



Kapadokya Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Araştırma Enstitüsü  
Odyoloji Anabilim Dalı

**İLERİ DERECE SENSÖRİNÖRAL İŞİTME KAYBININ  
VESTİBÜLOOKÜLER REFLEKS ÜZERİNE ETKİSİNİN  
OBJEKTİF VESTİBÜLER TESTLER İLE  
ARAŞTIRILMASI**

Buşra KUŞMAN

Yüksek Lisans Tezi

Nevşehir,2024



İLERİ DERECE SENSÖRİNÖRAL İŞİTME KAYBININ VESTİBÜLOOKÜLER  
REFLEKS ÜZERİNE ETKİSİNİN OBJEKTİF VESTİBÜLER TESTLER İLE  
ARAŞTIRILMASI

Buşra KUŞMAN

Kapadokya Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Araştırma Enstitüsü  
Odyoloji Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Nevşehir,2024

## TEŞEKKÜR

*Bu tezi 19.06.2022 tarihinde vefat eden, kişilik gelişimime büyük bir katkısı olan, bana iyi bir insan olmayı öğreten biricik ağabeyim Ömer Kuşman'a ithaf ediyorum.*

Yüksek lisans eğitimim süresince akademik bilgi ve deneyimlerini paylaşan, tezimin her aşamasında desteklerini ve katkılarını sunan sayın danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Celalettin Cihan'a

Akademik bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen, akademik gelişimim konusunda beni destekleyen değerli hocalarım İnönü Üniversitesi Turgut Özal Tıp Merkezi Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı Başkanı Doç. Dr. Mehmet Aslan'a ve İnönü Üniversitesi Turgut Özal Tıp Merkezi başhekim yardımcısı Dr. Öğr. Üyesi İsmail Demir'e

Bilgi birikimi ve tecrübeleriyle akademik yolumu aydınlatan, tüm çalışma sürecimde desteğini hep hissettiğim, özverisine, sabrına ve emeğine minnettar olduğum, hayata bakışıyla da örnek aldığım kıymetli hocam Dr. Öğr. Üyesi Deniz Uğur Cengiz'e

Akademik bilgi ve tecrübesiyle bu süreçte beni yalnız bırakmayan, yardımlarını esirgemeyen, her yorulduğumda beni motive eden, her zaman beni sabırla dinleyen akademik hayatımda hep yanımda olmasını istediğim sevgili Arş. Grv. Sanem Can Çolak'a

Tez sürecimde her zaman bana destek olan, manevi varlığı ile bana güç veren değerli mesai arkadaşım Uzm. Ody. Emre Akgün Özdemir'e

Yüksek lisans eğitimim süresince her türlü fedakarlığı yapan, beni her zaman motive eden, desteğini hep arkamda hissettiğim, bana inanmaktan hiç vazgeçmeyen, hayatımın dönüm noktası olan biricğim Ali İhsan Mazoğlu'na ve değerli ailesine

Beni sevgi ve şefkatle büyüten, her imkânı sunan, maddi ve manevi desteklerini hiç esirgemeyen, her ihtiyacım olduğunda yanımda olan, bana her türlü güçlüğü altından nasıl kalkabileceğimi öğreten canım halam Şükran Ömeroğlu'na, canım annem Meryem Kuşman'a, canım babam Nihat Kuşman'a, kardeşlerim İrem Su ve Busenur'a

Ve araştırmaya katılan tüm katılımcılara çok teşekkür ederim.

## ÖZET

KUŞMAN Buşra. *İleri Derece Sensörinöral İşitme Kaybının Vestibülooküler Refleks Üzerine Etkisinin Objektif Vestibüler Testler ile Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Nevşehir, 2024.

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı ileri derece sensörinöral işitme kaybının vestibülooküler refleks (VOR) üzerine olan etkisini değerlendirmektir.

**Materyal ve Metot:** Araştırma Malatya İnönü Üniversitesi Turgut Özal Tıp Merkezi Odyoloji kliniğinde, Aralık 2023- Mayıs 2024 tarihleri arasında ileri derece sensörinöral işitme kaybı tanısı almış olan, 18-50 yaş arası bireyler ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın örneklemini yapılan güç analizi sonucunda her iki grup için 25 olarak belirlenmiştir. Çalışmaya katılan bireylere; Demografik Veri Formu, Video Head Impulse Test (v-HIT) ve Fonksiyonel Head Impulse Test (f-HIT) uygulanmıştır.

**Bulgular:** f-HIT lateral semisirküler kanal (LSSK) sırasıyla 4000, 5000, 6000°/s<sup>2</sup> ve toplam Doğru Cevap Yüzdesi (DCY) değerlerinde gruplar (etkilenen kulak, etkilenmeyen kulak ve kontrol) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0,05). f-HIT posterior SSK 3000, 4000, 5000, 6000°/s<sup>2</sup> ve toplam DCY değerlerinde gruplar (etkilenen kulak, etkilenmeyen kulak ve kontrol) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0,05). v-HIT lateral, anterior ve posterior SSK VOR kazanç değerlerinde gruplar (etkilenen kulak, etkilenmeyen kulak ve kontrol) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0,05). v-HIT lateral, right anterior-left posterior (RALP) ve left anterior-right posterior (LARP) asimetri değerlerinde vaka ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0,05). v-HIT lateral ve posterior SSK'larda sakkad değerlerinde gruplar (etkilenen kulak, etkilenmeyen kulak ve kontrol) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0,05).

**Sonuç:** Çalışmamız sonucunda ileri derecede sensörinöral işitme kaybına sahip bireylerde vestibülooküler refleksin kazanç ve fonksiyonelliğinde azalma gözlenmiştir.

Aynı zamanda işitme kayıplı olmayan kulak tarafında da vestibüloküler refleks yolağının etkilendiği gözlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Sensörinöral işitme kaybı, fonksiyonel baş itme testi, video baş itme testi, vestibüloküler refleks.

## ABSTRACT

KUŞMAN Buşra. *Investigating the Effect of Severe Sensorineural Hearing Loss on Vestibuloocular Reflex with Objective Vestibular Tests*, Master's Thesis, Nevşehir, 2024.

**Aim:** The aim of this study is to evaluate the effect of severe sensorineural hearing loss on the vestibulo-ocular reflex.

**Material and Method:** The research was conducted at Malatya İnönü University Turgut Özal Medical Center Audiology Clinic between December 2023 and May 2024 with individuals aged 18-50 who were diagnosed with advanced sensorineural hearing loss. The sample of the study was determined as 25 for both groups as a result of the power analysis. Individuals participating in the study; Demographic Data Form, Video Head Impulse Test (v-HIT) and Functional Head Impulse Test (f-HIT) were applied.

**Results:** A statistically significant difference was found between the groups (affected ear, unaffected ear and control) in f-HIT lateral semicircular canal (LSSK) respectively 4000, 5000, 6000°/s<sup>2</sup> and total Correct Answer Percentage (DCY) values ( $p < 0.05$ ). A statistically significant difference was found between the groups (affected ear, unaffected ear and control) in f-HIT posterior SSK 3000, 4000, 5000, 6000°/s<sup>2</sup> and total DCY values ( $p < 0.05$ ). A statistically significant difference was found between the groups (affected ear, unaffected ear and control) in v-HIT lateral, anterior and posterior SSK VOR gain values ( $p < 0.05$ ). A statistically significant difference was found between the case and control groups in v-HIT lateral, right anterior-left posterior (RALP) and left anterior-right posterior (LARP) asymmetry values ( $p < 0.05$ ). A statistically significant difference was found between the groups (affected ear, unaffected ear and control) in saccade values in v-HIT lateral and posterior SSCs ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** As a result of our study, decreases on the gain and functionality of the vestibulo-ocular reflex was observed in individuals with severe sensorineural hearing loss. It was also observed that the vestibulo-ocular reflex pathway was affected on the side of the ear without hearing loss.

**Keywords:** Sensorineural hearing loss, functional head impulse test, video head impulse test, vestibuloocular reflex

## İÇİNDEKİLER

<b>KABUL VE ONAY</b> .....	<b>iv</b>
<b>YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI</b> .....	<b>v</b>
<b>ETİK BEYAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>iv</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>ix</b>
<b>KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>xi</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>xii</b>
<b>TABLolar DİZİNİ</b> .....	<b>xiii</b>
<b>GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>1. BÖLÜM</b> .....	<b>3</b>
<b>GENEL BİLGİLER</b> .....	<b>3</b>
<b>1.1. İŞİTME SİSTEMİ</b> .....	<b>3</b>
1.1.1. Periferik İşitme Sistemi Anatomi ve Fizyolojisi.....	<b>3</b>
1.1.1.1. Dış Kulak .....	<b>3</b>
1.1.1.2. Orta Kulak.....	<b>4</b>
1.1.1.3. İç Kulak.....	<b>5</b>
1.1.2. Santral İşitme Sistemi Anatomi ve Fizyolojisi .....	<b>7</b>
<b>1.2. İŞİTME KAYIPLARI</b> .....	<b>8</b>
1.2.1. İşitme Kaybının Sınıflandırılması: .....	<b>9</b>
1.2.2. İşitme Kaybının Derecelendirilmesi: .....	<b>10</b>
<b>1.3. VESTİBÜLER SİSTEM</b> .....	<b>10</b>
1.3.1. Periferik Vestibüler Sistem .....	<b>11</b>
1.3.2. Santral Vestibüler Sistem .....	<b>15</b>
<b>1.4.VESTİBÜLOOKÜLER REFLEKSİN DEĞERLENDİRİLMESİ</b> .....	<b>18</b>
1.4.1.Video Head İmpulse Test (v-HIT) .....	<b>18</b>
1.4.2.Fonksiyonel Head Impulse Test (f-HIT).....	<b>19</b>
<b>1.5.İŞİTME KAYBININ VESTİBÜLOOKÜLER REFLEKS ÜZERİNE ETKİSİ</b>	<b>20</b>

<b>2. BÖLÜM.....</b>	<b>22</b>
<b>MATERYAL METOD .....</b>	<b>22</b>
<b>2.1.ARAŞTIRMANIN TÜRÜ .....</b>	<b>22</b>
<b>2.2.ARAŞTIRMANIN YAPILDIĞI YER VE ZAMAN .....</b>	<b>22</b>
<b>2.3.ARAŞTIRMANIN İZİNİ VE ETİK KURUL ONAYI .....</b>	<b>22</b>
<b>2.4.ARAŞTIRMANIN EVREN VE ÖRNEKLEMİ .....</b>	<b>22</b>
<b>2.5.VERİ TOPLAMA ARAÇLARI .....</b>	<b>24</b>
2.5.1.Demografik Veri Formu .....	24
2.5.2.Video Head Impulse Test .....	24
2.5.3.Fonksiyonel Head Impulse Testi.....	25
<b>2.6.İSTATİSTİKSEL ANALİZ .....</b>	<b>26</b>
<b>3. BÖLÜM.....</b>	<b>27</b>
<b>BULGULAR .....</b>	<b>27</b>
<b>4. BÖLÜM.....</b>	<b>37</b>
<b>TARTIŞMA.....</b>	<b>37</b>
<b>SONUÇ.....</b>	<b>45</b>
<b>KAYNAKÇA.....</b>	<b>47</b>
<b>EK-1. ORJİNALLİK RAPORU .....</b>	<b>59</b>
<b>EK-2. ETİK KURUL İZİN FORMU.....</b>	<b>59</b>
<b>EK-3.KATILIMCI BİLGİLENDİRME VE ONAM FORMU .....</b>	<b>60</b>
<b>EK-4.DEMOGRAFİK VERİ FORMU .....</b>	<b>61</b>
<b>EK-5. ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>62</b>

## KISALTMALAR DİZİNİ

<b>Hz</b>	: Hertz
<b>kHz</b>	: Kilohertz
<b>dB</b>	: Desibel
<b>HL</b>	: Hearing Level
<b>VOR</b>	: Vestibüloökuler Refleks
<b>DKY</b>	: Dış Kulak Yolu
<b>Cm</b>	: Santimetre
<b>Mm</b>	: Milimetre
<b>cm<sup>3</sup></b>	: Santimetrekare
<b>°</b>	: Derece
<b>°/s<sup>2</sup></b>	: Derece/Saniye Kare
<b>mm<sup>2</sup></b>	: Milimetre Kare
<b>nm</b>	: Nanometre
<b>K+</b>	: Potasyum
<b>Na+</b>	: Sodyum
<b>mEq/1</b>	: Miliekivalen
<b>SSK</b>	: Semisirküler Kanal
<b>VSR</b>	: Vestibülospinal Refleks
<b>VKR</b>	: Vestibülokolik Refleks
<b>DVAT</b>	: Dinamik Görme Keskinliği Testi
<b>BST</b>	: Bakış Stabilizasyon Testi
<b>f-HIT</b>	: Fonksiyonel Head Impulse Test
<b>v-HIT</b>	: Video Head Impulse Test
<b>DCY</b>	: Doğru Cevap Yüzdesi
<b>LogMAR</b>	: Minimum Ayırt Edilebilen En Küçük Açının (MAR) Logaritması
<b>SPSS</b>	: Statistical Program in Social Sciences

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b>Şekil 1.</b> Dış Kulak Yapıları . . . . .	4
<b>Şekil 2.</b> Orta kulak yapıları . . . . .	5
<b>Şekil 3.</b> Koklea yapısı . . . . .	6
<b>Şekil 4.</b> Santral işitme sistemi bölümleri . . . . .	7
<b>Şekil 5.</b> Kemik ve membranöz labirent . . . . .	11
<b>Şekil 6.</b> Semisirküler kanallar ve konumları . . . . .	12
<b>Şekil 7.</b> Posterior kanal içindeki endolenf akımı. . . . .	13
<b>Şekil 8.</b> Utrikül ve sakkül makulaları ve striolaya göre kinosilyumların yönü. . . . .	14
<b>Şekil 9.</b> (A) superior vestibüler sinir, (B) inferior vestibüler sinir . . . . .	15
<b>Şekil 10.</b> Periferik vestibüler sistem duyu organları ve vestibüler çekirdeklerin bağlantıları . . . . .	15
<b>Şekil 11.</b> Serebellum ve bölümleri . . . . .	16
<b>Şekil 12.</b> Lateral semisirküler kanaldaki VOR arkı; MR: medial rektus kası, LR: lateral rektus kası . . . . .	17
<b>Şekil 13.</b> v-HIT test uygulamasının örnek görseli, (A) Lateral SSK, (B) RALP SSK, (C) LARP SSK. . . . .	19
<b>Şekil 14.</b> f-HIT test uygulamasının örnek görseli, (A) Lateral SSK, (B) RALP SSK, (C) LARP SSK. . . . .	20
<b>Şekil 15.</b> v-HIT ekipmanı örnek görseli, (A) Monitör, (B) Test gözlüğü . . . . .	25
<b>Şekil 16.</b> f-HIT ekipmanının örnek görseli, (A) Monitör, (B) Kasa, (C) Klavye, (D) Baş bandı. . . . .	26

## TABLOLAR DİZİNİ

<b>Tablo 1.</b> İşitme kaybının derecelerine göre sınıflandırılması (Goodman,1965).....	10
<b>Tablo 2.</b> Vaka Grubu ve Kontrol Grubunun Demografik Değişkenlerin Dağılımı.....	27
<b>Tablo 3.</b> Vaka Grubunda İşitme Kaybının Yılları Göre Dağılımı.....	28
<b>Tablo 4.</b> Vaka Grubu ve Kontrol Grubunda Hava Yolu ve Kemik Yolu Saf Ses Ortalamalarına Ait Tanımlayıcı Veriler .....	28
<b>Tablo 5.</b> Vaka Grubu ve Kontrol Grubunda Lateral SSK f-HIT Sonuçları .....	29
<b>Tablo 6.</b> Vaka Grubu ve Kontrol Grubunda Posterior SSK f-HIT Sonuçları .....	30
<b>Tablo 7.</b> Vaka Grubu ve Kontrol Grubunda Anterior SSK f-HIT Sonuçları .....	31
<b>Tablo 8.</b> Vaka Grubu ve Kontrol Grubunda v-HIT Kazanç Değerleri.....	32
<b>Tablo 9.</b> Vaka Grubu ve Kontrol Grubunda v-HIT Asimetri Değerleri.....	32
<b>Tablo 10.</b> Vaka Grubu ve Kontrol Grubunda v-HIT 'te Sakkad Görülme Oranları .....	33
<b>Tablo 11.</b> Vaka Grubu ve Kontrol Grubunda Lateral SSK v-HIT Kazanç Değerleri ve f- HIT DCY Arasındaki İlişki .....	34
<b>Tablo 12</b> Vaka Grubu ve Kontrol Grubunda Posterior SSK v-HIT Kazanç Değerleri ve f-HIT DCY Arasındaki İlişki .....	35
<b>Tablo 13.</b> Vaka Grubu ve Kontrol Grubunda Anterior SSK v-HIT Kazanç Değerleri ve f-HIT DCY Arasındaki İlişki .....	36

## GİRİŞ

İşitme kaybı, bir kişinin işitsel duyarlılığında tam ya da kısmi bir azalma olarak tanımlanabilmektedir (Nakagawa, 2014). İşitme sistemindeki patolojinin konumuna bağlı olarak işitme kaybı; iletim, sensörinöral ve mikst tip işitme kaybı olarak sınıflandırılır (Cunningham and Tucci, 2017). İletim tipi işitme kaybı iç kulak yapıları normalken dış ve/veya orta kulaktan ses iletiminin azalmasından kaynaklanmaktadır (Çeliker et al., 2018). Sensörinöral işitme kaybı koklea veya kokleadan santral işitme merkezine kadar olan işitsel yolda meydana gelen patolojilerden kaynaklanmaktadır (Bozkurt et al., 2011). Mikst tip işitme kaybı ise bir kulakta hem iletim hem de sensörinöral patolojinin bir arada bulunması ile meydana gelmektedir (Ant et al., 2012).

Nöronlar ve duyu hücreleri yeniden oluşmadıkları için koklea ya da koklear sinir dejenerasyonundan sonra oluşan işitme kaybının geri dönüşsüz olduğu bilinmektedir. Sensörinöral işitme kayıpları tek taraflı ya da bilateral olarak görülebilmektedir (Berkiten et al., 2020). Koklea ve vestibüler duyu organları anatomik yakınlıkları, sinir sistemi bağlantıları ve vasküler beslenme yolları ile fizyolojik ve fonksiyonel yönden birbirlerine çok yakındır. Bu yapıların iç kulakta aynı membranöz labirentin devamında bulunması nedeni ile koklea ve işitme sinirinin hasarına bağlı oluşan sensörinöral işitme kaybının, vestibüler yapıları etkileyebileceği düşünülmektedir (Berkiten et al., 2020; Ertuğrul and Sennaroğlu,2022).

