuli'yi birbirinden ayırmaktadır. Scala timpani ve scala vestibuli, koklea'nın apexinde birleşir ve bu birleşim noktasına "helicotrema" adı verilir. Scala timpani ve scala vestibuli perilemf ile doluyken; scala media endolenf ile doludur (Musiek and Baran, 2017:6).

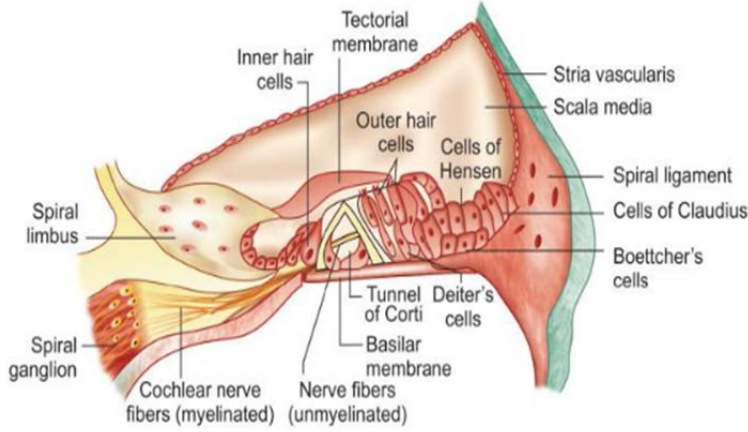


Şekil 7. Koklea Kesiti

Kaynak: (Vijendren and Valentine, 2022:4).

b. Corti organı

İşitmenin end organı olan corti, baziler membran'ın üzerinde yer almaktadır. Çeşitli sensör hücreler, destek hücreler ve membranlar'dan meydana gelmektedir. Koklear ductus boyunca uzanmaktadır ve üst kısmında, dış tüy hücrelerinin silyalarıyla temas halinde olan tektoriyal membran bulunmaktadır. İç tüy hücreleri, tektoriyal membran ile temas halinde değildir. Sterosilyaların tabanında ve silyaların etrafında bir bağlantı oluşturan reticular lemina bulunmaktadır (Musiek and Baran, 2017:8).



Şekil 8. Corti Organının Anatomisi

Kaynak: (Bansal, 2012:17)

c. Semisirküler Kanallar

Lateral (horizontal), posterior ve anterior (superior) olmak üzere 3 adet semisirküler kanal bulunmaktadır. Bu kanalların her biri yaklaşık olarak bir

dairenin 2/3'ü kadar olup 0.8 mm çapındadır. Her bir kanalın ampulla ile biten ve ampullasız biten 2 ucu bulunmaktadır (Bansal, 2012:14).

d. Vestibulum

İç kulağın anterior ve posterior'u arasındaki bağlantıyı sağlamanın haricinde, oval pencere vasıtasıyla orta ve iç kulağın da bağlantısını sağlamaktadır. Utrikul ve sakkül'ü barındırır (Hızal, 2017:59-60).

e. Utrikul

Dikdörtgenimsi bir şekle sahip olan utrikul, anterior'a doğru yaklaşık 30 derecelik bir eğime sahiptir. Makula adı verilen sensör epiteli bulunmaktadır (Bansal, 2012:15).

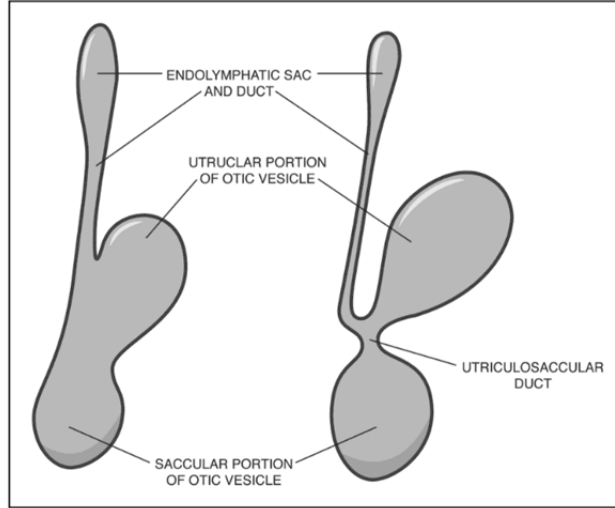
f. Sakkül

Utrikul'un anterior'unda yer alır ve utrikul'a nazaran daha küçüktür. Utrikul gibi makula adı verilen sensör epiteli bulunmaktadır (Bansal, 2012:15).

C. Vestibüler Sistemin Embriyolojisi

Vestibüler aparatların gelişimi, gebeliğin 3. haftası itibariyle başlayıp 25. haftasında sonlanır. Gebeliğin 3. haftasında yüzey ektodermi, mezenkime doğru uzanıp otik çukur oluşturan otik placode'tan itibaren kalınlaşır. 4. hafta itibariyle otik çukur, otik vezikül halini alır. Nöral krest'in bir bölümü otik veziküle doğru uzanır ve akustikofasiyal ganglion'dan kaynaklanır. Ganglion ise geniculate, superior vestibular, inferior vestibular ve koklear olmak üzere 4 bölüme ayrılır.

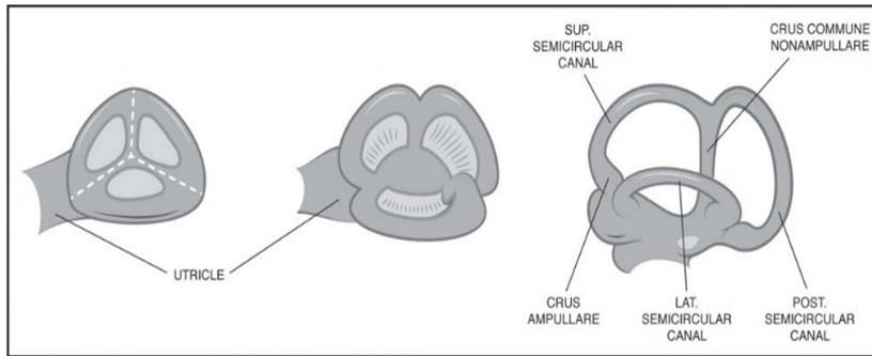
Otik vezikül oluşumunu takiben 1 ya da 2 gün içinde otik vezikül uzar. Uzayan otik vezikül, medialde endolenfatik diverticulum, lateralde ise utrikulosakküler oda şeklinde farklılaşır. Endolenfatik diverticulum; endolenfatik sac ve duct'ın oluşumunu sağlar. Utrikulosakküler oda ise, orta kısmının daralmasıyla birlikte sonrasında SSK ve utrikul haline gelecek olan bir utrikular kısımla, sakkül ve koklea haline gelecek olan sakküler bir kısma ayrılır.



Şekil 9. Otik Vezikülün Utrikular ve Sakküler Kısımlara Bölünmesi

Kaynak: (Vincent et al., 2019:4)

Yaklaşık 6 hafta civarında SSK'lar, utrikular kısmın düzleşmiş cebi görünümünü alır. Bu ceplerin orta kısımlarının birbirlerine yaklaşıp yok olmasıyla, üç adet SSK erişkin şeklini almaya başlar. İlk olarak superior SSK meydana gelirken akabinde posterior ve lateral SSK'lar oluşur. Kanalların her birinin bir ucunda genişlemeler meydana gelir ve ampullalar belirginleşmeye başlar. Diğer uçlarda ise ilerleyen süreçlerde herhangi bir genişleme meydana gelmez. Utrikulosakküler odanın sakküler kısmı, koklea ve sakkülü oluşturur. Akabinde sakkül ile membranöz koklea arasındaki bağ, ductus reuniens'i oluşturacak şekilde daralır.



Şekil 10.5,6 ve 8. Haftalarda Otik Vezikülün Utrikular Kısımından SSK'ların Gelişimi

Kaynak: (Vincent et al., 2019:5)

3.hafta dolaylarında ektodermden vestibüler sensör nöroepitelyum gelişir. Bu yapının üst kısmından superior ve lateral SSK'ların utrikular makula ve krista ampullarisi; alt kısmından ise posterior SSK'ın sakküler makula ve krista ampullarisi gelişir.

Vestibüler end organlardaki tüy hücreleri 9 haftadan itibaren, makula 16. haftadan itibaren, kristalar ise 23. haftadan itibaren erişkin hallerine ulaşır. Membranöz labirenti saran mezoderm, kemik otik kapsülü meydana getirir. Membranöz labirent ise gevşek bir bağ dokusu ile kemik labirentin içindeki perilenfte asılı kalır (Vincent et al., 2019:3-5).

D. Vestibüler Sistemin Anatomisi

Vestibüler sistem, periferik ve santral vestibüler sistem olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Periferik vestibüler sistem, vestibüler aparatları içermektedir (Bansal, 2012:25).

Temporal kemiğin petröz parçası içinde kemik labirent yer almaktadır. Membranöz labirent ise, perilenf ile dolu olan kemik labirentin içerisinde bulunmaktadır. Endolenfle dolu olan membranöz labirent içerisinde vestibüler aparatlar yerleşmiştir. Vestibüler aparatlar üç adet SSK'dan (Vincent et al., 2019:6) ve vestibulum'de yerleşim gösteren (Hızal, 2017:59-60) iki adet otolit organ olan utrikul ve sakkül'den meydana gelmektedir (Vincent et al., 2019:6).

Santral vestibüler sistem ise vücut dengesinin sağlanabilmesi için vestibüler uyarıların diğer sistemlerle entegrasyonunu sağlayan vestibüler çekirdekleri ve yollarını içermektedir (Bansal, 2012:25).

1. Vestibulum

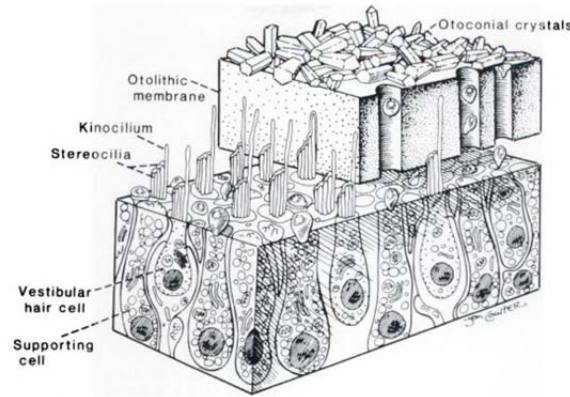
Vestibulum, 4 mm çapında olup kemik labirentin merkezinde yer alan bir kavitedir. Medial duvarında utrikul, sakkül ve koklear duct için çeşitli girintiler bulunmaktadır. Bu girintiler sırasıyla spherical recess, elliptical recess ve cochlear recess olarak adlandırılmaktadır. (Gulya, 2003:50).

Vestibulum, oval bir şekle sahip olup koklea ve SSK'ların arasında yer almaktadır (Solntseva, 2007:174). Konum itibariyle koklea'yı ve SSK'ları birbirlerine bağlamaktadır. Vestibulumun içinde membranöz labirent ile

kaplanmış iki bölge bulunmaktadır. Bunlardan ilki, SSK'lara daha yakın bir yerleşime sahip olan utrikul'dür. İkincisi ise koklea'ya daha yakın bir yerleşime sahip olan sakkül'dür (Treuting et al., 2017:479).

a. Utrikul ve Sakkül

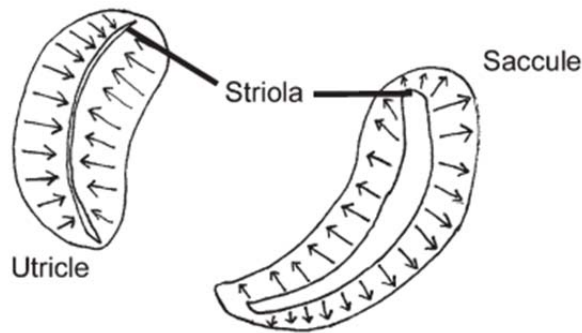
Vestibulumun içerisinde yer alan utrikul ve sakkül'ün (Hızal, 2017:59-60) her birinde makula adı verilen yapılar bulunmaktadır. Makulalarda tüylü hücreler ve kalsiyum karbonat kristalleri olan otokonyalar yer almakta olup, makulaların tüylü hücreleri VIII. kranial sinirin vestibüler kolu tarafından innerve edilmektedir (Treuting et al., 2017:480).



Şekil 11. Otolitik Makula

Kaynak: (Furman and Cass, 2003:7)

Makulalarda yer alan tüy hücrelerinin silyaları yukarıya doğru uzanmaktadır. Silyalar, kupulaya benzeyen ancak utrikular duvarla herhangi bir bağlantısı olmayan, yapı gereği jelatinöz bir membran olan otolitik membranın içerisine gömülü haldedir (Vincent et al., 2019:10-11).



Şekil 12. Utrikular ve Sakküler Makulayı İkiye Ayıran Striola

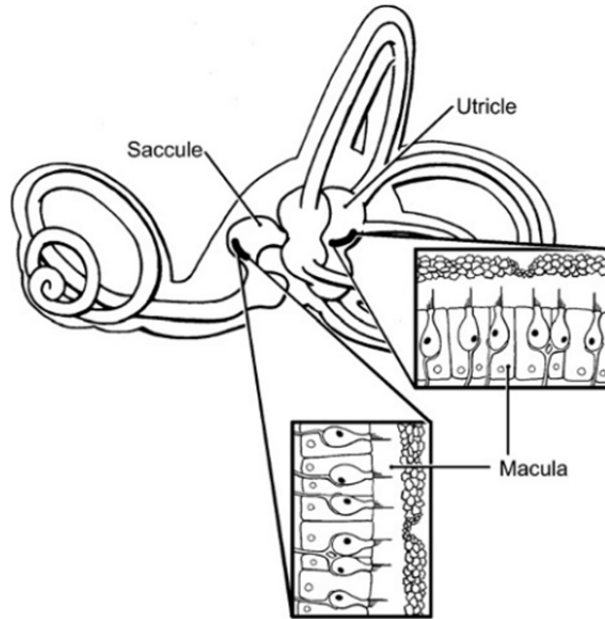
Kaynak: (Khan and Chang, 2013:440)

Utrikul, oval şekle sahip vestibüler bir end organdır. Utrikul, utrikular kanal ve endolenfatik sinüs yoluyla endolenfatik kanal ile bağlantılı haldedir (Vincent et al., 2019:7). Utrikul'un makulası, inferolateral yüzeyinde bulunmaktadır ve vestibüler sinirin üst kısmı olan utrikular sinirin sensör uzantılarını içermektedir (Nomura, 2013:2).

Utrikular makula, striola adı verilen kavisli bir çiziyile ortadan ikiye ayrılmaktadır (Bansal, 2012:26). Makulası neredeyse horizontal bir yerleşime sahip olup marjinal liflerle çevrilidir. Oval pencereden bakıldığında, vestibulde beyaz bir plak şeklinde seçilebilmektedir (Nomura, 2013:2).

Düzleştirilmiş bir keseye benzeyen sakkül, ductus reuniens yoluyla endolenfatik kanalla bağlantılı haldedir (Vincent et al., 2019:7). Sakkül'ün de utrikul gibi makulası bulunmakla birlikte utrikular makulanın aksine vertikal bir yerleşim göstermektedir. Konum olarak ise spherical recess'te yerleşmiş haldedir (Nomura, 2013:7).

Sakküler makula, striola ile ikiye ayrılmakta (Bansal, 2012:26) ve esas olarak vestibüler sinirin alt bölümünden, kısmen de vestibüler sinirin üst bölümünden çıkan sakküler sinir tarafından innerve edilmektedir (Nomura, 2013:7-10).

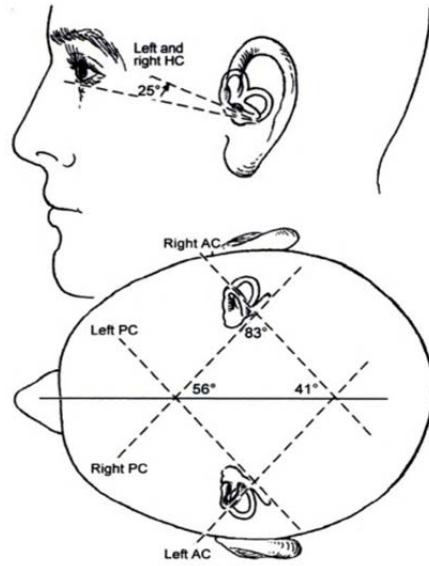


Şekil 13. Utrikular ve Sakküler Makulanın Oryantasyonu

Kaynak: (Fife, 2009:10)

2. Semisirküler Kanallar

Semisirküler kanallar, superior (anterior), horizontal (lateral) ve posterior SSK'lar olmak üzere 3 adet yarım daire kanalından meydana gelmektedir. Bu kanalların her biri birbirleriyle yaklaşık 90 derecelik bir açı yapmaktadır. Superior ve posterior SSK'lar sagittal düzleme göre yaklaşık 45 derecelik bir açıya sahipken, lateral semisirküler kanallar horizontal düzleme göre yaklaşık 22 derece yukarı doğru bir açıya sahiptir. Her kemik ve perilenf dolu SSK'ın bir semisirküler duct yapısı bulunur. Her bir semisirküler duct, kanalın en dış kenarı boyunca ilerler ve burada endosteuma mezeterik bir bağlantı sağlar (Vincent et al., 2019:6).



Şekil 14. Semisirküler Kanalların Açısal Oryantasyonları

Kaynak: (Furman and Cass, 2003:5)

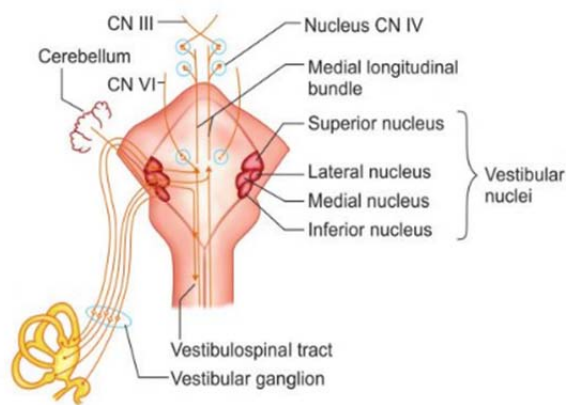
SSK'ların sensör organlarının bulunduğu ampulla adı verilen uçları bulunmaktadır (Vincent et al., 2019:6). Kanalların ampulla olan uçları yaklaşık 2 mm çapındayken ampullasız uçları 1 mm çapındadır (Gulya, 2003:49-50). SSK'ların ampulla ve ampullasız her bir ucu utrikul ile bağlantılı haldedir. Ampulla, kanalların sonunda şişkin bir görüntüye sahiptir. Superior ve posterior kanalların ampullasız uçları birleşerek common crus adı verilen bir segment meydana getirmektedir (Vincent et al., 2019:6).

3. Vestibüler Sinirler

Dengenin korunmasında rol oynayan impulse'ların taşınmasında görevli olan vestibüler sinirin (Waldman, 2009:22), superior ve inferior olmak üzere 2 dalı bulunmaktadır (Bansal, 2012:21). Hücre gövdeleri, internal akustik kanaldaki Scarpa Ganglionunu oluşturan, primer vestibüler bipolar nöronlardan meydana gelmektedir. Bipolar nöronların her biri, vestibüler sinirin gövdesinin, superior ve inferior kısımlarıyla ilişkilidir. Vestibüler sinirin superior'u; lateral ve superior SSK'ların kristalarını, sakküler makulanın anterosuperior'unu ve utrikular makulanın bir bölümünü innerve etmektedir. Inferior vestibüler sinir ise posterior SSK'ın kristasını ve sakküler makulanın büyük bir bölümünü innerve etmektedir.

Vestibüler ganglionun medialinde, vestibüler sinirin superior ve inferior dalı birleşerek beyinsapına gider. Afferent liflerin büyük bir bölümü, vestibüler sinirin ikinci derece nöronlarının hücre gövdelerini içeren ve 4. ventrikülün tabanında yer alan vestibüler çekirdeklere doğru ilerler. Bazı vestibüler çekirdekler, yalnızca primer vestibüler afferentleri almakla birlikte çekirdeklerin büyük bir çoğunluğu; serebellum, retiküler formasyon, spinal cord ve contralateral vestibüler çekirdeklerden afferentler almaktadır (Waldman, 2009:22-23).

4. Vestibüler Çekirdekler



Şekil 15. Vestibüler Çekirdekler ve Vestibüler Yollar

Kaynak :(Bansal, 2012:21)

Primer vestibüler afferentler bilgiyi serebellum'a ve vestibüler nükleer komplekse taşır. Düzenli ve düzensiz olmak üzere 2 tür afferent vardır. Düzensiz afferentler diğer afferentlere nazaran hızlanmaya karşı daha duyarlı olup vestibulospinal sistemi daha fazla aktive ederler. Vestibüler nükleer kompleks, vestibüler girdinin primer olarak işlendiği nokta olup, gelen afferent bilgilerle motor output karakteristiğine sahip nöronlar arasındaki bağlantıları sağlar.

