**T.C.**
**FIRAT ÜNİVERSİTESİ**
**KULAK BURUN VE BOĞAZ**
**HASTALIKLARI / ODYOLOJİ ANABİLİM DALI**

# İŞİTME VE GÖRME ENGELLİ BİREYLERDE VESTİBÜLER UYARILMIŞ MİYOJENİK POTANSİYELLER

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Asuman KÜÇÜKÖNER**

**Elazığ- 2013**

**ONAY SAYFASI**

Doç. Dr. Oktay BURMA

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tez Yüksek Lisans Tezi standartlarına uygun bulunmuştur.

Prof. Dr. Şinasi YALÇIN

KBB Anabilim Dalı Başkanı

Tez tarafımızdan okunmuş, kapsam ve kalite yönünden Yüksek Lisans/Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Turgut KARLIDAĞ

Danışman

Yüksek Lisans Sınavı Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Şinasi YALÇIN

Prof. Dr. Turgut KARLIDAĞ

Doç. Dr. Figen BAŞAR

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince deneyimini, bilgisini, manevi desteğini esirgemeyen ve çalışmamda bana ışık tutan değerli tez danışmanım sayın Prof. Dr. Turgut KARLIDAĞ'a,

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgilerini ve deneyimlerini esirgemeyen Prof. Dr. Şinasi YALÇIN'a, Prof. Dr. İrfan KAYGUSUZ'a, Prof. Dr. Erol KELEŞ'e,

Eğitimim boyunca bilgi ve deneyimlerinden istifade ettiğim Ondokuz Mayıs Üniversitesi Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları öğretim üyesi Sn. Doç. Dr. Figen BAŞAR'a,

Çalışmamızın istatistiksel verilerinin yorumlanmasında yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. İbrahim ŞEKER'e,

Çalışmaya büyük özveriyle katılan, insana ve hayata dair çok şey öğrendiğim işitme ve görme engelli bireylere,

Çalışma süresince beni destekleyen, her türlü kolaylığı sağlayan Elazığ Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde çalışan değerli odyometrist arkadaşlarıma,

Hayatımın her döneminde yanımda olan kardeşlerim Yasemin HIDIR, Sibel KAYA, Mustafa HIDIR ve birbirimiz için önemli olduğumuz tüm dostlarıma,

Bu çalışmanın her saniyesini benimle yaşayan ve tüm stresimi paylaşan eşim Ömer KÜÇÜKÖNER'e ve koşulsuz sevgileriyle destek olan oğullarım Ahmet Talha ve Tarık Bera'ya, haklarını hiç bir zaman ödeyemeyeceğim anneme, babama, kayınvalideme, kayınpederime sonsuz teşekkür ediyorum.

# İÇİNDEKİLER


**BAŞLIK SAYFASI** **i**

**ONAY SAYFASI** **ii**

**TEŞEKKÜR** **iii**

**İÇİNDEKİLER** **iv**

**TABLO LİSTESİ** **vi**

**ŞEKİL LİSTESİ** **vii**

**1. ÖZET** **1**

**2. ABSTRACT** **2**

**3. GİRİŞ** **3**

3.1. Kulak Anatomisi ve Fizyolojisi **5**

3.1.1 Dış Kulak **5**

3.1.2. Orta Kulak **6**

3.1.3. İç Kulak **7**

3.1.4. Santral İşitme Yolları **8**

3.2. İşitme Fizyolojisi **9**

3.3. İşitme Kayıpları **10**

3.3.1. İşitme Kayıplarının Sınıflandırılması **11**

3.3.2. İşitme Kayıplarının Derecelendirilmesi **12**

3.4. Vestibüler Sistem Anatomi ve Fizyolojisi **12**

3.4.1. Periferik Vestibüler Sistem **13**

3.4.1.1. Vestibüler Organlar **13**

3.4.1.2. Vestibüler Sinir **16**

3.4.2. Santral Vestibüler Sistem **16**

3.4.3. Vestibüler Refleksler **17**

3.4.3.1. Vestibülooküler Refleks **17**

3.4.3.2. Vestibülospinal Refleks **18**

3.4.3.3. Vestibülokolik Refleks **18**

3.4.4. Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (VEMP) **19**

3.5. Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller Kayıt Teknikleri **20**

3.5.1. Servikal Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller **20**

3.5.2. Oküler Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller **21**

3.5.3. Masseter Kastan Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller **22**
3.6. Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyel Kayıtları İçin Kullanılan Uyaran özellikleri **22**
3.7. Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyel Cevaplarının Klinik Kullanımı **23**
3.8. İşitme Engelliler **24**
3.8.1. İşitme Engellilerde Motor Gelişim **24**
3.8.2. İşitme Engellilerde Denge **25**
3.9. Göz Anatomisi ve Fizyolojisi **26**
3.10. Görme Engelliler **27**
3.10.1. Görme Engellilerde Motor Gelişim **28**
3.10.2 Görme Engellilerde Denge **28**
**4. GEREÇ VE YÖNTEM** **30**
4.1. Bireyler **30**
4.2. Bireylerin Araştırmaya Alınma Kriterleri **30**
4.3. Odyolojik Değerlendirmeler **31**
4.3.1. Akustik İmmitansmetri **31**
4.3.2. Saf Ses ve Konuşma Odyometrisi **32**
4.3.3. Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller **32**
4.4. İstatistiksel Değerlendirme **33**
**5. BULGULAR** **34**
**6. TARTIŞMA** **38**
**7. KAYNAKLAR** **46**
**8. EKLER** **52**
**9. ÖZGEÇMİŞ** **58**

## TABLO LİSTESİ

**Tablo 1.** İşitme kayıplarının derecelendirilmesi 12

**Tablo 2.** Çalışmaya katılan grupların demografik verileri 34

**Tablo 3.** Çalışmaya katılan grupların VEMP eşiği ortalamaları 35

**Tablo 4.** VEMP'de p13, n23 ve amplitüd değerlerinin karşılaştırılması 36

**Tablo 5.** Grupların 95 dB ve 105dB HL'de p13 dalga latansının gruplar arasındaki karşılaştırılması 37

# ŞEKİL LİSTESİ

**Şekil 1.** Kulağın bölümleri 5

**Şekil 2.** Periferik vestibüler sistem 13

**Şekil 3.** Vestibülokolik refleks arkı 20

## KISALTMALAR LİSTESİ

**ABR** : Auditory Brainstem Response (İşitsel beyinsapı cevapları)

**AİK** : Ani işitme kaybı

**CVEMP** : Cervical Evoked Myogenic Potentials (Servikal vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller)

**dB HL** : Hearing Level (Desibel işitme düzeyi)

**DKY** : Dış kulak yolu

**EMG** : Elektromiyografi

**ENG** : Elektronistagmografi

**mm** : Milimetre

**ms** : Milisaniye

**µV** : Mikrovolt

**Ort** : Ortalama

**OVEMP** : Ocular vestibular evoked myogenic potentials (Oküler vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller)

**S/N** : Sensörinöral

**SD** : Standart sapma (Standard Deviation)

**SKM** : Sternokleidomastoid

**SSCD** : Superior semicircular canal dehiscence (Süperior semisirküler kanal dehissansı)

**SSS** : Santral sinir sistemi

**VEMP** : Vestibular Evoked Myogenic Potentials (Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller)

**VNG** : Videonistagmografi

**VOR** : Vestibülooküler refleks

**VSR** : Vestibülospinal refleks

# 1. ÖZET

Denge görsel, somatosensöriyel ve vestibüler sistemlerden gelen uyaranların integrasyonuyla sağlanır. Görsel, vestibüler ve somatosensör sistemi etkileyen patolojiler denge bozuklukları ile sonuçlanmaktadır. Bu çalışmanın amacı, işitme ve görme engelli bireylerde denge sistemini vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyelleri kullanarak değerlendirmektir.

Çalışmaya 18-50 yaş arası, normal işitme ve görmeye sahip 21 sağlıklı gönüllü birey (kontrol grubu), 21 işitme engelli birey (işitme engelli grubu) ve 21 görme engelli birey (görme engelli grubu) alındı. Bütün bireylere vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyel testi öncesinde saf ses odyometri, konuşma odyometrisi, akustik immitansmetri testleri uygulandı. Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyel testinde p13- n23 dalga varlığı, yokluğu, p13- n23 dalga latansı, interpeak amplitüd değerleri değerlendirildi.

İşitme engelli bireylerde 95 ve 105 dB HL'de p13 dalga latansının kontrol grubu ve görme engelli grubuna göre anlamlı derecede uzadığı ($p< 0.05$); görme engelli grup ile kontrol grubu arasında anlamlı farklılığın olmadığı saptandı ($p>0.05$). İşitme engelli ve görme engelli gruplarda kontrol grubuna göre n23 dalga latansında anlamlı fark saptanmadı ($p<0.05$).

İşitme engelli bireylerde sakkulus fonksiyonlarında azalma olduğu ve subklinik etkilenmenin olabileceği gözlendi. VEMP testinin görme engelli bireylerde denge sistemini değerlendirmede iyi bir alternatif olabileceği düşünüldü.

**Anahtar Kelimeler:** VEMP, İşitme engelli, Görme engelli.

## 2. ABSTRACT


### VESTIBULAR EVOKED MYOGENIC POTENTIALS ON HEARING-IMPARIED AND VISUALLY IMPARIED INDIVIDUALS

The visual, somatosensorial and vestibular systems provide balance through the the integration of stimuli of these systems. The pathologies affecting these systems result in balance disorders. The aim of this study was to evaluate the vestibular system in hearing- and visually-impaired individuals using the vestibular evoked myogenic potentials (VEMP) test.

Twenty-one healthy volunteer with normal hearing and vision (control group), 21 hearing-impaired individual (hearing-impaired group), and 21 visually-impaired individual (visually-impaired group) were included in the study. All participants were 18-50 years of age. All individuals were subject to pure tone audiometry, speech audiometry, andelectro acoustic immitancemetry tests prior to the VEMP test. The presence or absence of p13-n23 wave, its latency, and the interpeak amplitude values were evaluated in the VEMP test.

There was a significant difference in the p13 wave latency at 95 and 105 dB HL between the hearing-impaired group compared to the visually-impaired group and the control group ($p<0.05$), whereas there was no significant difference in the p13 wave latency at 95 and 105 dB HL between the visually-impaired group and the control group ($p>0.05$). There was no significant difference in the n23 wave latency in the hearing- and visually-impaired group compared to the control group ($p<0.05$).

The findings of this study revealed a reduction in the sacculus functions in the hearing-impaired individuals, and implied a possible subclinical involvement. We believe that the VEMP test could be a good alternative to evaluate the vestibular system in visually-impaired individuals.



**Keywords:** VEMP, hearing-impaired, visually-impaired

# 3. GİRİŞ

Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (Vestibular Evoked Myogenic Potentials, VEMP), kasılmış sternokleidomastoid (SKM) kası üzerinde yüzeyel elektrotlarla kaydedilen kısa latanslı elektromiyografik kas cevaplarıdır (1-3). VEMP, klik veya tone-burst şeklinde, hava veya kemik yolundan verilen uyarılar sonucunda ortaya çıkabilir. Sağlıklı bireylerde normal VEMP yanıtları p13-n23 dalgası ile karakterizedir. VEMP testinde dalga varlığı, yokluğu, tepe noktası ve latanslarına göre değerlendirme yapılmaktadır (4).

VEMP testi, otolit fonksiyonu, inferior vestibüler sinirin ve sakkulokolik refleks arkının durumunu ortaya koyar (5–8). Sakkül işitme ve denge arasındaki bağlantıyı sağlamaktadır (9).

Denge dış çevre ile ilişkili olarak vücudu oryantasyonda tutma yeteneğidir ve bu da görsel iletilerin devamlılığına bağlıdır. Farklı düzlemlerden gelen dış uyaranların ve işitsel sinyallerin algılanması, vücudun buna anlam verebilmesi denge yapılarının sağlıklı ve tam gelişmiş olmasına bağlıdır (10).

Görme, alandaki oryantasyonun oluşması için vücuda yardım eder. Beden dengesinin sağlanmasında önemli bir unsur olan görsel uyarılardaki bozulma, diğer sistemler normal olsa bile dengenin sağlanmasında bozukluğa sebep olur (11).

Vestibüler organın tahribinden ve vücuttan gelen proprioseptif bilginin çoğunun kaybından sonra bile kişi dengenin koruması için görsel mekanizmalarını hala etkinlikle kullanabilir. Hareket halinde olan insan organizmasının dengesini sağlayabilmesi için santral sinir sistemine ihtiyacı olan en güvenilir verileri görsel inputlar sağlamaktadır. Vestibüler organı tahrip olmuş bazı insanların gözleri açık

olduğu ve hareketler yavaş yapıldığı müddetçe dengeleri nerdeyse normaldir. Bunun dışında hareket hızlı yapılır veya gözler kapatılırsa denge hemen kaybolur (12). İşitme organı ve vestibüler sistem arasındaki yakın bağlantı nedeniyle organlardan birinde meydana gelebilecek hasar diğerini de etkileyecektir (13–16).

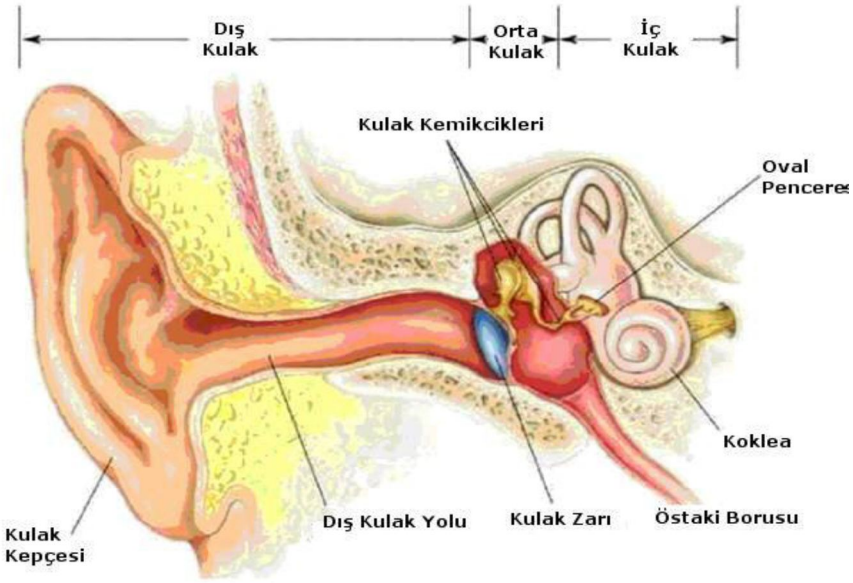
Doğuştan işitme engelli bireylerde en önemli sorun, dışardan gelen uyaranları işitsel olarak algılayamadıkları için birbirleriyle bağlantılı olarak çalışan denge merkezlerinde fonksiyonel yetersizlik oluşmasıdır. Sonradan herhangi bir sebeple işitme kaybı olan bireylerde ise dışardan gelen işitsel sinyalleri belirli bir süre algıladıkları ve sonradan oluşan algılamada azalma veya kaybolmaya bağlı olarak vestibüler sistem ve denge yapıları arasındaki bağlantılarda fonksiyon bozukluğu olduğu bilinmektedir. Vestibüler sistem fonksiyonlarının olmaması statik ve dinamik koşullarda ayakta durma dengesini olumsuz yönde etkilemektedir. Sağlıklı bireylerde ise bahsedilen bu yapıların tamamı son derece iyi gelişmiştir (13-16).