Vestibüler sistem, başın açısal hızını ve doğrusal ivmeyi iletmek için semisürküler kanallardan ve otolitlerden gelen uyarıyı santral sinir sistemine ileterek başın hareketi hakkında bilgi sağlar. Bu tür bilgiler beyin tarafından dengeyi korumak, duruşu kontrol etmek ve vestibülooküler refleks (VOR) aracılığıyla baş hareketleri sırasında bakışı stabilize etmek için kullanılır (Colagiorgio et al., 2019). Vestibülooküler refleks, baş bir tarafa çevrildiğinde ipsilateral taraftaki vestibüler sinirdeki nöral ateşleme hızında artış ve gözün ters yöne doğru deviasyonu oluşur. Böylece görüntüyü retina üzerinde sabitleyerek yüksek frekanslı baş hareketleri sırasında bakış stabilizasyonunu sağlar (Van Dooren et al., 2019). Net görmenin sağlanması için de göz hızı ve baş hızı birbirine eşit olmalı yani kazanç 1 olmalıdır. Ayrıca bir nesnenin net görülebilmesi için görüntünün en

yüksek fotoreseptör yoğunluğuna sahip olan fovea merkezinden 0,5 derece uzakta sabit tutulması gerekir (Honaker J.A., 2021). VOR sisteminde meydana gelen aksaklıklar sonucunda retinal kayma meydana gelmektedir. Retinal kayma ise bireyde osilopsia ile sonuçlanır. Retinal kaymanın sebep olduğu osilopsia sonucunda ise dinamik görme keskinliğini azaltmaktadır. Retinadaki birkaç derece/s görüntü kaymasındaki artış bile görüşü ciddi şekilde bozar ve dinamik görme keskinliği azalır (Pace et al., 2022; Politi et al., 2022). Literatür incelendiğinde, sensörinöral işitme kaybının vestibüler sisteme olan etkisini inceleyen sınırlı sayıda çalışmalar mevcuttur (Aksoy,2011; Çetin and Emük,2018; Hazen and Cushing,2021; Yiđit et al., 2022). Ancak vestibüler sistemin en önemli reflekslerinden biri olan VOR'u fonksiyonel baş itme ve video baş itme testleri ile değerlendiren bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Çalışmamızın amacı ileri derecede sensörinöral işitme kaybının vestibülooküler refleks üzerindeki etkisini değerlendirmektir.

Çalışmamızdaki hipotezlerimiz;

H0a: İleri derece sensörinöral işitme kaybı vestibülooküler refleksini etkilemez.

H1a: İleri derece sensörinöral işitme kaybı vestibülooküler refleksini etkiler.

H0b: İleri derece sensörinöral işitme kaybı v-HIT'te SSK kazancı, asimetri ve sakkad oranını etkilemez.

H1b: İleri derece sensörinöral işitme kaybı v-HIT'te SSK kazancı, asimetri ve sakkad oranını etkiler.

H0c: İleri derece sensörinöral işitme kaybı f-HIT'te DCY değerini etkilemez

H1c: İleri derece sensörinöral işitme kaybı f-HIT'te DCY değerini etkiler.

H0d: İleri derece sensörinöral işitme kaybı olan bireyler ile sağlıklı bireyler arasında v-HIT ve f-HIT sonuçlarında fark yoktur.

H1d: İleri derece sensörinöral işitme kaybı olan bireyler ile sağlıklı bireyler arasında v-HIT ve f-HIT sonuçlarında fark vardır.

# 1. BÖLÜM

## GENEL BİLGİLER

### 1.1. İŞİTME SİSTEMİ

İşitme, dış ortamdaki seslerin dış kulak yolundan iç kulağa iletilip iç kulaktaki sinir hücrelerinin uyarılması ve akustik bilginin beyine aktarılmasıyla gerçekleşir. İşitme sistemi; periferik işitme sistemi ve santral işitme sistemi olmak üzere iki bölüme ayrılır (Ünsal et al., 2015).

#### 1.1.1. Periferik İşitme Sistemi Anatomi ve Fizyolojisi

Periferik işitme sisteminin ana bileşeni birden fazla embriyonik kökeni olan kulaktır. Kulak ise yapıları ve fonksiyonları bakımından dış kulak, orta kulak ve iç kulak olarak üç parçaya ayrılmaktadır (Kaya,2015).

##### 1.1.1.1. Dış Kulak

Dış kulak, kulak kepçesi ve tüp biçimindeki dış kulak yolundan (DKY) oluşmaktadır (Çakır,2021).

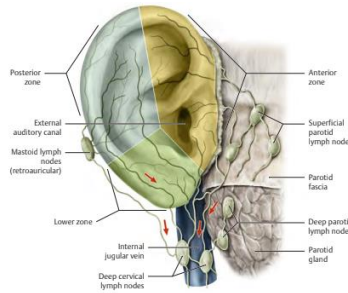
##### **Kulak Kepçesi**

Kıkırdak ve deriden oluşan kulak kepçesi, başa 15-30 derecelik açıyla tutunan düzensiz bir huni şeklinde olup farklı doğrultuda ve şiddetteki ses dalgalarını toplayıp dış kulak yoluna aktarır. Kulak kepçesi yapısından dolayı sesleri 3-5 dB yükseltir (Kaya,2015; Çakır,2021).

##### **Dış Kulak Yolu**

Dış kulak yolu ortalama 2.5-2,7 cm uzunluğuna ve 7 mm çapa sahiptir. Lateral 1/3'lük bölümünü kanal epiteli daha kalın, hareketli kıl folükülleri ve seromüsinöz bezler

içeren kıkırdak yapı oluştururken; medial 2/3'lük bölümünü ise kanal epiteli ince, hareketsiz, kıl folükülleri ve salgı bezleri içermeyen kemik yapı oluşturur (Akşit,2019).



**Şekil 1.**Dış Kulak Yapıları (Lysakowski et al.,2010).

### 1.1.1.2. Orta Kulak

Orta kulak, timpanik membrandan kokleaya uzanan hava dolu bir boşluktur. Lateral duvarında timpanik membran, medial duvarında promontoryum, posterior duvarında 7. kranial sinirin kolu olan korda timpani, anterior duvarında östaki tüpü, superior duvarında teğmen timpani ve inferior duvarında ise bulbus jugularis bulunmaktadır (Kaya,2015).

#### Timpanik Membran

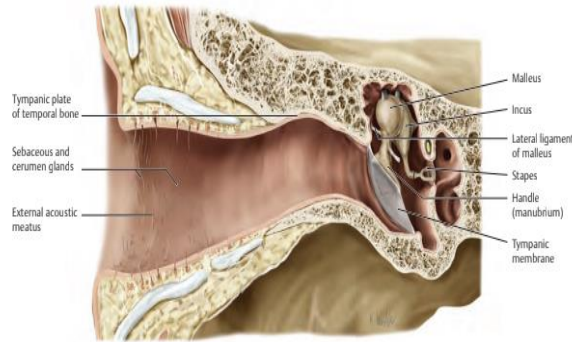
Timpanik membran, orta kulak boşluğunu dış kulak yolundan ayırır. Timpanik membranın büyük ve gergin bölümüne pars tensa; ince ve gevşek bölümüne ise pars flaccida (shrapnell membran) denir (Arslan,2021). Timpanik membranın titreşebilen alanı ( $55 \text{ mm}^2$ ) ile oval pencere yüzeyinin yaklaşık 17.2 katıdır. Bu yüzey alanı farkından dolayı ses yaklaşık 25 dB artırılarak iç kulağa geçer (Çakır,2021).

#### Kemikçikler

Orta kulak boşluğuna yerleşmiş malleus, inkus ve stapes olarak adlandırılan üç adet kemikçik bulunmaktadır. Bu kemikçikler ses titreşimlerini timpanik membrandan iç kulağa aktarırlar. Kulak kemikçiklerinin hareketini kontrol eden iki önemli kas bulunmaktadır. Bu kasların kasılma derecesi kemik zincirin hareketini etkileyerek orta kulak impedansını değiştirir (Arslan,2021).

## Östaki Tüpü

Östaki tüpü, 35 mm uzunluğunda olup bunun 2/3'lük kısmı kıkırdak, 1/3'lük kısmı ise kemik yapıdan oluşur. Östaki tüpünün bir ucu orta kulağa açılırken diğer ucu nazofarenkste sonlanır. Östaki tüpünün görevi orta kulak ile dış ortam basıncını eşitlemektir. Basınç dengesi sesin iletilmesinde kilit bir rol oynar (Ünsal et al., 2015).



**Şekil 2.** Orta kulak yapıları (Lysakowski et al.,2010).

### 1.1.1.3. İç Kulak

İç kulak, temporal kemiğin petröz parçası içinde yerleşmiş olup işitme ve denge ile ilgili yapıları içermektedir. Kemik labirent denilen sert kemik boşluklar ile uyumlu kemik labirentten hacimce küçük olan zar labirentten oluşmaktadır (Ağaç,2019).

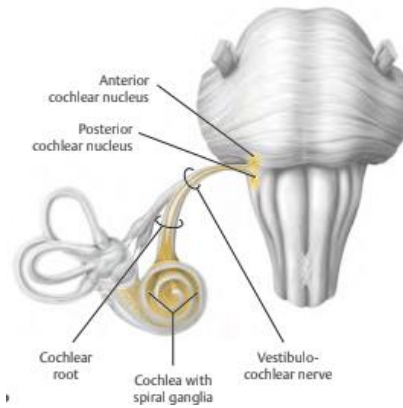
#### **Kemik Labirent:**

Kemik labirenti otik kapsül adı verilen sert kompakt kemik dokusu oluşturur. Zar labirent kemik labirent içerisinde yer almaktadır ve aralarında perilemf adı verilen sıvı bulunmaktadır (Ağaç,2019).

#### **Koklea:**

İç kulağın ön kısmında bulunan ve şekli salyangoza benzeyen kemik bir tüptür. Modiolus, kanalis spiralis koklea ve lamina spiralis ossea'dan oluşur. Modiolus, kokleanın vertikal planındaki eksenini oluşturur. Kanalis spiralis koklea, modiolusun

çevresini spiral olarak dolanan kemik bir yoldur. Lamina spiralis ossea, modiolustan uzanan kemik bir laminadır. Baziller membran adı verilen 31.5 mm uzunluğunda, genişliği kokleanın bazalinde 150 nm olup apeksine doğru gittikçe artarak 450 nm'ye ulaşan fibröz bir tabaka ile devam eder (Kaya, 2015; Çakır,2021). Baziller membranın üzerinde, korti organı adı verilen işitme organı bulunur. Korti organında yaklaşık 16000 tüylü hücre bulunur ve bunların %80'i dış tüylü hücreler kalanı ise iç tüylü hücredir (Ağaç,2019).



Şekil 3.Koklea yapısı (Flood,2020).

### **Zar Labirent:**

Zar labirent utrikül, sakkül, semisirküler kanallar, endolenfatik kanal, perilenfatik kanal, koklear kanal ve korti organından oluşur (Khan and Chang,2013).

### **Utrikül:**

Vestibulumun iç yan duvarındaki eliptikal reseste bulunur. İç yan duvarında makula utrikuli adı verilen kısımda denge hücreleri bulunur (Dickman,2018).

### **Sakkül:**

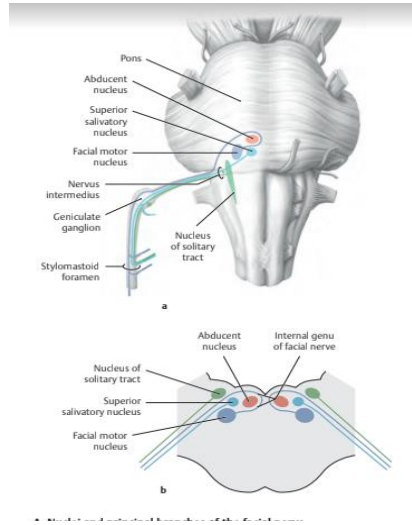
Vestibulumun iç yan duvarındaki sferikal reseste bulunur. Bunun da iç yan duvarında makula sakkuli adı verilen kısımda denge hücreleri vardır (Fife,2010).

### **Duktus semisirkularis:**

Kemik semisirkuler kanalların içerisinde bulunurlar. Ancak kemik kanalların 1/5 kalınlığındadır. Diğer 4/5'lik kısmı perilenf ile doludur (Gonzales-Garrido et al.,2021).

### 1.1.2. Santral İşitme Sistemi Anatomi ve Fizyolojisi

Santral işitme sistemi kokleadan gelen uyarıların spiral gangliona oradan da 8. Kranial sinire iletilmesi ile başlar ve işitsel kortekse kadar devam eder. Koklear sinirden gelen lifler; sırasıyla dorsal ve ventral koklear çekirdekler, süperior oliver çekirdek, lateral lemniskus, inferior kollikulus, medial genikulat cisim iletim yolunu takip ederek merkezi işitsel sisteme doğru yol alır (Ünal, 1998; Tufan, 2021).



Şekil 4. Santral işitme sistemi bölümleri (Flood,2020).

#### **Koklear Çekirdek:**

Santral bölgenin ilk merkezidir. Kokleadaki gibi buraya gelen liflerin dağılım ve düzenlenmesi frekansa özgüdür (Tufan,2021).

#### **Süperior Oliver Kompleks:**

Her iki koklear çekirdeklerden gelen sinyallerin ilk çaprazlaştıkları yerdir. Süperior Oliver Kompleks; lateral ve süperior oliver kompleks, süperior oliverin medial çekirdeği ve trapezoid cismin medial çekirdeğinden oluşmaktadır. Bu yapılar ve arasındaki bağlantılar aynı zamanda iki kulak arasında şiddet farklılıklarının algılanması ile ses lokalizasyonu için bilgi sağlamaktır (Arslan,2021).

### **Lateral Lemniskus:**

Ponsun dış tarafına yerleşmiş olan lateral lemniskus süperior oliver kompleksten sonraki ana sinapstr. Dorsal, ventral ve intermediate çekirdeklerden oluşan lateral lemniskus sinyalleri orta beyine doğru iletir. Lateral lemniskusun yüksek frekanslı sinir lifleri ventral çekirdekte sonlanırken, alçak frekanslı sinir lifleri dorsal çekirdekte sonlanır. Gerçek işlevi tam olarak bilinmemekle birlikte yedekleme ile ilgili olabileceği düşünülmektedir (Çakır, 2021).

### **İnferior Kollikulus:**

Süperior oliver kompleks ve lateral lemniskustan gelen bilgiyi alır. İşitsel refleks oluşumundan sorumlu olduğu düşünülmektedir (Arslan, 2021).

### **Medial Genikulat Cisim:**

İnferior kollikulus ve korteksten uyarımlar alır. İnferior kollikulusdan işitme korteksine ilerleyen sinir liflerinin birleştiği santral bölgedir (Çakır,2021).

### **İşitsel Korteks:**

İşitsel uyarımların geldiği son santral bölgedir. İşitme korteksi primer işitme korteksi ve ilişkili işitme sahaları olmak üzere ikiye ayrılır. İlişkili sahalar hem işitsel hem de diğer uyarımları alır ve analiz eder. Tonotopik organizasyon işitme korteksine kadar devam eder. Primer işitme korteksi Brodmann sahası olarak adlandırılır ve 41-42 olarak isimlendirilir. Anatomik olarak temporal lobun üst bölgesindedir (Kaya, 2015).

## **1.2. İŞİTME KAYIPLARI**

İşitme kaybı; bir kişinin işitsel duyarlılığında bir azalma olarak tanımlanabilmektedir. İşitme sistemindeki patolojinin konumuna bağlı olarak temel olarak işitme kaybı; iletim, sensörinöral, mikst, santral ve fonksiyonel tip işitme kaybı olarak sınıflandırılır (Ağaç, 2019).

### **1.2.1. İşitme Kaybının Sınıflandırılması:**

İşitme kayıpları, patolojinin yerleştiği bölgeye göre iletim tipi işitme kaybı, sensörinöral tip işitme kaybı, mikst tip işitme kaybı, santral tip işitme kaybı şeklinde çeşitli şekillerde sınıflandırılabilir. Aynı zamanda organik bir nedene bağlanmayan fonksiyonel tip işitme kaybı da bulunmaktadır (Akşit,2019).

#### **İletim Tipi İşitme Kaybı**

##### **Sensörinöral Tip İşitme Kaybı**

Sensörinöral işitme kaybı iç kulakta veya iç kulaktan santral işitme merkezine kadar olan işitsel yolda meydana gelen patolojiler nedeniyle oluşur. Sensörinöral işitme kaybına akustik travma, ototoksisite, vasküler hastalıklar, travmalar, tümörler, enfeksiyonlar, metabolik bozukluklar gibi birçok etmen neden olur (Akdaş,2012).

##### **Mikst Tip İşitme Kaybı**

Bir kulakta hem iletim hem de sensörinöral patoloji bir arada bulunuyorsa mikst tip işitme kaybı olarak adlandırılmaktadır. Mikst tip işitme kayıpları; var olan sensörinöral tip işitme kaybı üzerine iletim patolojisinin eklenmesiyle oluşabileceği gibi, iletim tipi işitme kaybına neden olan patolojinin kokleayı etkilemesi sonucu da oluşabilmektedir (Yılmaz,2023).

##### **Santral Tip İşitme Kaybı**

Santral tip işitme kaybı; seslerin iç kulaktan işitsel temporal bölgelere kadar olan nöral yollarda meydana gelen patolojilere bağlı gelişen bir işitme kaybıdır. İşitsel uyarının algısal işleme sırasında ortaya çıkan, genellikle konuşmayı anlama ve takip etmede güçlük, gürültülü ortamlarda dinleme becerilerinde azalma gibi sorunlara yol açarak iletişim problemlerine neden olur (Özbek et al.,2015).

##### **Fonksiyonel Tip İşitme Kaybı**

Bilinen herhangi bir işitsel patolojisi olmamasına rağmen kişinin çeşitli nedenlerle istemli ya da istemsiz bir şekilde işitme kaybı varmış gibi davranmasına fonksiyonel tip

işitme kaybı denilmektedir. Bu durum psikik kökenli olabilmektedir. Hastaların çoğu abartılı işitme kaybı tariflemesine rağmen bu davranışsal cevaplar farklı test sonuçları arasında çelişkiler göstermektedir (Aydın et al., 2024).