Vestibüler nükleer komplekste; sensör vestibüler girdilerle, proprioseptif, vizüel, taktil ve işitsel bilgilerin işlenmesi eş zamanlı olarak gerçekleşmektedir. Vestibüler nükleer kompleks ile serebellum, okülomotor çekirdekler ve beyinsapı retiküler aktivasyon sistemleri arasında kurulmuş olan bağlantılar; VOR ve Vestibülo-spinal Refleks (VSR) efektör organlarına, ekstraoküler ve iskelet kas sistemine uygun efferentlerin iletilmesinde önemli bir rol oynar.

Vestibüler nükleer kompleks; superior, medial, lateral ve inferior olmak üzere 4 büyük ve en az 7 küçük çekirdekten meydana gelmektedir. Aslen pons içinde yer almakta olup kaudal olarak medullaya doğru da uzanmaktadır. Superior ve medial vestibüler çekirdekler, VOR için ana kavşak noktası olan çekirdeklerdir. Lateral vestibüler çekirdek, VSR için ana çekirdektir. Medial vestibüler çekirdek ayrıca VSR'de de rol oynayan bir çekirdek olup meydana gelen baş ve göz hareketlerinin koordinasyonunda görev almaktadır. İnfior vestibüler çekirdek ise tüm çekirdeklerle ve serebellum ile bağlantı kurmaktadır.

Vestibüler çekirdekler; okülomotor çekirdeklere, spinal kord'a, serebellum'a ve vestibüler kortekse (Brodman'ın 40, 21 ve 22. bölgelerine) bağlantıların sağlanmasında görev almaktadır (Hain, 2007:203-204).

5. Serebellum

Vestibüler çekirdeklerin nöral hücre gövdelerinin aksonlarıyla bazı vestibüler ganglionlar, kaudal serebellar peduncul yoluyla serebelluma ulaşır floccunodular lob'ta ve hemisferdeki flocculus'un korteksinde sonlanır. Aksonlar, serebellar medulladaki fastigial çekirdekte sinaps yapan collaterale sahiptir. Bu yollar aracılığıyla göz, boyun, gövde, uzuvların konumu ve hareketine ilişkin koordinasyon sağlanabilmektedir (DeLahunta and Glass, 2009:324).

Özellikle vestibüler aparatlarla doğrudan ilişkili olan ve vestibuloserebellum olarak da adlandırılan flocculonodular lob, agonist ve

antagonist kasların kasılmasında ve dengenin kontrol edilmesinde görev almaktadır. Vestibuloserebellum'da meydana gelen bir kayıp, dengeyle birlikte postural hareketleri de etkileyip, bu mekanizmaların bozulmasına neden olmaktadır (Hall J.E and Hall M.E, 2020:725).

E. Vestibüler Refleksler

Hareket, vestibüler sistem için kompleks bir stimülasyon paterni meydana getirir. Baş ve vücut hareketlerine ilişki bilgileri, santral sinir sistemi aracılığıyla okülomotor çekirdekler ve spinal kord gibi motor merkezlere iletilir. Bu sistemlerin output bilgileri, bireylerin çeşitli vestibüler refleks sistemleri aracılığıyla retinada sabit bir görüntü elde edebilmesine ve periferik çevreye karşı postüral tepkiler geliştirebilmesine olanak sağlar (Zaleski-King et al., 2019:10).

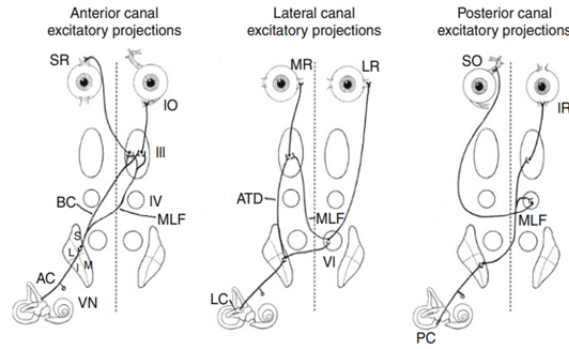
1. Vestibülo-oküler Refleks (VOR)

VOR, gözlerin hedefe fikse olabilmesi için baş hareketine eşit ve zıt yönlü konjuge göz hareketlerinin oluşmasında görev almaktadır. VOR, rotasyon ve translasyon da dahil olmak üzere her türlü baş hareketinde devreye girmektedir (Furman and Cass, 2003:9).

SSK ve otolit organ kaynaklı iki adet VOR refleksi bulunmaktadır (Fife, 2009:13).

Bunlardan ilki olan kanal oküler refleksin çalışma mekanizması SSK'ların uyarılması prensibine dayanmaktadır (Fife, 2009:13-14). Lateral SSK'ın eksitasyonu ile kontralateral abducens çekirdeği, dolayısıyla kontralateral rectus uyarılmaktadır. Aynı zamanda çaprazlaşan Medial Longitudinal Fasciculus (MLF) aracılığıyla okülomotor çekirdeğin ipsilateral rectus'u, subnucleus'u ve dolayısıyla ipsilateral medial rectus'u da uyarılır. Vertikal kanallar için de benzer uyarımlar söz konusudur. Başın öne eğilmesi neticesinde gözlerin yukarıya doğru devrilmesine neden olan anterior SSK eksitasyonu, kontralateral okülomotor çekirdeğin superior rektusuyla beraber inferior oblik'e bilgi sağlar. Akabinde ipsilateral superior rectus kasıyla kontralateral inferior oblik kasılır. Posterior SSK'ın eksitasyonu ise kontralateral rectus subnucleus'una ve kontralateral trochlear çekirdeğine bilgi sağlar. Bu da ipsilateral superior oblik kasının ve kontralateral inferior rektus kasının kasılmasına neden olur. Böylece başın geriye

doğru hareketi neticesinde öne ve aşağı doğru göz devinim hareketi sağlanmış olur (Furman and Cass, 2003:9).



Şekil 16. Semisirküler Kanalların Eksitasyonu

Kaynak: (Fife, 2009:14)

Otolit organ kaynaklı olan Otolit-Oküler Refleks (OOR)'in, bakış stabilizasyonunu sağladığı ve görsel hedefler üzerinde binoküler fiksasyonu sürdürmek amacıyla, translasyonel baş hareketlerini telafi ettiği düşünülmektedir (Clement and Wood, 2016:65).

Skew deviation, OOR'in oluşumunda görev alan yapı veya yollarda meydana gelen tonik aktivite bozukluğundan kaynaklanmaktadır. Gözler, vertikal olarak yanlış hizalanır ve hastalar çoğunlukla vertikal diplopiden şikayetçidir.

Oküler Tilt Reaksiyonu (OTR), Otolit-oküler yolların herhangi bir yerindeki lezyona bağlı olarak ortaya çıkabilir. Sıklıkla labirent, vestibüler sinir, vestibüler çekirdekler, pons, MLF ve Cajal's intertisyen çekirdekteki lezyonlar, OTR'nin oluşumuna neden olmaktadır.

OTR'nin üç adet bileşeni bulunmaktadır: Başın lezyonlu tarafa eğilmesi, lezyon olan tarafa doğru skew deviation ve Ocular Counter-Roll (OCR) (Hullar and Minor, 2003:91).

Statik ve dinamik olmak üzere iki bileşeni bulunan OCR, lateral tilt hareketi sonucunda başın tersi yönde meydana gelen torsiyonel göz hareketlerini ifade etmektedir (Collewijn et al., 1985). OCR'nin statik bileşeni, başın tilt hareketi sonucunda statik bir pozisyonda kalması durumunda devreye girer (Leigh and Zee, 2015:58) utrikul ve utrikolo-oküler yollardan kaynaklanmaktadır (Chandrakumar et al., 2011). OCR'nin dinamik bileşeni ise başın tilt hareketi

esnasında vertikal SSK'ların uyarılması sonucunda devreye girmektedir (Leigh and Zee, 2015:58).

2. Vestibülo-spinal Refleks (VSR) ve Vestibülo-kolik Refleks (VKR)

Vestibüler labirentten gelen bilgiler, baş ve uzuvların pozisyonlarıyla gövdenin stabilizasyonu için sinir sistemine iner. Medial Vestibülospinal Tract (MVST), Lateral Vestibülospinal Tract (LVST) ve Retikülospinal Tract (RST), vestibüler çekirdeklerden gelen bilgilerin spinal korda ve beyin sapına iletilmesinde görev alır. Aynı zamanda boyun da baş pozisyonu hakkında santral sinir sistemine uyarım gönderir. Bu sayede vestibüler sinyallerle entegrasyon sağlanır ve baş ile gövdenin pozisyonuyla ilgili bilgi alınmış olur.

VKR baş-boyun stabilizasyonunun sağlanmasına aracılık etmektedir. Vestibüler sinyallerin boyun kaslarına iletilmesinde görev alır ve bu sayede de başın stabilizasyonu sağlar (Furman and Cass, 2003:10-11).

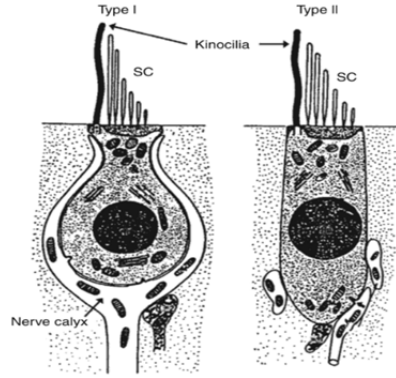
F. Vestibüler Sistemin Fizyolojisi

Vestibüler sistem, hareketlerin algılanıp kontrol edilmesinden sorumludur. Vestibüler sinyaller, denge kontrolünü sağlayan ve baş hareketlerinin etkilerini telafi eden motor süreçlerin kontrolü için, vizüel ve proprioseptif reseptörlerden gelen bilgilerle birleştirilir. Bu stabilize edici refleksler, vestibüler reseptörlerden bilgi alan iskelet sistemi ve vizüel sistem aracılığıyla düzenlenir (Minor, 1998).

SSK'lar, başın açısal hareketlerine karşı duyarlı sensör bir organ olup (Alhabib and Saliba, 2017:1215) kendi aralarında belirli bir simetriye sahiptir. Bir taraftaki lateral SSK, karşı tarafın lateral SSK'ı ile bir çift oluştururken; sol anterior kanal, sağ posterior kanal ile sol posterior kanal ise sağ anterior kanal ile birer fonksiyonel çift oluşturmaktadır.

SSK'lardaki endolenf hareketi, ilgili kanalın düzleminde baş hareketinin neden olduğu bir kupula hareketine neden olur ve ampullalardaki tüy hücrelerinin eksitasyonuna veya inhibisyonuna yol açar (Minor, 1998). Tüy hücreleri, SSK'ların ve otolit organların sensör epitelinde yer almaktadır. Her bir tüy hücresi, 50 ila 100 sterosilyadan oluşan bir demeti içermektedir. Her demetin 1 adet kinosilyum denilen uzun bir silya yapısı bulunmaktadır. Kinosilyumların

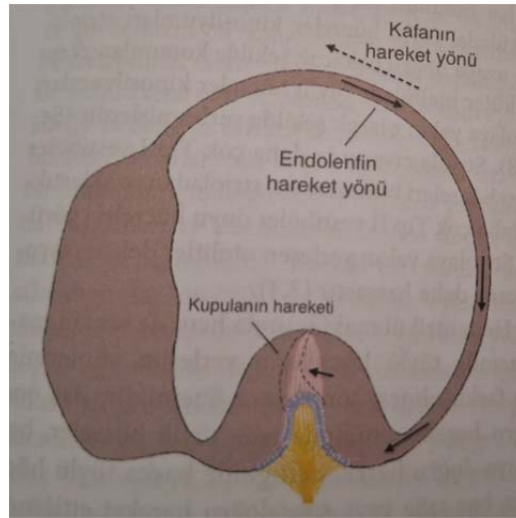
sterosilyalara göre pozisyonları, her bir tüy hücresinin kendine özgü bir polariteye sahip olmasını sağlamaktadır (Hullar and Minor, 2003:86-88).



Şekil 17. Labirentindeki Tüy Hücreleri (SC: Sterosilya)

Kaynak: (Fife, 2009:7)

Lateral SSK'larda her bir tüy hücresinin kinosilyumu, silya demetinin utrikul'a bakan tarafında yer alırken; vertikal kanalların kinosilyumu, silya demetinin utrikul'a bakan tarafının tersi yönünde yer almaktadır (Hullar and Minor, 2003:86). Bu yerleşimden dolayı lateral SSK düzleminde endolenfin ampullaya doğru hareketi eksitasyona yol açarken; vertikal kanal düzleminde endolenfin ampullaya doğru hareketi inhibisyona yol açmaktadır (Minor, 1998).



Şekil 18. Kafanın Tersine Hareket Eden Endolenfin Ampullaya Doğru Yönelimi ve Kupula Hareketi

Kaynak: (Hızal, 2017:63)

Ewald, SSK'lardaki endolenf akımını ve eksitasyon ile inhibisyon ilişkisini şu şekilde açıklamıştır:

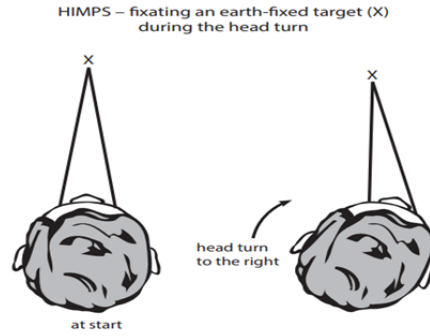
- Bir semisirküler kanalın uyarılması sonucunda meydana gelen göz hareketi, ilgili kanalın düzleminde ve endolenf akımının yönündedir.
- Lateral semisirküler kanallarda ampullaya doğru olan endolenf hareketi, ampullanın tersine doğru olan endolenf akımına nazaran daha büyük bir yanıt oluşturur.
- Vertikal kanallardaki ampullanın tersine doğru olan endolenf hareketi, ampullaya doğru olan endolenf hareketine nazaran daha büyük yanıt oluşturur (Fife, 2009:15).

Otolit organlar, yerçekimi ve lineer hareketlere duyarlıdırlar. Vestibulumda yer alan otolit organlardan utrikul, horizontal; sakkül ise vertikal bir yerleşime sahiptir (Minor, 1998). Otolit organlarının tüy hücreleri striola adı verilen bir çizgiyle iki bant halinde düzenlenmiştir. Utrikul'daki tüy demetlerinin kinosilyumu striolaya doğruyken, sakküldeki tüy demetlerinin kinosilyumu, striolanın tersine doğrudur. Silya demetinin kinosilyuma doğru bükülmesiyle silyalar boyunca potasyum kanalları açılır ve depolarizasyon gerçekleşir. Bu depolarizasyon, tüy hücrelerinin bazal kısmında kalsiyum salınımını ve sinapslarda nörotransmitter salınımını artırırken; silyaların kinosilyumun tersine doğru bükülmesi bir hiperpolarizasyon başlatıp nörotransmitter salınımını azaltır (Hullar and Minor, 2003 :86-88).

G. Video Head Impulse Test (vHIT)

HIT, ilk olarak Halmagyi ve Curthoys (1988) tarafından lateral SSK kanal fonksiyonunun değerlendirilmesi amacıyla geliştirilmiştir. Tanımlanan klinik prosedürde test, klinisyenin, hastanın başını belirli bir açı ve hızda SSK düzleminde çevirdikten sonra, hastanın göz hareketlerinin incelenmesi prensibine dayanmaktadır. HIT testi esnasında eğer hastanın başının çevrildiği tarafta bir lezyon varsa, baş hareketiyle beraber gözler de hareket edecek ve lezyon olmayan sağlam tarafa doğru bir düzeltme hareketi gerçekleşecektir. Bu klinik bulgu, sakkad olarak tanımlanmaktadır (Halmagyi and Curthoys, 1988). Baş hareketinin bitiminde ortaya çıkan sakkadlar “overt” yani açık sakkad olarak adlandırılmaktadır (Welgampola et al., 2019).

HIT testinde catch-up sakkadlar kafa hareketi bittikten sonra ayırt edilebilmektedir ve HIT testinde, vHIT testinin aksine VOR kazancından ziyade catch-up sakkadların zamanlaması ve büyüklüğü önem arz etmektedir (Halmagyi et al., 2017:2; Weber et al., 2008; 454-455).

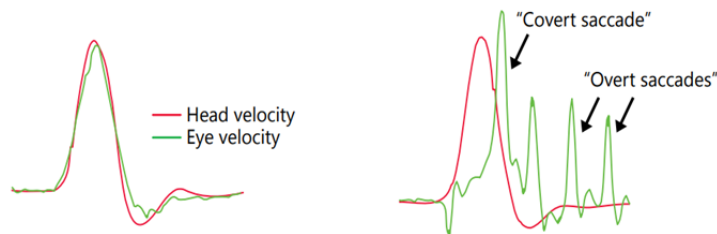


Şekil 19. Head Impulse Test

Kaynak: (Halmagyi et al., 2017:2)

HIT testi geçmişten günümüze uzun yıllar boyunca kullanılmasına rağmen önemli sınırlılıkları bulunmaktadır:

- VOR kazancı ve catch-up sakkadların objektif bir şekilde değerlendirilmesi mümkün olmayıp, klinisyenin yorumlarına bağlıdır.
- Farklı klinisyenlerin, baş hareketlerini SSK'lar düzleminden farklı bir düzlemde ve farklı bir hızda yapma olasılığı bulunmaktadır.
- Uyarıcı ve tepki fonksiyonu oluşturmak için belirli bir aralık yoktur.
- Bazı periferik vestibüler bozukluğu bulunan hastaların baş hareketleri esnasında "covert" yani gizli sakkadlar görülebilir. Bu sakkadlar, baş hareketleri esnasında görüldüğü için de tespit edilmesi olanaksızdır (Macdougall et al., 2009:1138-1139).

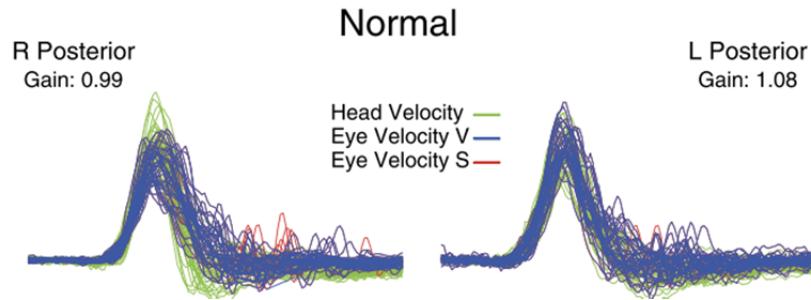


Şekil 20. Overt ve Covert Sakkadlar

Kaynak: (Welgampola et al., 2019:57)

Mevcut sınırlılıklar göz önüne alındığında bunların üstesinden gelmek, covert sakkadları tespit edebilmek, belirli bir standardizasyon oluşturabilmek ve objektif bir ölçüm sağlamak amacıyla Video Head Impulse Test (vHIT) geliştirilmiştir. Geliştirilen vHIT sistemi, yüksek hızlı bir kamerayı ve baş hızı için sensörleri içeren, baş ile göz hızının objektif bir şekilde değerlendirilmesi amacıyla yazılım temelli çalışan bir video gözlük sistemidir (Weber et al., 2009a).

VOR yanıtlarının temel ölçüsü kazançtır. VOR kazançları, baş ve göz hareketleri temel alınarak hesaplanmaktadır. Normal olan VOR kazancı 1,0'e yakın olmalıdır, yani baş ve göz hareketleri birbirleriyle eş zamanlı ve eşit olarak tepki vermelidir. Unilateral lezyona sahip hastalarda, lezyon tarafına yapılan baş rotasyonu neticesinde, normalde başın tersi yönüne ve eşit bir şekilde hareket etmesi gereken göz, baş ile birlikte hareket edecek ve sağlam tarafa doğru bir sakkad yapacaktır. Bu durumda da etkilenen tarafta VOR kazancı azalacak ve genellikle 0,7'nin altına düşecektir (Halmagyi et al., 2017:2-3).

