



ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
KULAK BURUN BOĞAZ ODYOLOJİ  
ANABİLİM DALI

**NORMAL İŞİTEN BİREYLERDE VESTİBÜLER  
UYARILMIŞ MİYOJENİK POTANSİYELLERİN  
NORMALİZASYONU**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Veysel GÜL**

**Samsun**

**Haziran-2014**



ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
KULAK BURUN BOĞAZ ODYOLOJİ  
ANABİLİM DALI

**NORMAL İŞİTEN BİREYLERDE VESTİBÜLER  
UYARILMIŞ MİYOJENİK POTANSİYELLERİN  
NORMALİZASYONU**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Veysel GÜL**

**Danışman**

**Doç. Dr. Figen BAŞAR**

**Samsun**

**Haziran-2014**

T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Veysel GÜL tarafından, Doç. Dr. Figen BAŞAR Danışmanlığında hazırlanan NORMAL İŞİTEN BİREYLERDE VESTİBÜLER UYARILMIŞ MİYOJENİK POTANSİYELLERİN NORMALİZASYONU başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından 27/06/2014 tarihinde yapılan sınav ile Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Figen BAŞAR, Ondokuz Mayıs Üniversitesi



Üye : Doç. Dr. Günay KIRKIM, Dokuz Eylül Üniversitesi



Üye : Doç. Dr. Sinan ATMACA, Ondokuz Mayıs Üniversitesi



ONAY:

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

...../...../.....

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü  
Prof. Dr. Süleyman KAPLAN

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi, sevgi ve emeğini paylaşan değerli hocam Sayın Doç. Dr. Figen BAŞAR' a,

Eğitimime katkıda bulunan Sayın Doç. Dr. Sinan ATMACA ve SayınYrd. Doç. Dr. Senem ÇENGEL KURNAZ'a ve Sayın Doç. Dr. Günay KIRKIM'a,

Bilgi ve becerileri ile öğrencilik hayatıma katkıda bulunan ve mesleki tecrübeleri ile destek veren Sayın Uzm. Ody. Mustafa SEYREK' e,

Tüm KBB kliniğı çalışanlarına özellikle Ody. Arzu ÇELEBİ' ye,

İki yıldır yol arkadaşlığı yaptığımız Sevgili Gonca ÜSTÜNBAŐ ATMACA' ya, Sevgili Ramazan BAYRAM KARAKAYA' ya, Sevgili Muhammed ESEN' e,

Beni yetiştirip bugünlere getiren, güldüğüm zaman gülen ağladığım zaman ağlayan canım annem Yeter GÜL' e, babam Bektaş GÜL' e, ablam Güzide GÜL' e ve prensesim, güzel yeğenim Cemre ŐAHİN' e,

Eğitimim boyunca desteklerini esirgemeyen YILMAZ ailesine özellikle de Gülseyhan YILMAZ' a,

Yüksek lisans eğitimim boyunca sabırla yolumu gözleyen, her zaman destek olan, sevgisi ve gülen yüzüne her zaman ihtiyaç duyduğum güzel ve değerli eşim Oya YILMAZ GÜL' e teşekkür ederim.



## ÖZET

### NORMAL İŞİTEN BİREYLERDE VESTİBÜLER UYARILMIŞ MİYOJENİK POTANSİYELLERİN NORMALİZASYONU

**Amaç:** Çalışmanın amacı, Ondokuz Mayıs Üniversitesi KBB Anabilim Dalı Odyoloji Konuşma ve Ses Bozuklukları Ünitesi'nde ayırıcı tanı testi olarak kullanılan Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (VEMP) testinin, sağlıklı ve normal işiten bireylerdeki normatif verilerini elde etmek, kliniğimiz normlarını oluşturmak ve tanılamaya yardımcı olmaktır.

**Materyal ve Metot:** Çalışmaya, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Odyoloji Konuşma ve Ses Bozuklukları Ünitesi'nde normal KBB muayene bulgularına sahip, 500-4000 Hz frekans aralığında saf ses ortalaması, konuşmayı ayırt etme skoru ve timpanometrik bulguları normal sınırlarda olan ve bilateral akustik reflekslerin elde edilebildiği, herhangi bir sistemik rahatsızlığı ya da otolojik cerrahi öyküsü bulunmayan 60 kadın ve 60 erkek olmak üzere 20-60 yaş aralığında toplam 120 katılımcı dahil edildi. Çalışmaya dahil edilen katılımcılara VEMP testi uygulandı.

**Bulgular:** Çalışmamız sonucunda kadınlar için sağ kulak P13/N23 değerleri sırasıyla 15,74/22,60 msn; sol kulak P13/N23 değerleri sırasıyla 15,94/22,82 msn; erkekler için sağ kulak P13/N23 değerleri sırasıyla 15,24/22,20 msn; sol kulak P13/N23 değerleri sırasıyla 15,45/22,46 msn elde edildi. Kulaklar arasında P13/N23 latansları bakımından anlamlı fark bulunmadı. Cinsiyetlere göre amplitüd değişim oranında anlamlı fark bulunmadı. Kadınlar için amplitüd değişim oranı  $23,81 \pm 17,05$  msn; erkekler için ise  $20,70 \pm 15,60$  msn olarak tespit edildi. Amplitüd oranları hem kadınlarda hem de erkeklerde 50 yaş üzeri bireylerde daha genç yaşlara göre özellikle 20-30 yaş arası grubuna göre daha düşük elde edildi.

**Sonuç:** Çalışmamızda vestibüler sistem patolojisi ile değerlendirilen hastaların ayırıcı tanısının konulmasında yardımcı olan VEMP testi normalizasyon değerleri, normal işiten erişkin bireyler için klinik referans değeri oluşturmak amacıyla elde edildi.

**Anahtar Kelimeler:** Normalizasyon, P13-N23 latans değerleri, vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller

**Veysel GÜL, Yüksek Lisans Tezi**  
**Ondokuz Mayıs Üniversitesi - Samsun, Haziran-2014**

## ABSTRACT

### NORMALIZATION OF VESTIBULAR EVOKED MYOGENIC POTENTIALS IN NORMAL HEARING INDIVIDUALS

**Aim:**The aims of this study were to identify the vestibular evoked myogenic potentials (VEMP) data from healthy and normal hearing individuals, to create Ondokuz Mayıs University ENT Department Audiology, Speech and Voice Disorders Unit normative data and to assist the diagnostic procedure.

**Material and Methods:**In our study, 120 participants (60F, 60M), between age 20-60 with normal ENT findings, normal pure tone average, speech discrimination scores and immittance metric findings were included. Systemic or otologic surgery history were excluded. VEMP test were conducted all patients.

**Results:**P13/N23 latencies were determined from all participants. Women right and left ear P13/ N23 latencies were found 15.74/22.60 ms and 15.94/22.82 ms respectively, men right and left ear P13/N23 latencies were found 15.24/22.20 ms and 15.45/22.46 ms respectively. Interaural amplitude differences were not found significantly between men and females, interaural amplitude difference were obtained for women  $23.81 \pm 17.05$  ms; and men  $20.70 \pm 15.60$  ms. Amplitudes in old ages were obtained less than younger ages.

**Conclusion:**Normative data of VEMP test which were obtained from normal hearing adults, will be used as reference value in differential diagnosis of vestibular system pathology in patients with attended to our clinic.

**Keywords:**normalization, P13-N23 latency measures, vestibular evoked myogenic potential

Veysel GÜL, Masters Thesis  
Ondokuz Mayıs University - Samsun, June-2014

## KISALTMALAR

**dB:** Desibel

**DTH:** Dış Tüy Hücreleri

**ENG:**Elektronistagmografi

**Hz:** Hertz

**İTH:** İç Tüy Hücreleri

**KBB:** Kulak Burun Boğaz

**kΩ:** Kiloohm

**mA:** Miliamper

**Mak:** Maksimum

**Min:** Minimum

**MGB:** Medial Genikulate Body

**MS:** Multiple Skleroz

**msn:** Milisaniye

**nHL:** normalHearing Level

**Ort:** Ortalama

**SKM:** Sternokleidomastoid Kası

**SOC:** Superior Olivary Complex

**SPL:** Sound Pressure Level

**SS:** Standart Sapma

**VEMP:** Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller

**VOR:** Vestibülokolik Refleks

**VSR:** Vestibülospinal Refleks

**WHO:** Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization)

**μV:** Mikrovolt

## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR</b> .....	vi
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	vii
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
<b>2.GENEL BİLGİLER</b> .....	2
2.1. Dış Kulak.....	2
2.2. Orta Kulak.....	3
2.3. İç Kulak.....	3
2.4. Denge ve Denge Sistemi.....	8
2.5. Vestibüler Sistem Anatomisi ve Fizyolojisi.....	9
2.5.1. Periferik Vestibüler Sistem.....	10
2.5.2. Santral Vestibüler Sistem.....	13
2.6. Vestibüler Sistemin Değerlendirilmesi.....	14
2.6.1. Hikaye Alma.....	14
2.6.2. Otolojik Muayene.....	14
2.6.3. Nörolojik Muayene.....	14
2.6.4. Genel Sistemik Muayene.....	15
2.6.5. Odyolojik Muayene.....	15
2.6.6. Spontan Göz Hareketlerinin İncelenmesi.....	15
2.6.7. Provokasyonla Ortaya Çıkan Göz Hareketlerinin İncelenmesi.....	15
2.6.8. Elektronistagmografi (ENG).....	16
2.7. Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (Vestibuler Evoked Myogenic Potentials; VEMP).....	16
2.7.1. VEMP Yanıtlarının Değerlendirilmesinde Kullanılan Parametreler....	17
2.7.2. VEMP Testi Uygulama Yöntemleri.....	18
2.7.3. SKM Kasının Kontraksiyonu.....	23
2.8. VEMP Cevaplarının Normalizasyonu.....	24
<b>3. MATERYAL ve METOT</b> .....	26
3.1. Bireyler.....	26
3.2. Seçim Kriterleri.....	27

3.2.1. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri.....	27
3.2.2. Çalışma Dışı Bırakılma Kriterleri.....	27
3.3. Gereç ve Yöntem .....	27
3.3.1. KBB Muayenesi.....	27
3.3.2. Saf Ses ve Konuşma Odyometresi.....	27
3.3.3. İmmitansmetrik Değerlendirme.....	28
3.3.4. Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyellerin Ölçümü .....	28
3.4. Verilerin Analizi.....	33
<b>4.BULGULAR.....</b>	<b>34</b>
<b>5.TARTIŞMA.....</b>	<b>41</b>
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>46</b>
<b>7.KAYNAKLAR.....</b>	<b>47</b>
<b>8.EKLER.....</b>	<b>53</b>
<b>9.ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>58</b>

## 1. GİRİŞ

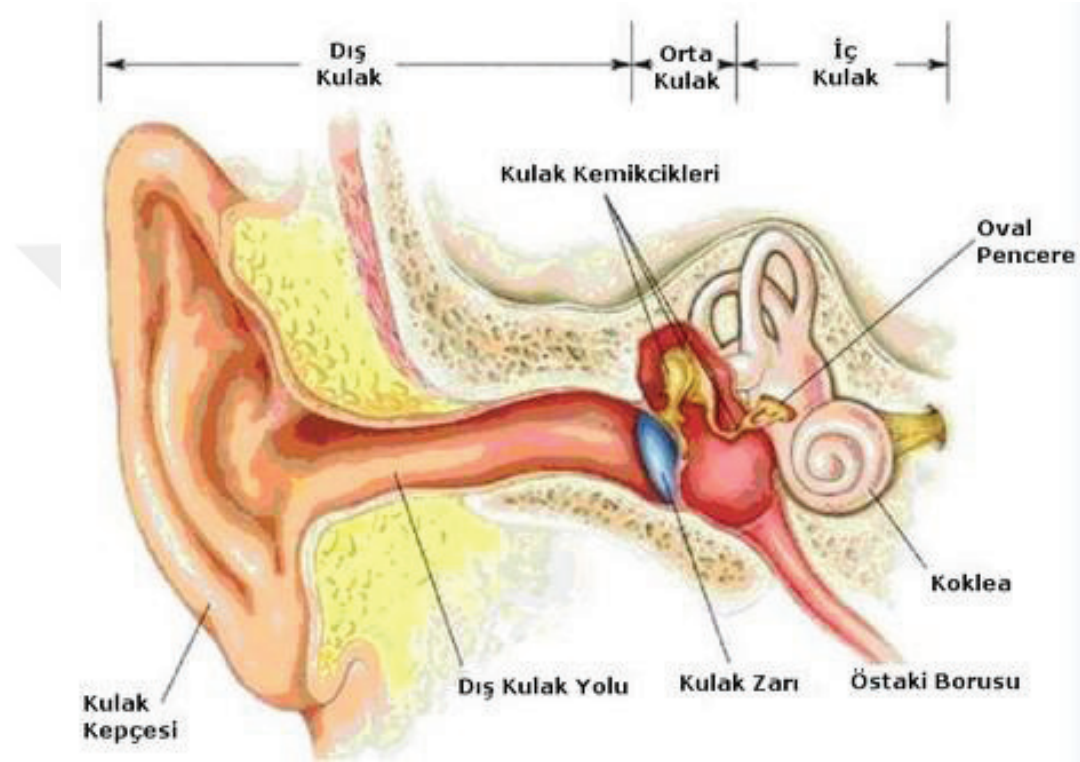
Denge sistemi temel olarak iç kulakta bulunan vestibüler organ, vestibüler sinir ve beyin sapındaki vestibüler nükleus ve bunlarla bağlantılı subkortikal yapılardan oluşmaktadır (Öndağ, 2008). Denge bozuklukları, periferik ve santral sistem kökenli olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Periferik vestibüler rahatsızlıkların tanısının konmasında hasta hikayesi yol göstericidir. Objektif ve subjektif vestibüler test yöntemleri de tanı amaçlı kullanılır. Bu nedenle baş dönmesi ve denge şikayeti olan hastalarda Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (VEMP) testi, kolay uygulanabilir ve hastalar tarafından rahat tolere edilebilir olması nedeni ile denge bozukluklarıyla ilgilenen klinikler tarafından kullanılmaktadır.

Sakkül orijinli olduğu bilinen VEMP testi, kasılmış sternokleidomastoid (SKM) kasının, yüksek şiddetli uyarana cevap olarak cilde yerleştirilen elektrotlar aracılığı ile elde edilen kısa latanslı elektromiyogram kayıdır (Baş, 2008). VEMP testi vestibüler sistemin belirli bir bölgesinin fonksiyonu hakkında özellikle de sakkül patolojileri hakkında bilgi vermektedir. VEMP, superior semisirküler kanal dehisansı ve inferior vestibüler sinir bozukluklarının tanısının konulmasında kullanılmaktadır. VEMP testi, değerlendirilen kulağa verilen ses uyarısının sakkül, inferior vestibüler sinir ve santral bağlantılarından meydana gelen vestibulokolik refleks ve aynı taraf sternokleidomastoid kas kontraksiyonunda oluşan inhibitör yanıtın kayıt edilmesi prensibine dayanır. Her iki kulaktan ayrı ayrı elde edilen cevapların dalga amplitüd değeri, P13/N23 latans süreleri, cevap şiddeti ve amplitüd oranı ile yorumlanır (Ütkür, 2011).

Çalışmamızın amacı, Ondokuz Mayıs Üniversitesi KBB Anabilim Dalı Odyoloji Konuşma ve Ses Bozuklukları Ünitesi'nde ayırıcı tanı testi olarak kullanılan VEMP testinin, sağlıklı ve normal işiten bireylerdeki normatif verilerini elde etmek, klinik normlarını oluşturmak ve tanılamaya yardımcı olmaktır.

## 2. GENEL BİLGİLER

Vücudumuzdaki duyu organlarından biri olan kulağın görevi işitme ve dengeyi sağlamaktır. Kulak dış, orta ve iç kulak olmak üzere birbiri ile bağlantılı üç kısımdan oluşur (Şekil1). Dış kulak, orta kulak ve iç kulakta yer alan koklea işitme fonksiyonu ile semisirküler kanallar, utrikül ve sakkül ise denge ile ilgilidir (Baş, 2008).



Şekil 1: Kulağın yapısı

(<http://www.bodrumisitme.com/index.php/kulak-anatomisi.html>)

### 2.1. Dış Kulak

Dış kulak, kulak kepçesi (aurikula) ve dış kulak yolu olmak üzere iki kısımdan oluşur.