### 1.2.2. İşitme Kaybının Derecelendirilmesi:

İşitme kaybının miktarını belirtmek için işitme kaybı derecelerine göre sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflandırma yapılan Saf Ses Odyometri testinde konuşma frekanslarındaki (500-4000 Hz) saf ses hava yolu eşiklerinin ortalamasına göre belirlenir. Kliniklerde rutin olarak Tablo 1 de verilen derecelendirme sistemi kullanılmaktadır (Akşit,2019).

**Tablo 1.** İşitme kaybının derecelerine göre sınıflandırılması (Goodman,1965).

İşitme Kaybı Dereceleri	İşitme Kaybı Aralığı (dB HL)
Normal işitme	-10 dB-15dB
Çok hafif derece işitme kaybı	16db-25dB
Hafif derece işitme kaybı	26dB-40dB
Orta derece işitme kaybı	41dB-55dB
Orta-ileri derece işitme kaybı	56dB-70dB
İleri derece işitme kaybı	71dB-90dB
Çok ileri derece işitme kaybı	91dB ve üzeri

### 1.3. VESTİBÜLER SİSTEM

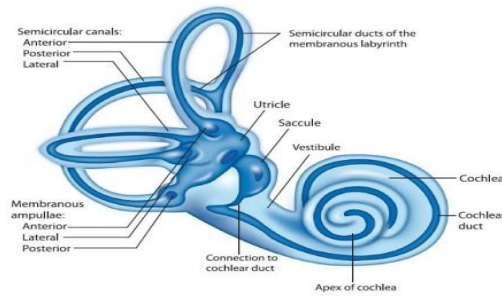
Vestibüler sistem, uzamsal oryantasyon, bakış stabilizasyonu ve postüral kontrolden sorumlu bireyin günlük yaşamında önemli bir yere sahip olan oldukça karmaşık bir sistemdir. Vestibüler sistem, oküler sistem, beyin sapı, talamus, serebellum, bazal gangliyonlar ve korteks gibi birçok anatomik bölge ile bağlantılıdır (Dickman,2018). Vestibüler sistem periferik ve santral vestibüler sistem olmak üzere temelde iki bölüme ayrılır. Periferik vestibüler sistem, semisirküler kanallar, otolit organlar ve vestibüler sinirden oluşurken; santral vestibüler sistem ise vestibüler nükleuslar, serebellum ve vestibüler korteksten oluşur. Periferik vestibüler sistem

vestibüler uç organlar ile açısız ve lineer hareketleri algılayarak santral vestibüler sisteme aktarır (Khan and Chang, 2013).

### 1.3.1. Periferik Vestibüler Sistem

Periferik vestibüler sistem, temporal kemiğin petröz parçası içerisinde yer alan kemik ve membranöz labirentten oluşur. Kemik labirent, semisirküler kanal, koklea ve ikisinin ortasında yer alan vestibülden oluşmaktadır (Khan and Chang, 2013). Kemik labirenti oluşturan yapılar beyin-omurilik sıvısıyla benzerlik gösteren (yüksek kontrasyonda  $\text{Na}^+$  içeren,  $[\text{K}^+]=10$  mEq/l;  $[\text{Na}^+]=140$  mEq/l) perilenf adlı sıvı ile doludur. Perilenf, labirent damarlarından filtrasyon ile oluşur. Membranöz labirent ise kemik labirent içerisinde perilenf ve destekleyici bağ dokusu sayesinde asılı kalmaktadır (Zabolotnyi and Mishchanchuk, 2020).

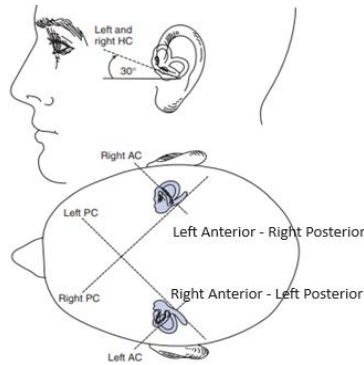
Membranöz labirent rotasyonel hareketleri algılayan posterior (inferior), anterior (superior) ve lateral (horizontal) olmak üzere üç semisirküler kanalın membranöz kısımları ile lineer hareketleri algılayan utrikül ve sakkül adı verilen otolit organlardan oluşmaktadır. Membranöz labirentin içi elektrolit bileşimi hücre içi (intraseküller) sıvıyla benzerlik gösteren (yüksek kontrasyonda  $\text{K}^+$  içeren,  $[\text{K}^+]=144$  mEq/l;  $[\text{Na}^+]=5$  mEq/l) endolenf adlı sıvı ile doludur. Endolenf kokleadaki stria vascularis tabakasında yer alan hücreler ile vestibülde bulunan dark hücreleri tarafından üretilir ve aquaductus vestibuli yoluyla, posteriorda dura materin altına doğru uzanan endolenfatik kese tarafından emilir (Fife, 2010; Zabolotnyi and Mishchanchuk, 2020).



Şekil 5. Kemik ve membranöz labirent (Gkoritsa,2017).

## Semisürküler Kanallar

Vertikal kanallar sagittal düzlemde 45 derecelik açı ile lateral kanal ise aksiyal düzlem ile 30 derecelik açı ile hizalanır. Lateral kanal, baş nötral pozisyonda iken baş 30 derece öne eğilirse horizontal düzleme paralel olurken; 60 derece arkaya eğilirse vertikal düzleme paralel hale gelir (Wackym, 2017). Bu kanallar başın açısal ivmelenmelerini her üç düzlemde algılayabilecek şekilde birbirlerine göre ortogonal (90 derece açı yapacak şekilde) olarak yerleşmişlerdir. Her bir semisirküler kanalın kontralateral kulakta simetrik çifti bulunur. Sağ posterior semisirküler kanal ile sol anterior semisirküler kanal, sağ anterior semisirküler kanal ile sol posterior semisirküler kanal ve sağ lateral semisirküler kanal ile sol lateral semisirküler kanal birbirine paralel bir şekilde aynı düzlemde yer alırlar (Ruckenstein and David, 2014). Semisirküler kanalların bu yerleşimi sonucu simetrik semisirküler kanallarda asimetrik elektriksel potansiyeller oluşur ve merkezi sinir sistemi asimetrik sinirsel aktiviteyi işler ve karşılık gelen motor çıktısını koordine eder (Fife, 2010).

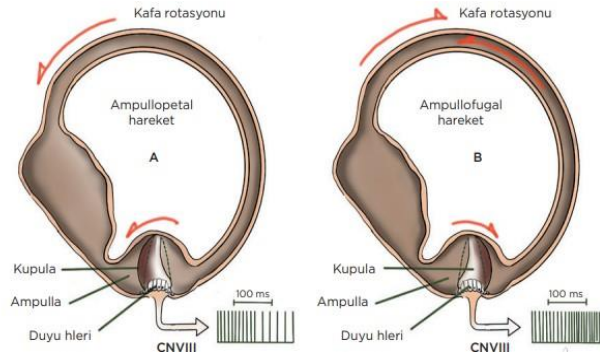


**Şekil 6.** Semisirküler kanallar ve konumları (Baloh et al., 2011).

Semisirküler kanalların ampuller ve nonampuller olmak üzere 2 ucu bulunmaktadır. Lateral semisirküler kanalın ampuller ve nonampuller uçları, vertikal semisirküler kanalların (posterior ve anterior) ampuller uçları bağımsız bir şekilde utriküle açılırken vertikal semisirküler kanalların nonampuller uçları ise birleştiği için (ortak krus) birer uçla utriküle açılır. Toplam da utriküle açılan beş adet kanal ucu vardır. Semisirküler kanalların utrikulusa komşu olan genişlemiş açıklıklarına “ampulla” adı verilir. Ampulla içinde “krista ampullaris” adı verilen tepe şeklinde bir yükselti bulunur (Lysakowski et

al., 2010). Krista ampullarisin üzerinde dizili olarak yerleşmiş yaklaşık 10.000 vestibüler reseptör hücre yer alır (Gonzales-Garrido et al., 2021).

Krista ampullaris üzerinde “kupula” adı verilen jelatinöz bir membran bulunur. Kupula krista ampullaris ile üst ampuller duvar arasındaki açıklığı tamamen doldurur ve tüylü hücrelerin hücreleri kupula ile temas edecek şekilde içine uzanır. Her bir tüylü hücre tek, uzun hareketli bir kinosilyum ve 70-100 adet sterosilyumdan oluşur. Sterosilyumlar uzunluklarına göre dizilim gösterirler. Kinosilyum en uç kısımda yer alırken; en uzun sterosilyum kinosilyuma en yakın olacak şekilde sterosilyumlar uzundan kısaya doğru konumlandırılmıştır (Jacobson et al., 2020). Sterosilyum ve kinosilyum dizilimi, lateral semisirküler kanalda vertikal semisirküler kanallara göre farklıdır. Lateral semisirküler kanalda kinosilyum ampullaya en yakın konumdadır, dolayısıyla da ampullaya doğru olan ampullopedal endolenf akımı uyarıcı; ters yöne doğru, yani ampulladan uzaklaşan ampullofugal akım ise inhibe edicidir. Vertikal semisirküler kanallarda ise, kinosilyum ampullaya en uzak konumdadır; bu nedenle vertikal kanallarda ampullopedal akım inhibe edici, ampullofugal akım ise uyarıcıdır (Barin and Durrant, 2000).

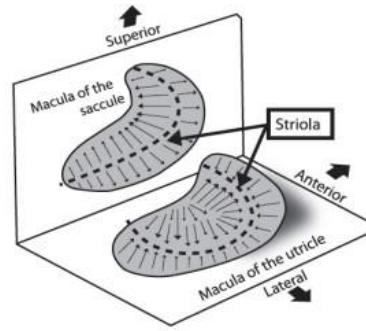


**Şekil 7.**Posterior kanal içindeki endolenf akımı, (A) inhibisyon, (B) eksitasyon (Baloh et al.,2011).

### Otolit Organlar

Vestibüler labirentin membranöz kısmında yer alan başın lineer hareketlerine, yerçekimi kuvvetine ve başın eğilmesine duyarlı olan utrikül ve sakkül olarak adlandırılan iki otolit organ bulunmaktadır. Her bir otolit organın vestibüler reseptör hücreleri “makula” adı verilen bölgede bulunurlar. Utriküler makula oval biçimdedir ve

horizontal yerleşimlidir, başın yanlara hareketlerini algılar. Sakkül makula ise çengel veya virgül gibi kıvrık bir yapıdadır ve vertikal yerleşimlidir, başın öne ve arkaya hareketlerini algılar (Baloh et al., 2011). Makulaların yüzeyi jelatinimsi bir tabaka olan otolitik membran ile kaplıdır. Otolitik membran üzerinde endolenften 2-3 kat daha fazla özgül ağırlığa sahip olan otokonya adı verilen kalsiyum karbonat parçacıkları bulunur. Otolitik organların makulası tam ortadan geçen ve “striola” adı verilen bir hat ile iki eşit parçaya ayrılır. Çünkü striolanın her iki tarafındaki tüylü hücreler birbirlerine zıt yöne doğru dizilmişlerdir ve bu nedenle elektriksel olarak birbirlerine zıt kutup içerirler (Wiest, 2015). Sakkül makulasında bulunan kinosilyumlar striolanın uzağına göre yerleşim gösterirken; utrikül makulasında bulunan kinosilyumlar ise striolanın yakınına doğru yerleşim gösterirler. Tüylü hücrelerin bu şekilde dizilimi striolanın bir tarafındaki hücreleri eksite ederken; diğer taraftaki hücreleri inhibe eder (Yüksel and Gündüz, 2015).

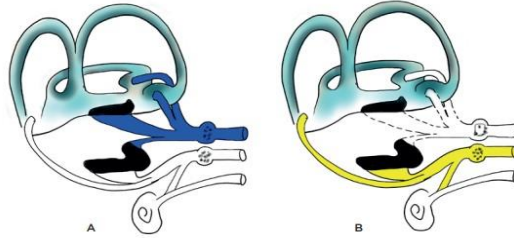


**Şekil 8.**Utrikül ve sakkül makulaları ve striolaya göre kinosilyumların yönü (Hain and Helminski,2017).

### **Vestibüler Sinir**

Vestibüler sinir, semisirküler kanallardaki krista ampullarisden ve otolit organlardaki makulalardan afferent uyarıları alan scarpa ganglionunun içinde bulunan bipolar nöronların periferik uzantılarıdır (Brodal, 1964). Vestibüler sinirin superior ve inferior olmak üzere iki adet dalı bulunmaktadır. Superior vestibüler sinir utrikül makulasından, lateral ve anterior semisirküler kanalların krista ampullarisinden ve sakkül makulasının küçük bir bölümünden lifler alırken; inferior vestibüler sinir ise posterior semisirküler kanalın krista ampullarisinden ve sakkül makulasının büyük bir bölümünden lifler alır. Superior ve inferior vestibüler sinir kokleadan çıkan koklear sinir ile birleşerek

vestibülokoklear siniri oluştururlar. Vestibüler sinir dallarıyla birlikte pontomedüller bileşkenen beyin sapına girer (Gonzales-Garrido et al., 2021).

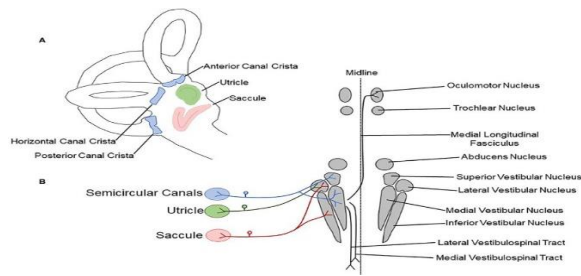


**Şekil 9.** (A) superior vestibüler sinir, (B) inferior vestibüler sinir (Murofushi and Kaga, 2009).

### 1.3.2. Santral Vestibüler Sistem

#### Vestibüler Çekirdekler

Vestibüler çekirdekler, dördüncü ventrikülün tabanında yer alan bir grup nöronun oluşur. Medial vestibüler çekirdek (Schwalbe), lateral vestibüler çekirdek (Deiters), inferior vestibüler çekirdek (Desandan) ve superior vestibüler çekirdek (Bechterew) olmak üzere 4 ana çekirdekten oluşmaktadır (Highstein and Holstein, 2006).



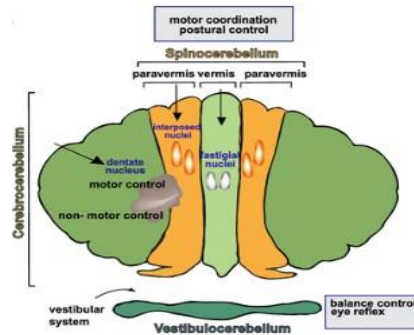
**Şekil 10.** Periferik vestibüler sistem duyu organları ve vestibüler çekirdeklerin bağlantıları (Honaker,2021).

Medial vestibüler çekirdeğin üst kısmı, vestibüloküler refleksi düzenlemek için semisirküler kanalların krista ampullarisinden gelen sinir liflerini alır. Aynı zamanda Medial Longitudinal Fasikulus'daki ekstraoküler kaslara ve servikal korda olan projeksiyonları nedeniyle medial vestibüler çekirdek göz, baş ve boyun hareketlerini

koordine etmek için önemli bir merkezdir (Gacek, 2005). Lateral vestibüler çekirdek, medullanın lateralinde yerleşim göstererek rostrovertebral kısım uriküler ve sakküler makuladan, dorsokaudal kısım ise serebellumdan gelen girdileri alır. Ayrıca lateral vestibüler çekirdek spinal kord ile bağlantı kuran efferentleri ile vestibülospinal reflekse de katkıda bulunur (Fife, 2010; Dickman, 2018). İnferior vestibüler çekirdek iki taraftan gelen vestibüler sinyalleri serebellum ve retiküler formasyondan gelen sinyallerle bütünleştirir. Superior vestibüler çekirdek, semirsürküler kanallardan gelen sinir liflerini alır. Superior vestibüler çekirdek, vestibülooküler refleks için önemli bir duraktır (Waxman,2010).

### Serebellum

Serebellum, vestibüloserebellum, spinoserebellum ve serebroserebellum olarak adlandırılan üç bölüme ayrılır. Vestibüler sistem ile bağlantılı olan vestibüloserebellum, vestibüler çekirdeklerden ve doğrudan vestibüler sinir afferentlerinden projeksiyon alır. Vestibüler çekirdeklerden gelen afferentler; vestibüloserebellumun bölgeleri olan flocculus, nodulus, uvula ve fastigial çekirdeğine projekte olur ve bu sayede vestibüloserebellum, vestibülooküler refleks baskılanması ve merkezi vestibüler kompanzasyonda kritik öneme sahiptir (Guyton, 2006; Manzoni, 2009; Bodranghien et al., 2016)



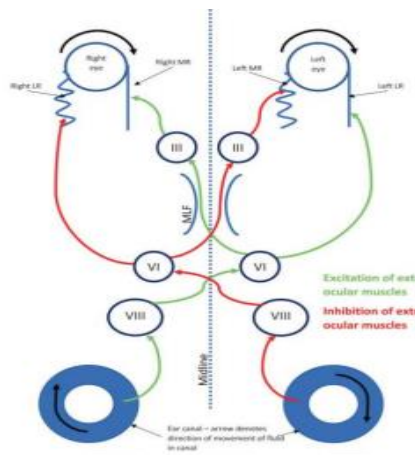
Şekil 11. Serebellum ve bölümleri (Flood, 2020).

## Vestibülooküler Refleks (VOR)

Vestibülooküler refleks, baş hareketleri sırasında baş hareketinin tersi yönde ve hızda göz hareketi oluşturarak retinal kaymayı en aza indirir ve görme keskinliğini korur. VOR, sadece üç nörondan oluşan bir refleks arkı olduğundan latansı yaklaşık 5-7 milisaniyedir. (Johnston and Sharpe, 1994). Bu sayede bakışı hızlı ve doğru bir şekilde stabilize eder. VOR, semisirküler kanallardan gelen girdilerle uyarılan kanal-oküler refleks ve otolit organlardan gelen girdilerle uyarılan otolit-oküler refleks olmak üzere iki alt bölüme ayrılmaktadır (Collewijn and Smeets, 2000).

