



**T.C.**  
**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ**  
**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**KULAK BURUN BOĞAZ ANABİLİM DALI**  
**ODYOLOJİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**PRELİNGUAL DÖNEMDE ORTAYA ÇIKAN İŞİTME KAYBININ**  
**VESTİBÜLER LABİRENT ÜZERİNDEKİ ETKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Oya TANYERİ**

**ANKARA, 2017**



**T.C.**

**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ**

**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KULAK BURUN BOĞAZ ANABİLİM DALI**

**ODYOLOJİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**PRELİNGUAL DÖNEMDE ORTAYA ÇIKAN İŞİTME KAYBININ  
VESTİBÜLER LABİRENT ÜZERİNDEKİ ETKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Oya TANYERİ**

**Tez Danışmanı**

**Prof. Dr. Adnan Fuat BÜYÜKLÜ**

**ANKARA 2017**

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

Odyoloji Tezli Yüksek Lisans Programı çerçevesinde Oya Tanyeri tarafından yürütülmüş olan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 06/10/2017

Tez Konusu: “Prelingual Dönemde Ortaya Çıkan İşitme Kaybının Vestibüler Labirent Üzerindeki Etkisi”

**TEZ DANIŞMANI: Prof. Dr. Adnan Fuat BÜYÜKLÜ**

**TEZ JÜRİSİ ÜYELERİ**

Prof. Dr. Adnan Fuat Büyüklü

Başkent Üniversitesi

Prof. Dr. Esra Yücel

Hacettepe Üniversitesi

Prof. Dr. Hatice Seyra Erbek

Başkent Üniversitesi

**ONAY:** Bu tez, Başkent Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulunun ... / ... / 2017 tarih ve ... Karar Sayısı ile kabul edilmiştir.

  
Prof. Dr. Rengin ERDAL  
Enstitü Müdürü



BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
YÜKSEK LİSANS / DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: 20 / 10 / 2017

Öğrencinin Adı, Soyadı : Oya TANYERİ

Öğrencinin Numarası : 21520127

Anabilim Dalı : Kulak Burun Boğaz Anabilim dalı

Programı : Odyoloji Tezli Yüksek Lisans Programı

Danışmanın Unvanı/Adı, Soyadı : Prof. Dr. Adnan Fuat BÜYÜKLÜ

Tez Başlığı : Prelingual Dönemde Ortaya Çıkan İşitme Kaybının Vestibüler Labirent Üzerindeki Etkisi

Yukarıda başlığı belirtilen Yüksek Lisans/Doktora tez çalışmamın; Giriş, Ana Bölümler ve Sonuç Bölümünden oluşan, toplam 67 sayfalık kısmına ilişkin, 20 / 10 / 2017 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından “Turnitin” adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 16’dır.

Uygulanan filtrelemeler:

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

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

Öğrenci İmzası:.....

Onay

20.. / 10 / 2017

Prof. Dr. Adnan Fuat BÜYÜKLÜ

## TEŞEKKÜRLER

Yüksek lisans eğitimimin başından itibaren Odyoloji programına verdiği emekler ve bana sağladığı bilimsel katkılardan dolayı değerli hocam Başkent Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Ana Bilim Dalı bölüm başkanı Prof. Dr. N. Levent Özlüoğlu'na,

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmam sürecinde tez danışmanlığımı üstlenen, tez konumun belirlenmesi, çalışmamın planlanması, gerçekleştirilmesi ve sonuçlandırılmasında bana yol gösteren, bu zorlu süreci en kolay şekilde aşmamı sağlayan değerli tez danışmanım, sayın Prof. Dr. Adnan Fuat Büyüklü'ye,

Yüksek Lisans programına kabul edildiğim günden itibaren tüm aşamalarda bilimsel ve manevi desteğini hep yanımda hissettiğim, sabır, hoşgörü ve ilgisini benden hiç esirgemeyen, öğrencileri olmaktan her zaman gurur duyduğum değerli hocalarım Başkent Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Ana Bilim Dalı Öğretim Üyelerinden Prof. Dr. Seyra Erbek ve Prof. Dr. Selim Erbek'e,

Odyoloji bilimini tanımamı sağlayıp bu alanda eğitim almam için beni cesaretlendiren, beni sürekli yönlendiren ve yüksek lisans eğitim sürecim boyunca bilgi ve tecrübelerinden sürekli faydalandığım değerli hocam Prof. Dr. Yusuf Kemal Kemaloğlu'na,

Yüksek lisans eğitimim süresince bilim alanında bana kattığı öğretiler dışında, insana ve yaşama ait tecrübelerini biz öğrencileriyle paylaşan değerli hocam Prof. Dr. Erol Belgin'e,

Yüksek lisans eğitimim süresince verdiği manevi desteğin yanında ve iş hayatında bana kattığı öğretiler, tecrübeler ve arkadaşlığı için amirim Sayın Kenan Önalın'a ve bu zorlu süreçte bana gösterdikleri sabırdan dolayı değerli mesai arkadaşlarıma,

Hayatın her aşamasında dostluğunu, kardeşliğini benden hiç esirgemeyen, iş hayatımda da, yüksek lisans sürecimde de gerek tecrübesi gerek bilgi, birikim ve yönlendirmeleriyle hep yanımda olan değerli dostum Hatice Kurt'a,

Tez sürecim boyunca çalışmamı yürüttüğüm Başkent Üniversitesi Kulak Burun Boğaz kliniğinde bana destek olan, tecrübelerini benimle paylaşan, sevgi ve dostluklarını esirgemeyen değerli Odyometrist arkadaşlarım Sinem Kapıcıoğlu, Güldeniz Pekcan ve Melike Kürklü' ye,

Merhaba dediğimiz ilk günden itibaren önce dostluğu, sonrada yönlendirici karakteriyle hep yanımda olan, tez sürecim boyunca bıkmadan bütün yakınmalarına en pozitif haliyle çözümler üreten, emeğini ödeyemeyeceğim canım arkadaşım Uzman Odyolog Özge Şahin'e,

Tanıştığımız ilk günden itibaren samimi dostluğu, ablalığı, mesleki duruşu ve yönlendirmeleriyle hep yanımda olan Uzman Odyolog Sibel Turhan ve bana bıkmadan usanmadan çeviri yapan tercümanım, psikoloğum ve tabi ki canım arkadaşım Uzman Odyolog Onur Murat Menteşoğlu'na,

Dostlukları ile hep yanımda olan ve ihtiyaç duyduğum her aşamada bana destek veren sevgili "UYAROĞLUGİLLER" (Emine Ercan, Gamze Feyzioğlu, Müge Barış, Osman Nihat Sarıtoprak, Behzat Gürbüzler, Derya Demirez, Gözde Bayramoğlu) grubu üyelerine,

Bu çalışmayı sürdürme bilmem için klinik çalışmalarım da hiç üşenmeden gelip testleri tamamlamamı sağlayan çok değerli çalışma ve kontrol grubu gönüllülerime,

Hayatta her koşulda yanımda olan, bu günlere gelebilmem için hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan ve özellikle tez sürecinde fazlası ile ihmal ettiğim canım aileme, sonsuz teşekkür ederim.

**Oya TANYERİ**

## ÖZET

**Oya TANYERİ, Prelingual Dönemde Ortaya Çıkan İşitme Kaybının Vestibüler Labirent Üzerindeki Etkisi. Başkent Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kulak, Burun, Boğaz Anabilim Dalı, Odyoloji Yüksek Lisans Tezi. 2017**

İşitme, dış ortamda meydana gelen ses dalgalarının kulağımız tarafından toplanması ve beyindeki merkezler tarafından algılanmasına kadar olan süreç olarak tanımlanmaktadır. İşitme kaybı hangi düzeyde olursa olsun bireylerin topluma uyumunu engellemekte, kişisel ve sosyal bir takım sorunlara yol açmaktadır. İşitme kaybı ile doğan olguların önemli bir kısmında radyolojik görüntüleme yöntemleriyle çeşitli derecelerde iç kulak anomalileri saptanmaktadır.

Periferik işitme ve vestibüler sistem arasındaki ilişki, sensörinöral tipte işitme kaybı olan bireylerde görülen vestibüler bozukluklarda önemli bir rol oynamaktadır. Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (VEMP), periferik vestibüler organların uyarılması sonucu kaslarda sonlanan refleks arkının ölçüldüğü bir elektrofizyolojik test yöntemidir. Vestibüler sistemin bütünlüğünün değerlendirilmesi için kullanılan bu test yöntemi, refleks ark yanıtı boyun kaslarından ölçülüyorsa servikal VEMP (cVEMP), ekstraoküler kaslardan ölçülüyorsa oküler VEMP (oVEMP) olarak adlandırılır.

Bu çalışmanın amacı, prelingual dönem işitme engelli bireylerde vestibüler sistem bütünlüğünün normal işiten bireylerle karşılaştırılmasıdır. Bu amaç doğrultusunda araştırmaya katılan işitme engelli bireylerin vestibüler sistem bütünlüğünün değerlendirilmesi için oVEMP ve cVEMP testleri uygulanmıştır.

Bu çalışma, Başkent Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı odyoloji kliniğinde, Ankara ilinde yaşayan ve Anakent Sağırlar Derneğine üye olan 18-60 yaş arası ileri derecede sensörinöral prelingual dönem işitme kayıplı gönüllü kişilerle yürütülmüştür. Araştırma, çalışma grubunda 20 kadın (%76,9) ve 6 erkek (%23,1); kontrol grubunda ise 19 erkek (%73,1) ve 7 erkek (%26,9) olmak üzere toplam 52 kişi üzerinden yapılmıştır.

Çalışmaya katılan bireylere KBB muayenesi yapıldıktan sonra hikâyeleri alınmış ve sonrasında vestibüler sistemin bütünlüğünün değerlendirilmesi için cVEMP ve oVEMP testleri yapılarak sonuçlar kontrol grubunun sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Testler işaret dili kullanıcısı olan katılımcılara işaret dili ile anlatıldıktan sonra uygulamaya geçilmiştir.

Gruplar kendi içinde sağ – sol kulaklar açısından kıyaslandığında dalga latansları ve amplitüdü açısından istatistik anlamlı fark saptanmamıştır. Çalışma grubu ve kontrol grubunun oVEMP ve cVEMP cevapları karşılaştırıldığında arasında fark olduğu ve kontrol grubunda cevap yüzdesinin daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Ayrıca oVEMP amplitüd değeri için ve cVEMP P1 latansı için gruplar arasında istatistik anlamlı fark olduğu gözlenmiştir ( $p \leq .05$ ).

Elde edilen bulguların gelecekte KBB Kliniklerinde, özel eğitim çalışmalarında ve denge laboratuvarlarında kullanılması beklenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Prelingual İşitme Kaybı, Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller, VEMP, oVEMP, cVEMP, sensörinöral işitme kaybı, işaret dili.



## ABSTRACT

Oya TANYERİ, The Influence of Hearing Loss Emerging in the Prelingual Period on the Vestibular Labyrinth. Başkent University, Institute of Health Sciences, Ear, Nose, Throat Department, Audiology Master Thesis. 2017.

Hearing is defined as the process of picking up sound waves from outside in our ears to the point where they are perceived by our headquarters. Whatever the level of hearing loss is, it prevents individual compliance with collecting and leads to personal and social problems. In the majority of cases with hearing loss, inner ear anomalies are determined at various grades by radiological imaging methods.

The relationship between peripheral auditory and vestibular systems plays an important role in vestibular disorders seen in individuals with sensorineural hearing loss. Vestibular evoked myogenic potentials (VEMP) are an electrophysiological test method that measures the reflex arc that results in stimulation of peripheral vestibular organs. This test method, which is used to assess the integrity of the vestibular system, is called cervical VEMP (cVEMP) if the reflex arc response is measured from the neck muscles, and ocular VEMP (oVEMP) if measured from the extraocular muscles.

The aim of this study is to compare the integrity of the vestibular system with the normal hearing individuals in prelingual hearing impaired individuals. For this purpose, oVEMP and cVEMP tests were applied to evaluate the vestibular system integrity of the hearing impaired individuals participating in the research.

This study was carried out in the audiology clinic of the Department of Otorhinolaryngology, Başkent University, Ankara, Turkey, with a sensorineural prelingual hearing-loss volunteer from 18 to 60 years of age living in Ankara and member in the Anatolian Association of the Deaf. The study included 20 women (76.9%) and 6 men (23.1%) in the study group; The control group consisted of 52 men, 19 men (73.1%) and 7 men (26.9%).

After the otorhinolaryngological examination of the subjects participating in the study, the stories were taken and then cVEMP and oVEMP tests were performed to evaluate the integrity of the vestibular system and the results were compared with the results of the control group. Tests have been passed on to the participant since the participant who is the sign language user has been told by the sign language.

When the groups were compared in terms of right - left ears, no statistically significant difference was found in terms of wave latencies and amplitudes. It was observed that there was a difference between the study group and the control group when oVEMP and cVEMP responses were compared and the response percentage was higher in the control group. There was also a statistically significant difference between the groups for oVEMP amplitude and cVEMP P1 latency ( $p \leq 0.05$ ).

The findings are expected to be used in future otorhinolaryngology clinics, special education studies and equilibrium laboratories.

Key words: Prelingual, oVEMPs and cVEMPs, Ocular vestibular evoked myogenic potential (oVEMP), cervical vestibular evoked myogenic potential (cVEMP), vestibular system, vestibular system integrity, vestibular organs, sensorineural hearing loss, sign language.

## İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜRLER .....	i
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	v
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ:.....	x
TABLolar DİZİNİ .....	xi
1.GİRİŞ .....	1
2. GENEL BİLGİLER .....	3
2.1. İşitme ve İç Kulağın Fonksiyonu .....	3
2.2. İç Kulak Anatomisi ve Fizyolojisi.....	4
2.3. Vestibuler Sistem Anatomisi ve Fizyolojisi.....	6
2.3.1.Periferik vestibüler sistem.....	6
2.3.2. İç kulak sıvıları.....	8
2.3.3.Otolit organlar.....	10
2.4. Santral Vestibüler Sistem.....	16
2.4.1.Vestibüler Nükleus.....	17
2.5.Vestibüler Refleksler.....	21
2.5.1. Vestibulo-okuler Refleks (VOR).....	21
2.5.2. Otolit-Oküler Refleks .....	22
2.5.3.Vestibülo–Spinal Refleks (VSR) .....	23
2.5.4. Vestibülo-Collic Refleks (VCR) .....	24
2.6. Vestibüler Malformasyonlar .....	24
2.7. İç kulak Anomalileri .....	24
2.7.1. Konjenital İç Kulak Malformasyonları Sıklığı .....	26
2.8. İşitme Kaybı Türleri .....	27
2.8.1.İletim tipi işitme kayıpları (İTİK) .....	27
2.8.2. Sensörinöral işitme kaybı (SNİK).....	28
2.8.3. Mikst tip işitme kayıpları .....	28
2.8.4. Santral işitme kayıpları .....	28
2.8.5. Fonksiyonel / Non-organik işitme kayıpları .....	28
2.9. İşitme Kaybının Ortaya Çıkma Dönemleri .....	28
2.9.1. Prelingual işitme kaybı .....	28
2.9.2. Perilingual işitme kaybı.....	29
2.9.3. Postlingual işitme kaybı.....	29
2.10.Vestibüler Sistemi Değerlendirmede Kullanılan Elektrofizyolojik Testler .....	29
2.10.1. cVEMP .....	31
2.10.2. oVEMP .....	32
2.11 Başdönmesi Engellilik Envanteri (Dizziness Handikap Inventory).....	33
3.GEREÇ ve YÖNTEM.....	35

<b>3.1. Bireyler</b> .....	35
<b>3.2. Çalışma grubu için araştırmaya dahil olma kriterleri</b> .....	35
<b>3.3. Her iki grup için de bireylerin dışlanma kriterleri</b> .....	36
<b>3.4. Vestibüler Değerlendirme</b> .....	36
<b>3.4.1. oVEMP</b> .....	36
<b>3.4.2. cVEMP</b> .....	38
<b>3.5. İstatistiksel Analiz</b> .....	40
<b>4. BULGULAR</b> .....	41
<b>5. TARTIŞMA</b> .....	49
<b>6. SONUÇ ve ÖNERİLER</b> .....	52
<b>KAYNAKÇA</b> .....	54

## SİMGELER VE KISALTMALAR

<b>VEMP</b>	: Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller
<b>cVEMP</b>	: Servikal (Cervical) Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller
<b>oVEMP</b>	: Oküler Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller
<b>DTH</b>	: Dış Tüy Hücreci
<b>İTH</b>	: İç Tüy Hücreci
<b>dB</b>	: Desibell
<b>BM</b>	: Bazilar Membran
<b>SSK</b>	: Semisirküler Kanallar
<b>VOR</b>	: Vestibulo Oküler Refleks
<b>OTR</b>	: Ocular Tilt Reaction
<b>VSR</b>	: Vestibülo–Spinal Refleks
<b>VCR</b>	: Vestibülo-Collic Refleks
<b>SNHL</b>	: Sensörinöral İşitme Kaybı
<b>IP</b>	: İnkompert Partisyon
<b>BT</b>	: Bilgisayarlı Tomografi
<b>İTİK</b>	: İletim Tipi İşitme Kayıpları
<b>SNİK</b>	: Sensörinöral İşitme Kaybı
<b>SSS</b>	: Santral Sinir Sistemi
<b>MLF</b>	: Medial Longitudinal Fasiculus
<b>hVOR</b>	: Horizontal Kanal VOR
<b>pVOR</b>	: Posterior Kanal VOR
<b>aVOR</b>	: Anterior Kanal VOR
<b>EMG</b>	: Elektromyogram
<b>AC</b>	: ( Air Conducted ) Hava Yolu
<b>BC</b>	: ( Bone conducted ) Kemik Yolu
<b>ACS</b>	: (Air Conducted Stimulation ) Hava Yollu Stimulus
<b>BCV</b>	: ( Bone Conducted Stimulation) Kemik Yollu Stimulus
<b>SCM</b>	: Sternokleidomastoid

## ŞEKİLLER DİZİNİ:

- Şekil 1** : Membranöz labirent
- Şekil 2** : Kokleanın içindeki yapıları gösteren kesiti
- Şekil 3** : Semisirküler kanallar ve kokleanın şematik görünümü
- Şekil 4** : Utrikül ve Sakkül şematik görüntüsü
- Şekil 5** : Utrikül ve sakkülün konumu
- Şekil 6** : Vestibüler tüylü hücreler
- Şekil 7** : Tip I ve Tip II hücreleri
- Şekil 8** : Vestibüler sinir
- Şekil 9** : Vestibüler nükleus ve bölümleri
- Şekil 10** : Vemp arkı
- Şekil 11** : Bir olgunun sağ ve sol kulak cVEMP test traseleri
- Şekil 12** : Bir olgunun sağ ve sol kulak oVEMP test traseleri
- Şekil 13** : Kliniğimizde Kullanılan oVEMP kurulum değerleri
- Şekil 14** : Elektrodların yerleştirilmesi
- Şekil 15** : Test sırasında katılımcının bakış pozisyonu
- Şekil 16** : Test ve duruş pozisyonu katılımcıya işaret dili ile anlatılırken
- Şekil 17** : Kliniğimizde kullanılan cVEMP kurulum değerleri
- Şekil 18** : cVEMP elektrodların yerleştirilmesi ve test sırasında katılımcının duruş pozisyonu

## TABLolar DİZİNİ

<b>Tablo 1</b>	:	Koklear Malformasyonların Görelİ İnsidansı
<b>Tablo 2</b>	:	Katılımcıların Cinsiyet Dağılımı
<b>Tablo 3</b>	:	Katılımcıların Yaş Dağılımı
<b>Tablo 4</b>	:	Katılımcıların Etyolojik Özellikleri
<b>Tablo 5</b>	:	Katılımcıların oVEMP Yanıtı
<b>Tablo 6</b>	:	Katılımcıların cVEMP Yanıtları
<b>Tablo 7.1</b>	:	Sağ kulak oVEMP Cevap Alma Durumu
<b>Tablo 7.2</b>	:	Sol kulak oVEMP Cevap Alma Durumu
<b>Tablo 7.3</b>	:	Sağ kulak cVEMP Cevap Alma Durumu
<b>Tablo 7.4</b>	:	Sol kulak cVEMP Cevap Alma Durumu
<b>Tablo 8.1</b>	:	Katılımcıların Test Verileri
<b>Tablo 8.2</b>	:	Test Verilerinin Gruplar Arası İstatistik Değerlendirmesi
<b>Tablo 9</b>	:	Test Verilerinin Grup İçi İstatistik Değerlendirmesi
<b>Tablo 10</b>	:	Dizzeness Handikap Envanter Skoru

# 1.GİRİŞ

Dünya Sağlık Örgütü'ne göre dünya popülasyonunun %5'i işitme kayıplıdır [1]. İşitme kaybının genetik nedenler, doğum esnasındaki komplikasyonlar, bazı bulaşıcı hastalıklar, kronik kulak enfeksiyonları, bir takım ilaçların kullanımı, aşırı gürültüye maruz kalma ve yaşlanmaya bağlı olduğu düşünülmektedir [2].