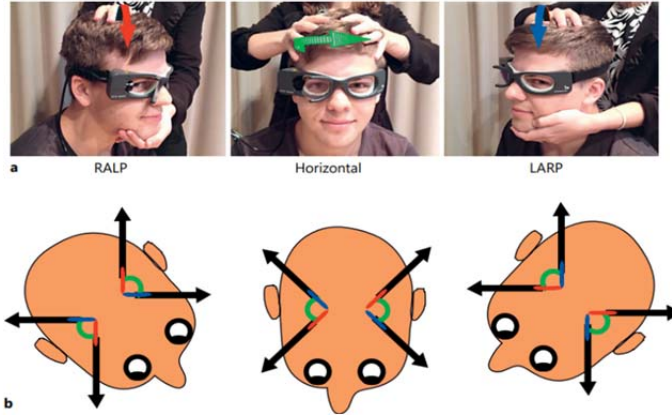


Şekil 21. Sağ Posterior ve Sol Posterior Kanala Ait Normal VOR Kazanç Değerleri

Kaynak: (Macdougall et al, 2013:976)

Başlangıçta sadece lateral SSK'ları değerlendiren vHIT sistemi geliştirilerek 6 adet semisirküler kanalı değerlendirebilecek bir yapıya kavuşmuştur. Vertikal kanallar, başa sağa ve sola doğru 45 derecelik bir açı verildikten sonra sırasıyla LARP (sol anterior-sağ posterior) ve RALP (sağ anterior-sol posterior) pozisyonlarında değerlendirilebilmektedir. LARP ve RALP pozisyonlarında başa, 10-20 derecelik açıyla uygulanan yukarı ve aşağı doğru ani hareketler, VOR ölçümüne olanak sağlamaktadır (MacDougall et al., 2013). vHIT sistemi hızlı, non-invaziv ve tekrarlanabilir olup her bir SSK'ın fonksiyonu hakkında sayısal veri sağlayan (Halmagyi et al., 2017:3), hafif dereceden ileri

dereceye kadar unilateral ve bilateral vestibüler hipofonksiyonu tespit edebilen objektif bir test yöntemidir (Judge et al., 2017; Weber et al., 2009b).



Şekil 22. (a) vHIT ile RALP, Lateral Kanal ve LARP Testlerinin Uygulanışı. (b) vHIT Uygulaması Esnasında Sırasıyla LARP, Lateral Kanal ve LARP Testlerinde Normal Bir Bireyin Göz Hareketleri.

Kaynak: (Welgampola et al., 2019:58)

III. GEREÇ VE YÖNTEM

A. Çalışma Yeri

Bu çalışma, İstanbul Aydın Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Odyoloji Bölümü'nde gerçekleştirilmiştir.

B. Çalışma İzni ve Etik Kurul Onayı

Bu çalışmaya, İstanbul Aydın Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 13.12.2023 tarihli B.30.2.AYD.0.00.00-050.06.04/159 sayılı karar ile onay verilmiştir (Ek- 1). Çalışmaya katılan tüm bireylerden, gerekli bilgilendirmeleri takiben yazılı izin alınmıştır.

C. Çalışma Grubu

Çalışmaya, işitme kaybı ve vestibüler yakınması olmayan sağlıklı 30 birey dahil edilmiştir. Sağlıklı bireylerin 15'i erkek, 15'i ise kadındır. Bireyler, dış merkezlerden gönüllü olarak çalışmaya katılmışlardır. Katılımcıların yaş aralığı 18-60 arasındadır.

Çalışmaya dahil edilme kriterleri:

- 18-60 yaş aralığında bulunmak,
- İşitme kaybının bulunmaması,
- Vestibüler yakınmanın bulunmaması,
- Otoskopik muayene ve immitansmetrik değerlendirmeler sonucunda Tip A timpanogram ve normal orta kulak fonksiyonuna sahip olduğunun tespit edilmesi olarak belirlenmiştir.

Çalışmadan dışlanma kriterleri:

- İşitme kaybına sahip olmak,

- Vestibüler yakınmaya ve/veya vestibüler bir rahatsızlığa sahip olmak,
- Son 48 saat içerisinde vestibüler sistemi baskılayacak ilaç kullanmış olmak,
- Normal orta kulak fonksiyonuna sahip olmamak,
- Görmeyle ilgili bir sorunun bulunması,
- Gözlük kullanılması,
- Baş ve boyun hareketine engel teşkil edebilecek rahatsızlığı bulunmak,
- Kafa travması öyküsü bulunmak, olarak belirlenmiştir.

D. Çalışmanın Tasarımı

Çalışma grubunun belirlenmesi evresinde dâhil edilme ve dışlanma kriterlerinin önsel bir değerlendirmesi için tüm bireylerden detaylı anamnez alınmıştır. Alınan anamnez neticesinde test öncesi uygunluk gösteren tüm gönüllü katılımcılara, yine uygunluğun değerlendirilmesi için odyolojik değerlendirmeler yapılmıştır. İşitmenin değerlendirilmesi için saf ses odyometri ve konuşma odyometrisi, orta kulak fonksiyonunun değerlendirilmesi için ise immitansmetrik ölçümler uygulanmıştır. Dahil edilme kriterlerine uygunluk gösteren tüm katılımcılara, bir gün arayla sırasıyla Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazıyla ve Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazıyla Video Head Impulse Testi uygulanmıştır. Çalışma esnasında katılımcı grubunun dâhil edilme ve dışlanma kriterlerine uygunluğunun takibi ve denetlenmesi, araştırmayı gerçekleştiren odyolog tarafından yapılmıştır. Bu değerlendirme, test öncesinde yüz yüze ve uygulanan testler aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Kriterlere uymadığı belirlenen katılımcılar çalışmadan çıkarılmıştır.

E. Odyolojik Değerlendirmeler

Katılımcılara, İstanbul Aydın Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Odyoloji bölümü laboratuvarında saf ses odyometri testi, konuşma odyometrisi testi ve immitansmetrik ölçümler uygulanmıştır. Testlerin gerçekleştirildiği

cihazların kalibrasyon tarihine dikkat edilmiş ve tüm testler kalibrasyon tarihi geçmeden önce tamamlanmıştır.

1. Saf Ses Odyometri Testi

Test, İstanbul Aydın Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Odyoloji Bölümü laboratuvarında yalıtılmış sessiz bir kabinde gerçekleştirilmiştir. Test için MADSEN Astera 2 Clinical Audiometer (Otometrics) cihazı kullanılmıştır.

Hava yolu işitme eşikleri için 125-250-500-1000-2000-4000-6000-8000 Hz frekansları, TDH-39 kulaklık kullanılarak test edilmiştir. 500-1000-2000 ve 4000 Hz frekanslarında elde edilen eşiklerin ortalaması alınarak sağ ve sol kulak için ayrı ayrı hava yolu Saf Ses Ortalaması (SSO) elde edilmiştir. Kemik yolu işitme eşikleri için 500-1000-2000-4000 Hz frekansları, B71 kemik vibratör kullanılarak değerlendirilmiş ve 500-1000-2000-4000 Hz frekanslarının ortalaması alınarak sağ ve sol kulak için ayrı ayrı kemik yolu SSO elde edilmiştir.

2. Konuşma Odyometrisi

Test, sessiz olarak yalıtılmış bir odada, MADSEN Astera 2 Clinical Audiometer (Otometrics) cihazı ve TDH-39 kulaklık kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Testler sağ ve sol kulak için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir.

Test, aşağıdaki protokolda gerçekleştirilmiştir:

- Her bir kulak için rahat edici ses seviyesi (MCL) belirlenmiştir.
- Her bir kulak için, Türkçe’de standardizasyonu gerçekleştirilmiş üç heceli kelimeler kullanılarak konuşmayı alma eşiği (SRT) belirlenmiştir.
- Her bir kulak için MCL seviyesinde, standardizasyonu gerçekleştirilmiş olan tek heceli kelime listesi kullanılarak (25’er kelime) konuşmayı ayırt etme skoru (SDS) belirlenmiştir.
- Her bir kulak için rahatsız edici ses seviyesi (UCL) belirlenmiştir.

3. İmmitansmetrik Değerlendirme

İmmitansmetrik ölçümler için MADSEN OTOflex 100 (GN Otometrics) cihazı kullanılmıştır. Katılımcıların sağ ve sol kulak timpanogramları 226 Hz prop tonda elde edilmiştir. Akabinde her bir kulak için 500-1000-2000-4000 Hz

ipsilateral ve kontralateral refleks ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Kontralateral ölçümler için The EAR TONE 3A insert kulaklık kullanılmıştır. Tip A timpanogram elde edilen ve bilateral olarak ipsilateral ve kontralateral refleksleri pozitif olan katılımcılar çalışmaya dahil edilmiştir.

F. Video Head Impulse Test (vHIT) Cihazları

Çalışmada ICS Impulse (GN Otometrics, Danimarka) ve Synapsys vHIT (INVENTIS S.r.l., İtalya) cihazları kullanılmıştır.

ICS Impulse test sistemi, USB 2.0 veya 3.0 ile bilgisayarla bağlantı kurabilen ve yüksek hızlı kayıt yapabilen mono-oküler bir test cihazıdır. Kayıt için kullanılan kamera 250 fps'te kayıt yapabilmektedir ve yalnızca sağ gözün kaydını almaktadır. Kamera, 60 gr ağırlığındaki bir gözlüğe entegre şekildedir. Gözlüğün uzunluğu 18.4 cm, genişliği 1.3 ila 4.4 cm arasında ve yüksekliği 4.4 cm'dir. Gözlük üzerinde, kalibrasyon yapabilmek için dahili lazer projektörü bulunmaktadır ve bu projektörden 2 adet lazer ışığı yansıtılmaktadır. Gözlüğün, kameranın da bulunduğu sağ göz tarafında açılı bir şekilde yerleştirilmiş yarı-gümüş kaplı şeffaf bir ayna bulunmaktadır. Bu sayede gözlüğe entegre olan kamera, bu aynadan yansıyan göz hareketlerini kayıt etmektedir. Göz, hastanın göremediği düşük seviyeli bir LED ile aydınlatılmaktadır. Gözlüğün cilde temas eden yüzeyine, gözlüğün hastanın yüzüne tam olarak oturmasını sağlamak amacıyla bir sünger takılmaktadır. Gözlüğün içinde, baş hareketlerinin hızını ölçen bir jiroskop bulunmaktadır. Böylece hastanın başının, başlangıç noktasına kıyasla konumu ölçülmektedir. Yüksek hızlı kamerayla yakalanan göz hareketleri ve jiroskopa ölçülen veriler, OtosuiteV® 4.3 yazılımı ile işlenmektedir. Pupil takibi, vHIT esnasında 100x100 pikselde yapılmaktadır. Gözlük, sıklığı ayarlanabilir lastik bant aksesuarına sahiptir ve bu şekilde başa tutturulmaktadır.

Synapsys vHIT cihazı, USB 3.0 kablosuyla bilgisayara bağlantı yapan; baş ve göz analizi için herhangi bir gözlük gerektirmeyen bir test cihazıdır. Tüm ölçüm ve sonuçlar, hastanın karşısında duran kamera sistemi tarafından kaydedilmekte ve yazılım vasıtasıyla analiz edilmektedir. Cihaz; 1 adet kamera başlığı, kamera başlığını tutmak ve stabilizasyonunu sağlamak için ayarlanabilir bir monopod ve güç kaynağından meydana gelmektedir. Kamera başlığının boyutları 40x10x30 cm olup 2 kg ağırlığındadır. Monopodun boyutu 710 ila 1070

mm arasında ayarlanabilir olup 4 kg ağırlığındadır. Kameranın odak uzaklığı 20 mm olup kamera ünitesi 6,8 derece horizontal, 5,2 derece vertikal görüş alanına sahiptir. Cihaz en fazla 100 fps'te kayıt yapabilmekte olup pozlama süresi 2,4 ms'dir. Kamera 1456x1088 piksele ve CMOS sensöre sahiptir. Kamera başlığı üzerinde aydınlatma için 7x8 kızılötesi LED'ler bulunmaktadır. Kamera başlığı, monopod sayesinde bilgisayar yazılımı üzerinden yatay ve dikey olarak hareket ettirilebilmekte ve gözler hizalanabilmektedir. Aynı zamanda yazılım üzerinden pupiller arasındaki mesafe de ayarlanabilmektedir. Analiz ve ayarlamalar için Maestro version 1.22.1 kullanılmaktadır.

G. vHIT Uygulama Protokolleri

1. Monoküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT Cihazı İçin Uygulama Protokolü

Katılımcı, duvarın karşısına, duvarla arasında 100 cm mesafe olacak şekilde sabit bir sandalyeye dik bir pozisyonda oturtuldu.



Şekil 23. Fiksasyon Noktasıyla Katılımcı Arasındaki Mesafenin Ölçümü

Katılımcının göz hizasında olacak şekilde duvara bir fiksasyon noktası yapıştırıldı. Katılımcının dikkatinin dağılmasının önüne geçmek amacıyla

fiksasyon noktasının yapıştırıldığı duvar beyaz renliydi. Teste başlamadan önce katılımcının burun köprüsüne uygun sünger seçimi yapıldı.



Şekil 24. Monooküler vHIT Cihazı İçin Sünger Seçenekleri

Akabinde kaşları kaldırılıp cihaz, katılımcının burun köprüsünün üzerine ve gözlere tam olarak oturacak şekilde yerleştirildi. Test esnasında kaymaları engellemek amacıyla bant sıkı bir hale getirildi ve kulakların üzerinde kalacak şekilde ayarlandı. Cihazın ve kayışın doğrultusu fiksasyon noktasının hizasındaydı.



Şekil 25. Gözlüğün Başa Sıkıca Sabitlenmesi

Cihazın bağı olduğu bilgisayar, saniyedeki kare hızının 219'un altına düşmesini engellemek amacıyla fişe takılıydı ve yüksek performans modundaydı.



Şekil 26. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT Cihazı

Test OtosuiteV® 4.3 yazılımı ile analiz edildi ve tüm işlemler bu arayüz ile yapıldı. Pupilin odaklanmasında sorun yaşanmaması için katılımcının yüzünde makyaj yoktu. Testi başlatmadan önce katılımcıdan, ilgi alanının (ROI) seçilmesi, pupilin odaklanması ve kalibrasyonun gerçekleştirilmesi için fiksasyon noktasına bakması istendi. ROI alanı seçilip pupil odaklandıktan sonra kalibrasyon işlemine geçildi. Katılımcı, fiksasyon noktasına bakarken 2 adet lazer ışığı yakıldı. Lazer ışıkları, fiksasyon noktasını tam olarak ortalarına alacak şekilde konumlandırıldı. Kalibrasyon esnasında katılımcı, duvarda sırayla yanan lazer ışıklarını takip etti ve kalibrasyon tamamlandı.



Şekil 27. Monooküler vHIT Cihazı ile Lateral Kanalların Değerlendirilmesi

Teste geçmeden önce katılımcıya, baş hareketleri esnasında başını ve boynunu serbest bırakması, çenesini ise hafif şekilde sıkması söylendi. Ayrıca fiksasyon noktasından gözünü ayırmaması istendi. Sırasıyla lateral semisirküler kanallar (sağ ve sol) ve vertikal semisirküler kanallar (RALP ve LARP) değerlendirildi. Üreticinin önerdiği değerler göz önüne alınarak VOR kazançları, lateral kanallar için > 0.8 'in, vertikal kanallar için ise > 0.7 'nin üstündeysenormal kabul edildi. Testler esnasında gözlüğe ve gözlüğün başa tutturulduğu banda temas edilmedi.



Şekil 28. Monooküler vHIT Cihazı ile RALP Testi

Lateral kanalların değerlendirilmesi için baş 30 derece öne doğru eğildi. Testi uygularken katılımcının başının üstüne iki el de hâkim bir şekilde konuldu. Akabinde lateral kanallar düzleminde rastgele, ani ve hızlı bir şekilde baş, sağa ve sola doğru savruldu. Başın savrulma açısı 10 ila 20 derece arasındaydı. Lateral kanallar düzleminde yapılan değerlendirmede baş, üreticinin önerdiği tekrar sayısı olan 20 kez sağa ve 20 kez de sola savruldu. 20'şer tekrardan sonra test sonlandırıldı.

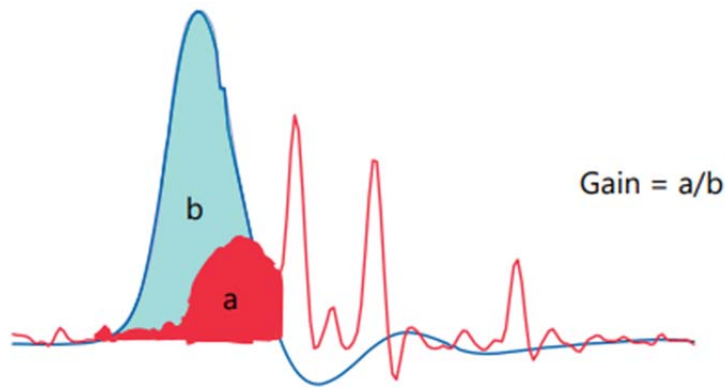


Şekil 29. Monooküler vHIT Cihazı ile LARP Testi

Vertikal kanalların değerlendirilmesi esnasında ilk olarak RALP ve daha sonra LARP testi yapıldı. Testin uygulanması aşamasında dominant el katılımcının başının tepesine, non-dominant el ise çenesine yerleştirildi. RALP testi için baş 45 derece sola, LARP testi için 45 derece sağa çevrildi. Testler rastgele, ani ve hızlı bir şekilde yapıldı. Baş öne ve arkaya doğru 10-20 derecelik açı arasında savruldu. RALP ve LARP testlerindeki her bir kanal için 20'şer tekrar alındığında test sonlandırıldı.

Tüm testler sonlandığında aynı katılımcıya 1 saat sonra tekrardan aynı prosedürler izlenerek test uygulandı. Bu testte her bir test için tekrar sayısı 5 olarak belirlendi. 6 semisirküler kanal için de 5'er tekrar alındığında test sonlandırıldı.

Değerlendirmeler sonunda yazılım üzerinden VOR kazanç değerleri ve asimetri oranları hesaplandı. VOR kazancı, göz hızı eğrisiyle baş hızı eğrisi altındaki alanın oranı alınarak hesaplandı. Algoritma gereği, baş hızının tepe noktasının 60 ms öncesiyle, baş hareketsiz hale geldiği andan itibaren 0 derece/sn'lik son nokta, hesaplamaya dahil edildi.



Şekil 30. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT Cihazının Kazanç Formülü: a (Göz Hızı Eğrisi Altında Kalan Alan)/b (Baş Hızı Eğrisi Altında Kalan Alan)

Kaynak: (Welgampola et al., 2019:58)

2. Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT Cihazı İçin Uygulama Protokolü

Teste alınacak olan katılımcı, dikkat dağınıklığını engellemek amacıyla düz beyaz renkli bir duvarın karşısına, üreticinin önerdiği 190 cm mesafedeki sabit bir koltuğa dik bir pozisyonda oturtuldu. Katılımcının göz hizasına, odaklanmayı

sağlamak için bir fiksasyon noktası yapıştırıldı. Fiksasyon noktasıyla katılımcının arasına katılımcıyla arası 90 cm, fiksasyon noktasıyla arası 100 cm olacak şekilde vHIT sistemi yerleştirildi. Ayarlamalar ve analizler Maestro version 1.22.1 yazılımı üzerinden gerçekleştirildi.



Şekil 31. Katılımcı ile Cihaz ve Fiksasyon Noktası Arasındaki Mesafenin Ayarlanması

Teste geçmeden önce katılımcıya fiksasyon noktasına bakması istendi. Katılımcının yüzünde makyaj yoktu. Ardından yazılım üzerinden motorlu kamera sistemi, vertikal ve horizontal düzlemde hareket ettirildi ve katılımcının gözlerini ortalayacak şekilde ilgi alanı (ROI) alanı seçildi. Yine yazılım üzerinden interpupiller mesafe ayarlandı. ROI alanı içerisinde yer alan pupiller, beyaz bir kare ile seçili hale geldiğinde ayarlama işlemi sona erdirildi. HIT sekansı için önerilen ayar olan yüksek seçicilik seçeneği aktif hale getirildi. Göz kapağının meydana getirebileceği olumsuz etkilerin önüne geçmek ve hastanın görüşünü engelleyebilecek faktörleri ortadan kaldırmak amacıyla “eyelid cover rejected” seçeneği seçildi.



Şekil 32. Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT Cihazı

Teste geçmeden önce tüm testlerde katılımcıya baş ve boynunu serbest bırakıp çenesini hafifçe sıkması konusunda yönerge verildi. Her bir test için baş ani, hızlı ve rastgele bir şekilde savruldu. Testler esnasında fiksasyon noktasına sürekli bakması istendi. Ardından ilk önce lateral kanallar ardından da vertikal kanallar değerlendirildi. Üreticinin önerdiği değerler VOR kazançları için lateral kanallarda > 0.8 , vertikal kanallarda ise > 0.7 idi.



Şekil 33. Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT Cihazı ile Lateral Kanalların Değerlendirilmesi

Lateral kanalların değerlendirilmesi sırasında ekranda aktif olan sarı alanın içerisine gözler oturtuldu. Bu sarı alan, lateral kanalların test edilmesi amacıyla baş öne eğildiğinde, 30 derecelik açının sağlanmasına yardımcı olmaktadır. Bu alanın dışındaki baş savurma hareketleri ise reddedilmektedir. Üreticinin önerdiği şekilde baş sağa ve sola 10-20 derecelik açılarla 5'er kez savruldu ve test sonlandırıldı.