Kanal-oküler refleks, semisirküler kanallardan alınan bilgi vestibüler çekirdeklere iletilir ve vestibüler çekirdekler ekstraoküler kas çiftlerini aktive etmek ve bunların antagonistlerini inhibe etmek için spesifik oküler motor çekirdeklerine uyarıcı ve inhibe edici sinyaller gönderir. Böylece gözleri aynı düzlemde ancak semisirküler kanalının uyarılmasıyla zıt yönde hareket ettiren belirli kasların aktivasyonuna yol açar (Bronstein and Gresty, 1988; Wackym, 2017).

Otolit-oküler refleks, otolit reseptörlerinin aktivasyonu ile doğrusal hızlanmaya tepki olarak ortaya çıkar ve telafi edici göz hareketlerini tetikleyen bir reflekstir. Baş horizontal, vertikal veya tilt hareket ettiğinde, görüntünün stabilizasyonu sağlamak için utrikül ve sakkül tarafından algılanan sinyallerin, oküломotor nöronlara iletilir (Bronstein and Gresty, 1988).



**Şekil 12.** Lateral semisirküler kanaldaki VOR arkı; MR: medial rektus kası, LR: lateral rektus kası (Wiest, 2015).

### **Vestibülospinal Refleks (VSR)**

Vestibülospinal refleks, boyun bölgesinin altında yer alan iskelet kaslarına motor uyarı göndererek yerçekimine göre postüral stabilizasyonunu sağlar. Postüral stabilizasyonu sağlamak için hem ekstansör hem de fleksör kasların koordineli çalışması gerekmektedir. Baş hareketleri ile oluşan ve vestibüler çekirdeklere iletilen girdiler, lateral ve mediyal vestibülospinal traktuslar aracılığı ile medulla spinalise aktarılarak; ipsilateral ekstansör gövde kaslarında ve kontralateral fleksör gövde kaslarında uyarı artışı meydana gelir (Manzoni, 2009).

### **Vestibülokolik Refleks (VKR)**

Vestibülokolik refleks, hareket halindeyken boyun kasları aracılığıyla başı boşlukta stabilize eder. Medial ve lateral vestibüler traktuslar ile dolaylı bağlantıların yanı sıra boyun motor nöronlarına doğrudan bağlantılar sağlar. Ayrıca görsel aktiviteyi stabilize etmede vestibül-oküler reflekse yardımcı olur (Mitchell et al., 2017).

## **1.4.VESTİBÜLOOKÜLER REFLEKSİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

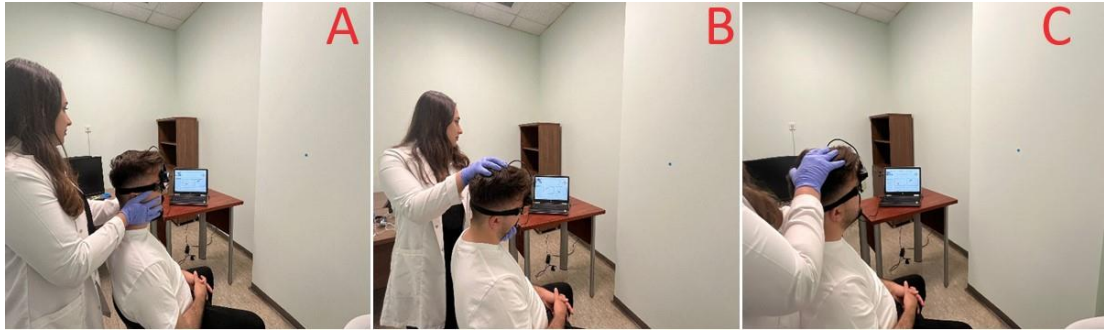
Vestibülooküler refleksin düşük, orta ve yüksek frekanslı bileşenleri kalorik test, head shake, rotasyonel sandalye ve v-HIT testi ile değerlendirilirken; vestibülooküler refleksin fonksiyonelliği Dinamik Görme Keskinliği Testi (DVAT), Bakış Stabilizasyon Testi (BST) ve Fonksiyonel Head Impulse Test (f-HIT) değerlendirilir (Brosseau-Lachaine et al., 2008; Emekçi and Erbek, 2022)

### **1.4.1.Video Head İmpulse Test (v-HIT)**

Head impulse test (HIT), her semisürküler kanalın ayrı ayrı verdiği yanıtı değerlendiren bir test olarak Curthoys ve Halmagyi tarafından geliştirilmiştir (Halmagyi and Curthoys, 1988). HIT yatak başında uygulanabilecek ve basit bir test olsa da orta derece duyarlılığa sahiptir. Bu duyarlılığı arttırmak için kliniklerde yerini test sırasında refleks göz hareketlerini takip edebilen videolu sistemlere bırakmıştır. Video head impulse testi (v-HIT) yatağa bağlı hastalarda bile vestibüler fonksiyonu dinamik olarak

hızlı bir şekilde test eder (Seo et al., 2016). Vestibüler sinirin süperior ve inferior dallarını yüksek frekanslarda uyararak her semisirküler kanalın vestibülooküler refleksini (VOR) değerlendirir. Video Head Impulse Test, kişi sabit bir noktaya bakarken baş semisirküler kanal çifti düzleminde, kısa, öngörülemez yüksek ivmeli ( $3000-6000 \text{ derece/s}^2$ ) bir şekilde çevrilir ve göz hareketlerine bakılır (MacDougall et al., 2009). Sağlıklı bireylerde başın her ani hareketinde gözler baş hareketinin tam tersi tarafa aynı hızla hareket ederek görüntünün foveada sabit kalmasını sağlar ancak vestibüler fonksiyonları bozuk bir hastanın gözleri baş ile birlikte hareket edecektir. Böylece hasta her baş hareketinin sonunda bakışını hedefte tutmak için düzeltici sakkad yapmak zorunda kalacaktır (Halmagyi et al., 2017).

VHIT'te semisirküler kanal kazancı, sakkadlar (açık:overt/gizli:covert) ve simetrik olarak eşleşen semisirküler kanalların kazançları arasındaki asimetri oranı değerlendirilir (Weber et al., 2008).



**Şekil 13.**v-HIT test uygulamasının örnek görseli, (A) Lateral SSK, (B) RALP SSK, (C) LARP SSK (Verilerin toplandığı klinikte çekilmiştir).

#### 1.4.2.Fonksiyonel Head Impulse Test (f-HIT)

Fonksiyonel Head Impulse Test (f-HIT), ani baş hareketi sırasında görme keskinliğinde bir bozulma olup olmadığını, ayrı ayrı altı semisirküler kanaldan gelen açısız VOR'un bakış stabilizasyonu işlevini yerine getirip getiremediğini ölçmeye yarayan yakın zamanda kliniklerde yerini alan tamamlayıcı bir test bataryasıdır. VOR kazancı normal olsa bile fonksiyonelliği etkilenmiş olabilir. Literatürde tam tersi durum da bildirilmiştir. Başka bir deyişle bakış stabilizasyonunun sağlanmış olması net görüşü

sağlamak için bize yeterli bilgiyi vermez. Bu yüzden v-HIT ve f-HIT testleri birbirlerinin tamamlayıcılarıdır (Ramat et al., 2012; Honaker,2021).

f-HIT semisirküler kanalın hangi hızlanma aralığında sorun olduğunu gösterdiği için vestibüler rehabilitasyon planlanması ve takibinde çok önemlidir (Biswas,2018).

f-HIT' te lateral düzlem için klinisyen tarafından her iki lateral semisirküler kanal düzleminde kısa, 10-20°'yi geçmeden küçük açılı, hızı 150 derece/sn den fazla olacak, akselerasyonu ise 4000-6000 derece/sn<sup>2</sup> arasında değişecek şekilde baş hareketi yapılırken; vertikal kanal düzlemleri için 3000-6000 derece/sn<sup>2</sup> akselerasyon değerlerinde baş hareketi yapılır (Corollo et al., 2018). Böylece her akselerasyon için ayrı ayrı ve toplam olmak üzere doğru cevap yüzdesi (DCY) belirlenerek VOR' un fonksiyonelliği ölçülmüş olur (Colagiorgio et al., 2013)



**Şekil 14.**f-HIT test uygulamasının örnek görseli, (A) Lateral SSK, (B) RALP SSK, (C) LARP SSK (Verilerin toplandığı klinikte çekilmiştir).

### **1.5.İŞİTME KAYBININ VESTİBÜLOOKÜLER REFLEKS ÜZERİNE ETKİSİ**

Sensörinöral işitme kaybı koklea veya kokleadan santral işitme merkezine kadar olan nöral yolda meydana gelen patolojiler nedeniyle oluşmaktadır. (Bozkurt et al., 2011). Sensörinöral işitme kayıplı hastalarda v-HIT sonuçlarında VOR kazançlarında azalma, asimetri ve sakkad gözlenmiştir. Bu nedenle sensörinöral işitme kaybının VOR'un yüksek frekanslarını olumsuz etkilediği düşünülmektedir (Migliaccio et al., 2005). Ayrıca sensörinöral işitme kayıplı hastalarda VOR'un fonksiyonelliğinin de olumsuz etkilendiğini gösteren çalışmalar da bulunmaktadır (Janky and Givens,2015;

Pinninti et al.,2021). Sensörinöral işitme kaybının vestibülooküler üzerine etkisinin nedeni olarak; iç kulakta aynı membranöz labirentte koklea ve end organların anatomik yakınlığı gösterilmektedir. Sensörinöral işitme kaybı bu nedenle vestibülooküler reflekste olumsuz etkilenmeye yol açmaktadır (Berkiten et al., 2020; Ertuğrul and Sennaroğlu,2022).

## 2. BÖLÜM

### MATERYAL METOD

#### 2.1.ARAŞTIRMANIN TÜRÜ

Bu araştırma tanımlayıcı kesitsel araştırma olarak planlanmıştır.

#### 2.2.ARAŞTIRMANIN YAPILDIĞI YER VE ZAMAN

Araştırma, Malatya İnönü Üniversitesi Turgut Özal Tıp Merkezi Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı Odyoloji Ünitesinde Aralık 2023- Mayıs 2024 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir.

#### 2.3.ARAŞTIRMANIN İZİNİ VE ETİK KURUL ONAYI

Araştırma Kapadokya Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır (2023/23.18).

#### 2.4.ARAŞTIRMANIN EVREN VE ÖRNEKLEMİ

Bu araştırma evrenini vaka grubu için Malatya İnönü Üniversitesi Turgut Özal Tıp Merkezi Kulak Burun Boğaz Hastalıkları polikliniğinde yapılan Odyolojik değerlendirme sonucunda ileri derece sensörinöral işitme kaybı tanısı almış olan, 18-50 yaş arası bireyler ve kontrol grubu için sağlıklı gönüllü bireyler dahil edilmiştir. Araştırmanın örnekleme power analizi ile belirlenmiştir. G\*power 3.1 programı kullanılarak yapılan hesaplama göre; 0,85 etki büyüklüğünde, 0,05 yanılma payında, 0,95 güven düzeyinde, 0,90 evreni temsil gücüyle örneklem büyüklüğü 50 olarak belirlenmiştir. Her iki gruba alınacak birey sayısı 25 olarak belirlenmiştir. Katılımcıları belirlemede olasılıklı örnekleme yöntemlerinden basit tesadüfi örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Çalışmaya dahil edilen

bireylere katılımcı bilgilendirme ve onam formu ve demografik veri formu doldurtulmuştur. Araştırmaya alınan her bireye v-HIT ve f-HIT uygulanmıştır.

**Vaka grubu için araştırmaya dahil edilme kriterleri;**

- 18-50 yaş arasında olan,
- En az 5 yıldır tek taraflı idiopatik ileri derece sensörinöral işitme kaybına sahip olan,
- Koklear implant veya işitme cihazı kullanmayan,
- Fizik muayenesi normal olan,
- Vestibüler sistemi etkileyecek hastalığı bulunmayan,
- Kronik hastalığı olmayan,
- Kafa travması boyun ve göz problemleri olmayan,
- Bilişsel ve zihinsel problemi olmayan,
- İletişim engeli olmayan ve
- Gönüllü olarak araştırmaya katılmak isteyip bilgilendirme onamını imzalamış olmak.

**Kontrol grubu için araştırmaya dahil edilme kriterleri;**

- 18-50 yaş arasında olan,
- Fizik muayenesi normal olan,
- İşitme kaybı olmayan,
- Vestibüler sistemi etkileyecek hastalığı bulunmayan,
- Kronik hastalığı olmayan,
- Kafa travması boyun ve göz problemleri olmayan,
- Bilişsel ve zihinsel problemi olmayan,
- İletişim engeli olmayan ve
- Gönüllü olarak araştırmaya katılmak isteyip bilgilendirme onamını imzalamış olmak.

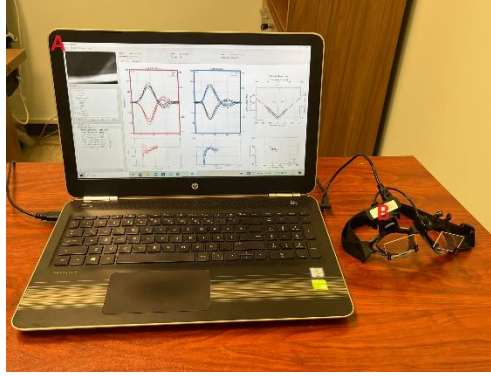
## **2.5.VERİ TOPLAMA ARAÇLARI**

### **2.5.1.Demografik Veri Formu**

Bireyin demografik özelliklerinin yer aldığı 6 soruluk formdur (EK-5).

### **2.5.2.Video Head Impulse Test**

Video Head Impulse Test, EyeSeeCam vHIT (Interacoustics, A/S DK-5610, Assens, Danimarka) cihazı ile yapıldı ve OtoAccess™ bilgisayar yazılım programı kullanıldı. Üzerinde monoküler kamera bulunan özel gözlükten alınan veriler monitöre aktarıldı. Bireyler belirlenen hedef noktaya 1,5 metre mesafede oturtuldu, gözlük sıkı bir şekilde takıldı. Bireye özgü göz ve baş kalibrasyonu yapıldı. Daha sonra lateral SSK uyarımı için bireyler karşıdaki hedef noktaya bakarken baş 30° öne eğilmiş pozisyonda klinisyen, bireyin tam arkasında yer alarak, her iki elle başı kavrayıp randomize bir şekilde baş sola ve sağa 15-20 derecelik küçük açılarla baş itme hareketleri uygulandı. Vertikal SSK'larda uyarım için birey düz bir şekilde karşıya bakarak otururken teste başlandı, sağ anterior ve sol posterior SSK'ların (RALP) birlikte uyarımı yapıldı. RALP için başa 45° sağa-öne ve 45° sola-arkaya ani baş itme hareketiyle uyarıldı. Sol anterior sağ posterior (LARP) SSK'ları uyarım için başa 45° sola-öne ve 45° sağa-arkaya ani baş itme hareketleri yapıldı. Her SSK kanala doğru hız ve amplitüde sahip en az 30 uyarım yapıldı. Semisirküler kanal kazançları ve asimetri değerleri vaka grubunun etkilenen, etkilenmeyen ve kontrol grubunun kulakları arasında karşılaştırıldı.

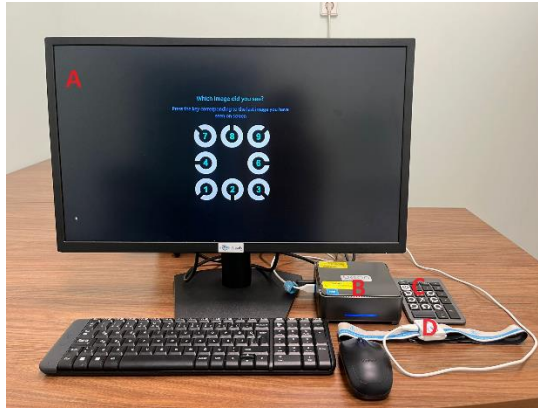


**Şekil 15.v-HIT ekipmanı örnek görseli, (A) Monitör, (B) Test gözlüğü (Verilerin toplandığı klinikte çekilmiştir).**

### **2.5.3.Fonksiyonel Head Impulse Testi**

Fonksiyonel baş itme testi BEON Solutions, Zero Branco (İtalya) marka cihazla lateral ve vertikal SSK düzleminde uyarım yapılarak uygulandı. Başa takılan jiroskop sayesinde veriler özel donanım ve yazılım gerektiren bilgisayar monitörüne aktarıldı. Test iki aşamadan oluşmaktadır. Birincisi statik görme keskinliğinin değerlendirildiği aşama, ikincisi ise randomize olarak baş hareketlerinin uygulandığı dinamik aşamadır. Tüm bireyler bilgisayar ekranından 1,5 metre uzakta ve tam karşısında olacak şekilde sabit bir sandalyede oturtuldu. Daha sonra baş hareketlerinin yönünü ve ivmesi ölçen bir jiroskop frontal kemiğin tam orta hizasına yerleştirildi. Sensörün horizontal ve vertikal düzlemdeki hareketleri algıladığını teyit etmek amacıyla baş 5-10 saniye boyunca her iki düzlemde sağa-sola ve yukarı-aşağı hareket ettirildi. Birey, bilgisayar monitörünün 1,5 m uzağındaki bir sandalyede sabit bir şekilde otururken Landolt'un C optotipi, değişik pozisyonlarda konumlandığı sekiz olası yönden birinde yaklaşık 80 milisaniye görünüp kayboldu. Bireyin, her optotip görünümünden sonra herhangi bir zaman sınırlaması olmaksızın özel klavye kullanarak monitörde görülen optotipi tanımlaması istendi. Tüm bireylerin 1.0 ile 0.0 LogMAR arasında görme keskinliği değerlendirildi. Bireyin 8 farklı yönelimin birinde görülen Landolt' un C optopinin 5 denemesinin 3'üne doğru tanımlama yaptığında boyutu küçülmektedir. En son görünen büyüklükteki optotip program tarafından 0.6 LogMAR daha büyütülerek en rahat görünen seviye belirlendi. Bireylerin oryante olması açısından birkaç deneme yapıldıktan sonra sağ ve sol lateral SSK'ler uyarılarak test edildi. Baş itme hareketleri randomize bir şekilde uygulandı. Bu aşamada

4000, 5000, 6000°/s<sup>2</sup> akselerasyon aralığında lateral düzlemde 10°-20° yi geçmeyecek şekilde başa ani küçük itme hareketleri uygulandı. Vertikal SSK'larda sağ anterior-sol posterior (RALP) kanal düzlemi test edilirken başa 45° sağa-öne ve 45° sola-arkaya ani baş itme hareketi uygulandı. Sol anterior-sağ posterior (LARP) kanal düzlemi test edilirken başa 45° sola-öne ve 45° sağa-arkaya ani baş itme hareketleri uygulandı. RALP ve LARP uyarımı için başa verilen itme hareketleri 3000, 4000, 5000, 6000°/s<sup>2</sup> akselerasyon aralığında uygulandı.