Dengenin sağlanması amacıyla beyin sapında konumlanmış olan vestibüler nukleus kompleksinde görsel, işitsel ve proprioseptif verilerin entegrasyonu gerçekleştirilir. Beyin sapındaki vestübüler nukleusları denge çekirdeklerinden çok dengeyle ilgili verileri birleştiren merkez olarak tanımlamak gerekir. Denge üç ayağı olan kuleye benzetilebilir. Üç ayak üstünde dengede kalabilecek şekilde yapılan kulenin sadece iki ayağı sağlam kaldığı takdirde, denge ancak yoğun bir çabayla sağlanabilir (9).

Bu çalışmada, işitme ve görme engelli bireylerde denge sistemini VEMP testiyle değerlendirmek amaçlanmıştır.

### 3.1. Kulak Anatomisi ve Fizyolojisi

Kulak, işitme ve denge fonksiyonlarının periferik organı olup temporal kemik içine yerleşmiştir. Görevleri ve yapıları bakımından birbirinden farklı dış kulak, orta kulak ve iç kulak olmak üzere üç parçadan oluşur (Şekil 1).




**Şekil 1.** Kulağın bölümleri (17).

#### 3.1.1 Dış Kulak

Dış kulak, kulak kepçesi, dış kulak yolu (DKY), kulak zarı olmak üzere üç bölüme ayrılarak incelenir. Kulak kepçesi, perikondrium ve deri ile örtülmüş ince elastik kartilajdan oluşan bir yapıdır. Kulak kepçesi, deri dış kulak yolu kıkırdağı kas ve bağlar aracılığı ile kafatasına yapışmıştır. Kulak kepçesi sesleri toplar ve dış kulak yoluna yönlendirir (18). DKY'nin uzunluğu, kulak zarının oblik yerleşmesi nedeniyle arka duvarda 25 mm (milimetre), ön alt duvarda 31 mm'dir. DKY, kıkırdak ve kemik olmak üzere iki parçadan oluşur. DKY' nin 1/3 dış kısmını kıkırdak, 2/3 kısmını ise kemik yapı oluşturur. DKY'yi örten deride, ter,

yağ ve serümen bezleri vardır. DKY ses dalgalarını orta kulağa yönlendirir ve şiddetini artırır. Ayrıca DKY, havayı vücut sıcaklığına getirir (18).

Kulak zarı, DKY'nin sonunda yer alan ve orta kulak boşluğunu DKY'den ayıran bir perdedir. Vertikal uzunluğu 9-10 mm, horizontal uzunluğu 8-9 mm ve ortalama kalınlığı ise 0.074 mm'dir. Dış yüzde DKY derisinin devamı olan kutanöz tabaka, iç yüzde orta kulak mukozasının devamı olan mukozal tabaka ve arada fibröz tabakadan oluşur. Kulak zarı sulcus timpanicus içine Gerlach halkası denilen anulus fibrosus ile tesbit edilmiştir. Anulus üstte tam değildir. Anterior ve posterior malleolar ligamanlarla devam eder. Kulak zarının bu ligamanların üstünde kalan gevşek kısmına pars flaccida (sharpnell zar), alttaki gergin kısmına da pars tensa adı verilir. Ses dalgaları ile titreşen kısım pars tensadır. Kulak zarının en çukur noktasına umbo denir (18).

### 3.1.2. Orta Kulak

Orta kulak, kulak zarı ile kemik labirent arasında bulunur. Östaki borusu aracılığı ile dış ortamla aditus yolu ile mastoidin havalı boşlukları ile bağlantılıdır. Ortalama hacmi 0.5 $cm^3$'dür (18).

Orta kulak boşluğunda malleus, inkus ve stapes olmak üzere üç adet hareketli kemikçik vardır. Kemikçikler orta kulak boşluğunun üst ve arka kısmına yerleşmiş ve bu boşluğa bağlarla tutunmuşlardır. Tensör timpani kası kasıldığı zaman manibriumu içe ve arkaya çekerek kulak zarını tespit eder. Stapes kası ise yüksek şiddetteki seslerin iç kulağa geçişini engelleyerek koruyucu mekanizmaya yardımcı olur (18).

Orta kulak ses enerjisinin DKY'deki hava ortamından kokleadaki sıvı ortama geçişi esnasında oluşan kaybı telafi eder. İç kulağı şiddetli ses titreşimlerinden korur. Sesin iç kulağa iletiminde rol oynar (18).

### 3.1.3. İç Kulak

İç kulak petröz kemik içinde işitme ve denge organlarını barındırır. Yuvarlak ve oval pencereler yolu ile orta kulakla koklear ve vestibüler akuaduktuslar yoluyla kafa içi ile bağlantılıdır. İç kulak kemik ve zar labirent olmak üzere iki kısımdan oluşur. Kemik labirent içerisinde işitme ve dengenin sensöriyel organlarını içeren kanallar mevcuttur. İşitsel kısım ön tarafta, vestibüler kısım ise arka tarafta yerleşmiştir (18).

Membranöz labirent, kemik labirent ile yakın komşuluk gösterir. Membranöz labirent ile kemik labirent arasında perilenfatik sıvı bulunur. Membranöz labirent içerisinde endolenfatik sıvı bulunur. Membranöz labirente duktus koklearis, üç adet semisirküler kanal, utrikul ve sakkulus dahildir. Koklea duktus reuniens yardımıyla sakkulus ile bağlantı kurar (19-21).

İşitme organı olan koklea modiolus adı verilen merkezi etrafında, sarmal tarzında 2½ tur yapar. Kemik labirent, bazal membran ve reissner membranın iç tarafa tutulumunu sağlar. Bu kokleayı üç bölüme ayırır. Baziler membran skala timpani ile skala mediayı, reissner membran ise skala vestibüli ile skala mediayı biribirinden ayırır. Duktus koklearisin modiolar tarafında Rosenthal kanalı içerisinde ilerleyen miyelinli koklear sinir lifleri görülür. Bunun üzerinde epitelyal dokunun yoğunlaşmasıyla oluşan limbus spiralis bulunur. Duktus koklearisin yan duvarına doğru oluk hücreleri ve iç tüylü hücreleri görülür. İç tüylü hücrelerin hemen yanında iç plika hücreleri bulunur ve aradaki boşluk korti tünelidir. Korti

tünelinde yer alan korti organı, ses enerjisine hassas duyusal reseptörler ve destek hücrelerinden oluşmuştur. Korti organının duyu hücreleri tek sıra iç tüy hücreleri ve 3–5 sıra halindeki dış tüy hücrelerinden oluşur. Dış ve iç tüy hücrelerinin apikalinde sterosilyalar bulunur. Sterosilyaların uzunlukları bazaldan apikale doğru artar. Dış tüy hücrelerinin üstünü tektoriyal membran örter. İnsanda yaklaşık 13400 dış tüy hücresi ve 3500 iç tüy hücresi vardır. Afferent sinir liflerinin %90-95'i iç tüy hücreleriyle sinaps yapar (19–21).

Korti organı, iç ve dış tüy hücreleri akustik enerjinin elektriksel enerjiye dönüştürülmesinde rol oynar. Baziller membran hareketiyle sterosilyalar hareket eder. Sterosilyalarda bulunan iyon kanalları ve birtakım transmitterler aracılığıyla baziller membran hareketleri elektrik akımına dönüşür. Kendisiyle ilişkili olan afferent sinir liflerine bu elektriksel potansiyel aktarılır. Sinir enerjisi frekans ve şiddetine göre korti organında kodlanır. Bu enerji sinir impulsları doğurarak VIII. sinir lifleriyle merkeze iletilir. Ses uyaranları taşıdıkları frekanslara göre beynin değişik yerlerinde sonlanır (19).

### 3.1.4. Santral İşitme Yolları

VIII. kraniyal sinir süperior vestibüler sinir, sakküler sinir, inferiör vestibüler sinir ve koklear sinir olmak üzere birkaç daldan oluşur. Bu sinirler otik kapsülü değişik kanallardan geçerek iç kulak yoluna girerler ve buradan n. facialis ve n. intermedius ile birlikte seyrederler (18). Spiral gangliondaki sinir hücrelerinin aksonları koklear sinir adını alarak ponstaki koklear çekirdeklere ulaşırlar. Koklear çekirdekler bütün işitme sinir lifleri için ilk konaktır. Koklear çekirdekler, ventral ve dorsal olmak üzere iki gruptur. Düşük frekanslı seslerle oluşan uyarı ventral çekirdekte, yüksek frekanslı seslerle oluşan uyarı dorsal

çekirdekte sonlanır. Bu liflerin çoğu beyin sapının karşı tarafına geçerek süperior olivary komplekse katılırlar. Lifler buradan lateral leminiskus ve inferior kollikulus'a giderler. İnferior kollikulustan çıkan lifler medial genikulat nukleus aracılığı ile temporal loptaki Sylvian fissürüne yerleşmiş işitme merkezine gelirler (21-23).

İşitme merkezi, primer işitme korteksi ve ilişkili sahalar olmak üzere iki kısma ayrılır. İlişkili sahalar hem akustik hem de duysal girdileri alırlar. Primer işitme korteksi Brodmann sahası adını alır ve 41-42 diye adlandırılmıştır. Temporal lobun üst kısmında yerleşmiştir. Spesifik ve nonspesifik ilişkili sahalar ile çevrelenmiştir. İşitme korteksi, temporal lobda Sylvian yarığındadır (18**).**

### 3.2. İşitme Fizyolojisi

İşitme duyusu, dış ortamda bulunan ve ses olarak adlandırdığımız mekanik titreşimlerin dış kulak yolundan içeri girerek, iç kulağı uyarması ve oluşan elektriksel potansiyelin akustik sinir aracılığı ile işitme korteksine taşınması sonucu ortaya çıkmaktadır. İşitme, sesleri algılama eylemi veya süreci olarak tanımlanmaktadır (18,21).

İşitme, birbirini izleyen birkaç fazda gerçekleşir.

a) İşitmenin olabilmesi için ilk olarak ses dalgalarının atmosferden Corti organına iletilmesi gereklidir. Bu mekanik bir olaydır ve sesin bizzat kendi enerjisi ile sağlanır. Bu olaya iletim (conduction) denir.
b) Corti organında ses enerjisi biyokimyasal olaylarla elektrik enerjisi haline dönüştürülür. Bu olaya dönüşüm (transdüksiyon) denir.

c) İç ve dış tüy hücrelerinde meydana gelen elektriki akım kendisi ile ilişkili sinir liflerini uyarır. Ses şiddet ve frekansına göre Corti organında kodlanmış olur.

d) İşitme merkezinde bu sinir iletimleri birleştirilir ve çözülür. Böylece sesin karakteri ve anlamı anlaşılır hale getirilir. Bu olaya kavrama (cognition) veya birleştirme (association) denir (18, 21).

### 3.3. İşitme Kayıpları

İşitme kaybı; dış, orta, iç kulak ve işitsel yollarda meydana gelen patolojiler sonucu çevredeki seslerin algılanamamasıdır. İşitme kaybına erken tanı konulamaması ve gerekli tedavinin verilememesi nedeniyle, sorunu olan çocukların konuşma ve anlama becerileri önemli oranda bozulmaktadır (24).

Çocuklarda işitme kayıpları farklı dönemlerde ortaya çıkar. Prenatal, natal ve postnatal dönemlerdeki faktörler, farklı özelliklerde işitme kaybının ortaya çıkmasına neden olur. İşitme kaybı nedenleri (25):

1- Ailede, işitme kaybı öyküsü
2- Prematüre doğum, düşük doğum kilosu (1500 gr ve altı)
3- Karakteristik işitme kaybının eşlik ettiği sendromlar
4- Bakteriyel menenjit, ensefalit, kabakulak gibi enfeksiyonlar
5- Sitomegalovirüs, herpes, rubella, sfiliz, toksoplazma enfeksiyonları
6- Hiperbiluribinemi, mekanik ventilasyona bağlı persistant pulmoner hipertansiyon
7- Nörofibramatozis, osteopetrozis, Usher's sendromu
8- Kafa travmaları
9- Nörodejeneratif hastalıklar

10-Rekürrent persistant otit (üç aydan uzun süren)

Çocuklarda işitme kayıpları konjenital, edinsel, sendromik veya nonsendromik olabilir (24).

### 3.3.1. İşitme Kayıplarının Sınıflandırılması

İşitme kaybının sınıflandırılmasında temel nokta işitsel yoldaki hasarın lokalizasyonudur ve bu sınıflama aşağıdaki şekilde yapılmaktadır (24).

**1. İletim tipi işitme kaybı**; herhangi bir patolojinin sesin dış ve orta kulaktan iç kulağa geçişini engellemesi sonucunda oluşmaktadır. Genellikle düzeltilebilirdir. İletim tipi işitme kayıpları, dış ve/veya orta kulaktaki lezyonlara bağlı olarak gelişmektedir. Atrezik kulak kepçesi, buşon, stenoz, yabancı cisim, eksternal otit, karsinomlar, kulak zarı patolojileri, orta kulak patolojileri ve hastalıkları, östaki disfonksiyonu gibi patolojiler iletim tipi işitme kaybının nedenleri arasında sayılabilir (25-27).

**2. Sensörinöral işitme kaybı;** kelime olarak "duyusal işitme kaybı" ve "sinirsel işitme kaybı" yerine kullanılmaktadır. Duyusal ve sinirsel alanın etkilendiğini göstermektedir. Duyusal işitme kaybında sorun iç kulaktadır. Sinirsel işitme kaybı, işitsel sinirin tüy hücrelerinin tabanındaki fiberlerden başlayarak işitsel çekirdeğe kadar herhangi bir yerdeki hasar için kullanılmaktadır. Bu aralık, 8. kranial sinirin bipolar ganglionunu da içermektedir. Viral ve bakteriyel enfeksiyonlar, Meniere hastalığı, akustik travma, kafa travması, ototoksik ilaçlar, presbiakuzi, akustik nörinom vb. patolojiler sensörinöral (S/N) işitme kaybının nedenleri arasındadır (25–31).

**3. Mikst işitme kaybı;** hastada iletim ve sensörinöral işitme kaybına yol açan sebeplerin bir arada görülmesidir (25–31).

**4. Santral işitme kaybı;** işitsel nukleus (medulla oblangata) ve korteks arasında merkezi sinir sistemindeki herhangi bir noktada oluşan hasardır.

**5. Fonksiyonel işitme kaybı;** işitsel yolda tespit edilen organik bir hasar olmamasına rağmen psikolojik veya duygusal bir sorundan kaynaklanabilmektedir (32).

### 3.3.2. İşitme Kayıplarının Derecelendirilmesi

İşitme kaybının derecelendirilmesi, konuşma frekanslarındaki saf ses hava yolu işitme eşiklerinin ortalaması hesaplanarak yapılmaktadır (9). Yetişkinlerde işitme kaybının derecelendirilmesi Tablo 1'de gösterilmiştir (33).