Şekil 34. Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT Cihazı ile RALP Testi

Vertikal kanalların değerlendirilmesinde ilk önce RALP ardından da LARP testleri gerçekleştirildi. RALP testinde katılımcının başı 45 derece sola çevrildi ve yazılım ekranında RALP pozisyonu için beliren kutu ortalanacak şekilde sağ göz bu kutuya yerleştirildi. LARP testinde ise katılımcının başı 45 derece sola çevrilip yazılımdaki ilgili kutuyu tam ortalayacak şekilde sol göz yerleştirildi. Akabinde 10-20 derecelik açılarla baş yukarı ve aşağı doğru 5'er kez savruldu ve test sonlandırıldı.



Şekil 35. Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT Cihazı ile LARP Testi

Testler sonlandırıldıktan 1 saat sonra katılımcıya aynı prosedürler izlenerek 20'şer tekrar üzerinden test gerçekleştirildi. 6 semisirküler kanal da değerlendirildikten sonra test sonlandırıldı.

Testlerin sonucunda yazılım üzerinden VOR kazanç değerleri ve asimetri oranları hesaplandı. Synapsys VHIT sistemi için VOR kazancı, her bir baş savrulmasının tepe ivmesinin 40 ms öncesinden 80 ms sonrasına kadar olan süre boyunca hesaplandı.

H. İstatistiksel Analiz

Araştırmada elde edilen veriler SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for Windows 25.0 programı kullanılarak analiz edilmiştir. Veriler değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metotlar (sayı, yüzde, minimum-maksimum değerleri, ortalama ve standart sapma) kullanılmıştır. Kullanılan verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile test edilmiş, değişkenlerin normal dağılım göstermediği tespit edilmiştir. Normal dağılıma

sahip olmayan verilerde, niceliksel verilerin karşılaştırılmasında farkların değerlendirilmesi için Mann Whitney U testi uygulanmıştır. $P < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

IV. BULGULAR

A. Katılımcılara Ait Demografik Bilgiler

Çalışmaya 15'i kadın 15'i erkek olmak üzere toplam 30 kişi dahil edilmiş olup katılımcıların yaşları 18-60 yaş arasında değişmektedir. Çalışmaya katılan kadın katılımcıların en küçüğü 18 yaşında olup en büyüğü 58 yaşındadır. Çalışmaya katılan erkek katılımcıların en küçüğünün yaşı 19 olup en büyüğü ise 59 yaşındadır. Katılımcıların yaş dağılımları incelendiğinde, kadınların ortalama yaşının $36,86 \pm 12,20$, erkeklerin ortalama yaşının $37,33 \pm 11,86$ olduğu bulunmuştur. Tüm katılımcıların yaş ortalamasının ise $37,10 \pm 11,81$ olduğu görülmektedir. Çizelge 1'de katılımcıların demografik bilgileri verilmiştir.

Çizelge 1. Katılımcıların Demografik Bilgileri

İstatistiksel Parametre	Cinsiyet	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
Yaş	Kadın	18,00	58,00	36,86	12,20
	Erkek	19,00	59,00	37,33	11,86
	Toplam	18,00	59,00	37,10	11,81

B. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT Cihazı ve Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT Cihazı ile Test Kabul Sayıları Üzerinden Değerlendirilen Kazanç Sonuçları

Beş test kabul sayısına sahip olan Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ve 20 test kabul sayısına sahip olan Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihaz ile elde edilen lateral, anterior ve posterior semisirküler kanallara ilişkin kazanç değerleri sunulmuştur.

Cihazların test kabul sayılarına göre lateral semisirküler kanallara ilişkin kazanç değerleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Test Kabul Sayılarına Göre Lateral Semisirküler Kanallara İlişkin Kazanç Sonuçları

Değişkenler			Minimum	Maksimum	M	\bar{X}	SS	P değeri
Kanallar	Cihazlar	Tekrar Sayıları						
Sol Lateral Kanal Kazancı	Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT	5	0,85	1,12	0,99	0,99	0,07	0,000*
	Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT	20	0,99	1,16	1,06	1,06	0,04	
Sağ Lateral Kanal Kazancı	Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT	5	0,84	1,11	0,97	0,97	0,07	0,000*
	Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT	20	1,10	1,23	1,16	1,16	0,03	

* $p < 0,05$ M: medyan, \bar{X} : ortalama, SS: standart sapma

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen sol lateral semisirküler kanalın 5 tekrarlı ölçümünde, minimum kanal kazancının 0,85; maksimum kanal kazancının 1,12; ortalama kanal kazancının ise $0,99 \pm 0,07$ olduğu bulunmuştur.

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen sağ lateral semisirküler kanalın 5 tekrarlı ölçümünde, minimum kanal kazancının 0,84; maksimum kanal kazancının 1,11; ortalama kanal kazancının ise $0,97 \pm 0,07$ olduğu bulunmuştur.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen sol lateral semisirküler kanalın 20 tekrarlı ölçümünde, minimum kanal kazancının 0,99; maksimum kanal kazancının 1,16; ortalama kanal kazancının ise $1,06 \pm 0,04$ olduğu bulunmuştur.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen sağ lateral semisirküler kanalın 20 tekrarlı ölçümünde, minimum kanal kazancının 1,10; maksimum kanal kazancının 1,23; ortalama kanal kazancının ise $1,16 \pm 0,03$ olduğu bulunmuştur.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT ile elde edilen sol lateral kanalın kazancıyla Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT ile

elde edilen sol lateral kanalın kazancı arasında ve Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT ile elde edilen sağ lateral kanalın kazancıyla Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT ile elde edilen sağ lateral kanalın kazancı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$; $p=0,000^*$). Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen sol lateral kanal ve sağ lateral kanal kazanç değerlerinin, Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen sol ve sağ lateral kanal kazanç değerlerine göre daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Cihazların test kabul sayılarına göre anterior semisirküler kanallara ilişkin kazanç değerleri Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Test Kabul Sayılarına Göre Anterior Semisirküler Kanallara İlişkin Kazanç Sonuçları

Değişkenler			Minimum	Maksimum	M	\bar{X}	SS	P değeri
Kanallar	Cihazlar	Tekrar Sayıları						
Sol Anterior Kanal Kazancı	Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT	5	0,85	1,08	0,94	0,95	0,05	0,000*
	Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT	20	1,10	1,35	1,19	1,20	0,06	
Sağ Anterior Kanal Kazancı	Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT	5	0,85	1,06	0,92	0,94	0,05	0,000*
	Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT	20	1,06	1,26	1,12	1,14	0,05	

* $p<0,05$ M: medyan, \bar{X} : ortalama, SS: standart sapma

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen sol anterior semisirküler kanalın 5 tekrarlı ölçümünde, minimum kanal kazancının 0,85; maksimum kanal kazancının 1,08; ortalama kanal kazancının ise $0,95\pm 0,05$ olduğu bulunmuştur.

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen sağ anterior semisirküler kanalın 5 tekrarlı ölçümünde, minimum kanal kazancının 0,85; maksimum kanal kazancının 1,06; ortalama kanal kazancının ise $0,94\pm 0,05$ olduğu bulunmuştur.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen sol anterior semisirküler kanalın 20 tekrarlı ölçümünde, minimum kanal kazancının 1,10; maksimum kanal kazancının 1,35; ortalama kanal kazancının ise $1,20\pm 0,06$ olduğu bulunmuştur.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen sağ anterior semisirküler kanalın 20 tekrarlı ölçümünde, minimum kanal kazancının 1,06; maksimum kanal kazancının 1,26; ortalama kanal kazancının ise $1,14\pm 0,05$ olduğu bulunmuştur.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT ile elde edilen sol anterior kanalın kazancıyla Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT ile elde edilen sol anterior kanalın kazancı arasında ve Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT ile elde edilen sağ anterior kanalın kazancıyla Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT ile elde edilen sağ anterior kanalın kazancı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$; $p=0,000^*$). Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen sol anterior kanal ve sağ anterior kanal kazanç değerlerinin, Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen sol ve sağ anterior kanal kazanç değerlerine göre daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Cihazların test kabul sayılarına göre posterior semisirküler kanallara ilişkin kazanç değerleri Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Test Kabul Sayılarına Göre Posterior Semisirküler Kanallara İlişkin Kazanç Sonuçları

Değişkenler			Minimum	Maksimum	M	\bar{X}	SS	P değeri
Kanallar	Cihazlar	Tekrar Sayıları						
Sol Posterior Kanal Kazancı	Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT	5	0,70	0,98	0,87	0,87	0,06	0,000*
	Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT	20	0,94	1,14	1,03	1,04	0,06	
Sağ Posterior Kanal Kazancı	Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT	5	0,79	1,03	0,91	0,90	0,05	0,000*
	Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT	20	1,06	1,41	1,13	1,14	0,07	

* $p < 0,05$ M: medyan, \bar{X} : ortalama, SS: standart sapma

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen sol posterior semisirküler kanalın 5 tekrarlı ölçümünde, minimum kanal kazancının 0,70; maksimum kanal kazancının 0,98; ortalama kanal kazancının ise $0,87 \pm 0,06$ olduğu bulunmuştur.

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen sağ posterior semisirküler kanalın 5 tekrarlı ölçümünde, minimum kanal kazancının 0,79; maksimum kanal kazancının 1,03; ortalama kanal kazancının ise $0,90 \pm 0,05$ olduğu bulunmuştur.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı kullanılarak elde edilen sol posterior kanalın 20 tekrarlı ölçümünde, minimum kanal kazancının 0,94; maksimum kanal kazancının 1,14; ortalama kanal kazancının ise $1,04 \pm 0,06$ olduğu bulunmuştur.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı kullanılarak elde edilen sağ posterior kanalın 20 tekrarlı ölçümünde, minimum

kanal kazancının 1,06; maksimum kanal kazancının 1,41; ortalama kanal kazancının ise $1,14 \pm 0,07$ olduğu bulunmuştur.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT ile elde edilen sol posterior kanalın kazancıyla Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT ile elde edilen sol posterior kanalın kazancı arasında ve Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT ile elde edilen sağ posterior kanalın kazancıyla Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT ile elde edilen sağ posterior kanalın kazancı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$; $p = 0,000^*$). Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen sol posterior kanal ve sağ posterior kanal kazanç değerlerinin, Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen sol ve sağ posterior kanal kazanç değerlerine göre daha yüksek olduğu saptanmıştır.

C. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT Cihazı ile Farklı Tekrar Sayılarında Elde Edilen Kazanç Değerleri ve Asimetri Oranları

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile 5 tekrar ve 20 tekrar üzerinden değerlendirilmiş olan semisirküler kanal kazanç değerleri ve asimetri oranları sunulmuştur.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile 5 ve 20 tekrar üzerinden değerlendirilen lateral semisirküler kanallara ilişkin kazanç değerleri Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT ile Farklı Tekrar Sayılarında Elde Edilen Lateral Semisirküler Kanal Kazanç Sonuçları

Değişkenler	Minimum	Maksimum	M	\bar{X}	SS	P Değeri	
Kanallar							
	Tekrar						
	Sayıları						
Sol Lateral	5 tekrar	0,99	1,10	1,05	1,05	0,03	0,340
Kanal Kazancı	20 tekrar	0,99	1,16	1,06	1,06	0,04	
Sağ Lateral	5 tekrar	1,08	1,24	1,14	1,14	0,03	0,082
Kanal Kazancı	20 tekrar	1,10	1,23	1,16	1,16	0,03	

* $p < 0,05$ M: medyan, \bar{X} : ortalama, SS: standart sapma

Sol lateral semisirküler kanalın 5 tekrarlı ölçümünde minimum kanal kazancının 0,99; maksimum kanal kazancının 1,10; ortalama kanal kazancının ise $1,05 \pm 0,03$ olduğu bulunmuştur.

Sol lateral semisirküler kanalın 20 tekrarlı ölçümünde, minimum kanal kazancının 0,99; maksimum kanal kazancının 1,16; ortalama kanal kazancının ise $1,06 \pm 0,04$ olduğu bulunmuştur.

Beş tekrar ve 20 tekrar üzerinden değerlendirilen sol lateral semisirküler kanal kazançları arasında anlamlı derecede bir fark görülmemiştir ($p=0,340$).

Sağ lateral semisirküler kanalın 5 tekrarlı ölçümünde, minimum kanal kazancının 1,08; maksimum kanal kazancının 1,24; ortalama kanal kazancının ise $1,14 \pm 0,03$ olduğu bulunmuştur.

Sağ lateral kanala ait 20 tekrarlı ölçümde, minimum kanal kazancının 1,10; maksimum kanal kazancının 1,23; ortalama kanal kazancının ise $1,16 \pm 0,03$ olduğu bulunmuştur.

Beş tekrar ve 20 tekrar üzerinden elde edilen sağ lateral semisirküler kanal kazançları arasında anlamlı derecede bir fark görülmemiştir ($p=0,082$).

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile 5 tekrar ve 20 tekrar üzerinden değerlendirilmiş olan anterior semisirküler kanallara ilişkin kazanç değerleri Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT ile Farklı Tekrar Sayılarında Elde Edilen Anterior Semisirküler Kanal Kazanç Sonuçları

Değişkenler		Minimum	Maksimum	M	\bar{X}	SS	P Değeri
Kanallar	Tekrar Sayıları						
Sol Anterior Kanal Kazancı	5 tekrar	1,02	1,25	1,12	1,12	0,06	0,000*
	20 tekrar	1,10	1,35	1,19	1,20	0,06	
Sağ Anterior Kanal Kazancı	5 tekrar	0,86	1,31	1,12	1,13	0,10	0,553
	20 tekrar	1,06	1,26	1,12	1,14	0,05	

* $p < 0,05$ M: medyan, \bar{X} : ortalama, SS: standart sapma

Sol anterior kanalın 5 tekrarlı ölçümünde, minimum kanal kazancının 1,02; maksimum kanal kazancının 1,25; ortalama kanal kazancının ise $1,12 \pm 0,06$ olduğu bulunmuştur.

Sol anterior kanalın 20 tekrarlı ölçümünde, minimum kanal kazancının 1,10; maksimum kanal kazancının 1,35; ortalama kanal kazancının ise $1,20 \pm 0,06$ olduğu bulunmuştur.

Beş ve 20 tekrar üzerinden elde edilen sol anterior semisirküler kanal kazançları arasında, istatistiksel olarak anlamlı derecede bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$; $p = 0,000^*$). Yirmi tekrarlı sol anterior kanala ait kazanç değerinin, 5 tekrarlı sol anterior kanala ait kazanç değerine nazaran daha yüksek bir kazanç değerine sahip olduğu görülmüştür.

Sağ anterior kanalın 5 tekrarlı ölçümünde, minimum kanal kazancının 0,86; maksimum kanal kazancının 1,31; ortalama kanal kazancının ise $1,13 \pm 0,10$ olduğu bulunmuştur.

Sağ anterior kanalın 20 tekrarlı ölçümünde, minimum kanal kazancının 1,06; maksimum kanal kazancının 1,26; ortalama kanal kazancının ise $1,14 \pm 0,05$ olduğu bulunmuştur.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile 5 tekrar ve 20 tekrar üzerinden değerlendirilen sağ anterior kanal kazançları arasında anlamlı derecede bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($p = 0,553$).

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile 5 ve 20 tekrar üzerinden değerlendirilmiş olan posterior kanallara ait kazanç değerleri Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT ile Farklı Tekrar Sayılarında Elde Edilen Posterior Semisirküler Kanal Kazanç Sonuçları

Değişkenler		Minimum	Maksimum	M	\bar{X}	SS	P Değeri
Kanallar	Tekrar Sayıları						
Sol Posterior Kanal Kazancı	5 tekrar	0,89	1,15	1,00	1,01	0,06	0,159
	20 tekrar	0,94	1,14	1,03	1,04	0,06	
Sağ Posterior Kanal Kazancı	5 tekrar	0,83	1,19	1,08	1,07	0,08	0,000*
	20 tekrar	1,06	1,41	1,13	1,14	0,07	

* $p < 0,05$ M: medyan, \bar{X} : ortalama, SS: standart sapma

Sol posterior kanalın 5 tekrarlı ölçümünde, minimum kanal kazancının 0,89; maksimum kanal kazancının 1,15; ortalama kanal kazancının ise $1,01 \pm 0,06$ olduğu bulunmuştur.

Sol posterior kanalın 20 tekrarlı ölçümünde, minimum kanal kazancının 0,94; maksimum kanal kazancının 1,14; ortalama kanal kazancının ise $1,04 \pm 0,06$ olduğu bulunmuştur.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı kullanılarak gerçekleştirilen 5 ve 20 tekrarlı ölçümler karşılaştırıldığında, sol posterior kanal kazanç değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir ($p=0,159$).

Sağ posterior kanalın 5 tekrarlı ölçümünde, minimum kanal kazancının 0,83; maksimum kanal kazancının 1,19; ortalama kanal kazancının ise $1,07 \pm 0,08$ olduğu bulunmuştur.

Sağ posterior kanalın 20 tekrarlı ölçümünde, minimum kanal kazancının 1,06; maksimum kanal kazancının 1,41; ortalama kanal kazancının ise $1,14 \pm 0,07$ olduğu bulunmuştur.

İstatistiksel analizler sonucunda, farklı tekrar sayılarında elde edilen sağ posterior kanalların kazançları arasında anlamlı derecede bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$; $p = 0,000^*$). Yirmi tekrar üzerinden değerlendirilen sağ posterior kanalın kazanç değerinin, 5 tekrar üzerinden değerlendirilen sağ posterior kanalın kazanç değerine nazaran daha yüksek bir kazanç değerine sahip olduğu görülmüştür.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı kullanılarak 5 tekrar ve 20 tekrar üzerinden elde edilmiş olan lateral kanallara ilişkin asimetri oranları Çizelge 8’de verilmiştir.

Çizelge 8. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT ile Farklı Tekrar Sayılarında Elde Edilen Lateral Semisirküler Kanallara İlişkin Asimetri Oranları

Değişkenler		Minimum	Maksimum	M	\bar{X}	SS	P Değeri
Kanallar	Tekrar Sayıları						
Lateral Kanal	5 tekrar	4,00	15,00	8,50	8,33	2,23	0,510
Asimetri Oranı	20 tekrar	6,00	12,00	9,00	8,60	1,73	

* $p < 0,05$ M: medyan, \bar{X} : ortalama, SS: standart sapma

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazıyla elde edilen lateral kanalların 5 tekrarlı ölçümlerinde, minimum asimetri oranının %4; maksimum asimetri oranının %15; ortalama asimetri oranının ise %8,33±2,23 olduğu tespit edilmiştir.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazıyla değerlendirilmiş olan lateral kanalların 20 tekrarlı ölçümlerinde, minimum asimetri oranının %6; maksimum asimetri oranının %12; ortalama asimetri oranının ise %8,60±1,73 olduğu tespit edilmiştir.

Lateral kanallara ilişkin 5 ve 20 tekrarlı ölçümler karşılaştırıldığında, lateral kanalların asimetri oranları arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (p=0,510).

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile 5 tekrar ve 20 tekrar üzerinden elde edilmiş olan anterior kanallara ilişkin asimetri oranları Çizelge 9’da verilmiştir.

Çizelge 9. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT ile Farklı Tekrar Sayılarında Elde Edilen Anterior Semisirküler Kanallara İlişkin Asimetri Oranları

Değişkenler	Minimum	Maksimum	M	\bar{X}	SS	P Değeri
Kanallar						
Anterior Kanal						
Asimetri Oranı						
Tekrar Sayıları						
5 tekrar	0,00	20,00	5,00	6,80	5,40	0,288
20 tekrar	0,00	10,00	5,00	4,97	3,08	

*p<0,05M: medyan, \bar{X} : ortalama, SS: standart sapma

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazıyla elde edilen anterior kanallara ilişkin 5 tekrarlı ölçümlerde, minimum asimetri oranının %0; maksimum asimetri oranının %20; ortalama asimetri oranının ise %6,80±5,40 olduğu tespit edilmiştir.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazıyla elde edilen anterior kanallara ilişkin 20 tekrarlı ölçümlerde, minimum asimetri oranının %0; maksimum asimetri oranının %10; ortalama asimetri oranının ise %4,97±3,08 olduğu tespit edilmiştir.

Anterior kanallara ilişkin 5 ve 20 tekrarlı ölçümler karşılaştırıldığında, anterior kanalların asimetri oranları arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (p=0,288).

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile yapılan değerlendirmeler sonucunda, 5 tekrar ve 20 tekrar üzerinden elde edilmiş olan posterior kanallara ilişkin asimetri oranları Çizelge 10'da verilmiştir.