**Şekil 16.f**-HIT ekipmanının örnek görseli, (A) Monitör, (B) Kasa, (C) Klavye, (D) Baş bandı (Verilerin toplandığı klinikte çekilmiştir).

## 2.6. İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Araştırmaya alınan verilerin analizleri SPSS (Statistical Program in Social Sciences) 25 programı ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmaya alınan verilerin normal dağılıma uyup uymadığı Kolmogorov Smirnow Testi ile kontrol edilmiştir.

Karşılaştırma testleri için anlamlılık düzeyi (p) 0,05 olarak alınmıştır. Değişkenlerde normal dağılım sağlandığı için (p>0,05) analize parametrik test yöntemleri ile devam edilmiştir. Bağımsız iki gruplu değişkenlerde karşılaştırmalar bağımsız gruplarda t testi ile yapılmıştır. Bağımsız çoklu gruplarda karşılaştırmalar ise ANOVA testi analizi yapılmıştır. ANOVA sonrası grup içi karşılaştırmalarda post-hoc test olarak Tukey testi kullanılmıştır. Kategorik verilerin karşılaştırılmasında çapraz tablolar oluşturularak ki-kare analizi yapılmıştır. Sayısal değişkenler arasındaki ilişkiler için pearson korelasyon katsayısı kullanılmıştır.

### 3. BÖLÜM

#### BULGULAR

Çalışmada katılımcılar, sensörinöral işitme kaybı olan bireylerden oluşan vaka grubu (n=44) ve sağlıklı bireylerden oluşan kontrol grubu (n=32) olmak üzere iki ana gruba ayrıldı. Grupların demografik özellikleri Tablo 2’de gösterilmiştir.

**Tablo 2.** Vaka Grubu ve Kontrol Grubunun Demografik Değişkenlerin Dağılımı

Değişken	Grup	Grup		Toplam	$\chi^2$	p Değeri
		Vaka	Kontrol			
Cinsiyet	Kadın	n	24	18	42	0,022 0,883
		%	54,5%	56,3%	55,3%	
	Erkek	n	20	14	34	
		%	45,5%	43,8%	44,7%	
Toplam	n	44	32	76		
	%	100,0%	100,0%	100,0%		
Değişkenler		Vaka	Kontrol	t	p Değeri	
Yaş	Ort ± ss	32,36 ± 11,16	28,78 ± 8,14	1,923	0,058	
	(Min- Max)	(18-50)	(20-46)			

Ort; ortalama, ss; standart sapma, t; bağımsız t testi.

Vaka grubuna dâhil olan bireylerin 24’ü (%54,5) kadın, 20’si (%45,4) erkek, kontrol grubuna dâhil olan bireylerin 18’i (%56,2) kadın, 14’ü (%43,7) erkektir. Çalışmaya alınan katılımcılar cinsiyet değişkenine göre değerlendirildiğinde gruplar arası anlamlı bir fark saptanmamıştır (p=0,868). Gruplar cinsiyete göre homojen dağılım göstermiştir. Çalışmada vaka grubunun yaş ortalaması 32,36 ± 11,16, kontrol grubunun yaş ortalaması ise 28,78 ± 8,14’tür. Yaş değişkenine göre değerlendirildiğinde gruplar arası anlamlı bir fark saptanmamıştır (p=0,058). Gruplar yaşa göre homojen dağılım göstermiştir.

Çalışmaya alınan vaka grubundaki işitme kaybının yıllara göre dağılımı Tablo 3’de verilmiştir.

**Tablo 3.** Vaka Grubunda İşitme Kaybının Yılları Göre Dağılımı

Değişken	Grup	Sayı	Yüzde
Tanı Yılı Grup	5-10 yıl	12	27,3
	10 yıl üstü	32	72,7
<b>Toplam</b>		<b>44</b>	<b>100,0</b>
Değişken		Ort ± ss	Min- Max
İşitme kaybı tanı yılı		14,86 ± 7,24	May.30

Ort; ortalama, ss; standart sapma

Çalışmaya alınan vaka ve kontrol grubunun hava yolu ve kemik yolu saf ses ortalamaları Tablo 4’de verilmiştir.

**Tablo 4.** Vaka Grubu ve Kontrol Grubunda Hava Yolu ve Kemik Yolu Saf Ses Ortalamalarına Ait Tanımlayıcı Veriler

Değişkenler	Gruplar	Ort ± ss	F	p
<b>Hava Yolu Saf Ses Ortalaması</b>	Etkilenen kulak	94,14 ± 21,02	<b>504,640</b>	<b>0,001*</b>
	Etkilenmeyen kulak	17,18 ± 6,17		
	Kontrol	8,95 ± 3,57		
<b>Kemik Yolu Saf Ses Ortalaması</b>	Etkilenen kulak	70,39 ± 3,39	<b>2452,736</b>	<b>0,001*</b>
	Etkilenmeyen kulak	13,98 ± 5,81		
	Kontrol	8,63 ± 3,37		

Ort; ortalama, ss; standart sapma, F; ANOVA test değeri, \*p<0,05; gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık vardır.

Çalışmaya alınan katılımcıların hava yolu ve kemik yolu saf ses ortalamaları incelendiğinde gruplar (etkilenen kulak, etkilenmeyen kulak ve kontrol) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0,05). Hava yolu ve kemik yolu saf ses ortalaması değerlerinde etkilenen kulak ile etkilenmeyen kulak ve kontrol arasında, etkilenmeyen kulak ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p=0,001).

Çalışmaya alınan katılımcıların f-HIT lateral SSK uyarımının 4000, 5000, 6000°/s<sup>2</sup> ve toplam DCY değerleri Tablo 5’ de verilmiştir.

**Tablo 5.** Vaka Grubu ve Kontrol Grubunda Lateral SSK f-HIT Sonuçları

Değişkenler	Gruplar	Ort ± ss	F	p Değeri
4000 °/s <sup>2</sup> DCY	Etkilenen kulak	67,27 ± 27,64	13,843	0,001*
	Etkilenmeyen kulak	81,7 ± 18,16		
	Kontrol	92,59 ± 12,5		
5000 °/s <sup>2</sup> DCY	Etkilenen kulak	66,68 ± 24,47	11,525	0,001*
	Etkilenmeyen kulak	80,07 ± 18,55		
	Kontrol	87,58 ± 10,61		
6000 °/s <sup>2</sup> DCY	Etkilenen kulak	55,68 ± 27,74	15,596	0,001*
	Etkilenmeyen kulak	68,11 ± 25,78		
	Kontrol	86,47 ± 11,69		
Toplam DCY	Etkilenen kulak	62,79 ± 22,15	22,531	0,001*
	Etkilenmeyen kulak	77 ± 15,64		
	Kontrol	89,02 ± 8,44		

Ort; ortalama, ss; standart sapma, F; ANOVA test değeri, \*p<0,05; gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık vardır.

Çalışmaya alınan katılımcılara uygulanan f-HIT’te lateral SSK uyarımının 4000, 5000, 6000°/s<sup>2</sup> aralığındaki DCY değerleri ve toplam DCY değerlerinde gruplar (etkilenen kulak, etkilenmeyen kulak ve kontrol) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0,05). f-HIT lateral SSK uyarımının 4000, 5000, 6000°/s<sup>2</sup> DCY değerleri ve toplam DCY değerlerinde etkilenen kulak ile etkilenmeyen kulak ve kontrol arasında, etkilenmeyen kulak ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p=0,001).

Çalışmaya alınan katılımcıların f-HIT posterior SSK uyarımının 3000, 4000, 5000, 6000°/s<sup>2</sup> ve toplam DCY değerleri Tablo 6’da verilmiştir.

**Tablo 6.** Vaka Grubu ve Kontrol Grubunda Posterior SSK f-HIT Sonuçları

<b>Değişkenler</b>	<b>Gruplar</b>	<b>Ort ± ss</b>	<b>F</b>	<b>p Değeri</b>
<b>3000 °/s<sup>2</sup> DCY</b>	Etkilenen kulak	69,57 ± 29,41	<b>14,786</b>	<b>0,001*</b>
	Etkilenmeyen kulak	86,93 ± 18,6		
	Kontrol	95,58 ± 8,11		
<b>4000 °/s<sup>2</sup> DCY</b>	Etkilenen kulak	72,77 ± 23,98	<b>8,891</b>	<b>0,001*</b>
	Etkilenmeyen kulak	76,18 ± 24,68		
	Kontrol	92,94 ± 10,44		
<b>5000 °/s<sup>2</sup> DCY</b>	Etkilenen kulak	64,39 ± 27,62	<b>12,457</b>	<b>0,001*</b>
	Etkilenmeyen kulak	76,75 ± 24,23		
	Kontrol	91,16 ± 11,99		
<b>6000 °/s<sup>2</sup> DCY</b>	Etkilenen kulak	66,2 ± 33,68	<b>8,827</b>	<b>0,001*</b>
	Etkilenmeyen kulak	71,52 ± 28,18		
	Kontrol	91,89 ± 10,85		
<b>Toplam DCY</b>	Etkilenen kulak	69,19 ± 23,69	<b>14,085</b>	<b>0,001*</b>
	Etkilenmeyen kulak	76,86 ± 18,72		
	Kontrol	92,3 ± 8,78		

Ort; ortalama, ss; standart sapma, F; ANOVA test değeri, \*p<0,05; gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık vardır.

Çalışmaya alınan katılımcılara uygulanan f-HIT’te posterior SSK uyarımının 3000, 4000, 5000, 6000°/s<sup>2</sup> DCY değerleri ve toplam DCY değerlerinde gruplar (etkilenen kulak, etkilenmeyen kulak ve kontrol) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0,05). f-HIT posterior SSK uyarımının 3000, 4000, 5000, 6000°/s<sup>2</sup> DCY değerleri ve toplam DCY değerlerinde etkilenen kulak ile etkilenmeyen kulak ve kontrol arasında, etkilenmeyen kulak ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p=0,001).

Çalışmaya alınan katılımcıların f-HIT anterior SSK uyarımının 3000, 4000, 5000, 6000°/s<sup>2</sup> ve toplam DCY değerleri Tablo 7’de verilmiştir.

**Tablo 7.** Vaka Grubu ve Kontrol Grubunda Anterior SSK f-HIT Sonuçları

Değişkenler	Gruplar	Ort ± ss	F	p Değeri
<b>3000 °/s<sup>2</sup> DCY</b>	Etkilenen kulak	90,43 ± 19,64	2,337	0,101
	Etkilenmeyen kulak	84,36 ± 21,76		
	Kontrol	93,09 ± 8,77		
<b>4000 °/s<sup>2</sup> DCY</b>	Etkilenen kulak	89,34 ± 17,28	0,485	0,617
	Etkilenmeyen kulak	87,39 ± 19,16		
	Kontrol	91,13 ± 9,95		
<b>5000 °/s<sup>2</sup> DCY</b>	Etkilenen kulak	83,16 ± 18,8	1,880	0,157
	Etkilenmeyen kulak	85,39 ± 19,54		
	Kontrol	90,78 ± 9,36		
<b>6000 °/s<sup>2</sup> DCY</b>	Etkilenen kulak	83,14 ± 21,95	0,687	0,505
	Etkilenmeyen kulak	86,45 ± 22,97		
	Kontrol	88,63 ± 14,51		
<b>Toplam DCY</b>	Etkilenen kulak	86,56 ± 14,8	0,822	0,442
	Etkilenmeyen kulak	86,08 ± 16,91		
	Kontrol	90,07 ± 8,30		

Ort; ortalama, ss; standart sapma, F; ANOVA test değeri.

Çalışmaya alınan katılımcılara uygulanan f-HIT’te anterior SSK uyarımının 3000, 4000, 5000, 6000°/s<sup>2</sup> DCY değerleri ve toplam DCY değerlerinde gruplar (etkilenen kulak, etkilenmeyen kulak ve kontrol) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (p>0,05).

Çalışmaya alınan katılımcılara uygulanan v-HIT kazanç değerleri Tablo 8’de verilmiştir.

**Tablo 8.** Vaka Grubu ve Kontrol Grubunda v-HIT Kazanç Değerleri

Değişkenler	Gruplar	Ort ± ss	F	p Değeri
<b>Lateral SSK</b>	Etkilenen kulak	0,78 ± 0,12	<b>14,776</b>	<b>0,001*</b>
	Etkilenmeyen kulak	0,87 ± 0,09		
	Kontrol	0,88 ± 0,05		
<b>Posterior SSK</b>	Etkilenen kulak	0,68 ± 0,13	<b>43,617</b>	<b>0,001*</b>
	Etkilenmeyen kulak	0,87 ± 0,1		
	Kontrol	0,87 ± 0,06		
<b>Anterior SSK</b>	Etkilenen kulak	0,75 ± 0,11	<b>13,435</b>	<b>0,001*</b>
	Etkilenmeyen kulak	0,77 ± 0,11		
	Kontrol	0,86 ± 0,05		

Ort; ortalama, ss; standart sapma, F; ANOVA test değeri, \*p<0,05; gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık vardır.

Çalışmaya alınan katılımcılarda lateral SSK, anterior SSK ve posterior SSK kazanç değerlerinde gruplar (etkilenen kulak, etkilenmeyen kulak ve kontrol) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0,05). Lateral SSK, anterior SSK ve posterior SSK kazanç değerlerinde etkilenen kulak ile etkilenmeyen kulak ve kontrol arasında, etkilenmeyen kulak ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p=0, 001).

Çalışmaya alınan katılımcılara uygulanan v-HIT asimetri değerleri Tablo 9’da verilmiştir.

**Tablo 9.** Vaka Grubu ve Kontrol Grubunda v-HIT Asimetri Değerleri

Değişkenler	Gruplar	Ort ± ss	t	p Değeri
<b>Lateral Asimetri</b>	Vaka	6,88 ± 8,15	<b>6,904</b>	<b>0,001*</b>
	Kontrol	2,5 ± 1,99		
<b>RALP Asimetri</b>	Vaka	8,53 ± 5,71	<b>9,613</b>	<b>0,001*</b>

	Kontrol	3,79 ± 2,56		
<b>LARP asimetri</b>	Vaka	8,38 ± 7,56	<b>30,726</b>	<b>0,001*</b>
	Kontrol	2,77 ± 1,62		

Ort; ortalama, ss; standart sapma, t; bağımsız t testi test değeri, \*p<0,05; gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık vardır.

Çalışmaya alınan katılımcılarda Lateral, RALP ve LARP asimetri değerlerinde vaka ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0,05).

Çalışmaya alınan katılımcılara uygulanan v-HIT sakkad görülme oranları Tablo 10'da verilmiştir.

**Tablo 10.** Vaka Grubu ve Kontrol Grubunda v-HIT 'te Sakkad Görülme Oranları

Değişken	Grup	Etkilenme durumu			Toplam	χ <sup>2</sup>	p Değeri
		Etkilenen kulak	Etkilenmeyen kulak	Kontrol			
<b>Lateral SSK Sakkad</b>	<b>Var</b>	n	5	0	0	5	<b>10,413 0,005*</b>
		%	11,4%	0,0%	0,0%	4,2%	
<b>Posterior SSK Sakkad</b>	<b>Yok</b>	n	39	44	32	115	<b>6,154 0,046*</b>
		%	88,6%	100,0%	100,0%	95,8%	
<b>Anterior SSK Sakkad</b>	<b>Var</b>	n	3	0	0	3	<b>4,072 0,131</b>
		%	6,8%	0,0%	0,0%	2,5%	
<b>Toplam</b>		n	44	44	32	120	
		%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	

\*p<0,05; gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık vardır.

Çalışmaya alınan katılımcılarda v-HIT'te sakkad görülme oranlarına göre anterior SSK sakkad değerlerinde gruplar (etkilenen kulak, etkilenmeyen kulak ve kontrol) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (p>0,05).

Çalışmaya alınan katılımcılarda v-HIT’te sakkad görülme oranlarına göre lateral SSK ve posterior SSK sakkad değerlerinde gruplar (etkilenen kulak, etkilenmeyen kulak ve kontrol) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Çalışmaya alınan katılımcılarda v-HIT’te sakkad görülme oranlarına göre lateral SSK ve posterior SSK sakkad değerlerinde etkilenen kulak ile etkilenmeyen kulak ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Ancak etkilenmeyen kulak ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ( $p>0,05$ ).

Çalışmaya alınan katılımcılara uygulanan lateral SSK v-HIT kazanç değerleri ve f-HIT DCY arasındaki ilişki Tablo 11’de verilmiştir.

**Tablo 11.** Vaka Grubu ve Kontrol Grubunda Lateral SSK v-HIT Kazanç Değerleri ve f-HIT DCY Arasındaki İlişki

Değerler		v-HIT Lateral SSK VOR Kazancı		
		Etkilenen	Etkilenmeyen	Kontrol
4000 °/s <sup>2</sup> DCY	r	<b>0,377</b>	0,175	0,227
	p	<b>0,012*</b>	0,255	0,211
5000 °/s <sup>2</sup> DCY	r	0,288	0,198	0,274
	p	0,058	0,197	0,129
6000 °/s <sup>2</sup> DCY	r	<b>0,454</b>	0,056	0,295
	p	<b>0,002*</b>	0,718	0,101
Toplam DCY	r	<b>0,462</b>	0,163	0,336
	p	<b>0,002*</b>	0,292	0,060

r; pearson korelasyon katsayısı, \* $p<0,05$ ; ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki vardır.

Çalışmaya alınan katılımcılara uygulanan v-HIT ve f-HIT’te etkilenen kulakta f-HIT lateral sırasıyla 4000, 6000°/s<sup>2</sup> DCY ve toplam DCY ile lateral SSK kazanç arasında pozitif yönde sırasıyla zayıf ve orta düzeyde istatistiksel olarak anlamlı ilişki vardır ( $p<0,05$ ). Etkilenen kulakta f-HIT lateral 5000°/s<sup>2</sup> DCY ile lateral SSK kazanç arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmamıştır ( $p>0,05$ ).

Çalışmaya alınan katılımcılara uygulanan v-HIT ve f-HIT’te etkilenmeyen kulak ve kontrol grubunda f-HIT lateral 4000, 5000, 6000°/s<sup>2</sup> DCY ve toplam DCY ile lateral SSK kazanç arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmamıştır (p>0,05)

Çalışmaya alınan katılımcılara uygulanan posterior SSK v-HIT kazanç değerleri ve f-HIT DCY arasındaki ilişki Tablo 12’de verilmiştir.