Dış ortamda oluşan mekanik titreşimlerin kulağımız tarafından toplanarak beyindeki merkezler tarafından algılanmasına kadar olan süreç işitme olarak tanımlanmaktadır. Dış kulak, orta kulak ve iç kulak ile santral işitsel yollar ve işitme merkezi İşitme sistemi içinde yer almaktadır [3].

İşitme kaybı hangi düzeyde olursa olsun bireylerin topluma uyumunu engellemekte, kişisel ve sosyal bir takım sorunlara yol açmaktadır. Prelingual dönem işitme kaybı, dil edinim yaşından önce oluşan işitme kayıplarına denir. Postlingual dönem işitme kaybı ise dil edinim yaşından sonra ortaya çıkan kayıplardır. İşitme kaybı ile doğan olguların önemli bir kısmında radyolojik görüntüleme yöntemleriyle çeşitli derecelerde iç kulak anomalileri saptanmaktadır. Prelingual kayıplarda iç kulağı etkileyen enfeksiyonlar da işitme kaybına sebep olan önemli nedenler arasında görülmektedir. Bu hastalarda sıklıkla koordinasyon bozuklukları, sakarlık ve denge sorunları bildirilmesine rağmen rutin tarama ve rehabilitasyon programları bu yakınmalara odaklanmamaktadır ve kişi belirgin denge sorunu ile başvurmadığı müddetçe gözden kaçmaktadır [3].

İşitme kaybı ile vestibüler uç organ ve denge fonksiyonu arasındaki ilişkiyi anlamak için etyolojisinin ve işitme kaybının derecesi ile türünün bilinmesi gerekmektedir. Periferik işitme ve vestibüler sistem arasındaki ilişki, sensörinöral tipte işitme kaybı olan bireylerde görülen vestibüler bozukluklarda önemli bir rol oynamaktadır [4]. Vestibüler sistem, 3 semisirküler kanal (uç organ) ve 2 otolit organ olmak (utrakül ve sakkül) üzere 5 kısımdan oluşur. Bununla beraber, kafanın boşluktaki konumunu, yerçekimini, konum değişikliğini ve vücudun her türlü hareketini hisseden özelleşmiş yapılardan meydana gelmiştir [5]. Periferik vestibüler



organların uyarılmasıyla elde edilen bir elektrofizyolojik test yöntemi olan Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (VEMP), vestibüler sistemin bütünlüğünün değerlendirilmesi amacı ile kullanılır. Boyun kaslarından ölçülen refleks ark yanıtı servikal VEMP (cVEMP), ekstraoküler kaslardan ölçülen yanıt ise oküler VEMP (oVEMP) olarak adlandırılır. Bir elektromyogram (EMG) kaydı olan VEMP, vestibüler sistemin uyarılması sonucu oluşur. Bu uyarım ses, titreşim veya elektrik uyarılarıyla sağlanabileceği gibi fizyolojik olan hareket uyarılarıyla da sağlanabilir [6].

Yüksek şiddetteki ses uyarılarının muhtemelen sakkülün anatomik olarak stapes tabanına yakınlığı nedeni ile sakkülü uyardığı bilinmektedir. Stapes tabanındaki belirgin hareketler iç kulak sıvısında yarattığı etki ile sakkülü uyardığı ve bu uyarımın tüylü hücre seviyesinde gerçekleştiği teorileri öne sürülmüştür. Sese duyarlı vestibüler sinir liflerinin az bir kısmının utrikülden köken alabileceği ancak temelde sakkülden kaynaklandığı bildirilmiştir [6]. İşitme kaybı olanlarda VEMP yanıtlarının etkilenmediği gösterilmiştir. [6]

Bu çalışmanın amacı, prelingual dönem işitme engelli bireylerde vestibüler sistem bütünlüğünün normal işiten bireylerle karşılaştırılmasıdır. Bu amaç doğrultusunda araştırmaya katılan işitme engelli bireylerin vestibüler sistem bütünlüğünün değerlendirilmesi için oVEMP ve cVEMP testleri uygulanmıştır.

H0: Prelingual dönemde ortaya çıkan sensorinöral tipte işitme kaybının, vestibüler sistemin işleyiş mekanizması üzerinde etkisi vardır.

H1: Prelingual dönemde ortaya çıkan sensorinöral tipte işitme kaybının, vestibüler sistemin işleyiş mekanizması üzerinde etkisi yoktur.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. İşitme ve İç Kulağın Fonksiyonu

Normal işitmede ses dalgaları hava yolunda ilerleyerek kulak kanalı aracılığıyla kulak zarına ulaşır; bu da orta kulaktaki üç küçük kemikçiğın titreşmesini sağlar. Bu titreşim kokleanın kemiksi kabuğundaki esnek bir zar olan oval pencerenin tıpkı piston gibi hareket etmesine neden olur. Bu hareket, sıvı ile dolu olan kokleanın içerisinde, oval pencereden başlayan ve bazılar zar boyunca devam eden bir dalga hareketinin başlamasına neden olur. Diğer bir esnek zar olan yuvarlak pencere, kokleadaki sıkıştırılmaz akışkanın hacmini korumak için tamamlayıcı bir şekilde hareket eder [7].

Ses dalgalarının bazılar zarda meydana getirdiği hareketleri ilk olarak Bekesy tarafından araştırılmıştır. Ses dalgaları perilenfe geçerek perilenfi hareketlendirir ve bazal turdan başlayarak apikal tura doğru bazılar zarda titreşimler oluşur. Bekesy bu durumu ilerleyen dalga teorisi (travelling wave) olarak adlandırmıştır. Bazılar zar, apikal turda daha esnek ve genişken (0,5 mm), bazal turda daha sert ve dardır (0.12 mm). Ayrıca Bekesy, bazılar zar amplitüdünün sesin frekansına göre değişiklik gösterdiğini ortaya koymuştur. En büyük amplitüdle titreşen bölge yüksek frekanslarda bazılar zarın bazal turundadır. Frekans azaldıkça bazılar zarın en çok titreşen bölgesi kokleanın apeksine yaklaşır [8].

Yaklaşık olarak 12.500 dış tüy hücresi (DTH) ve 3.500 iç tüy hücresi (İTH) olmak üzere kokleada toplamda 16.000 civarında tüylü hücre bulunur. Bu hücreler mekanik enerjinin elektrik potansiyele çevrilmesinde rol oynar. En uzun DTH stereosiliyası (kinosilyum), tektoryal zarın (tektorial membran) alt yüzüne bağlı olup, daha kısa siliyalar ve iç tüy hücre stereosiliyasının tektorial membrana bağlı olmadığı düşünülmektedir [9]. Tektoryal zar ve retiküler lamina arasındaki sıvı kayma hareketi İTH'lerini hareketlendirir. Bu durumda İTH'leri hız, DTH'leri yer değiştirme algılayıcısı olarak görev yapar. [10,11].

Dönüşümün (transduction) oluşmasında tüylü hücreler ve stereosilyaların rolü çok önemlidir. İTH 'lerin stereosilyaları Tektoryal zar ile doğrudan ilişki kurmazken DTH'ler bir ilişki içerisindedir. Stereosilyaların tepelerinde iyon kanalları yer alır. Bu kanallar bazılar zarın hareketi ile hareket eden stereosilyalar ile açılır veya kapanır. Endolenfte +80 mV luk endolenfatik potansiyel mevcuttur. Tüylü hücrelerin içerisinde ise negatif yük bulunmaktadır. Bu yük İTH 'lerde -45 mV, DTH'lerde -70 mV'dir. Bu fark hücre içine doğru K<sup>+</sup> akımı ortaya çıkarır ve elektriki polarizasyon ortaya çıkar. Sonuç olarak bazılar zardaki hareket elektrik akıma dönüşür ve bu potansiyeli kendisi ile ilişkili sinir lifine aktarır. Böylece transdüksiyon oluşmuş olur [12]. Tüy hücrelerinde oluşan elektrikselsel akım, kendisi ile ilişkili sinir liflerini uyarır. Böylece elektrik enerjisi, şiddet ve frekansına göre korti organında kodlanmış olur. Yaklaşık olarak işitme sınırı 30.000 liften oluşur. Bu liflerin %90-95'i tip 1 nöron şeklinde olup, miyelinli, bipolar ve İTH' nde sonlanır. Geri kalan %5-10'u ise miyelinsiz, unipolar ve DTH'nde sonlanan, tip II nöron şeklindedir. Her sinir lifinin duyarlı olduğu bir frekans bölgesi mevcuttur [13,14]. Gelen bu sinir iletimleri, işitme merkezinde birleştirilir ve çözülür. Böylece sesin karakteri ve anlamı anlaşılır hale gelmiş olur [15]. Bu mekanizmada ortaya çıkan herhangi bir sorun ise işitme kaybına neden olmaktadır.

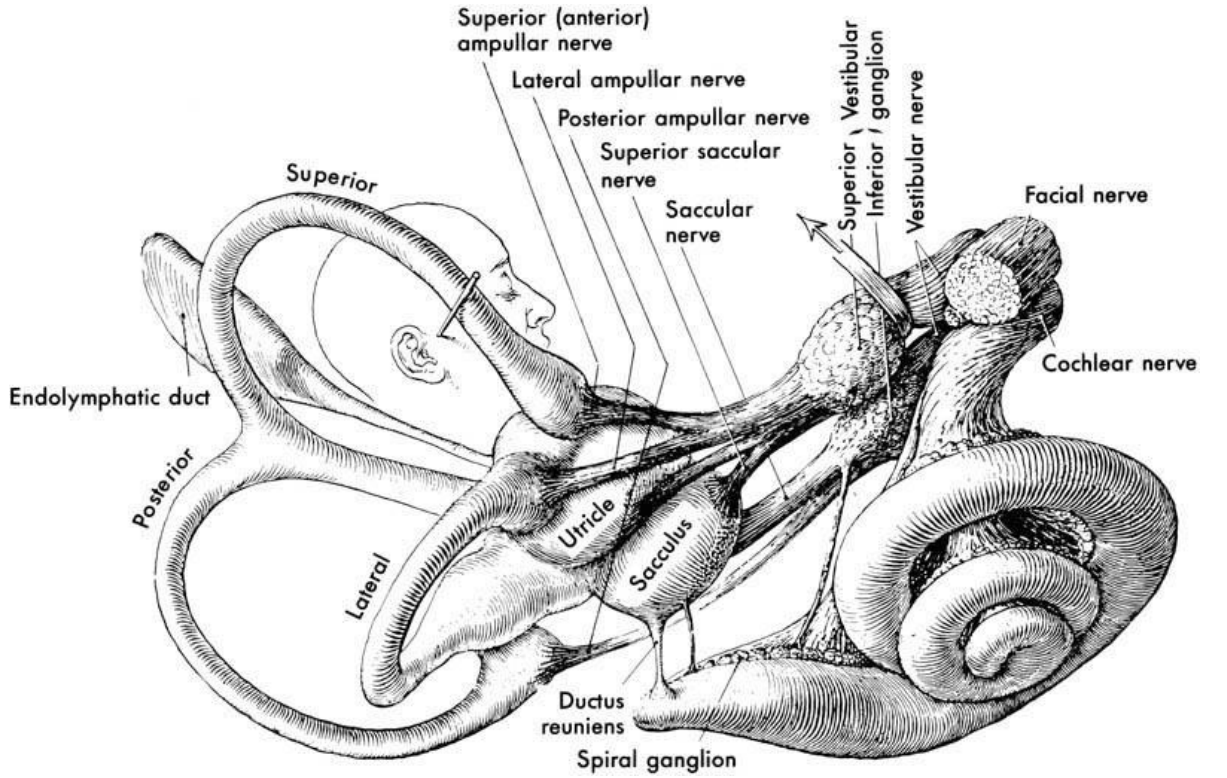
## **2.2. İç Kulak Anatomisi ve Fizyolojisi**

İç kulak işitmeyele ilgili olarak koklea organı ve dengeyle ilgili olarak ta vestibül ve semisirküler kanallardan oluşur. Kulağın orta kulak bağlantısını yuvarlak pencere ve oval pencere sağlar. Oval pencere stapes tabanı ile örtülüdür. İç kulak kemik labirent ve membranöz labirent olmak üzere iki kısımdan oluşur. Kemik labirent semisirküler kanallar, vestibulum ve koklea bölümlerinden oluşurken; membranöz labirent kemik labirenti de içine alır.

Membranöz labirentin içinde endolenf sıvısı vardır. Kemik labirent ile membranöz labirent arasında ise perilenf sıvısı bulunur [8].

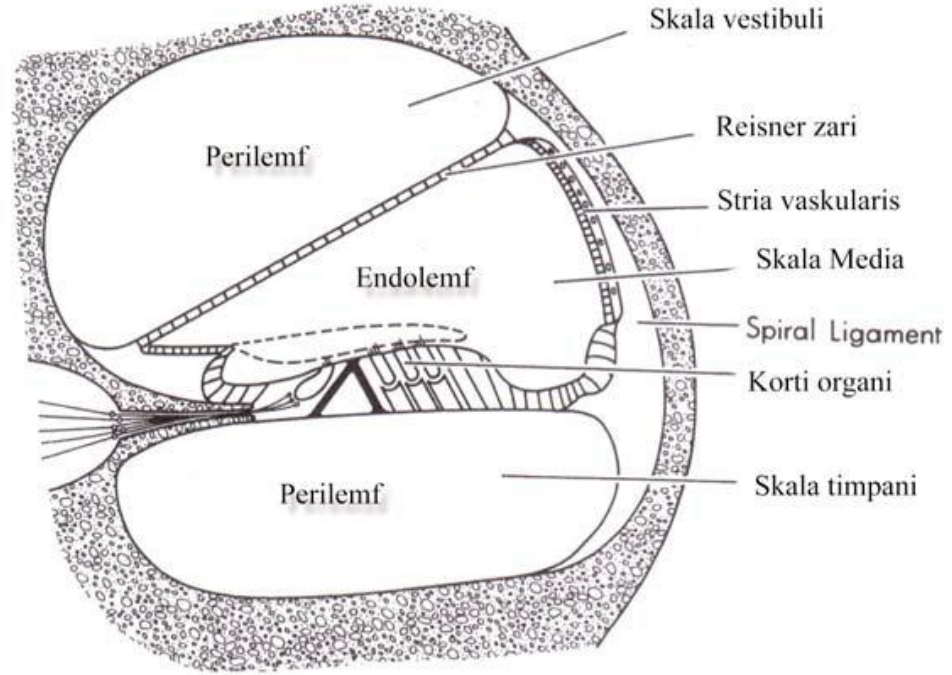
Semisirküler kanallar, sakkul ve utrikül denge ile ilgili membranöz labirentin yapılarıdır. vestibülün arka-üst kısmında yerleşmiş olan Utrikül oval biçimdedir.

Sakkül ise vestibülün ön-alt kısmında yerleşmiştir. Üç tane olan Semisirküler kanallar (Süperior (anterior) semisirküler kanal, posterior semisirküler kanal ve lateral (horizontal) semisirküler kanal) utriküle bağlı olan yarım daire kanallarından oluşmuştur. Her kanal Utrikül yakınında genişler ve ampulla adını alır. (Ampulla; krista, kupula, destek hücreleri, bağ dokusu, kan damarları ve sinirlerden oluşur.) Membranöz labirent içindeki endolenf hareket ettiği zaman kupula da yer değiştirir. Utrikül ve sakkül her birinin içinde makula adı verilen nöroepitelyal plaklar mevcuttur. Buradaki hücrelerin silioları sulfomukopolisakkarit yapısında jelatinöz bir tabaka içine gömülüdür. Bunun yüzeyinde otolit adı verilen kalsiyum karbonat kristalleri bulunur [8].



Şekil 3: Membranöz labirent [16]

Koklea içi sıvı dolu, içe kıvrık bir salyangoz şeklindedir. Oval pencerenin arkasında yer alan skala vestibüli, Reisner zarı ile skala media'dan ayrılır. Skala media'nın içinde endolenf sıvısı ile doludur. Bunun yanında skala timpanide perilenf sıvısı vardır. Bazılar membran'ın üzerinde ise Korti organı yer alır. Korti organındaki elektromekanik hassas hücrelere tüy hücresi adı verilir ki bu tüy hücreleri ses titreşimlerini sinir impulslarına çeviren reseptif uç-organ olarak önem taşır. [17].



**Şekil 4:** Kokleanın içindeki yapıları gösteren kesiti [18]

## 2.3. Vestibuler Sistem Anatomisi ve Fizyolojisi

### 2.3.1. Periferik vestibüler sistem

Vestibüler sistem, periferik ve santral olmak üzere iki ana bölümden oluşur. Periferik bölüm; anterior, posterior, lateral olmak üzere üç SSK ile birlikte sakkül, utrikül, vestibüler sinir ve vestibüler gangliyondan oluşur. Santral bölüm ise; dört vestibüler nükleus, ikincil nöronları ve bunların santral bağlantılarından oluşur [19].

**Kemik Labirent:** Semisürküler kanallar, vestibül ve koklea olmak üzere üç ana bölümden oluşur.

a) **Semisirküler Kanallar (SSK):** Her bir taraftaki iç kulakta, vestibülün posteriorunda üç adet kemik yarım daire kanalı bulunur. Bunlar birbirlerine dik açı oluşturacak şekilde vertikal (anterior, posterior) ve horizontal yönlerde yerleşmiştir. SSK'lar, lateral, anterior ve posterior olmak üzere üç adettir. Bu kanalların hepsi

değişik doğrultudadırlar ve bu durum çeşitli yönlerdeki hareketlere koordine olabilmeyi sağlar. Her üç semisirküler kanal karşı taraftaki eşdeğerine simetriktir [13,20-22].

b) Vestibül: “giriş, açıklık, antre, hol” anlamlarına gelen vestibül, kemik labirentin orta kısmında yer alır. İç kulağın ön ve arka kısımları arasında bağlantıyı sağlar. Orta kulak ile iç kulağın bağlantısını da lateral duvarındaki oval pencere yoluyla sağlar. Vestibüler uç-organlardan utrikül ve sakkül, vestibülde bulunur [23-29].

c) Koklea: Koklea 32 mm uzunluğunda 2.5 kıvrımlık bir salyangoz şeklinde olup, içi sıvı dolu, içe kıvrık 3 tüpten oluşur. İşitme organına aittir. İç kısmında ossöz spiral laminai skala vestibuli ve skala timpani bulunur. Tam orta ekseninde modiolus bulunur, içinde spiral ganglionun bulunduğu Rosenthal kanalı vardır [13,20,21,30]. Koklea, Oval pencerenin arkasında yer alan skala vestibüli, Reisner zarı ile skala media'dan ayrılır.

Vestibüler Kanal: Vestibulumun iç duvarından başlayan ve içerisinde endolenf bulunan kanal arka iç yana doğru ilerler. 10-12 m uzunluğunda ki kanal petröz kemiğin arka-üst yüzünde fossa subarcuata adı verilen çukurda sonlanır [13,20,21,30].

Koklear Kanal: İçerisinde perilenf bulunan kanal Skala timpaninin basal kısmından başlar ve petröz kemiğin alt yüzünden subaraknoidal boşluğa açılır [13,20].