Çizelge 10. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT ile Farklı Tekrar Sayılarında Elde Edilen Posterior Semisirküler Kanallara İlişkin Asimetri Oranları

Değişkenler	Minimum	Maksimum	M	\bar{X}	SS	P Değeri
Kanallar						
Posterior						
Kanal Asimetri Oranı						
Tekrar Sayıları						
5 tekrar	0,00	24,00	10,00	9,30	6,02	0,873
20 tekrar	1,00	22,00	9,00	9,53	5,21	

*p<0,05M: medyan, \bar{X} : ortalama, SS: standart sapma

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı kullanılarak elde edilen posterior kanallara ilişkin 5 tekrarlı ölçümlerde, minimum asimetri oranının %0; maksimum asimetri oranının %24; ortalama asimetri oranının ise %9,30±6,02 olduğu tespit edilmiştir.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen posterior kanallara ilişkin 20 tekrarlı ölçümlerde, minimum asimetri oranının %1; maksimum asimetri oranının %22; ortalama asimetri oranının ise %9,53±5,21 olduğu tespit edilmiştir.

Posterior kanallara ilişkin 5 ve 20 tekrarlı ölçümler karşılaştırıldığında, posterior kanalların asimetri oranları arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (p=0,873).

D. Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT Cihazı ile Farklı Tekrar Sayılarında Elde Edilen Kazanç Değerleri ve Asimetri Oranları

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile 5 tekrar ve 20 tekrar üzerinden elde edilen semisirküler kanallara ilişkin kazanç değerleri ve asimetri oranları sunulmuştur.

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı kullanılarak 5 ve 20 tekrar üzerinden elde edilen lateral semisirküler kanallara ilişkin kazanç değerleri Çizelge 11’de verilmiştir.

Çizelge 11. Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT ile Farklı Tekrar Sayılarında Elde Edilen Lateral Semisirküler Kanal Kazanç Sonuçları

Değişkenler	Minimum	Maksimum	M	\bar{X}	SS	P Değeri
Kanallar						
Tekrar Sayıları						
Sağ Lateral Kanal Kazancı						
5 tekrar	0,85	1,12	0,99	0,99	0,07	0,191
20 tekrar	0,95	1,07	1,01	1,01	0,03	
Sol Lateral Kanal Kazancı						
5 tekrar	0,84	1,11	0,97	0,97	0,07	0,199
20 tekrar	0,83	1,08	1,00	1,00	0,05	

* $p < 0,05$ M: medyan, \bar{X} : ortalama, SS: standart sapma

Sağ lateral kanala ilişkin 5 tekrarlı ölçümde, minimum kanal kazancının 0,85; maksimum kanal kazancının 1,12; ortalama kanal kazancının ise $0,99 \pm 0,07$ olduğu tespit edilmiştir.

Sağ lateral kanala ilişkin 20 tekrarlı ölçümde, minimum kanal kazancının 0,95; maksimum kanal kazancının 1,07; ortalama kanal kazancının ise $1,01 \pm 0,03$ olduğu tespit edilmiştir.

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen 5 ve 20 tekrarlı ölçümler arasında, sağ lateral kanal kazançları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($p=0,191$).

Sol lateral kanala ilişkin 5 tekrarlı ölçümde, minimum kanal kazancının 0,84; maksimum kanal kazancının 1,11; ortalama kanal kazancının ise $0,97 \pm 0,07$ olduğu tespit edilmiştir.

Sol lateral kanala ilişkin 20 tekrarlı ölçümde, minimum kanal kazancının 0,83; maksimum kanal kazancının 1,08; ortalama kanal kazancının ise $1,00 \pm 0,05$ olduğu tespit edilmiştir.

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı kullanılarak gerçekleştirilen 5 ve 20 tekrarlı testler arasında, sol lateral kanal kazançları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($p=0,199$).

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı kullanılarak 5 ve 20 tekrar üzerinden değerlendirilen anterior semisirküler kanallara ilişkin kazanç değerleri Çizelge 12’de verilmiştir.

Çizelge 12. Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT ile Farklı Tekrar Sayılarında Elde Edilen Anterior Semisirküler Kanal Kazanç Sonuçları

Değişkenler		Minimum	Maksimum	M	\bar{X}	SS	P Değeri
Kanallar	Tekrar Sayıları						
Sağ Anterior Kanal Kazancı	5 tekrar	0,85	1,08	0,94	0,95	0,05	0,182
Sol Anterior Kanal Kazancı	20 tekrar	0,84	1,02	0,93	0,93	0,04	
Sağ Anterior Kanal Kazancı	5 tekrar	0,85	1,06	0,92	0,94	0,05	0,181
Sol Anterior Kanal Kazancı	20 tekrar	0,89	1,03	0,94	0,95	0,03	

* $p < 0,05$ M: medyan, \bar{X} : ortalama, SS: standart sapma

Sağ anterior kanala ait 5 tekrarlı ölçümde, minimum kanal kazancının 0,85; maksimum kanal kazancının 1,08; ortalama kanal kazancının ise $0,95 \pm 0,05$ olduğu tespit edilmiştir.

Sağ anterior kanala ait 20 tekrarlı ölçümde, minimum kanal kazancının 0,84; maksimum kanal kazancının 1,02; ortalama kanal kazancının ise $0,93 \pm 0,04$ olduğu tespit edilmiştir.

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen 5 ve 20 tekrarlı ölçümler karşılaştırıldığında, sağ anterior kanal kazançları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($p=0,182$).

Sol anterior kanala ait 5 tekrarlı ölçümde, minimum kanal kazancının 0,85; maksimum kanal kazancının 1,06; ortalama kanal kazancının ise $0,94 \pm 0,05$ olduğu tespit edilmiştir.

Sol anterior kanala ait 20 tekrarlı ölçümde, minimum kanal kazancının 0,89; maksimum kanal kazancının 1,03; ortalama kanal kazancının ise $0,95 \pm 0,03$ olduğu tespit edilmiştir.

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen 5 ve 20 tekrarlı ölçümler karşılaştırıldığında, sol anterior kanal kazançları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($p=0,181$).

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı kullanılarak 5 ve 20 tekrar üzerinden değerlendirilen posterior semisirküler kanallara ait kazanç değerleri Çizelge 13’te verilmiştir.

Çizelge 13. Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT ile Farklı Tekrar Sayılarında Elde Edilen Posterior Semisirküler Kanal Kazanç Sonuçları

Değişkenler	Minimum	Maksimum	M	\bar{X}	SS	P Değeri	
Kanallar							
Tekrar Sayıları							
Sağ Posterior Kanal Kazancı	5 tekrar	0,70	0,98	0,87	0,87	0,06	0,008*
Sol Posterior Kanal Kazancı	20 tekrar	0,85	0,96	0,92	0,91	0,03	
Sağ Posterior Kanal Kazancı	5 tekrar	0,79	1,03	0,91	0,90	0,05	0,128
Sol Posterior Kanal Kazancı	20 tekrar	0,85	1,01	0,91	0,91	0,03	

* $p < 0,05$ M: medyan, \bar{X} : ortalama, SS: standart sapma

Sağ posterior kanala ait 5 tekrarlı ölçümde, minimum kanal kazancının 0,70; maksimum kanal kazancının 0,98; ortalama kanal kazancının ise $0,87 \pm 0,06$ olduğu tespit edilmiştir.

Sağ posterior kanala ait 20 tekrarlı ölçümde, minimum kanal kazancının 0,85; maksimum kanal kazancının 0,96; ortalama kanal kazancının ise $0,91 \pm 0,03$ olduğu tespit edilmiştir.

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile değerlendirilen 5 ve 20 tekrarlı ölçümler karşılaştırıldığında, sağ posterior kanal kazanç değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede bir fark olduğu tespit edilmiştir ($0,008^*$). 20 tekrar üzerinden elde edilen sağ posterior kanal kazancının, 5 tekrar üzerinden elde edilen sağ posterior kanal kazancına nazaran daha yüksek olduğu görülmüştür.

Sol posterior kanala ait 5 tekrarlı ölçümde, minimum kanal kazancının 0,79; maksimum kanal kazancının 1,03; ortalama kanal kazancının ise $0,90 \pm 0,05$ olduğu tespit edilmiştir.

Sol posterior kanala ait 20 tekrarlı ölçümde, minimum kanal kazancının 0,85; maksimum kanal kazancının 1,01; ortalama kanal kazancının ise $0,91 \pm 0,03$ olduğu tespit edilmiştir.

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen 5 ve 20 tekrarlı ölçümler karşılaştırıldığında, sol posterior kanal kazançları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($p=0,128$).

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile 5 tekrar ve 20 tekrar üzerinden elde edilmiş olan lateral semisirküler kanallara ilişkin asimetri oranları Çizelge 14’te verilmiştir.

Çizelge 14. Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT ile Farklı Tekrar Sayılarında Elde Edilen Lateral Semisirküler Kanallara İlişkin Asimetri Oranları

Değişkenler		Minimum	Maksimum	M	\bar{X}	SS	P Değeri
Kanallar	Tekrar Sayıları						
Lateral Kanal	5 tekrar	0,00	8,00	2,00	2,45	2,25	0,031*
Asimetri Oranı	20 tekrar	0,00	7,00	1,00	1,10	1,42	

* $p < 0,05$ M: medyan, \bar{X} : ortalama, SS: standart sapma

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı kullanılarak elde edilen lateral kanallara ilişkin 5 tekrarlı ölçümlerde, minimum asimetri oranının %0; maksimum asimetri oranının %8; ortalama asimetri oranının ise $2,45 \pm 2,25$ olduğu tespit edilmiştir.

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen lateral kanallara ilişkin 20 tekrarlı ölçümlerde, minimum asimetri oranının %0; maksimum asimetri oranının %7; ortalama asimetri oranının ise $1,10 \pm 1,42$ olduğu tespit edilmiştir.

Lateral kanallara ilişkin 5 ve 20 tekrarlı ölçümler karşılaştırıldığında, lateral kanalların asimetri oranları arasında anlamlı derecede bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$; $p = 0,031^*$). Beş tekrar üzerinden elde edilen lateral kanallara ilişkin asimetri oranının, 20 tekrar üzerinden elde edilen lateral kanallara ilişkin asimetri oranına göre daha yüksek bir asimetri oranına sahip olduğu görülmüştür.

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile 5 tekrar ve 20 tekrar üzerinden elde edilmiş olan anterior semisirküler kanallara ilişkin asimetri oranları Çizelge 15’te verilmiştir.

Çizelge 15. Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT ile Farklı Tekrar Sayılarında Elde Edilen Anterior Semisirküler Kanallara İlişkin Asimetri Oranları

Değişkenler		Minimum	Maksimum	M	\bar{X}	SS	P Değeri
Kanallar	Tekrar Sayıları						
Anterior Kanal	5 tekrar	0,00	9,00	2,00	2,10	1,94	0,067
Asimetri Oranı	20 tekrar	0,00	8,00	1,00	1,43	1,81	

* $p < 0,05$ M: medyan, \bar{X} : ortalama, SS: standart sapma

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı kullanılarak elde edilen anterior kanallara ilişkin 5 tekrarlı ölçümlerde, minimum asimetri oranının %0; maksimum asimetri oranının %9; ortalama asimetri oranının ise $2,10 \pm 1,94$ olduğu tespit edilmiştir.

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen anterior kanallara ilişkin 20 tekrarlı ölçümlerde, minimum asimetri oranının %0; maksimum asimetri oranının %8; ortalama asimetri oranının ise $1,43 \pm 1,81$ olduğu tespit edilmiştir.

Anterior kanallara ilişkin 5 ve 20 tekrarlı ölçümler karşılaştırıldığında, anterior kanalların asimetri oranları arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($p=0,067$).

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı kullanılarak 5 tekrar ve 20 tekrar üzerinden elde edilmiş olan posterior semisirküler kanallara ilişkin asimetri oranları Çizelge 16'da verilmiştir.

Çizelge 16. Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT ile Farklı Tekrar Sayılarında Elde Edilen Posterior Semisirküler Kanallara İlişkin Asimetri Oranları

Değişkenler	Minimum	Maksimum	M	\bar{X}	SS	P Değeri
Kanallar						
Tekrar Sayıları						
Posterior Kanal	0,00	10,00	2,00	2,94	2,59	0,001*
Asimetri Oranı	0,00	4,00	1,00	1,17	1,05	

* $p < 0,05$ M: medyan, \bar{X} : ortalama, SS: standart sapma

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT ile elde edilen posterior kanallara ilişkin 5 tekrarlı ölçümlerde, minimum asimetri oranının %0; maksimum asimetri oranının %10; ortalama asimetri oranının ise $2,94 \pm 2,59$ olduğu tespit edilmiştir.

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT ile elde edilen posterior kanallara ilişkin 20 tekrarlı ölçümlerde, minimum asimetri oranının %0; maksimum asimetri oranının %4; ortalama asimetri oranının ise $1,17 \pm 1,05$ olduğu tespit edilmiştir.

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen 5 ve 20 tekrarlı ölçümler karşılaştırıldığında, posterior kanalların asimetri oranları arasında anlamlı derecede bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$; $p = 0,001$ *). Beş tekrar

ile gerçekleştirilen posterior kanallara ait ölçümün, 20 tekrarlı ölçüme nazaran daha yüksek bir asimetri değerine neden olduğu görülmüştür.

E. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT Cihazı ve Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT Cihazı ile 5 Tekrar Üzerinden Değerlendirilen Kazanç Sonuçları ve Asimetri Oranları

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT cihazı ile 5 tekrar üzerinden elde edilen semisirküler kanallara ilişkin kazanç değerleri ve asimetri oranlarıyla, Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile 5 tekrar üzerinden elde edilen semisirküler kanallara ilişkin kazanç değerleri ve asimetri oranları sunulmuştur.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT ve Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazları kullanılarak 5 tekrar üzerinden elde edilen lateral semisirküler kanallara ilişkin kazanç değerleri Çizelge 17’de verilmiştir.

Çizelge 17. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT ve Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT ile 5 Tekrar Üzerinden Elde Edilen Lateral Semisirküler Kanal Kazanç Sonuçları

Değişkenler			Min	Maks	M	\bar{X}	SS	P Değeri
Kanallar	Cihazlar	Tekrar Sayıları						
Sol Lateral Kanal Kazancı	Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT	5	0,85	1,12	0,99	0,99	0,07	0,000*
	Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT	5	0,99	1,10	1,05	1,05	0,03	
Sağ Lateral Kanal Kazancı	Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT	5	0,84	1,11	0,97	0,97	0,07	0,000*
	Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT	5	1,08	1,24	1,14	1,14	0,03	

*p<0,05M: medyan, \bar{X} : ortalama, SS: standart sapma

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı kullanılarak elde edilen sol lateral kanala ait 5 tekrarlı ölçümde, minimum kanal kazancının 0,85; maksimum kanal kazancının 1,12; ortalama kanal kazancının ise $0,99\pm 0,07$ olduğu tespit edilmiştir.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT ile elde edilen sol lateral kanala ait 5 tekrarlı ölçümde, minimum kanal kazancının 0,99; maksimum kanal kazancının 1,10; ortalama kanal kazancının ise $1,05\pm 0,03$ olduğu tespit edilmiştir.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile sol lateral kanala ait 5 tekrarlı ölçüm ve Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile gerçekleştirilen sol lateral kanala ait 5 tekrarlı ölçüm arasında, kanal kazançları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$; $p=0,000^*$). Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen ölçümde sol lateral kanal kazanç değerinin, Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen sol lateral kanal kazanç değerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen sağ lateral kanala ait 5 tekrarlı ölçümde, minimum kanal kazancının 0,84; maksimum kanal kazancının 1,11; ortalama kanal kazancının ise $0,97\pm 0,07$ olduğu tespit edilmiştir.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen sağ lateral kanala ait 5 tekrarlı ölçümde, minimum kanal kazancının 1,08; maksimum kanal kazancının 1,24; ortalama kanal kazancının ise $1,14\pm 0,03$ olduğu tespit edilmiştir.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile sağ lateral kanala ait 5 tekrarlı ölçüm ve Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile gerçekleştirilen sağ lateral kanala ait 5 tekrarlı ölçüm arasında, kanal kazançları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$; $p=0,000^*$). Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen ölçümde sağ lateral kanal kazanç değerinin, Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen sağ lateral kanal kazanç değerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT ve Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazları kullanılarak 5 tekrar üzerinden elde edilen anterior semisirküler kanallara ilişkin kazanç değerleri Çizelge 18’de verilmiştir.

Çizelge 18. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT ve Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT ile 5 Tekrar Üzerinden Elde Edilen Anterior Semisirküler Kanal Kazanç Sonuçları

Değişkenler			Minimum	Maksimum	M	\bar{X}	SS	P Değeri
Kanallar	Cihazlar	Tekrar Sayıları						
Sol Anterior Kanal Kazancı	Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT	5	0,85	1,08	0,94	0,95	0,05	0,000*
	Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT	5	1,02	1,25	1,12	1,12	0,06	
Sağ Anterior Kanal Kazancı	Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT	5	0,85	1,06	0,92	0,94	0,05	0,000*
	Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT	5	0,86	1,31	1,12	1,13	0,10	

*p<0,05M: medyan, \bar{X} : ortalama, SS: standart sapma

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı kullanılarak 5 tekrar üzerinden değerlendirilen sol anterior kanalın minimum kanal kazancının 0,85; maksimum kanal kazancının 1,08; ortalama kanal kazancının ise $0,95\pm 0,05$ olduğu tespit edilmiştir.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen sol anterior kanala ait 5 tekrarlı ölçümde, minimum kanal kazancının 1,02; maksimum kanal kazancının 1,25; ortalama kanal kazancının ise $1,12\pm 0,06$ olduğu tespit edilmiştir.

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ve Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile uygulanan 5 tekrarlı

ölçümlerde, sol anterior kanalların kazançları arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$; $p=0,000^*$). Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT ile elde edilen ölçümde, sol anterior kanal kazanç değerinin, Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen sol anterior kanal kazanç değerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT ile elde edilen sağ anterior kanala ilişkin 5 tekrarlı ölçümde, minimum kanal kazancının 0,85; maksimum kanal kazancının 1,06; ortalama kanal kazancının ise $0,94\pm 0,05$ olduğu tespit edilmiştir.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT ile elde edilen sağ anterior kanala ilişkin 5 tekrarlı ölçümde, minimum kanal kazancının 0,86; maksimum kanal kazancının 1,31; ortalama kanal kazancının ise $1,13\pm 0,10$ olduğu tespit edilmiştir.

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT ve Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT ile uygulanan 5 tekrarlı ölçümler sonucunda, sağ anterior kanalların kazançları arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$; $p=0,000^*$). Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile değerlendirilen sağ anterior kanal kazanç değerinin, Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen sağ anterior kanal kazanç değerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT ve Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazları kullanılarak 5 tekrar üzerinden elde edilen posterior semisirküler kanallara ilişkin kazanç değerleri Çizelge 19'da verilmiştir.

Çizelge 19. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT ve Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT ile 5 Tekrar Üzerinden Elde Edilen Posterior Semisirküler Kanal Kazanç Sonuçları

Değişkenler			Minimum	Maksimum	M	\bar{X}	SS	P Değeri
Kanallar	Cihazlar	Tekrar Sayıları						
Sol Posterior Kanal Kazancı	Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT	5	0,70	0,98	0,87	0,87	0,06	0,000*
Sağ Posterior Kanal kazancı	Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT	5	0,79	1,03	0,91	0,90	0,05	0,000*
	Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT	5	0,89	1,15	1,00	1,01	0,06	
	Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT	5	0,83	1,19	1,08	1,07	0,08	

* $p < 0,05$ M: medyan, \bar{X} : ortalama, SS: standart sapma

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen sol posterior kanala ilişkin 5 tekrarlı ölçümde, minimum kanal kazancının 0,70; maksimum kanal kazancının 0,98; ortalama kanal kazancının ise $0,87 \pm 0,06$ olduğu tespit edilmiştir.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT ile elde edilen sol posterior kanala ilişkin 5 tekrarlı ölçümde, minimum kanal kazancının 0,89; maksimum kanal kazancının 1,15; ortalama kanal kazancının ise $1,01 \pm 0,06$ olduğu tespit edilmiştir.

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ve Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı kullanılarak elde edilen posterior kanallara ilişkin 5 tekrarlı ölçümlerde, sol posterior kanalların kazançları arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$; $p = 0,000^*$). Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT ile elde edilen ölçümde sol posterior kanal kazanç

değerinin, Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen sol posterior kanal kazanç değerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı kullanılarak elde edilen sağ posterior kanala ilişkin 5 tekrarlı ölçümde, minimum kanal kazancının 0,79; maksimum kanal kazancının 1,03; ortalama kanal kazancının ise $0,90\pm 0,05$ olduğu tespit edilmiştir.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı kullanılarak elde edilen sağ posterior kanala ilişkin 5 tekrarlı ölçümde, minimum kanal kazancının 0,83; maksimum kanal kazancının 1,19; ortalama kanal kazancının ise $1,07\pm 0,08$ olduğu tespit edilmiştir.

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT ve Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen posterior kanallara ilişkin 5 tekrarlı ölçümlerde, sağ posterior kanalların kazançları arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$; $p=0,000^*$). Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen ölçümlerde sağ posterior kanal kazanç değerinin, Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen sağ posterior kanal kazanç değerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ve Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile 5 tekrarlı ölçümler üzerinden elde edilmiş olan lateral semisirküler kanallara ilişkin asimetri oranları Çizelge 20'de verilmiştir.