Kulak kepçesi, şekline bağlı olarak ses dalgalarını toplar ve ses lokalizasyonu sağlar (Çadırcı, 2010). Kulak kepçesinin iskeleti elastik kıkırdaktan oluşmaktadır. Bu kıkırdak yetişkinlerde dış kulak yolunun 1/3 dış kısmında da devam eder. Dış kulak yolunun kalan 2/3'lük kısmı ise kemiktir. Dış kulak yolu yetişkinlerde yaklaşık 3 cm uzunluğunda ve 7x9 mm genişliğindedir. Kulak kepçesinde toplanan ve dış kulak yoluna giren ses dalgaları kulak kanalından geçerek kulak zarına gelir. Bu geçiş

sırasında, kulak kanalının yapısından dolayı özellikle 3000 Hz frekansındaki seslerin şiddetleri artırılarak orta kulağa iletilir. Kulak kanalını geçen ses dalgaları kulak zarına basınç yaparak titreşmesine neden olmaktadır.

## **2.2. Orta Kulak**

Orta kulak, kulak zarı, birbiri ile bağlantılı malleus, inkus ve stapes kemikçikleri, üstaki tüpü, M. Tensor Timpani ve M. Stapedius kaslarının yer aldığı hava dolu bir boşluktur.

Kulak zarı yaklaşık 8-9 mm çapındadır, pars flaccida ve pars tensa olarak adlandırılan iki kısımdan oluşmaktadır. Dış kulak yolundan kulak zarına gelen akustik enerji kulak zarında mekanik enerjiye dönüştürülür. Kulak zarı umbo denilen noktada malleus ile bağlantılıdır. Zarı titreştiren ses dalgaları aynı zamanda malleusu da titreştirir ve bu titreşim sayesinde birbiri ile ilişkide olan inkus ve stapes de hareketlenir, ses stapes tabanından iç kulakta yer alan oval pencereye aktarılır.

Orta kulaktaki Tensor Timpani kasının tendonu malleusa tutunur ve zarın gerginliğini sağlar. Stapedius kasının tendonu stapese tutunur ve yüksek şiddetli akustik uyarana karşı kokleayı korumak için stapesin hareketini sınırlandırır.

Östaki tüpü normalde kapalıdır ve yutkunma ya da esneme sırasında M.Tensor ve Levator veli palatini kaslarının hareketi ile açılan bir boşluktur. Östaki tüpünün 3 fonksiyonu vardır; a) Havalandırma, orta kulak boşluğunun atmosferik basınçla dengelenmesini, b) Drenaj, orta kulakta üretilen normal veya patolojik sıvıların nazofarinkse boşaltılmasını, c) Koruma, orta kulağın nazofaringeal basınçtan ve patolojik akıntılardan korunmasını sağlar. Kulak zarının ideal titreşimi dış kulak yolu ve orta kulak boşluğundaki hava basıncının dengede olmasına bağlıdır. Bu nedenle üstaki borusunun drenaj görevi çok önemlidir.

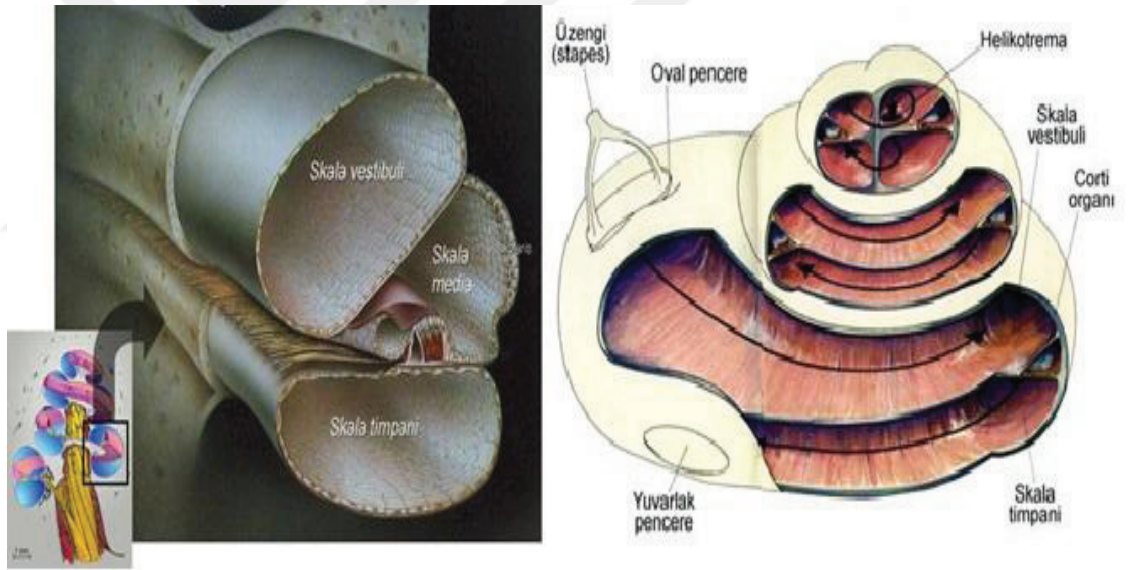
## **2.3. İç Kulak**

İç kulak temporal kemiğin petröz kısmında yer almaktadır ve kemik labirent denilen yapının içinde bulunmaktadır. Kemik labirent birbiri ile bağlantılı üç yapıdan meydana gelir. Bunlar vestibül, koklea ve semisirküler kanallardır.

Vestibul, kemik labirentin koklea ve semisirküler kanal arasındaki kısmıdır. Vestibulde, utrikül ve sakkül yer alır ve stapes tabanı da burada oval pencereye yapışmaktadır.



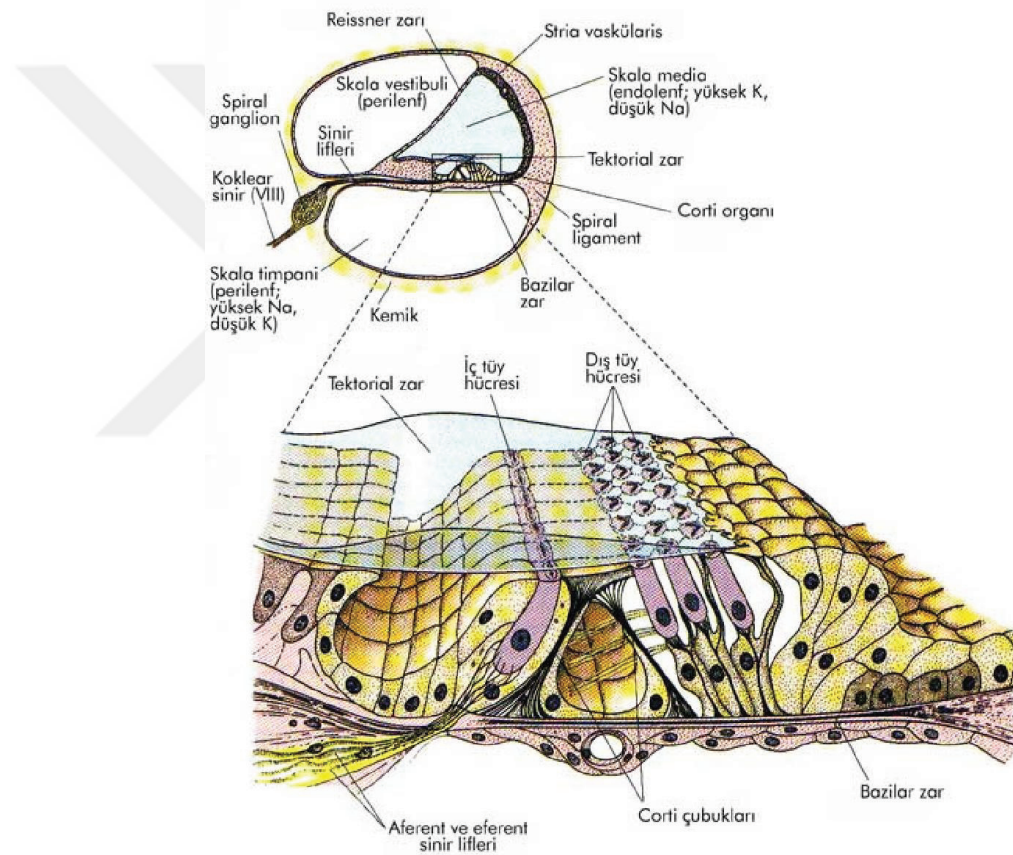
Koklea tabanda daha geniş, apeksde daha dar olan ve yaklaşık 2.5 tur dönen kıvrımlı bir yapıya sahiptir. Kokleanın merkezinde modiulus denilen sinir liflerinin geçişine izin veren kemik yapı mevcuttur. *Lamina spiralis ossea*, kokleayı üst ve alt iki kısma ayırarak skala vestibuli ve skala timpaniyi oluşturur. Üstte kalan kısma skala vestibuli adı verilir ve bu kısım vestibüle açılır. Alt kısım ise skala timpani adını alır. Bu kısım da yuvarlak pencere aracılığı ile orta kulak ile komşudur. Skala vestibuli ve skala timpani, skala media aracılığıyla birbirinden ayrılır ancak kokleanın tepesinde *helicotrema* adı verilen yerde birleşir (Şekil 2). Skala media ile skala timpani arasında ise *Reissner* membranı yer almaktadır. Skala medianın dış duvarı boyunca *stria vascularis* uzanır. Burası yüksek damarlanmış hücreler sistemidir. Endolenfin dengesini sağlar ve korti organının biyolojik fonksiyonunda çok önemlidir.



Şekil 2: Membranöz yapılar ve kokleanın bölümleri  
(<http://isitmefizyolojisi.blogspot.com.tr/p/isitme-organlar.html>)

Koklea bazalinde spiral lamina daha geniş ve baziller membran daha darken, apekse doğru gidildikçe baziller membran daha geniş, spiral lamina daha dardır. Bu baziller membranın frekansa spesifik olma durumunun nedenlerinden birisidir. Stapesin oval pencereyi titreştirmesi, baziller zarın aşağı yukarı hareketineneden olur. Baziller membran üzerinde işitme organı olan korti yer alır (Şekil 3).

Korti organı baziller membranın skala media yüzünde yer alan, duyu (tüy) ve destek hücrelerinden oluşan reseptör organıdır ve görevi baziller membranın mekanik vibrasyonunu nöral uyaran haline getirmektir.



Şekil 3: Korti organı ( <http://isitmeфизиолојisi.blogspot.com.tr/p/isitme-organlar.html>)

Korti organının hücreleri kokleanın tabanından apeksine doğru uzanmaktadır. Korti organının iç ve dış tüy hücreleri olmak üzere iki tane fonksiyonel hücresi vardır. Her bir kokleada yaklaşık olarak tek sıra halinde 3500 iç tüy hücresi ve 3 sıra halinde 12000 dış tüy hücresi bulunur. İç ve dış tüy hücreleri üst taraflarında stereosilya denilen tüylerle kaplıdır. Bu stereosilyalar her bir hücrede 3-4 sütun halinde kademeli olarak yükseklikleri artacak şekilde yerleşmişlerdir ve birbirlerine mikroflamenler ile

bağlıdır. Korti organında bulunan tüy hücrelerinin üzerinde yer alan membrana Tektoryal membran denir. Dış tüy hücrelerinin stereosilyaları tektoryal membranın alt tarafına bağlıdır, iç tüy hücrelerinin stereosilyaları ise tektoryal membrana bağlı değildir. Dış tüy ve iç tüy hücreleri birbirinden korti tüneli ile ayrılır. Korti organına bağlı sinirler, 'spiral ganglion' adı verilen ganglionlarla kokleadan ayrılırlar. Bu ganglionların uzantıları daha sonra kokleanın orta kısmında kalın bir sinir lifi demeti olan koklear siniri (işitme sinirini) oluşturur. Bu sinir, hem duyu sinyallerini beyin ve ilişkili merkezlere taşır, hem de merkezi sinir sisteminden gönderilen sinyalleri kokleaya iletmekle görevli sinir liflerini içerir.

Kemik labirentte yer alan sıvıya perilemf denir ve serebrospinal sıvı ile benzerdir. Göreceli olarak yüksek  $Na^+$  ve düşük  $K^+$  konsantrasyonuna sahiptir. Membranöz labirent ise farklı bir sıvı ile doludur ve bu sıvı endolenf olarak adlandırılır. Endolenfte ise göreceli olarak yüksek  $K^+$  ve düşük  $Na^+$  konsantrasyonu vardır. Endolenf sıvısı hücre içi sıvıya benzemektedir ve vücutta hücre dışında sadece kokleada yer alır.

Spiral ganglion hücreleri Korti organındaki duyu hücrelerinden gelen sinir liflerini koklear nukleusa bağlayan primer işitme nöronlarıdır. İnsanda 30.000-35.000 arasında işitsel nöron vardır. Buradaki Tip I ganglion hücrelerinin lifleri iç tüy hücreleri (İTH) innerve ederken, Tip II hücrelerinin lifleri dış tüy hücreleri (DTH) innerve eder. Spiral ganglionun santral aksonları işitme sinirinin ilk bölümünü oluşturur. Spiral gangliondan koklear nucleusa giden sinir liflerinin bir özelliği tonotopik organizasyonlarıdır. Kokleanın bazalinden apeksine kadar frekansların düzenli bir sıralaması vardır. Aynı frekans organizasyonu koklear nukleusa giden 8. sinir liflerinde de vardır. Bu tonotopik organizasyon işitme korteksine kadar devam eder. Koklear nukleus işitme siniri lifleri için önemli bir noktadır, çünkü işitme sisteminin fonksiyonu olan uyarım, iletimin ilk durağıdır (Madanoğlu, 2002). Korti organından koklear nukleusa kadar işitme siniri tek bir kanal içinde gelir (meatus akustikus internus). Koklear nukleustan işitme korteksine kadar ise asendan işitme sistemi birçok paralel yollara ayrılarak multikanal iletim sağlar. Koklear nukleustaki birçok nöron kendi özellikleri çerçevesinde superior oliveri kompleks, lateral lemniskus ve inferior kollar gibi üst merkezlere asendan sinir iletimi sağlayan bir sistem oluşturur. Koklear nukleusu ateşleyen nörotransmitterin aminoasit, glutamat ve aspartat

konsantrasyonu olduğu düşünölmektedir. Aynı şekilde spiral ganglion hücrelerinde de yüksek seviyede aspartat, aminotransferaz ve glutaminoz gözlenmiştir. Koklear nukleusta kokleadan gelen ses uyarılarının bir süre depo edilip, santrale doğru iletildiği bilinmektedir (Madanoğlu, 2002). Superior olivary kompleks (SOC) işitsel uyarılarla gelen bilgilerin entegrasyonunda (bütünleşmesinde) önemli rol oynar ve gruplar halinde lokalize olan küçük işitsel çekirdeklerden oluşur. SOC, 8. sinirde çaprazlaşma olan ilk noktadır ve her iki kulaktan gelen ses uyarıları aynı nöronda bir araya gelir. Binaural etkileşim ilk bu anatomik yapıda olduğu için horizontal lokalizasyonun algılandığı ilk basamaktır; son lokalizasyon kararı serebral kortekste gerçekleşir. İki kulağa aynı anda gelen ses uyarıları arasındaki zaman farkı, burada oluşan aksiyon potansiyel örüntüsünü oluşturur. Buradan çıkan aksonların büyük kısmı ipsilateral lateral lemniskus yoluyla orta beyine gider.