Zar Labirent: Membranöz SSK“lar, Endolenfatik kanal, Perilenfatik kanal, Koklear kanal, Corti organı, Utrikül, Sakkül bölümlerinden oluşur [30].

a. Membranöz SSK“lar: Kemik SSK“ların içinde bulunurlar, ancak kalınlıkları azdır ve içinde perilenf bulunur. Her yarım daire kanalı utriküden başlar ve yine utriküle dönerler. Utriküle ulaşmadan önce genişler ve buna membranöz ampulla adı verilir [13,20,21,30].

b.Endolenfatik Kanal: “Ductus utriculosaccularis” ile bağlantılı olarak başlayan kanal aquaductus vestibuli adı verilen kemik, kanal içene ilerler ve fossa subarquata da bulunan endolenfatik keseye açılır ve son kısmı isthmus adı verilir [13,20,21,30].

c.Perilenfatik Kanal: Scala timpani ile subaraknoidal boşluğu birleştirir. İçinde perilenf vardır [13,30].

d.Koklear Kanal: Koklear resesten başlar; kokleanın apeksinde “cecum cupula” denilen kör noktada sonlanır. Koklear kanalın üç duvarı mevcuttur. Üst duvarı Reissner Membranı oluşturur. Dış duvarı ligamentum spirale adı verilen bağ dokusu tarafından oluşturulur. Alt duvarı ise en önemli duvardır. Lamina basillaris oluşturur ve üst yüzeyinde koklear kanala bakan tarafta Corti Organı bulunur [13,20,21,30].

e.Korti Organı: İşitme fonksiyonunda görev almaktadır. Destek hücreleri, tüylü hücreler ve bu hücrelerle temas eden jelatinöz yapıdaki tektorial membrandan oluşmaktadır. Bazal uç dar iken apikal kısımda genişler. Kokealda yaklaşık 3.500 iç tüylü hücre ve 12.500 dış tüylü hücre bulunur. Mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürür ve transduksiyonda rol alır [13,20,21,30].

### 2.3.2. İç kulak sıvıları

Endolenf, zar labirentte bulunan ve içeriği ile intrasellüler sıvıya benzeyen endolenf potasyumdan zengin (140-160 mEq/L) ve sodyumdan fakirdir (12-16 mEq/L).Bu içeriğiyle intrasellüler sıvıya benzer. Endolenfin emildiği bölgenin sakküler kanallar aracılığıyla utrikül ve sakküle bağlandığı saptanmıştır [13,31]

Perilenf, çoğunluğunun kandan, geri kalanının ise BOS“dan geldiği deneysel olarak kanıtlanmış olan perilenf kemik ve zar labirent arasında bulunur [13,32]. Perilenf, sodyumdan zengin (140 mEq/L) ve potasyumdan fakirdir (5,5-6,25 mEq/L).

Yukarıda sözü edilen bu kanallarda saç hücreleri, kanalın genişlemiş bölümünün bir yanını tamamiyle kapatan jelatinimsi bir flep olan kupulaya tutunur.

Kanalın içi endolenf sıvısı ile doludur. Kanalın membranöz bölümü temporal kemiğe yapışıkır. Baş döndürüldüğünde, membranöz labirent ile birlikte döner, ancak endolenfin ataleti bu dönme hareketine direnir. Bu direnç, kupulada basıncın oluşmasına ve kupulanın denge durumundan çıkıp saç hücrelerinin streosilyaların eğilmesine neden olur. Başın hafif hareketlerinde, kupula distorsiyonu başın sürati ile orantılıdır ve vestibüler sinirdeki iletim aktivitesi kupula distorsiyonu ile uyumludur. Dolayısıyla, vestibüler sinirin spontan ateşlenme hızındaki değişimler başın hızı ile doğru orantılıdır. Böylece, iletim aktivitesindeki değişimlerin sübjektif açılı hareket (rotasyon) hissi ve refleksif göz hareketlerinin sürati ile yakın ilişki içerisindeyler.

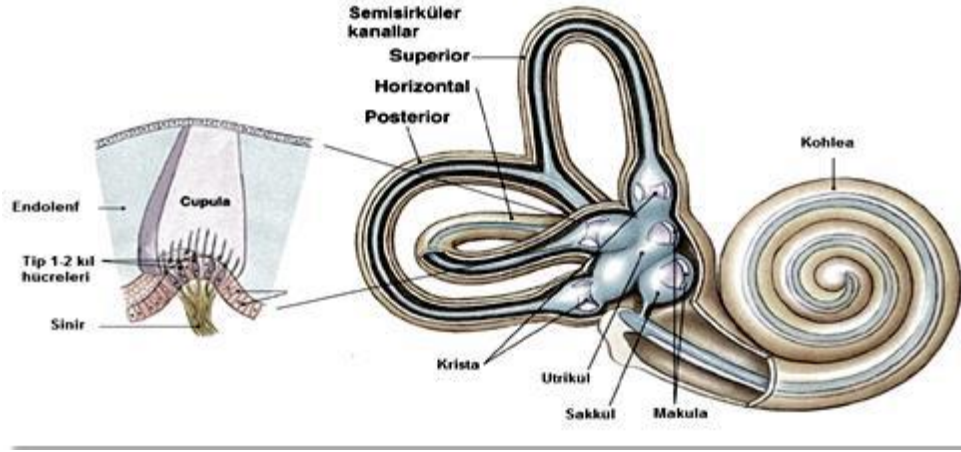
İki kulaktaki 6 SSK, 3 fonksiyonel kanal düzleminde birleşir. Bu düzlemlerden herhangi birindeki bir açılı rotasyon, bu düzlemde bulunan iki kanalda maximum yanıtı meydana getirir.

Vestibüler afferent sinapsların en fazlası beyinsapındaki hücrelerin üzerindedir. Vestibüler nukleus, gerek görsel, gerekse vestibüler bilginin işlenmesinde rol oynar ve buradaki hücreler tarafından kaydedilen aktive labirentten iletilen bilgidenden farklı olabilir. Vestibüler nukleustan serebral kortekse, serebelluma ve göz ile iskelet kasları için motor nukleusa uzanan birçok yol belirlenmiştir [33].

Endolenf sıvı hareketlerinin meydana geldiği kanal ile göz ve baş hareketleri arasındaki ilişki, 1992 yılında Ewald tarafından ortaya konulmuştur. Bunlar Ewald kanunları adı altında toplanmıştır.

- a. Göz ve baş hareketleri, endolenf hareketinin meydana geldiği kanal düzleminde ortaya çıkar.
- b. Lateral SSK'lar için ampullopetal (ampullaya doğru) akım, ampullofugal (ampulladan uzaklaşan) akıma göre daha şiddetli yanıt doğurur.
- c. Vertikal kanallar için etkili akım ampullofugal akımdır [19].





Şekil 3: Semisirküler kanallar ve kokleanın şematik görünümü [30]

### 2.3.3.Otolit organlar

Utrikül ve sakkülün iç yüzünde, çapı yaklaşık 2 mm kadar olan ve maküla (macula) olarak adlandırılan bir duyu alanı vardır. Maküla, tüylü hücrelerden, bunların üzerini örten jelatinöz bir tabakadan ve bu jelatinöz tabakanın üzerinde gömülü halde bulunan çok sayıda otoconiya adı verilen küçük kalsiyum karbonat kristallerinden oluşur. Tüylü hücrelerin stereosilyumları ve kinosilyumları jelatinöz tabakanın içine doğru uzanım gösterir [23-30,36].

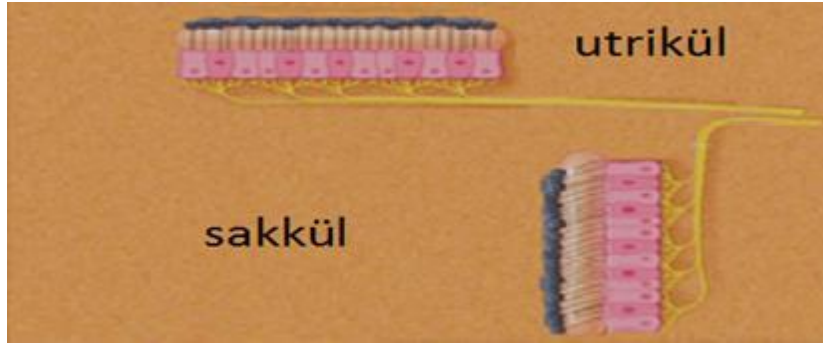
Otoconia'ya, statoconia veya otolit adı da verilmektedir. Makülalarda otolitler bulunduğundan sakküle ve utriküle “otolitik organlar” da denilir. Otolit organlarda (utrükül ve sakkül) otokonia olarak bilinen kalsiyum karbonat parçacıkları, otolitik membran adı verilen jelatinöz destek tabakata gömülü halde bulunurlar. Gerek lineer ivme gerekse başın oryantasyonunda, yerçekimine bağlı olan değişiklikler, otolit membranda yer değişikliğine neden olarak membrana bağlı olan tüylü hücrelerin stereosilyasını çarpıtır. [23-27]

Utrükül, hafifçe düzleşmiş oval bir keseciktir. Utrükülün iç yan duvarı vestibülün iç yan duvarına tutunur, dış yan duvarı ise stapes tabanının karşısında horizontal SSK“ın ön tarafında bulunur. Ön ve dış bölümünde makula bulunur ve yatay (horizontal) düzlemde yerleşmiştir. “Ductus utriculosaccularis” aracılığı ile sakkül ile bağlantılıdır [13,20,21,30]. Eğimli yüzeyinin bir kısmına teğet olan doğrusal hızlanmaları algılar. Utrüküldeki tüysü hücreler, striolaya doğru olan

stereosilyer sapmalar tüysü hücreleri eksite edecek ve strioladan uzaklaşan sapmalar tüysü hücreleri inhibe edecek şekilde polarize olmuştur. [21,37,38].

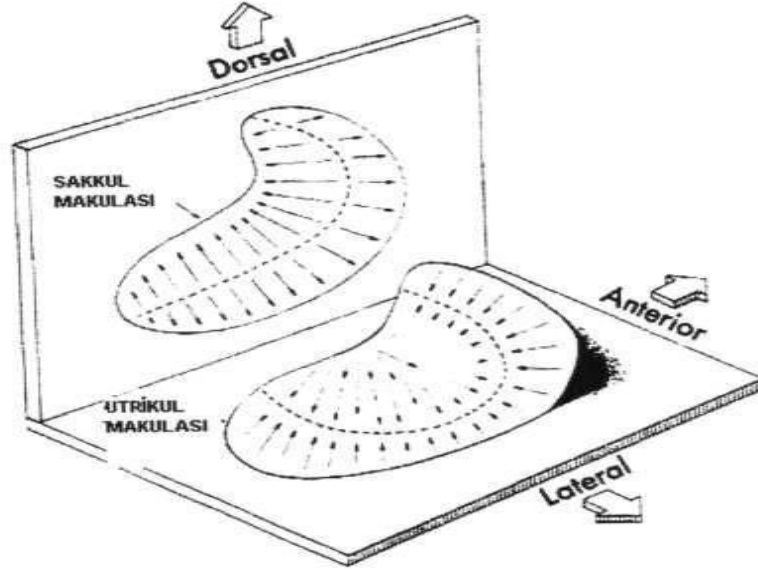
Sakkül, oval biçimlidir ancak utrikülden küçüktür. Sakkülün makulası dikey (vertikal) konumdadır. Makulalar yerçekimi ve lineer hareketlerden etkilenir [13,20,21,30].

Sakkülün tüysü hücreleri, ileri ve geri (nazo-okspital ekseninde) ya da yukarı ve aşağı doğrultudaki hızlanmaları algılar. Dahası, nazo-okspital hızlanmalar utriküler ve sakküler bazı afferentleri aktive ederken yukarı ve aşağı doğrusal hızlanmaları yalnızca sakkül algılayabilir. Dolayısı ile sakkülün yukarı ve aşağı yönlerdeki hızlanmaları algılama şeklinde kendine özgü bir rolü vardır [21,39].



**Şekil 4:** Utrikül ve Sakkül şematik görüntüsü [40].

Utriküler ve sakküler iletiler esasen inferior ve medial vestibular nükleusa uzanır. Bundan sonra, sekonder lifler otolit bilgiyi rostral olarak motor nükleus, serebral korteks ve serebelluma, kaudal olarak da spinal düzeyde taşırlar. Otolitlerin uyarılmasının kompanse edici göz hareketleri oluşturduğu bilinir. Kanallardan rotasyonel işaretler olmadığında, lateral veya düşey ivme, gözlerin ivmeye ters yönde hareket etmesine neden olur. Ayrıca, başın nazookspital aksın etrafında eğilmesi gözlerin aksi yöndestatik torsiyonel hareketine sebep olur. Ters-yuvarlanma adı verilen bu hareketler otolit yanıtın endeksi olarak kullanılmıştır.



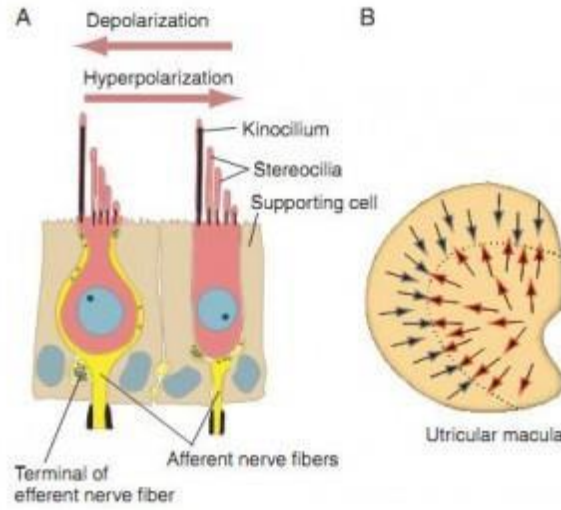
**Şekil 5:** Utrikül ve sakkülün konumu [41]

### 2.3.3.1 Vestibüler reseptör hücreler ( Tüylü Hücreler)

Tüyler, reseptör hücrenin üst kısmından yukarı doğru çıkan ve yapılarında aktin flamanları bulunan uzantılardır. Her bir tüylü hücrede, hücrenin apikal ucundan kaynaklanan 20-200 arası stereosilyum (stereocilium) adı verilen küçük tüycük ve 1 adet kinosilyum (kinocilium) adı verilen büyük tüy bulunur [23,26,28,35].

Bu tüyler tüm hücrelerde özel bir dizilimle yerleşirler. Kinosilyum her zaman en kenarda yer alır. Kinosilyumun olduğu kenardan diğer kenara doğru gidildikçe stereosilyumlar da uzundan kısaya doğru dizilir. [36,43].

Tüylü hücrelerin kenarlarında ve taban kısımlarında, vestibüler siniri meydana getiren sinir liflerinin duyuşal uçları bulunur. Tüylü hücrelerdeki uyarımlar bu sinir uçları ile merkezi sinir sistemine iletilir [23-26,29,35,36].



**Şekil 6:** Vestibüler tüylü hücreler

Vestibüler labirentte birbirinden farklı iki tipte tüylü hücre tanımlanmıştır. Tüm vestibüler uç-organlarda, her iki tipteki tüylü hücrelerden de bulunur;

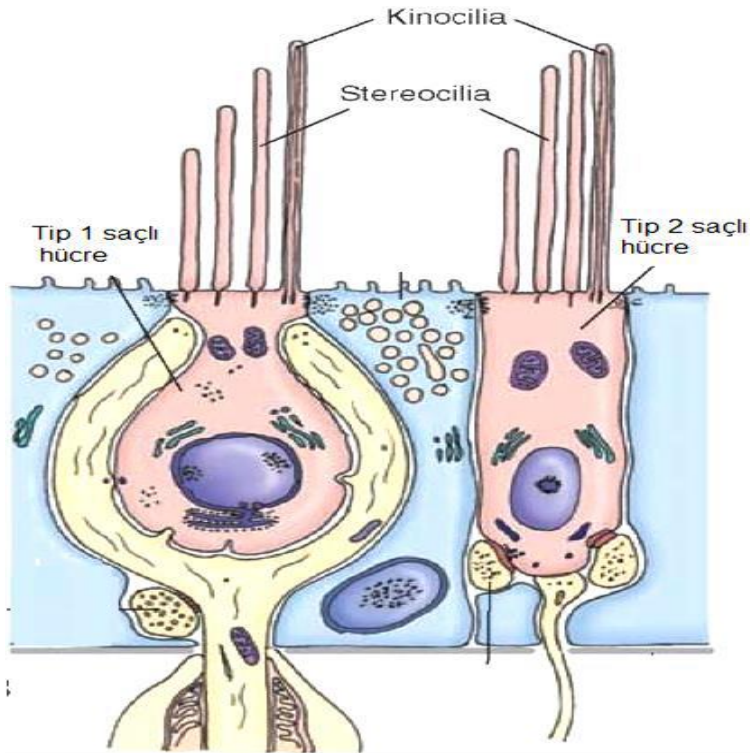
**a-Tip I Hücreler:** Boyunları dar, kadeh şeklindedirler. Morfolojik olarak daha büyük ve düzensiz ateşlenme özelliği bulunan sinir uçlarına sahiptir. Hızlanma ivmesi uyarılarına çabuk tepki verir, en hafif şiddetteki baş hareketlerine duyarlıdır. Bu tip hücreler alıcı bölgelerin (kupula, makula) merkezinde bulunur. [13,20,21].

**b-Tip II Hücreler:** Tip II tüylü hücreler daha düz ve silindirik yapıdadır. Tip I'e göre, Tip II tüylü hücrelerin sinir bağlantıları daha basit ve düğme şeklindedir. Düzenli ateşlenme özelliğine sahip daha küçük sinir uçları bulunur. Uzamış uyarılara tepki verirler. Alıcı organ krista makula periferinde daha az bulunur. Filogenetik açıdan tip I tüysü hücrelere göre daha yaşlıdır [23,26].

Vestibüler reseptör hücrelerin çalışma prensipleri tüm vestibüler uç-organlarda aynıdır. Ancak, bu hücrelerin yerleşim özellikleri, semisirküler duktuslar ile utrikül ve sakkülde farklılık gösterir. Semisirküler kanallarda kabarıklık şeklinde bulunan özelleşmiş vestibüler duyu epiteline “krista (crista) ampullaris”, sakkül ve utrikülde bulunan özelleşmiş vestibüler duyu epiteline ise “makula (macula)” adı verilir [23-30,36].

Krista (crista) ampullaris bölgesinde vestibüler duyu hücreleri (tüylü hücreler) ile destek hücreleri bulunur. Kristaların tepe bölgelerinde daha çok Tip I vestibüler duyu hücreleri, kenarlarına doğru ise daha çok Tip II vestibüler duyu hücreleri görülür [23,26].

Maküla ise utrikül ve sakkülün iç yüzünde, çapı yaklaşık 2 mm kadar olan bir duyu alanıdır. Maküla, tüylü hücrelerden, bunların üzerini örten jelatinöz bir tabakadan ve bu jelatinöz tabakanın üzerinde gömülü halde bulunan çok sayıda otoconiya adı verilen küçük kalsiyum karbonat kristallerinden oluşur. Tüylü hücrelerin stereosilyumları ve kinosilyumları jelatinöz tabakanın içine doğru uzanım gösterir [30-36].



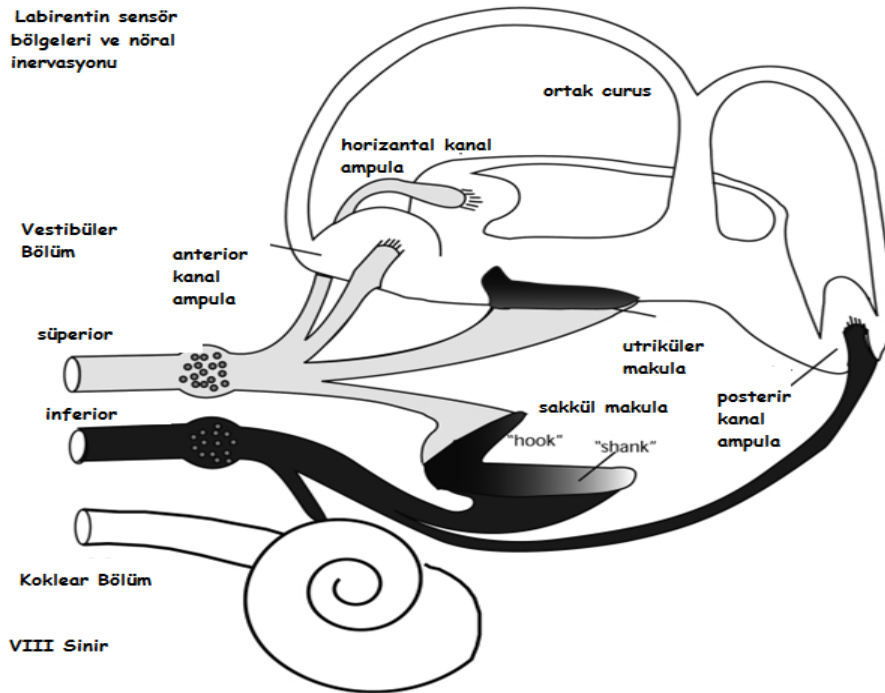
**Şekil 7:** Tip I ve Tip II hücreleri [44]

Vestibüler tüysü hücrelerin üzerinde stereosillio ve kinosillium bulunur. Sterosillialar kısa ve sert çomak gibidir, boy sırasına göre yerleşmiştir ve sayıları 30-100 arasındadır. Kinosillium kıvrılabilir, bir tanedir. Her iki tip hücrenin kalınlaşmış bölgesinde bulunur. Sterosilliaların kinosilyuma doğru hareketi artan uyarıya

(eksitasyon), aksi yöne hareketi ise baskılanmasına (inhibisyon) neden olur. Spontan sinir uyarısı tüysü hücre sisteminin temel unsurudur. Ortalama saniyede 90 sinyal merkezi sinir sistemine gönderilir. Bu sinyaller uyarılmayla 400'e kadar çıkarken, baskılanmayla sıfıra düşebilir. Bu fark uyarılma aralığının, baskılanma aralığından daha geniş olduğunu göstermektedir. Tek taraflı labirent hasarı olanların hasar olan tarafa dönmekten daha fazla rahatsız olmalarının nedeni budur [13,20,21].