**Tablo 12** Vaka Grubu ve Kontrol Grubunda Posterior SSK v-HIT Kazanç Değerleri ve f-HIT DCY Arasındaki İlişki

Değerler	v-HIT Posterior SSK VOR Kazancı			
		Etkilenen	Etkilenmeyen	Kontrol
<b>3000 °/s<sup>2</sup> DCY</b>	<b>r</b>	0,269	0,148	0,277
	<b>p</b>	0,077	0,339	0,125
<b>4000 °/s<sup>2</sup> DCY</b>	<b>r</b>	0,183	0,054	0,216
	<b>p</b>	0,233	0,729	0,236
<b>5000 °/s<sup>2</sup> DCY</b>	<b>r</b>	<b>0,343</b>	0,103	0,061
	<b>p</b>	<b>0,023*</b>	0,507	0,741
<b>6000 °/s<sup>2</sup> DCY</b>	<b>r</b>	0,245	0,104	<b>0,392</b>
	<b>p</b>	0,109	0,502	<b>0,026*</b>
<b>Toplam DCY</b>	<b>r</b>	0,271	0,131	0,314
	<b>p</b>	0,076	0,396	0,080

r; pearson korelasyon katsayısı, \*p<0,05; ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki vardır.

Çalışmaya alınan katılımcılara uygulanan v-HIT ve f-HIT’te etkilenen kulakta f-HIT posterior 5000°/s<sup>2</sup> DCY ile posterior SSK kazanç arasında pozitif yönde zayıf düzeyde istatistiksel olarak anlamlı ilişki vardır (p<0,05). Etkilenen kulakta f-HIT posterior 3000, 4000, 6000°/s<sup>2</sup> DCY ve toplam DCY ile posterior SSK kazanç arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmamıştır (p>0,05). Etkilenmeyen kulak f-HIT posterior 3000, 4000, 5000, 6000°/s<sup>2</sup> DCY ve toplam DCY ile posterior SSK kazanç arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmamıştır (p>0,05).

Kontrol grubunda f-HIT posterior 6000°/s<sup>2</sup> DCY ile posterior SSK kazanç arasında pozitif yönde zayıf düzeyde istatistiksel olarak anlamlı ilişki vardır (p<0,05). Kontrol grubunda f-HIT posterior 3000, 4000, 5000°/s<sup>2</sup> DCY ve toplam DCY ile posterior SSK kazanç arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmamıştır (p>0,05).

Çalışmaya alınan katılımcılara uygulanan anterior SSK v-HIT kazanç değerleri ve f-HIT DCY arasındaki ilişki Tablo 13’de verilmiştir.

**Tablo 13.** Vaka Grubu ve Kontrol Grubunda Anterior SSK v-HIT Kazanç Değerleri ve f-HIT DCY Arasındaki İlişki

Değerler		v-HIT Anterior SSK VOR Kazancı		
		Etkilenen	Etkilenmeyen	Kontrol
<b>3000 °/s<sup>2</sup> DCY</b>	<b>r</b>	-0,107	0,217	-0,020
	<b>p</b>	0,491	0,158	0,916
<b>4000 °/s<sup>2</sup> DCY</b>	<b>r</b>	-0,133	<b>0,301</b>	0,073
	<b>p</b>	0,390	<b>0,047*</b>	0,691
<b>5000 °/s<sup>2</sup> DCY</b>	<b>r</b>	0,101	0,261	-0,033
	<b>p</b>	0,513	0,087	0,858
<b>6000 °/s<sup>2</sup> DCY</b>	<b>r</b>	-0,112	-0,043	0,024
	<b>p</b>	0,470	0,780	0,895
<b>Toplam DCY</b>	<b>r</b>	-0,056	0,259	0,022
	<b>p</b>	0,719	0,089	0,912

r; pearson korelasyon katsayısı, \*p<0,05; ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki vardır.

Çalışmaya alınan katılımcılara uygulanan v-HIT ve f-HIT’te etkilenen kulakta ve kontrol grubunda f-HIT anterior 3000, 4000, 5000, 6000°/s<sup>2</sup> DCY ve toplam DCY ile anterior SSK kazanç arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmamıştır (p>0,05). Etkilenmeyen kulak f-HIT anterior 4000°/s<sup>2</sup> DCY ile anterior SSK kazanç arasında pozitif yönde zayıf düzeyde istatistiksel olarak anlamlı ilişki vardır (p<0,05). Etkilenmeyen kulak f-HIT anterior 3000, 5000, 6000°/s<sup>2</sup> DCY ve toplam DCY ile anterior SSK kazanç arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmamıştır (p>0,05).

## 4. BÖLÜM

### TARTIŞMA

Sensörinöral işitme kaybı, yetişkinlerde en çok karşılaşılan işitme kaybıdır. İç kulak ya da nöral yolları etkileyen patolojiler sonucunda meydana gelmektedir. SNİK'e kafa travmaları, gürültü maruziyeti, enfeksiyonlar, iç kulak yapısal anomalileri ototoksik ilaç kullanımı gibi durumlar neden olabilmektedir (Nakagawa,2014; Cunningham and Tucci, 2017; Çeliker et al., 2018). Ancak SNİK sık görülmesine rağmen sadece %10' unda altta yatan patoloji saptanabilmektedir. Altta yatan patolojilerin saptanamadığı SNİK'e idiyopatik sensörinöral işitme kaybı denilmektedir (Isaacson and Vora,2003; Penido et al.,2009; Schreiber et al.,2010).

Anatomik ve filogenetik olarak koklea ile vestibüler reseptörler, SSK ve otolit organların yakından ilişkili olduğu bilinmektedir. Hem denge hem de işitsel reseptörlerin aynı membranöz labirentin devamında bulunması, nöral bağlantıları, koklea ve vestibüler end organların aynı arteriyel damardan beslenmesi nedeniyle koklea ya da nöral yolların hasarına bağlı olarak gelişen SNİK, vestibüler sistemi ve dolayısıyla vestibüler sistemin önemli reflekslerinden biri olan VOR'u da etkilemektedir (Santos et al.,2015; Berkiten et al., 2020; Ertuğrul and Sennaroğlu,2022).

Çalışmamızda; ileri derece SNİK'e sahip vaka grubu ve normal katılımcılardan oluşan kontrol grubunda her SSK düzleminde VOR'un bakış stabilizasyonu işlevini yerine getirip getirmediği ve f-HIT yapılarak, başın yüksek akselerasyonlarında görme keskinliğinde bir bozulma olup olmadığı incelenmiştir. Çalışmamızın, SNİK'de VOR'un fonksiyonelliğinin özellikle f-HIT kullanılarak ölçüldüğü ilk çalışma olduğunu düşünüyoruz. Bu değerlendirme yönteminin uygulanması çalışmamızı literatürdeki diğer çalışmalardan ayırmaktadır.

Cengiz ve ark. 20-25 yaş aralığında 100 sağlıklı birey üzerinde f-HIT'in normatif değerlerini belirlemeyi amaçladıkları çalışmada; lateral SSK ortalama DCY değeri (88,52 ±9,04), posterior SSK ortalama DCY değeri (90,63 ±8,69) ve anterior SSK ortalama DCY

değerini ( $91,21 \pm 7,96$ ) bulmuşlardır (Cengiz et al., 2023). Kirazlı ve ark. da benzer bir yaş grubu olan 18-30 yaş aralığında 33 sağlıklı birey üzerinde farklı olarak f-HIT'in test tekrar test güvenilirliğinin de değerlendirdikleri çalışmada; 1. ve 2. ölçümlerin tamamında tüm SSK düzleminde %90'ın üzerinde ortalama toplam DCY bulmuşlardır (Kirazlı et al.,2023). Emekçi ve ark. ise daha geniş bir yaş grubu olan 18-70 yaş aralığında 105 sağlıklı birey üzerinde f-HIT'in DCY değerleri ile yaş arasındaki ilişkiyi belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmalarında; 18-35 yaş aralığındaki bireylerde lateral SSK ortalama DCY değeri ( $88,46 \pm 12,07$ ), posterior SSK ortalama DCY değeri ( $90,54 \pm 12,19$ ) ve anterior SSK ortalama DCY değerini ( $88,76 \pm 11,37$ ), 36-54 yaş aralığındaki bireylerde ise lateral SSK ortalama DCY değeri ( $90,28 \pm 11,82$ ), posterior SSK ortalama DCY değeri ( $89,90 \pm 10,45$ ) ve anterior SSK ortalama DCY değerini ( $89,82 \pm 11,03$ ) bulmuşlardır (Emekçi and Erbek,2022). Benzer olarak Karababa ve ark. ile Romano ve ark yaptıkları çalışmalarda kontrol grubuna dahil ettikleri grupların ortalama DCY değerlerinin %90'ın üzerinde olduğunu bildirmişlerdir (Romano et al.,2019; Karababa et al.,2023). Çalışmamızda da ortalama DCY değerlerinin kontrol grubunda lateral SSK' da ( $89,02 \pm 8,44$ ), posterior SSK'da ( $92,3 \pm 8,78$ ) ve anterior SSK ise ( $90,07 \pm 8,30$ ) bulunması literatür ile benzerlik göstermektedir. Sağlıklı bireylerin DCY değeri göz önüne alındığında fonksiyonel olarak VOR'u değerlendiren f-HIT VOR'un olumsuz etkilenmesini objektif bir şekilde tespit edebileceği düşünülmüştür (Romano et al.,2019).

Çalışmamızda f-HIT lateral SSK  $4000-6000^\circ/s^2$  uyarımları ile toplam DCY değerlerinde ve posterior SSK  $3000-6000^\circ/s^2$  uyarımları ile toplam DCY değerlerinde vaka grubu (etkilenen kulak, etkilenmeyen kulak) ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark elde edilmiştir. Ayrıca çalışmamızda vaka ve kontrol gruplarında lateral SSK  $4000-6000^\circ/s^2$  uyarımları ile toplam DCY değerlerinin vertikal SSK  $3000-6000^\circ/s^2$  uyarımları ile toplam DCY değerlerine göre daha düşüktür. Literatürdeki çalışmalarda da aynı durum söz konusudur (Emekçi and Erbek,2022; Karababa et al.,2023). Bu durumun nedeninin günlük yaşamımızda gözlerin yatay ekseninde gözlerin daha uzun, dikey ekseninde ise daha kısa bir yol izlemesi ile lateral SSK düzleminde daha fazla uyarılmış olmasının etkili olduğunu düşünüyoruz (Collewijn and Tamminga, 1984).

Çalışmamızdaki bir diğer önemli bulgu ise f-HIT lateral ve posterior SSK uyarımında ve v-HIT'te tüm SSK uyarımlarında etkilenmeyen kulak ile kontrol arasında anlamlı düzeyde farklılık elde edilmesidir. Sağlıklı bir bireyde baş bir tarafa çevrildiğinde ipsilateral taraftaki reseptör ve afferentler eksite olurken aynı zamanda kontralateral taraftaki afferent ve reseptörler ise inhibe olur (Weber et al.,2008; Biswas,2017) Sağlıklı bireylerde her iki vestibüler çekirdek aktivitesi dengededir. Vaka grubunun kontrol grubuna göre etkilenmeyen kulaklarının düşük kazanç ve düşük DCY değeri göstermesinin sebebinin nöral aktivite dengesizliği olduğunu düşünmekteyiz.

Çalışmamızda, f-HIT lateral SSK uyarımında vaka grubunda etkilenen tarafın baş akselerasyonu  $4000^{\circ}/s^2$ 'den  $6000^{\circ}/s^2$ 'ye doğru arttıkça DCY değeri düşmüştür. Weber ve ark. 13 vestibüler nörit, 15 tek taraflı vestibüler deafferentasyon ve 12 sağlıklı bireye  $750^{\circ}/s^2$ - $6000^{\circ}/s^2$  akselerasyonlarda HIT uygulayarak farklı akselerasyonlara göre VOR'daki değişimleri ve sakkadları inceledikleri çalışmada; çalışmamızla benzer şekilde akselerasyon arttıkça VOR kazancının düştüğünü bildirmişlerdir (Weber et al.,2008). Bu duruma; başın hızlı akselerasyonu sonucu oluşan eksitasyonun inhibisyona göre daha fazla nöral aktivite oluşturduğu ve inhibitör yanıtta saturasyon meydana gelip baş hareketinin hızına yetişememesinin neden olduğunu düşünmekteyiz. Nöral aktivitedeki bu dengesizlik normal bireylerde bile yüksek akselerasyonlarda düşüşe neden olabilmektedir (Biswas,2017). Bu bilgiyi destekleyecek nitelikte çalışmamız da f-HIT lateral SSK uyarımında kontrol grubunda da vaka grubunda olduğu gibi baş akselerasyonu  $4000^{\circ}/s^2$ 'den  $6000^{\circ}/s^2$ 'ye doğru arttıkça DCY değerinin düşmesi bunu desteklemektedir. Aynı zamanda f-HIT lateral SSK uyarımında etkilenmeyen tarafın, aynı şekilde baş akselerasyonu  $4000^{\circ}/s^2$ 'den  $6000^{\circ}/s^2$ 'ye doğru arttıkça DCY değerinin düşmesi yine aynı şekilde etkilenen taraftaki inhibitör yanıtın eksikliğinden kaynaklanmaktadır (Halmagyi et al.,1990; Weber et al.,2008).

Janky ve ark. vaka grubunda SNİK olan 11 birey ile kontrol grubunda sağlıklı 12 birey üzerinde DVAT ve BST uyguladıkları çalışmada; vaka grubunun görme keskinliğinin kontrol grubuna göre azaldığını bildirmişlerdir (Janky and Givens,2015). Pinninti ve ark. daha geniş örneklem grubunu inceledikleri çalışmada; SNİK'li 40 birey üzerinde DVAT ve GST uygulamışlardır. Katılımcıların %46'sının görme keskinliğinde azalma olduğunu bildirmişlerdir (Pinninti et al.,2021). Benzer olarak Melvin ve ark.

SNİK olan 17 bireye DVAT uygulamışlardır ve 17 bireyden 3'ünün (%18) anormal sonuçlar gösterdiğini bildirmişlerdir (Melvin et al.,2009). Çalışmamızda, VOR'un fonksiyonelliğini bütüncül değerlendirmek için f-HIT 'e ek olarak DVAT ve BST yapılmamış olması çalışmamızın eksik yanı olarak kabul edilmiştir. Farklı olarak Brancalone ve ark. vaka grubunda SNİK olan 38 sporcu ve kontrol grubunda sağlıklı sporculardan oluşan 38 birey üzerinde DVAT uyguladıkları çalışmada; çalışmamızın aksine vaka ve kontrol grubu arasında görme keskinliğinde istatistiksel bir fark bulamamışlardır (Brancalone et al.,2023). Brancalone ve ark. çalışmamızdan farklı sonuçlanmasının sebebinin vaka grubunun sporcu bireylerden oluşması olduğunu düşünmekteyiz. Çünkü literatürdeki diğer çalışmalar sporcu bireylerin ilgilendikleri spor dallarının dahi görme keskinliği üzerinde anlamlı derecede etkisi olduğunu göstermektedir (Alpini et al.,2009; Quintana et al.,2020). Bu durumun çalışma sonucunu etkileyebileceğini düşünmekteyiz.

Çalışmamızda v-HIT ise, ileri derece SNİK'e sahip bireylerde VOR'un kazancını, asimetrisini ve sakkad varlığı ya da yokluğunu değerlendirmek amaçlı kullanılmıştır. Sinno ve ark. 120 sağlıklı bireyde ve 60 SNİK olan bireyde kalorik test ve v-HIT sonuçlarını karşılaştırmayı amaçladıkları çalışmada; kalorik testte vaka grubunun %27'sinde (%17 iki taraflı zayıflık ve %10 tek taraflı zayıflık) anormal sonuçlar bildirilirken; v-HIT'te ise vaka grubunun %25'inin (%13 iki taraflı VOR kazanç kaybı ve %12 tek taraflı VOR kazanç kaybı) anormal sonuçlara sahip olduğu belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda da v-HIT'te VOR kazanç kaybının olması Sinno ve ark. yaptığı çalışma ile benzerdir. Ayrıca çalışmada test sonuçları cinsiyet ve yaş değişkenine göre değerlendirildiğinde anlamlı bir fark saptanmadığı bildirilmiştir (Sinno et al.,2022). Çalışmamızda da cinsiyet ve yaş değişkenine göre gruplar arasında anlamlı bir fark olmaması Sinno ve ark. yaptığı çalışma ile paralellik göstermektedir.

West ve ark. yaptıkları retrospektif çalışmada vaka grubunda menenjit sonrası ileri derece SNİK olan 21 birey ile kontrol grubunda etiolojisi bilinmeyen ileri derece SNİK kaybı olan 20 birey üzerinde v-HIT değerlendirmesi yapmışlardır. Çalışma sonucunda vaka grubunda 9 olguda (%53) ve kontrol grubunda 2 olguda (%10) çift taraflı vestibülopati, vaka grubunda 5 olguda ve kontrol grubunda 4 olguda tek taraflı vestibülopati gözlenmiştir. Çalışmada ileri derecede SNİK olan bireylerden oluşan

kontrol grubunda azalmış SSK VOR kazancı ve 6 kulakta (%15) sakkadların gözlenmesi sonucu ileri derece SNİK ile VOR arasındaki ilişkiye dikkat çekilmiştir (West et al.,2020). Benzer olarak Melvin ve ark. VOR fonksiyonunu ileri derecede SNİK olan 35 bireyde v-HIT ile test ettikleri çalışmada; 35 hastanın %34'ünde tek taraflı kazanç kaybı, %23'ünde ise bilateral kazanç kaybı gözlendiğini bildirmişlerdir (Melvin et al.,2009). Farklı derecede işitme kayıplarının dahil edildiği Uysal ve ark. yaptıkları çalışmada vaka grubuna 40-65 yaş aralığında orta, ileri ve çok ileri SNİK olan 31 birey ile kontrol grubuna 31 sağlıklı birey yer almaktadır. v-HIT kullanarak vestibüler sistemi değerlendirdikleri çalışmada; v-HIT'te vaka grubu ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar bildirmişlerdir (Uysal et al.,2024). Çalışmamızda da v-HIT' te hem VOR kazancı hem de asimetri bakımından vaka ve kontrol grubu arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. Daha geniş bir yaş grubu üzerinde çalışma yapan Migliaccio ve ark. yaşları 28-65 yaş arasında değişen, ileri derecede SNİK olan bireylere HIT uygulayarak VOR sistemlerini değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada; 16 hastanın 8'inde (%50) azalmış VOR kazancı olduğunu bildirmişlerdir (Migliaccio et al., 2005).