SOC'un farklı nöronları, alçak ve yüksek frekans analizini ve şiddet farkını kodlar. Pontin tegmentumda yer alan fasial nukleusun bir kısım nöronları, SOC'un bazı bölgelerindeki aksonları ile sinaps yaparlar. Buradan aksonlar beyin sapından çıkarak 7. sinirin bir dalı olarak orta kulaktaki stapedius kasını innerve eder. Refleks arkını, SOC'un duyu inputu (giriş) ile fasial nucleus'un motor output'u (çıkışı) oluşturur. Beyin sapındaki SOC'dan çıkan bazı aksonlar ipsilateral ve kontralateral yollarla kokleaya gelerek, kokleanın efferent innervasyonunu sağlayarak, kokleadaki DTH ve İTH'leri innerve eden radial koklear sinire ulaşırlar. Efferent liflerin İTH ve DTH'deki sinaptik bağlantıları birbirinden farklıdır. Efferent sistemin inhibisyon hareketi, gelen ses uyarıcılarının gürültüden arındırılıp algılanmasında çok önemli katkı sağlar. Lateral lemniskusa aksonlar paralel bir yolla; hem koklear nukleusun bazı hücrelerinden, hem de superior olivary, kompleksin bazı bölgelerinden ipsilateral ve kontralateral dallarla gelir. Dorsal lateral lemniskus ile ventral lateral lemniskus nukleuslarına gelen bu aksonlar inferior kollikulusun ipsilateral ve kontralateral santral çekirdeklerine ulaşırlar. İnférieur kollikulusun santral nukleusu, beyin sapındaki işitme yollarının en büyük çekirdeğidir. İmpulsarı çoğunlukla lateral lemniskustan alıp, aksonlarla ön beyindeki medial genikulate body'e (MGB) ulaştırır. Koklear nukleusun antero-ventral bölgesi, uyarının frekans, şiddet ve geçici kodlama görevini koklea ile beraber yürütür. Koklear nukleusun postero-ventral bölgesi ise, geniş frekans bantlı (broadband frequencies) uyarılara karşı hassastır. Hem antero-ventral hem de postero-ventral bölgedeki bazı

multipolar nöronlar ses uyarılarının başlama ve bitme zamanına karşı hassastır. Lateral superior oliveri nukleustan çıkan aksonlar, yüksek frekans ve horizontal ses lokalizasyonu ile ilgili bilgiyi lateral lemniskustan geçerek inferior kollikulusa iletir. Medial superior oliveri nukleustan çıkan aksonlar ise, alçak frekans ve horizontal ses lokalizasyonu ile ilgili bilgiyi ipsilateral lateral lemniskus yolu ile inferior kollikulusa iletir. SOC'dan köken alan efferent lifler ve stapedius refleksi arka, uyarıların algılanmasında önemli rol oynarlar. Böylece 8. sinir boyunca gelen uyarıların farklı özellikleri, farklı noktalarda değerlendirildikten sonra, inferior kollikulusta tonotopik olarak organize olan, tek bir nukleusa; buradan da, sentez edilmiş uyarılar ön beyine iletilir. Ses iletimi 8. sinir lifleri ile beyin sapındaki işitme nöronlarının senkronize ateşlenmesi ile oluşur. Ön beyinin diansefalon bölgesinde yer alan medial genikulat body talamusta lokalizedir ve işitme mekanizmasından sorumludur. Buradan çıkan aksonlar işitsel uyarı bilgilerini internal kapsulden geçerek *Heschel Gyru'sun* transversindeki primer işitme merkezine iletir. Serebral kortekste 41 ve 42. alanlar primer işitme merkezleri olup 44 ve 45. bölge konuşma (*Broca*) alanıdır, 22. bölge ise *Wernicke* alanı denir ve konuşmanın algılanma merkezidir. Serebral korteks'te *Brodmann'ın* sınıflandırmasına göre 47 bölge mevcuttur. Her bölge birbiri ile koordinasyon halindedir. İşitmeyle ilgili serebral korteksteki bölgeler primer işitme alanı ve asosiasyon alanları olarak tanımlanır ve sol hemisferde yer alır.

#### **2.4. Denge ve Denge Sistemi**

Denge, organizmanın hareket sisteminin statik ve dinamik olarak uyum içinde çalıştığını anlatmak için kullanılan bir terimdir (Yılmaz, 2011). Yüksek omurgalılarda denge, santral sinir sistemi tarafından sağlanır, refleks olarak ortaya çıkar ve gerektiğinde bilinçli olarak da gerçekleştirilebilir (Yılmaz, 2011). Dengenin sağlanmasında üç aşama vardır; bilgilendirme, bilgilerin denge merkezinde algılanması ve hazırlanması, uygulama (Öndağ, 2008). İnsan beyni, sürekli olarak, iç kulak (periferik end organ), göz ve derin tendon (proprioseptif) reseptörlerinden gelen uyarıları toplar ve geçmiş tecrübeleri ile karşılaştırarak bu uyarıları analiz eder. Bu analiz işleminin refleks olarak yapıldığı merkez beyin sapındaki santral vestibüler sistemdir. Santral vestibüler sistemin, gözün ekstrensek kaslarını inerve eden motor çekirdeklere, medulla spinalisin ön boynuz hücrelerine ve serebelluma gönderdiği



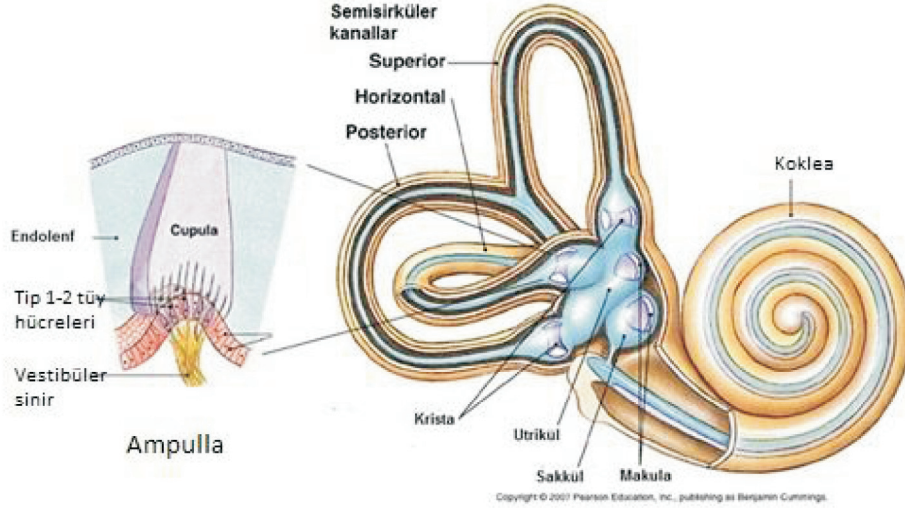
uyaranlar sayesinde vücut, ister ayakta ya da yatar pozisyonda, ister hareket halinde olsun denge içindedir (Çadircı, 2010). Bu sistemlere ek olarak dengenin sağlanması için işitme, koku ve benzeri başka bilgilendirme organları da vardır (Yılmaz, 2011). Bu organlardan gelen bilgiler, denge merkezinde toplanır, hazırlanır ve değerlendirilir. Her bilgilendirme merkezinin algılama ve değerlendirme üniteleri vardır. Bilgiler bu ünitelerde süzgeçten geçirilerek değerlendirilir ve bundan sonra denge merkezine aktarılır. Denge merkezi organizmanın içinde olduğu ortamı algılar (Öndağ, 2008). Dengenin sağlanmasında üçüncü aşama, denge merkezinden göz ve iskelet kaslarına verilen emirlerle tamamlanır. Bu yolla kasların tonusu düzenlenir ve gerekirse dengenin sağlanması için gerekli postural hareketler yaptırılır. Bütün bu işlemlerin amacı dururken ya da hareket halindeyken ağırlık merkezini vücut kütle merkezi düzleminin içinde tutmaktır (Yılmaz, 2011). Dengesizlik ise ağırlık merkezinin statik ve dinamik olarak vücut kütle merkezi içine düşmesindeki bozukluklar olarak tanımlanabilir (Yılmaz, 2011).

### **2.5. Vestibüler Sistem Anatomisi ve Fizyolojisi**

Vestibüler sistem; periferik ve santral olmak üzere iki kısma ayrılır. Periferde yer alan vestibüler sistem, vestibüler organlar ve vestibüler siniri kapsarken; santral vestibüler sistem beyin sapı bağlantılarıyla birlikte vestibüler nükleuslar, serebellum, subkortikal ve kortikal denge merkezlerini kapsamaktadır (Ütkür, 2011).

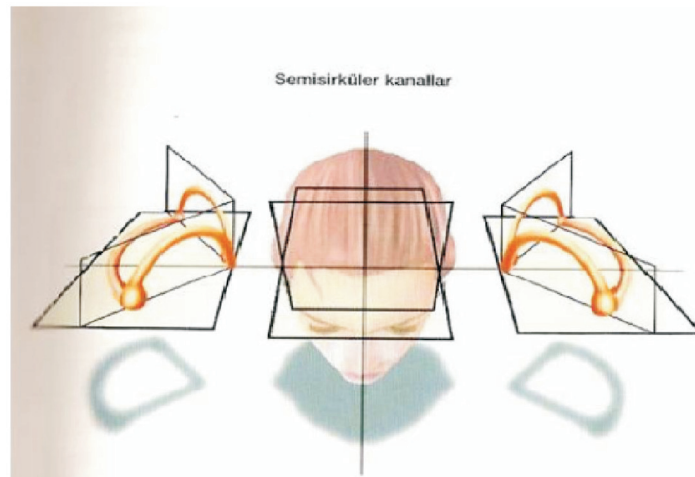
### 2.5.1. Periferik Vestibüler Sistem

Vestibüler organlar; başın lineer hareketlerine duyarlı sakkül ve utrikülden oluşan otolit organlar ve başın rotasyonel hareketlerine duyarlı semisirküler kanallardır (Şekil 4).



Şekil 4: Vestibüler organlar (<http://tredocs.com/docs/10266/index-3177.html>)

Semisirküler kanallar anterior, posterior ve lateral semisirküler kanal olmak üzere 3 adettir. İçleri endolenf adı verilen visköz bir sıvı ile dolu olan semisirküler kanallar 3 uzaysal düzlemi temsil edecek şekilde birbirleriyle dik açı oluşturan düzlemler üzerinde bulunurlar (Şekil5) ve açısal hareketi algılamaya yardımcı olurlar (Baş, 2008).



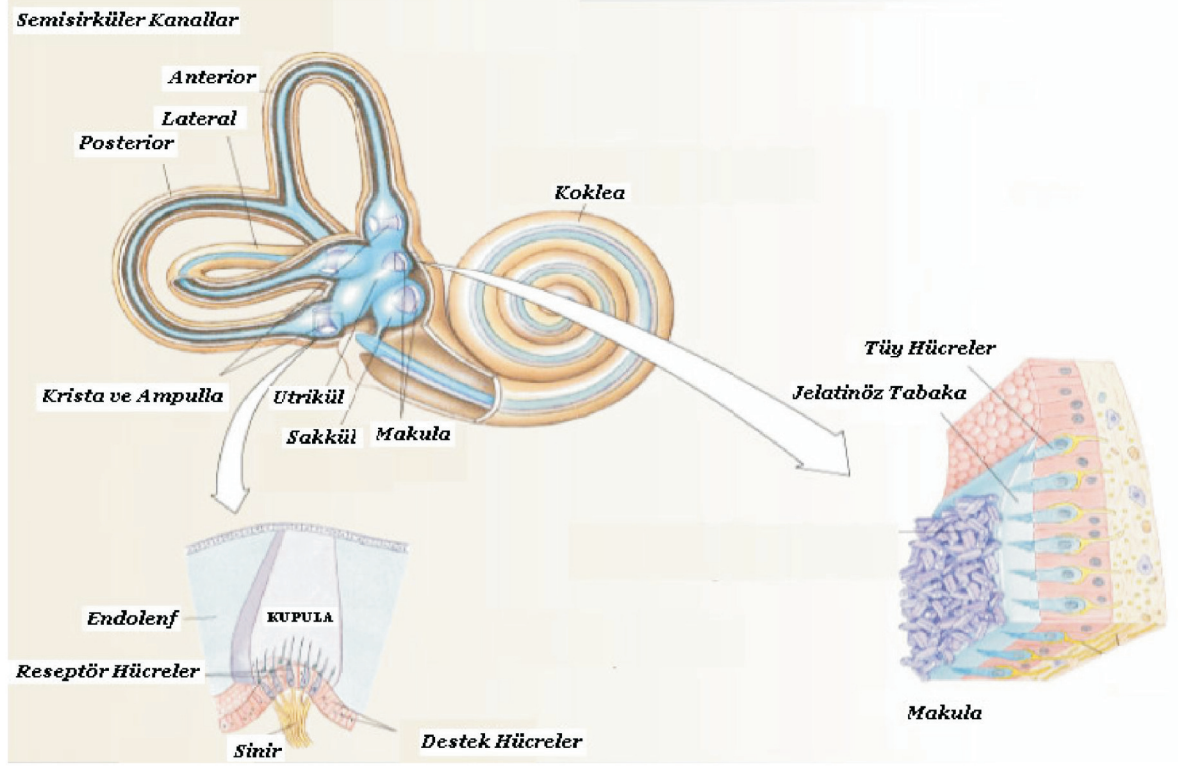
Şekil 5: Semisirküler kanallar ve uzaysal düzlemler (<http://kbb.uludag.edu.tr/seminer-vestibulerrehabilitasyon.html>)

Anterior ve superior semisirkuler kanallar ipsilateral superior rektusu ve kontralateral inferior oblik rektusu uyarır. Görevi gözün elevasyonu ve karşı tarafa dönmesini sağlamaktır. Posterior semisirkuler kanalı ipsilateral superior oblik ve kontralateral inferior rektus kası uyarır. Görevi gözün depresyonu ve karşı tarafa dönmesini sağlamaktır. Bir diğer deyişle, her iki anterior kanal baş aşağı giderken gözün yukarı dönüşü ile yukarı bakmayı sağlar. Her iki posterior kanal ise baş yukarı giderken gözün aşağı bakmasını sağlar. Yine anterior ve posterior kanallar uyarıldığında gözün karşı tarafa dönüşünü sağlar (Erbek, 2012). Semisirküler kanalların reseptör hücreleri kristadenilen bölgede yerleşmiştir. Kristalar, semisirküler kanalların ampulla adı verilen geniş kısımlarında yer almaktadır. Krista üzerinde tüylü hücreler ve bunların uzantısı olan tüyler (steriosilia ve kinosilia) bulunur. Bu tüyler jelatinöz bir madde olan kupula içerisine doğru çıkıntı yaparlar (Yılmaz, 2011). Semisirkuler kanallar açılma ivmeyi algırlar. Bu algılama şu şekilde işler: baş bir semisirküler kanalın düzleminde hızlandığında kanal içerisindeki endolenfin membranöz kanal hareketinin gerisinde kalmasına neden olur. Endolenf kanal duvarına göre, baş ile ters yönde etkin bir biçimde hareket eder. Kanalın sonunda yer alan ampulla içinde endolenfin uyguladığı basınç, ampullanın enine kesiti boyunca uzanan kupulanın konumunu değiştirir. Kupulanın sapması, stereosiller ve tüy hücrelerinin tepelerindeki kutikular plaklar arasında bir yüzey gerilimi yaratır. Bu sapmanın yönü kinosiliuma doğru ise eksitasyon, karşı yönde ise inhibisyon ile sonuçlanır (Öndağ, 2008). Horizontal kanallar fonksiyon bakımından bir çift oluşturur. Vertikal kanalların sagittal düzlemle 45°'lik bir açı yapması nedeni ile vertikal kanallarda çiftleşme farklıdır. Sol anterior semisirkuler kanalla sağ posterior semisirkuler kanal bir çift oluştururken sol posterior semisirkuler kanalla sağ anterior semisirkuler kanal bir çift oluşturur. Farklı kanalların asimetric cevabının kompensasyonu için ve fonksiyonel simetri için bu çiftleşme düzenlemesi temeldir. Beyin sapı çaprazlaşmaları yoluyla bu kanallar birbirleriyle bağlantıdadır (Öndağ, 2008).

Utrikül ve sakkülün içinde çapı 2 mm kadar olan makula adı verilen küçük bir duysal alan bulunur. Utriküldeki makula, alt yüzde horizontal düzlem üzerinde, sakküldeki makula ise medial çeperde, dikey plandadır. Makulalar, içinde statokonia (otolit) adı verilen birçok kalsiyum karbonat kristallerinin gömülü bulunduğu bir jelatinöz tabaka ile örtülüdür (Baş, 2008). Makulada bulunan binlerce tüy hücresinden



jelatinöz tabakanın içine silyalar uzanır. Bu tüy hücreleri vestibüler sinirin duysal aksonlarıyla sinaps yaparlar (Şekil 6).



Şekil 6: Utrikül ve sakkul (<http://tip.cumhuriyet.edu.tr>)

Vestibüler sinir, 8. sinirin posterior yarısında bulunur ve yaklaşık 20000 liften oluşur. Bipolar ganglion hücreleri labirent yakınında *Scarpa* ganglionunda organize olmuştur. Buradan superior ve inferior olmak üzere iki ana demet halinde çıkar. Superior vestibüler sinir, superior ve horizontal semisirküler kanallardan, utrikulden, sakkulun bir kısmından lifler alır. İnférieur vestibüler sinir, posterior semisirküler kanal ve sakkul ana bölümünden lifler alır. İnférieur vestibüler sinir ile koklear sinir arasında anastomoz bulunmaktadır (Yılmaz, 2011).

### 2.5.2. Santral Vestibüler Sistem

Vestibüler liflerin beyinde ulaştığı iki yer vardır: Vestibüler nukleuslar ve posterior serebellum.