**Vestibüler Sinir:** 8. sinirin posterior yarısında bulunur ve yaklaşık 20.000 liften oluşur. Bipolar ganglion hücreleri labirent yakınında scarpa ganglionunda organize olmuşlardır. Anterior ve lateral semisirküler kanal ampulları ile utrikül makülasından çıkan sinir lifleri, superior vestibüler siniri, posterior semisirküler kanal ampullası ile sakkül makülasından çıkan sinir lifleri ise birleşerek inferior vestibüler siniri oluştururlar [26,29].

Vestibüler sinirde düzenli ve düzensiz ateşlemeli olarak iki tip afferent norön mevcuttur. Vestibülooküler refleksde önemli olan düzenli tipler spontan aktivitede ateşleme yaparken, vestibülospinal refleksde önemli olan düzensiz olanlar ise çok hızlı tepki verirler fakat spontan ateşleme yapmazlar [13,20,21].



**Şekil 8:** Vestibüler sinir [45].

Süperior vestibüler sinir; süperior ve horizontal SSK'lerden, utrikül ve sakkülün bir kısmından lif alır.

İnferior vestibüler sinir; posterior SSK ve sakkülün ana bölümünden lifler alır. Inferior vestibüler sinirle koklear arasında Oort anostomozu vardır. Posterior SSK'ın siniri (post. ampullar sinir) inferior vestibüler sinire katılmadan önce singüler kanal içerisinde bağımsız olarak yol alır [13].

Süperior ve inferior vestibüler sinirler, fasiyal ve koklear sinirle beraber internal akustik kanala girerler. İnternal akustik kanal ortalama 3,7 mm çapında 8 mm uzunluğunda 4 bölümlü bir kanaldır. Medial ucu porus, lateral ucu fundus olarak adlandırılır. Ön üstte fasiyal, ön altta koklear, arka altta inferior vestibüler bulunur.

Vestibüler sistemin en az üç görevi olduğu kabul edilmektedir:

- 1-Başın angüler ve lineer hareketlerini ve bu hareketlerdeki hızlanma ve yavaşlamaları santral sinir sistemine iletmek.
- 2-Göz kaslarını kontrol etmek ve bu yolla vizüel oryantasyonun sağlanmasına yardımcı olmak.
- 3-İskelet kaslarının tonusunu kontrol etmek [13].

#### **2.4. Santral Vestibüler Sistem**

Vestibüler liflerin beyinde ulaştığı iki yer vardır: vestibüler çekirdekler ve serebellum [13,20,21,45]. Vestibüler sinir beyin sapına, pons ve medullanın birleşme yerinden girer. Girişte fasiyal ve koklear sinirle yakın ilişkilidir. Beyin sapına girdikten sonra vestibüler sinir lifleri arka ve iç tarafta yoluna devam eder ve nervus trigeminusun inen tractusu ve inferior serebellar demetin arasından vestibüler nükleuslara (vestibüler çekirdeklere) ulaşır [31,46].

### **2.4.1.Vestibüler Nükleus**

Dördüncü ventrikülün tabanında bulunur [31,46]. Belli başlı dört majör ve en az yedi minör nükleustan oluşmuştur. Majör vestibüler nükleuslar efferent yollar hakkında bilgi vermektedir.

#### **2.4.1.1.Medial Vestibüler Nükleus (Schwalbe)**

En geniş nükleustur. Fonksiyon bakımından ön ve alt diye ikiye ayrılır. Ön medial vestibüler nükleus, göz hareketleri ile ilgilidir ve göz motor çekirdeklerine bağlantı yapar. Alt medial vestibüler nükleusun görevi hakkında pek bir bilgi yoktur. VOR için önemli semisirküler kanal girdilerini alır; bunun yanında kas tonusunu düzenlemek için vestibülospinal tractusa vestibüler sinyalleri yönlendirir. Örneğin, lateral kanal kristasının uyarılması ile ipsilateral kas tonusunda artma, kontralateral kas tonusunda ise azalma görülür [26].

#### **2.4.2.2.Süperior Vestibüler Nükleus (Bechterew)**

Esas olarak semisirküler kanalların kristalarından gelen lifleri alır. Santral ve periferik olmak üzere ikiye ayrılır. Santral parçada geniş ve orta büyüklükte nöronlar bulunur. Periferde ise daha küçük nöronlar yer alır. Semisirküler kanallardan kaynaklanan vestibülo-oküler refleks (VOR) için ana yönlendirme çekirdeğidir. [26].

#### **2.4.1.3.İnferior Vestibüler Nükleus (Desandan)**

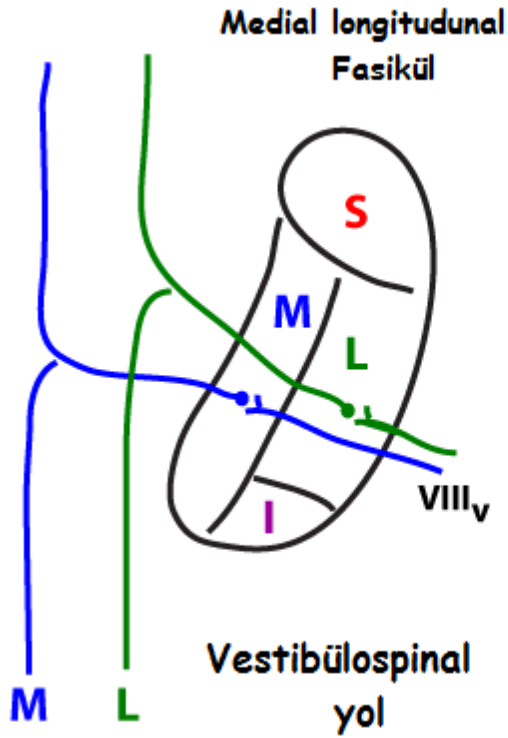
Otolotik organlardan gelen lifleri alır. Bu çekirdekdeki hücrelerin bir kısmı, vestibülospinal yolların oluşumuna katılırlar. Fakat büyük çoğunluğu serebellumla bağlantılıdır [13,20,21,31,47].

İnferior vestibüler nükleus, geniş bir afferent sinir ağına sahiptir; aynı zamanda serebellum, spinal kord ve diğer vestibüler nükleuslara efferentleri bulunur. Bu geniş afferent ve efferent ağıyla inferior vestibüler nükleusun diğer vestibüler yapılar arasındaki bütünleşmeyi sağladığı düşünülmektedir [26].



#### 2.4.1.4.Lateral Vestibüler Nükleus (Deiters)

Anatomik ve fonksiyonel bakımdan dorsal-lateral ve ventral-lateral olmak üzere ikiye ayrılır. Dorsal-lateral nükleus geniş nöranlar içerir ve lateral vestibülospinal traktusu oluşturur. Ventral-lateral nükleus ise vestibülookuler, vestibülospinal ve vestibülotalamik lifler gönderir. Ventral yüzünde utrikülden gelen, dorsal yüzünde ise serebellumdan gelen bilgileri alır. Serebellumdan gelen bilgiler, serebellar korteksten, ipsilateral anterior vermisten, fastigial çekirdekte, flocculustan ve paraflokkulustan kaynaklanır [26].



Şekil 9: Vestibüler nükleus ve bölümleri [48]

Vestibüler sinir, vestibüler nükleusa girerken sinir lifleri kaudal ve dorsal olmak üzere iki dala ayrılır. Serebellum ile bağlantılı olan vestibüler nükleusların kaudal parçasında X grup hücreleri yer alır. Bunlar, spinal korddan gelen imputları alırlar.

Dorsal dal superior ve medial vestibüler nükleusa diye ikiye ayrılır. Y grubu hücreler superior vestibüler nükleusun arka ve altında yer alır. Lateral ve inferior

nükleuslarla komşudur. Genellikle sakkülden gelen afferent lifleri alır ve serebellar flokkulusdan gelen lifleri de vestibüler nükleuslara iletir. Bazı lifler ise göz hareketleri ile de ilgilidir [13,20]. Grup E hücrelerin ise efferent yollarla ilgili olduğu kabul edilmektedir [13].

**Serebellum;** dengeyi sağlamada da bir öngörücü organ gibi çalışır. Flocculonodular lobların ya da semisirküler kanalların zarar görmesi hareket yönünün hızlı değişikliklerinde dinamik dengenin bozulmasına, ancak statik durumlarda dengenin çok fazla etkilenmemesine neden olur [26,35].

Vestibüler nükleusun afferent yolları; her ne kadar vestibüler nükleusların ve vestibüler dışı afferentlerin kaynaklarının hepsininin fonksiyonları tam olarak bilinmese de vestibüler sinir, beyin sapı ve serebellumun birçok bölgesi ve flokkonodüler lob, fastigial çekirdek, spinal kord, orta beyin, kaudal diensefalondaki nükleuslarda uyarı alır [21].

Serebellumun vestibüler nükleuslarla bağlantısı optik cevaplara ve vestibülookuler yolların baş hareketlerine olan duyarlılığın ve tek taraflı vestibüler lezyonların kompanse edilmesinde önemlidir.

Göz motor nükleusları ile bağlantı vardır. Bu vestibülookuler refleks için önemlidir. Baş hareketlerine duyarlı birçok vestibüler nükleus nöronlar görsel hareketlere yani optokinetik uyarılara duyarlıdır. SSK'lar kısmen düşük frekanslı (500 Hz'den düşük) baş hareketlerine duyarsızdır. Bununla birlikte optik sistem son derece düşük frekanslı görsel hareketleri algılayabilir. Optokinetik sinyallerin vestibüler çekirdeklere hangi anatomik yolla ulaştığı tam olarak bulunamamıştır. Fakat orta beyindeki birçok pretektal nükleuslar (özellikle optik tragusun nükleusu ve aksesuar optik nükleus) önemli bir rol oynamaktadır.

Vestibüler nükleus (medial, lateral, superior, inferior) göz hareketlerinde uyarılma hızlarını değiştirirler. Ekstraoküler motor çekirdeğe giden vestibüler sinirler sabit bakış, sakkadik göz hareketleri, düz göz takipleri sırasında uyarılır. Vestibüler

nükleuslar bütün okülomotor davranışların oluşumuna katkıda bulunur. –Retiküler formasyon ile bağlantılıdır, inputların integrasyonu için önemlidir.

Postüral refleksi kontrol etmek için spinal kord bütün seviyeleri ile bağlantılıdır. Özellikle servikal bölgede vestibüler nükleusa olan vestibül dışı afferentlerin önemli bir kaynağıdır.

Dorsal lateral vestibüler çekirdekdeki sinirler, uzanım gösterdikleri spinal kord segmentlerinden aynı zamanda uyarı da alırlar. Ekstraoküler motor nükleuslara giden medial ve ventral lateral vestibüler nükleuslardaki nöronlar servikal spinal kordan da uyarı alırlar. Bu uyarılar özellikle labirent hasarlandığında, baş hareketleri sırasında VOR'un bakışı sabitlemesine yardımcı olan servikal oküler refleksin sağlanmasında önemlidir. Bu yollar boyun yaralanmalarından sonra görülen nistagmusa muhtemel bir açıklama getirir. Hareket algılanması için bununla ilgili beyin korteksi ile bağlantılıdır.

Vestibüler nükleusun efferent yolları; majör vestibüler nükleus, efferent yollar hakkında bilgi vermektedir. Medial, süperior ve ventral lateral vestibüler nükleuslar, beyin sapındaki göz hareketlerinin kontrolüne katılan bölgeye giden bilateral efferent yolları oluşturur. Vestibüler nükleuslar VOR'a katılan önemli refleks yolları oluşturur. VOR'un fonksiyonu baş hareketlerinde görüntüyü stabilize etmektir. Bu, gözleri baş ile aynı hızda tam ters yönde hareket ettirmektir. Bu bağlantı için medial longitudinal fasikulus ile sağlanır.

Kontralateral vestibüler nükleuslarla bağlantılıdır. Bu göz hareketlerinde ve tonusundaki düzenleme için gereklidir. Lateral vestibülospinal trakt postural dengenin sağlanmasında önemli rol oynar ve spinal kord bütün seviyeleriyle bağlantılıdır.

Vestibüler liflerin beyinde ulaştığı ikinci bölge olan serebellum ise bu sistem üzerinde ince ayar yapmak ve denetlemekle sorumludur. Vestibüler sinirden ayrılan kontralateral lifler serebellar vermisin kaudal parçasında özellikle uvula ve nodullusta sonlandığı düşünülür[13,20,21].

Serebellumun bu kısmının başın ve gözlerin hareketini koordine ettiği düşünülür [13,20,21].

## **2.5.Vestibüler Refleksler**

### **2.5.1. Vestibulo-okuler Refleks (VOR)**

VOR net bir görüş sağlamak için kafanın dönme hareketlerine karşılık göz hareketleri oluşmasını sağlayan ve çok hızlı çalışan bir reflekstir. Bir nesnenin görülebilmesi için, gözlerin nesne üzerinde kısa bir süre de olsa odaklanması, nesnenin retinadaki görüntüsünün sabitlenmesi gerekir [13,20,46].

Başın pozisyon değişikliklerini anında santral sinir sistemine iletir. Ancak pozisyon hakkında bilgi vermez. Bunun için optokinetik sisteme ihtiyaç vardır. Kafa; öne, arkaya, yanlara doğru eğildiğinde veya sağa ya da sola çevrildiğinde gözlerin bakış yönünün düzeltilmesi ve görüntünün retinada sabit tutulması için otomatik bir düzenleme mekanizmasının devreye girmesi gerekir Baş hareketleri ile göz arasındaki bu ilişki aslında denge içinde gereklidir ve VOR'un nedenidir.

Baş hareketleri sonucunda uyarılan vestibüler sinirdeki afferent sinir lifleri primer vestibüler nöronu oluşturur ve bu lifler vestibüler nükleusta sonlanır. Vestibüler nükleuslarla göz motor nükleusları arasındaki etkileşimi sağlayan lifler sekonder vestibüler nöronu oluşturur. Göz motor nükleuslarından, göz kaslarına giden lifler ise motor nöronu oluşturur. Bu yüzden VOR üç nöronlu refleks "three neuronal reflex" adı ile de anılır [13].

#### **2.5.1.1. Horizontal kanal vestibulo-okuler refleks**

Horizontal kanalın elektriki olarak uyarılması her iki gözde, uyarılan kanalın aksi yönde konjuge bir harekete neden olur. Yani, lateral SSK'da uyarı artışı olduğunda, sinyaller ipsilateral medial vestibüler nükleusa, buradan da ipsilateral okülomotor nükleusa ve kontralateral abducens nükleusa gider. Sonuçta, ipsilateral medial rectus ve kontralateral lateral rectus kasları kasılır ve gözler karşı tarafa doğru

konjuge şekilde hareket eder. Yani, uyarılan kaslar iki grupta toplanır; Eksite edilen kaslar; karşı taraf lateral rektusu ile aynı taraf medial rektusudur. İnhibe edilen kaslar; karşı taraf medial rektusu ile aynı taraf lateral rektusudur.

### **2.5.1.2. Anterior kanal vestibulo-okuler refleks**

Süperior kanal sinirinin uyarılması her iki gözün üst kutuplarından yukarı ve karşı tarafa doğru çekilmesi ve karşı tarafa doğru dönme hareketi yapmasına neden olur. Yani Anterior SSK'da uyarı artışı olduğunda, ipsilateral superior rectus kası ile kontralateral inferior oblik kasları kasılır ve gözler yukarı ve karşı tarafa doğru torsiyonel şekilde döner [25,26,49].

### **2.5.1.3. Posterior kanal vestibulo-okuler refleks**

Posterior semisirküler kanalda uyarı artışı olduğunda, ipsilateral superior oblik kası ile kontralateral inferior rectus kasları kasılır ve gözler aşağı ve karşı tarafa doğru torsiyonel şekilde döner [25,26,27].

Vertikal kanalların gözlerin dönme hareketleri ile yakından ilişkisi vardır. Baş hareketleri sırasında otolitik sistemden doğan sinyaller çeşitli nöronlarla iletilir. Horizontal lineer hareketler sırasında utrikül makülasından ve vertikal hareketler sırasında sakkül makülasından uyarımlar doğar. Utrikül makülasının uyarılması ile gözlerde torsiyonel hareketler ortaya çıkar. Yani her iki göz üst kutupları aksi doğrultuda hareket ederler. Buna karşılık sakkül makülasının üst tarafının uyarılması yukarıya doğru ve alt tarafının aşağıya doğru göz hareketlerine neden olur [13,20].

### **2.5.2. Otolit-Oküler Refleks**

Otolit organ kaynaklı oküler refleks cevaplarının, semisirküler kanal kaynaklı oküler refleks cevaplarına göre daha az belirgin oldukları düşünülebilir. Ancak, otolit-oküler refleksler de bakış stabilizasyonunun sağlanmasında önemli rol oynarlar.

Otolit organların uyarılması ile tetiklenen ve bazı kasların kasılması ya da gevşemesi ile sonuçlanan refleks cevapları ölçülerek klinik amaçlı kullanılabilir. Ses, titreşim, galvanik (elektriksel) akım gibi fizyolojik olmayan uyarılar kullanılarak ortaya çıkarılan bu cevapların boyun kaslarından ölçülmesi, “servikal vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (cervical vestibular evoked myogenic potentials, cVEMP)”; ekstraoküler kaslardan ölçülmesi ise “oküler vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (ocular vestibular myogenic potentials, oVEMP)” isimli testlerin temelini oluşturur [25].

Sakküler ve utriküler uyarıların küçük vertikal göz hareketi cevaplarına neden oldukları; otolit-oküler reflekslerin gözlerin aynı yatay düzlemde hizalanmasını sağladığı düşünülmektedir. Otolit ve vertikal kanal yolaklarında sorun olduğunda, patolojik “oküler tilt reaksiyonu” (ocular tilt reaction, OTR) olarak isimlendirilen bir bulgu görülür. Oküler tilt cevabı, bir gözün yukarı, diğerinin aşağı doğru kayması (vertical skew deviation) kafanın, altta kalan kulağa doğru eğilmesi ve altta kalan kulağa doğru olan dairesel torsiyonel göz hareketi şeklinde üç bileşenden oluşur [25].

### **2.5.3.Vestibülo–Spinal Refleks (VSR)**

Vestibüler organlarda oluşan uyarılar, vestibülokolik, vestibülospinal ve retikülospinal traktuslar yoluyla aşağı spinal korda doğru gider. Bu refleksler, postür değişimleri sırasında dengenin devamını sağlarlar. Vestibülo-spinal refleks özellikle yerçekimine karşı çalışan vücuttaki birçok kasın kasılma gevşeme düzenini sağlamada ve dengenin otomatik olarak korunmasından sorumludur [26,29,35]. Derin duyu reflekslerinin kontrolünü sağlar [50].

Vestibüler nükleuslar lateral ve medial vestibülospinal yol olarak iki adet vestibülospinal yol çıkar. Lateral vestibülospinal yol medulla spinaliste sakral seviyeye, medial vestibülospinal yol ise servikal seviyeye uzanır. Bu yollarla inen uyarıcılar, gövdeyle ekstremitelerin ekstansör kaslarının tonusunu güçlendirerek; yerçekimine karşı ayakta durmayı sağlarlar. Vücudun hareketleriyle birlikte düşmenin önlenmesi, başın dengeli hareketi ve postüral stabilitenin korunması için, dengeleyici vücut hareketlerini organize eden bir refleks meydana getirirler. Buna vestibülo-

spinal refleks (VSR) adı verilir. Bu refleksin başın ve vücudun dik konumunu koruyucu bir işlevi vardır [51].