Çizelge 20. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT ve Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT ile 5 Tekrar Üzerinden Elde Edilen Lateral Semisirküler Kanala İlişkin Asimetri Oranları

Değişkenler			Minimum	Maksimum	M	\bar{X}	SS	P Değeri
Kanallar	Cihazlar	Tekrar Sayıları						
Lateral Kanal Asimetri Oranı	Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT	5	0,00	8,00	2,00	2,45	2,25	0,000*
	Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT	5	4,00	15,00	8,50	8,33	2,23	

* $p < 0,05$ M: medyan, \bar{X} : ortalama, SS: standart sapma

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen lateral kanallara ilişkin 5 tekrarlı ölçümlerde, minimum asimetri oranının %0,00; maksimum asimetri oranının %8,00; ortalama asimetri oranının ise $2,45 \pm 2,25$ olduğu tespit edilmiştir.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen lateral kanallara ilişkin 5 tekrarlı ölçümlerde, minimum asimetri oranının %4,00; maksimum asimetri oranının %15; ortalama asimetri oranının ise $8,33 \pm 2,23$ olduğu tespit edilmiştir.

Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT cihazı ve Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen 5 tekrarlı ölçümler karşılaştırıldığında, lateral kanalların asimetri oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$; $p = 0,000^*$). Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen ölçümde, lateral kanallara ait asimetri oranının, Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen lateral kanallara ait asimetri oranına nazaran daha yüksek olduğu görülmüştür.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ve Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı kullanılarak, 5 tekrarlı ölçümler üzerinden elde edilmiş olan anterior semisirküler kanallara ilişkin asimetri oranları Çizelge 21’de verilmiştir.

Çizelge 21. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT ve Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT ile 5 Tekrar Üzerinden Elde Edilen Anterior Semisirküler Kanala İlişkin Asimetri Oranları

Değişkenler			Minimum	Maksium	M	\bar{X}	SS	P Değeri
Kanallar	Cihazlar	Tekrar Sayıları						
Anterior Kanal Asimetri Oranı	Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT	5	0,00	9,00	2,00	2,10	1,94	0,000*
		5	0,00	20,00	5,00	6,80	5,40	

* $p < 0,05$ M: medyan, \bar{X} : ortalama, SS: standart sapma

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı kullanılarak 5 tekrar üzerinden gerçekleştirilen anterior kanallara ilişkin ölçümlerde, minimum asimetri oranının %0,00; maksimum asimetri oranının %9; ortalama asimetri oranının ise $2,10 \pm 1,94$ olduğu tespit edilmiştir.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı kullanılarak 5 tekrar üzerinden gerçekleştirilen anterior kanallara ilişkin ölçümlerde, minimum asimetri oranının %0,00; maksimum asimetri oranının %20; ortalama asimetri oranının ise $6,80 \pm 5,40$ olduğu tespit edilmiştir.

Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT cihazı ve Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen 5 tekrarlı ölçümler karşılaştırıldığında, anterior kanalların asimetri oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$; $p = 0,000^*$). Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen ölçümde, anterior kanallara ait asimetri oranının, Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen anterior kanallara ait asimetri oranına göre daha yüksek olarak elde edildiği görülmüştür.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ve Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı kullanılarak, 5 tekrarlı ölçümler üzerinden elde edilmiş olan posterior semisirküler kanallara ilişkin asimetri oranları Çizelge 22’de verilmiştir.

Çizelge 22. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT ve Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT ile 5 Tekrar Üzerinden Elde Edilen Posterior Semisirküler Kanala İlişkin Asimetri Oranları

Değişkenler			Min	Maks	M	\bar{X}	SS	p
Kanallar	Cihazlar	Tekrar Sayıları						
Posterior Kanal Asimetri Oranı	Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT	5	0,00	10,00	2,00	2,94	2,59	0,000*
	Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT	5	0,00	24,00	10,00	9,30	6,02	

*p<0,05M: medyan, \bar{X} : ortalama, SS: standart sapma

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı kullanılarak 5 tekrar üzerinden gerçekleştirilen posterior kanallara ilişkin ölçümlerde, minimum asimetri oranının %0,00; maksimum asimetri oranının %10,00; ortalama asimetri oranının ise %2,94±2,59 olduğu tespit edilmiştir.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı kullanılarak 5 tekrar üzerinden gerçekleştirilen posterior kanallara ilişkin ölçümlerde, minimum asimetri oranının %0,00; maksimum asimetri oranının %24; ortalama asimetri oranının ise %9,30±6,02 olduğu tespit edilmiştir.

Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT cihazı ve Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı kullanılarak 5 tekrar üzerinden değerlendirilen ölçümler karşılaştırıldığında, posterior kanalların asimetri oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede bir fark olduğu tespit edilmiştir (p<0,05; p=0,000*). Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen ölçümde posterior kanallara ait asimetri oranının, Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen posterior kanallara ait asimetri oranına göre daha yüksek olarak elde edildiği görülmüştür.

F. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT Cihazı ve Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT Cihazı ile 20 Tekrar Üzerinden Değerlendirilen Kazanç Sonuçları ve Asimetri Oranları

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT cihazı ile 20 tekrar üzerinden elde edilen semisirküler kanallara ilişkin kazanç değerleri ve asimetri oranlarıyla, Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile 20 tekrar üzerinden elde edilen semisirküler kanallara ilişkin kazanç değerleri ve asimetri oranları sunulmuştur.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT ve Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazları kullanılarak 20 tekrar üzerinden elde edilen lateral semisirküler kanallara ait kazanç değerleri Çizelge 23'te verilmiştir.

Çizelge 23. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT ve Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT ile 20 Tekrar Üzerinden Elde Edilen Lateral Semisirküler Kanal Kazanç Sonuçları

Değişkenler			Minimum	Maksimum	M	\bar{X}	SS	P Değeri
Kanallar	Cihazlar	Tekrar Sayıları						
Sağ Lateral Kanal Kazancı	Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT	20	0,95	1,07	1,01	1,01	0,03	0,000*
	Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT	20	1,10	1,23	1,16	1,16	0,03	
Sol Lateral Kanal Kazancı	Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT	20	0,83	1,08	1,00	1,00	0,05	0,000*
	Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT	20	0,99	1,16	1,06	1,06	0,04	

* $p < 0,05$ M: medyan, \bar{X} : ortalama, SS: standart sapma

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile 20 tekrar üzerinden elde edilen sağ lateral kanala ilişkin ölçümde, minimum kanal kazancının 0,95;

maksimum kanal kazancının 1,07; ortalama kanal kazancının ise $1,01\pm 0,03$ olduğu tespit edilmiştir.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile 20 tekrar üzerinden elde edilen sağ lateral kanala ilişkin ölçümde, minimum kanal kazancının 1,10; maksimum kanal kazancının 1,23; ortalama kanal kazancının ise $1,16\pm 0,03$ olduğu tespit edilmiştir.

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT ve Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazları ile uygulanan 20 tekrarlı ölçümler karşılaştırıldığında, sağ lateral kanallar arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$; $p=0,000^*$). Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT ile elde edilen ölçümde sağ lateral kanal kazanç değerinin, Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT ile elde edilen sağ lateral kanal kazanç değerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT ile elde edilen sol lateral kanala ait 20 tekrarlı ölçümde, minimum kanal kazancının 0,83; maksimum kanal kazancının 1,08; ortalama kanal kazancının ise $1,00\pm 0,05$ olduğu tespit edilmiştir.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT ile elde edilen sol lateral kanala ait 20 tekrarlı ölçümde, minimum kanal kazancının 0,99; maksimum kanal kazancının 1,16; ortalama kanal kazancının ise $1,06\pm 0,04$ olduğu tespit edilmiştir.

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT ve Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazları ile elde edilen 20 tekrarlı ölçümler karşılaştırıldığında, sol lateral kanalların kazançları arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$; $p=0,000^*$). Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen ölçümde sol lateral kanal kazanç değerinin, Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen sol lateral kanal kazanç değerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine vHIT ve Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazları kullanılarak 20 tekrar üzerinden elde edilen anterior semisirküler kanallara ait kazanç değerleri Çizelge 24'te verilmiştir.

Çizelge 24. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT ve Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT ile 20 Tekrar Üzerinden Elde Edilen Anterior Semisirküler Kanal Kazanç Sonuçları

Değişkenler		Min	Maks	M	\bar{X}	SS	P Değeri	
Kanallar	Cihazlar	Tekrar Sayıları						
Sağ Anterior Kanal Kazancı	Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT	20	0,84	1,02	0,93	0,93	0,04	0,000*
	Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT	20	1,06	1,26	1,12	1,14	0,05	
Sol Anterior Kanal Kazancı	Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT	20	0,89	1,03	0,94	0,95	0,03	0,000*
	Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT	20	1,10	1,35	1,19	1,20	0,06	

* $p < 0,05$ M: medyan, \bar{X} : ortalama, SS: standart sapma

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile 20 tekrar üzerinden elde edilen sağ anterior kanala ilişkin ölçümde, minimum kanal kazancının 0,84; maksimum kanal kazancının 1,02; ortalama kanal kazancının ise $0,93 \pm 0,04$ olduğu tespit edilmiştir.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT ile elde edilen sağ anterior kanala ait 20 tekrarlı ölçümde, minimum kanal kazancının 1,06; maksimum kanal kazancının 1,26; ortalama kanal kazancının ise $1,14 \pm 0,05$ olduğu tespit edilmiştir.

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT ve Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazları ile uygulanan 20 tekrarlı ölçümler karşılaştırıldığında, sağ anterior kanalların kazançları arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$; $p = 0,000^*$). Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen ölçümde sağ anterior kanal kazanç değerinin, Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen sağ anterior kanal kazanç değerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı kullanılarak 20 tekrar üzerinden değerlendirilen sol anterior kanala ilişkin ölçümde, minimum kanal kazancının 0,89; maksimum kanal kazancının 1,03; ortalama kanal kazancının ise $0,95\pm 0,03$ olduğu tespit edilmiştir.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen sol anterior kanala ait 20 tekrarlı ölçümde, minimum kanal kazancının 1,10; maksimum kanal kazancının 1,35; ortalama kanal kazancının ise $1,20\pm 0,06$ olduğu tespit edilmiştir.

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT ve Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazları ile uygulanan 20 tekrarlı ölçümler karşılaştırıldığında, sol anterior kanalların kazançları arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$; $p=0,000^*$). Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT ile elde edilen ölçümde sağ anterior kanala ilişkin kazanç değerinin, Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT ile elde edilen sağ anterior kanal kazanç değerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT ve Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazları kullanılarak 20 tekrar üzerinden elde edilen posterior semisirküler kanallara ait kazanç değerleri Çizelge 25'te verilmiştir.

Çizelge 25. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT ve Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT ile 20 Tekrar Üzerinden Elde Edilen Posterior Semisirküler Kanal Kazanç Sonuçları

Değişkenler		Min	Maks	M	\bar{X}	SS	P Değeri	
Kanallar	Cihazlar	Tekrar Sayıları						
Sağ Posterior Kanal Kazancı	Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT	20	0,85	0,96	0,92	0,91	0,03	0,000*
	Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT	20	1,06	1,41	1,13	1,14	0,07	
Sol Posterior Kanal Kazancı	Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT	20	0,85	1,01	0,91	0,91	0,03	0,000*
	Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT	20	0,94	1,14	1,03	1,04	0,06	

* $p<0,05$ M: medyan, \bar{X} : ortalama, SS: standart sapma

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile gerçekleştirilen sağ posterior kanala ait 20 tekrarlı ölçümde, minimum kanal kazancının 0,85; maksimum kanal kazancının 0,96; ortalama kanal kazancının ise $0,91\pm 0,03$ olduğu tespit edilmiştir.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen sağ posterior kanala ait 20 tekrarlı ölçümde, minimum kanal kazancının 1,06; maksimum kanal kazancının 1,41; ortalama kanal kazancının ise $1,14\pm 0,07$ olduğu tespit edilmiştir.

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ve Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile uygulanan 20 tekrarlı ölçümler karşılaştırıldığında, sağ posterior kanalların kazançları arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$; $p=0,000*$). Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen ölçümde, sağ posterior kanal kazanç değerinin, Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen sağ posterior kanal kazanç değerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen sol posterior kanala ait 20 tekrarlı ölçümde, minimum kanal kazancının 0,85; maksimum kanal kazancının 1,01; ortalama kanal kazancının ise $0,91\pm 0,03$ olduğu tespit edilmiştir.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen sol posterior kanala ait 20 tekrarlı ölçümde, minimum kanal kazancının 0,94; maksimum kanal kazancının 1,14; ortalama kanal kazancının ise $1,04\pm 0,06$ olduğu tespit edilmiştir.

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ve Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile uygulanan 20 tekrarlı ölçümler karşılaştırıldığında, sol posterior kanalların kazançları arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede bir fark olduğu görülmüştür ($p<0,05$; $p=0,000*$). Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT ile elde edilen ölçümde, sol posterior kanal kazanç değerinin, Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen sol posterior kanal kazanç değerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ve Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı kullanılarak 20 tekrarlı ölçümler üzerinden elde edilmiş olan lateral semisirküler kanallara ilişkin asimetri oranları Çizelge 26’da verilmiştir.

Çizelge 26. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT ve Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT ile 20 Tekrar Üzerinden Elde Edilen Lateral Semisirküler Kanala İlişkin Asimetri Oranları

Değişkenler			Min	Maks	M	\bar{X}	SS	P Değeri
Kanallar	Cihazlar	Tekrar Sayıları						
Lateral Kanal Asimetri Oranı	Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT	20	0,00	7,00	1,00	1,10	1,42	0,000*
	Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT	20	6,00	12,00	9,00	8,60	1,73	

* $p < 0,05$ M: medyan, \bar{X} : ortalama, SS: standart sapma

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen lateral kanallara ilişkin 20 tekrarlı ölçümlerde, minimum asimetri oranının %0,00; maksimum asimetri oranının %7; ortalama asimetri oranının ise $1,10 \pm 1,42$ olduğu tespit edilmiştir.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen lateral kanallara ilişkin 20 tekrarlı ölçümlerde, minimum asimetri oranının %6,00; maksimum asimetri oranının %12; ortalama asimetri oranının ise $8,60 \pm 1,73$ olduğu tespit edilmiştir.

Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT cihazı ve Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen 20 tekrarlı ölçümler karşılaştırıldığında, lateral kanalların asimetri oranları arasında anlamlı derecede bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$; $p = 0,000^*$). Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen ölçümlerde lateral kanallara ilişkin asimetri oranının, Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen lateral kanal asimetri oranına göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ve Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı kullanılarak 20 tekrarlı ölçümler üzerinden elde edilmiş olan anterior semisirküler kanallara ilişkin asimetri oranları Çizelge 27’de verilmiştir.

Çizelge 27. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT ve Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT ile 20 Tekrar Üzerinden Elde Edilen Anterior Semisirküler Kanala İlişkin Asimetri Oranları

Değişkenler			Min	Maks	M	\bar{X}	SS	P Değeri
Kanallar	Cihazlar	Tekrar Sayıları						
Anterior Kanal Asimetri Oranı	Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT	20	0,00	8,00	1,00	1,43	1,81	0,000*
	Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT	20	0,00	10,00	5,00	4,97	3,08	

* $p < 0,05$ M: medyan, \bar{X} : ortalama, SS: standart sapma

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen anterior kanallara ilişkin 20 tekrarlı ölçümlerde, minimum asimetri oranının %0,00; maksimum asimetri oranının %8; ortalama asimetri oranının ise $1,43 \pm 1,81$ olduğu tespit edilmiştir.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen anterior kanallara ilişkin 20 tekrarlı ölçümlerde, minimum asimetri oranının %0,00; maksimum asimetri oranının %10; ortalama asimetri oranının ise $4,97 \pm 3,08$ olduğu tespit edilmiştir.

Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT cihazı ve Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen 20 tekrarlı ölçümler karşılaştırıldığında, anterior kanalların asimetri oranları arasında anlamlı derecede bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$; $p = 0,000^*$). Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen ölçümde anterior kanallara ilişkin asimetri oranının, Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT ile elde edilen anterior kanallara ilişkin asimetri oranına göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ve Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile 20 tekrar üzerinden elde edilmiş olan posterior semisirküler kanallara ilişkin asimetri oranları Çizelge 28’de verilmiştir.

Çizelge 28. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT ve Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT ile 20 Tekrar Üzerinden Elde Edilen Posterior Semisirküler Kanala İlişkin Asimetri Oranları

Değişkenler		Min	Maks	M	\bar{X}	SS	P Değeri	
Kanallar	Cihazlar	Tekrar Sayıları						
Posterior Kanal Asimetri Oranı	Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT	20	0,00	4,00	1,00	1,17	1,05	0,000*
	Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine Sahip vHIT	20	1,00	22,00	9,00	9,53	5,21	

* $p < 0,05$ M: medyan, \bar{X} : ortalama, SS: standart sapma

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen posterior kanallara ilişkin 20 tekrarlı ölçümlerde, minimum asimetri oranının %0,00; maksimum asimetri oranının %4; ortalama asimetri oranının ise $1,17 \pm 1,05$ olduğu tespit edilmiştir.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen posterior kanallara ilişkin 20 tekrarlı ölçümlerde, minimum asimetri oranının %1,00; maksimum asimetri oranının %22; ortalama asimetri oranının ise $9,53 \pm 5,21$ olduğu tespit edilmiştir.

Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT cihazı ve Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen 20 tekrarlı ölçümler karşılaştırıldığında, posterior kanalların asimetri oranları arasında anlamlı derecede bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$; $p = 0,000^*$). Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen ölçümde posterior kanallara ilişkin asimetri oranının, Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT ile elde edilen posterior kanallara ilişkin asimetri oranına göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

V.TARTIŞMA

Video Head Impulse Test, çocuklardan yatağa bağımlı hastalara kadar her türlü popülasyonda vestibüler fonksiyonun değerlendirilmesine olanak sağlayan, herhangi bir şekilde özel bir ortama veya test cihazı hariç ekipmana ihtiyaç duymayan, 6 semisirküler kanalın tümünü objektif ve hızlı bir şekilde değerlendirebilen yenilikçi bir testtir (Halmagyi et al., 2017:8).

Literatürde vHIT sistemlerinin ve/veya kazanç algoritmalarının karşılaştırıldığı çalışmalar oldukça kısıtlı olup, bu çalışmalarda yalnızca horizontal kanalların değerlendirildiği veya aynı test cihazıyla farklı kazanç algoritmalarının değerlendirildiği ve/veya testte uygulanan tekrar sayısı konusunda sabit bir değer bulunmadığı görülmüştür.

Çalışmamızda kullandığımız Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı 20 test kabul sayısına sahipken, Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı 5 test kabul sayısına sahiptir. Çalışmamızda her iki cihaz da birbirlerinin ve kendilerinin test kabul sayısında değerlendirilmiştir.

Cihazlar, birbirlerinin test kabul sayılarında değerlendirildiğinde, kazanç algoritmaları arasındaki farklılıkları tekrar sayısının etkisinden bağımsız bir şekilde ortaya koymak amaçlanmıştır. Cihazlar kendi test kabul sayılarında değerlendirildiğinde ise tekrar sayısının, kazanç değerleri üzerindeki olası etkisini ortaya koymak amaçlanmıştır.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera sistemi kullanılarak, Akut Vestibüler Sendromlu bireylerin lateral semisirküler kanal kazançlarını, farklı kazanç algoritmaları üzerinden karşılaştırmayı amaçlayan bir çalışmada, farklı algoritmalar arasında küçük ama anlamlı derecede kazanç farklılıklarının görüldüğü bildirilmiştir (Zamaro et al., 2020).

İki farklı monooküler test cihazıyla, Unilateral Akut Vestibüler Defisit'i bulunan hastalar üzerinde gerçekleştirilen bir çalışmada, lateral semisirküler

kanallara ilişkin kazanç değerlerinin, cihazların analiz yöntemlerine bağlı olarak farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir (Cleworth et al., 2017).

Yalnızca lateral kanalların ve bilateral vestibülopatinin değerlendirildiği başka bir çalışmada, Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT ve Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazlarının lateral semisirküler kanal kazançları arasında anlamlı derecede bir farklılık bulunduğu ve Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazının daha düşük VOR kazancı gösterdiği tespit edilmiştir (van Dooren et al., 2020).

Vestibülopatisi olmayan bireyler üzerinden yapılan bir derlemede ise VOR kazancının; katılımcı özelliklerine, muayene esnasındaki faktörlere, vHIT test protokollerine ve üreticilerin ekipmanları arasındaki farklılıklara göre değişebileceği belirtilmektedir (Money-Nolan and Flagge, 2023).

Çalışmamızda, mevcut çalışmalardan farklı olarak değerlendirmelerin kapsamı genişletilip, sağlıklı bireylerin tüm semisirküler kanallara ait kazanç değerleri, her iki cihaz ile 5 ve 20 tekrar üzerinden değerlendirilmiştir.