Vestibüler nukleuslar labirentten gelen uyarıların ana işlem noktasıdır. Buradan motor nukleuslara bağlantılar vardır. Serebellum bu sistem üzerinde ince ayarı yapmak ve denetlemekle sorumludur. Vestibüler sinir, vestibüler nukleusa ulaştığında lifler inen ve çıkan olmak üzere iki ana gruba ayrılır. Çıkan yollar nukleusun üst kısmına ve serebelluma, inen lifler nukleusun alt kısmına giderler. Utrikül ve sakkulden gelen liflerin çoğu lateral ve inferior kısımda sonlanırken, semisirküler kanallardan gelen lifler superior ve medialde sonlanır. Bu yüzden lateral ve inferior nukleuslar, vestibülo spinal refleksler, medial ve superior nukleuslar vestibülo oküler refleksler için önemli kavşak noktalarıdır. Vestibüler nukleuslardan lateral ve medial vestibülospinal yol olarak 2 adet vestibülospinal yol çıkar. Lateral vestibülospinal yol medulla spinaliste sakral seviyeye, medial vestibülospinal yol ise servikal seviyeye uzanır. Bu yollarla inen uyarıcılar, gövdeyle ekstremitelerin ekstansör kaslarının tonusunu güçlendirerek, yerçekimine karşı ayakta durmayı sağlarlar. Vücudun hareketleriyle birlikte düşmenin önlenmesi, başın dengeli hareketi ve postüral stabilitenin korunması için, dengeleyici vücut hareketlerini organize eden bir refleks meydana getirirler. Buna vestibülospinal refleks (VSR) adı verilir. Bu refleksin vücudun ve başın dik konumunu koruyucu bir işlevi vardır (Baş, 2008). Vestibüler sistemin bir diğer refleksi vestibülooküler refleks (VOR)'dir. Bu reflekste, bir kişi başı serbest bırakılarak aniden bir yöne doğru döndürülürse gözler ilk pozisyonunu korumak ister. Vestibüler sistem semisirküler kanallardan başlayıp boyun kaslarına uzanan bir refleksle gözleri eski pozisyonuna getirir (Baş, 2008).

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 tonusunda etkili olur.

## 2.6. Vestibüler Sistemin Değerlendirilmesi

Vestibüler sistemin değerlendirilmesinde kullanılan test sıralaması aşağıdaki gibidir:

### 2.6.1. Hikaye Alma

Baş dönmesi olan hastalardan alınan hikaye tanının konulmasında fizik muayene ve özel vestibüler testlerden çok daha önemlidir. Dikkatlice alınacak bir hikaye ile gerçek baş dönmesi ve hastanın baş dönmesi diye tanımlamaya çalıştığı diğer klinik tablolar ayırt edilebilir. Hastanın son zamanlarda geçirdiği hastalıklar, kullandığı ototoksik ilaçlar, kötü alışkanlıklar ve baş dönmesine eşlik eden diğer belirtiler değerlendirilmelidir (Korkut, 2005).

### 2.6.2. Otolojik muayene

Dış kulak yolunun ve kulak zarının genel durumu kontrol edilir. Kulak kanalındaki hastalıklar ya da kulak zarında meydana gelebilecek olan perforasyon gibi durumlar değerlendirilir.

### 2.6.3. Nörolojik muayene

#### - Kranial sinir ve Serebellum testleri :

Hasta oturur pozisyonda iken uygulanabilen serebellar testlerle asinerji, dismetri, disdiadokokinezi ve rebound gibi belirtiler araştırılır. Nistagmus olmadan serebellar testlerin pozitif olması santral yerleşimli bir lezyonu gösterir (Korkut, 2005).

#### - Postüral testler:

- *Romberg testi:* Bu testte hasta ayakta dururken ayakları bitişik, kolları yanda tutulur. Hasta sabit kalabiliyorsa gözlerini kapatması istenir. Eğer vestibüler bir lezyon varsa hasta lezyon tarafına doğru düşecektir.
- *Unterberger testi:* Gözler kapatılıp kollar öne uzatıldıktan sonra hastanın yerinde sayması istenir ve bir tarafa doğru yönelmenin olup olmadığı gözlenir. Yönelme genellikle spontan nistagmusun karşı yönüne doğru olur.
- *Yürüme testi:* Hastadan bir çizgi üzerinde 3 metre kadar yürüdüktan sonra gözlerini kapatması ve tekrar aynı çizgi üzerinde yürütmesi istenir. Vestibüler lezyonu olan hastalarda düz çizgiden hafifçe lezyon tarafına sapma görülür. Ototoksik ilaç

etkisi ile bilateral vestibüler hipoaktivitesi olanlar gözleri açıkken düz hatta yürüyebilirken, gözlerini kapatınca belirgin denge bozukluğu gösterip yürüyemezler.

#### **2.6.4.Genel sistemik muayene**

Hastada kardiyovasküler ya da sistemik rahatsızlığın var olup olmadığı sorgulanır. Bir rahatsızlık söz konusu ise bu durumun vestibüler sistem üzerine etkisi araştırılır.

#### **2.6.5.Odyolojik muayene**

Vestibüler sistem değerlendirmesi sırasında hastanın işitme ile ilgili bir şikayetinin olup olmadığına bakılmaksızın immitansmetrik değerlendirme, saf ses odyometresi ve konuşma testleri yapılmalıdır.

#### **2.6.6.Spontan göz hareketlerinin incelenmesi**

Spontan göz hareketleri, yani nistagmus terimi gözlerde istemsiz olarak meydana gelen ritmik ya da aritmik hareketleri ifade etmektedir. İstemsiz olarak meydana gelen bu hareketler vestibüler, serebellar, serebral veya vizüel anormalliklerden kaynaklanabilir (Kaytaz, 1998). Bir nistagmus varlığında nistagmusun yönü, süresi, amplitüdü, yavaş ve hızlı fazları değerlendirilir (Korkut, 2005).

#### **2.6.7.Provokasyonla ortaya çıkan göz hareketlerinin incelenmesi**

- Pozisyon testleri: Pozisyonel vertigo şikayeti olan hastanın baş ve vücudunu belli pozisyonlara getirerek vestibüler sistemini uarmaya ve oluşan nistagmusun parametrelerini saptamaya yönelik bir testtir. Periferik ve santral pozisyonel nistagmuslar arasında tanısal değerlendirme yapmak için kullanılır (Kaytaz, 1998).
- Anguler ve lineer testler: Genel olarak lezyonun lokalizasyonunu sağlayamayan ve zaman alan testlerdir. Bu testler içinde anguler ivmeli testlerden en standart olanı ve çok kullanılan Barany sandalyesinde ve ENG cihazıyla yapılan rotasyon testidir. Özel olarak hazırlanan sandalyede oturan hasta standart ivme ve hızla kendi etrafında çevrilip aniden veya yavaşça durdurulurken oluşan nistagmus ENG ile kaydedilir

ve uyarılan semisirküler kanalların tepkileri saptanmış olur (Kaytaç, 1998).

- Kalorik testler: Bu testler, dış kulak yolunu vücut ısısından  $\pm 7^{\circ}\text{C}$  farklı derecedeki ısılarda yani yaklaşık  $30^{\circ}\text{C}$  ve  $44^{\circ}\text{C}$  ısılarda su ya da hava ile irrite ederek labirenti uyardır ve oluşan nistagmusu gözlemeye yarar (Kaytaç, 1998).

### **2.6.8. Elektronistagmografi (ENG)**

Vestibüler testler sırasında oluşan nistagmusları kaydedip değerlendirmeye yarayan cihazdır. Göz hareketleri sırasında kornea ile retina arasında oluşan potansiyel fark göz çevresine yerleştirilen elektrotlar aracılığıyla kaydedilir. Kaydedilen nistagmusun frekansı, amplitüdü, süresi, başlangıç ve bitiş zamanı ölçülür. Nistagmusun yavaş fazı değerlendirilir (Korkut, 2005).

### **2.7. Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (Vestibuler Evoked Myogenic Potentials; VEMP)**

VEMP testi, sakkül ve inferior sinirden beyin sapı düzeyine kadar bilgi verir (Baş, 2008). VEMP, kulağa hava yolu ile verilen şiddetli tone burst veya klik uyarana karşılık ipsilateral sternokleidomastoid (SKM) kas üzerine yerleştirilen yüzeysel elektrotlar ile kaydedilen sakkül, inferior vestibüler sinir ve santral bağlantılarından kaynaklanan inhibitör elektriksel potansiyellerdir (Ütkür, 2011).

VEMP cevaplarının meydana geldiği süre göz önüne alındığında vestibulokolik refleksin bir bulgusu olduğu düşünülmektedir. Refleksif yanıtın oluştuğu bu ark vestibüler nukleus ile sinaps yapan afferent lifler, vestibulokolik nöronlar ve SKM kasını inerve eden nöronlardan oluşmaktadır.

VEMP testi otolit fonksiyonunu, inferior vestibüler sinirin ve sakkulokolik refleks arkın fonksiyonel bütünlüğünü değerlendirmek için kullanışlı ve non-invaziv bir testtir (Yılmaz, 2011).

VEMP testi multiple skleroz (MS), akustik tümör, vestibüler nörit, Meniere, superior kanal dehisansı gibi vestibüler değerlendirme gerektiren durumlarda ölçüm tekniği olarak kullanılabilir. Herhangi bir nedenle SKM kasını kasamayan ya da teste koöper olamayan hastalarda VEMP testini uygulamak zordur.

Ses kullanılarak açığa çıkarılan vestibüler cevaplar Tulio'nun 1929 yılındaki erken çalışmalarından itibaren bilinmektedir (Yılmaz, 2011). von Bekesy 1935 yılında yüksek şiddetli uyaran ile göz hareketlerinin oluştuğunu gösterdiği çalışmada sese bağlı olan kokleadan bağımsız vestibüler cevapları göstermiştir. Yüksek şiddette (122-134 dB SPL) 1000 Hz lik ses uyarısını takiben ufak baş hareketleri gözlemlenmiştir. Bekesy bu durumu otolit organda ses uyarısının oluşturduğu sıvı yer değişimine bağlamıştır (Yılmaz, 2011). Geissler ve ark. 1958 yılında işitsel klik uyarı ile kısa latans cevapları iniondan kaydetmiş ancak bu cevapların kortikal orijinli olduğunu düşünmüştür. Bickford ve ark. 1964 yılında klik uyarı ile açığa çıkan inion cevaplarının karakteristiklerini ortaya koymuş ve bunların vestibüler orijinli olduğunu söylemiştir. Bu cevapların vestibüler kaynaklı özellikle de sakküler kaynaklı olduğu sonraki çalışmalarda ortaya konmuştur. Robertson ve Ireland 1995 yılında VEMP cevabı refleks yolunun sakkulden başlayarak inferior vestibuler sinir yoluyla lateral vestibuler nukleusa ve medial vestibulospinal trakt aracılığıyla SKM 'ye ulaştığını belirtmiştir (Öndağ, 2008).

Sakkül, anatomik olarak korti organıyla semisirküler kanallar arasında bulunur ve endolenf içerir. Denge, sakküldeki endolenfin makula üzerinde bulunan silyaları uyarması sonucu oluşan aksiyon potansiyeli ile ilişkilidir. Sakkül, işitme ve denge arasındaki bağlantıyı sağlar (Baş, 2008). Ses dalgaları timpanik zar, orta kulaktaki malleus, inkus ve stapes yoluyla iletilerek, iç kulaktaki endolenfi titreştirir. Titreşim tüy hücrelerinde aksiyon potansiyellerinin oluşmasına ve işitmenin sağlanmasına neden olur. Yüksek şiddetli bir ses uyarı verildiğinde kokleadaki endolenfle birlikte sakküldeki endolenf de titreşir ve aksiyon potansiyeli oluşturur.

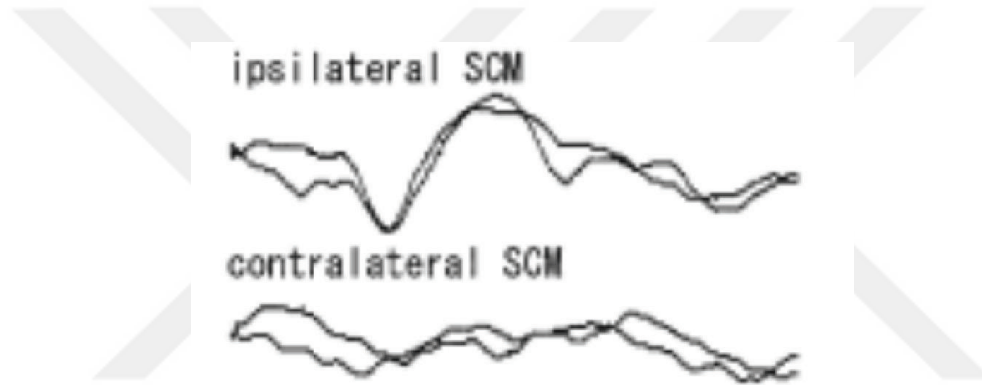
Colebatch ve Halmagy, 1992 kulağa verilen şiddetli uyarının boyun kaslarında özellikle SKM kasında yanıtı yol açtığını ve bunun yüzeysel aktivite olarak gözlenebileceğini belirtmişlerdir (Tunalı, 2012).

### **2.7.1. VEMP Yanıtlarının Değerlendirilmesinde Kullanılan Parametreler**

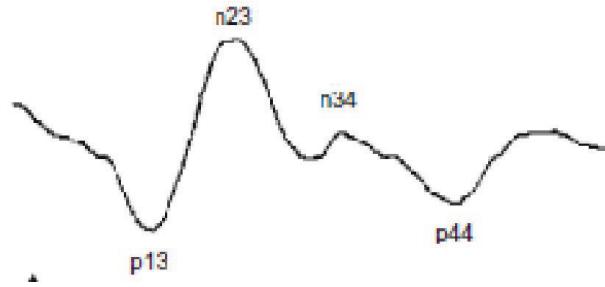
- **P13 ve N23 latans süreleri**

Kas yanıtı ipsilateral tarafta işitsel uyarıdan yaklaşık 13 msn sonra pozitif, 23 msn sonra negatif olarak ortaya çıkmakta ve bu iki dalga P13 ve N23 (veya P1-N1) olarak adlandırılmaktadır (Tunalı, 2012). P13 dalga latansı N23 dalga latansına göre daha iyi tekrarlı elde edilir ve bu nedenle P13 dalga latansının klinik kullanımı daha

uygundur (Murofushi, 2009). P13-N23 dalga komponenti ipsilateral olarak elde edilmektedir, kontralateral tarafta gözlenmez ya da çok düşük amplitüdü olarak elde edilmektedir (Şekil 7) (Ozeki ve ark, 2004). Ayrıca bu dalga komponentinin dışında N34-P44 olarak adlandırılan ve tek taraflı uyarana bilateral olarak oluşan bir dalga komponenti daha vardır. Ancak bu dalga komponenti tüm bireylerde yeterli düzeyde güvenilir yanıtlar olarak değerlendirilememektedir (Şekil 8). P13-N23,N34-P44 cevaplarından sonra elde edilecek dalga komponentleri vestibüler kaynaklı değildir (Welgampola ve Colebatch, 2005). Uzamış latanslar retrolabirentin ya da santral bozuklukların göstergesi olabilmektedir (Murofushi ve ark, 2001)



Şekil 7: İpsilateral ve Kontralateral Kayıtlı VEMP Cevapları (Murofushi, 2009)



Şekil 8: N34/P44 VEMP cevapları (Murofushi, 2009)

- **Eşik şiddeti**

Eşik uyaran şiddeti, tekrarlanabilen P13-N23 bifazik dalgasının elde edilebildiği en düşük ses şiddetidir. VEMP cevabı yüksek ses şiddetleriyle ortaya çıkmaktadır (Öndağ, 2008). Koklear orjinli ABR ile karşılaştırıldığında sakkul orjinli VEMP cevaplarının eşikleri daha yüksektir (Murofushi, 2009). Ortalama 90-100 dB klik ya da



tone burst uyarılarla optimal cevap alınmaktadır. Colebatch ve ark. klik uyarılara yanıtın eşik değerini ortalama 86 dB nHL, en düşük uyarı değerini de 70 dB nHL olarak saptamışlardır. Eşik değerin 70 dB nHL altında olması vestibüler organların sese hipersensitivitesi olarak yorumlanır ve *Tullio* fenomeni olarak adlandırılmaktadır (Ütkür, 2011).