#### **2.5.4. Vestibülo-Collic Refleks (VCR)**

Vestibüler sistem SSK'lerden başlayıp boyun kaslarına uzanan bir refleksle başı eski pozisyonuna getirir. Serbest bir duruşta aniden başın ters yöne çevrilmesi durumunda , baş ilk pozisyonunu kaybetmek istemez. Buna vestibülokolik refleks (VCR) denir [13,51]. Sakkülden kaynaklanan geçici inhibitör sinyalleri ipsilateral boyun kaslarına taşır; vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyellerde bu refleks arka ile çıkan cevap ölçülür.

Boyundaki proprioseptörler, dengenin sağlanabilmesi için çok önemlidir. Boyun bükülerek baş herhangi bir yöne doğru eğildiğinde, boyundaki proprioseptörlerden gelen uyarılar vestibüler organların verdiği dengesizlik hissini devam ettirirler. Boyundaki proprioseptörler dışında vücudun diğer kısımlarından da bilgi sağlanır. Eksteroseptif (exteroceptive) bilgi özellikle koşarken dengenin sağlanmasında önemlidir. Vücudun önünde hissedilen hava basıncı, yerçekiminden farklı bir kaynağın harekete karşı koyduğunun hissedilmesini sağlar; kişi bu etkiye karşı koymak için öne doğru eğilir [35].

#### **2.6. Vestibüler Malformasyonlar**

Michel deformitesi, ortak kavite, aplazik vestibül, hipoplazik vestibül ve dilate vestibül görülebilir [53].

#### **2.7. İç kulak Anomalileri**

Jackler (1993), iç kulağın gelişimi embriyonun ilk oluşmaya başladığı andan itibaren başlar ve sekizinci haftanın sonunda membranöz labirentin karakteristik yapısı oluşmuş olur. Sensörilepitelyumun gelişmesi ise membran labirentin oluşumundan sonra olur ve 2. veya 3. trimesterden sonra gerçekleşir. 26. ve 28. haftalarda tüy hücreleri ve işitsel nöral gelişim çoğunlukla tamamlanmış olur. Bu

şekilde de normal bir insan fetüsünün doğumdan 2 - 3 ay öncesinde duymaya başladığını belirtmiştir [52].

Çoğu iç kulak malformasyonu, gebeliğin ilk trimestrinde membranöz labirentin oluşumuna ara verildiğinde ortaya çıkar. Bu kesinti ya doğuştan gelen genetik hatanın bir sonucu ya da gebelik haftasının dördüncü ve sekizinci haftaları arasındaki iç kulak organogenezi döneminde teratojenike maruz kalmanın sonucu olabilir. Genetik hatalar ya otozomal dominant ya da resesif olabilir bunlar ya tek başına sensörinöral işitme kaybı olarak ya da çeşitli sendromlardan herhangi biriyle ilişkili olarak ortaya çıkabilir. İç kulak organogenezisini etkilediği bilinen teratojenik etkiler utero viral enfeksiyon (örneğin kızamıkçık), kimyasal teratojenler (talidomid) ve radyasyona maruz kalma içerir. Kulak kapsülü yapısındaki anormallikler ve Corti organındaki eksiklikler, membranöz labirentin gelişmesinde daha önceki hatanın ikincil etkileri olarak ortaya çıkmaktadır. Kulak kapsül ossifikasyon sürecinin tek başına derjantasyonu konjenital işitme kaybında önemli bir mekanizma olarak görülmemektedir. Bununla birlikte, labirentin lümeninin oszantasyonu, erken edinilmiş sağırılıkta, genellikle menenjitin bir sonucu olarak ortaya çıkan yaygın bir bulgudur [52].

Koklear yapı ve fonksiyonuna gelişimsel zarar etken olmasını engellemez ki bu yapısal malformasyonlara neden olur. Gebeliğin ilk üç ayında ki insan eşdeğeri yetişkin hayvan türlerinde ototoksik dozun altında dozlarda bile alınan aminoglikosit antibiyotik birkaç türde şiddetli duyma kayıplarına sebep olur. Bu süreç, dış tüylü hücrelerin olgunlaşmasına ve koklear potansiyellerin başlatılmasına karşılık gelir. İnsan çalışmaları da bunu belgelemektedir. Yapılan çalışmalarda gebeliğin ilk 4 ayında tüberküloz için streptomisin profilaksisi alan 72 kadından 35'inde, hafif yüksek frekanslı eşik yükselmelerden ağır ikili sağırılığa kadar değişen işitsel açıklar kaydedilmiştir [52].

Sennaroğlu 2002 yılında yaptığı çalışma ile Koklear malformasyonları şu şekilde sınıflandırmıştır:

I. Michel deformity: Tüm kokleanın ve vestibüler yapının oluşmaması, olmaması



II. Cochlear aplasia (koklear aplazi): Kokleanın tamamen olmaması.

III. Common cavity deformity: (Ortak Deformasyon Boşluğu) Koklea ve vestibülü temsil eden ortak bir kavite (boşluk) vardır. Fakat bu kavite koklea ve vestibül arasında herhangi bir farklılık göstermeksizin ikisini de temsil eden kistik bir yapıdır.

IV. Cochlear hypoplasia (Koklear Hipoplazi) Burada malformasyon daha da farklılaşır. Koklea ve vestibül birbirinden ayrıdır fakat boyutları oldukça küçüktür. Hipoplazi koklea iç kulak kanalında bir tomurcuğu andırır.

V. İnkomplet partiyon(IP) tip 1 (IP-I) : Koklea kistik yapıda ve kistik bir vestibül ile birlikte.

VI. İnkomplet partiyon(IP) tip 2 (IP-II) : (Mondini deformitesi). Kokleanın dönüşü 1,5 turdan oluşur; buradaki orta ve apikal dönüşler, genişlemiş VA ve genişlemiş bir vestibül eşliğinde kistik bir apeks oluşturacak şekilde birleşir [53].

### 2.7.1. Konjenital İç Kulak Malformasyonları Sıklığı

İç kulakta konjenital anomaliler iki geniş kategoride değerlendirilebilir. Bunlar; patolojik değişikliklerle birlikte gelişen membranöz labirent ile sınırlı olan malformasyonlar ile membranöz labirenti içeren malformasyonlar. Konjenital işitme kaybına sahip tüm çocuklar histolojik olarak incelendiğinde, iç kulaklarında saptanabilir anormallikler olacağı muhtemeldir. Yani, sağır doğan bir çok çocuk radyolojik olarak normal iç kulağa sahipken, membranöz labirent ile sınırlı malformasyonların baskın olduğu söylenebilir [52].

İç kulakta radyografik olarak saptanabilen malformasyonlu bir dizi hastada, kulakların% 32'sinde koklea % 76, semisirküler kanallar % 39 ve vestibüler aqueduct olduğu bulunmuştur. Birçok durumda iç kulağın birden fazla bölümünde anormallikler olduğu için, bu veriler toplamı % 100'ün üzerindedir. Son yıllarda, vestibüler aqueduct genişlemesine ilişkin artan bir farkındalık ve bu şekil bozukluğunu göstermede aksiyat BT taramasının daha fazla duyarlılığı ile birlikte, taramanın belirgin bir şekilde artmasına yol açmıştır. Son yıllarda iç kulak malformasyonları ile ilgilenen klinisyenler tarafından vakaların hızla tahakkuk

ettirilmesi, vestibüler aqueduct genişlemesinin nihai olarak en yaygın radyografik olarak saptanabilir iç kulak anomalisi olduğunu ispatlamaktadır [52,53].

Radyografik açıdan normal kulakları olan sağır çocuklar arasında patolojik çalışmalar kokleosakrural displazinin (Scheibe displazisi) en yaygın deformite olduğunu göstermektedir. Muayene için mevcut olan patolojik örneklerin azlığına bağlı olarak, çeşitli membranöz malformasyonların göreceli frekansını tahmin etmek imkânsızdır.

Koklear malformasyonların göreceli insidansı aşağıdaki tabloda verilmiştir [52].

<b>Koklear Malformasyonların Göreceli İnsidansı (%)</b>	
Incomplete partition (Mondini)	55
Common cavity	26
Cochlear hypoplasia	15
Cochlear aplasia	3
Complete labyrinthine aplasia (Michel)	1

**Tablo 1:** Koklear Malformasyonların Göreceli İnsidansı [52]

## **2.8. İşitme Kaybı Türleri**

İşitme kaybı, patolojinin olduğu bölgeye göre 5 grupta toplanmaktadır.

### **2.8.1. İletim tipi işitme kayıpları (İTİK)**

Dış kulak yolu, kulak zarı, orta kulak ve kemikçiklerini ilgilendiren patolojilere bağlı olarak ortaya çıkar. Sesin iç kulağa geçişini önleyen problem vardır. Çoğunlukla medikal ya da cerrahi yöntemlerle tedavi edilebilir. Özel durumlarda işitme cihazı önerilmektedir.

### **2.8.2. Sensörinöral işitme kaybı (SNİK)**

Patoloji iç kulakta ise "sensoriyel kayıp" terimi kullanılmakta (koklear ya da iç kulak tipi işitme kaybı), işitme sinirinde ise "nöral kayıp" terimi (sinirsel tip işitme kaybı ya da retrokoklear kayıp) kullanılmaktadır.

### **2.8.3. Mikst tip işitme kayıpları**

Hem sensörinöral bir işitme kaybı hem de iletim tipi patoloji mevcutsa, işitme kaybı bu isimle tanımlanır.

### **2.8.4. Santral işitme kayıpları**

Patoloji üst merkezlerde, yani santral sinir sistemindedir. Periferik mekanizma sağlam olup, saf ses eşikleri normale yakın bulunabilmekte ancak ses uyarısını anlamlı hale dönüştürülememekte ve anlaşılammaktadır. Tanılanması için daha özelleşmiş testlerden yararlanılmaktadır.

### **2.8.5. Fonksiyonel / Non-organik işitme kayıpları**

Psikolojik faktörlere bağlı işitme kaybı tipidir. Periferik ya da santral işitme yollarında herhangi bir patoloji yoktur [54].

## **2.9. İşitme Kaybının Ortaya Çıkma Dönemleri**

Carney ve Moeller işitme kaybını, ortaya çıkma dönemlerine göre prelingual, perilingual ve postlingual olarak üç farklı dönem olarak gruplara ayırmıştır.

### **2.9.1. Prelingual işitme kaybı**

Dilin karakteristik özelliklerini edinmeden doğuştan ya da iki yaşına kadar olan süreçte meydana gelen işitme kaybıdır. Prelingual işitme kayıplarının erken dönemde tespiti için yeni doğan işitme tarama programları geliştirilmiştir.

### **2.9.2. Perilingual işitme kaybı**

Dilin karakteristik özelliklerini kazanmaya başladığı dönem olan 2-6 yaş arasında meydana gelen kalıcı işitme kayıplarıdır.

### **2.9.3. Postlingual işitme kaybı**

Doğumda normal işitmeye sahip olan, konuşma ve lisan becerisi kazanan çocukta 6 yaşından sonra meydana gelen işitme kayıplarıdır [55].

## **2.10. Vestibüler Sistemi Değerlendirmede Kullanılan Elektrofizyolojik Testler**

Vestibüler testler, labirenti, 8. Siniri veya beyni etkileyen hastalıklarda görülebilen merkezi (santral) veya periferik vestibüler fonksiyondaki anormalliği teşhis etmek için kullanılır.

Çalışmamızda bu testlerden vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (VEMP) testleri kullanılacaktır. Uyarılmış miyojenik potansiyeller terimi, “işitsel uyarılmış potansiyeller”den farklı olarak sinirsel cevabın değil, kasta oluşan elektriksel cevabın ölçüldüğünü belirtmek için kullanılır. Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller bir elektromyogram (EMG) kayıdır.

Vestibüler uyandırılmış miyogenik potansiyel (VEMP), kas refleksi yanıtında vestibüler fonksiyon bütünlüğünü değerlendiren, yüksek yoğunluklu sesli uyarılara sahip, objektif, invaziv olmayan bir incelemedir.

Miyojenik potansiyeller, vestibüler sistemin uyarılması sonucu oluşur. Vestibüler sistemin uyarımı ise, fizyolojik olan hareket uyarılarıyla sağlanabileceği gibi, ses, titreşim veya elektrik uyarılarıyla da sağlanabilir [56-58].

VEMP ilk olarak 1992 yılında Colebatch ve arkadaşları tarafından tanımlanmıştır. VEMP kısa latanslı miyojenik cevaplardır kısa süreli akustik veya

elektriksel uyarılara cevap olarak kas yüzeyinden elektrotlar vasıtasıyla cevapların kaydedilmesine dayanan bir test yöntemidir [59,60].

VEMP'ler tonik olarak kontrendike servikal kaslardan ölçülür ki bunlara kolik yada servikal vemp (cVEMP) denilir ya da ekstra oküler kaslardan ölçülür ki bunlar oVEMP diye adlandırılır.

Vestibüler organlar normalde kafa hareketleri ile uyarılırlar. Ancak vestibüler sistem bütünlüğünü değerlendirmek için uygulanacak testlerde uyarın olarak kafa hareketlerini kullanmak pratik açıdan zordur. Kafa hareketleri hem standardize edilmesi zor uyarılardır hem de miyojenik cevaplarla karışabilecek elektrik artefaktlara neden olurlar.

Yüksek şiddetteki AC ses uyarılarının hayvanlarda sakkülü uyardığı bilinmektedir. Young ve ark. ise uyarımın tüylü hücre seviyesinde gerçekleştiğini göstermiştir [60-61]. Sese duyarlı vestibüler sinir liflerinin esas olarak sakkülden kaynaklandığı, az bir kısmının ise utrikülden köken alabileceği bildirilmiştir [32,50]. Galvanik akımın tüm end-organlardan çıkan vestibüler afferentleri eşit şekilde uyardığı ve galvanik cVEMP'lerin end-organdan bağımsız bir vestibulo-kolik yolak ile ortaya çıktığı düşünülmüştür [60]. Bu nedenle galvanik cVEMP'lerin, end-organları etkileyen lezyonlar ile primer olarak vestibüler siniri tutan lezyonların birbirinden ayırt edilmesinde kullanılabileceği öne sürülmüştür [62, 63,64].

cVEMP ve oVEMP her iki tip de kısa gecikmeli miyojenik tepkilerdir ve kontrol edilebilen, şiddeti ve süresi ayarlanabilen hava iletimi ses (airconducted sound stimuli) (ACS), kemik iletimi ses (BCV), iletken titreşimler ve galvanik (elektriksel) uyarılar daha standart ve ölçülebilir cevaplara neden oldukları için testlerde sıklıkla tercih edilirler [33,65-70].

Herhangi uyarılmış potansiyelin temel bir değerlendirme ilkesi olarak, uyarın ile tepki arasındaki zaman ölçülür, üretilen elektrik dalgalarının süresi ve morfolojisine göre normal veya değişmiş olarak sınıflandırılır [68-70].

Pietro Tullio tarafından yapılan bir çalışmada, deney hayvanlarında kemik labirente pencere oluşturarak ses uyarılarını takiben gelişen baş ve göz hareketleri ile postüral değişiklikleri gözlemleyerek vestibüler sistemin akustik duyarlılığına dikkati çekmiştir [23].

1960'larda havayolu ile verilen yüksek şiddette ses uyarılarına karşı kaslarda oluşan cevaplar gösterilmiştir. Oksipital bölgeden alınan ve miyojenik kökenli oldukları düşünülen bu cevaplar, "inion cevabı (inion response)" olarak tanımlanmış, ses uyarısından yaklaşık 13 ms sonra ortaya çıkan kısa latanslı tepe noktası gösterilmiştir [71].

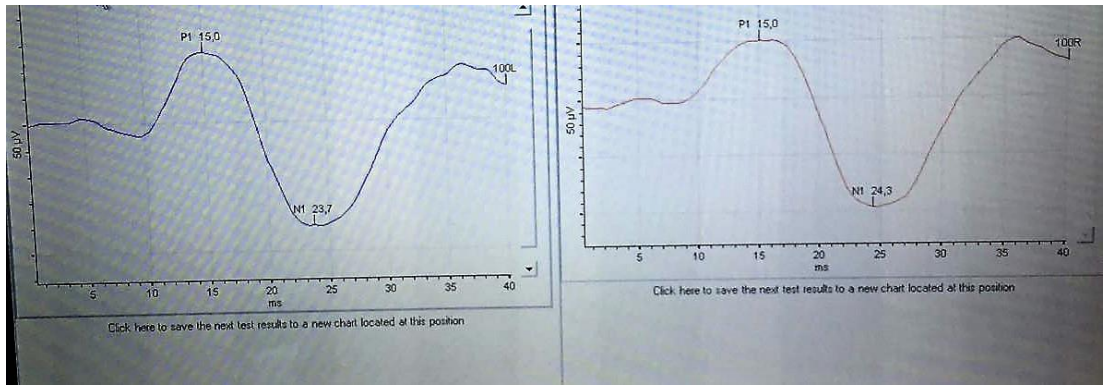


**Şekil 10:** Vemp arki

### **2.10.1. cVEMP**

ACS'ye yanıt veren cVEMP yanıtının vestibulo-kolik refleksin bir belirtisi olduğu ve boyunda sternokleidomastoid kaslardan kaydedildiği söylenmiştir [72]. Bu uyararla sakkülün uyarıldığı belirtilmiştir. cVEMP non-invaziv bir testtir. VEMP cevapların kısa olması sebebiyle oligosinaptik bir ark ile refleks cevapların olduğu düşünülmektedir. Bu arkın vestibüler nükleus ile sinaps yapan afferentler, vestibulokolik nöronlar ve sternokleidomastoid kası (SCM) innerve eden boyun motor nöronlarından oluştuğu düşünülmektedir [60].

Inion cevaplarını tekrar inceleyen ve kayıt elektrotlarını inion yerine sternocleidomastoid (SCM) kas üstüne yerleştiren Colebatch ve ark. yüksek şiddette klik ses uyarılarına karşı ortaya çıkan kısa latanslı bir cevabın olduğunu göstermişlerdir. SCM kasın aktivasyonuna bağımlı olan bu cevabın, unilateral olduğu, ilk olarak bir pozitif tepe (p13 veya p1) ile bunu takip eden negatif ve pozitif tepelerden (n23, p34, n44) oluştuğu, ancak vestibüler kaynaklı olduğu düşünülen kısmının p13-n23 olduğu bildirilmiştir [72]. Daha sonraki çalışmalarla bazı hastalarda, uyarıların bilateral SCM kaslara bağlantıları bulunan utriküler afferentler gibi diğer vestibüler afferentlere yayılması sonucu kontralateral SCM'den ters tepe (veya çapraz cevap [crossed response]) şeklinde yanıt alınabileceği de bildirilmiştir [73]. İlerleyen yıllar içinde yüksek şiddette ses uyarılarına karşı benzer yanıtlar, masseter [74], trapezius [75], splenius capitis [76], triceps [77] ve soleus [78] gibi diğer kaslardan da alınmıştır. Ancak SCM kasından elde edilen vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (servikal VEMP, cVEMP), şimdilik üzerinde en çok çalışılmış test yöntemi olarak güncelliğini korumaktadır.