Değerlendirmeler sonucunda şu bulgulara ulaşılmıştır:

- Her iki cihaz ile 20 tekrar üzerinden gerçekleştirilen testlerde; sağ lateral, sol lateral, sağ anterior, sol anterior, sağ posterior ve sol posterior kanal kazançları arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede bir farklılık bulunmuştur ($p < 0,05$; $p = 0,000^*$).
- Her iki cihaz ile 5 tekrar üzerinden gerçekleştirilen testlerde; sağ lateral, sol lateral, sağ anterior, sol anterior, sağ posterior ve sol posterior kanal kazançları arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede bir fark bulunmuştur ($p < 0,05$; $p = 0,000^*$).

Çalışmamızda literatürle uyumlu olarak, Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT cihazının tüm tekrar sayılarında ve tüm semisirküler kanallarda önemli ölçüde ve anlamlı derecede daha düşük VOR kazancına sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun, vHIT sistemlerinin göz/kafa takip ve kaydındaki farklılıklarından ve/veya VOR kazancı hesaplamasında cihazların kullandığı algoritma farklılıklarından kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

Cihazların analiz yöntemlerinin lateral kanallar üzerinden karşılaştırıldığı bir çalışmada, 3 farklı analiz yöntemine sahip cihazın kazanç değerleri arasında anlamlı derecede bir fark olduğu tespit edilmiştir. Çalışmamızda kullandığımız monooküler kayıt yapan vHIT cihazının da sahip olduğu ve göz hızının eğrisiyle baş hızı eğrisi altındaki alanın oranı alınarak hesaplanan kazanç algoritmasının, anlık kazanç ve konum kazancı kullanan kazanç algoritmalarına göre daha düşük ortalama kazanç değeri gösterdiği saptanmıştır (Janky et al., 2017).

Her bir baş savrulmasındaki tepe ivmesinin 40 ms öncesinden 80 ms sonrasına kadarki bir alanda kazanç hesaplaması yapan Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazının kazanç algoritmasıyla ilgili literatürde yapılmış oldukça az çalışma bulunmakla birlikte sistem, halihazırda kullanılmakta olan tüm vHIT cihazlarından farklı bir kazanç algoritmasına ve kayıt sistemine sahiptir.

Literatürdeki vHIT algolaritmalarının karşılaştırıldığı çalışmalarda cihazlar, test kabul sayılarına göre ya da sabit ancak cihazlar için standart olmayan tekrar sayılarına göre karşılaştırılmıştır (Oyarzun Diaz et al., 2020). Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı 20 tekrarı test için yeterli kabul ederken, Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı 5 tekrarı test için yeterli kabul etmektedir. Çalışmamızda, tekrar sayılarının cihazlar arasındaki kazanç farklılıklarına olan etkisini değerlendirmek amacıyla, cihazların kendi test kabul sayılarında uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile 20 tekrar üzerinden elde edilen kazanç değerleri, Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile 5 tekrar üzerinden elde edilen kazanç değerleriyle karşılaştırılmıştır.

Çalışmamızda şu bulgulara ulaşılmıştır:

- Cihazların test kabul sayıları üzerinden gerçekleştirilen testlerde; sağ lateral, sol lateral, sağ anterior, sol anterior, sağ posterior ve sol posterior kanal kazançları arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede bir farklılık bulunmuştur ($p < 0,05$; $p = 0,000^*$).

Test kabul sayılarına göre gerçekleştirilen testlerde, Motorlu Kamera Sistemine Sahip vHIT cihazının önemli ölçüde ve anlamlı derecede daha düşük VOR kazancına sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda, cihazlar arasındaki

kazanç farklılıklarının tekrar sayısından bağımsız olabileceği, mevcut farklılığın kazanç algoritmasından ve/veya kayıt yönteminden kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

İki farklı monooküler test cihazının kazanç algoritmalarının karşılaştırıldığı bir çalışmada, hem aynı analiz yöntemiyle hem de farklı analiz yöntemiyle iki cihazın kazanç değerleri arasında anlamlı derecede farklılıklar görüldüğü tespit edilmiştir (Lee et al., 2018). Bu durum, cihazlar arasındaki kazanç farklılıklarına yalnızca analiz yöntemlerinin değil teknolojik farklılıkların da etki edebileceğini düşündürmektedir.

Bir nesnenin hareket hızı, kareler arasında aldığı mesafe ile ölçülebilmektedir. Özellikle nesnenin hareketli ve kameranın sabit olduğu durumlarda, alınan mesafe arttığı taktirde nesne kaçırılabilen ve yer değiştirme hesaplanırken farklı matematiksel manipülasyonlar gerekebilir. Bir kameradaki kare hızı, takip edilen nesnenin ve durumun özelliğine göre değişiklik gösterebilmektedir (Mohan et al., 2018).

Çalışmamızda kullanılan Motorlu Kamera Sisteminin sabit bir kameraya ve 100 Hz örneklem oranına sahip olduğu düşünüldüğünde, başla birlikte hareket eden ve 250 Hz hızında entegre kamera sistemine sahip olan vHIT cihazı ile Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı arasında göz hareketlerinin yakalanması konusunda farklılıklar görülebileceği ve bu durumun da kazanç değerlerine etki edebileceği düşünülmektedir.

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile yapılan bir normalizasyon çalışmasında RALP ve LARP planındaki testler esnasında, yalnızca sağ gözden yapılan kayıt nedeniyle anterior kanallar arasında bir asimetri meydana geldiği tespit edilmiştir. Bu durum, anterior kanalların değerlendirilmesi esnasında gözün, çeşitli planlarda vertikal translasyonunun artmasına veya azalmasına ve hedefte kalabilmesi için daha büyük veya küçük miktarda rotasyon oluşturmaya bağlanmıştır (McGarvie et al., 2015). Benzer bir şekilde monooküler kayıt yapılan cihazlar kullanıldığında, kameranın bulunduğu yere göre vertikal kanalların kazanç değerlerinin değiştiği tespit edilmiştir (Wittmeyer Cedervall et al., 2021).

Çalışmamız, literatürdeki veriler ışığında, anterior kanalların simetriğindeki posterior kanallar da dahil edilerek genişletilmiştir ve aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır:

- Her iki cihaz ile 20 tekrar üzerinden gerçekleştirilen testlerde anterior kanala ilişkin asimetri oranları arasında anlamlı derecede fark bulunmuştur ($p<0,05$; $p=0,000^*$).
- Her iki cihaz ile 5 tekrar üzerinden gerçekleştirilen testlerde anterior kanala ilişkin asimetri oranları arasında anlamlı derecede fark bulunmuştur ($p<0,05$; $p=0,000^*$).
- Her iki cihaz ile 20 tekrar üzerinden gerçekleştirilen testlerde posterior kanala ilişkin asimetri oranları arasında anlamlı derecede fark bulunmuştur ($p<0,05$; $p=0,000^*$).
- Her iki cihaz ile 5 tekrar üzerinden gerçekleştirilen testlerde posterior kanala ilişkin asimetri oranları arasında anlamlı derecede fark bulunmuştur ($p<0,05$; $p=0,000^*$).

Çalışmamızda literatürle uyumlu olarak anterior kanalların, monooküler kayıt yapan cihazın tüm tekrar sayılarında, daha yüksek bir asimetri oranı gösterdiği tespit edilmiştir. Bulgularımızda, literatürdeki çalışmadan farklı ve geniş kapsamlı olarak farklı tekrar sayılarında posterior kanallara ilişkin asimetri oranları da değerlendirilmiştir. Beş ve yirmi tekrar üzerinden gerçekleştirilen testlerde monooküler kayıt alan cihaz, posterior kanallar açısından tüm tekrar sayılarında daha yüksek bir asimetri oranı göstermiştir. Bu duruma, monooküler cihazın yalnızca sağ göz kaydı almasının ve anterior kanallarla benzer bir şekilde, gözün hedefte kalabilmesi için yapması gereken rotasyon miktarının daha büyük ya da daha küçük olmasının yol açtığı düşünülmüştür. Ek olarak çalışmamızda kullandığımız Motorlu Kamera Sistemi, LARP planındaki değerlendirmeler için sol gözün, RALP planındaki değerlendirmeler için ise sağ gözün kaydını almaktadır. Monooküler değerlendirmeye benzer bir şekilde tek taraflı bir göz kaydı söz konusu olmadığı için, bulgularımızda elde ettiğimiz asimetri oranları arasında görülen anlamlı farka, bu teknolojik farklılığın da etki ettiği düşünülmektedir.

Literatürdeki çalışmalar, monooküler kayıt yapılan vHIT cihazları kullanıldığında, lateral semisirküler kanallara ilişkin kazanç değerlerinin, kameranın bulunduğu tarafta daha yüksek elde edildiğini göstermiştir (Emekci et al, 2021; Janky et al., 2015; Kim T.H and Kim M.B, 2018; Korda et al., 2021; Martino-Soler et al., 2015; Rey-Martinez et al., 2018; Yang et al., 2016).

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile gerçekleştirilen bir çalışmada, sağ ve sol lateral kanallar arasındaki kazanç farkının, istatistiksel olarak anlamlı derecede olduğu tespit edilmiştir. Bu fark, vertikal kanallardaki fark kadar belirgin olmasa da istatistiksel olarak anlam teşkil etmektedir. Başın sağa dönüşü esnasında sağ gözün, sola dönüşü kıyasla hedefte kalabilmesi için daha fazla rotasyon yapması gerekmektedir. Bu durum sonucunda sağ lateral kanal kazancı, sol lateral kanal kazancına nazaran daha yüksek bir şekilde elde edilebilmektedir (McGarvie et al., 2015).

Çalışmamızda, cihazların lateral kanallarda gösterdiği asimetri oranlarına ilişkin şu sonuçlara ulaşılmıştır:

- Her iki cihaz ile 20 tekrar üzerinden gerçekleştirilen testlerde lateral kanallara ilişkin asimetri oranları arasında anlamlı derecede fark bulunmuştur ($p < 0,05$; $p = 0,000^*$).
- Her iki cihaz ile 5 tekrar üzerinden gerçekleştirilen testlerde lateral kanallara ilişkin asimetri oranları arasında anlamlı derecede fark bulunmuştur ($p < 0,05$; $p = 0,000^*$).

Çalışmamızda literatürle uyumlu olarak lateral kanalların, monooküler kayıt yapan cihazın tüm tekrar sayılarında daha yüksek bir asimetri oranı gösterdiği bulunmuştur.

Sağ ve sol taraftaki VOR kazançları arasındaki fark, ilgili planda değerlendirilen kanaldaki asimetri oranını yansıtabilir (Barin, 2019).

Çalışmamızda, Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile 5 tekrar üzerinden gerçekleştirilen ölçümde, sol lateral semisirküler kanal kazancının ortalama $1,05 \pm 0,03$ olduğu, 20 tekrar üzerinden gerçekleştirilen ölçümde ise $1,06 \pm 0,04$ olduğu bulunmuştur. Sağ lateral

semisirküler kanalın 5 tekrarlı ölçümünde ortalama kanal kazancının $1,14\pm 0,03$; 20 tekrarlı ölçümünde ise $1,16\pm 0,03$ olduğu bulunmuştur.

Çalışmamızda Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile 5 tekrar üzerinden gerçekleştirilen ölçümde, sol lateral semisirküler kanalın ortalama kazancının $0,97\pm 0,07$ olduğu, 20 tekrarlı ölçümünde ise $1,00\pm 0,05$ olduğu bulunmuştur. Sağ lateral semisirküler kanalın 5 tekrarlı ölçümünde, ortalama kanal kazancının $0,99\pm 0,07$; 20 tekrarlı ölçümünde ise $1,01\pm 0,03$ olduğu bulunmuştur.

Çalışmamızda, literatürle uyumlu olarak, yalnızca sağ taraftan gerçekleştirilen kayıt nedeniyle, sağ lateral semisirküler kanal kazancının, sol lateral semisirküler kanal kazancından daha yüksek bulunduğu görülmüştür.

Bulgularımızda, Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile değerlendirilen lateral kanal asimetri oranlarının, tüm tekrar sayılarında, Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile değerlendirilen lateral kanal asimetri oranlarından daha büyük olduğu görülmüştür.

Gözleri karşıdan gören motorlu kamera sistemi, lateral kanalların değerlendirilmesi esnasında her iki göze de eşit mesafede bulunduğu için, kazanç ve dolayısıyla asimetri oranının, monooküler cihazlarda olduğu kadar belirgin olmadığı varsayımında bulunulmuştur.

Elde edilen bulgular neticesinde cihazlardaki teknolojik özelliklerin, VOR kazançlarına ve asimetri oranlarına etki edebileceği düşünülmüştür.

Literatürde, yetişkinler üzerinde gerçekleştirilmiş olan ve aynı vHIT cihazının farklı tekrar sayılarında gösterdiği kazanç farklılıklarını ve asimetri oranlarını ortaya koyan bir çalışma bulunmamaktadır.

Bu bağlamda çalışmamızda, test kabul sayısı 5 tekrar olan Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazıyla gerçekleştirilen 5 tekrarlı test, 20 tekrarlı test ile; test kabul sayısı 20 olan Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sisteminin sahip vHIT cihazıyla gerçekleştirilen 20 tekrarlı test ise 5 tekrarlı test ile karşılaştırılmıştır. Böylece testteki tekrar sayılarının, kazanç sonuçlarına ve asimetri oranlarına olan olası etkisini göstermek amaçlanmıştır.

Literatürde çocuklar için gerekli tekrar sayısının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen bir çalışmada, 2' den fazla tekrar sayısının vestibüler fonksiyonu değerlendirmek için yeterli olduğu ve 15 tekrar ile 2 tekrar arasında anlamlı derecede bir fark görülmediği tespit edilmiştir (Wenzel et al., 2019).

Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı için çalışmamızda şu bulgular elde edilmiştir:

- Beş tekrar üzerinden değerlendirilen sağ lateral, sol lateral, sağ anterior ve sol posterior semisirküler kanal kazançları ile ve 20 tekrar üzerinden değerlendirilen sağ lateral, sol lateral, sağ anterior ve sol posterior semisirküler kanal kazançları arasında anlamlı derecede bir fark görülmemiştir ($p>0,05$).
- Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen 5 ve 20 tekrarlı ölçümler karşılaştırıldığında, semisirküler kanalların asimetri oranları arasında anlamlı bir fark elde edilmemiştir ($p>0,05$).
- Beş ve 20 tekrar üzerinden değerlendirilen sol anterior semisirküler kanal kazançları arasında, istatistiksel olarak anlamlı derecede bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$; $p=0,000*$).
- Beş ve 20 tekrar üzerinden gerçekleştirilen testler karşılaştırıldığında, sağ posterior kanalların kazançları arasında anlamlı derecede bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$; $p=0,000*$).

Yirmi tekrar üzerinden gerçekleştirilen testte, sol anterior ve sağ posterior kanalların kazançlarının, 5 tekrar üzerinden gerçekleştirilen teste nazaran daha büyük olduğu görülmüştür.

Çalışmamızda sol anterior ve sağ posterior kanallar haricinde elde ettiğimiz veriler literatürde gerçekleştirilmiş çalışmayla uyumludur. Sol anterior ve sağ posterior kanallardaki anlamlı farkın, 15 tekrar sayısının üzerinde bir tekrar sayısı kullanıldığı için meydana geldiği ve/veya bu anlamlı farka, farkın LARP planında görüldüğü de göz önüne alındığında, cihazın monooküler kayıt alma prensibinden kaynaklanan vertikal kanallardaki asimetrinin neden olduğu düşünülmüştür.

Çalışmamızda Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı için farklı tekrar sayılarında şu bulgular elde edilmiştir:

- Beş ve 20 tekrarlı ölçümler karşılaştırıldığında; sağ lateral, sol lateral, sağ anterior, sol anterior ve sol posterior kanal kazançları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$).
- Beş ve 20 tekrarlı ölçümler karşılaştırıldığında, anterior kanalların asimetri oranları arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$).
- Beş ve 20 tekrarlı ölçümler karşılaştırıldığında, sağ posterior kanal kazançları arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p=0,008^*$).
- Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile elde edilen 5 ve 20 tekrarlı ölçümler karşılaştırıldığında, lateral kanalların ve posterior kanalların asimetri oranları arasında anlamlı derecede bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$; $p=0,031^*$, $0,001^*$).

Çalışmamızda sağ posterior kanalın kazanç değerleri ile posterior ve lateral kanallara ilişkin asimetri oranları haricinde elde ettiğimiz veriler literatürdeki çalışmayla uyumludur. Bulgumuzda tekrar sayısı arttıkça, monooküler kayıt alan vHIT cihazı ile benzer bir şekilde, kazanç değerinin de arttığı görülmüştür. Bu durum da 15' ten daha fazla tekrar sayısının, kazanç değerlerini etkileyebileceği düşündürmüştür.

Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazıyla farklı tekrar sayılarında gerçekleştirilen testlerde, lateral ve posterior kanallar arasındaki asimetri oranının, 5 tekrar sayısında daha yüksek olduğu görülmüştür. Yirmi tekrar sayısıyla elde edilen değerlerin, 5 tekrar sayısıyla elde edilen değerlere nazaran ortalamaya ve normale daha yakın bir dağılım gösterebileceği ve çalışmamızda lateral ve posterior kanallara ilişkin asimetri oranı farklılıklarına bu nedenin yol açabileceği düşünülmüştür.

VI. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, tüm semisirküler kanalların kazanç değerlerini aynı ve farklı tekrar sayılarında, farklı algoritmalara sahip test cihazlarıyla değerlendirerek, cihazlar arasında görülmesi muhtemel kazanç değeri ve asimetri oranı farklılıklarını ortaya koymak amaçlanmıştır. Ek olarak cihazları, farklı tekrar sayılarında kendi içlerinde de karşılaştırarak, tekrar sayısının, kazanç değerleri ve asimetri oranları üzerine olan etkisini araştırmak amaçlanmıştır.

Çalışmamızda şu sonuçlara ulaşılmıştır:

- Her iki cihazın test kabul sayıları üzerinden gerçekleştirilen testler karşılaştırıldığında; sağ lateral, sol lateral, sağ anterior, sol anterior, sağ posterior ve sol posterior kanal kazançları arasında anlamlı derecede bir fark olduğu tespit edilmiştir.
- Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile 5 ve 20 tekrar üzerinden değerlendirilen sol anterior ve sağ posterior semisirküler kanal kazançları tekrar sayıları üzerinden karşılaştırıldığında, aralarında istatistiksel olarak anlamlı derecede bir fark olduğu tespit edilmiştir.
- Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile 5 tekrar ve 20 tekrar üzerinden değerlendirilen sağ lateral, sol lateral, sağ anterior, sol posterior semisirküler kanal kazançları tekrar sayıları üzerinden karşılaştırıldığında, aralarında istatistiksel olarak anlamlı derecede bir fark görülmemiştir.
- Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile 5 tekrar ve 20 tekrar üzerinden değerlendirilen lateral, anterior ve posterior kanalların asimetri oranları tekrar sayıları üzerinden karşılaştırıldığında, semisirküler kanalların asimetri oranları arasında anlamlı derecede bir fark elde edilmemiştir.

- Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile 5 ve 20 tekrar üzerinden değerlendirilen sağ posterior kanal kazançları tekrar sayıları üzerinden karşılaştırıldığında, aralarında istatistiksel olarak anlamlı derecede bir fark olduğu tespit edilmiştir.
- Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile 5 ve 20 tekrar üzerinden değerlendirilen sağ lateral, sol lateral, sağ anterior, sol anterior ve sol posterior kanal kazançları tekrar sayıları üzerinden karşılaştırıldığında, aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir.
- Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile 5 tekrar ve 20 tekrar üzerinden değerlendirilen lateral ve posterior kanalların asimetri oranları tekrar sayıları üzerinden karşılaştırıldığında, aralarında anlamlı derecede bir fark olduğu tespit edilmiştir.
- Motorlu Kamera Sistemine sahip vHIT cihazı ile 5 ve 20 tekrar üzerinden değerlendirilen anterior kanalların asimetri oranları tekrar sayıları üzerinden karşılaştırıldığında, aralarında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir.
- Her iki cihazla 5 tekrar üzerinden gerçekleştirilen testler karşılaştırıldığında; sağ lateral, sol lateral, sağ anterior, sol anterior, sağ posterior ve sol posterior kanal kazançları arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede bir fark olduğu tespit edilmiştir.
- Her iki cihazla 5 tekrar üzerinden elde edilen lateral, anterior ve posterior kanal asimetri oranları karşılaştırıldığında, aralarında istatistiksel olarak anlamlı derecede bir fark olduğu tespit edilmiştir.
- Her iki cihazla 20 tekrar üzerinden gerçekleştirilen testler karşılaştırıldığında; sağ lateral, sol lateral, sağ anterior, sol anterior, sağ posterior ve sol posterior kanal kazançları arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede bir fark olduğu tespit edilmiştir.
- Her iki cihazla 20 tekrar üzerinden elde edilen lateral, anterior ve posterior kanal asimetri oranları karşılaştırıldığında, aralarında istatistiksel olarak anlamlı derecede bir fark olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmada elde ettiğimiz bulgular ışığında vHIT sistemlerinin farklı kazanç değerleri ve asimetri oranları gösterebileceği tespit edilmiştir. Bulduğumuz bu farklılığın, cihazların kazanç algoritmasından ve/veya teknolojik özelliklerinden kaynaklandığı sonucuna ulaşılmıştır.

vHIT sistemleri için kesin bir test kabul sayısının bulunmaması, testin kazanç değerlerini ve kanallar arasındaki asimetri oranlarını etkileyebilmektedir. Farklı tekrar sayılarında gerçekleştirilen testlerde farklı kazanç değerlerinin elde edilmesi, özellikle hasta grupları için yanlış pozitif veya yanlış negatif durumu doğurabilir.