- **Uyarı Tipi**

Düşük frekans tone burst uyarılarla, özellikle de 500 Hz tone burst uyarılarla daha iyi cevap alınmaktadır (Öndağ, 2008). Tone burst uyarı kullanıldığında klik uyarıya göre pozitif ve negatif tepe noktaları 2-3 msn daha geç elde edilmektedir (Matsuzaki ve ark, 1999). Ancak tone burst uyarı klik uyarıya göre daha büyük ve görülebilir VEMP cevapları elde etmek için avantajlıdır (Murofushi ve ark, 1999). Klik uyarılarla sadece sakkul uyarılırken tone burst uyarı kullanıldığında utrikul de uyarılabilmektedir (Curthoys ve ark, 1997).

- **İnterpeak amplitüd**

İnterpeak amplitüd değeri, P13 ile N23 arasındaki voltaj farkıdır. Cevap amplitüdüleri birkaç mikrovolttan birkaç yüz mikro volta değişkenlik göstermektedir ve genellikle ortalama 50-200µV civarındadır. Bunun tersine cevap latansları daha istikrarlıdır. Amplitüdüdeki bu değişkenlik kas gerilimine, uyarı şiddetine bağlı ortaya çıkmaktadır. Lee ve arkadaşlarının 2008 yılında yaptığı bir çalışmada 60 yaş üstü bireylerde VEMP cevap amplitüdülerinde düşüş, latanslarında ise uzama gözlenmiştir (Öndağ, 2008). VEMP testi sırasında kullanılan uyarı tekrar oranı genellikle 5 Hz dir. Uyarı tekrar oranı artırıldığında elde edilecek cevabın amplitüdü düşebilir ve bu düşüş özellikle 20 Hz üzerinde tekrar oranı kullanıldığında belirgindir (Wu CH ve Murofushi, 1999). Ayrıca uyarı tekrar oranı çok düşük olduğunda cevap elde etme süresi uzayacak ve hasta yorulacaktır.

Elektromiyografik aktiviteler amplifiye edilir ve 20-2000 Hz aralığında filtrelendir. 50-100 msn'lik kayıt penceresi kullanılarak kayıt yapılır ve ortalama 100-300 uyarı kullanılır. (Murofushi, 2009).

- **İnteraural amplitüd asimetri oranı**

İnteraural amplitüd asimetri oranı, VEMP değerlendirilmesinde başka bir parametredir. Asimetri oranı, etkilenmiş ve etkilenmemiş kulaklar arasında ya da sağlıklı kulaklar arasında aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır.



$$\text{Amplitüd asimetri oranı (\%)} = 100 \times (A_r - A_l) / (A_r + A_l)$$

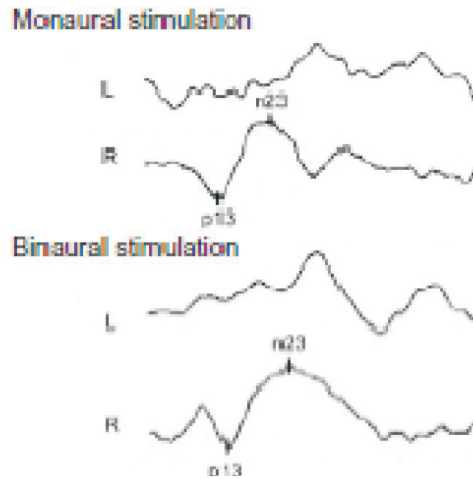
(A r: sağ kulaktaki amplitüd, A l: sol kulaktaki amplitüd)

$$\text{Amplitüd asimetri oranı(\%)} = 100 \times (A_u - A_a) / (A_u + A_a)$$

(A u: etkilenmemişkulaktaki amplitüd, A a: etkilenmiş kulaktaki amplitüd)

### 2.7.2. VEMP Testi Uygulama Yöntemleri

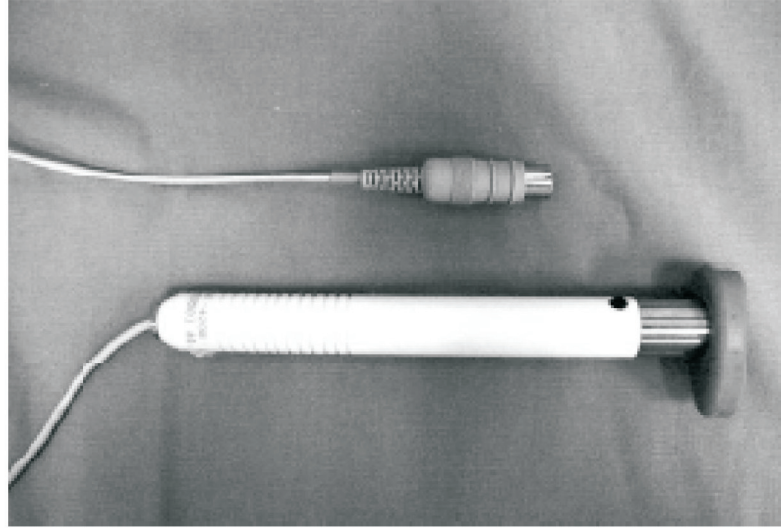
- **Binaural uyarım metodu:** Bu uyarım metodu hastaların fiziksel olarak aşırı zorlanmalarını önlemek amacıyla geliştirilmiştir. VEMP testi sırasında hastaların SKM kasını kasılı tutmaları gerekmektedir ve yaşlı hastalar SKM kontraksiyonunu belirli bir süre devam ettirmekte güçlük çekmektedirler. SKM kontraksiyonu için başın öne eğilmesi gibi zorlayıcı olmayan yöntemler kullanılabilir. VEMP testinin sonuçları ipsilateral ve dominant olduğundan her iki kulağa da aynı anda akustik uyarın verılarak iki taraftan da VEMP kaydı alınabilir (Şekil 9)(Murofushi, 2009).



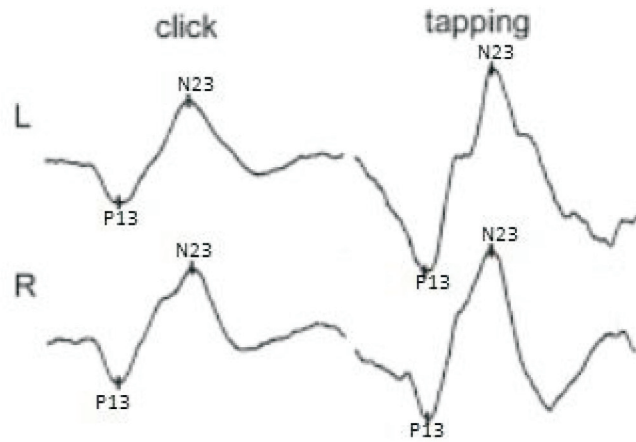
Şekil 9: Monaural ve binaural uyarımla VEMP kaydı (Murofushi, 2009)

- **Tapping ve kemik iletim metodu:** Dış ve orta kulakta iletim patolojisine sahip hastalarda iç kulağa iletilen akustik uyarının şiddeti düşmektedir. Bu nedenle normal fonksiyon gören vestibüler sistemde bir patoloji varmış gibi sonuçlar elde edilebilir. İletim patolojisine sahip hastalarda vestibüler sistemi test etmek için tapping ya da kemik vibratör ile uygulama yapılabilir. Tapping metodu tendon çekici denilen bir aparatla (Şekil10) alın ya da mastoide vurularak uygulanmaktadır. Kayıtlama parametleri hava yolu VEMP testinde olduğu gibidir

(Şekil11). Tapping metodunda dikkat edilmesi gereken nokta sakkül haricinde diğer vestibüler organlarında uyarılması durumudur. Brantberg ve Mathiesen yaptıkları bir çalışmada inferior vestibüler siniri çıkartılmış hastalarda VEMP yanıtlarının elde edildiğini göstermişlerdir (Murofushi, 2009). Tapping metodundaki bir diğer problem ise kalibrasyondur. Saf ses eşiklerinde kullanılan kemik vibratörler kullanılarak kalibrasyon sorunu çözülebilmektedir. Kemik iletimi için en uygun frekans aralığı 200-250 Hz dir (Welgampola ve ark. 2003). Kemik vibratör kalibrasyon sorununu ortadan kaldırırsa da tendon çekicinde olduğu gibi sakkül harici vestibüler organların uyarılmasına neden olmaktadır (Murofushi, 2009).

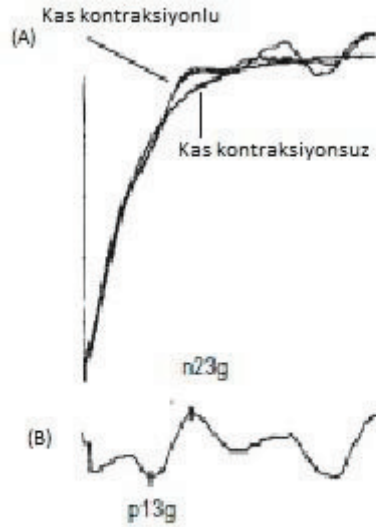


Şekil 10: Tapping metod için kullanılan tendon çekici (Murofushi, 2009)



Şekil 11: Klik ve tapping uyararla elde edilen VEMP yanıtları (Murofushi, 2009)

- **Galvanik stimülasyon:** Galvanik stimülasyonda vestibüler organlardan bağımsız olarak vestibüler sinir test edilmektedir. Doğrudan vestibüler sinirin test edilmesi sayesinde patolojinin yeri ile ilgili bilgi elde edilebilir. Test bataryasında yer alan pozitif elektrot altına, negatif elektrot hangi taraf test edilecekse o taraf mastoide yerleştirilir. Elektrik akımı 3-4 mA ve 1-2 msn sürecek şekilde uygulanır. Tüm kayıtlama parametreleri normal VEMP testi ile aynıdır. Galvanik uyarım sırasında çok fazla miktarda kas artefaktı kaydedilmektedir. Kas artefaktlarını ortadan kaldırmak için SKM kontraksiyonu olmadan ve SKM kontraksiyonu varken elde edilen sonuçlar birbirinden çıkartılır ve bu şekilde tıpkı akustik uyarımla elde edilen VEMP cevapları gibi cevaplar elde edilir (Şekil 12). Elde edilen P13 dalgası P13g ve N23 dalgası N23g olarak adlandırılır. Uyarım eşik şiddeti ortalama 2,5 mA dir (Watson ve Colebatch, 1998). Kalp pili ya da koklear implantı olan hastalara galvanik stimülasyon uygulanmaz (Murofushi, 2009).



**Şekil 12:** Kas kontraksiyonu varlığında ve yokluğunda galvanik cevaplar (Murofushi, 2009)

A: Kas aktivitesi varlığında ve yokluğunda elde edilen cevaplar

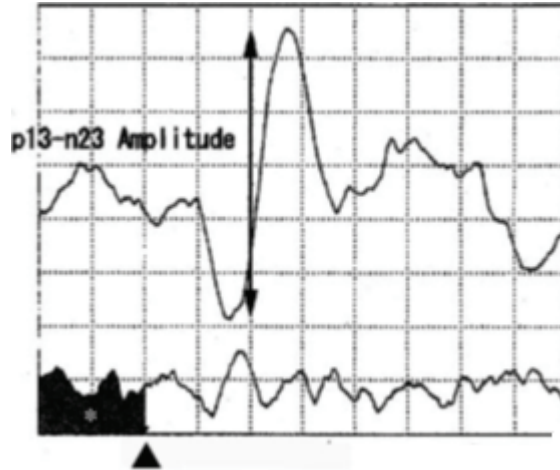
B: Kas artefaktlarının çıkartıldığında elde edilen galvanik VEMP yanıtları

VEMP yanıtlarının değerlendirilmesinde kullanılan mevcut parametrelerin haricinde Meniere gibi rahatsızlıklarda kullanılmak üzere özel parametrelerde

mevcuttur. Meniere hastalığında 500 Hz de uygulanan VEMP testi cevapları düşük amplitüdü ya da yok olabilir bu durumda test 1000 Hz de de uygulanmalı ve her iki frekans sonuçları birbirine oranlanmalıdır (Murofushi, 2009). Yaygın olarak kullanılmayan ancak doğrudan vestibuler sinirin uyarılması prensibine bağlı olarak yapılan Galvanik VEMP testi sayesinde akustik uyararla VEMP yanıtı alınamayan hastalarda vestibüler sinir uyarımı ile yanıt alınırsa sakkuldeki bir patoloji tespit edilebilir (Murofushi ve ark, 2007).

### 2.7.3. SKM Kasının Kontraksiyonu

VEMP kayıtlarının alınabilmesi için SKM aktivasyonu gerekmektedir. VEMP cevaplarının amplitüdüleri SKM kontraksiyonu ile doğru orantılıdır ve kasın daha güçlü kasılması daha yüksek amplitüdü cevaplar alınmasını sağlamaktadır. Kas kasılması cevabı doğrudan etkilediği için kas kasılmasındaki değişimlerin minimum seviyede tutulması gerekmektedir. Kas aktivitesinin sabitlenerek kayıt yapılabilmesi için ses uyararı verilmeden önceki ilk 20 msn boyunca VEMP cevapları kayıt edilmez (Welgampola ve Colebatch, 2001). Ses uyararı verilmeden önceki 20 msn'lik zaman içerisinde elde edilen kas kontraksiyonu sistemin averajlama işlemi için çok önemlidir (Şekil 13). Ses uyararı verildikten sonraki kas cevapları ses uyararı öncesindeki 20 msn'lik zaman dilimindeki cevaplarla oranlanarak averajlanmış cevaplar elde edilir ve kas kontraksiyonundaki ani değişimlere bağlı olarak görülebilecek amplitüd değişimleri engellenebilir (Welgampola ve Colebatch, 2001).



Şekil 13: Amplitüd averajlama sistemi (Murofushi, 2009)

\*Her bir birim kare 10 msn dir. Taralı alan 20 msn dir.

SKM kontraksiyonu için yatar pozisyonda iken başın kaldırılması, oturur pozisyonda iken başın test edilecek kulağın kontralateral tarafına doğru çevrilmesi ya da testi uygulayacak kişinin hastanın başını alın bölgesinden arkaya doğru bastırması teknikleri kullanılabilir (Şekil 14). SKM kontraksiyonu için averajlama kullanıldığından baş pozisyonu VEMP cevabını etkilememektedir (Isaacson ve ark, 2006). SKM kasından kayıt yapıldığında, pozitif elektrot kasın 1/3 orta kısmına, negatif elektrot kasın sternuma yapıştığı sternoklavikuler eklem kısmına ve toprak elektrotun ise alına yerleştirildiğinde en iyi cevapların alındığı çalışmalarla gösterilmiştir (Öndağ, 2008). Pozitif ve negatif elektrotlar birbirlerine çok fazla yakın yerleştirildiklerinde VEMP cevabı amplitüdlerinde azalma olduğu belirtilmiştir (Murofushi ve ark, 2001). Pozitif elektrot mastoid kemiğe fazla yakın yerleştirilirse elde edilecek yanıtlar post aurikular kas aktivitesine bağlı olabilir (Endoh ve ark, 1987).



Şekil 14: VEMP testi sırasında baş pozisyonları (Murofushi, 2009)

## 2.8. VEMP Cevaplarının Normalizasyonu

VEMP kayıtlama parametrelerine ve kayıtlamanın yapılacağı ortama uygun normal değerlerin oluşturulması için birçok neden bulunmaktadır. Uygun çevresel koşullar sağlansa dahi, VEMP testi sırasında elektrot yerleşimi, testin yapıldığı ortam, cevap elde etmek için kullanılan uyarılar elde edilen cevabın varlığını ve kalitesini doğrudan etkilemektedir. Ayrıca, klinik pratikte VEMP testi tanıya yardımcı olarak kullanılacak ise elde edilen verilerin karşılaştırılabileceği sağlıklı ve normal işiten popülasyondan elde edilmiş yaşa ve cinsiyete uygun standart değerlerin bulunması önemlidir.

VEMP cevaplarının analizi ve ölçümü için kabul edilmiş standart bir protokol olmaması nedeniyle kliniklerin kendi protokolünü, yaş ve cinsiyete uygun normal değerleri belirlemesi önemlidir.

VEMP testinin sonucu, kayıtlama parametrelerine, test edilen kişinin ve uyarının özelliklerine göre değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle VEMP testi analizi için kayıt sırasında protokole uygun normatif değerlerin kullanılması önemlidir. Eğer bu koşullar sağlanamazsa, VEMP testi sonuçlarının elde edilmesinde ve yorumlanmasında ciddi hatalar yapılabilir.