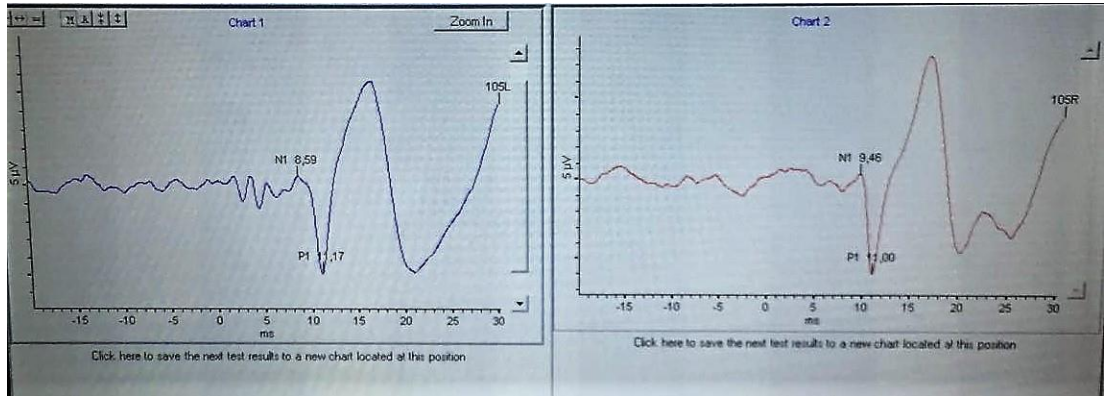
**Şekil 11:** Bir olgunun sağ ve sol kulak cVEMP traseleri

### 2.10.2. oVEMP

oVEMP cevabı, vestibülo-oküler refleksten kaynaklanır ve ekstra-oküler kaslardan, özellikle inferior oblik (IO) kasından [79-81] kaydedilir. oVEMP yeni bir vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyel olarak daha yakın bir zamanda gözlerin altına yüzey elektrot yerleştirilmesi ile keşfedilmiştir [81-83]. Göz kürelerinin altına inferior oblik kasına yerleştirilmiş yüzeyel elektrotlarla ACS ve BCS tip stimuluslar kullanılarak kısa latanslı elektrografik (EMG) kayıtların elde edildiği gözlenmiştir. Bu

EMG kaydı VOR refleks yoluyla ortaya çıkan ekstra oküler göz kaslarının aktivitesidir [33,60,82]. Utrikül ve süperior vestibüler sinirin aktivitesini incelemek için kullanılmaktadır [33,60,79,82]. Cevabın özgün kökeni son zamanlara kadar belirsiz kalmıştır. Bu nedenle, oVEMP henüz klinik uygulamada yaygın olarak uygulanmamaktadır.

Doğal yaşlanma süreci ile, vestibüler sistemde ve saçak hücrelerinin kaybı, artiküler sinir hücrelerinin sayısı ve vestibüler nükleusda nöron kaybı da dahil olmak üzere afferent nevralthway'de morfolojik değişiklikler olabilir [60,84-86]. Bu nedenle yaş ilerledikçe amplitüdlerinde azalma ve latanslarda bir artış olabilir. Bu potansiyellerin, özellikle de p13 latansının uzaması anlamına gelir. Ancak, bazı araştırmacılar, VEMP gecikmesinin otolitik fonksiyondan etkilenmediğini, ancak organ reseptörünün aktivasyonu ile etkilenebileceğini bildirmektedir. Ayrıca, birçok araştırmada VEMP gecikmelerinde önemli bir farklılık bulunamamıştır [21,87-91].



Şekil 12: Bir olgunun sağ ve sol kulak oVEMP traseleri

## 2.11. Başdönmesi Engellilik Envanteri (Dizziness Handicap)

Dizziness Handicap Inventory (DHI), baş dönmesinin yaşam kalitesine etkisini değerlendirmek için 1996 yılında Jacobson ve Newman tarafından geliştirilmiş ve 2016 yılında Canbal ve arkadaşları tarafından Başdönmesi Engellilik Envanteri (BEE) olarak Türkçeye çevrilmiştir. DHI, başlangıçta vestibüler sistem hastalıklarının baş dönmesi şikayetleri üzerindeki etkisini ölçmek için tasarlanmıştır, ancak daha sonra baş dönmesi olan diğer kişiler için de kullanılmıştır. Orijinal Amerikan sürümü çeşitli dillere ve kültürlere de uyarlanmıştır (97).



Ön formu 37 madde olarak tasarlanan DHI'nin son hali 25 maddeden oluşur ve toplam skor "0-100 puan" arasındadır. Sıralı ölçek yanıtlarını toplarken, daha yüksek puanlar daha ciddi handikap olduğunu gösterir. Ölçek, algılanan özürülüğün fiziksel, fonksiyonel ve duygusal alt alanlarını yakalamak için geliştirilmiştir ve 7 fiziksel, 9 işlevsel ve 9 duygusal sorudan oluşur (97). "1, 4, 8, 11, 13, 17 ve 25." sorular fiziksel engelliliği; "2, 9, 10, 15, 18, 20, 21, 22 ve 23." sorular duygusal engelliliği; "3, 5, 6, 7, 12, 14, 16, 19 ve 24." sorular ise fonksiyonel engelliliği ölçmek üzere yapılandırılmıştır (98) Cronbach'ın  $\alpha$  katsayısı, ön formun tutarlılığına dayanarak güvenilirliği ölçmek için kullanılmıştır (99).

Her madde için puanlama şekli "Hayır = 0, Bazen = 2, Evet = 4" şeklinde hesaplanabilir. 10 puanın üzerindeki puanlar, daha ileri değerlendirme için denge uzmanlarına yönlendirilmelidir (97).

Skorlama yapılırken alt birimlerinin puanlamasında 16-34 puan hafif handikap, 36 -52 puan orta handikap, 54+ puan ağır handikap olarak değerlendirilmiştir (97).

### **3.GEREÇ ve YÖNTEM**

Bu çalışma Başkent Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulunun 09.08.2017 tarihinde 17/70 sayılı kararı ile Sağlık Bilimleri Enstitüsü, KBB Anabilim Dalı, Odyoloji Yüksek Lisans Programı kapsamında yüksek lisans tezi olarak yapılmıştır. Etik kurul izin yazısı EK-1’de sunulmuştur.

#### **3.1.Bireyler**

Araştırmaya toplam 52 birey katılmıştır. Araştırmanın çalışma grubu Ankara ilinde yaşayan ve Anakent Sağırlar Derneğine üye olan 18-60 yaş arası prelingual dönem işitme kayıplı, 20 kadın (%76,9) , 6 erkek (%23,1) toplam 26 kişiden oluşmaktadır. Kontrol grubu aynı yaş aralığında işitmesi normal sınırlarda olan 19 kadın (%73,1), 7 erkek (%26,9) toplam 26 bireyden oluşmaktadır.

Çalışmada örnek genişliğinin hesaplanması için güç analizi yapılmıştır. Örnek genişliği, 20 prelingual işitme kayıplı birey ve 20 normal işiten birey olmak üzere minimum 40 kişi olarak hesaplanmıştır.

#### **3.2.Çalışma grubu için araştırmaya dahil olma kriterleri**

Araştırmanın çalışma grubunu ileri derecede sensörinöral tipte prelingual dönem işitme kaybı olan bireyler oluşturmuştur. Bununla birlikte bu grupta ki katılımcıların;

- 18-60 yaş aralığında olması,
- Herhangi, otolojik veya nörootolojik şikâyeti olmaması ve ameliyat öyküsü bulunmaması,
- Servikal bölgede hareketlerini sınırlandıracak bir hastalığın olmaması ve ameliyat öyküsünün bulunmaması,
- İşitme eşiklerinin 80 dB’den daha kötü olması,

### 3.3. Her iki grup için de bireylerin dışlanma kriterleri

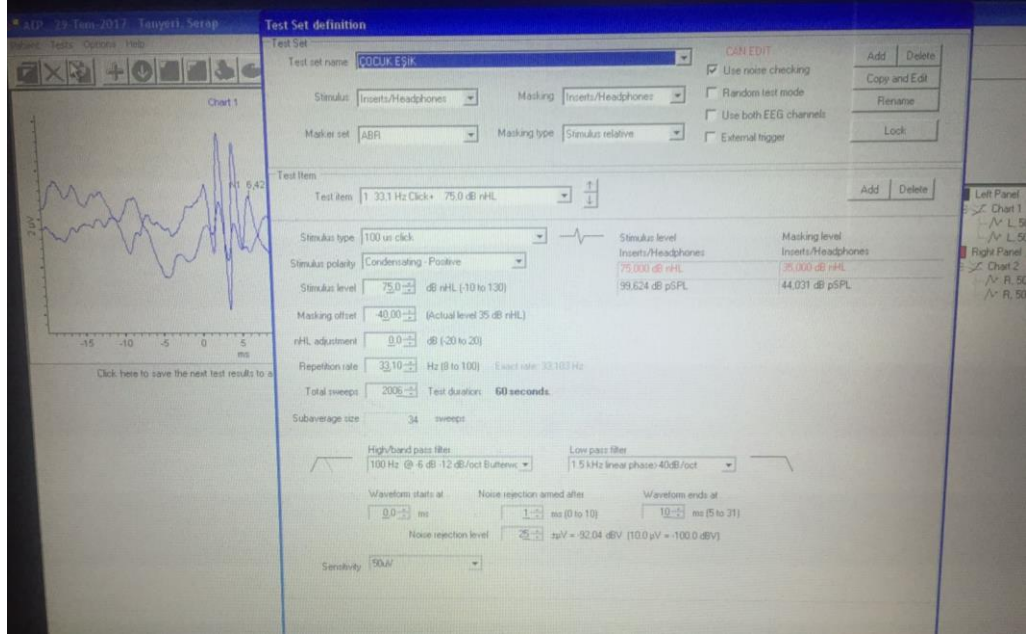
- Dış kulak ve/veya orta kulakta anatomik problemi olan olgular,
- Aktif kulak akıntısı olan olgular,
- Kulak zarı operasyonu geçirmiş olan olgular,
- Nörootolojik müdahale yapılan olgular,
- Nöropskiyatrik sorunu olan olgular,
- Açık veya kapalı kafa travması hikayesi olan olgular,
- Bilinen vestibüler rahatsızlığı olan olgular,
- 60 yaş üstü ve 18 yaş altındaki olgular,

Bu kriterlere sahip bireyler bu çalışmaya dahil edilmemiştir.

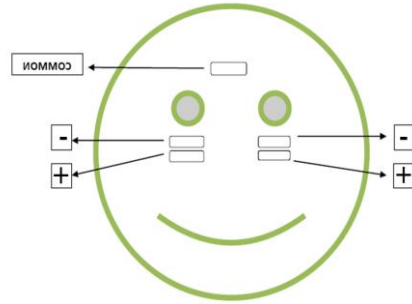
### 3.4.Vestibüler Değerlendirme

#### 3.4.1. oVEMP

oVEMP testi GSI Audera cihazıyla gerçekleştirildi. Şekil 11’de testte kullanılan parametrelerin “Kurulum” değerleri verilmektedir. Çalışmaya katılan gönüllü bireylere ilk olarak alkol ve peeling jel cilt temizliği yapılmıştır. Her test için beş adet tek kullanımlık Ag/AgCl (Ambu Blue Sensor N ref No N-00-S/25) yüzey elektrotu kullanılmıştır. Referans elektrotlar (+) göz çukurunun 5 mm altına inferior oblik kasın üzerine gelecek şekilde gelecek şekilde ki gibi yerleştirildi, aktif elektrotlar (-) ise referans elektrotların 1 veya 2 cm altına, (ground) toprak elektrodu ise altına yerleştirilmiştir (Şekil 12). Elektrotların direncinin 5 mikroohm’un altında olması sağlandı. Kayıt sırasında oturur pozisyondaki gönüllü bireye, 1 metre uzaklıkta göz nötral bakış çizgisi ile horizontal eksende 30-40 derecelik açı oluşturacak şekilde önceden yerleştirilmiş objelere sırasıyla sesin geldiği süre boyunca hedef objeye bakması istendi. (Şekil 13). Prelingual dönem işitme kayıplı çalışma grubu katılımcılarına test işaret dili ile anlatıldı (Şekil 14). Verilen uyarılar kontralateral gözden kaydedildi Kanal içi (Insert earphone) ile uyarı verirken kontralateral gözden kayıt alındı. Kulaklar arası geçişte bireyler gözler kapalı olarak dinlendirildi. Uyarı verilmesini takiben oluşan ilk dalga formunun tepe noktaları N1 ve P1 olarak belirlendi. Dalgaların latans ve amplitüd değerleri ölçüldü.



Şekil 13: Kliniğimizde kullanılan oVEMP kurulum değerleri



Şekil 14: Elektrodun yerleştirilmesi



**Şekil 15:** Test sırasında katılımcının bakış pozisyonu



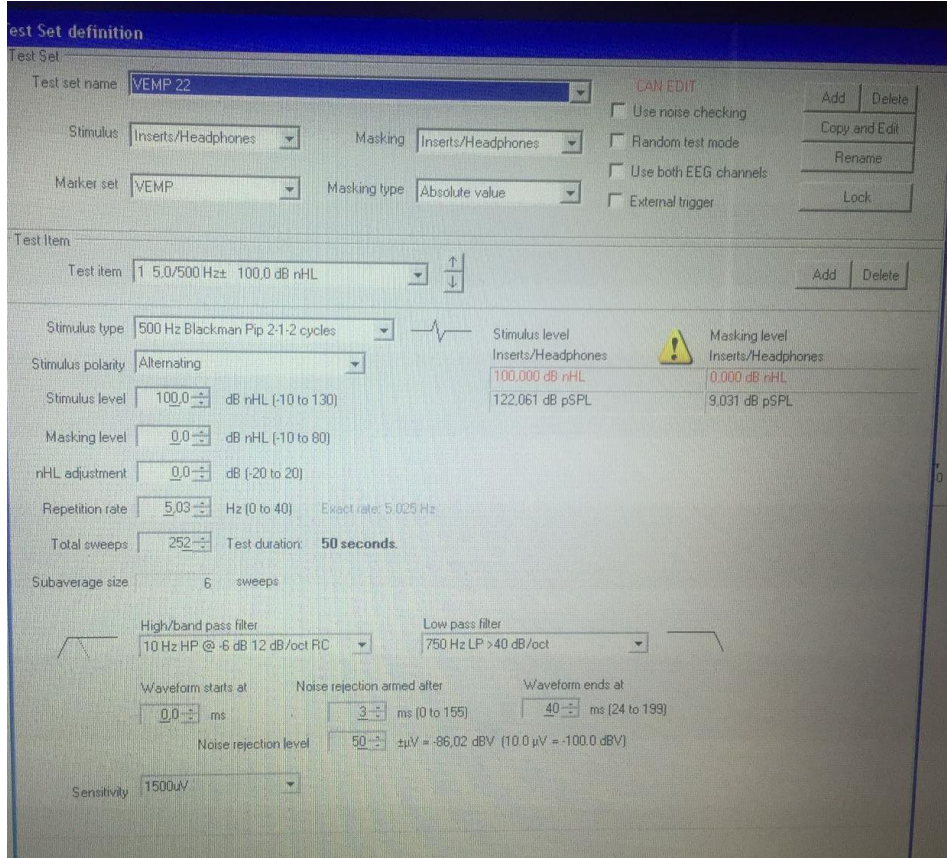
**Şekil 16:** Test ve duruş pozisyonu katılımcıya işaret dili ile anlatılırken

### 3.4.2. cVEMP

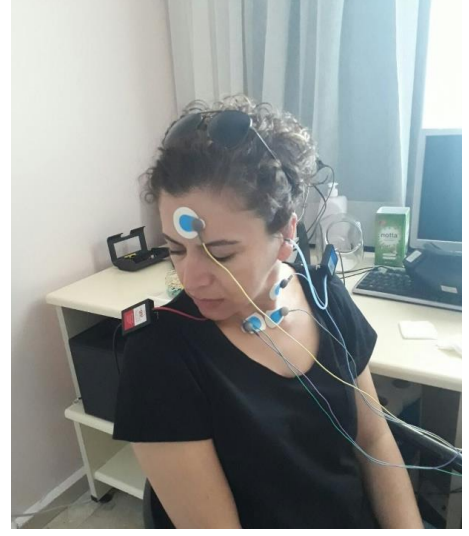
cVEMP testi gönüllü katılımcı oturur pozisyonda iken yapıldı. Çalışmaya katılan gönüllü bireylere ilk olarak alkol ve peeling jel ile cilt temizliği yapıldı. Her test için beş adet tek kullanımlık Ag/AgCl (Ambu Blue Sensor N ref No N-00-S/25) yüzey elektrotu kullanıldı. Aktif (kayıt) elektrotlar (+) SCM kasın orta 1/3'ü üzerine,

aktif olmayan elektrot ise bunun biraz daha altına kasın başladığı boyun bölgesine ve son olarak (ground) toprak elektrodu ise altına yerleştirildi (şekil 16).

Prelingual dönem işitme kayıplı çalışma grubu katılımcılarına test işaret dili ile anlatıldı. cVEMP'lerin alınabilmesi için hastanın SCM kasını kasmaı istendi. Bu, oturur pozisyonda hastanın başını hafifçe yukarı doğru kaldırması veya başını uyarılan tarafın karşısına doğru çevirmesi ile sağlandı. Uyarın verilmesini takiben oluşan ilk dalga formunun tepe noktaları P1 ve N1 olarak belirlenmiştir Hasta yorulduğunda, dinlenmesi sağlandı. cVEMP testleri oVEMP testine göre daha kolay tolere edilebildi.



Şekil 17:Kliniğimizde kullanılan cVEMP kurulum değerleri



**Şekil 18:** cVEMP elektrodların yerleştirilmesi ve test sırasında katılımcının duruş pozisyonu

### 3.5. İstatistiksel Analiz

Çalışmada elde edilen veriler SPSS 24. Programı ile elektronik ortama aktarılmıştır. Wilcoxon Signed Ranks Testi yapılarak sağ ve sol oVEMP ve cVEMP değerleri karşılaştırılmış. Grupların normal dağılımları grafiksel olarak gösterilmiştir. Yine gruplar arasında Mann-Whitney U testi kullanılarak değerler karşılaştırılmış.

## 4. BULGULAR

Bu çalışmanın amacı prelingual dönem işitme engelli bireylerde vestibüler sistem bütünlüğünün normal işiten bireylerle karşılaştırılmasıdır. Bu amaç doğrultusunda araştırmaya katılan işitme engelli bireylerin vestibüler sistem bütünlüğünün değerlendirilmesi için oVEMP ve cVEMP testleri uygulanmıştır. Sağ kulak ve sol kulak için oVEMP ve cVEMP test sonuçları ile gruplar arasında ki dağılımlar tablolarda ayrı ayrı gösterilmiştir.

Araştırma; çalışma grubunda 20 kadın (%76,9) ve 6 erkek (%23,1); kontrol grubunda ise 19 kadın (%73,1) ve 7 erkek (%26,9) olmak üzere toplam 52 kişi üzerinden yapılmıştır (Tablo 2).

**Tablo 2: Katılımcıların Cinsiyet Dağılımı**

	Çalışma Grubu	Kontrol Grubu	TOPLAM
Kadın	20	19	39
	%76.9	%73.1	%75.0
Erkek	6	7	13
	%23.1	26.9	%25.0
Toplam	26	26	52
	%100	%100	%100



Grupların yaş dağılımları incelendiğinde kontrol grubu ortalama 29.96 (20 - 45) iken, çalışma grubunun ortalama yaşları 43.35 (19-51) yıl olarak bulunmuştur. (Tablo 3)

**Tablo 3: Katılımcıların Yaş Dağılımı**

	<b>Çalışma Grubu</b>	<b>Kontrol Grubu</b>	<b>Toplam</b>
<b>N</b>	26	26	52
<b>Ortalama</b>	43.35	29.96	36.65
<b>Standart Sapma</b>	9.4444	6.128	10.383
<b>Ortanca</b>	45.50	30.00	34.00
<b>Min Değer</b>	19	20	19
<b>Maks. Değer</b>	51	45	51

Araştırmada değerlendirilen çalışma grubu katılımcılarından 13 kişi doğuştan işitme kaybı iken diğer 13 kişiden 3 tanesi ateşli hastalıktan, 7 tanesi menenjit, 1 tanesi kabakulaktan ve 1 tanesi de çiçek hastalığı sonucu işitme duyusunu yitirmiştir. İki kadın ve bir erkek katılımcı 10 yıldır düzenli olarak unilateral işitme cihazı kullanmaktadır (Tablo 4).

**Tablo 4: Katılımcıların Etyolojik Özellikleri**

	<b>Çalışma Grubu</b>	<b>Kontrol Grubu</b>	<b>Toplam</b>
Doğuştan İ.K.	13 - %50	-	13 - %25
Ateşli Hastalık	3 - %11.5	-	3 - %5.8
Menenjit	7 - %26.9	-	7 - %13.5
Kabakulak	1 - %3.8	-	1 - %1.9
Sebebi Bilinmiyor	1 - %3.8	-	1 - %1.9
Çiçek Hastalığı	1 - %3.8	-	1 - %1.9
Sağlıklı	-	26	26
		%100	%50.0
<b>TOPLAM</b>	26	26	52
	%100	%100	%100.0

Yapılan Pearson Chi-Square testi sonucunda P değeri “,000” hesaplanmış olup çalışma grubu ve kontrol grubunun ovemp cevapları arasında fark vardır. Kontrol grubunda cevap yüzdesi daha yüksektir (Tablo 5).