**Tablo 1.** İşitme kayıplarının derecelendirilmesi (33)

| Saf Ses Ortalaması dB HL | İşitme Kaybı Derecesi |
|---|---|
| 0–25 dB HL | Normal işitme |
| 26–40 dB HL | Hafif derecede işitme kaybı |
| 41–55 dB HL | Orta derecede işitme kaybı |
| 56–70 dB HL | Orta-ileri derecede işitme kaybı |
| 71–90 dB HL | İleri derecede işitme kaybı |
| 91 ≥ dB HL | Çok İleri Derecede İşitme Kaybı |

### 3.4. Vestibüler Sistem Anatomi ve Fizyolojisi

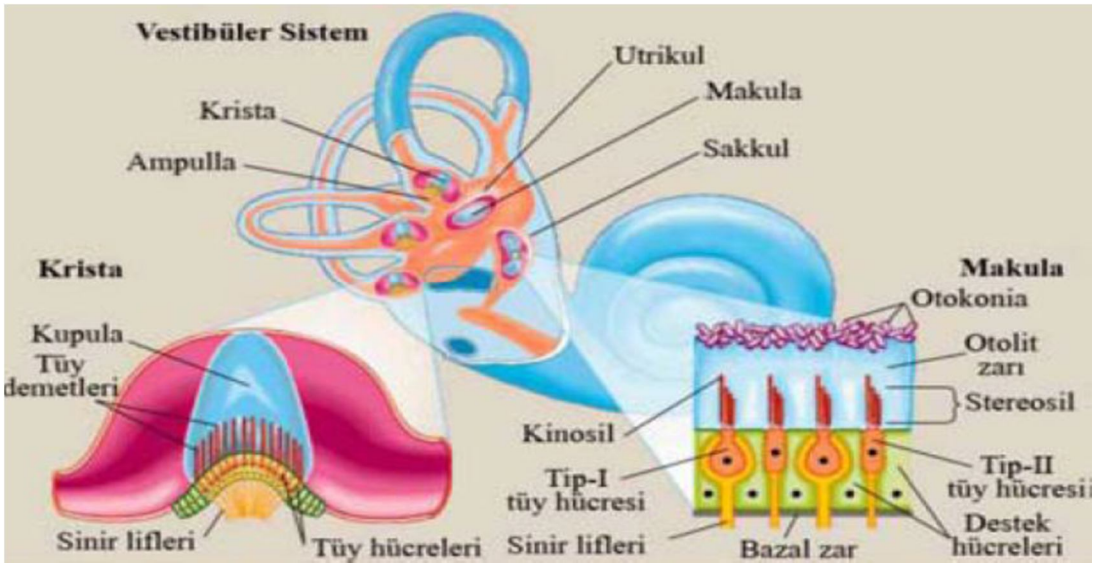
Vestibüler sistem; görsel, proprioseptif ve vestibüler inputları, santral sinir sisteminde işlemleyerek motor sistemi koordine ederek dengenin sağlanmasından sorumlu olan karmaşık bir sistemdir. Görevi, özellikle istemsiz olan baş hareketlerini algılamak ve bunu refleks göz hareketleri ve postüral düzlem ile birleştirip, vizyonu ve postürü sabit tutmaktır. Vestibüler sistem dengeyi, ayakta duran organizmanın, ani hareketler sırasında düşmesini önleyerek, vücudun pozisyonu ile başın yaptığı hareketin yönü ve hızının algılanmasını sağlayarak ve

kişi ya da çevresindeki nesnelerin hareketi sırasında, görsel imajın netliğinin korunabilmesi için göz hareketlerini kontrol ederek sağlamaktadır (8, 22).

Vestibüler sistem, periferik ve santral olmak üzere iki bölümde incelenebilir (18).

### 3.4.1. Periferik Vestibüler Sistem

Periferik vestibüler sistem iç kulakta yerleşmiştir. Periferik bölüm, vestibüler organlar, vestibüler sinir ve vestibüler gangliondan oluşur (Şekil 2) (18).




**Şekil 2.** Periferik vestibüler sistem (37)

#### 3.4.1.1. Vestibüler Organlar

Temporal kemik petröz bölümünde lokalize iki tip sensör organ vardır. Bunlar semisirküler kanallar ve otolitlerdir. Otolit organlar utrikul ve sakküldür (22).

Semisirküler kanallar, birbirlerine dik açı oluşturacak şekilde süperior, lateral ve posterior yönlerde yerleşmiştir. Her yarım daire kanalının bir ucu

ampulla adı verilen ve denge organı içeren bir genişleme gösterir. Semisirküler kanallar dengenin sağlanmasında, başın rotasyon hareketlerinin algılanmasında görevlidir. Semisirküler kanallarda genişlemiş ampuller kısımda bulunan sensör organ krista bunun üzerini örten yapı ise kupuladır. Kupula keratin bir ağ içinde yerleşmiş mukopolisakkaridden zengin bir kitledir. Kristadan başlayarak ampullanın tavanına kadar devam eder. Kupula endolenf için semisirküler kanal ile vestibülü ayıran jelatinöz kadeh şeklinde bir bariyerdir. Semisirküler kanalı tamamen doldurur. Tam olarak duvara tutunmasa da iç turgorun etkisiyle fikse pozisyonda kalır.

Vestibül, utrikulus ve sakkulusu içerir. Süperior, posterior ve lateral semisirküler kanallarda vestibüle açılır. Ön tarafta ise skala vestibülü yoluyla koklea ile birleşir (18).

Utrikul, hafifçe düzleşmiş oval bir keseciktir. Vestibül iç yan duvarında yer alır. Dış yan duvarı stapes tabanının karşısındadır. İç yan duvarında makula utrikuli adı verilen denge hücreleri bulunur. Duktus utrikulosakkularis aracılığı ile sakkulus ile bağlantılıdır.

Sakkul, oval biçimlidir. Yapı olarak utrikulusa benzer ama makulası düşey konumdadır. Utrikul ve sakküldeki sensitif epitelyum makula olarak adlandırılır. Makulalarda otokonial membran ve sensörial epitelyum tabakası bulunur. Makula yerçekimine duyarlı nöroepitelyal hücreler, kan damarları ve sinir lifleri ile bunun üzerine yerleşmiş otolitik membrandan oluşur.

Her bir makulanın orta hattında bulunan otolit organı ikiye bölen yapı striola olarak adlandırılır. Otokonial membran üzerinde kalsiyum karbonat

kristalleri tabaka halinde izlenir. Otokonyaların hemen altında jelatinöz bir membran uzanır. İçerisinde tüylü hücreler reseptör hücre potansiyeli oluşturur.

Her vestibüler hücre bir adet kinosilyum ve etrafında stereosilyalara sahiptir. Utrikuldeki striolaya kinosilyalar yakın konumda iken, sakkuldeki strioladan uzak olacak şekilde yerleşmiştir. Dinlenme halinde hücre istirahat potansiyelindedir. Bu farklılık utrikulun lineer hareketlere daha duyarlı olmasını sağlar. Ani ve öne doğru olan hareketlerde başla beraber destekleyici yapılar eş zamanlı hareket ederler. Otokonyalar ağırlıkları nedeniyle bu hareketin gerisinde kalırlar. Birkaç milisaniye sonra bu hareketi yakalarlar. Herhangi bir baş hareketinde azalma veya çoğalma şeklinde bu istirahat potansiyeli değişecektir. Sterosilyalar kinosilyuma hareket ettiklerinde depolarizasyon ile bu elektriksel potansiyel artarken uzaklaştıklarında elektriksel potansiyel azalır ve hiperpolarizasyon ortaya çıkar. Artmış potansiyele eksitatuar, azalmış potansiyele inhibitor adı verilmektedir. Öne arkaya olan hareket utrikulun duyarlı olduğu harekettir (38, 39).

Sakkulun, utrikul veya semisirküler kanallar ile direkt bir bağlantısı yoktur. Vestibüler kanal yolu ile bağlantı sağlar. Sakkul innervasyonu ağırlıklı olarak inferior vestibüler sinirden sağlanmaktadır. Sakkular makula rostral bölümünde "hook" dan kaynaklanan lifleri süperior vestibüler sinire katılır. Sakkul primer olarak vertikal hareketlere duyarlıdır (38-40).

Yerçekiminden kaynaklanan çekim ve başın çevrilmesi lineer akselerasyonu doğurur. Sonuçta otolit organ yüzeyleri kıvrımlı olduğundan hem utrikul hem de sakkul belli derecelerde başın çevrilmesi hareketlerinin tümüne katılmaktadır (38-40).

Vestibüler nörosensitif epitelde iki tip hücre bulunur. Tip 1 hücre geniş tabanlı kadeh şeklinde sinir sonlanmasına sahiptir. Hücrelerin üst kısmında sterosilya ve kinosilyum bulunur. Her iki hücre tipinde de yaklaşık olarak 50-100 streosilya ve bir adet kinosilyum bulunur. Uzun kinosilyum çevresinde yerleşmiş dokuz adet iki tabakalı tübüler ip ve ortada iki adet tek tek yerleşmiş ipliklerden oluşur. Stereosilyalar serttir ve iki tabakadan oluşur. Çevrede olan tabaka kutikuler tabaka ile irtibatlı, içteki tabaka ise doğrudan hücre ile devam eder. Tip 2 hücre ise silindir şeklindedir. Çoklu efferent ve afferentlere sahiptir. Buton tipi sinir sinapsı yapar (38-40).

#### 3.4.1.2. Vestibüler Sinir

Vestibüler sinirin ganglionuna Skarpa ganglionu denir ve iç kulak yoluna yerleşmiştir. İç kulağın vestibüler kısmından gelen sinir lifleri vestibüler siniri; koklear kısımdan gelenler ise koklear siniri oluşturur. Böylece 8. kafa çifti olan vestibülokoklear sinir meydana gelir. Bu sinir iç kulak yolundan çıktıktan hemen sonra beyin sapına girer ve buradaki vestibüler ve koklear çekirdeklerde sonlanır (40, 41).

### 3.4.2. Santral Vestibüler Sistem

Vestibüler liflerin beyinde ulaştığı iki yer vardır; vestibüler çekirdekler ve serebellum. Vestibüler çekirdekler beyin sapındaki 4. ventrikül tabanındadır. Vestibüler çekirdekler labirentten gelen uyarıların ana işlem noktasıdır. Buradan motor çekirdeklere hızlı bağlantılar vardır. Bu çekirdekler sadece iç kulaktan değil aynı zamanda gözden, serebellum aracılığı ile derin tendon (proprioseptif) reseptörlerden de kesintisiz uyarı alır. Bu çekirdeklerden kaynaklanan lifler ise

spinal kordun ön boynuzuna**,** ekstrensek göz kaslarını inerve eden III., IV. ve VI. kafa çiftlerinin motor çekirdeklerine ve serebelluma gider (40,41).

Santral sinir sistemi (SSS) görsel, vestibüler ve proprioseptif sistemlerden gelen duyusal veriyi toplar ve koordine eder. Organizmanın dengesiyle ilgili bu üç önemli sistemin herbirinden elde edilen veri, başın oryantasyonu ve vücudun hareket algısı bakımından çok önemlidir. Bahsedilen sistemlerin herhangi ikisinden kaynaklı uygun olmayan veri akışı vertigo ile sonuçlanır. Veri akışındaki bu problem duyusal organdan kaynaklanabileceği gibi bilginin iletildiği yoldan da kaynaklanabilir. Görsel veriler vücudun "uzaysal oryantasyonu'nu sağlar. Proprioreseptörler ise organizmanın hareketlerini başlatmada ve düzenlemede yardımcı olur ve "vücuda göre başın pozisyonu" hakkında bilgi verir. Son olarak vestibüler sistem otolit organlar aracılığıyla "yerçekimine göre vücudun oryantasyonu" nu sağlar. Serebellumun görevi koordinasyonu sağlamaktır (13,16, 38-40).

### 3.4.3. Vestibüler Refleksler

#### 3.4.3.1. Vestibülooküler Refleks

Vestibülooküler refleks (VOR), baş ve gövde hareket ederken, gözlerin sabit cisim üzerinde fikse olmasını sağlar (18). Gözler retinadaki imajı sabitleyebilmek için başın aksi yönünde ve aynı hızla hareket ederler. Her iki taraftaki semisirküler kanallar ve otolit organ dinamik VOR da rol alırken, statik VOR da otolit aktivite yer almaktadır. Baş hareketleri ile gözler arasındaki bu ilişki denge içinde gereklidir. Başın pozisyon değişiklerini anında SSS'ne iletir. Ancak pozisyon hakkında bilgi vermez. Bunun için optokinetik sisteme ihtiyaç vardır. Optokinetik sistem, SSS'ne başın pozisyonu hakkında bilgi verir (41).

#### 3.4.3.2. Vestibülospinal Refleks

Vestibüler çekirdeklerden 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 yer çekimine 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 vestibülospinal refleks (VSR) adı verilir. Bu refleksin başın ve vücudun dik konumunu koruyucu bir işlevi vardır. Postural değişimdeki dengeyi sürdürmemizi sağlar (18,41).

#### 3.4.3.3. Vestibülokolik Refleks

Kişi başı serbest bırakılarak hiç beklenmedik bir anda bir yöne doğru döndürülürse baş ilk pozisyonunu muhafaza etmek ister. Vestibüler sistem semisirküler kanallardan başlayıp boyun kaslarına uzanan bir refleksle başı eski pozisyonuna getirir. Amaç VOR ile aynıdır, yani retinadaki imajı sabitlemektir (42).

Genel olarak vestibüler sistem baş hareketlerine duyarlıdır. Baş hareketlerini ve başın pozisyon değişikliklerini santral sinir sistemine aktarır. Dengenin sağlanması için biyolojik sinyaller haline getirir. Baş hareketleri sırasında düz bakışı stabil hale getirir yani objeleri retinada aynı noktada sabitler. Ekstansör iskelet kaslarının tonusünde etkili olur (43).

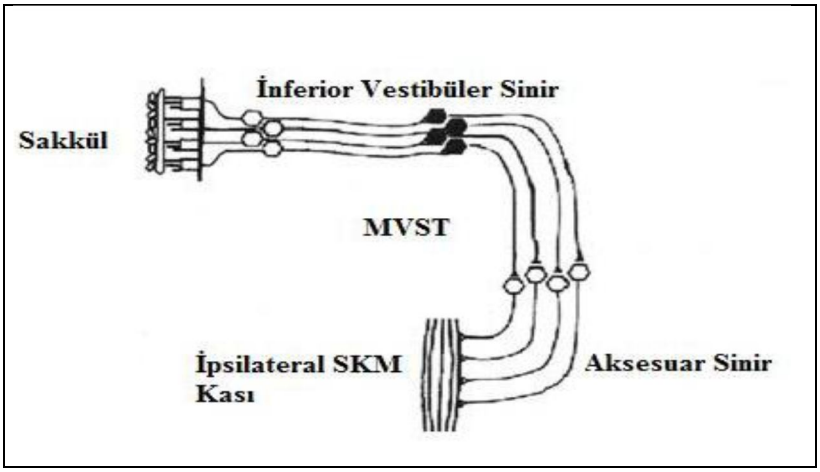
### 3.4.4. Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (VEMP)

İşitsel uyarılmış potansiyeller, işitme sisteminin ses uyarıcısına cevap olarak gösterdiği aktivite olarak tanımlanır. VEMP kısmen farklı elektrofizyolojik ölçüm yöntemlerinden biridir. Son zamanlarda genel olarak sakkul, inferior-vestibüler sinir ve santral bağlantılarının normal çalışıp çalışmadığının saptanmasında kullanılmaktadır. VEMP yanıtları, özellikle sakkul kaynaklı kısa latanslı dalgalardır (44).

Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyel yanıtı sakkulus, inferior vestibüler sinir, vestibüler nukleus, medial vestibulospinal demet, aksesör nukleus, XI. kranial sinir ve son olarak sternokleidomastoid (SKM) kasında sonlanan nöronal bir yolun çalışması ile ortaya çıkar (Şekil 3). Ses sakkulu uyarır ve vestibüler sinir yolu ile vestibüler gangliona sonrasında beyinsapında vestibüler nukleusa ulaşarak, buradan impulslar medial vestibuler demet aracılığıyla boyun kaslarına varır. Yüksek şiddetteki ses uyaranı sonucunda SKM kasında meydana gelen kasılma elektrotlar aracılığıyla kayıt edilir.

VEMP yanıtlarını değerlendirilmesinde kullanılan parametreler eşik şiddeti, latans süresi (p13- n23), interpeak amplitüd ve amplitüd asimetri oranıdır (44,45).

VEMP testi hastayı rahatsız etmeden test etme olanağı sağlar. İşitmeden bağımsızdır. Yüksek şiddette sinyaller bir yanıt üretmek için kullanılıyor olsa da sinyal vestibüler tüy hücrelerinde hidrodinamik stimülasyonu başlatır ve bir basınç dalgası üretir (46).




**MVST:** Medial vestibülospinal tract

**Şekil 3.** Vestibülokolik refleks arkı (4)

### 3.5. Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller Kayıt Teknikleri

#### 3.5.1. Servikal Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller

Deney hayvanlarında yapılan çalışmalarda servikal ekstensör kasların motor nöronlarının sakkulustan eksitatör bağlantılar, fleksör kaslarının ise inhibitör bağlantılar aldığı görülmüştür. Doğal olarak ani düşme esnasında boyun fleksörlerinin relaksasyonuna refleks yanıt olarak boyun ekstensörlerinin kasılmasıyla başın elevasyonu sağlanır. Hava yoluyla sakkulanın sesle uyarımı benzer etkiler oluşturur, boyun fleksörlerinde inhibisyon ve boyun ekstensörlerinde eksitasyon oluşturur (46–48).

Servikal vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (Cervical Evoked Myogenic Potentials CVEMP), SKM kasından kaydedilir. Test, Colebatch ve ark. (49), tarafından geliştirilmiştir. Kulaklık yoluyla tek kulaktan yüksek şiddette ses uyarısı verilir. Baş yerçekimine karşı kaldırılması ile SKM tonik kasılı tutulur. SKM üstünden elektromiyografi (EMG) kaydı yapılır. VEMP pozitif-negatif tepeli bir dalga şeklinde ortaya çıkar (46–48).

### 3.5.2. Oküler Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller

Vestibülo-oküler refleks baş hareketlerine rağmen görüntü imajlarının fovea üzerinde odaklanmasını sürdürmeye yarar. Ses ve vibrasyon vestibüler uyarı eşiği üzerinde, baş hareketi olmasa da vestibülo-oküler (VOR) refleksi uyarabilir. Refleks yanıt üç boyutlu göz hareket analiziyle ya da peri-oküler yüzey potansiyeli olarak kaydedilebilir. Oküler vestibüler miyojenik potansiyeller (OVEMP), noninvaziv olarak assenden vestibüler yolu ve beyin sapında çaprazlanan VOR'u değerlendirmektedir. Refleks arkı kornearetinal potansiyelden bağımsız olarak, otolit organ süperior vestibuler sinir ekstraoküler kasta sonlanmaktadır. Başlangıçta negatif pik ve takiben pozitif pik kaydedilir. OVEMP göz üstü ve altından iki elektrotla kaydedilir. Ancak en iyi olarak gözaltından referans montajla kayıt yapılır. Şiddetli ses uyarımı ekstra-oküler kaslarda kontraksiyona yol açar. OVEMP'in lateralizasyonu ve amplitüdü bakış yönünden güçlü bir şekilde etkilenir. Standart inferior montaj kaydı kullanıldığında gözler yukarı doğru bakarken karşı tarafta maksimum amplitütlü refleks yanıt elde edilir. Nötral bakışta simetrik ve orta büyüklükte refleks yanıt elde edilir. Aşağı bakışta ise yanıt alınmaz. Bu nedenle gözler yukarı doğru bakarken klik ya da tone burst uyarı ile test yapılır.

Oküler VEMP, CVEMP'e alternatif olarak otolit fonksiyonların ve vestibülo-oküler yolların değerlendirilmesinde kullanılabilir. Aynı zamanda süperiorsemisirküler kanal dehissansı'nda (SSCD) tarama testi olarak kullanılabilir (42, 50).

### 3.5.3. Masseter Kastan Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller

Hayvanlarda vestibüler nükleer kompleksten çene kaslarının motor nöronlarına monosinaptik bağlantılar gösterilmiştir.

İnsanda çene tonik olarak bilateral kasılı durumda iken, transmastoid direkt stimulasyon yapıldığında masseterden simetrik potansiyeller elde edilir (p11-n15).

Şiddetli monoaural klik kullanıldığında p11-n15 vestibüler potansiyel ortaya çıkar ve daha sonra p16-n21 koklear potansiyel ortaya çıkar. Normal kişilerde vestibüler eşiğin üstünde (100 dB) ve altındaki (70 dB) akustik uyarı ile bu iki dalganın ayrımı sağlanır.

Postürün kontrolündeki önemi az olsa da vestibüler-masseter refleks, baş hareketi, düşme ve hareket esnasında başın stabilitesini sağlar. Vestibüler masseter refleks, vestibüler ve koklear patolojilerde bilgi verebilir (50).

## 3.6. Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyel Kayıtları İçin Kullanılan Uyaran Özellikleri

Akustik uyaran (hava yolu, kemik yolu) ve elektrik uyaran (galvanik) ile kayıt yapılabilmektedir. VEMP testi ile vestibüler sistemin uyarılması otolit fonksiyonu değerlendirmek için bir yol sağlar. Kemik yolu ile yapılan titreşim sakküler ve utrikular afferentlerin kombinasyonlarını aktive ederken, hava ile yapılan titreşim ağırlıklı olarak sakküler afferentleri uyarır (40). VEMP testi tekrarlanabilir olduğu için klinik için uygundur. VEMP kaydı yapılabilmesi için sakkular tüysü hücrelerin ve orta kulak yapılarının sağlam olması gerekir. Orta kulak hastalıklarında kemik yolu ile VEMP testi yapılabilir.

Akustik olarak tone burst ve klik uyaranla yapılabilir. Tone burst uyaran ile genellikle 500 ve 1000 Hz de ölçüm yapılmaktadır. VEMP ölçümlerinde 90–110 dB HL şiddetinde ses kullanılır. İnsert kulaklık, hava yolu kulaklıklar veya kemik yolu vibratörü aracılığı ile ölçülür (48). Elektrik uyarım transmastoid olarak direkt akım ile (4mA/2msn) sağlanır. Vestibüler sinirin terminal kesimi etkilenir**.**

VEMP testinde optimal stimulus 5 Hz frekanslı olmalıdır. Daha hızlı uyarı refleks yanıtın amplitüdünü etkiler. Kayıt esnasında SKM kasının uygun kontraksiyonu gereklidir (42).

### 3.7. Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyel Cevaplarının Klinik Kullanımı

Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (VEMP) testi, ileri ve/ veya çok ileri derecede sensorinöral işitme kayıplı bireylerde, yüksek frekans işitme kayıplarında, ani işitme kayıplarında, ani alçak frekans düşüş gösteren sensorinöral işitme kayıplarında sakkul fonksiyonlarını değerlendirmek amacıyla kullanılmaktadır. Ayrıca akustik schwannom, herpes zoster oticus ve intra timpanik gentamisin etkinliğini değerlendirmek amacıyla kullanılmaktadır. Sağlıklı yenidoğan ve işitme engelli doğan çocuklarda vestibüler sistemi değerlendirmek amacıyla kullanılmakla beraber koklear implant öncesi ve sonrasında vestibüler disfonksiyon açısından da VEMP testi kullanılabilmektedir (14, 51-58).

Meniere hastalığı' nda anormal VEMP dalgaları veya VEMP yokluğu tanı amaçlı kullanılmaktadır. Süperior semisirküler kanal dehissansı (Superior Semicircular Canal Dehiscence, SSCD) ve geniş vestibüler akuaduktus sendromu

(Large Vestibular Aqueduct Syndrome, LVA)' nda iletim tipi işitme kaybına rağmen akustik reflekslerin alınması ve düşük (70dB ve altı) VEMP eşiği tanı için spesifiktir. VEMP testi Vestibüler schwannom, Tulio fenomeni, bening paroksismal pozisyonel vertigo (BPPV), santral vestibüler fonksiyon bozukluklarında tanı amaçlı kullanılmaktadır (51, 52, 54, 59).

Sağlıklı yenidoğan ve erken doğan bebeklerde sakkulo- kolik refleks gelişimini değerlendirmek amacıyla kullanılmaktadır. Ayrıca nörolojik hastalıklar (Migren), beyinsapı patolojilerinde VEMP testi'nde uzamış dalga latansları (p13-n23) tanıyı desteklemektedir (46, 57, 58, 60 ). VEMP testi sakküler patoloji ve sakkulo-kolik refleks patolojilerini değerlendirmek için kullanılmaktadır (61, 62).

### 3.8. İşitme Engelliler

İşitme engeli, işitme duyarlılığının kısmen veya tamamen yetersizliğinden dolayı konuşmayı edinmede, dili kullanmada ve iletişimde güçlük nedeni ile bireyin eğitim performansının ve sosyal uyumunun olumsuz yönde etkilenmesi durumudur (63). İşitme özürlü oranı %0.37'dir. Ulusal özürlüler veri tabanına kayıtlı özürlülerin %5.9'u işitme engellilerden oluşmakla beraber 25-44 yaş grubunda bu oran %32.4' e ulaşmaktadır. 45-64 yaş grubunda %12.0, 65 yaş ve üstünde ise %7.7' dir (64).

#### 3.8.1. İşitme Engellilerde Motor Gelişim

İşitme engelli çocuklar başını tutma, oturma, emekleme ve yürüme gibi motor becerilerin kazanılmasında normal işiten çocukların gelişim aşamalarını izler. Bu çocuklarda geri geri yürüme, ip üzerinden atlama ve bunun gibi genel vücut koordinasyonunun sağlanması ve dengeyi gerektiren hareketlerle, düğme iliklemek gibi görsel motor koordinasyonu gerektiren bazı becerilerde güçlük

gözlenebilmektedir. Normal çocuklara kıyasla ortaya çıkan bu güçlüklerin nedenleri şunlardır (65):

- İşitme engelli çocukların denge ve merkezi sinir sistemi yönünden hasarlı olma ihtimalinin daha fazla olması (geçirilen hastalıklara bağlı olarak),
- Bir hareketin izlenmesi ve yerine getirilmesi ile ilgili sözel ifadeleri işitme duyularını kullanarak algılayamamaları,
- İşitme ile ilgili ipuçlarını değerlendirmekten yoksun olmaları,
- Aileleri tarafından aşırı korunmalarına bağlı olarak motor performanslarını yeteri kadar geliştirememelerinden kaynaklanabilir.

### 3.8.2. İşitme Engellilerde Denge

Denge yeteneği, hareket eden vücudun değişen durum karşısında dengeyi sağlayabilmesidir. İnsan boşluktaki oryantasyonunu sağlamak için primer olarak üç duyusal sisteme ihtiyaç duyar. Bunlar; görsel, vestibüler ve proprioseptif sistemlerdir (66). Denge mekanizmalarının kontrolündeki en önemli sistem vestibüler sistemdir. Başın pozisyonundaki her değişimin algılanmasını ve dengenin düzenlenmesi için veri oluşturulmasını sağlar (67).

İşitme engelli bireylerde en önemli sorun, dışarıdan gelen uyarıları işitsel olarak algılayamadıkları için birbirleriyle bağlantılı olarak çalışan denge merkezlerinin fonksiyonel yetersizliğidir. Vestibüler sistem fonksiyonlarının yeterli olmaması statik ve dinamik koşullarda ayakta durma dengesini tamamen olumsuz yönde etkilemektedir (13-16).

### 3.9. Göz Anatomisi ve Fizyolojisi

Gözler burnun iki yanında kemiklerle çevrili göz çukurlarında ve göz kapakçıklarıyla çevrilidir. Dış, orta ve iç olmak üzere üç tabakadan oluşur. Dış tabaka önde saydam doku, arkaya doğru uzanan ve gözü bir kılıf gibi saran göz akı ve arkada bağ dokusundan oluşur. Gözün pigmentli kısmı ve damar tabakası orta tabakayı oluşturur. İris, kirpiksi cisim ve damar tabakadan oluşmaktadır. İç tabakada ağ tabaka, görme sinirleri ve sarı nokta bulunur. İç tabaka (retina); görme sinirleri, ağ tabakanın en duyarlı bölümü olan sarı nokta koni ve çevresel retina çomak şeklindeki hücrelerden oluşmaktadır. Gözün iç bölümünde, göze küresel yapısını veren camsı cisim, ön bölümünde göz bebeği ve göz merceği bulunur. Saydam tabaka tarafından korunur (34-36).

Dış ortamdan, nesnelere çarpıp yansıyarak gelen ışık, saydam tabaka üzerinden geçer. Saydam tabaka, ışığı ağ tabakadaki sarı noktaya odaklar. Işık göz bebeklerinden geçerek merceklere ulaşır. Göz bebeği ışık miktarına göre gerekli ışığın geçmesine izin verir. Merceklerden kırılan ışık, ağ tabakadaki ışığa duyarlı hücreler tarafından sinirsel uyarılar haline dönüştürülür. Sinirsel uyarılar, ağ tabakadan sonra görme merkezine iletilir ve beyin tarafından yorumlanarak görme gerçekleşmiş olur. Farklı renkler ağ tabakada bulunan ve ışığın farklı dalga boylarına hassas koni hücreleri tarafından algılanır. Çomak hücreler, keskin görmeyi sağlar. Karanlık ortamlarda ve gözün odaklanmadığı noktalarda daha iyi görüş sağlar (34-36).

İnsanlarda iki gözden beyne giden sinirler beynin iki yarısına da ulaşır. Beynin sağ kısmı, görüş alanının sol tarafını, sol kısmı ise görüş alanının sağ tarafını işler (34-36).

### 3.10. Görme Engelliler

Görme duyusu ışık, şekil, renk, hareket ve derinlik gibi birçok özelliğin algılanması ile ilgili olup, görsel sistemin olgunlaşması ilk 48 ay içinde tamamlanmakla birlikte, görme duyusunun gelişimi doğumdan sonra altı yaşını bulmaktadır. Doğal olarak 0-6 yaş dönemi öğrenmenin somut olarak yaşandığı önemli bir dönemdir (68).

Dış dünyayı algılamada en önemli öğrenme uyaranı görmedir. Görme fonksiyonu objelerin ve kişilerin vücut kısımlarının birbirleriyle ilgisini, hareket ve fonksiyonlarının farkında olmayı sağlayan bir algı sistemidir. Normal görme, standart harf büyüklüğünü standart mesafe olan bir metreden okuyabilme yeteneğidir. Görme engeli, körlük ve az görme alt gruplarını barındıran geniş bir alandır. Yakın körlük durumunda kişiler genellikle kullanamayacakları kadar az bir görmeye sahiptirler. Diğer duyuları görme duyusunun yerini alabilmektedir. Braille alfabesi, baston, konuşan saatler ve sesli bilgisayar programlarından yararlanabilirler. Körlük ise hiçbir şekilde görme fonksiyonunun olmadığı durumu ifade etmektedir. Bu kişiler için geride kalan görme (rezidüel vizyon) teriminden bahsetmek mümkün değildir. Görme engeli, görme kaybının sosyal ve ekonomik boyutlarını ifade etmektedir (69,70). Görme engelli oranı %0.60'dır. Ulusal özürlüler veri tabanına kayıtlı özürlülerin %8.4' ü görme engellilerden oluşmakla beraber 25-44 yaş grubunda bu oran %36.2' ye ulaşmaktadır. 45-64 yaş grubunda %25.5, 65 yaş ve üstünde ise %15.8'dir (64).