### 3. MATERYAL VE METOT

Bu çalışma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı, Odyoloji Konuşma ve Ses Bozuklukları Ünitesi'nde gerçekleştirildi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Değerlendirme Komisyonu Başkanlığı'nın 25.04.2013 tarihli ve 297 sayılı kararı ile etik kurul açısından uygun bulundu (Ek 1).

#### 3.1. Bireyler

Çalışmaya katılan 20-60 yaş arası bireylere kartopu örnekleme tekniği<sup>1</sup> ile ulaşıldı. Kota örnekleme tekniği<sup>2</sup> kullanılarak çalışmaya sağlıklı ve normal işitmeye sahip olan 60 kadın ve 60 erkekten oluşan 120 kişi dâhil edildi. Bireyler yaşlara göre 4 gruba ayrıldı, her bir gruba 15 kadın ve 15 erkek dahil edildi. Çalışmaya katılan kişilerin tamamı yapılacak işlemler açısından bilgilendirildi, gönüllü olur formu (Ek 2) imzalatılarak izni alındı. Grupların yaşa göre dağılımı ve yaş ortalamaları Tablo 1'de verildi.

**Tablo 1.** Çalışmaya katılan bireylerin grup dağılımı ve yaş ortalamaları

GRUPLAR	YAŞ ORTALAMASI					
	ERKEK			KADIN		
	Ort.	Min.	Mak.	Ort.	Min.	Mak.
Grup 1 (20-30 yaş )	26,47±2,67	22	30	26,07±2,89	21	30
Grup 2 (31-40 yaş)	35,40±2,74	31	39	35,53±2,38	32	40
Grup 3 (41-50 yaş)	45,33±2,94	41	50	45,47±2,67	41	50
Grup 4 (51-60 yaş )	55,60±2,90	52	60	54,60±2,61	51	60

<sup>1</sup>Bu örneklemede öncelikle evrene ait birimlerden birisi ile temas kurulur. Temas kurulan birimin yardımıyla ikinci birime, ikinci birimin yardımıyla üçüncü birime ulaşılır. Bu şekilde örnekleme büyüklüğü genişler (Yazıcıoğlu ve Erdoğan, 2004).

<sup>2</sup>Sınırlı bir evren, araştırmanın amacına uygun olarak araştırmacının öngördüğü belirli değişkenlere göre sınıflandırılır (Gökçe, 1988).



### **3.2. Seçim Kriterleri**

Katılımcılar, eğitim ve sosyoekonomik düzey farkı gözetenmeden çalışmaya dahil edildi.

#### **3.2.1. Çalışmaya dahil edilme kriterleri:**

1. Normal KBB muayene bulgularının olması,
2. 500-4000 Hz frekans aralığında saf ses ortalamasının normal sınırlarda olması (Kramer ve ark, 2002; WHO, 2009),
3. Konuşmayı ayırt etme skorunun normal sınırlar içerisinde olması (Akşit, 1994)
4. Normal timpanometrik bulgulara sahip olması ve bilateral akustik reflekslerin elde edilmesi (Jerger, 1970).

#### **3.2.2. Çalışma dışı bırakılma kriterleri:**

1. Sistemik, nörolojik veya psikiyatrik hastalığının bulunması,
2. Otolojik hastalık ve/veya kulak cerrahisi öyküsünün bulunması,
3. Ototoksik ilaç kullanımı
4. Akustik ve/veya işitmeyi etkileyecek fiziksel travma hikayesinin bulunması.

### **3.3. Gereç ve Yöntem**

#### **3.3.1. KBB Muayenesi**

Tüm katılımcıların Kulak Burun Boğaz muayeneleri KBB polikliniğinde yapıldı. Dış kulak yolu ve kulak zarı bulguları normal olan katılımcılar odyolojik incelemeye alındı.

#### **3.3.2. Saf Ses ve Konuşma Odyometresi**

Odyometrik değerlendirmeler standartlara uygun ses yalıtımlı ve çift bölmeli odada ve katılımcılar kulaklarına supraaural kulaklık yerleştirilmiş, uygulayıcıyı görmeyecek pozisyonda teste alındı. Katılımcılardan, kendilerine verilen ses uyarana yanıt olarak ellerindeki butona basmaları istendi. İşitme eşiklerinin belirlenebilmesi için 'descending' yöntem kullanıldı. Bu yöntemde ölçüm yapılan frekansda duyulabilir ses



uyaranına cevap alınır, uyarın şiddeti 10 dB azaltılır ve duyulabilir yanıt alınmadığı seviyede şiddet 5 dB yükseltilir, saf ses eşikleri belirlenir.

Odyolojik değerlendirmede “Interacoustics AC30” klinik odyometre, “Telephonics 39P” kulaklıklar, “Radioear B-71” kemik vibratör kullanıldı. Hava yolu işitme eşikleri 0.25, 0.5, 1, 2, 4 ve 6 kHz frekanslarında, kemik yolu işitme eşikleri de 0.5, 1, 2 ve 4 kHz frekanslarında belirlendi. Saf ses ortalaması (500-4000 Hz) 0-25 dB nHL aralığında olan katılımcılar immitansmetrik değerlendirmeye alındı (WHO, 2009).

### **3.3.3. İmmitansmetrik Değerlendirme**

İmmitansmetrik ölçümlerde “GSI Tymptstar” model impedansmetre kullanıldı. Ölçümler insert kulaklık ile 226 Hz probe ton 80 dB uyarın şiddeti kullanılarak yapıldı. Akustik refleksler ipsilateral olarak 500-2000 Hz aralığında ve 85-90 dB uyarın şiddeti kullanılarak elde edildi. Normal timpanogram ve akustik refleks bulgusu elde edilen katılımcılar çalışmaya dahil edildi.

### **3.3.4. Vestibuler Uyarılmış Miyojenik Potansiyellerin Ölçümü**

. Çalışmada, GSI Audera model ABR cihazıyla, GSI TIP-50 insert kulaklıklar, Ambu® Neuroline 720 elektrotlar kullanıldı. Tüm katılımcılar test hakkında bilgilendirildikten sonra VEMP testi ses izolasyonu sağlanmış odada uygulandı. Elektrotların yerleştirileceği bölgeler temizleyici jel ile temizlendi. Elektrotların impedanslarının 0-5 kΩ aralığında olması sağlandı (Şekil 15).

kΩ	Electrodes			
	1+	1-	2+	2-
>50				
20 - 50				
10 - 20				
5 - 10				
2 - 5				
<2				

Close

**Şekil 15:** Elektrot impedansları.(1- elektrot ipsilateral kayıt sırasında kullanılmadığından impedans değeri bulunmamaktadır.)

Aktif elektrot SKM kasının orta kısmına, referans elektrot SKM kasının sternuma yapıştığı sternoklavikular eklem üzerine ve toprak elektrot alın ortasına yerleştirildi. Uygulama sırasında katılımcı sandalyeye oturtularak testin uygulandığı süre boyunca başını test edilecek kulağın tersi yönünde çevirmesi istendi (Şekil 16). Baş fleksiyonu ile sternokleidomastoid kasının (SKM) aktif olarak kasılması amaçlandı. İpsilateral SKM cevapları ölçüldü. VEMP yanıtlarının ilk pozitif (P13) ve onu takip eden ilk negatif dalga (N23) latansları ve bu iki dalganın tepe noktaları arasında kalan amplitüdüleri analiz edildi. VEMP yanıtının olmaması durumunda katılımcı çalışma dışı bırakıldı.



**Şekil 16:** VEMP testi sırasında elektrot yerleşimi ve baş pozisyonu.

Bütün katılımcılarda VEMP ölçümü sırasında kullanılan parametreler Tablo 2'de ve Şekil 17de gösterildi. İpsilateral olarak elde edilen cevapların tekrarlanabilir olduğunu test etmek için iki ayrı trase oluşturuldu (Şekil 18).

**Tablo 2:** VEMP ölçümleri sırasında kullanılan parametreler.

Şiddet	105 dB nHL
Polarite	Alternate
Uyaran tipi	500 Hz tone-burst
Uyaran tekrarlama oranı	8.1/sn
Yüksek / alçak bant filtre seviyesi	1000 Hz/ 10 Hz
Dalga formu başlangıcı	-20 msn
Dalga formu sonu	80 msn
Toplam sweep	252
Gürültü reddetme (rejection) seviyesi	$\pm 25 \mu V$
Hassasiyet	1500 $\mu V$

**Test Details**

Test Set

Test set: C-VEMP

Marker set: VEMP

Masking type: Absolute      Use noise checking: NO      Random test selection: NO


Use both EEG channels: NO      External Trigger: NO

Test Item

Test item: 8.0/500 Hz± 105.0 dB nHL

Stimulus type: 500 Hz Blackman Pip 2-0-2 cycles

Stimulus polarity: Alternating

Stimulus level		Masking level
Inserts/Headphones		Inserts/Headphones
105.000 dB nHL		No sound is output at -10 dB nHL
129.680 dB pSPL		

Parameters

nHL Adjustment: 0 dB (-20 to 20)

Repetition rate: 8.000 Hz (8 to 100)

High/band pass filter: 30 Hz @ -6 dB 12 dB/oct RC

Low pass filter: 3 kHz linear phase >40dB/oct

Waveform starts at: -20 ms\*

Waveform ends at: 80 ms

Subaverage size: 8 sweeps

Total sweeps: 256 sweeps

Noise rejection level: 25  $\pm\mu\text{V} = -92.04 \text{ dBV}$  (10.0  $\mu\text{V} = -100.0 \text{ dBV}$ )

Noise rejection armed after: 2 ms (0 to 5)

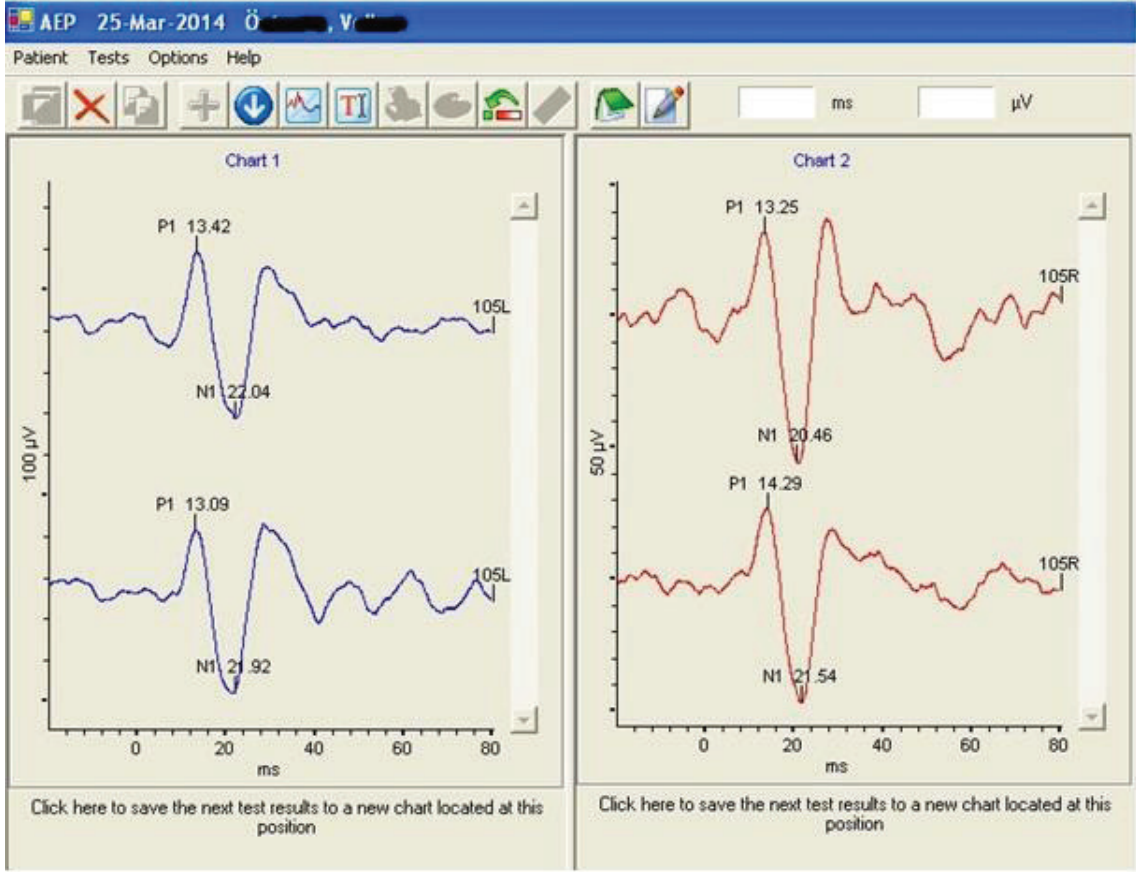
Test duration: 32 seconds

Sensitivity: 1500 $\mu\text{V}$

\* Negative values start the averaging before the stimulus

Close

Şekil 17: VEMP testi parametreleri.



Şekil 18: VEMP testi sırasında elde edilen ikili traseler.

### Çalışmada Değerlendirilecek Parametreler

Çalışmamızda 8.1 /sn uyarı hızı ve 105 dB nHL şiddetindeki uyarı ile, yaş, cinsiyet ve kulaklara göre,

- P13,N23 tepe latansları,
- P13-N23 interpeak latans farkı,
- P13,N23 dalga amplitüd ortalamaları,
- P13/N23 arasındaki amplitüd değişim oranı değerlendirildi.

### **3.4. Verilerin Analizi**

Elde edilen veriler SPSS v 15.0 a kaydedildi. Cinsiyete ve yaşı göre gruplar arasındaki farklılığın değerlendirilmesinde ANOVA testi kullanıldı. Sağ/sol kulakların karşılaştırılmasında ise Paired t testi kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi  $p < 0.05$  olarak alındı.



#### 4. BULGULAR

Bu çalışma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı, Odyoloji Konuşma ve Ses Bozuklukları Ünitesi'nde 60 kadın ve 60 erkek olmak üzere toplam 120 katılımcı ile gerçekleştirildi.

Çalışmada VEMP testi değerlendirme parametreleri olan P13-N23 latansları, amplitüd ortalamaları ve amplitüd değişim oranları ölçüldü. Cinsiyete, yaşa ve kulaklar arası farka göre incelendi.

Cinsiyete göre P13 ve N23 latansları karşılaştırıldı ve sonuçlar Tablo 3 de gösterildi.

**Tablo 3:** Cinsiyete göre P13/N23 latans değerleri

	Sağ			Sol		
	Kadın	Erkek	p*	Kadın	Erkek	p*
<b>P13(msn)</b>	15,74 ± 1,31	15,24 ± 1,22	0.608	15,94 ± 1,29	15,45 ± 1,38	0.438
<b>N23(msn)</b>	22,60 ± 1,93	22,20 ± 2,06	0.823	22,82 ± 1,75	22,46 ± 1,45	0.218

\*p<0.05

Cinsiyetler değerlendirildiğinde P13 ve N23 latansları bakımından kulaklar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı.

Cinsiyete göre amplitüd değişim oranları karşılaştırıldı ve sonuçlar Tablo 4 de gösterildi.

**Tablo 4:** Cinsiyete göre amplitüd değişim oranları

	Kadın	Erkek	p*
<b>Amplitüd değişim oranı(%)</b>	23,81 ± 17,05	20,70 ± 15,60	0,287

\*p<0.05

Cinsiyetler değerlendirildiğinde amplitüd değişim oranları bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı.

Cinsiyete göre yapılan VEMP değerlendirmesinde kadın ve erkek gruplarına göre sonuçlar Tablo 5 de gösterildi.