Çalışmanın kapsamının genişletilerek hasta grupları arasında görülen kazanç farklılıklarının ortaya konulması önerilmektedir.

vHIT cihazları arasındaki kazanç farklılıklarının önlenmesi adına ortak bir kazanç formülü kullanılabilir ve standart bir test kabul sayısının belirlenmesi konusunda çalışmalar gerçekleştirilebilir.

Bu çalışmanın, cihazlar için test prosedürlerinin belirlenmesi ve tanı konulurken cihazlar arasındaki farklılıkların göz önüne alınması açısından literatüre katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

VII. KAYNAKÇA

KİTAPLAR

- BANSAL, M. (2012). **Diseases of Ear, Nose and Throat**. India, Jaypee Brothers Medical Publishers Pvt. Limited.
- BHATNAGAR S.C., KORABIĆ E.W. (2014). “Neuroanatomy and Neurophysiology of the Central Auditory Pathways”. In: **An Introduction to Auditory Processing Disorders in Children**. Eds. Teralandur K. Parthasarathy. United Kingdom, Taylor & Francis.
- DALLOS, P. (2012). **The Auditory Periphery Biophysics and Physiology**. United Kingdom, Elsevier Science.
- DELAHUNTA, A., GLASS, E. (2009). “Vestibular System: Special Proprioception”. **Veterinary Neuroanatomy and Clinical Neurology**, Third Edition. Ed. Alexander DeLahunta. United Kingdom, Saunders Elsevier.
- FIFE T.D. (2009). “Overview of anatomy and physiology of the vestibular system”. In: **Vertigo and imbalance: Clinical neurophysiology of the vestibular system**, Eds. Scott D.Z. Eggers, David S. Zee. Holland, Elsevier Health Sciences.
- FURMAN, J. M., CASS, S. P. (2003). **Vestibular Disorders: A Case-study Approach**, Second Edition. United Kingdom, Oxford University Press.
- GELFAND, S. (2009). **Essentials of Audiology**, Third Edition. United States of America, Thieme.
- GULYA A. J. (2003). “Anatomy of the Ear and Temporal Bone”, In: **Glasscock-Shambaugh Surgery of the Ear**, Fifth Edition. Eds. Michael E. Glasscock, Aina J. Gulya. United Kingdom, BC Decker.

- HAIN, T.C. (2007) “Cranial Nerve VIII: Vestibulocochlear System” In: **Textbook of Clinical Neurology**, Third Edition. Ed. [Christopher G. Goetz](#). United Kingdom, Saunders Elsevier.
- HALL, J. E., HALL, M. E. (2020). **Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology E-Book**, Fourteenth Edition. Holland, Elsevier Health Sciences.
- HIZAL E. (2017). “Vestibüler Sistemin Anatomi ve Fizyolojisi”. İçinde: **Temel Odyoloji**, 2. Baskı. Ed. Erol Belgin, Sanem Şahlı. Ankara, Güneş Tıp Kitabevleri
- HULLAR, T.E., MİNOR B.L. (2003). “Vestibular Physiology and Disorders of the Labyrinth”, In: **Glasscock-Shambaugh Surgery of the Ear**, Fifth Edition. Eds. Michael E. Glasscock, Aina J. Gulya. United Kingdom, BC Decker.
- LEIGH, R. J., ZEE, D. S. (2015). **The Neurology of Eye Movements**, Fifth Edition. United Kingdom, Oxford University Press.
- MANSOUR, S., MAGNAN, J., HAİDAR, H., NİCOLAS, K. (2015). **Tympanic Membrane Retraction Pocket: Overview and Advances in Diagnosis and Management**. Germany, Springer International Publishing.
- MANSOUR, S., MAGNAN, J., HAİDAR, H., NİCOLAS, K., LOURYAN, S. (2013). **Comprehensive and Clinical Anatomy of the Middle Ear**. Germany, Springer Berlin Heidelberg.
- MOLLER, A. R. (2000). **Hearing: Its Physiology and Pathophysiology**, Second Edition. United Kingdom, Elsevier Science.
- MUSİEK, F. E., BARAN, J. A. (2017). **The Auditory System: Anatomy, Physiology, and Clinical Correlates**, Second Edition. United States of America, Plural Publishing, Incorporated.
- NOMURA, Y. (2013). **Morphological Aspects of Inner Ear Disease**. Japan, Springer Japan.

- SEIKEL, J. A., DRUMRIGHT, D. G., HUDOCK, D. J. (2019). **Anatomy & Physiology for Speech, Language, and Hearing**, Sixth Edition. United States of America, Plural Publishing, Incorporated.
- SHARMA, K. (2006). **Aural Rehabilitation of Hearing Impaired Children**. India, Sarup & Sons.
- SINGH, V. (2018). **Textbook of Anatomy Head, Neck, and Brain; Volume III**, Third Edition. India, Elsevier Health Sciences.
- SNELL, R. S. (2012). **Clinical Anatomy by Regions**, Ninth Edition. United Kingdom, Lippincott Williams & Wilkins.
- SOLNTSEVA, G. N. (2007). **Morphology of the Auditory and Vestibular Organs in Mammals, with Emphasis on Marine Species**. Bulgaria, Pensoft Pub..
- TREUTING P.M., DINTZIS S.M., SELLERS R. (2017) “Special Senses: Ear”. In: **Comparative Anatomy and Histology: A Mouse, Rat, and Human Atlas**, Second Edition. Eds. Kathleen S. Montine, Piper M. Treuting, Suzanne M. Dintzis. Holland, Elsevier Science.
- VIJENDREN A., VALENTINE P. (2022). “Anatomy and Physiology of Hearing”. In: **Scott-Brown's Essential Otorhinolaryngology, Head & Neck Surgery**. Eds. R. James A. England, Eamon Shamil. United States of America, CRC Press.
- VINCENT R., ISILDAK H., TEIXIDO M. (2019). “Anatomy and Embryology of the Vestibular Apparatus”. In: **Manual of Pediatric Balance Disorders**, Second Edition. Eds. Jacob R. Brodsky, Robert Carlos O'Reilly, Sharon L. Cushing, Thierry Morlet. United States of America, Plural Publishing, Incorporated.
- WALDMAN, S. D. (2009). **Pain Review**. Switzerland, Elsevier Health Sciences.
- WYLIE, L. (2005). **Essential Anatomy and Physiology in Maternity Care**, Second Edition. United Kingdom, Elsevier, Churchill Livingstone.
- ZALESKI-KING A.C., LAI W., SWEENEY A.D. (2019). “Anatomy and Physiology of the Vestibular System”, In: **Diagnosis and Treatment**

of Vestibular Disorders. Eds. Christopher A. Schutt, Dennis I. Bojrab, Seilesh Babu. Germany, Springer International Publishing.

MAKALELER

ALHABİB, S. F., & SALİBA, I. (2017). “Video head impulse test: a review of the literature”. **European archives of oto-rhino-laryngology : official journal of the European Federation of Oto-Rhino-Laryngological Societies (EUFOS) : affiliated with the German Society for Oto-Rhino-Laryngology - Head and Neck Surgery**, 274(3), 1215–1222. <https://doi.org/10.1007/s00405-016-4157-4>

ALLANSON, B. M., LOW, T. H., CLARK, J. R., GUPTA, R. (2018). “Squamous Cell Carcinoma of the External Auditory Canal and Temporal Bone: An Update”. **Head and neck pathology**, 12(3), 407–418. <https://doi.org/10.1007/s12105-018-0908-4>

BARİN K. (2019). “Estimating loss of canal function in the video head impulse test (vHIT)”. **Journal of vestibular research : equilibrium & orientation**, 29(6), 295–307. <https://doi.org/10.3233/VES-190688>

CHANDRAKUMAR, M., BLAKEMAN, A., GOLTZ, H. C., SHARPE, J. A., & WONG, A. M. (2011). “Static ocular counterroll reflex in skew deviation”. **Neurology**, 77(7), 638–644. <https://doi.org/10.1212/WNL.0b013e3182299f71>

CLÉMENT, G., WOOD, S. J. (2016). “Translational otolith-ocular reflex during off-vertical axis rotation in humans”. **Neuroscience letters**, 616, 65–69. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2016.01.049>

CLEWORTH, T. W., CARPENTER, M. G., HONEGGER, F., & ALLUM, J. H. J. (2017). “Differences in head impulse test results due to analysis techniques”. **Journal of vestibular research : equilibrium & orientation**, 27(2-3), 163–172. <https://doi.org/10.3233/VES-170614>

COLLEWIJN, H., VAN DER STEEN, J., FERMAN, L., & JANSEN, T. C. (1985). “Human ocular counterroll: assessment of static and dynamic

- properties from electromagnetic scleral coil recordings”. **Experimental brain research**, 59(1), 185–196.
<https://doi.org/10.1007/BF00237678>
- EMEKCİ, T., UĞUR, K. Ş., CENGİZ, D. U., & MEN KILINÇ, F. (2021). “Normative values for semicircular canal function with the video head impulse test (vHIT) in healthy adolescents”. **Acta otolaryngologica**, 141(2), 141–146.
<https://doi.org/10.1080/00016489.2020.1836396>
- HALMAGYI, G. M., & CURTHOYS, I. S. (1988). “A clinical sign of canal paresis”. **Archives of neurology**, 45(7), 737–739.
<https://doi.org/10.1001/archneur.1988.00520310043015>
- HALMAGYI, G. M., CHEN, L., MACDOUGALL, H. G., WEBER, K. P., MCGARVIE, L. A., & CURTHOYS, I. S. (2017). “The Video Head Impulse Test”. **Frontiers in neurology**, 8, 258.
<https://doi.org/10.3389/fneur.2017.00258>
- JANKY, K. L., PATTERSON, J. N., SHEPARD, N. T., THOMAS, M. L. A., & HONAKER, J. A. (2017). “Effects of Device on Video Head Impulse Test (vHIT) Gain”. **Journal of the American Academy of Audiology**, 28(9), 778–785. <https://doi.org/10.3766/jaaa.16138>
- JUDGE, P. D., JANKY, K. L., BARIN, K. (2017). “Can the Video Head Impulse Test Define Severity of Bilateral Vestibular Hypofunction?”. **Otology & neurotology : official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology**, 38(5), 730–736.
<https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000001351>
- KHAN, S., CHANG, R. (2013). “Anatomy of the vestibular system: a review”. **NeuroRehabilitation**, 32(3), 437–443.
<https://doi.org/10.3233/NRE-130866>
- KIM, T. H., & KIM, M. B. (2018). “Effect of aging and direction of impulse in video head impulse test”. **The Laryngoscope**, 128(6), E228–E233.
<https://doi.org/10.1002/lary.26864>

- KORDA, A., SAUTER, T. C., CAVERSACCIO, M. D., & MANTOKOUDIS, G. (2021). “Quantifying a Learning Curve for Video Head Impulse Test: Pitfalls and Pearls”. **Frontiers in neurology**, 11, 615651. <https://doi.org/10.3389/fneur.2020.615651>
- LEE, S. H., YOO, M. H., PARK, J. W., KANG, B. C., YANG, C. J., KANG, W. S., . . . PARK, H. J. (2018). “Comparison of Video Head Impulse Test (vHIT) Gains Between Two Commercially Available Devices and by Different Gain Analytical Methods”. **Otology & neurotology : official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology**, 39(5), e297–e300. <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000001799>
- MACDOUGALL, H. G., CURTHOYS, I. S. (2012). “Plasticity during Vestibular Compensation: The Role of Saccades”. **Frontiers in neurology**, 3, 21. <https://doi.org/10.3389/fneur.2012.00021>
- MACDOUGALL, H. G., MCGARVIE, L. A., HALMAGYI, G. M., CURTHOYS, I. S., WEBER, K. P. (2013). “Application of the video head impulse test to detect vertical semicircular canal dysfunction”. **Otology & neurotology : official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology**, 34(6), 974–979. <https://doi.org/10.1097/MAO.0b013e31828d676d>
- MACDOUGALL, H. G., WEBER, K. P., MCGARVIE, L. A., HALMAGYI, G. M., CURTHOYS, I. S. (2009). “The video head impulse test: diagnostic accuracy in peripheral vestibulopathy”. **Neurology**, 73(14), 1134–1141. <https://doi.org/10.1212/WNL.0b013e3181bacf85>
- MATIÑO-SOLER, E., ESTELLER-MORE, E., MARTÍN-SANCHEZ, J. C., MARTÍNEZ-SANCHEZ, J. M., & PEREZ-FERNANDEZ, N. (2015). “Normative data on angular vestibulo-ocular responses in the yaw axis measured using the video head impulse test”. **Otology & neurotology : official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of**

Otology and Neurotology, 36(3), 466–471.
<https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000000661>

MCGARVIE, L. A., MACDOUGALL, H. G., HALMAGYI, G. M., BURGESS, A. M., WEBER, K. P., & CURTHOYS, I. S. (2015). “The Video Head Impulse Test (vHIT) of Semicircular Canal Function - Age-Dependent Normative Values of VOR Gain in Healthy Subjects”. **Frontiers in neurology**, 6, 154. <https://doi.org/10.3389/fneur.2015.00154>

MİNOR L. B. (1998). “Physiological principles of vestibular function on earth and in space”. **Otolaryngology--head and neck surgery : official journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery**, 118(3 Pt 2), S5–S15. <https://doi.org/10.1016/S0194-59989870002-6>

MOHAN, A., KASEB, A. S., GAUEN, K. W., LU, Y. H., REİBMAN, A. R., & HACKER, T. J. (2018). “Determining the Necessary Frame Rate of Video Data for Object Tracking under Accuracy Constraints”. **2018 IEEE Conference on Multimedia Information Processing and Retrieval (MIPR)**. <https://doi.org/10.1109/mipr.2018.00081>

MONEY-NOLAN, L. E., & FLAGGE, A. G. (2023). “Factors affecting variability in vestibulo-ocular reflex gain in the Video Head Impulse Test in individuals without vestibulopathy: A systematic review of literature”. **Frontiers in neurology**, 14, 1125951. <https://doi.org/10.3389/fneur.2023.1125951>

OYARZUN DÍAZ, P. RÍVERA RETEMAL, S., JÍMENEZ COFRE, S., SEGURA PUJOL, H. (2020). “Normative values of vestibulo-ocular reflex gain obtained through Video Head Impulse Test: an integrative literature review”. **Revista CEFAC**, 22(6). <https://doi.org/10.1590/1982-0216/20202264320>

REY-MARTÍNEZ, J., THOMAS-ARRÍZABALAGA, I., ESPÍNOSA-SANCHEZ, J. M., BATUECAS-CALETRÍO, A., TRÍNIDAD-RUIZ, G., MATIÑO-SOLER, E., & PEREZ-FERNANDEZ, N. (2018). “Vestibulo-ocular reflex gain values in the suppression head impulse

test of healthy subjects”. **The Laryngoscope**, 128(10), 2383–2389.
<https://doi.org/10.1002/lary.27107>

VAN DOOREN, T. S., STARKOV, D., LUCIÈRE, F. M. P., VERMORKEN, B., JANSSEN, A. M. L., GUÍNAND, N., PÉREZ-FORNOS, A., . . . VAN DE BERG, R. (2020). “Comparison of three video head impulse test systems for the diagnosis of bilateral vestibulopathy”. **Journal of neurology**, 267(Suppl 1), 256–264. <https://doi.org/10.1007/s00415-020-10060-w>

WEBER, K. P., AW, S. T., TODD, M. J., MCGARVIE, L. A., CURTHOYS, I. S., HALMAGYI, G. M. (2009b). “Horizontal head impulse test detects gentamicin vestibulotoxicity”. **Neurology**, 72(16), 1417–1424.
<https://doi.org/10.1212/WNL.0b013e3181a18652>

WEBER, K. P., AW, S. T., TODD, M. J., MCGARVIE, L. A., CURTHOYS, I. S., HALMAGYI, G. M. (2008). “Head impulse test in unilateral vestibular loss: vestibulo-ocular reflex and catch-up saccades”. **Neurology**, 70(6), 454–463.
<https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000299117.48935.2e>

WEBER, K. P., MACDOUGALL, H. G., HALMAGYI, G. M., CURTHOYS, I. S. (2009a). “Impulsive testing of semicircular-canal function using video-oculography”. **Annals of the New York Academy of Sciences**, 1164, 486–491. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2008.03730.x>

WELGAMPOLA, M. S., TAYLOR, R. L., & HALMAGYI, G. M. (2019). “Video Head Impulse Testing”. **Advances in oto-rhino-laryngology**, 82, 56–66. <https://doi.org/10.1159/000490272>

WENZEL, A., HÜLSE, R., THUNSDORFF, C., ROTTER, N., & CURTHOYS, I. (2019). “Reducing the number of impulses in video head impulse testing - It's the quality not the numbers”. **International journal of pediatric otorhinolaryngology**, 125, 206–211.
<https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2019.07.013>

WITTMAYER CEDERVALL, L., MAGNUSSON, M., KARLBERG, M., FRANSSON, P. A., NYSTRÖM, A., & TJERNSTRÖM, F. (2021).

“vHIT Testing of Vertical Semicircular Canals With Goggles Yield Different Results Depending on Which Canal Plane Being Tested”. **Frontiers in neurology**, 12, 692196. <https://doi.org/10.3389/fneur.2021.692196>

YANG, C. J., LEE, J. Y., KANG, B. C., LEE, H. S., YOO, M. H., PARK, H. J. (2016). “Quantitative analysis of gains and catch-up saccades of video-head-impulse testing by age in normal subjects”. **Clinical otolaryngology : official journal of ENT-UK ; official journal of Netherlands Society for Oto-Rhino-Laryngology & Cervico-Facial Surgery**, 41(5), 532–538. <https://doi.org/10.1111/coa.12558>

ZAMARO, E., SABER TEHRANI, A. S., KATTAH, J. C., EIBENBERGER, K., GUEDE, C. I., ARMANDO, L., CAVERSACCIO, M. D., NEWMAN-TOKER, D. E., & MANTOKOUDIS, G. (2020). “VOR gain calculation methods in video head impulse recordings”. **Journal of vestibular research : equilibrium & orientation**, 30(4), 225–234. <https://doi.org/10.3233/VES-200708>

EKLER

Ek- 1 Etik Kurul Raporu

Ek- 1 Etik Kurul Raporu

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ



THE REPUBLIC OF TURKEY
İSTANBUL AYDIN UNIVERSITY

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARARI

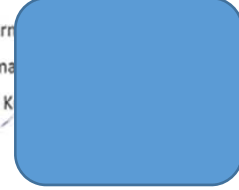
Sayı : B.30.2.AYD.0.00.00-050.06.04/159
Konu : Karar hk.

13.12.2023

Sayın, Dr. Öğr. Üyesi Uğur Embiye ÖZGÜR

İstanbul Aydın Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun **13.12.2023** tarihinde yapılan olağan toplantısında danışmanlığını yürüttüğünüz "Fatih Kırmızıgül" isimli öğrencinize ait "Yetişkin Bireylerde Video Impulse Test (vHIT)'inde Kullanılan Motorlu Kamera Sistemiyle Monooküler Gözlüğe Entegre Video Kamera Sisteminin Karşılaştırılması" konulu yüksek lisans tez çalışmanız ile ilgili alınan **2023/159** no'lu karar gereği; başvuru dosyanız ile ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenerek etik yönden oy birliğiyle uygun bulunmuş olup tutanaklar ekte sunulmuştur.
Bilgilerinize sunarım.

Prof. Dr. Err
Girişimsel Olma
Etik K



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Fatih KIRMIZIGÜL

ÖĞRENİM DURUMU:

Lisans : 2020, Üsküdar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Odyoloji

MESLEKİ DENEYİM:

01.03.2021-Devam Ediyor- Eartechnic

YAYINLANAN BİLDİRİLER

Kırmızıgül F (2023) 14th International Medicine and Health Sciences Researches
Congress s 185