### 3.10.1. Görme Engellilerde Motor Gelişim

Görme bozukluğu olan çocukların motor gelişimi ve doğuştan sahip oldukları motor becerileri, gören çocuklardan farklılık göstermemektedir. Bununla birlikte engelin derecesine bağlı olarak, hareket etme ve diğer motor becerilerini normal çocuklara göre daha geç kazanabilirler (71, 72).

Anne, babalar çocuklarının düşüp, zarar göreceğinden korkarak onlara yürüme fırsatı vermeyebilir. Aşırı koruyucu anne, baba tutumu çocuğun gelişimini olumsuz yönde etkileyecektir. Aile uygun ortam hazırladıktan sonra çocuğun hareket etmesini, çevresini tanımasını desteklemelidir. Çocuğun yaptığı hareketlerin anlatılması (eğilme, çömelme, uzanma, tutma, çiğneme vb.) giydirilirken, yemek yedirilirken yaptıklarının anlatılması başka insanlar yaparken dokunma yoluyla keşfetmesi psikomotor becerilerin gelişimi için yararlıdır. (71,72).

### 3.10.2 Görme Engellilerde Denge

Denge, dış çevre ile ilişkili vücudu oryantasyonda tutma yeteneğidir ve bu da görsel iletilerin devamlılığına bağlıdır. İnsanoğlu gelişimi boyunca yaptığı hareketler sırasında dengenin de etkisiyle psikomotor becerileri kazanır. Görme, alandaki oryantasyonun oluşması için vücuda yardım eder. Eğer görsel bilgiler oluşmazsa, bölgesel vücut segmentlerinin kontrolü, stabilitesi ve çevreden gelen yanıtlar bozulur (73).

Postural kontrolün anlaşılmasında görme duyusu önemli yer teşkil etmektedir. Görsel geribildirimlerden faydalanamayan kişilerin postural stabiliteleri gören bireylerden daha zayıftır. Görme kaybı olan kişiler düşme riski altındadırlar. Görme engelli bireylerde fizyoterapi programlarının geliştirilmesi

gerekmektedir. Bu nedenle, görme engelli çocuklar vücut konumu ve pozisyonlarını fark etmede genellikle zorluk çekerler (74,75).

Sundenberg (76), görme engellilerde kas kuvveti zayıflığı ve hipotoni, görsel uyarıların yokluğu nedeniyle düzenli kas aktivasyonunun ve hareket için gerekli motivasyonun olmaması nedeniyle hareket azlığına bağlamıştır. Gövdeyi ekstansiyonda ve dik pozisyonda durmaya yönelten görsel, vestibüler ve proprioseptif mekanizmadaki bozulmayıda kas kuvveti zayıflığının nedenleri arasında saymıştır.

Kayıhan ve ark. (77), yaptıkları çalışmada doğuştan görme engelli bireylerde, sonradan görmeyi kaybedenlere göre daha fazla motor gecikme görüldüğünü belirtmişlerdir. Atasavun ve ark. (78), işitme ve görme engelli çocuklarda yaptıkları ayakta duyu entegrasyon testinde, görme engelli çocukların normal ve işitme engelli çocuklara göre daha fazla sorun yaşadığı sonucuna varmışlardır. Aki ve ark. (79), görme engelli çocuklarda motor gelişim eğitim programının etkinliğini değerlendirmek amacıyla yaptıkları çalışmada, evde eğitim grubu ve eğitim grubu olmak üzere iki grup oluşturmuşlardır. Az gören çocukların mevcut görüş açısını kullanmalarının uygun rehabilitasyona bağlı olduğunu belirtmişlerdir.

# 4. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu araştırma Fırat Üniversitesi Hastanesi Kulak Burun ve Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı Odyoloji Ünitesi'nde gerçekleştirildi. Araştırmaya başlamadan önce Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi İnsanlar Üzerinde Yapılacak Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı' nın 9 Şubat 2012 tarih ve 38 sayılı kararı ile etik kurul onayı alındı (EK A).

## 4.1. Bireyler

Bu çalışma 18-50 yaş arası, her bir grupta 21 kişinin yer aldığı toplam 63 bireyde yapıldı. Çalışmaya katılan her bireye çalışma hakkında bilgi verildi ve gönüllü olur formları imzalatılarak izinleri alındı (EK B). Hastaların seçilmesinde cinsiyet farkı gözetilmedi.

Grup 1 (Kontrol grubu, n: 21): Normal işitme ve görmeye sahip sağlıklı bireylerden oluşturulan grup.

Grup 2 (Görme engelli grubu, n: 21): Normal işitmeye sahip görme engellilerden oluşturulan grup.

Grup 3 (İşitme engelli grubu, n: 21): Normal görmeye sahip sadece ileri veya çok ileri derecede sensörinöral işitme kayıplı bireylerden oluşturulan grup.

## 4.2. Bireylerin Araştırmaya Alınma Kriterleri

Normal işiten, işitme engelli ve görme engelli bireylerin kulak burun boğaz muayeneleri yapıldı. İşitme ve görme ile ilgili ayrıntılı hikayeleri alındı. Bütün bireylere saf ses odyometri, konuşma odyometrisi, akustik immitansmetri testleri uygulandı. Çalışma gruplarının tamamına VEMP testi yapıldı.

Kontrol grubuna kulak muayene bulguları normal olan, normal sınırlarda işitmeye sahip olan (33), konuşmayı ayırt etme skoru normal sınırlarda olan (80) ve normal görmeye sahip olan (69,70) bireyler alındı.

Görme engelli grubunda kulak muayene bulgularının normal olması, normal sınırlarda işitmeye sahip olması (33), konuşmayı ayırt etme skorunun normal sınırlarda olması (80), görme engelli olması (69,70) ve görme engelli raporu olması çalışmaya alınma kriteri olarak belirlendi.

İşitme engelliler grubunda kulak muayene bulgularının normal olması, saf ses odyometri testinde ileri ve/veya çok ileri derecede sensörinöral işitme kayıplı olması(33) ve normal görmeye sahip olması (69,70) çalışmaya alınma kriterleri olarak belirlendi.

Çalışma ve kontrol gruplarındaki bireylerden bilinen herhangi bir kronik rahatsızlığı (diyabet, otoimmün hastalık, böbrek yetmezliği), kulak cerrahisi öyküsü, ototoksik ilaç kullanma öyküsü, akustik ve/veya fiziksel travma öyküsü, boyun ve bel bölgesinde rahatsızlığı olanlar çalışma dışı bırakıldı.

### 4.3. Odyolojik Değerlendirmeler

Çalışma Interacoustics marka AZ 26 model ve/veya AT 235 h model timpanometri, Interacoustics marka AC 40 model klinik odyometre ve Medelec marka Synergy model ABR cihazı kullanılarak yapıldı.

#### 4.3.1. Akustik İmmitansmetri

İmmitansmetrik ölçümler AZ model ve/veya AT 235 h model impedansmetre ile TDH 39 hoparlör ile 226 Hz ve 85 dB SPL şiddetinde probe ton kullanılarak yapıldı. Orta kulak basıncı ve akustik refleks eşikleri değerlendirildi.

### 4.3.2. Saf Ses ve Konuşma Odyometrisi

Tüm odyolojik değerlendirmeler, ses yalıtımlı odalarda standart sessiz kabinde (Industrial Acoustic Company Inc., NewYork, A.B.D.) yapıldı. Interacoustics AC 40 klinik odyometre ile birlikte TDH 39P telephonics kulaklıklar kullanılarak hava yolu ve konuşmayı alma eşikleri saptandı. Konuşmayı ayırt etme testi yapıldı. Rodioear B-71 marka kemik vibratör kullanılarak kemik yolu işitme eşikleri saptandı.

Her iki kulakta hava yolu işitme eşikleri 250, 500, 1000, 2000, 4000 ve 8000 Hz'te, kemik yolu işitme eşikleri ise 250, 500, 1000 ve 2000 Hz'te standart limit metodu yöntemi ile tespit edildi.

### 4.3.3. Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller

Çalışmaya dahil edilen işitme ve görme engelli bireyler ile normal bireylerin komple odyolojik tetkikleri yapıldıktan sonra uygun kriterleri sağlayan bireylere Medelec Synergy T marka cihazla ve TDH 49P telephonics kulaklıklar kullanılarak VEMP testleri yapıldı. Her üç grupta VEMP cevapları 500 Hz tone-burst uyaran kullanılarak ipsilateral olarak elde edildi. Her 3 grupta p13, n23 dalga latansları, amplitüdleri ve VEMP eşiği değerlendirildi. VEMP testi oturur pozisyonda yapıldı. Test esnasında çenenin karşı taraf omuzu ittirecek şekilde kontralaterale dönmesi sağlandı. Kayıt sırasında gümüş kaplama disk elektrodlar, referans elektrod uyarı verilen taraftaki SKM kasının 1/3 orta karın kısmına, aktif elektrod sternumun üst kenarına, toprak elektrod alın kısmına yerleştirildi (62).

Elektrodlar arası empedans farkının 5 kohm'un altında olmasına dikkat edildi. Alterne polarite kullanıldı. 30-1500 Hz frekans bandı ile filtrelenip amplifiye edildi. Uyarıcı monaural olarak earphone kulaklıklarla verildi. Kayıt tek

kanaldan yapıldı. VEMP eşiğinin saptanmasında 105 dB' den başlayarak 10'ar dB azaltılarak eşik tespiti yapıldı. Herbir dalga için 200 tekrar oranı ile iki ayrı trase oluşturularak dalganın tekrarlanabilirliği sağlandı.

### 4.4. İstatistiksel Değerlendirme

İstatistiksel değerlendirmeler, SPSS ( Statistical Package for the Social Science (SPSS), for Windows Version 15,0) paket programı kullanılarak yapıldı. İstatistiksel değerlendirme sırasında, VEMP testinde elde edilen p13, n23 dalga latansları ve amplitüd değerlerinin kontrol ve çalışma gruplarında farklılık gösterip göstermediği " Kruskall Wallis Varyans Analizi'' ile değerlendirilmiş ve önemli çıkan parametreler için Mann Whitney U testi kullanıldı. $p < 0.05$ olduğu durumlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

# 5. BULGULAR

Bu çalışmaya işitme engelli, görme engelli ve kontrol grubundan oluşan, her bir grupta 21 bireyin bulunduğu toplam 63 birey alınmıştır. Çalışmaya katılan grupların demografik verileri Tablo 2'de özetlenmiştir.

**Tablo 2.** Çalışmaya katılan grupların demografik verileri

| | **Cinsiyet** | | **Yaş ( Ort ± SD)** |
|---|---|---|---|
| | **Kadın** | **Erkek** | |
| Kontrol Grubu (n=21) | 3 | 18 | 31.85 ± 9.81 |
| Görme Engelliler (n=21) | 8 | 13 | 33.47 ± 7.04 |
| İşitme Engelliler (n=21) | 11 | 10 | 33.66 ± 10.61 |

SD = standart sapma (standart deviation)

Çalışmaya katılan görme engelli bireylerin görme bozukluğu etyolojileri sıklık sırasına göre 9 (%42) hastada konjenital, 3 (%14) hastada glokom, 3(%14) hastada genetik, 2 (%9) hastada retinitis pigmentosa, 2 (%9) hastada menenjit ve 2 (%9) hastada travma idi.

Çalışmaya katılan işitme engelli bireylerin işitme engeli etyolojileri sıklık sırasına göre 16 (%76) hastada konjenital, 2 (%9) hastada menenjit, 1 (%4) hastada genetik, 1 (%4) hastada kızamık ve 1 (%4) hastada travma idi.

Çalışmaya katılan bireylerin tamamında orta kulak basıncı ± 50 daPa ve Tip A timpanogram elde edildi. Kontrol grubu ve görme engelli grubunda 500, 1000, 2000, 4000 Hz' de ipsilateral ve kontralateral akustik refleksler elde edildi. İşitme engelli grubunda 500, 1000, 2000, 4000 Hz' de ipsilateral ve kontralateral akustik refleksler elde edilemedi. Yapılan odyolojik değerlendirmede kontrol grubu ve görme engelli grubunda bilateral işitme normal sınırlarda gözlendi. İşitme engelli grubunda sadece bir bireyde ileri derecede S/N işitme kaybı, diğer bireylerde çok ileri derecede S/N işitme kaybı mevcuttu.

Çalışmaya katılan tüm bireylerde VEMP eşiği saptanabildi. Kontrol grubunda bir hastada VEMP eşiği 80 dB HL'de gözlendi, çalışmaya katılan diğer bireylerde ise 85 dB HL veya üstünde VEMP eşiği saptandı. Çalışmaya katılan grupların VEMP eşiği ortalamaları Tablo 3'te verilmiştir.

**Tablo 3.** Çalışmaya katılan grupların VEMP eşiği ortalamaları

| | **VEMP eşiği dB ( Ort ± SD)** | **Minimum** | **Maksimum** |
|---|---|---|---|
| **Kontrol Grubu (n=21)** | 87.61 ± 4.06 | 80 | 95 |
| **Görme Engelliler (n=21)** | 90.47 ± 5.67 | 85 | 105 |
| **İşitme Engelliler (n=21)** | 95.23 ± 4.32 | 85 | 105 |

VEMP eşiği ortalaması en düşük kontrol grubunda (87.61±4.06) saptandı. Bunu sırasıyla görme engelliler grubu ( 90.47±5.67) ve işitme engelliler grubu (95.23±4.32) takip etmiştir.

Tüm gruplarda VEMP testinde 85 dB, 90 dB, 95 dB ve 105 dB HL'de saptanan p13, n23 dalga latansları ve interpeak amplitüd değerleri ve gruplar arası latans ve amplitüd karşılaştırmaları Tablo 4' de özetlenmiştir.

VEMP yanıtlarının değerlendirilmesinde; işitme engelliler grubunda 85 dB ve 90 dB HL'de p13 ve n23 dalga latansı elde edilemediğinden kontrol grubu ve görme engelli grubu ile karşılaştırma yapılamamıştır. 85 dB ve 90 dB HL'de görme engelliler grubunda VEMP'de p13 ve n23 dalga latansları saptandı ve kontrol grubu ile yapılan karşılaştırmada istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p > 0.05$).