**Tablo 5:** Kadınlarda ve erkeklerde sağ ve sol kulak P13/N23 latans ve amplitüd ortalamaları

	Parametre	Grup (n=15)	Ortalama $\pm$ SS**
KADIN SAĞ	P13(msn)	Grup 1	15.21 $\pm$ 1,40
		Grup 2	15.63 $\pm$ 1,21
		Grup 3	16.20 $\pm$ 1,56
		Grup 4	15.93 $\pm$ 0,94
	N23(msn)	Grup 1	22.11 $\pm$ 2,02
		Grup 2	22.16 $\pm$ 1,55
		Grup 3	23.81 $\pm$ 2,32
		Grup 4	22.34 $\pm$ 1,29
	Amplitüd Ortalamaları ( $\mu$ V)	Grup 1	19.03 $\pm$ 13,77
		Grup 2	15.57 $\pm$ 11,17
		Grup 3	20.99 $\pm$ 10,13
		Grup 4	16.05 $\pm$ 8,32



**Tablo 5 (Devam):** Kadınlarda ve erkeklerde sağ ve sol kulak P13/N23 latans ve amplitüd ortalamaları

<b>KADIN</b> <b>SOL</b>	<b>P13 (msn)</b>	Grup 1	15.93 ± 1,87
		Grup 2	15.71 ± 0,81
		Grup 3	16.36 ± 1,28
		Grup 4	15.75 ± 0,99
	<b>N23 (msn)</b>	Grup 1	22.77 ± 1,60
		Grup 2	22.18 ± 1,24
		Grup 3	24.24 ± 2,13
		Grup 4	22.09 ± 1,08
	<b>Amplitüd Ortalamaları (µV)</b>	Grup 1*	21.43 ± 16,23
		Grup 2	15.93 ± 6,70
		Grup 3	24.28 ± 9,58
		Grup 4*	14.93 ± 7,51

**Tablo 5 (Devam):** Kadınlarda ve erkeklerde sağ ve sol kulak P13/N23 latans ve amplitüd ortalamaları

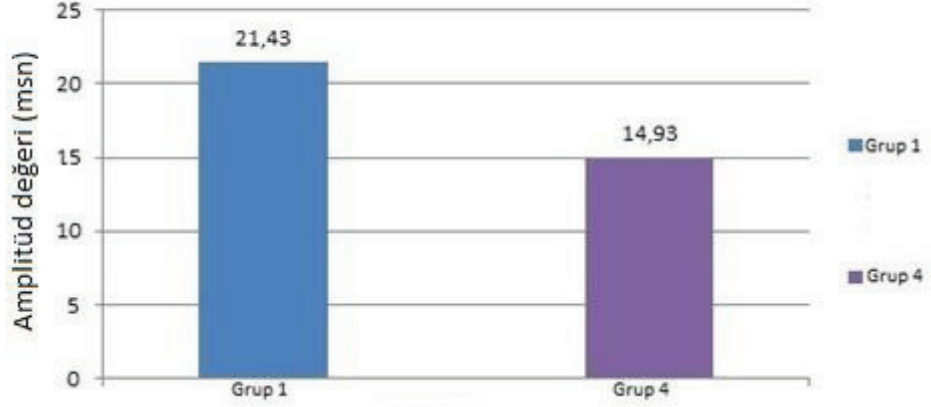
<b>ERKEK</b> <b>SAĞ</b>	<b>P13 (msn)</b>	Grup 1	14.97 ± 1.27
		Grup 2	15.04 ± 1.72
		Grup 3	15.36 ± 1.04
		Grup 4	15.60 ± 0.60
	<b>N23 (msn)</b>	Grup 1	22.83 ± 1.91
		Grup 2	21.52 ± 1.88
		Grup 3	21.83 ± 2.63
		Grup 4	22.61 ± 1.61
	<b>Amplitüd Ortalamaları (µV)</b>	Grup 1	40.70 ± 19.14
		Grup 2	40.21 ± 21.24
		Grup 3	25.37 ± 14.92
		Grup 4	29.62 ± 12.97

**Tablo 5 (Devam):** Kadınlarda ve erkeklerde sağ ve sol kulak P13/N23 latans ve amplitüd ortalamaları

<b>ERKEK</b> <b>SOL</b>	<b>P13 (msn)</b>	Grup 1	15.46 ± 1.94
		Grup 2	15.14 ± 1.25
		Grup 3	15.50 ± 1.17
		Grup 4	15.69 ± 1.07
	<b>N23 (msn)</b>	Grup 1	22.88 ± 1.97
		Grup 2	22.46 ± 1.28
		Grup 3	21.81 ± 1.21
		Grup 4	22.69 ± 1.09
	<b>Amplitüd Ortalamaları (µV)</b>	Grup 1*	42.92 ± 20.07
		Grup 2*	37.76 ± 15.02
		Grup 3	28.69 ± 19.19
		Grup 4*	21.86 ± 19.19

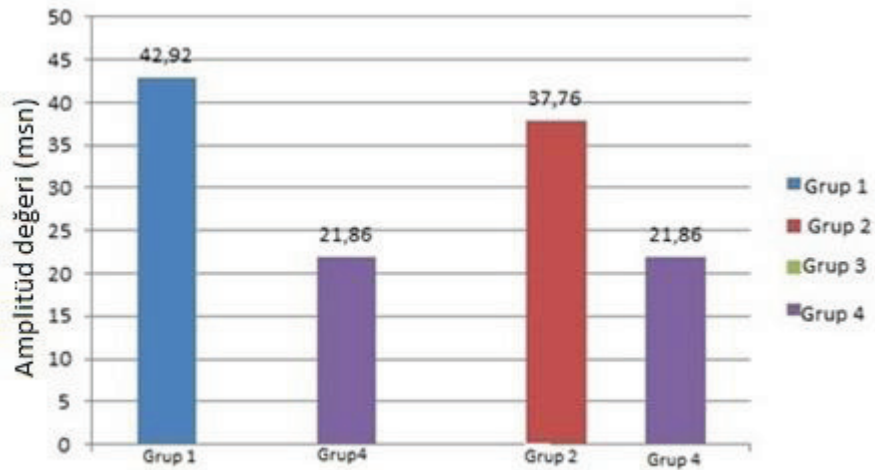
\*(p<0.05), \*\*SS: Standart sapma

Kadın gruplarının sağ kulak değerleri karşılaştırıldığında gruplar arası P13, N23 ve amplitüd oranı arasında istatistiksel fark elde edilmedi. Kadın gruplarının sol kulak değerleri yaş gruplarına göre değerlendirildiğinde latanslar normal elde edildi. Amplitüd ortalamaları bakımından 1. ve 4. grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ve farklılık Şekil 19 da gösterildi.



Şekil 19: Kadınlarda yaş gruplarına göre amplitüd değerleri farkları

Erkek gruplarının sağ kulak değerleri karşılaştırıldığında gruplar arası P13, N23 ve amplitüd oranı arasında istatistiksel fark elde edilemedi. Erkek gruplarının sol kulak değerlerine göre latanslarda fark elde edilemedi ancak amplitüd ortalamaları bakımından 1. ve 4. grup ile 2. ve 4. grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ve farklılıklar Şekil 20 de gösterildi.



Şekil 20: Erkeklerde yaş gruplarına göre amplitüd değerleri farkları

Çalışmaya dahil edilen 120 katılımcının P13/N23 değerleri yaş, cinsiyet ve kulaklara göre Tablo 6 da gösterildi.

**Tablo 6:** Cinsiyet, yaş ve kulaklara göre VEMP testi normalizasyon değerleri (500 Hz, 105 dBnHL uyarın şiddeti, 8,1/sn tekrar oranı ve alternate polariteli tone burst uyarın kullanıldı.)

CİNSİYET	KADIN (Ortalama ± SS*) (msn)				ERKEK (Ortalama ± SS*) (msn)			
	SOLP13	SOLN23	SAĞP13	SAĞN23	SOLP13	SOLN23	SAĞP13	SAĞN23
<b>20-30 yaş</b>	<b>15,93</b> ± 1,87	<b>22,77</b> ± 1,60	<b>16,97</b> ± 2,50	<b>23,96</b> ± 2,60	<b>15,47</b> ± 1,94	<b>22,88</b> ± 1,98	<b>14,97</b> ± 1,27	<b>22,83</b> ± 1,92
<b>31-40 yaş</b>	<b>15,71</b> ± 0,81	<b>22,19</b> ± 1,24	<b>15,63</b> ± 1,21	<b>22,16</b> ± 1,56	<b>15,14</b> ± 1,24	<b>22,47</b> ± 1,28	<b>15,04</b> ± 1,72	<b>21,52</b> ± 1,89
<b>41-50 yaş</b>	<b>16,37</b> ± 1,28	<b>24,24</b> ± 2,13	<b>16,21</b> ± 1,56	<b>23,81</b> ± 2,32	<b>15,50</b> ± 1,18	<b>21,81</b> ± 1,21	<b>15,36</b> ± 1,04	<b>21,83</b> ± 2,63
<b>51-60 yaş</b>	<b>15,75</b> ± 0,99	<b>22,09</b> ± 1,08	<b>15,93</b> ± 0,95	<b>22,34</b> ± 1,29	<b>15,70</b> ± 1,08	<b>22,70</b> ± 1,09	<b>15,60</b> ± 0,70	<b>22,61</b> ± 1,61

\*SS: Standart sapma

## 5. TARTIŞMA

Kliniklerde rutin olarak kullanılan vestibuler değerlendirme yöntemleri semisirküler kanalları değerlendirmektedir. VEMP testi, otolit organları, özellikle de sakkul fonksiyonunu ve inferior vestibuler sinirle birlikte sakkulokolik refleksi arkını değerlendiren bir testtir. Sakkul fonksiyonu ve vestibulokolik refleksi arkı hakkında bilgi veren VEMP testi periferik vestibüler hastalıkların ayırıcı tanısında yardımcı olmaktadır ve bu konu birçok çalışmanın temelini oluşturmuştur.

Ohki ve ark (2002) endolenfatik hidropslu hastalarda yaptıkları çalışmada hastaların yaklaşık %70 inde anormal VEMP cevapları elde ettiklerini belirtmişlerdir. Beyea ve Zeitouni (2010) yaptıkları çalışmada Meniere'li hastaların etkilenen ve etkilenmeyen kulaklarını karşılaştırmış ve etkilenen kulaklarda P13/N23 latanslarında anormal uzamalar elde etmiştir. Rauch ve ark (2004) yılında Meniere hastalığı olan kişilerde yaptıkları çalışmada 500 Hz frekansta yanıt alınmadığını bu nedenle 1000 Hz frekansın tercih edilmesi gerektiğini belirtmişler ve bu durumu sakkülün rezonans frekansındaki değişime bağlamışlar.

Benamira ve ark (2014) superior kanal dehisansı olan hastalarda yaptıkları çalışmada etkilenmiş taraf VEMP eşiklerini 66 dB olarak, etkilenmemiş taraf VEMP eşiklerini 81 dB olarak bulmuşlar. Zuniga ve ark (2012) sağlıklı bir kontrol grubu ile superior kanal dehisansı olan grubu karşılaştırmışlar, kontrol grubunun VEMP eşikleri 95 dB, hasta grubunun VEMP eşikleri 75 dB olarak bulmuşlar. Eşik şiddetinin 70 dB ve altında olması durumunda vestibüler organların sese hipersensitivitesi söz konusudur ve bu durum bir patoloji varlığını göstermektedir (Ütkür, 2011). VEMP testi sonuçlarının daha net ve güvenilir olması için uyarın şiddetinin 95-100 dB ve üzeri olması gerektiği belirtilmektedir (Öndağ, 2008). Bu bilgiler ışığında çalışmamızda normatif veriler elde edilirken güvenilir yanıtlar alabilmek için uyarın şiddeti 105 dB olacak şekilde uygulama yapıldı.

Vestibüler sistem patolojilerinde yapılan VEMP çalışmalarında Sartucci ve Logi (2002) Multipl Skleroz (MS) hastalarında P13/N23 latansları görülmekle birlikte latanslarda gecikme ve amplitüdüde değişimler gözlenmiş ve bu durumun vestibulospinal liflerdeki iletimin zayıflamasına bağlı olabileceğini düşünmüşlerdir. Benzer bir çalışmada Versino ve ark(2002) yılında VEMP tekniğinin beyin sapı

disfonksiyonlarında, özellikle MS'li hastalarda ölçüm aracı olarak kullanılabilceğini savunmuşlardır.

Patko ve ark (2003) tarafından yapılan çalışmada, akustik nörinomlu 170 hastanın 52 tanesinde normal veya gecikmiş VEMP cevabı elde edilmesine karşın, hastaların 118'inde herhangi bir cevap alınamamıştır. Takeichi ve ark (2000) unilaterale akustik nörinomlu hastalarda etkilenmiş tarafta VEMP cevaplarının gözlenmediğini, özellikle akustik nörinomlu hastalarda inferior vestibüler sinir disfonksiyonlarında VEMP tekniğinin başarı ile kullanılabilceğinin belirtmişlerdir.

Elektrot yerleşimi ile ilgili farklı çalışmalar ve öneriler bulunmaktadır. Sheykhleslami ve ark (2001) aktif elektrotların çeşitli şekillerde yerleştirilmesi ile ilgili olarak SKM kasının üst, orta, klavikular ve sternal kısmına olmak üzere farklı yerleştirme konumlarını denemişler ve elektrotların SKM kasının orta kısmına yerleştirildiğinde amplitüdlere en iyi şekilde gözleneceğini belirtmişlerdir. Aktif elektrot kasın 1/3 orta kısmına, negatif elektrot kasın sternuma yapıştığı sternoklavikuler eklem kısmına ve toprak elektrotun ise altına yerleştirildiğinde en iyi cevapların alındığı bilinmektedir (Öndağ, 2008). Murofishi ve ark (1999) hava iletimli VEMP sonuçlarının SKM üzerinde çeşitli elektrot yerleşiminden anlamlı şekilde etkilenmediğini bulmuşlar, elektrotların SKM üzerindeki lokasyonunun VEMP sonucunu etkilemeyeceğini ileri sürmüşlerdir. Çalışmamızda SKM kasından kayıt yapılmasının klinik kullanım kolaylığı sağlaması ve çalışmalarda aktif elektrotun SKM kasının orta kısmına yerleştirilmesinin optimum sonuçlar sağladığının gösterilmesi nedeniyle elektrot yerleşiminde aktif elektrot SKM kasının ortasına, pasif elektrot kasın sternal kısmına ve toprak elektrot altına ortasına yerleştirilerek VEMP testi yapıldı.

Patko ve ark (2003) yaptıkları bir çalışmada sakkulokolik refleks arkının değerlendirilmesinde 500 Hz tone burst uyarının klik uyarandan daha etkili olacağını belirtmişlerdir. Murofishi ve ark (1999) yılındaki çalışmalarında hem klik uyarın hem de tone burst uyarın kullanılarak VEMP cevaplarının elde edilebileceğini göstermişlerdir. Colebatch ve Halmagy'nin (1999) yılındaki çalışmasına göre kısa latanslı uyarılmış miyojenik potansiyeller yüksek şiddetli akustik uyarıcıya cevap olarak kaydedilirler ve bu nedenle uyarının türü önemli değildir. Akin ve ark (2003) yılında yapılan bir çalışmada klik uyarın ile tone burst uyarını latans ve amplitüd açısından karşılaştırmışlar ve tone burst uyarınla daha iyi sonuçların elde edilebileceğini

belirtmişlerdir. Tone burst uyararı ile klik uyararına göre daha büyük ve görülebilir VEMP cevapları elde edilmektedir. Yapılan çalışmalar ışığında tone burst uyararının daha etkili sonuçlar elde etmek için kullanıldığının gösterilmesi çalışmamızda 500 Hz tone burst uyararı kullanılması yön verici olmuştur.

VEMP cevaplarının analizi için kabul edilmiş bir kriter veya ölçüm için standart bir protokol olmadığından her kliniğin kendisine ait protokolü ve yaş gruplarına uygun normal değerleri bulunmalıdır ve bu nedenle pek çok klinik VEMP cevapları ile ilgili kendilerine ait normalizasyon değerleri oluşturmaktadır. Murofishi ve ark (2001) 18 sağlıklı bireyde yaptıkları VEMP çalışmasında P13 latansını  $11,8 \pm 0,86$  msn, N23 latansını ise  $20,8 \pm 2,2$  msn olarak bulmuşlardır. Vanspauwen ve ark(2009) yılında yaptıkları bir çalışmada P13 latansını  $15,4 \pm 1,5$  msn, N23 latansını ise  $24,1 \pm 2,0$  msn olarak elde etmişlerdir. Todt ve ark(2005) yılında yaptıkları bir çalışmada kadınlar için P13 latansını  $16,3 \pm 2,3$ msn, N23 latansını  $23,9 \pm 2,0$  msn, erkekler için P13 latansını  $15,9 \pm 1,9$  msn ve N23 latansını  $23,6 \pm 2,4$  msn olarak elde etmişlerdir. Çalışmamız sonuçlarına göre kadınlarda P13 latansı  $15,84 \pm 1,31$  msn, N23 latansı  $22,72 \pm 1,30$  msn, erkeklerde P13 latansı  $15,34 \pm 1,30$  msn, N23 latansı  $22,33 \pm 1,78$  msn olarak bulundu. Bu sonuçlar literatürde elde edilen P13/N23 latans değerleri ile uyumludur. Akin ve Murnane (2001) yılında yaptıkları bir çalışmada aynı hastalara klik uyararı ve tone burst uyararıyla VEMP testi uygulamışlar, klik uyararıyla elde edilen P13/N23 latansı sırasıyla  $10,9/17,7$  msn ve 500 Hz tone burst uyararıyla elde edilen P13/N23 latansı sırasıyla  $14,3/20,3$  msn olarak bulmuşlardır. Akin ve Murnane'nin bu çalışması da göstermektedir ki latanslar arasında elde edilen farkın nedeni kullanılan uyararı tipindeki değişiklikler olabilir. Tone burst uyararı test sonucu elde edilen/beklenen latans değerlerine daha yakın sonuç vermektedir. Bu çalışmada kullandığımız tone burst uyararının teste uyumluluğunu teyit etmektedir.