**Tablo 5: Katılımcıların ovEMP Yanıtı**

	Çalışma Grubu		Kontrol Grubu		Toplam	
	Sayı	Grup	Sayı	Grup	Sayı	Grup
		Yüzdesi		Yüzdesi		Yüzdesi
Alındı	23	%44.2	47	%90.4	70	%67.3
Alınamadı	29	%55.8	5	%9.6	34	%32.7
Toplam	52	%100	52	%100	104	%100

Yapılan Pearson Chi-Square testi sonucunda P değeri “,000” hesaplanmış olup buna göre çalışma grubu ve kontrol grubunun cvEMP cevapları arasında fark vardır (Tablo 6).

**Tablo 6: Katılımcıların cvEMP Yanıtları**

	Çalışma Grubu		Kontrol Grubu		Toplam	
	Sayı	Grup	Sayı	Grup	Sayı	Grup
		Yüzdesi		Yüzdesi		Yüzdesi
Alındı	31	%59.6	52	%100	83	%79.8
Alınamadı	21	%40.4	0	%0,0	21	%20.2
Toplam	52	%100	52	%100	104	%100

Uygulanan test sonucunda çalışma grubuna katılan 26 kişiden 11 kişide sol oVEMP cevabı alınabilmişken 15 kişiden cevap alınamamıştır. Kontrol grubunda ise çalışmaya katılan 26 kişinin 23'ünden cevap alınmışken sadece 3 kişiden cevap alınamamıştır. Uygulanan test sonucunda çalışma grubuna katılan 26 kişiden 12 kişide sağ oVEMP cevabı alınabilmişken 14 kişiden cevap alınamamıştır. Kontrol grubunda ise çalışmaya katılan 26 kişinin 24'ünden cevap alınmışken sadece 2 kişiden cevap alınamamıştır (Tablo 7.1 – 7.2).

**Tablo 7.1: Sağ kulak oVEMP Cevap Alma Durumu**

	Çalışma Grubu			Kontrol Grubu		
	Cevap Alındı	Cevap Alınmadı	Toplam	Cevap Alındı	Cevap Alınmadı	Toplam
<b>Frekans</b>	12	14	26	24	2	26
<b>Yüzde Oranı</b>	%46.2	%53.8	%100	%92.3	%7.3	%100
<b>Kümülatif Yüzde Oranı</b>	%46.2	%100.0		%92.3		

**Tablo 7.2: Sol kulak oVEMP Cevap Alma Durumu**

	Çalışma Grubu			Kontrol Grubu		
	Cevap Alındı	Cevap Alınmadı	Toplam	Cevap Alındı	Cevap Alınmadı	Toplam
<b>Frekans</b>	11	15	26	23	3	3
<b>Yüzde Oranı</b>	%42.3	%57.7	%100	%88.5	%11.5	%11.5
<b>Kümülatif Yüzde Oranı</b>	%42.3	%100.0		%88.5		

Uygulanan test sonucunda çalışma grubuna katılan 26 kişiden 16 kişide sağ cVEMP cevabı alınabilmişken 10 kişiden cevap alınamamıştır. Kontrol grubunda ise çalışmaya katılan 26 kişinin tamamından cevap alınabilmiştir. Uygulanan test sonucunda çalışma grubuna katılan 26 kişiden 15 kişide sol cvemp cevabı alınabilmişken 11 kişiden cevap alınamamıştır. Kontrol grubunda ise çalışmaya katılan 26 kişinin tamamından cevap alınabilmiştir (Tablo 7.3 – 7.4).

**Tablo 7.3: Sağ kulak cVEMP Cevap Alma Durumu**

	Çalışma Grubu			Kontrol Grubu
	Cevap Alındı	Cevap Alınmadı	Toplam	Cevap Alındı
<b>Frekans</b>	16	10	26	26
<b>Yüzde Oranı</b>	%61.5	%38.5	%100	%100
<b>Kümülatif Yüzde Oranı</b>	%61.5	%100		

**Tablo 7.4: Sol kulak cVEMP Cevap Alma Durumu**

	Çalışma Grubu			Kontrol Grubu
	Cevap Alındı	Cevap Alınmadı	Toplam	Cevap Alındı
<b>Frekans</b>	15	11	26	26
<b>Yüzde Oranı</b>	%57.7	%42.3	%100	%100
<b>Kümülatif Yüzde Oranı</b>	%57.7	%100		

Katılımcıların tüm test verileri ve istatistik kıyaslamaları Tablo 8.1 ve 8.2’de verilmiştir. Gruplara uygulanan Mann-Whitney U testi ve Wilcoxon W testi sonucunda oVEMP amplitüd değeri için P değeri “,003” bulunduğu ve cVemp P1 için p değeri “,034” hesaplandığından bu iki değerde fark olduğu gözlenmiştir.

**Tablo 8.1: Katılımcıların Test Verileri**

<b>Çalışma Grubu</b>						
	<b>Popülasyon(N)</b>	<b>Ortalama</b>	<b>Std S.</b>	<b>Ortanca</b>	<b>Min.Değ.</b>	<b>Mak.Değ.</b>
<b>Ovemp__P1</b>	23	11.4900	2.75064	11.6700	.96	15.92
<b>Ovemp__N1</b>	23	8.9022	2.18596	9.5900	1.59	12.09
<b>Ovemp__amp</b>	23	5.3204	3.73010	4.8200	.76	14.43
<b>Cvemp__P1</b>	31	17.1539	1.76276	17.0000	13.34	23.00
<b>Cvemp__N1</b>	31	26.2184	12.15699	24.6700	16.00	90.00
<b>Cvemp__amp</b>	31	86.6290	99.13935	49.2400	1.81	404.90
<b>Kontrol Grubu</b>						
	<b>Popülasyon(N)</b>	<b>Ortalama</b>	<b>Std.S.</b>	<b>Ortanca</b>	<b>Min.Değ.</b>	<b>Mak.Değ.</b>
<b>Ovemp__P1</b>	46	11.5328	1.94021	11.5000	5.67	21.42
<b>Ovemp__N1</b>	46	9.3633	1.96868	9.6100	1.75	17.46
<b>Ovemp__amp</b>	46	2.6654	1.68405	2.1950	.12	8.03
<b>Cvemp__P1</b>	52	16.6062	2.45904	16.0000	12.67	29.34
<b>Cvemp__N1</b>	52	24.5096	2.44728	24.3400	19.00	34.67
<b>Cvemp__amp</b>	52	99.8298	91.46293	71.4550	7.99	472.51
<b>Toplam</b>						
	<b>Popülasyon(N)</b>	<b>Ortalama</b>	<b>Std. S.</b>	<b>Ortanca</b>	<b>Min. Değ.</b>	<b>Mak. Değ.</b>
<b>Ovemp__P1</b>	69	11.5186	2.22248	11.5400	.96	21.42
<b>Ovemp__N1</b>	69	9.2096	2.03929	9.5900	1.59	17.46
<b>Ovemp__amp</b>	69	3.5504	2.82272	2.6400	.12	14.43
<b>Cvemp__P1</b>	83	16.8107	2.22907	16.6700	12.67	29.34
<b>Cvemp__N1</b>	83	25.1478	7.64768	24.3400	16.00	90.00
<b>Cvemp__amp</b>	83	94.8994	94.02138	62.1800	1.81	472.51

**Tablo 8.2: Test Verilerinin Gruplar Arası İstatistik Değerlendirmesi**

	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig.(2tailed)
<b>Ovemp__P1</b>	46.500	1548.500	-.783	.433
<b>Ovemp__N1</b>	471.000	747.000	-.739	.460
<b>Ovemp__amp</b>	295.000	1376.000	-2.979	<b>.003</b>
<b>Cvemp__P1</b>	582.000	1960.000	-2.115	<b>.034</b>
<b>Cvemp__N1</b>	80.000	1298.000	-.038	.970
<b>Cvemp__amp</b>	662.000	1158.000	-1.356	.175

Wilcoxon Signed Ranks Test yapılarak her iki grubun oVEMP P1, oVEMP N1 ve oVEMP sağ-sol amplitüd ile, cVEMP P1, cVEMP N1 ve cVEMP sağ-sol amplitüd değerleri gruplar kendi içlerinde karşılaştırılmış ve değerler arasında fark olmadığı gözlenmiştir (Tablo 9).

**Tablo 9: Test Verilerinin Grup İçi İstatistik Değerlendirmesi**

	Çalışma Grubu		Kontrol Grubu	
	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
<b>Ovemp_sol_P1</b>				
<b>Ovemp_sag_P1</b>	-.420 <sup>b</sup>	.674	-.579 <sup>c</sup>	-.562
<b>Ovemp_sol_N1</b>				
<b>Ovemp_sag_N1</b>	-.652 <sup>c</sup>	.515	-.672 <sup>c</sup>	.502
<b>Ovemp_sol_amp</b>				
<b>Ovemp_sag_amp</b>	-.059 <sup>b</sup>	.953	-.199 <sup>c</sup>	.230
<b>Cvemp_sol_P1</b>				
<b>Cvemp_sag_P1</b>	-.181 <sup>b</sup>	.238	-.301 <sup>c</sup>	.764
<b>Cvemp_sol_N1</b>				
<b>Cvemp_sag_N1</b>	-.723 <sup>c</sup>	.470	-.488 <sup>c</sup>	.625
<b>Cvemp_sol_amp</b>				
<b>Cvemp_sag_amp</b>	-.664 <sup>c</sup>	.096	- 1.003 <sup>b</sup>	.316

a)Wilcoxon Signed Ranks Test b)Based on negative ranks c)Based on positive ranks

Yapılan envanter değerlendirmesi sonucunda çalışma grubunun ortalaması 15'ken, kontrol grubunun 15.38 çıkmıştır. Bu iki grup karşılıklı kıyaslandığında P değeri 0.668 bulunmuştur. Bu çalışmada fiziksel fonksiyonel ve duygusal alt sınıflar kıyaslandığında P değeri

Fiziksel için 0.314

Fonksiyonel için 0.547

Duygusal için 0.638 çıkmıştır. (Tablo 10)

**Tablo 10: Dizziness Handikap Envanter Skoru**

Gruplar	Dizziness Handikap Envanter Skoru			
	Fiziksel Ortalama $\pm$ SS (Ortanca; minimum-maksimum)	Fonksiyonel Ortalama $\pm$ SS (Ortanca; minimum-maksimum)	Duygusal Ortalama $\pm$ SS (Ortanca; minimum-maksimum)	Toplam Ortalama $\pm$ SS (Ortanca; minimum-maksimum)
<b>alışma</b>	6,6 $\pm$ 6.26 (6; 0-20)	6.2 $\pm$ 7.16(6; 0-20)	6.2 $\pm$ 6.09(6; 0-20)	15 $\pm$ 17.7(6; 0-20)
<b>Kontrol</b>	5.4 $\pm$ 6.4 4 (0-20)	6.38 $\pm$ 9.4 (0-20)	3.6 $\pm$ 6.27 (0-20)	15.3 $\pm$ 20.8 (0-20)
<b>p değeri*</b>	0.314	0.547	0.638	0.668

## 5. TARTIŞMA

Elektrofizyolojik testlerin analizleri için en yaygın yaklaşım, normal gruptan elde edilen parametrelerle, hastaya ait spesifik parametre kayıtlarının karşılaştırılmasıdır [92].

Singh ve arkadaşları, 2012 yılında yaptıkları çalışmada ileri derecede sensörinöral işitme kayıplı çocuklarda cVEMP testi yaparak sakkülün fonksiyonuna bakmışlardır. Değerlendirmede sağlıklı kontrol grubu ile kıyaslama yapılmış ve P1 ve N1 latansları arasında istatistik anlamlı fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Bununla birlikte, çalışma grubunda kontrol grubuna kıyasla amplitüdlere belirgin bir azalma gözlenmiştir.

( $p<0.05$ ). Ayrıca çalışma grubundaki 15 çocuğun 2'sinde her iki kulakta da VEMP cevabı alınmadığı bildirilmiştir. Çalışmada oVEMP yanıtları değerlendirilmemiştir. Çocukların motor gelişimlerinde vestibüler fonksiyonlarında büyük rol oynadığı ve işitme azlığı olan çocuklarda vestibüler fonksiyon bozukluklarının tanınmasının önemli olduğu vurgulanmıştır [92].

Rosengren ve Colebatch tarafından Avusturalya'da yapılan çalışmada ileri derecede sensörinörel işitme kaybına rağmen vestibüler uyarılmış potansiyellerin (VEMP) kemik yolu akustik uyarı kullanılarak kaydedilebileceği bildirilmiştir. Çalışmada ileri derece de sensörinörel işitme kaybı olan bireylere VEMP testi yapılmış ancak testte sadece 3 katılımcıya hava yolu ile sinyal verilirken diğer katılımcılara kemik yolundan da sinyal verilmiştir. Bunun nedeni açıklanmamıştır. Bu araştırmanın çalışma grubunu konjenital işitme kayıplılarla birlikte ileri yaşlarda aniden ortaya çıkan ileri derecede işitme kayıplı bireyler oluşturmuştur. Çalışma 26-82 yaşları arasında ki bireyler üzerinde yapılmıştır [93].

Cushing ve arkadaşları tarafından 2013 yılında Kanada'da yapılan çalışma 119'u koklear implantlı toplam 153 sensörinörel işitme kaybı olan çocuk üzerinde yapılmış ve sonuçta çocukların yarısında vestibüler uçorgan yetmezliği tespit



edilmiştir. Vestibüler uç organ işlev bozukluğu olasılığının etyolojiye bağlı olduğu, menenjit ve kokleovestibüler anomalilerin en yüksek oranda ciddi işlev bozukluğuna yol açtığı vurgulanmıştır. Çalışmadaki katılımcıların büyük çoğunluğunun test sırasında koklear implantlı olmasının sonuçları etkilediği düşünülmüştür [94].

Yine aynı araştırmacılar tarafından 2008 yılında yapılan diğer bir çalışmada ise sensörinörel işitme kayıplı ve en az bir yıldır profesyonel tek taraflı koklear implant kullanıcısı olan 3-19 yaşları arasında 40 çocuk incelenmiştir. Yine bu çalışmayı da bizim çalışmamızdan ayıran temel fark araştırmanın çocuklar üzerinde yapılmış olması ve bütün çalışma grubunun en az bir yıldır koklear implant kullanıcısı olmasıdır. Çalışmada periferik işitsel ve vestibüler sistemler arasındaki benzerlikler nedeni ile sensorinöral işitme kaybına sahip çocukların vestibüler bozukluklar gösterebileceği sonucuna varmışlardır [95].

Bansal ve arkadaşları tarafından 2013 yılında Hindistan'da yapılan çalışmada 15-30 yaşları arasında olan 23 şiddetli sensörinöral işitme kayıplı ile 23 sağlıklı olmak üzere toplam 46 bireyin oVemp ve cVemp değerleri karşılaştırılmıştır. Her iki grupta da cVEMP yanıtı tüm katılımcılarda elde edilebilmiş, oVEMP yanıtları ise işitme kayıplı grupta %66, sağlıklı grupta %100 oranında alınabilmiştir. Gruplar arasında dalga latanslarında anlamlı fark saptanmazken amplitüdlere işitme kayıplı grupta anlamlı derecede düşük olarak saptanmıştır. İşitme kayıplı grupta sakküler ve utriküler fonksiyonların bozulmuş olduğu kanaatine varılmıştır [96].

Çalışmamızda prelingual dönem işitme engelli erişkin bireylerde vestibüler sistem bütünlüğü normal işiten sağlıklı bireyler ile karşılaştırılmıştır. Bu kıyaslama cVEMP ve oVEMP testleri ile yapılmıştır. Testler katılımcılara işaret dili ile anlatıldıktan sonra uygulamaya geçilmiştir. Katılımcılar testlere genellikle kolay uyum sağlamışlardır. Gruplar kendi içinde sağ – sol kulaklar açısından kıyaslandığında dalga latansları ve amplitüdlere açısından istatistik anlamlı fark saptanmamıştır ( $p \leq 0.05$ ).

Çalışma grubu ve kontrol grubunun oVEMP ve cVEMP cevapları karşılaştırıldığında arasında fark olduğu ve kontrol grubunda cevap yüzdesinin daha

yüksek olduğu gözlenmiştir. Ayrıca oVEMP amplitüd değeri için ve cVEMP P1 latansı için gruplar arasında istatistik anlamlı fark olduğu gözlenmiştir ( $p \leq 0.05$ ). Bu bulgular literatür ile benzerlik göstermektedir ve prelingual dönem işitme kayıplı bireylerde utrikülosakküler fonksiyonların olumsuz etkilendiği kanaatine varılmıştır.

## 6. SONUÇ ve ÖNERİLER

6.1. Araştırmaya katılan 26 sağırın %26,9'u menenjit hastalığı sonucu işitme duyusunu yitirmiştir. Menenjit tanısı ile işitme duyusunu yitirenlerden 3 kişiden oVEMP ve cVEMP cevabı alınamamışken, diğer 4 kişiden cevap alınabilmiştir. Menenjitin testleri etkilemediği düşünülmüştür.

6.2. Araştırmaya katılan 26 sağırın %46,2'inde (12 kişi) sağ oVEMP cevabı alınmışken, %53,8'inden (14 kişi) cevap alınamamıştır. Kontrol grubunda ise %92,3'ünden (24 kişi) cevap alınmışken %7,7'sinden (2 kişi) cevap alınamamıştır.

6.3. Araştırmaya katılan 26 sağırın %42,3'ünde (11 kişi) sol oVEMP cevabı alınmışken, %57,7'inden (15 kişi) cevap alınamamıştır. Kontrol grubunda ise %88,5'inden (23 kişi) cevap alınmışken %11,5'inden (3 kişi) cevap alınamamıştır.

6.4. Araştırmaya katılan 26 sağırın % 61,5'inde (16 kişi) sağ cVemp cevabı alınmışken, %38,5'inden (10 kişi) cevap alınamamıştır. Kontrol grubunda ise %100 oranında cevap alınmıştır.

6.5. Araştırmaya katılan 26 sağırın %57,7'sinden (15 kişi) sol cVEMP cevabı alınmışken, %42,3'ünden (11 kişi) cevap alınamamıştır. Kontrol grubunda ise % 100 oranında cevap alınmıştır.

6.6. Araştırmaya katılan kontrol grubu ve çalışma grubunun oVEMP testine cevap verme durumları karşılaştırıldığında cevaplar arasında fark olduğu gözlenmiştir. Çalışma grubuna dahil olan gönüllülerin %44,2'sinden (23 kişi) cevap alınabilmişken, kontrol grubu gönüllülerinin %90,4 (47 kişi)'inden cevap alınmıştır. Kontrol grubunun cevap yüzdesi daha yüksektir.

6.7. Araştırmaya katılan kontrol grubu ve çalışma grubunun cVEMP testine cevap verme durumları karşılaştırıldığında cevapları arasında fark olduğu gözlenmiştir. Çalışma grubuna dahil olan gönüllülerin %59,6'sından (31 kişi) cevap alınabilmişken, kontrol grubu gönüllülerinin tümünden cevap alınmıştır.

Bu yanıt düşüklüğü ve cVEMP'teki P1 latans uzaması ve oVEMP'teki amplitüd düşüklüğü işitsel yolaktaki atrofinin vestibüler sistemde de olabileceğini düşündürmektedir.

6.8. Araştırmaya katılan kontrol grubu ve çalışma grubunun DHI değerlendirmelerinde istatistiksel açıdan anlamlı bir fark saptanamamıştır ve buna bağlı olarak skorlarda fark olmaması durumunun santral kompensasyona bağlı olduğu dşnlmştir.

6.9. Literatür incelendiğinde 18-60 yaş grubu prelingual dönem işitme kayıplı bireyler üzerine bu dizaynda bir çalışma yapılmadığı göz önüne alındığında çalışmamızın literatüre yönlendirici olacağı düşünülmektedir.

6.10. Prelingual dönem ileri derecede sensrnral işitme kaybı olan bireylerde rutin vestibüler değerlendirmenin değerini belirlemek için daha geniş bir örneklem grubunda, VEMP testleri ile birlikte bu grup bireylerin klinik sonuçlarının anketlerle de korelasyonunun araştırılması planlanabilir.

6.11. Çalışmada işitme kayıplı grupta gözlenen VEMP yanıtı düşüklüğünün hava yolu akustik uyaran kullanılmasına bağlı olabileceği dşnlmştir. Bu nedenle kemik yolu uyaran kullanılarak daha yüksek VEMP yanıtları alınıp alınamayacağı yeni bir araştırma konusu olabilir.