**Tablo 4.** VEMP'de p13, n23 dalga latansı ve amplitüd değerlerinin karşılaştırılması

| Şiddet dB HL | Latanslar ms (Amp.µV) | Kontrol grubu | | Görme engelliler | | İşitme engelliler | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | N | Ort ± SD | n | Ort ± SD | n | Ort± SD | P |
| | p13 | | 15.05 ± 2.61 | | 15.38 ± 2.49 | | 18.14 ± 3.54 | **0.004♦** |
| 105 dB | n23 | 21 | 23.00 ± 2.72 | 21 | 22.72 ± 3.36 | 21 | 24.54 ± 3.38 | 0.209 |
| | Amplitüd | | 48.55 ± 31.82 | | 61.48 ± 53.12 | | 57.83 ± 77.34 | 0.551 |
| | p13 | | 15.06 ± 2.89 | | 15.15 ± 2.32 | | 17.98 ± 3.79 | **0.025♦** |
| 95 dB | n23 | 15 | 22.36 ± 2.98 | 19 | 22.69 ± 3.52 | 16 | 24.41 ± 3.56 | 0.266 |
| | Amplitüd | | 38.85 ± 22.05 | | 40.01 ± 33.75 | | 26.83 ± 13.64 | 0.204 |
| p13 | | | 14.76 ± 2.15 | | 13.95 ± 3.77 | | - | 0.589 |
| 90 dB | n23 | 18 | 21.85 ±3.50 | 14 | 19.38 ± 4.87 | 3 | - | 0.310 |
| | Amplitüd | | 26.75 ± 20.60 | | 21.51 ± 16.74 | | - | 0.485 |
| | p13 | | 14.96 ± 3.33 | | 16.35 ± 2.72 | | - | 0.384 |
| 85 dB | n23 | 12 | 21.54 ± 2.77 | 8 | 23.07 ± 1.91 | 1 | - | 0.238 |
| | Amplitüd | | 26.47 ± 11.78 | | 28.10 ± 18.73 | | - | 0.970 |

(♦p<0.05, 95 dB ve 105 dB HL' de kontrol grubu ile görme ve işitme engelli gruplar arasında p13 dalga latansları açısından anlamlı fark saptandı.)

VEMP yanıtlarının gruplar arası karşılaştırmasında p13 dalga latansı 95 dB HL ve 105 dB HL şiddet düzeyinde kontrol grubuna göre, görme engelli grubu ve işitme engelli grubunda anlamlı derecede uzama olduğu görüldü ($p<0.05$). n23 dalga latans değerleri ve interpeak amplitüd değerleri arasında ise anlamlı fark gözlenmedi ($p> 0.05$).

Grupların 105 dB HL şiddetinde VEMP' de p13 dalga latansları açısından kontrol grubuna göre işitme engelli grupta ileri derecede anlamlı farklılık saptandı ($p<0.001$). Benzer şekilde görme engelli grubuna göre de işitme engelli grubunda anlamlı farklılık saptandı ($p<0.05$). Kontrol grubu ile görme engelli grubu arasında istatistiksel olarak farklılık saptanmadı ($p>0.05$) (Tablo 5).

**Tablo 5.** Grupların 95 dB ve 105dB HL'de p13 dalga latansının gruplar arasındaki karşılaştırılması

| **Gruplar** | **p 13 (msn)** | |
|---|---|---|
| | **105Db** | **95Db** |
| Kontrol Grubu<br>İşitme Engelliler | **0.001** ♦♦ | **0.015** ♦ |
| Kontrol Grubu<br>Görme Engelliler | 0.529 | 0.706 |
| İşitme Engelliler<br>Görme Engelliler | **0.014**♦ | **0.019**♦ |

105 dB HL şiddetinde p13 dalga latansında işitme engelli grup ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanırken ($p<0.05$) kontrol grubu ile görme engelli grubu arasında istatistiksel farklılık saptanmadı ($p>0.05$). 95 dB HL'de p13 dalga latansları açısından görme engelli gruba göre işitme engelliler grubunda latans süresinde uzama saptandı ve bu dalga latansındaki uzama istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p=0.019$) (Tablo 5).

# 6. TARTIŞMA

İnsanlar duyuları aracılığı ile dış dünyayı algılar, ruhsal, zihinsel, sosyal gelişimini sağlar. Duyulardan birinin eksikliği algılamanın bütünlüğünü bozarak kişinin zihinsel, duygusal, sosyal yaşamını etkiler. Günlük yaşam aktivitelerinin düzgün ve kontrollü bir şekilde yapılabilmesi denge ile yakından alakalıdır.

Denge, vizüel, somatosensöriyel ve vestibüler sistemlerden gelen uyaranların integrasyonuyla sağlanır. Bunlardan herhangi birinde ortaya çıkan hasar denge problemlerine sebep olur (81–84).

Denge mekanizmalarının kontrolündeki en önemli sistem vestibüler sistemdir. Başın pozisyonundaki her değişimin algılanması ve dengenin düzenlenmesi için veri oluşturulmasını sağlar. Vestibüler sistem, doğrusal ve açısal hareketlerimizi algılayan bir yapıdır (85). Vestibüler bozuklukların eşlik ettiği konjenital sensörinöral işitme kayıplı çocuklarda santral vestibüler kompansasyonun gelişiminde görme önemli rol oynamaktadır (86).Vestibüler sisteme en önemli duyu desteğini görme verir. Görsel sistem, hareketlerimizi planlayan ve yolumuzu görmemizi engelleyen durumları bildiren ilk sistemdir. Düşük görsel girdi, vestibüler sistem tarafından telafi edilir. Görsel kontrolün postural stabilite üzerinde etkisi vardır. Duyularımızın %80'i görsel sistem tarafından toplanır. Hareketlerin kontrolü özellikle gözler tarafından koordine edilmektedir. Görsel sistem sadece nesneleri kavramak için değil, aynı zamanda vücudun durumu hakkında beyine bilgi vermek için kullanılır (87, 88).

İç kulağın 2/3'ünü vestibüler sistem, 1/3'ünü koklea oluşturmaktadır. Hasarlı vestibüler sistem kişinin yaşam kalitesini azaltabilir. Dengeyi

değerlendirmek için en sık kullanılan testler ENG veya daha güncel bir test olan videonistagmografi (VNG)'dir.

Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller, dengenin değerlendirilmesinde yeni kullanılmaya başlanan bir test yöntemi olup, hastayı rahatsız etmeden test etme olanağı sağlar (9). VEMP sakküler makula yoluyla inferior vestibüler sinir, lateral vestibüler çekirdek, medial vestibülospinal yol ve SKM motor nöronlarından kaynaklanmaktadır. VEMP testi sakküler patoloji ve sakkulokolik refleks patolojilerini değerlendirmek için kullanılmaktadır (61). Sakküler disfonksiyon vestibüler sistemde eksiklik yaratabilir. Son yıllarda işitme engellilerde vestibüler fonksiyon bozukluklarına farkındalık artmıştır, VEMP testi bu amaçla kullanılan prosedürlerden biridir (14).

Chen ve ark. (90), 15-70 yaş arasındaki görme engelli bireylerde yaptıkları çalışmada yaşla birlikte denge kontrolünün azaldığını belirtmişlerdir. Siegel ve ark. (91), işitme engelli bireylere yaptıkları Bruininks- Oseresky Motor Beceri Testi' nde standart değerleri normal bireylerden oldukça düşük bulmuşlardır. Fakat 4,5-14,5 yaş grubu arasında yapılan çalışmada yaş ve cinsiyetle dengenin alakalı olmadığı sonucuna varmışlardır. Yapılan çalışmalarda VEMP testinin 60 yaş üstü bireylerde güvenilirliğinin azaldığı amplitüdlerinde düşüş, latanslarında ise uzama gözlendiği ve bu yaş grubu için ayrı bir standart oluşturulması gerektiği gösterilmiştir (2, 92, 93). Ayrıca yaşlanmaya bağlı olarak vestibüler tüylü hücreleri, afferent sinir lifleri ve skarpa ganglion hücrelerinde morfolojik değişiklikler tanımlanmıştır. Vestibüler sinir lifleri sayıca azalır. Sistemik hastalıklar, kullanılan ilaçlar ve postural kontrol mekanizmalarının azalması 60 yaş üstü bireylerde vestibüler fonksiyonda değişiklikler oluşturmaktadır (94). Bu

nedenle çalışmamıza 18-50 yaş arası işitme ve görme engelli bireyler ile normal bireyler dahil edilmiştir.

Araştırmacılar yaptıkları çalışmalarda en iyi VEMP cevabının 500 Hz tone burst uyaran ile elde edildiğini belirlemişlerdir. Bazı araştırmacılar uyarının türünün VEMP cevabında önemli olmadığını klik veya tone burst uyaran kullanılabileceğini belirtmişlerdir (4, 93, 95). Çalışmamızda VEMP testi, 500 Hz tone burst uyaran kullanılarak yapılmıştır.

Maes ve ark. (96), VEMP testinin güvenilirliğini test etmek için yaptıkları çalışmada 61 sağlıklı bireyi test etmişlerdir. Bir hafta sonra 14 birey yeniden test edilmiştir. p13, n23 ve interpeak latans paremetrelerinde güvenilir sonuçlar elde edilmiştir. VEMP testi tekrarlanabilir bir test olduğundan klinikte kullanılabilir olduğu sonucuna varmışlardır.

Wang ve Young (97), VEMP testinde çift taraflı uyaran ile tek taraflı uyaran verilerek yapılan sonuçları karşılaştırmışlardır. Cevapları aynı bulmuşlar ve tek taraflı VEMP testinde olası patoloji tespit edilebilir sonucuna ulaşmışlardır. Çalışmamızda VEMP testi ipsilateral olarak yapılmıştır.

Wu ve Young (54), Meniere hastalığı ve alçak frekanslarda ani sensörinöral (S/N) işitme kaybı olan hastaları değerlendirmişlerdir. Tedavi öncesi ve tedavi sonrası VEMP değerlendirmesi yapmışlardır. Ani alçak frekanslarda S/N düşüşü olan hastalarda tedavi sonrası VEMP testinde anlamlı düzelme görülmüştür. VEMP testinin Meniere ile ani alçak frekanslarda S/N işitme kaybının ayırıcı tanısında kullanılabileceğini göstermişlerdir.

Sazgar ve ark. (55), yüksek frekans S/N işitme kaybı olan 50 hastaya VEMP testi uygulamışlardır. Yüksek frekanslarda 40 dB' den daha fazla işitme

kaybı olan bireylerde sakküler bozulmanın daha fazla olduğu ve koklea ve sakkulus'a zarar veren mekanizmanın aynı olabileceğini göstermişlerdir. Bu hastalarda sakkulus subklinik bozukluklar gösterebilecegi sonucuna varmışlardır.

Hong ve ark. (56), vertigo şikayeti olmayan 52 ani işitme kaybı (AİK) olan hastada VEMP testi ile sakkulus fonksiyonlarını incelemişler ve işitme eşiği, odyogram tipi ve işitmenin düzelmesine göre sonuçları değerlendirmişlerdir. Çalışmada 1000 Hz ve üzerindeki frekanslarda 90 dB ve daha fazla kaybı olan hastalarda sakküler epitelyumda subklinik bozulmanın hasta ile ilişkili olduğunu göstermişlerdir.

Heide ve ark. (58), VEMP testinin beyin sapı temsilini değerlendirmek için beyin sapı infarktı olan 29 hastaya test yapmışlar, anormal VEMP cevaplarının sadece periferik vestibüler sistem patolojilerinden değil, santral patolojilerden de etkilenebileceğini göstermişlerdir.

Ochi ve ark. (98), normal bireylerde VEMP eşiklerini 80–95 dB arasında bulmuşlardır. Eşik yükselmesini sakküler hipofonksiyon olarak değerlendirmişlerdir. Çalışmamızda normal bireylerde VEMP eşiği 87.61 ± 4.06 dB HL, görme engellilerde 90.47±5.67dB HL, işitme engellilerde 95.23 ± 4.32 dB HL olarak bulunmuştur. İşitme engellilerde VEMP eşikleri kontrol ve görme engelliler grubuna göre daha yüksek bulunmuştur.

Wang ve ark. (99), yaptıkları çalışmada ani ileri derecede S/N işitme kaybı olan 88 hastanın işitsel beyinsapı cevapları (ABR) ve VEMP kolerasyonunu karşılaştırmışlardır. VEMP dalgalarının elde edilmesinin işitmenin düzelebileceğini gösterdiğine ve vertigo varlığında prognozun daha kötü olduğu sonucuna varmışlardır.

Bhansali (59), vestibüler hastalıkların tanısında ENG ve VEMP sonuçlarını karşılaştırmak amacıyla yaptığı çalışmasına vertigo şikayeti olan 160 hastayı dahil etmiştir. VEMP cevabı alınamayan 44 hasta çalışma dışı bırakılmıştır ve 32 hastada vestibular nörinitis, 17 hastada meniere hastalığı, 15 hastada bening paroksismal pozisyonel vertigo, 12 hastada santral vestibüler fonksiyon bozukluğu tespit edilmiştir. Onüç kişiye diğer vestibüler tanı, 27 kişiye de vestibüler olmayan hastalık tanısı konulmuştur. VEMP testi bu çalışmada ele alınan hastalıklar dahil çeşitli hastalıkların tanısında faydalıdır sonucuna varılmıştır.

Weaver ve ark. (100), yaptığı çalışmada gören bireyler ile kör bireylerin işitsel becerilerini aynı bulmuşlardır. Bununla beraber Schwesig ve ark.(101), konjenital ve edinsel görme engellilerde yaptıkları posturografi çalışmasında edinsel görme engelinin postural kontrolü olumsuz etkilediğini bulmuşlardır. Doğuştan görme engellilerde somatosensöryel ve vestibüler sistemin kompansatuar mekanizmalar olarak çalıştığı sonucuna varmışlardır. Çalışmamızda VEMP testinde normal bireyler ile görme engelli bireyler arasında anlamlı fark bulunamamıştır. Görme engelliler ile işitme engelliler arasında yapılan değerlendirmede işitme engellilerin p13 dalga latanslarının anlamlı derecede uzadığı görülmüştür. n23 dalga latansı ve interpeak amplitüd değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Çalışmamıza konjenital ve erken dönemde (3-15 yaş) edinilmiş görme engeli olan bireyler alınmıştır. VEMP testinde görme engelli bireylerin sakkul fonksiyonlarının normal olduğu ve görme engeline bağlı denge problemi olmadığı tespit edilmiştir.

Maeda ve ark. (102), görme bozukluğu olan yaşlılarda azalmış ayakta durma dengesine vücut destek etkinliğini değerlendirmek amacıyla yaptıkları çalışmada 44 görme engelli ve 39 normal bireyin baston yardımıyla, destek olmadan ve bir duvara dokunarak ayakta durma dengesini ölçmüşlerdir. Görme engelli yaşlılarda duvara dokunarak ve baston yardımıyla dengenin daha etkin olduğu sonucuna varmışlardır.