Jutila ve ark. konuşmayı ayırt etme skoru ile VOR kazançları anlamlı korelasyonu sonucunda rezidüel koklear fonksiyon ve vestibüler fonksiyonun birbiriyle ilişkili olduğunu düşündükleri çalışmada; ileri derece SNİK olan 44 hastanın motorize HIT sonuçlarının %11'inde kazanç kaybı gözlendiği bildirilmiştir (Jutila et al., 2013). Çalışmamızda konuşmayı ayırt etme skorları ile VOR kazancına bakılmamış olması rezidüel koklear fonksiyon ve vestibüler fonksiyonun kıyaslanmasını engel olmuştur.

Video Head Impulse Test'te VOR kazancı ve asimetrisi yanında sakkadların da değerlendirilmesi önemlidir. Korsager ve ark. yaşları 33-82 arasında değişen, ileri derecede SNİK olan 25 bireyde VOR kazancının güvenilirliğini ve VOR kazancının sakkadlarla ilişkisini araştırmışlardır. Çalışmada farklı klinisyenlerin aynı kişi üzerinde farklı zamanlarda yaptıkları test sonuçlarına göre; kazanç değerlerinde farklılıklar olmasına rağmen sakkadlarda farklılık gözlenmediğini belirtmişlerdir. Bu nedenle SSK'larda ilk olarak VOR kazancı ve VOR kazancına göre hesaplanan asimetriden ziyade sakkadların varlığına önem verilmesi gerektiğini bildirmişlerdir (Korsager et al.,2016). Çalışmamızda v-HIT' te sakkad görülme oranları incelendiğinde, kontrol grubumuzda sakkad gözlenmemiştir. Vaka grubunda ise lateral SSK (%4,2), posterior

SSK (%2,5) ve anterior SSK (%1,7) sakkad gözlenmiştir. Sakkadların gözlenmesi SSK ve afferent yollarda bir bozukluk olabileceğini göstermektedir (Jacobson et al.,2020). Ancak sakkad görülme oranının düşük olması merkezi sinir sisteminin periferik vestibüler sistem bozukluklarını kompanse edebilme yeteneğinden kaynaklandığını düşünmekteyiz (Shupak et al.,1994). Ek olarak v-HIT 'te sakkadların varlığı, f-HIT' te 80 ms sürelik görünen Landolt'un C optotipinin doğru cevaplanmasını etkilemektedir. Sakkad varlığı DCY değerini düşürmektedir. Çalışmamızda vaka grubunda en az sakkad oranı anterior SSK' da gözlenmiştir. Anterior kanal için toplam DCY ( $86,56 \pm 14,8$ ) posterior ve lateral kanallara oranla en yüksek elde edilmesi bunu desteklemektedir.

Rosenblüt ve ark. 107 işitme kayıplı bireyde vestibüler fonksiyonu incelemiş ve vestibüler sistem fonksiyonları ile işitme kaybı arasındaki korelasyona dikkat çekmiştir (Rosenblüt et al., 1965). Benzer şekilde, 57 işitme kayıplı bireyde vestibüler fonksiyonların araştırıldığı çalışmada Sandberg ve ark. işitme kaybı ile vestibüler sistem arasında olası bir korelasyon olduğunu bildirmişler (Sandberg and Terkildsen,1965). Çalışmamızda; kontrol grubu ve etkilenmeyen kulakta tüm SSK'larda VOR kazancı normal değerlerindeyken; vaka grubunda etkilenen kulakta v-HIT'te lateral SSK ve posterior SSK uyarımlarında kazanç kaybı gözlenmiştir. Çalışmamızda f-HIT'te lateral SSK ve posterior SSK uyarımlarında etkilenen kulak ve etkilenmeyen kulakta toplam DCY değerleri literatürde bildirilen normatif değerlerin altındadır. Bu durum bize v-HIT VOR kazancı ile f-HIT DCY değerinin korele olabileceğini düşündürmektedir. Vestibülokoklear Oort anastomozunun, koklear sinir dejenerasyonu varlığının vestibüler sinirin hem inferior hem de süperior dalını etkileyebileceğini ya da koklear sinirden bağımsız eş zamanlı dejeneratif bir nöral fazın oluşmuş olabileceği fikrini akla getirmektedir (Labrousse et al., 2005).

Çalışmamızda v-HIT ve f-HIT korelasyonları incelendiğinde; etkilenen kulakta v-HIT ve f-HIT lateral SSK'da  $4000,6000^\circ/s^2$  ve toplam DCY değerleri ile lateral SSK VOR kazancı arasında pozitif yönde zayıf düzeyde istatistiksek olarak anlamlı bir ilişki saptanmıştır. Yine benzer şekilde v-HIT ve f-HIT posterior SSK'da  $5000^\circ/s^2$  DCY değeri ile posterior SSK VOR kazancı arasında pozitif yönde zayıf düzeyde istatistiksek olarak anlamlı bir ilişki saptanmıştır. Ek olarak vaka grubunda etkilenmeyen kulak f-HIT anterior SSK  $4000^\circ/s^2$  DCY ile anterior SSK kazanç arasında pozitif yönde zayıf düzeyde

istatistiksek olarak anlamlı bir ilişki bulunurken; kontrol grubunda ise sadece f-HIT posterior SSK  $6000^{\circ}/s^2$  DCY ile posterior SSK kazanç arasında pozitif yönde zayıf düzeyde istatistiksek olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Kirazlı ve ark. kronik tek taraflı vestibüler kaybı olan 48 hasta ve 35 sağlıklı bireyi dahil ettikleri çalışmada katılımcılara v-HIT ve f-HIT uygulamışlardır. Vaka grubunun etkilenen tarafında lateral ve posterior SSK uyarımında v-HIT ve f-HIT'i çalışmamıza benzer olarak pozitif yönde orta düzeyde anlamlı bulduklarını bildirmişlerdir (Kirazlı and Erbek,2024). Corolla ve ark. akut dönemde ve semptomların başlangıcından 3 ay sonra ölçümleri tekrarladıkları 27 vestibüler nörit hastasında v-HIT ve f-HIT'i karşılaştırmayı amaçlamışlardır. Çalışmada, akut dönemde f-HIT ve v-HIT'in sağlıklı taraf ile etkilenen taraf arasındaki farkı tespit edebildikleri ve 3 ay sonra iyileşme gösterdikleri için f-HIT verilerinin beklenen davranışlarla uyumlu olduğunu, f-HIT'in v-HIT'e göre daha fazla patolojiyi tespit ettiğini bulmuşlardır ancak çalışmamızın aksine v-HIT ve f-HIT'den elde edilen verilerin korele olmadığını bildirmişlerdir (Corolla et al.,2018). Geriatrik grup üzerinde yaptıkları çalışmada Politi ve ark. düşme riskini öngörmeye yönelik bir model geliştirmeyi hedeflemişlerdir. Bu çalışmada 31 düşme nedeniyle başvuruda bulunan yaşlı bireylere ve vaka grubu ile yaşları uyumlu 19 sağlıklı yaşlı bireye uyguladıkları v-HIT ve f-HIT' den elde edilen verilerin korelasyonunun olmadığını bildirmişlerdir (Politi et al., 2022). Literatür v-HIT ve f-HIT korelasyonu konusun farklı bilgiler yer almaktadır. Bu farklı görüşlere ve bilgilere v-HIT ve f-HIT'in VOR'un farklı işlevlerini değerlendirmesi neden olmaktadır. Ayrıca f-HIT VOR'un fonksiyonelliğini ölçerken Landolt'un C optotipini tanıma yeteneğinin yalnızca yeterli bir VOR gerektirmesi değil, aynı zamanda yeterli bir kortikal, vestibüler ve görsel entegrasyon gerektirmesinin neden olduğu da belirtilmektedir (Forrester et al.,2016).

Sonuç olarak; v-HIT VOR'un kazancını matematiksel bir modele göre kantitatif ölçerken; işlevi hakkında bilgi vermede yetersiz kalır (Brosseau-Lachaine et al.,2008; Emekçi and Erbek,2022). Bu durum baş hareketi sırasında net görüşün sağlanıp sağlanmadığını hakkında bilgi veren f-HIT'e zemin hazırlamıştır. Vestibüloöler refleksinin değerlendirilmesi ve sensörinöral işitme kaybı ile vestibüloöler refleks arasındaki ilişkinin incelenebilmesi için yüksek baş akselerasyonlarında ölçüm yapan v-HIT ve f-HIT'in birbirini tamamlayan iki test bataryası olarak kullanılması gerektiğini düşünmekteyiz. Ayrıca çeşitli nedenlere bağlı oluşabilen nörodejeneratif süreçlerin

takibinde her iki test bataryasının tanı ve rehabilitasyon açısından zaman içinde DVAT, BST gibi yöntemlerle kombine edilerek daha etkin bir şekilde kullanımda yerini alacağını da önermekteyiz.

## SONUÇ

İleri derece sensörinöral işitme kaybı olan bireylerde vestibülooküler refleksin değerlendirilmesi amacıyla yapmış olduğumuz araştırmanın sonuçları aşağıda yer almaktadır:

- f-HIT'te lateral SSK uyarımının 4000, 5000, 6000°/s<sup>2</sup> aralığındaki DCY değerleri ve toplam DCY değerleri; SNİK olan bireylerin etkilenen kulağında; etkilenmeyen kulak ve kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak düşük saptandı.
- f-HIT'te posterior SSK uyarımının 3000, 4000, 5000, 6000°/s<sup>2</sup> DCY değerleri ve toplam DCY değerleri; SNİK olan bireylerin etkilenen kulağında; etkilenmeyen kulak ve kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak düşük saptandı.
- f-HIT'te anterior SSK uyarımının 3000, 4000, 5000, 6000°/s<sup>2</sup> DCY değerleri ve toplam DCY değerlerinde gruplar (etkilenen kulak, etkilenmeyen kulak ve kontrol) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı.
- v-HIT'te lateral SSK, anterior SSK ve posterior SSK kazanç değerleri; SNİK olan bireylerin etkilenen kulağında; etkilenmeyen kulak ve kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak düşük saptanırken, asimetri değerleri yüksek saptandı.
- v-HIT ve f-HIT'te etkilenen kulakta f-HIT lateral 4000, 6000°/s<sup>2</sup> DCY ve toplam DCY ile lateral SSK kazanç arasında pozitif yönlü zayıf düzeyde, f-HIT posterior 5000°/s<sup>2</sup> DCY ile posterior SSK kazanç arasında pozitif yönlü zayıf düzeyde korelasyon saptanırken; anterior SSK kazanç ve DCY değeri arasında korelasyon saptanmadı.

Çalışmamız ileri derece SNİK'li bireylerde vestibülooküler refleksi değerlendirmek üzere f-HIT ve v-HIT'in kombine olarak kullanıldığı literatürdeki tek çalışmadır. Çalışmamızda; SNİK'li hastalarda VOR yolunun bütünlüğünün etkilenmesi yanında aynı zamanda VOR'un fonksiyonelliğinin de etkilenmesi f-HIT'in kliniklerde ek olarak kullanılmasının önemli olduğunu düşünüyoruz. İleri araştırmalarda daha geniş

popülasyonlarda, farklı derecelerde SNİK'li bireylerinde dahil edildiği ve VOR'un farklı frekanslarının değerlendirildiği çalışmalar planlanabilir.

## KAYNAKÇA

- Ağaç, M. E. (2019). Duyma Akustiği & İşitme Cihazı Teknolojisi. (s.27-36).İstanbul .
- Akdaş, F. V. (2012). Çocuklarda sensörinöral işitme kayıpları ve odyolojik değerlendirme. *Türkiye Klinikleri Ear Nose and Throat-Special Topics*, 5(2), 32-42.
- Aksoy, S. (2011). Konjenital işitme kayıplı çocuklarda bilgisayarlı dinamik postürografi ile dengenin değerlendirilmesi. *Fizyoterapi ve Rehabilitasyon*, 22(2), 81-85.
- Akşit, A. M. (2019). Temel Odyolojik Testler, (s. 11-25). Ankara : Hipokrat Yayınevi .
- Alpini, D., Botta, M., Mattei, V., Tornese D. (2009). Figure Ice Skating İnduces Vestibulo-Ocular Adaptation Specific to Required Athletic Skills, *J Sport Sciences for Health*, 129–134.
- Ant, A., Karamert, R. E. C. E. P., & Bayazıt, Y. (2012). İşitme Kayıplarının Genetik Yönü ve Türkiye’deki Görünümü. *Türkiye Klinikleri Tıp Bilimleri Dergisi*, 5(2).
- Arslan, S. (2021 ). İşitme Sistemi Fizyolojisi . G. K. Mehmet Fatih Öğüt içinde, Tüm Yönleriyle Odyoloji (s. 27-36). İzmir : Us Akademi .
- Aydın, E. A. Ö., Eskicioğlu, H. E., Durankaya, S. M., Kırkım, G. (2024). Fonksiyonel İşitme Kaybı Mı İşitsel Nöropati Spektrum Bozukluğu Mu? Postlingual Olgu Sunumu. *Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 38(1), 53-60.
- Babu, S., Schutt, C.A., Bojrab, D.I. (2019). *Diagnosis and Treatment of Vestibular Disorders: Springer*.
- Baloh, R.W, Honrubia, V., Kerber, K.A. (2011). Overview of Vestibular Anatomy and Physiology. In: Baloh, R.W., Honrubia, V., Kerber, K.A. (eds). *Clinical Neuropsychology of the Vestibular System*, 4 th ed. London, Oxford University Press, 2-4.
- Barin, K., Durrant, J. (2000). *Applied Physiology of the Vestibular System. The Ear: Comprehensive Otology*, 113-40.
- Berkiten, G., Tutar, B., Saltürk, Z., Kumral, T. L., Ekincioğlu, M. E., Uyar, Y., Tuna, Ö. B. (2020). Tek Taraflı Ani İşitme Kayıplı Hastalarda Vestibüler Uyarılmış

- Miyojenik Potansiyel Bulguları. *Journal of Ear Nose Throat and Head Neck Surgery*, 28(3).
- Biswas, A. (2017). *Clinical Audio-Vestibulometry for Otologists and Neurologists*. 5th ed. Mumbai: Bhalani Publishing House.
- Biswas, A. (2018). The Functional Head Impulse Test and Vestibular Rehabilitation with V-Gym: A Diagnostic and Therapeutic System for the Semicircular Canals. *Annals of Otology and Neurotology*, 1(01), 049-050.
- Bodranghien, F., Bastian, A., Casali, C., Hallett, M., Louis, E.D., Manto, M., Marien, P., Nowak, D.A., Schmahmann, J.D., Serrao, M., Steiner, K.M., Strupp, M., Caroline Tilikete, Timmann, D., van Dun, K. (2016). Consensus Paper: Revisiting the Symptoms and Signs of Cerebellar Syndrome. *Cerebellum*, 15(3):369-91.
- Bozkurt, M., Gün, R., Gür, A., Uçar, D., Nas, K. (2011). Romatoid artritli hastalarda sensörinöral işitme kaybı. *Dicle Tıp Dergisi*, 38(2), 184-188.
- Brancaleone, M.P., Boucher, L.C., Yang, J., Merfeld, D., Onate, J.A.(2023). Comparing Dynamic Visual Acuity Between Athletes Who are Deaf or Hard-Of-Hearing and Athletes Who are Hearing. *J Am Coll Health*, 13:1-4.
- Brodal, A., Hoivik, B. (1964). Site and Mode of Termination of Primary Vestibulocerebellar Fibres in the Cat. An Experimental Study With Silver Impregnation Methods. *Archives Italiennes de Biologie*, 102(1):1-21.
- Bronstein, A., Gresty, M. (1988). Short Latency Compensatory Eye Movement Responses to Transient Linear Head Acceleration: A Specific Function of the Otolith-Ocular Reflex. *Experimental Brain Research*, 71:406-10.
- Brosseau-Lachaine, O., Gagnon, I., Forget, R., Faubert, J.(2008). Mild Traumatic Brain Injury Induces Prolonged Visual Processing Deficits In Children. *Brain Inj*, 22(9):657-68. 43(2):119-24.
- Brosseau-Lachaine, O., Gagnon, I., Forget, R., Faubert, J. (2008). Mild Traumatic Brain Injury Induces Prolonged Visual Processing Deficits In Children. *Brain Inj*, 22(9):657-68.

- Cengiz, D.U., Erbek, H.S., Çolak, S.C., Kurtcu, B., Demirel Birişik, S., Karababa, E., Kuşman, B., Özdemir, E.A., Işık, M., Demir, İ. (2023). Evaluation of Vestibulo-Ocular Reflex With Functional Head İmpulse Test in Healthy İndividuals: Normative Values. *Front Neurol*, 22;14:1300651.
- Chiong, C.M., Nedzelski, J.M., McIlmoyl, L.D., et al. (1994). Electrooculographic Findings Pre- and Post-Cochlear İmplantation. *J Otolaryngology*,23:447–9.
- Colagiorgio, P., Colnaghi, S., Versino, M., Ramat, S. (2013). A New Tool for Investigating the Functional Testing of the VOR. *Front Neurol*, 25;4:165.
- Collewijn, H., Smeets, J.B. (2000). Early Components of the Human Vestibulo-Ocular Response to Head Rotation: Latency and Gain. *Journal of Neurophysiology*, 84(1):376-89.
- Collewijn, H., Tamminga, E. P. (1984). Human Smooth and Saccadic Eye Movements During Voluntary Pursuit of Different Target Motions on Different Backgrounds. *The Journal of Physiology*, 351(1), 217-250.
- Corallo, G., Versino, M., Mandalà, M., Colnaghi, S., Ramat, S. (2018). The Functional Head Impulse Test: Preliminary Data. *J. Neurol*, 265, 35–39.
- Cunningham, L.L., Tucci, D.L. (2017). Hearing Loss in Adults. *The New England Journal of Medicine*, 21;377(25):2465-2473.
- Çakır, A. (2021). İşitme Sistemi Anatomisi . G. K. Mehmet Fatih Öğüt içinde, Tüm Yönleriyle Odyoloji (s. 11-25). İzmir : Us Akademi .
- Çeliker, F., Terzi, B., Beyazal, M., Çeliker, M., Özgür, A., İncikli, M. F., Dursun, E. (2018). İletim Tipi İşitme Kayıplarının Nedenini Saptamada Yüksek Çözünürlüklü Bilgisayar Tomografinin Değeri. *Van Tıp Dergisi*, 25(3), 399-402.
- Çetin, S. Y., & Emük, Y. (2018). İşitme engelli çocuklarda denge problemleri ve rehabilitasyon yöntemleri. *Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi-BÜSBİD*, 3(1).
- Day, B.L., Fitzpatrick, R.C. (2005). The Vestibular System. *Current Biology*, 15(15): R583- R6.