## KAYNAKÇA

1. The World health organization& the World bank (2011) World report on disability 2011, ISBN 978 92 4 156418 2 (NLM classification: HV 1553), Switzerland publications. Retrieved from [http://www.who.int/disabilities/world\\_report/2011/report.pdf](http://www.who.int/disabilities/world_report/2011/report.pdf)
2. Ramma L, Sebothoma B. The prevalence of hearing impairment within the Cape Town Metropolitan area. South African Journal of Communication Disorders 63: 1-10, 2016.
3. Rajendran V, Roy FG. An overview of motor skill performance and balance in hearing impaired children. Italian Journal Pediatric 37:1- 33, 2011.
4. Iwasaki S, Chihara Y, Smulders Y, et al. The Role Of The Superior Vestibular Nerve in Generating Ocular Vestibular-Evoked Myogenic Potentials To Bone Conducted Vibration At Fz. Clinical Neurophysiology 122: 588-593, 2009.
5. Fitzpatrick RC, Day BL. Probing the human vestibular system with galvanic stimulation. Journal of Applied Physiology 96 : 2301-2316, 2004.
6. Murofushi T, Curthoys IS. Physiological and anatomical study of click-sensitive primary vestibular afferents in the guinea pig. Acta Otolaryngol 1997; 117:66-72.
7. Dorman MF, Wilson BS. The Design and Function of Cochlear Implant. American Scientist 92: 436-444, 2004.

8. Duckert LG. Anatomy of the skull base, temporal bone, external ear and middle ear. Otolaryngology Head & Neck Surgery, third edition. St Louis, Mosby-year Book. 2533-46, 1998.
9. Kim, DO. Functional Roles of the Inner and Outer-Hair-Cell Subsystems in the cochlea and Brainstem. "Hearing Science: Recent Advances". (Berlin CI, ed). California, Collage-Hill Press. 249-251, 1984.
10. Bluestone CD. Physiology of the Middle Ear and Eustachian Tube. Otolaryngology.(Paparella MM, Shamrock A, Gluckman JL, Meyerhpff WL, ed). Third edition. Philadelphia.WB Saunders Company.163-97,1991.
11. Brownell WE, Bader CR, Bertrand D, et al. Evoked mechanical responses of isolated cochlear outer hair cells. Science 227: 194-96, 1985.
12. Paparella MM, Shumrick DA, Gluckman JL, et al. Dynamic Properties of the 46 fluids. Otolaryngology. Third edition. Philadelphia. Saunders Company. Vol. 1, 206-217, 1991.
13. Akyıldız N. İşitme Fiziyojisi. Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi (Akyıldız N, ed). Ankara. Bilimsel Tıp Yayınevi. 78-103,1998.
14. Abbas PJ, Miller CA. Physiology of the auditory system. Otolaryngology Head & Neck Surgery.(Cummings CW, Fredrickson JM, Harker LA, Krause CJ, Richardson MA, Schuller DE, ed).Third edition. St. Louis, Mosby-Year Book. 2831-74, 1998.
15. Guyton AC, Hall JE. Textbook of Medical Physiology. Twelfth edition. Philadelphia: WB Saunders Company. 633-9, 2011.
16. Yaman, S.G. Kobaylarda dehidrasyonun iç kulak üzerine etkisinin Distorsiyon ürünü otoakustik emisyon ölçüm yöntemiyle Fonksiyonel olarak

araştırılması. (Yayınlanmış uzmanlık tezi) Şişli Etfal Eğitim Ve Araştırma Hastanesi. İstanbul, 2004

17. Santos-Sacchi J. 1998. Cochlear Physiology, John AF, Santos-Sacchi J (ed), Physiology of the Ear, Raven Press, New York, pp 271-92.
18. Jahn AF, Santos- Sacchi J (Eds.) (1988). Physiology of the Ear, 1988, s-342).
19. Jacob, J. and Snow, J. B. (2000). Otorinolaringoloji Baş ve Boyun Cerrahisi. (Çev. Ed. D. ğenocak) Nobel Tıp Kitapevi.
20. Ardıç, F. N. (2005). Vertigo (Birinci Baskı). Ğzmir: Ğzmir Güven Kitapevi, 3.
21. Cummings, C. W., Flint, P. W., et. Al (2007). Cummings Otolaringoloji Baş ve Boyun Cerrahisi (Dördüncü Baskı). (Çev. Ed. C. Koç). Ankara: GüneĞ Kitapevi.
22. Baş Dönmeler, Vestibüler Sistem Fiziyojisi (t.b.).<http://kbb.bezmialemhastanesi.com/tr/Documents/Basdonmeleri.pdf> . Erişim tarihi:07.08.2017
23. Hızal E. Vestibüler sistemin anatomi ve fiziyojisi. In: Belgin E, editor. Temel Odyoloji. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri. 57-69. 2015.
24. Gacek RR. Anatomy of the central vestibular system. In: Jackler RK, Brackmann DE, editors. Neurotology. Philadelphia, USA: Elsevier Mosby 75-90, 2005.
25. Schwarz DWF, Tomlinson RD. Physiology of the vestibular system. In: Jackler RK, Brackmann DE, editors. Neurotology. Philadelphia, USA: Elsevier Mosby 91-121, 2005.

26. Fife TD. Overview of anatomy and physiology of the vestibular system. In: Eggers SDZ, Zee DS, editors. Vertigo and imbalance: Clinical neurophysiology of the vestibular system. Handbook of clinical neurophysiology. 9. Amsterdam: Elsevier 5-17, 2010.
27. Lee KJ. Anatomy of the ear. In: Lee KJ, editor. Otolaryngology Head and Neck Surgery. 8th edition ed. New York, A.B.D.: McGraw Hill; 1989.
28. Toth M, Csillag A. The organ of hearing and equilibrium. In: Csillag A, editor. Atlas of the sensory organs Functional and clinical anatomy. Totowa, New Jersey: Humana Press 1-85, 2005.
29. Van De Graaff KM. Senses of hearing and balance. In: Van De Graaff KM, editor. Human Anatomy. Sixth ed. USA: The McGraw-Hill Companies 516-30, 2001.
30. Guyton AC, Hall JE. Tıbbi Fizyoloji (Onbirinci Baskı), İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri, 2007.
31. Çakır N. Otolaringoloji Baş ve Boyun Cerrahisi (İkinci Baskı). Nobel Tıp Kitapevleri, 1999.
32. Mc Cue MP, Guinan JJ. Acoustically Responsive Fibers In The Vestibular Nerve Of The Cat. The Journal of Neuroscience 14: 6058-6070, 1994.
33. Colebatch JG, Halmagyi GM. Vestibular- Evoked Potentials In Human Neck Muscles Before And After Unilateral Vestibular Deafferentation. Neurology 42: 1635-1636, 1992.
34. Todd NP, Rosengren SM, Colebatch JG. A Utricular Origin of Frequency Tuning to Low-Frequency Vibration in The human Vestibular System? Neuroscience Letters 451: 175-180, 2008.



35. Guyton AC, Hall JE. Cortical and brain stem control of motor function In: Guyton AC, Hall JE, editors. Textbook of Medical Physiology. Eleventh ed. Philadelphia, USA: Elsevier Saunders 685-97, 2006.
36. Baloh RW, Honrubia V. Vestibular physiology. In: Cummings CWea, editor. Otolaryngology Head and Neck Surgery. 3rd edition ed. St Louis, A.B.D.: Mosby Years Book 584-622, 1998.
37. Day BL, Fitzpatrick RC. The Vestibüler System. Current Biology 15: 583-6, 2005.
38. Akın SM. Etk. Baş Ağrıları-Baş Dönmeleri Sempozyum Kitapçığı. Cer.Tıp Fak. Sürekli Tıp Eğitimi, 133-145, 1998.
39. Jaeger R, Takagi A, Haslwanter T. Modeling The Relation Between Head Orientations And Otolith Responses In Humans. Hearing Research 173: 29-4, 2002.
40. Hain C.T., MD. Vestibular Evoked Myogenic Potential ( VEMP) Testing. internet: <http://www.dizziness-and-balance.com/testing/vemp.html>, Son Erişim Tarihi: 09.08.2017
41. Lysakowski A, McCrea R, Tomliston R. Anatomy of vestibular end organs and neural pathways. In: Cummings C, Fredrickson J, Harker L, Krause C, Richardson M, Schuller D, eds. Otolaryngology Head and Neck Surgery. 3rd ed. Philadelphia: Mosby 2561-2583, 1998.
42. Ballenger JJ, Snow JB. Otolaringoloji Baş ve Boyun Cerrahisi (Onbeşinci Baskı). (Çev. Ed. (D. Şenocak), İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri, 2000.
43. Assad JA, Shepherd GM, Corey DP. Tip-link integrity and mechanical transduction in vertebrate hair cells. Neuron 7: 985-94, 1991.

44. Auditory And Vestibular Systems (Sensory System) Part 2. İnternet:<http://what-whenhow.com/neuroscience/auditory-and-vestibular-systems-sensory-system-part-2/>, Son Erişim Tarihi: 12.08.2017
45. Manzarı L, Burgess AM, Curthoys IS. Effect Of Bone-Conducted Vibration Of The Midline Forehead (Fz) In Unilateral Vestibuler Loss (uVL). Evidence For A New Indicator of Unilatelal Otolithic Function. *Acta Otorhinolarngologica Italica* 30: 175, 2010.
46. Barmack NH. Central Vestibüler Sistem: Vestibular Nuclei And Posterior Cerebellum. *Brain Research Bulletin* 60: 511-541, 2003.
47. Meteoğlu A. Meniere Hastalığında Elektrokohleografinin Tanısal Değeri. Ankara: Gülhane Askeri Tıp Akademisi Dergisi, 2005.
48. University Of Minnesota Duluth. 2014 Inner Ear Phsiology Vestibular Pathways. internet:<http://www.d.umn.edu/~jfitzake/Lectures/DMED/InnerEar/CentralPathways/VestibularOverview.html>, Son Erişim Tarihi: 17.08.2017
49. Erbek HS Sağlıklı erişkin bireylerde oküler vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyel (oVEMP) normal değerleri. (Yayınlanmış yüksek lisans tezi) Ankara: Baskent Üniversitesi; 2012.
50. Murofushi T, Halmagi MG, Yavor RG, et al. Absent Vestibüler Evoked Myogenic Potentials İn Vestibüler Neurolabyrinthitis: An indicator Of İnferior Vestibüler Nerve İnvolveement. *Archives Of Otolaryngology-Head & Neck Surgery* 122: 845-848, 1996.
51. Nandi R, Luxon LM. Development and Assesment of The Vestibüler System. *International Journal of Audiology* 47: 566-577, 2008.

52. Jackler, R.K. Congenital malformations of the inner ear. in: C.S. Cummings (Ed.) Otolaryngology—Head and Neck Surgery. 2nd edn. Mosby-Yearbook, Chicago; 1993 (Chapter 152).
53. Sennaroğlu L. Saatçi I. A New Classification for Cochleovestibular Malformations The Laryngoscope Lippincott inc. Rhinological and Otolological Society, Inc. .2230- 2241, 2002.
54. Şahin H. Yaş a bağlı iş itme kayıplarında iş itme cihazı kullanımının iş itsel algı ve yaşam kalitesi üzerine etkileri. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Başkent Üniversitesi, Ankara, 2012.
55. Öz A. Prelingual koklear implantasyon Uygulanan hastalarda iş itme Sonuçlarımız. Gazi Üniversitesi, Ankara, 2012.
56. Papathanasiou E, Murofushi T, Akin FW, Colebatch JG. Inter-national guidelines for the clinical application of cervicalvestibular evoked myogenic potentials: an expert consensusreport. Clin Neurophysiol 125:658-666, 2014.
57. Ribeiro S, Almeida RR, Caovilla HH, Gananc,a MM. Dos potenciaisevocados miogênicos vestibulares nas orelhas comprometida eassintomática na Doenc,a de Ménière unilateral. Braz J Otorhi-nolaryngol 71:60-66, 2005.
58. Young YH. Potential application of ocular and cervicalvestibular-evoked myogenic potentials in ménière's disease: areview. Laryngoscope 123:484-491, 2013.
59. Manter JT, Gilman S, Winans SS. Manter and Gatz's Essentials of Clinical Neuroanatomy and Neurophysiology (10 Editions). Ankara: Hacettepe Kütüphanesi, 2003.

60. Rosengren SM, Welgampola MS, Colebatch JG. (2010) Vestibular evoked myogenic potentials: past, present and future. *Clin Neurophysiol* 121:636-651, 2010.
61. Young ED, Fernandez C, Goldberg JM. Responses of Squirrel Monkey Neurons to Audio-Frequency sound and Head Vibration. *Acta Otolaryngologia* 84: 352-360, 1977.
62. Murofushi T, Monobe H, Ochiai A, et al. The site of lesion in "vestibular neuritis": study by galvanic VEMP. *Neurology* 61:417-418, 2003.
63. Murofushi T, Takegoshi H, Ohki M, Ozeki H. Galvanic-evoked myogenic responses in patients with an absence of click-evoked vestibulo-collic reflexes. *Clin Neurophysiol* 113:305-309, 2002.
64. Hızal E, Erbek HS, Özlüoğlu LN. Vestibüler Miyojenik Potansiyeller. *Bozok Tıp Dergisi* 1(1):26-37, 2014.
65. Rauch SD. Vestibular evoked myogenic potentials. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surgery* 14:299-304, 2006.
66. Sheykholeslami K, Murofushi T, Kermany MH, Kaga K. Bone-conducted evoked myogenic potentials from the stern-ocleidomastoid muscle. *Acta Otolaryngol.* 120:731, 2000.
67. Kingma H. Function tests of the otolith or statolith system. *Curr Opin Neurol.* 19:21, 2006.
68. Welgampola MS, Colebatch JG. Characteristics and clinical applications of vestibular evoked myogenic potentials. *Neurology.* 1664:1682, 2005.

69. Wuyts FL, Furman J, Vanspauwen R, Van de Heyning P. Vestibularfunction testing. *Curr Opin Neurol.* 20:19-24, 2007.
70. Colebatch JG. Vestibular evoked potentials. *Curr Opin Neurol.* 14:21-26, 2001.
71. Bickford RG, Jacobson JL, Cody DT. Nature of Average Evoked Potentials to Sound and Other Stimuli in Man. *Ann N Y Acad Sci* 1964: 112: 204-223, 1964.
72. Colebatch JG, Halmagy GM, Skuse NF. Myogenic Potentials Generated By A Clic-Evoked Vestibulocolic Reflex. *Journal Of Neurology, Neurosurgery and Pshchiatry* 57: 190-197, 1994.
73. Welgampola MS, Colebatch JG. Vestibulocollic reflexes: normal values and the effect of age. *Clin Neurophysiol* 112:1971-1979, 2001.
74. Deriu F, Tolu E, Rothwell JC. A sound-evoked vestibulomasseteric reflex in healthy humans. *J Neurophysiol* 93:2739-2751, 2005.
75. Ferber - Viart C, Duclaux R, Colleaux B, Dubreuil C. Myogenic vestibular-evoked potentials in normal subjects: a comparison between responses obtained from sternomastoid and trapezius muscles. *Acta Otolaryngol* 117:472-481, 1997.
76. Wu CH, Young YH, Murofushi T. Tone Burst-Evoked Myogenic Potentials In Human Neck Flexor and Extensor. *Acta Oto-laryngologica(Stockholm)*, 119: 741-744, 1999.
77. Cherchi M, Bellinaso NP, Card K, et al. Sound evoked triceps myogenic potentials. *Otol Neurotol* 30: 545-550, 2009.

78. Watson SR, Colebatch JG. Vestibular-evoked electromyographic responses in soleus: a comparison between click and galvanic stimulation. *Exp Brain Res* 119:504-510, 1998.
79. Rosengren SM, Todd NP, Colebatch JG. Vestibüler-Evoked Extraocular Potentials, Produced by Stimulation With Bone-Conduction Sound. *Clinical Neurophysiology*, 116; 1938-48, 2005.
80. Iwasaki S, McGarvie LA, Halmagyi GM, Burgess AM, Kim J, Colebatch JG, et al. Head taps evoke a crossed vestibulo-ocular reflex. *Neurology* 68: 1227–9, 2007.
81. Chihara Y, Iwasaki S, Ushio M, et al. Vestibular- Evoked Extraocular Potentials By Air Conducted Sound: Another Clinical Test For Vestibular Functions. *Clinical Neurophysiology* 118: 2745-51, 2007.
82. Todd NP, Rosengren SM, Aw ST, et al. Ocular Vestibular Evoked Myogenic Potentials (OVEMPs) Produced By Air- and Bone- Conducted Sound. *Clinical Neurophysiology*, 118, 381-90, 2007.
83. Welgampola MS, Migliaccio AA, Myrie OA, Minor LB, Carey JP. The human soundevoked vestibulo-ocular reflex and its electromyographic correlate. *Clin Neurophysiol* 120: 158–66, 2009.
84. Basta D, Todt I, Ernst A. Normative data for P1/N1 Latencies of vestibular evoked myogenic potentials induced by air-or bone-conducted tone bursts. *Clin Neurophysiol* 116: 2216-2219, 2005.
85. Su H, Huang T, Young Y, Cheng P. Aging effect on vestibularevoked myogenic potential. *Otol Neurotol*. 25: 977-980, 2004.
86. Ochi K, Ohashi T. Age-related changes in the vestibular-evoked myogenic potentials. *Otolaryngol Head and Neck Surgery* 129:655-659, 2003.

87. Akin FW, Murnane OD, Tampas JW, Clinard CG. The effect of age on the vestibular evoked myogenic potential and stern-ocleidomastoid muscle tonic electromyogram level. *Ear Hear* 32: 617-622, 2011.
88. Guillén VP, García EG, Piñero AG, et al. Vestibular evoked myogenic potential: a contribution to the vestibular physiology and pathology knowledge. Quantitative patterns in healthy subjects. *Acta Otorrinolaringol Esp.* 56: 349-353, 2005.
89. Khan FK, Balraj A, Lepcha A. Normative data for vestibular evoked myogenic potential in different age groups among a heterogeneous Indian population. *Indian J Otolaryngol Head and Neck Surgery* 66: 149-155, 2014.
90. Mandal V, Barman A. Effect of ageing on vestibular evoked myogenic potential. Dissertation part --- A, Audiology, vol. VIII. Mysore: AIISH 276-283, 2010.
91. Tourtillott BM. Age-related changes in vestibular evoked myogenic potentials and dynamic visual acuity at near and far distances. The Dissertation Committee for Brandon M. Tourtillott, Major (sel), USAF, BSC, M.S. CCC-A; 2009.
92. Singh S, Gupta RK, Kumar P. Vestibular evoked myogenic potentials in children with sensorineural hearing loss. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology* 76: 1308–1311, 2012
93. Rosengren SM, Colebatch JG. Vestibular evoked potentials (VsEPs) in patients with severe to profound bilateral hearing loss. *Australia Clinical Neurophysiology* 117: 1145–1153, 2006.

94. Cushing SL, Gordon KA, Rutka JA, et al. Vestibular End-Organ Dysfunction in Children With Sensorineural Hearing Loss and Cochlear Implants: An Expanded Cohort and Etiologic Assessment. *Otology & Neurotology*. 34: 422–428, 2013.
95. Cushing SL, Papsin BC, Rutka JA, et al. Evidence of Vestibular and Balance Dysfunction in Children With Profound Sensorineural Hearing Loss Using Cochlear Implants. *The Laryngoscope Lippincott Williams & Wilkins, The American Laryngological, Rhinological and Otological Society, Inc.* 1814-1823, 2008.
96. Bansal S, Sahni S. Sinha SK. Cervical and ocular vestibular evoked myogenic potentials in individuals with severe to profound hearing loss. *Journal of Hearing Science* 3: 1-8, 2013.
97. Jacobson GP, Newman CW. The development of the Dizziness Handicap Inventory. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 116(4):424-7. 1990.
98. Canbal M. Cebeci S. Gülsüm ÇD. Kurtaran H. İsmail A. A Study of Reliability and Validity for the Turkish Version of Dizziness Handicap Inventory / Baş Dönmesi Engellilik Envanterinin Türkçe Geçerlilik ve Güvenilirlik Çalışması *TJFM&PC*. 10 (1). 2016
99. Tember AL, Wilhelmsen KT, Strand LI, Measurement Properties Of The Dizziness Handicap Inventory By Cross-Sectional And Longitudinal Designs. *Health Qual Life Outcomes*. 7: 101. 2009