Stones ve Kozma **(**103), 50–82 yaş arası 225 bireyin postural kontrol yetenegini değerlendirmişlerdir. Denge yeteneği yaşla güçlü korelasyon beraber doğuştan görme engellilerin az görenlere göre daha uzun süre dengede kaldığını göstermiştir. Çalışmamızda 9 görme engelli birey 2 yaş öncesi, 12 görme engelli birey ise 3 yaşından sonra görme yetisini kaybetmiştir. Çalışmamızda da görme engelli bireylerde VEMP testinde normal bireylere göre denge bozuklukları gözlenmemiştir. Literatürde görme engelli bireylerde VEMP çalışmasına rastlanmamıştır**.**

Neuhauser ve Lemport (104), Meniere hastalığı, vestibüler nöronit, akustik nörinom ve multipl skleroz tanılı olguların VEMP yanıtlarını karşılaştırmışlardır. Çalışmada p13 latans uzaması multipl skleroz grubundaki tüm olgularda gözlenmiş ve uzamış latansın beyin sapı lezyonlarında veya vestibülospinal yolağa ait patolojilerde tanıyı destekleyici olduğunu bildirmişlerdir. p13 latans uzamasına, n23 latans uzamasından daha sıklıkla rastlanıldığını belirtmişlerdir. Murofushi ve ark. (105), Meniere hastalığı, vestibüler nörinit, akustik nörinom ve multipl skleroz hastalarında yaptıkları çalışmada uzamış latanslar retrolabirentin ya da santral vestibüler hastalıkların haberci olduğu, p13 latans uzamaları vestibülospinal yol lezyonlarını gösterir

sonucuna varmışlardır. Çalışmamızda p13 dalga latansı 95 ve105 dB HL'de işitme engelli grupta normal ve görme engelli bireylere göre istatistiksel olarak anlamlı derecede uzun bulunmuştur. Çalışma grupları ve kontrol grubunda 105, 95, 85 dB şiddetinde n23 dalga latansı ve interpeak amplitüdlerinde anlamlı bir fark saptanmamıştır. İşitme engellilerde p13 latans uzaması periferik vestibüler sistemden çok vestibülospinal liflerdeki iletim zayıflığına bağlı olarak vestibülospinal yoldaki geç uyarılabilirliği düşündürmüştür.

Dengede kalmak için en önemli duysal girdi somatosensöryel sistemler, vestibüler sistem ve görsel sistemdir. Görsel ve somatosensöryel sistem ortamdan gelen bilgileri toplar ve vestibüler sistem için referans oluşturur. Vestibüler sistemin olgunlaşması göz stabilizasyonuna, baş ve vücudun dik duruş pozisyonda kalmasına yardımcı olur. Yaş ilerledikçe vestibüler sistem ve somatosensöryel sistem baskın hale gelir.

Bu çalışmada doğuştan veya erken dönemde edinilmiş işitme ve görme engelli bireyler VEMP testiyle değerlendirilmiştir. VEMP testinde görme engelli ve normal bireyler arasında p13 n23 dalga latansı ve amplitüdlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir. Normal bireylerin VEMP eşiği 87.61 ± 4.06 dB HL, görme engelli bireylerin VEMP eşiği 90.47 ± 5.67 dB HL olarak tespit edilmiştir. İşitme engelli bireylerin VEMP testinde 105 dB HL ve 95 dB HL'de p13 dalga latansı normal ve görme engelli bireylere göre anlamlı derecede uzamıştır. 90dB HL ve 85dB HL'de yetersiz veri nedeniyle değerlendirme yapılamamıştır. Bütün gruplarda VEMP amplitüdleri ve n23 dalga latansında gruplar arasında anlamlı fark bulunamamıştır. İşitme engelli bireylerde VEMP eşiği 95.23 ± 4.32 dB HL olarak bulunmuştur. Bu çalışmada ENG ve VNG ile

değerlendirilemeyen görme engelliler VEMP testiyle değerlendirilmiştir. İşitme engelli bireylerde sakkulusta subklinik bozulmalar olabilecegi gösterilmiştir. Bu çalışma VEMP klinik uygulamalarının işitme ve görme engelli bireylerde vestibüler sistemin değerlendirilmesinde faydalı olabileceğini göstermektedir.

# 7. KAYNAKLAR


1. Zhou G, Cox LC. Vestibular evoked myogenic potentials: History and overview. Am J Audiol 2004; 13: 135-143.

2. Welgampola MS, Colebatch JG. Characteristics and clinical applications of vestibular evoked myogenic potentials Neurology 2005; 64: 1682-1688.

3. Akin FW, Murnane OD, Proffitt TM. The effects of click and tone-burst stimulus parameters on the vestibular evoked myogenic potential (VEMP). J Am Acad Audiol 2003; 14: 500-509.

4. Murofushi T, Kaga K. Vestibular evoked myogenic potentials: ıts basics and clinical applications. Tokyo: Springer, 2009.

5. Murofushi T, Halmagyi GM, Yavor RA, Colebatch JG. Absent vestibular evoked myogenic potentials in vestibular neurolabyrinthitis: An indicator of inferior vestibular nerve involvement? Arch Otolaryngol Head Neck Surg 1996; 122: 845-848.

6. Ferber Viart C, Dubreuil C, Duclaux R. Vestibular evoked myogenic potentials in humans: a review. Acta Otolaryngologica 1999; 119: 6-15.

7. Welgampola MS, Colebatch JG. Characteristics of tone burst-evoked myogenic potentials in the sternocleidomastoid muscles. Otology Neurotology 2001; 22: 796-802.

8. Zagolski O, Jurkiewicz D. Functional evaluation of the vestibular organ in infants with risk factors for hearing loss occurring in the Perinatal Period. Med Sci Monit 2006; 12: 248–52.

9. Ceryan K, Şerbetçioğlu MB. Baş dönmesi olan hastada öykü, muayene ve tanı. Çelik O. (Editör). Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş Boyun Cerrahisi. 2. Baskı, İzmir: AsyaTıp Kitapevi 2007: 36–62.

10. Navarro AS, Fukujima MM, Fontes SV, Matas SL, Prado GF. Balance and motor coordination are not fully developed in 7 year old blind children. Arq Neuropsiquiatr 2004; 62: 654–7.

11. Özden S. Görme bozuklukları ve denge. Ardıç FN. (Editör). Vertigo. İzmir. Güven Kitapevi 2005: 417–8.

12. Shepard NT, Telian SA. Evaluation of Balance System Function. Katz J. (Editör). Handbook of Clinical Audiology. Baltimore: Wiliams &Wilkins, 1994: 424–27.

13 Potter CN, Silverman LN. Characteristics of vestibular function and static balance skills in deaf children. Phys Ther 1984; 64: 1071–5.

14. Zhou G, Kenna MA, Stevens K, Licameli G. Assessment of saccular function in children with sensorineural hearing loss. Arch Otolaryngol Head Neck Surg 2009; 135: 40–4.

15. Butterfield SA. Influence of age, sex, hearing loss and balance on development of running by deaf children. Percept Mot Skills 1991; 73: 624–6.

16. Jafari Z, Malayeri SA. The effect of saccular function on static balance ability of profound hearing impaired children. Int J Pediatr Otolaryngol 2011; 75: 919- 92.

17. Kulağın Bölümleri. www.yeniresim.com/img 1972.htm. Erişim Tarihi.13.02.2013.

18. Akyıldız AN. Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi. Ankara: Bilimsel Tıp Yayınevi, 1998.

19. Esmer N, Akıner NM, Karasalihoğlu AR, Saatçi MR. Klinik Odyoloji. 1.Baskı, Ankara: Özışık Matbaacılık, 1995.

20. Haque A, Dickman JD. Vestibular system function: from physiology to pathology. ClarkWW, Ohlemiller KK. (Editors). Anatomy and Physiology of Hearing for Audiologists. Canada: Cengage Learning 2008: 284-310.

21. Çakır N. Otolaringoloji Baş ve Boyun Cerrahisi. Nobel Tıp Kitabevleri, 2006.

22. Santi PA, Mancini P. Koklear anatomi ve santral işitme yolları. Cummings CW, Flint PW, Harker LA, Haughey BH, Rıchardson MA, Robbins KT, Schuller DE, Thomas JR. (Editors). Koç C. (Çeviri Editörü). Cummings Otolaringoloji Baş ve Boyun Cerrahisi. 4. Cilt, Ankara: Öncü Basımevi 2007: 3373-3401.

23. Avan P, Bonfils P. Anatomy of peripheral auditory and vestibular systems. Luxon LM, Furman JM, Martini A, Stephens D. Textbook of Audıologıcal Medıcıne. Canada: Taylor & Francis 2003: 3-11.

24. TC. Sağlık Bakanlığı Sağlık Hizmetlerinde Okul Sağlığı Kitabı, TC. Sağlık Bakanlığı Refik Saydam Hıfsısıhha Merkezi Başkanlığı, Hıfsıhha Mektebi Müdürlüğü, Sağlık Bakanlığı, Türkiye. 2008.

25. Belgin E. Ülkemizde işitme kayıplarının nedenleri özel eğitim yaklaşımları. Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi 1992; 1: 6-7.

26. Sennaroğlu L. Konjenital sensörinöral işitme kayıpları. Akyol MU. (Editör). Pediatrik Kulak Burun Boğaz Hastalıkları. Ankara: Güneş Kitapevi, 2003: 51-57.

27. Martin FN, Clark JG. Introduction to Audiology. 8. Baskı, Walsh &Associates Inc. 2003: 3-15.

28. Billings RK, Kenna AM. Causes of pediatric sensorineural hearing loss yesterday and today. Arch Otolaryngol Head Neck Surg 1999; 125: 517-521.

29. Huang BY, Zdanski C, Castillo M. Pediatric sensorinural hearing loss, part 1: practical aspects for neuroradiologists. Am Sci Neuroradiol 2012; 33: 1-7.

30. Smith R, Bale J, White K. SNHL in children. Lancet 2005; 65: 879-891.

31. Isaacson JE. Vora NM. Differential diagnosis and treatment of hearing loss. Am Family Physic 2003; 68: 1125-1132.

32. Şahlı AS. Belgin E. Ülkemizde işitme kayıplı çocukların profili ve tedavi yaklaşımları. Hacettepe Tıp Dergisi 2011; 42: 82-87.

33. Northern JL, Downs MP. Hearing in Children. Philadelphia: Lippincott Williams &Wilkins, 2002.

34. Ataman A. Görme yetersizliğinin çocuklar üzerindeki etkileri. Tüfekçioğlu U. (Editör). İşitme, Konuşma ve Görme Sorunları Olan Çocukların Eğitimi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Yayınları, 2003: 235-256.

35. Özsoy Y, Özyürek M, Eripek S. Özel Eğitime Muhtaç Çocuklar "Özel Eğitime Giriş" Ankara: Karatepe Yayınları, 2002: 21-24.

36. Kılıç YA, Tanatmış M. Kontrol Sistemleri (Sinir, Endokrin) ve Duyu Organları. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları, 1998: 204-208.

37. Vestibüler Sistem. http://www.britannica.com/EBchecked/topic-art/175622/humanear /65037. Erişim tarihi: 25.08.2013

38. Kingma H. Function tests of the otolith or statolith system. Curr Opin Neurol 2006; 19: 21-25.

39. Minor LB, Hullar ET, Zee DS. Anatomy and physiology of the vestibular system. Lustig LR, Niparko JN. (Editors). Clınıcal Neurotology. Canada: Taylor Francis 2003: 37-54.

40. Sans A, Scarfone E. Afferent calyces and type I hair cells during development. Anew morphofunctional hypothesis. Ann N Y Acad Sci 1996; 781: 1-12.

41. Lysakowski A. Vestibüler uç organ ve sinir yollarının anatomisi. Cummings CW, Flint PW, Harker LA, Haughey BH, Rıchardson MA, Robbins KT, Schuller DE, Thomas JR. (Editors). (Editors). Koç C. (Çeviri Editörü). Cummings Otolaringoloji Baş ve Boyun Cerrahisi. 4. Cilt, Ankara: Öncü Basımevi 2007: 3089- 3114.

42. Welgampola MS, Colebatch JG. Vestibulocollic reflexes: normal values and the effect of age. Clin Neurophysiol 2001; 112: 1971–1979.

43. Akın SM. Vestibuler Sistemin Fonksiyonel Anatomisi, İÜ. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri, Baş Ağrıları Baş Dönmeleri Sempozyumu İstanbul: 1998; 133–145.

44. Picciotti PM, Fiorita A, Di NW, Calo L, Scarano E, Paludetti G: Vestibular evoked myogenic potentials in children. Int J Pediatr Otorhinolaryngol 2007; 71: 29–33.

45. Takeichi N, Sakamoto T, Fukuda S, Inuyama Y. Vestibular evoked myogenic potential (VEMP) in patients with acoustic neuromas. Auris Nasus Larynx 2001; 28: 39–41.

46. Hain TC. Vestibular Evoked Myogenic Potential (VEMP) Testing; 2004. www.tchain.com/otoneurology/testing/vemp.html

47. Halmagyi GM, Colebatch JG, Curthoys IS. New tests of vestibular function. Baillieres Clin Neurol 1994; 3: 485–500.

48. Colebatch JG, Halmagyi GM. Vestibular evoked potentials in human neck muscles before and after unilateral vestibular deafferentation. Neurology 1992; 42: 1635- 1636.

49. Rosengren SM, Welgampola MS, Colebatch JG. Vestibular evoked myogenic potentials: past, present and future.Clin Neurophysiol 2010; 121: 636-51.

50. Welgampola MS. Evoked potential testing in neuro-otology. Curr Opin Neurol 2008; 21: 29–35.

51. Rajati M, Bakhshaee M, Naghavi E, Hoseinnejad F, Rouhi HR, Movahhed R. Studying VEMP in Sudden Sensorineural Hearing Loss. Iranian Journal Of Otorhinolaryngology 2011; 64: 9–13.

52. Iwasaki S, Takai Y, Ozeki H, Ito K, Karino S, Murofushi T. Extent of lesions in idiopathic sudden hearing loss with vertigo: study using click and galvanic vestibular evoked myogenic potentials. Arch Otolaryngol Head Neck Surg 2005; 131: 857–62.

53. Iwasaki S, Takai Y, Ito K, Murofushi T. Abnormal vestibular evoked myogenic potentials in the presence of normal caloric responses. Otol Neurotol 2005; 26: 1196–9.

54. Wu CL, Young YH. Vestibular evoked myogenic potentials in acute low-tone sensorineural hearing loss. Laryngoscope 2004; 114: 2172–5.

55. Sazgar AA, Dortaj V, Akrami K, Akrami S, Karimi Yazdi AR. Saccular damage in patients with high-frequency sensorineural hearing loss. Eur Arch Otorhinolaryngol 2006; 263: 608–13.

56. Hong SM, Byun JY, Park CH, Lee JH, Park MS, Cha CI. Saccular damage in patients with idiopathic sudden sensorineural hearing loss without vertigo. Otolaryngol Head Neck Surg 2008; 139:541–5.

57. Shinjo Y, Jin Y, Kaga K. Assessment of vestibular function of infants and children with congenital and acquired deafness using the ice-water caloric test, rotational chair test and vestibular-evoked myogenic potential recording. Acta Otolaryngol 2007; 127: 736–47.

58. Heide G, Luft B, Franke J, Schmidt P, Witte OW, Axer H. Brainstem representation of vestibular evoked myogenic potentials. Clin Neurophysiol 2010; 121: 1102–8.

59. Bhansali S. Comparing the VEMP and ENG tests in vestibular diagnosis. Otolaryngol Head Neck Surg 2008; 139: 156.

60. Nong DX, Ura M, Kyuna A, Owa T, Noda Y. Saccular origin of acoustically evoked short latency negative response. Otol Neurotol 2002; 23: 953–7.

61. Colebatch JG, Halmagyi GM, Skuse NF. Miyogenic potentials generated by a click-evoked vestibulocollic reflex. J Neurol Neurosurg Psychiatry 1994; 57: 190-197.

62. Young YH, Wu CC, Wu CH. Augmentation of vestibular evoked myogenic potentials: an indication for distended saccular hydrops. Laryngoscope 2002; 112: 509–512.

63. TC. Milli Eğitim Bakanlığı. Çocuk Gelişimi ve Eğitimi. İşitme Engelliler. Ankara: 2010.

64. Türk İstatistik Kurumu. Özürlülerin sorun ve beklentileri araştırması. 2010. http//www.tuik.gov.tr. Erişim Tarihi: 27.03.2013.