- Dickman, J.D. (2018). The Vestibular System. In: Haines DE (ed). *Fundamental Neuroscience for Basic and Clinical Applications*, 1 st ed. Philadelphia, Elsevier, 320-33.
- Eggers, S., Zee, D. (2010). *Vertigo and Imbalance: Clinical Neurophysiology of the Vestibular System*: Elsevier.
- Eisenberg, L.S., Nelson, J.R., House, W.F. (1982). Effects Of the Single-Electrode Cochlear İmplant On the Vestibular System Of the Profoundly Deaf Adult. *Ann Otol Rhinol Laryngol* ,91:47–54.
- Emekci, T., Erbek, H.S. (2022). The Relationship Between Functional Head İmpulse Test and Age in Healthy İndividuals. *J Vestib Res*,32(2):123-134.
- Ertuğrul, G., Sennaroğlu, G. (2022). Baş Dönmesi ve Dengesizlik Şikâyeti Olan Tek Tarafılı Koklear İmplant Kullanıcılarında Vestibüler Fonksiyonlar. In *KBB-Forum*, Vol. 21, No. 2, pp.119-126).
- Fife, T.D. (2010). Overview of Anatomy and Physiology of the Vestibular System. In: Eggers, S.D., Zee, D. (eds). *Handbook of Clinical Neurophysiology*, 1 st ed. Philadelphia, Elsevier,5-17.
- Flood, L. M. (2020). *Thieme Atlas of Anatomy: Head, Neck, and Neuroanatomy*, 3rd edn M Schuenke, E Schulte, U Schumacher, C Stefan Thieme. *The Journal of Laryngology & Otology*, 134(8), 750–750.
- Forrester, J., Andrew, D., McMEnamin, P., Roberts, F., Pearlman, E. (2016). *Physiology Of Vision and The Visual System*. In *The Eye: Basic Siences İn Practice*. (4th ed): Saunders, Elsevier,269–337.
- Gacek, R.R. (2005). *Anatomy of the Central Vestibular System*. *Neurotology*: Elsevier, 75-90.
- Gkoritsa, E.Z. (2017). *Anatomy of the Vestibular System*. In: Gkoritsa EZ (ed). *Handbook of Benign Paroxysmal Positional Vertigo: Diagnosis and Treatment*, New York, Nova Biomedical,11.

- Gonzales-Garrido, A., Pujol, R., Lopez-Ramirez, O., Finkbeiner, C., Eatock, R.A., Stone, J.S. (2021). The Differentiation Status of Hair Cells That Regenerate Naturally in the Vestibular Inner Ear of the Adult Mouse. *J Neurosci*,41(37): 7779-96.
- Goodman, A. (1965). Reference zero levels for pure-tone audiometer. *Asha*, 7, 262-263.
- Guyton, A. (2006). Cortical and Brain System Control of Motor Function. In: Guyton, A.C., Hall, J.E. (eds). *Textbook of Medical Physiology*, 11th ed. Philadelphia, Elsevier Saunders, 685-97.
- Hain, T.C., Helminski, J.O. (2017). Anatomy and Physiology of the Normal Vestibular System. *Vestibular Rehabilitation*, 1(1):2.
- Halmagyi, G.M., Curthoys, M.U., Kremi, P.D., Henderson, C.J., Todd, M.J., Zimbalari, M.J., D'Cruz, D.M. (1990). The Human Horizontal Vestibulo-Ocular Reflex in Response to High-Acceleration Stimulation Before and After Unilateral Vestibular Neurectomy. *Exp Brain Res*, 81(3):479-90.
- Halmagyi, G., Chen, L., MacDougall, H.G., Weber, K.P., McGarvie, L.A, Curthoys, I.S. (2017). The Video Head Impulse Test. *Front Neurol*, 8: 258.
- Halmagyi, G.M., Curthoys, I.S. (1988). A Clinical Sign of Canal Paresis. *Arch Neurol*, Jul;45(7):737-9.
- Hazen M, Cushing SL. Vestibular Evaluation and Management of Children with Sensorineural Hearing Loss. *Otolaryngol Clin North Am*. 2021 Dec;54(6):1241-1251. doi: 10.1016/j.otc.2021.08.001. PMID: 34774232.
- Highstein, S.M., Holstein, G.R. (2006). The Anatomy of the Vestibular Nuclei. *Progress in Brain Research*, 151:157-203.
- Honaker, J.A. (2021). *The Video Head Impulse Test (v-HIT) In: Evaluation of Dizziness, Vertigo and Imbalance*. Plural Publishing.
- Horak, F.B., Shumway-Cook, A., Crowe, T.K., Black, F.O. (1988). Vestibular Function and Motor Proficiency Of Children With Impaired Hearing, or With Learning Disability and Motor Impairments. *Dev Med Child Neurol*,30(1):64-79.
- Isaacson, J.E., Vora, N.M. (2003). Differential Diagnosis and Treatment of Hearing Loss. *American Family Physician*,68(6):1125-32.

- Jacobson, G.P., Shepard, N.T., Barin, K., Janky K., McCaslin, D.L. (2020). Balance Function Assessment and Management: Plural publishing.
- Janky, K. L., Givens, D. (2015). Vestibular, Visual Acuity, And Balance Outcomes İn Children With Cochlear İmplants: A Preliminary Report. *Ear and hearing*, 36(6), e364-e372.
- Johnston, J.L., Sharpe, J.A. (1994). The İnitial Vestibulo-Ocular Reflex and its Visual Enhancement and Cancellation in Humans. *Experimental Brain Research*, 99:302-8.
- Jutila, T., Aalto, H., Hirvonen, T.P. (2013). Cochlear İmplantation Rarely Alters Horizontal Vestibulo-Ocular Reflex in Motorized Head İmpulse Test. *Otol Neurotol*,34(1):48-52.
- Karababa, E., Satar, B., Genç, H. (2023). Evaluation of Effects of Optokinetic and Rotational Stimuli With Functional Head İmpulse Test (FHIT) in İndividuals With Motion Sickness. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 280(7):3149-3156.
- Katz, J., Chasin, M., English, K.M., Hood, L.J., Tillery, K.L. (2015). *Handbook of Clinical Audiology*: Wolters Kluwer Health Philadelphia, PA.
- Kaya, M. G. (2015). İşıtme Ssistemi Anatomi ve Fizyolojisi . M. Gündüz içinde, *Odyolojide Temel Kavram ve Yaklaşımlar* (s. 61-85 ). Ankara : Ankara Nobel Tıp Kitabevleri .
- Khan, S., Chang, R. (2013). Anatomy of the Vestibular System: A Review. *Neuro Rehabilitation* ,32(3):437-43.
- Kingma, H., Van de Berg, R. (2016). Anatomy, Physiology, and Physics of the Peripheral Vestibular System. *Handbook Of Clinical Neurology* ,137:1-16.
- Kirazlı, G., Emekci, T., Inceoglu, F., Pistav Akmese, P., Celebisoy, N. (2023). An Evaluation of the Test-Retest Reliability of the Functional Head İmpulse Test in Healthy Young Adults. *Eur Arch Otorhinolaryngol*,280(12):5339-5343.
- Kirazlı, G., Erbek, H.S. (2023). A Comparison Of the Video Head İmpulse Test and The Functional Head İmpulse Test in Chronic Unilateral Vestibular Loss. *J Laryngol Otol*, 138(1):43-51.

- Korsager, L.H., et al., Reliability and Comparison of Gain Values With Occurrence Of Saccades In the Video Head Impulse Test (VHIT). *The Journal of Laryngology and Otology*,130: p. S192.
- Labrousse, M., Levêque, M., Ouedraogo, T., Avisse, C., Chays, A., Delattre, J. F. (2005). An Anatomical Study of the Vestibulocochlear Anastomosis (Anastomosis of Oort) in Humans: Preliminary Results. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 27, 238-242.
- Lysakowski, A., Flint, P., Cummings, C. (2010). Anatomy of the Vestibular System. In: Flint, P.W., Haughey, B.H., Lund, V.J., Niparko, J.K., Richardson, M.A., Robbins, K.T., Thomas, J.R. (eds). *Cummings Otololaryngology: Head & Neck Surgery*, 5 th ed. Philadelphia, Mosby Elsevier,1850-65.
- 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*, 6;73(14):1134-41.
- Manzoni, D. (2009). Vestibulo-Spinal Reflexes. In: Squire, L.R. (ed). *Encyclopedia of Neuroscience*, Philadelphia, Elsevier, 4245-50.
- Melvin, T.A., Della Santina, C.C., Carey, J.P., Migliaccio, A.A. (2009). The Effects of Cochlear Implantation On Vestibular Function. *Otol Neurotol*,30:87Y94.
- Migliaccio, A.A., Della Santina, C.C., Carey, J.P., Niparko, J.K., Minor, L.B. (2005). The Vestibulo-Ocular Reflex Response to Head Impulses Rarely Decreases After Cochlear Implantation. *Otol Neurotol*,26: 655Y60.
- Mitchell, D.E., Della Santina, C.C., Cullen, K.E. (2017). Plasticity Within Excitatory and Inhibitory Pathways of the Vestibulo-Spinal Circuitry Guides Changes in Motor Performance. *Sci Rep* ,7(1):1-15.
- Murofushi, T., Kaga, K. (2009). *Vestibular Evoked Myogenic Potential: Its Basics And Clinical Applications*: Springer Science, Business Media.
- Nakagawa, T. (2014). Strategies for Developing Novel Therapeutics for Sensorineural Hearing Loss. *Front Pharmacol*,16; 5:206.

- Odabaşı, A. O. (2008). Travmatik İşitme Kayıpları ve Orta Kulak Kemikçik Zinciri Rekonstrüksiyonu. *Türkiye Klinikleri Ear Nose and Throat-Special Topics*, 1(3), 35-38.
- Özbek, S. E., Uzun, P., Yıldırım, Ö., Yosmaoğlu, B., Sarıbaş, F., Demir, A. B., Bora, İ. (2015). Santral Sinir Sistemi Süperfisial Siderozisi: Olgu Sunumları Eşliğinde Literatürün Gözden Geçirilmesi. *Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 41(1), 35-38.
- Penido, N.O., Cruz, O.L.M., Zanoni, A., Inoue, D.P. (2009). Classification and Hearing Evolution of Patients With Sudden Sensorineural Hearing Loss. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 42(8):712-6.
- Pinninti, S., Christy, J., Almutairi, A., Cochrane, G., Fowler, K.B., Boppana, S. (2021). Vestibular, Gaze, and Balance Disorders in Asymptomatic Congenital Cytomegalovirus Infection. *Pediatrics*.147(2).
- Politi, L., Salerni, L., Bubbico, L., Ferretti, F., Carucci, M., Rubegni, G., Mandalà, M. (2022). Risk Of Falls, Vestibular Multimodal Processing, and Multisensory İntegration Decline İn the Elderly-Predictive Role Of the Functional Head İmpulse Test. *Front Neurol*,13:964017.
- Quintana, C., Heebner, N.R., Olson, A.D., Abt, J.P., Hoch, M.C. (2020). Sport-Specific Differences İn Dynamic Visual Acuity and Gaze Stabilization İn Division-I Collegiate Athletes. *J Vestib, Res*.30(4):249-257.
- Ramat. S., Colnaghi. S., Boehler, A., Astore, S., Falco, P., Mandalà, M., Nuti, D., Colagiorgio, P., Versino, M. A. (2012). Device for the Functional Evaluation of the VOR in Clinical Settings. *Front Neurol*, 23;3:39.
- Romano, F., Bertolini, G., Agostino, D., Straumann, D., Ramat, S., Feddermann-Demont, N. (2019). Functional Head İmpulse Test in Professional Athletes: Sport-Specific Normative Values and İmplication For Sport-Related Concussion. *Front Neurol*,10:387.
- Rosenblüt, B., Goldstein, R., Landau, W.M. (1960). Vestibular Responses of Some Deaf and Aphasic Children. *Ann. Otol. Rhinol. Laringol*, 69, 747–755.

- Ruckenstein, M.J., Davis, S. (2014). *Rapid Interpretation of Balance Function Tests*, 1 st ed. Philadelphia, Plural Publishing, 1-5.
- Sandberg, L.E., Terkildsen, K. (1965). Caloric Tests In Deaf Children. *Arch Kulak Burun Boğaz*, 81, 350–354.
- Santos, T.G.T., Venosa, A.R., Sampaio, A.L.L. (2015). Association Between Hearing Loss and Vestibular Disorders A Review of the İnterference of Hearing in the Balance. *Int J Otolaryngol Head & Neck Surg*, 4; 173-9.
- Schreiber, B.E., Agrup, C., Haskard, D.O., Luxon, L.M. (2010). Sudden Sensorineural Hearing loss. *The Lancet*, 375(9721):1203-11.
- Schubert, M., Shepard, N. (2016). Practical Anatomy and Physiology Of the Vestibular System. In: Jacobson, G., Shepard, N., eds. *Balance Function Assessment and Management*, 2nd edn. San Diego: Plural Publishing, 1–16
- Seo, Y., Park, Y.A., Kong, T.H., Bae, M.R., Kim, S.H.(2016). Head Position and İncreased Head Velocity to Optimize Video Head İmpulse Test Sensitivity. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 273(11): 3595-602.
- Shupak, A., Bar-El, E., Podoshin, L. et al (1994). Vestibular Findings Associated With Chronic Noise İnduced Hearing İmpairment. *Acta Otolaringol (Stockh)*, 114:579–585
- Sinno, S., Najem, F., Dumas, G., Abouchacra, K.S., Mallinson, A., Perrin, P. (2022). Correlation of SVINT and Sensory Organization Test in Children with Hearing Loss. *Audiol Res*, 12(3):316-326.
- Thompson, T.L., Amedee, R. (2009). Vertigo: A Review Of Common Peripheral and Central Vestibular Disorders. *Ochsner J*,9(1):20-6. PMID: 21603405.
- Tufan, K. (2021). İşıtme Fiziyojisi ve İşıtme Yolları, M. A. Leyla Topkan içinde, *Otoloji ve Foniatri Perpektifiyle Odyoloji* (s. 28-34). Ankara: Ankara Nobel Tıp Kitabevleri.
- Uysal, F., Erbek, S.S., Cam, O.H. (2024). 40-65 Yaş Arası Sensörinöral İşıtme Kaybı Olan Bireylerde Vestibüler Sistemin Değerlendirilmesi. *Med Bull Sisli Etfal Hosp*, 58(2): 197-203.

- Ünal, M. (1998). İşitsel Beyinsapı Cevabı El Kitabı. İstanbul : Nobel Tıp Kitabevleri.
- Ünsal, S., Ünsal, D., Akçadağ, A. İşitsel potansiyeller. Odyolojide Temel Yaklaşımlar ve Kavramlar. Gündüz, M., Karabulut, H. (Editörler). Ankara: Nobel Tıp Kitabevi, (2015); 210-215.
- Van Dooren, T. S., Lucieer, F. M. P., Duijn, S., Janssen, A. M. L., Guinand, N., Perez Fornos, A. (2019). The functional head impulse test to assess oscillopsia in bilateral vestibulopathy. *Frontiers in neurology*, 10, 365.
- Wackym, P.A. (2017). Neurotology. In: Winn HR (ed). Youmans & Winn Neurological Surgery, 7 th ed. Philadelphia, Elsevier, e2953.
- Waxman S. Chapter 17. The Vestibular System. In: Snell RS (eds). Clinical neuroanatomy, 7 th ed. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2010;26.
- Weber, K., Aw, S.T., Todd, M.J., McGarvie, L.A., Curthoys, I.S., Halmagyi, G.M.(2008). Head İmpulse Test in Unilateral Vestibular Loss: Vestibulo-Ocular Reflex and Catch-Up Saccades. *Neurol*, 70(6): 454-63.
- West, N., Sass, H., Klokke, M., Cayé-Thomasen, P. (2020). Functional Loss After Meningitis-Evaluation of Vestibular Function in Patients With Postmeningitic Hearing Loss. *Front Neurol*, 11:681.
- Wiest, G. (2015). The Origins of Vestibular Science. *Ann N Y Acad Sci* ,1343:1-9.
- Yılmaz, T. T. (2023). İşitme Kaybına Yaklaşım. *Türkiye Klinikleri Family Medicine-Special Topics*, 14(3), 56-59.
- Yoo, H., Mihaila, D.M. (2020). *Neuroanatomy, Vestibular Pathways*.
- Yüksel, A., Gündüz, M. (2015). Vestibüler Sistem Anatomi ve Fizyolojisi. İçinde: Gündüz, M. (Editör). *Odyolojide Temel Kavramlar ve Yaklaşımlar*, Ankara, Nobel Tıp Kitabevi, 87-94.
- Zabolotnyi, D.I., Mishchanchuk, N.S. (2020). *Vestibular System: Anatomy, Physiology, and Clinical Evaluation. Somatosensory and Motor Research: IntechOpen*.
- Zabolotnyi, D.I., Mishchanchuk, N.S. (2020). *Vestibular System: Anatomy, Physiology, and Clinical Evaluation. Somatosensory and Motor Research: IntechOpen*.

Zaleski-King, A.C., Lai W, Sweeney, A.D. (2019). Anatomy and Physiology of the Vestibular System. *Diagnosis And Treatment Of Vestibular Disorders*, 3-16.

**EK-4. DEMOGRAFİK VERİ FORMU**

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

Ad-Soyad:

Cinsiyet:  Kadın  Erkek

Yaş:

Telefon Numarası:

Boy:

Kilo:

1)Eğitim durumunuz nedir?

 İlkokul  Ortaokul  Lise  Yüksekokul/Üniversite  Hiçbiri

2)Medeni durumunuz nedir?

 Evli  Bekar

3)Sigara kullanıyor musunuz?

 Evet.  Hayır.

4) Baş dönmeniz var mı?

 Evet.  Hayır.

5) İşitme kaybı tanı yılınız nedir?

.....

6) İşitme kaybı nedeniniz nedir?

.....