65. Belgin E. Çağlar A. İşitme Engelli Çocuklara Okul Öncesi Eğitimde Yaklaşım Prensipleri. MEB UNİCEF işbirliği. Ankara: 1996.

66. Sucan S. Yılmaz A. Can Y. Süer C. Aktif futbol oyuncularının çeşitli denge parametrelerinin değerlendirilmesi. Sağlık Bilimleri Dergisi 2005; 14: 36-42.

67. Woollacott M, Shumway-cook A. Attention and control of posture and gait: a review of an emerging area of research. Gait and Posture 2002; 16: 1–14.

68. Özsoy Y, Özyürek M, Eripek S. Özel Eğitime Muhtaç Çocuklar Özel Eğitime Giriş. Ankara: Karatepe Yayınları, 2002.

69. Colenbrander A, Fletcher DC. Basic concepts and terms for low vision rehabilitation. Am J Occup Ther 1995; 49: 865–869.

70. Atasavun Uysal S, Akı E. Konjenital görme engelli çocukların el fonksiyonlarının gören yaşıtları ile karşılaştırılması. Fizyoterapi Rehabilitasyon 2009; 20: 76-82.

71. TC. Milli Eğitim Bakanlığı. Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi. Çocuk Gelişimi ve Eğitimi. Görme Engelliler. Ankara, 2008.

72. Cavkaytar A, Diken İH. Özel Eğitime Giriş. Ankara: Kök Yayıncılık, 2005.

73. Juodzbaliene V, Muckus K. The influence of the degree of visual impairment on psychomotor reaction and equilibrium. Medicina (Kaunas) 2006; 42: 49-56.

74. Aydoğ E, Aydoğ ST, Cakci A, Doral MN. Dynamic postural stability in blind athletes using the biodex stability system. Int J Sports Med 2006; 27: 415-418.

75. Ray CT, Horvat M, Croce R, Mason RC, Wolf SL. The impact of vision losson postural stability and balance strategies in individuals with profound vision loss. Gait Posture 2008; 28: 58–61.

76. Sundberg S. Maximal oxygen up take in relation to age in blind and normalboys and girls. Acta Paediatr Scand 1982; 71: 603-8.

77. Kayıhan H, Sade A, Cavlak U, Uysal H. Görme özürlü ve sağlıklı gençlerde denge ve dokunma algılamasının karşılaştırılması. Fizyoterapi Rehabilitasyon 1989; 6: 63–75.

78. Atasavun Uysal S, Erden Z, Akbayrak T, Demirtürk F. Comparison of balance and gait in visually or hearing impaired children. Percept Mot Skills 2010; 111: 71–80.

79. Aki E, Atasavun S, Turan A, Kayihan H. Training motor skills of children with low vision. Percept Mot Skills 2007; 104: 1328-36.

80. Silman S, Silverman C. Auditory Diagnosis: Principles and Applications. Sandiag London: Singular Pub Group, 1997.

81. Rogers MW, Mille ML. Lateral stability and falls in older people. Exerc Sport Sci Rev 2003; 31: 181–187.

82. Balkany TJ, Finkel RS. The dizzy child. Ear Hear 1986; 7: 138–142.

83. McLeod B, Hansen E. Effects of the eyerobics visual skills training program on static balance performance of male and female subjects. Percept Mot Skills 1989; 69: 1123–1126.

84. AL Desmond, Vestibular rehabitation. M. Valente H. Hosford DM, RJ Roeser (eds). Auditory Treatment 2n ed. Thieme medical publisher Inc, New York, 2008. 452–470.

85. Woollacott M, Shumway Cook A. Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. Gait Posture 2002; 16:1–14.

86. Kaga K, Shinjo Y, Jin Y, Takegoshi H. Vestibular failure in children with congenital deafness. Int J Audiol 2008; 47: 590–599.

87. Frank JS, Earl M. Coordination of posture and movement. Physical Therapy 1990; 70: 855–863.

88. Friedrich M, Grein HJ, Wicher C, Schuetze J, Mueller A, Lauenroth A, Hottenrott K, Schwesig R. Influence of pathologic and simulated visual dysfunctions on the postural system. Exp Brain Res 2008; 186: 305–314.

89. Ackley RS, Tamaki C, Oliszewski C, Invers D. Vestibular Evoked Myogenic Potentials in Deaf and Hard of Hearing Subjects. Clınıcal Topics In Otoneurology 2004; 4: 1-7.

90. Chen EW, Fu AS, Chan KM, Tsang WW. Balance control in very old adults with and without visual impairment. Eur J Appl Physiol 2012; 112: 1631-1636.

91. Siegel JC, Marchetti M, Tecklin JS. Age-related balance changes in hearing-impaired children. Phys Ther 1991; 71: 183–9.

92. Lee SK, Cha CI, Jung TS, Park DC, Yeo SG.Age-related differences in parameters of vestibular evoked myogenic potentials. Acta Otolaryngol 2008; 128: 66–72.

93. Janky KL, Shepard N. Vestibular evoked myogenic potential (VEMP) testing: normative threshold response curves and effects of age. J Am Acad Audiol 2009; 20: 514–22.

94. Hullar E, Minor LB, Zee DS. Vertigolu hastanın değerlendirilmesi. Cummings CW, Flint PW, Harker LA, Haughey BH, Rıchardson MA, Robbins KT, Schuller DE, Thomas JR. (Editors). Koç C. (Çeviri Editörü). Cummings Otolaringoloji Baş ve Boyun Cerrahisi. 4. Cilt, Ankara: Öncü Basımevi 2007: 3160 - 3198.

95. Rauch SD, Zhou G, Kujawa SG, Guinan JJ, Herrmann BS. Vestibular evoked myogenic potentials show altered tuning in patients with Ménière's disease. Otol Neurotol 2004; 25: 333–8.

96. Maes L, Vinck BM, De Vel E. et al. The vestibular evoked myogenic potential: a test-retest reliability study. Clin Neurophysiol 2009; 120: 594-600.

97. Wang SJ, Young YH. Vestibular evoked myogenic potentials using simultaneous binaural acoustic stimulation. Hear Res 2003; 185: 43–8.

98. Ochi K, Ohashi T, Nishino H. Variance of vestibular-evoked myogenic potentials. Laryngoscope 2001; 111: 522–7.

99. Wang CT, Huang TW, Kuo SW, Cheng PW. Correlation between audiovestibular function tests and hearing outcomes in severe to profound sudden sensorineural hearing loss. Ear Hear 2009; 30: 110–4.

100. Weaver KE, Stevens AA. Auditory gap detection in the early blind. Hear Res 2006; 211: 1–6.

101. Schwesig R, Goldich Y, Hahn A, Müller A, Kohen-Raz R, Kluttig A, Morad Y. Postural control in subjects with visual impairment. Eur J Ophthalmol 2011; 21: 303-9.

102. Maeda A, Nakamura K, Otomo A, Higuchi S, Motohashi Y. Body support effect on standing balance in the visually impaired elderly. Arch Phys Med Rehabil 1998; 79: 994–7.

103. Stones MJ, Kozma A. Balance and age in the sighted and blind. Arch Phys Med Rehabil 1987; 68: 85–9.

104. Neuhauser H, Lempert T. Vertigo and dizziness related to migraine: a diagnostic challenge Cephalalgia 2004; 24: 83–91.

105. Murofushi T, Shimizu K, Takegoshi H, Cheng PW. Diagnostic value of prolonged latencies in the vestibular evoked myogenic potential. Arch Otolaryngol Head Neck Surg 2001; 127: 1069–72.

# 8. EKLER

**EK A:** Etik Kurul Kararı

**T.C.**
**FIRAT ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ**
**Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı**

**Sayı :** 38 09/02/2012
**Konu:** Etik Kurul Kararı

**Kulak Burun ve Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı Başkanlığına**

İlgi: 18.01.2012 tarih ve 18 sayılı yazınız.

Kulak Burun ve Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. Turgut KARLIDAĞ yönetiminde, Yüksek Lisans Öğrencisi Asuman KÜÇÜKÖNER'e ait "İşitme ve Görme Engelli Bireylerde Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller" konulu çalışması görüşülmüş ve etik olarak uygun bulunmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof. Dr. Mehmet TOKDEMİR
Etik Kurul Başkanı

EKİ:
Etik Kurul Kararı 1 (bir) sayfa

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı

## ETİK KURUL KARARI

| TOPLANTI TARİHİ | TOPLANTI SAYISI | KARAR NO | ÖZÜ |
|---|---|---|---|
| 09.02.2012 | 04 | 12 | Yüksek Lisans Öğr. Asuman KÜÇÜKÖNER |

**KARAR**

"İşitme ve Görme Engelli Bireylerde Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller" konulu çalışma etik kurulumuzda görüşülmüş olup; çalışmanın etik kurallara uygun olduğuna oybirliğiyle karar verilmiştir.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Prof. Dr. Mehmet TOKDEMİR (Başkan) | | Doç. Dr. Erol KELEŞ (Başkan Yardımcısı) | Katılmadı |
| Yrd. Doç. Dr. Selçuk İLHAN (Raportör) | | Doç. Dr. S. Erhan DEVECİ (Üye) | |
| Doç. Dr. Yaşar DOĞAN (Üye) | | Doç. Dr. Refik AYTEN (Üye) | |
| Doç. Dr. Dilara KAMAN (Üye) | | Doç. Dr. Mete ÖZCAN (Üye) | |
| Doç. Dr. Oktay BELHAN (Üye) | | Uzm. Dr. Özgen ARSLAN SOLMAZ (Üye) | |
| Av. Murat TOKGÖZ (Üye) | | İsmet TANYERİ (Üye) | |

**EK B**

## BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

**Araştırmacının Açıklaması**

Fırat Üniversitesi Hastanesi Kulak Burun ve Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı Odyoloji Ünitesinde yapacağımız çalışma için gönüllü olmak ister misiniz?

"İşitme ve Görme Engelli Bireylerde Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller" isimli çalışmada yer almak üzere davet edilmiş bulunmaktasınız. Bu çalışma, araştırma amaçlı olarak yapılmaktadır ve katılım gönüllük esasına dayalıdır. Çalışmaya katılmaya karar vermeden önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Çalışma hakkında tam olarak bilgi sahibi olduktan sonra ve sorularınız cevaplandıktan sonra eğer katılmak isterseniz sizden bu formu imzalamanız istenecektir. Bu araştırma, KBB Anabilim Dalında Prof. Dr. Turgut KARLIDAĞ'ın sorumluluğu altındadır.

**Çalışmanın amacı;**

İşitme engelliler dışardan gelen uyaranları işitsel olarak algılayamadıkları için birbirleriyle bağlantılı olarak çalışan denge merkezlerinde fonksiyonel yetersizlik görülür. Denge dış çevre ile ilişkili vücudu oryantasyonda tutma yeteneğidir ve bu da görsel iletilerin devamlılığına bağlıdır.

İnsanoğlu gelişimi boyunca yaptığı hareketler sırasında dengenin de etkisiyle psikomotor becerileri kazanır. Hareket halinde olan insan organizmasının dengesini sağlayabilmesi için santral sinir sistemine ihtiyacı olan en güvenilir verileri görsel inputlar sağlamaktadır.

Denge üç ayağı olan kuleye benzetilebilir. Üç ayak üstünde dengede kalabilecek şekilde yapılan kule sadece iki ayağı sağlam kaldığı takdirde, denge ancak yoğun bir çabayla sağlanabilir. Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller testi (VEMP), vestibüler sistemin rahatsızlıklarında tanı amaçlı kullanılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, dengenin temel unsurlarından görme ve işitme yetersizliğinden denge sisteminin nasıl etkilendiğini Vestibüler Uyarılmış

**EK B**

Miyojenik Potansiyeller ile değerlendirip, işitmesi ve görmesi normal bireylerle karşılaştırmaktır.

**Bu çalışmaya katılmalı mıyım?**

Bu çalışmaya katılmak tamamen size bağlıdır. Şu anda formu imzalasanız bile istediğiniz herhangi bir zamanda bir neden göstermeksizin çalışmayı bırakmakta özgürsünüz.

Size işitme testleri yapılırken uygulanacak olan odyolojik ve immitansmetrik inceleme ile vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyellerin hiçbir zararı ve yan etkisi yoktur.

**Çalışmada yer almanın yararları nelerdir?**

İşitme ve görme engelli bireylerin vestibüler sistemi değendirilecek olup, olası fonksiyon bozukluklarının tespit edilmesine yardımcı olacaksınız.

**Kişisel bilgilerim nasıl kullanılacak?**

Araştırmacınız kişisel bilgilerinizi araştırmayı ve istatistiksel analizleri yürütmek için kullanacaktır. Ancak kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır. Yalnızca gereği, halinde sizinle ilgili bilgileri etik kurullar ya da resmi makamlar inceleyebilirler. Çalışmanın sonunda, kendi sonuçlarınızla ilgili bilgi isteme hakkınız vardır. Çalışma sonuçları çalışma bitiminde tıbbi literatürde yayınlanabilecektir ancak kimliğiniz açıklanmayacaktır.

Çalışma ile ilgili bilgiye gereksinim duyduğunuzda aşağıdaki kişi ile lütfen iletişime geçiniz.

Adı: Asuman KÜÇÜKÖNER

Görevi: Uzm. Ody. Öğ.

Telefon: 0 505 489 18 34

**EK B**

**Katılımcının/Hastanın Beyanı**

Fırat Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalında, Odyoloji yüksek lisans öğrencisi Asuman KÜÇÜKÖNER tarafından bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı ve ilgili metni okudum. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya 'katılımcı' olarak davet edildim.

Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Araştırmanın yürütülmesi sırasında herhangi bir neden göstermeden araştırmadan çekilebilirim. (Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemin uygun olacağının bilincindeyim).

Araştırmadan elde edilen kişisel bilgilerin gizliliğinin korunacağını biliyorum. Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Bu koşullarla söz konusu klinik araştırmaya kendi rızamla, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın gönüllülük içerisinde katılmayı kabul ediyorum.

İmzalı bu formun bir kopyası bana verilecektir.

Katılımcı

Adı, Soyadı :……..

Adres :…….

Tel :…….

İmza :…….

Tarih :…….

**EK B**

Veli veya Vasi

Adı, Soyadı :…….

Adres :…….

Tel :…….

İmza :…….

Tarih :…….

Görüşme Tanığı

Adı, Soyadı :…….

Adres :…….

Tel :…….

İmza :…….

Tarih :…….

Katılımcı ile görüşen araştırmacı

Adı, Soyadı :…….

Adres :…….

Tel :…….

İmza :…….

Tarih :…….

# 9. ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Ankara' da doğdum. İlköğrenimimi Bolu Atatürk İlköğretim Okulu' nda, ortaöğrenimimi Bolu Atatürk Orta Okulu' nda tamamladım. Bolu Sağlık Meslek Lisesi hemşirelik bölümününden 1997 yılında mezun oldum. Malatya ve Ankara'da hemşire olarak görev yaptım. 2001- 2003 yılları arasında Ankara Üniversitesi Odyometri bölümünü okudum. Samsun ve Trabzon' da odyometrist olarak görev yaptım. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi İşitme Engelliler Öğretmenliği bölümünden 2006 yılında mezun oldum. 2011 yılında Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun ve Boğaz Hastalıkları Odyoloji Anabilimdalı' nda yüksek lisans eğitimime başladım. Evli ve iki çocuk annesiyim.