Yaşın VEMP parametreleri üzerindeki etkisini gösteren çalışmalara bakıldığında Su ve ark (2004) yılında yaptıkları bir çalışmada 20-75 yaş arası 80 katılımcıyı 4 gruba ayırarak VEMP testi uygulamış ve değerlendirme sonuçlarında sadece 60 yaş üzeri katılımcıların diğerlerinden anlamlı farklılık gösterdiğini bu farkın P13, N23 latanslarında değil sadece amplitüddeki düşüşe bağlı olduğunu belirtmişler, ancak çalışmalarında P13/N23 latansları bakımından kulaklar arası bir farklılık tespit edilememiştir. Janky ve Shepard (2003) yaşları 20 ile 76 arasında değişen 46 katılımcıyı



5 gruba ayırarak yaptıkları çalışmada tüm yaş grupları arasında VEMP testi parametreleri açısından anlamlı fark bulamamışlardır. Nguyen ve ark (2010) yaptıkları bir çalışmada 53 katılımcıyı 3 gruba ayırmış ( Grup 1: 20-30 yaş, Grup 2: 31-50 yaş, Grup 3: 51 yaş üstü) ve VEMP testi sonuçlarını karşılaştırmışlar. Sonuçlara bakıldığında 50 yaş üzeri bireylerde amplitüd değerlerinin diğer yaş gruplarıyla kıyaslandığında belirgin bir düşüş gösterdiğini belirtmişlerdir. Ancak kulaklar arasında P13, N23 latans değerleri açısından anlamlı fark elde edilmemiştir. Çalışmamız sonuçlarında 50-60 yaş arası kadın ve erkek grupları diğer yaş gruplarıyla karşılaştırıldığında her iki cinsiyette de amplitüd ortalamaları diğer gruplardan anlamlı derecede düşük bulundu. Ancak P13, N23 latans değerleri ve amplitüd değişim oranı açısından kulaklar arası farklılıklar değerlendirildiğinde anlamlı farklılık elde edilmedi. Literatürde yer alan diğer çalışmalarda VEMP parametrelerinde yaşlanmaya bağlı minimal değişimleri göstermektedir ancak bu değişimler uyaran tipine bakılmaksızın amplitüddeki düşüş ile karakterizedir (Su ve ark, 2001; Basta ve ark, 2005). Amplitüd değerlerinde yaşlanmayla beraber görülen düşüşün nedeni sakkülde yer alan tüy hücrelerinin, Scarpa ganglionu nöronlarının ve vestibüler nukleusun yaşlanmayla beraber nöroanatomik olarak değişikliğe uğramasıdır ( Su ve ark, 2004; Chang ve ark, 2010).

Yaptıkları çalışmalarda amplitüd değişim oranı ve P13, N23 latansları bakımından kulaklar arasında anlamlı fark bulmamışlardır (Janky ve Shepard 2009, Basta ve ark 2005, Lee ve ark 2008). Çalışmamız sonucunda hem kadın hem de erkek grupları değerlendirildiğinde çalışmaya katılan 120 katılımcının VEMP parametreleri açısından kulaklar arası anlamlı fark elde edilmedi.

Murofushi (2009) yılında yaptığı bir çalışmada interaural asimetri oranı tüm katılımcılarda ortalama 34.1 elde etmiş, asimetri oranının 34.1 den fazla olmasını patolojik olarak tanımlamıştır. Bilinen herhangi bir patolojik durum söz konusu değilse, asimetri oranına göre patoloji varsa amplitüd değeri düşük olan kulak patolojik olarak kabul edilmiştir. Çalışmamızda asimetri oranı kadınlarda 23,81, erkeklerde 20,70 olarak bulundu. Çalışmamızda elde edilen asimetri oranının Murofushi'nin çalışmasına göre daha düşük değerlerde olmasının nedeni katılımcıların sağ ve sol SKM kas kontraksiyon miktarlarının birbirine daha yakın olmasıdır. Ancak kas kontraksiyonu ile elde edilen

amplitüd değerinin kişiler arasında farklılık göstermesinden dolayı kliniklerin kendileri için elde ettiği asimetri oranları temel alınarak hastalar değerlendirilmelidir.

Sakkül, inferior-vestibüler sinir ve santral bağlantılarının değerlendirilmesinde ayırıcı tanı testi olarak kullanılan VEMP testi, kliniğimiz normatif verilerinin oluşturulması için yapılan bu çalışmayla beraber periferik vestibuler rahatsızlıkların değerlendirilmesinde uygulaması kolay bir tanı testi olarak güvenle kullanılabilir.



## 6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (VEMP) testi, periferik vestibüler sistemin değerlendirilmesinde kolaylıkla uygulanabilen bir test yöntemidir. VEMP testi geleneksel videonistagmografi testlerine ilave olarak sakkül ve inferior vestibüler sinir fonksiyonunun incelendiği tek testtir. P13/N23 latansların karşılaştırılması ve amplitüd asimetri oranı hesaplaması ile sağ ve sol kulaktaki vestibüler fonksiyonların karşılaştırılması yapılmaktadır.

VEMP testi parametreleri olan P13/N23 latans ve amplitüd değişim oranları açısından genel bir değer olmadığından klinikler kendi normatif verilerini elde etmelidirler.

Çalışmamız sonucunda elde edilen klinik normatif verilerine göre:

- 1) Kadınlarda P13 latansı  $15,84 \pm 1,31$  msn, N23 latansı  $22,72 \pm 1,30$  msn, erkeklerde P13 latansı  $15,34 \pm 1,30$  msn, N23 latansı  $22,33 \pm 1,78$  msn olarak bulundu.
- 2) Her iki cinsiyet için P13/N23 latans ve amplitüd değişim oranlarına bakıldığında anlamlı fark bulunmadı.
- 3) Yaş ve VEMP testi ilişkisine bakıldığında, yaşın P13/N23 latans süreleri ve amplitüd değişim oranı üzerine bir etkisi bulunmadı. Ancak ilerleyen yaşla birlikte amplitüd değerlerinde belirgin bir azalma tespit edildi.
- 4) Kadınlarda ve erkeklerde kulaklar arası P13/N23 latans süreleri ve amplitüd değişim oranı karşılaştırıldığında anlamlı bir fark bulunmadı.

## KAYNAKLAR

- Akin FW, Murnane OD. Vestibular evoked myogenic potentials: preliminary report. J Am Acad Audiol. 2001; 12(9):445-452.
- Akin FW, Murnane OD, Proffitt TM. The effects of click and tone-burst stimulus parameters on the vestibular evoked myogenic potentials (VEMP). J Am Acad Audiol. 2003; 14:500-509.
- Akşit AM. Konuşmayı ayırt etme testi için izofonik tek heceli kelime listelerinin oluşturulması. Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. İstanbul. Odyoloji yüksek lisans uzmanlık tezi. 1994.
- Basta D, Ted I, Ernst A. Normative data for P1/N1/Latencies of vestibular evoked myogenic potentials induced by air or bone – conducted tone bursts. Clinic Neurophysiology 2005; (116): 2216-2219.
- Baş İE. Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyellerin standardizasyonu. Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. İstanbul. Yüksek lisans tezi. 2008. 1-16
- Benamira ZL, Alzahrani M, Saliba I. Superior Canal Dehiscence: Can We Predict the Diagnosis? Otolaryngology & Neurotology. 2014; 35:338-343.
- Beyea JA, Zeitouni AG. Vestibular evoked myogenic potential latencies in Meniere disease and vestibular schwannoma. J. Otolaryngol Head Neck Surg. 2010; 39(3):253-258.
- Chang CM, Cheng PW, Young YH. Aging effect on galvanic vestibular- evoked myogenic potentials. Otolaryngology- Head and Neck. Surgery. 2010;143-418

- Curthoys IS, Murofushi T. Physiological and anatomical study of click-sensitive primary vestibular afferents in the guinea pig. *Acta Otolaryngol.* 1997; 117(1): 66-72.
- Çadırcı C. Risk faktörü taşıyan yeni doğanlarda otoakustik emisyon, işitsel beyin sapı davranım odyometresi (Tarama ve Diagnostik ) bulguları. Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Adana. Yüksek Lisans Tezi. 2010.
- Endoh T, Hojoh K, Sohma H. Auditory postauricular responses in patients with peripheral facial nerve palsy. *Acta Otolaryngol.* 1987; 446:76-80.
- Erbek SH. Sağlıklı erişkin bireylerde oküler vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyel (oVEMP) normal değerleri. Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Ankara. Yüksek Lisans Tezi. 2012.
- Gökçe B. Toplumsal bilimlerde araştırma. Savaş Yayınları. Ankara. 1988. 83
- Isaacson B, Murphy E, Cohen H. Does the method of sternocleidomastoid muscle activation affect the vestibular evoked myogenic response? *J Vestib Res.* 2006; 16:187-191.
- Janky LK, Shepard N. Vestibular evoked myogenic potential (VEMP) testing: Normative threshold response curves and effects of age. *J am Acad Audiol.* 2009; (8) : 514-522.
- Jerger J. Clinical experience with impedance audiometry. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 1970;92:311.
- Kaytaç A. Baş dönmesi olan hastaya yaklaşım. Baş ağrıları-baş dönmeleri

- sempozyumu. İstanbul. 1998;153-162.
- Kramer SE, Goverts ST, Dreschler WA, Boymans M, Festen JM. International outcome inventory for hearing aids (IOIHA): Results from the Netherlands. *International Journal of Audiology*. 2002;41:36-41.
- Korkut N. Vertigoya genel bakış. *Klinik gelişim*. 2005;18:65-72
- Madanoğlu AN. İşitme mekanizmasında işitme yollarının fonksiyonu. *Otoskop*. 2002;3:121-124.
- Murofushi T, Kaga K, vestibular evoked myogenic potentials. 1. Baskı. Tokyo. Springer. 2009;34-41.
- Murofushi T, Matsuzaki M, Miyuno M, vestibular evoked myogenic potentials in acoustic tumor patients with normal brainstem responses. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 1999;256(1): 1-4.
- Murofushi T, Iwasaki S, Ozeki H. Tone burst-galvanic ratio of vestibular evoked myogenic potential amplitudes: a new parameter of VEMP? *Clin Neurophysiol*. 2007;118:1685-1690.
- Nguyen KD, Welgampola SM, Carey PJ. Test-retest reliability and age-related characteristics of the ocular and cervical vestibular evoked myogenic potentials tests. *Otology & Neurotology*. 2010;31: 793-802.
- Ohki M, Matsuzaki M, Supasawa K, Murofushi T. vestibular evoked myogenic , potentials in patients with contralateral delayed endolymphatic hydrops. *Eur. Arch. Otorhinolaryngol*. 2002;259(1): 24-26.
- Ozeki H, Iwasaki S, Ochiai A, Murofushi T. Laerality of vestibular evoked

myogenic potentials. *Int. J. Audiol.* 2004;43(2):66-68.

Öndağ N. Periferik vestibüler sistem hastalıklarında uyarılmış vestibüler miyojenik potansiyeller (VEMP). Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Ankara. Yüksek Lisans Tezi. 2008.

Patko T, Vidal PP, Vibert N, Tran Ba Huy P, de Waele C. Vestibular evoked myogenic potentials in patients suffering from an unilateral acoustic neuroma: a study of 170 patients. *Clin Neurophysiol.* 2003;114(7):1344-1350.

Rauch SD, Zhou G, Kujawa SG, Guinan JJ, Herrmann BS. Vestibular evoked myogenic potentials show altered tuning in patients with Meniere's disease. *Otol Neurotol.* 2004;25(3):333-338.

Sartucci F, Logi F. Vestibular-evoked myogenic potentials: a method to assess vestibulo-spinal conduction in multiple sclerosis patients. *Brain Res Bull.* 2002;59(1): 59-63.

Sheykholeslami K, Murofushi T, Kermany MH, Kaga K. Bone-conducted evoked myogenic potentials from the sternocleidomastoid muscle. *Acta Otolaryngol.* 2000;120:731-734.

Su CH, Huang WT, Young HY, Cheng WP. Aging effect on vestibular evoked myogenic potential. *Otology & Neurotology.* 2004;25:977-980

Takeichi N, Sakamoto T, Fukuda S, Inuyama Y. vestibular evoked myogenic potential (VEMP) in patients with acoustic neuromas. *Auris Nasus Larynx.* 2001;39-41.

- Todt I, Basta D, Ernst A. Normative data for P1/N1 latencies of vestibular evoked myogenic potentials induced by air- or bone- conducted tone bursts. Clin Neurophysiol. 2005;116(9): 2216-2219.
- Tunalı ÖÇ. Demans ayırıcı tanısında VEMP testi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi. Eskişehir. Tıpta Uzmanlık Tezi. 2012.
- Ütkür ÇB. Migrenöz Vertigo, Migren ve Meniere hastalığında VEMP bulgularının değerlendirilmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi. İzmir. Uzmanlık Tezi. 2011.
- Vanspauwen R, Wuyts LF, Van de Heyning PH. Vestibular evoked myogenic potentials: Test- retest reliability and normative values obtained with a feedback method for the sternocleidomastoid muscle contraction. Journal of Vestibular Research. 2009;19: 127-135.
- Versino M, Colnaghi S, Callieco R, Bergamaschi R, Romani A, Cosi V. Vestibular evoked myogenic potentials in multiple sclerosis patients. Clin Neurophysiol. 2002; 113(9): 1464-1469.
- Yazıcıoğlu Y, Erdoğan S. SPSS uygulamalı bilimsel araştırma yöntemleri. Detay Yayıncılık. Ankara. 2004. 45
- Yılmaz O. Meniere sendromlu olgularda elektrokleografi ve VEMP bulgularının karşılaştırılması. Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Ankara. Yüksek Lisans Tezi. 2011.
- Welgampola MS, Rosengren SM, Halmagyi GM. Vestibular activation by bone



- conducted sound. *J. Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2003;74:771-778.
- Watson SRD, Colebatch JG. Vestibulocollic reflexes evoked by short-duration galvanic stimulation in man. *J. Physiol*. 1998;513:587-597.
- Welgampola MS, Colebatch JG. Characteristics of tone burst evoked myogenic potentials in the sternocleidomastoid muscles. *Otol. Neurotol*. 2001;22:796-802.
- WHO. 2009. World Health Organization.
- Wu CH, Murofushi T. The effect of click repetition rate on vestibular evoked myogenic potential. *Acta Otolaryngol*. 1999;119(1): 29-32.
- Zuniga GM, Janky LK, Nguyen DK, Welgampola SM, Carey PJ. Ocular Versus Cervical VEMPs in the Diagnosis of Superior Semicircular Canal Dehiscence Syndrome. *Otology & Neurotology*. 2012;34:121-126.
- <http://www.bodrumisitme.com/index.php/kulak-anatomisi.html>, 2014.
- <http://isitmefizyolojisi.blogspot.com.tr/p/isitme-organlar.html>, 2014.
- <http://isitmefizyolojisi.blogspot.com.tr/p/isitme-organlar.html>, 2014.
- <http://tredocs.com/docs/10266/index-3177.html>, 2014.
- <http://kbb.uludag.edu.tr/seminer-vestibulerrehabilitasyon.htm>, 2014.
- [http://tip.cumhuriyet.edu.tr/cutf/Donem2/VI.Komite\(SinirKomitesi\)/Fizyoloji/Ercan\\_ozdemir/isitmefizyolojisi.ppt](http://tip.cumhuriyet.edu.tr/cutf/Donem2/VI.Komite(SinirKomitesi)/Fizyoloji/Ercan_ozdemir/isitmefizyolojisi.ppt), 2007.

## **EKLER**

**Ek 1** Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıbbi Araştırma Etik Komisyonu Onay Belgesi

**Ek 2** Gönüllü Olur Formu Örneği



**Ek 1: Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıbbi Araştırma Etik Komisyonu Onay Belgesi**

T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU


Sayı: B.30.2.ODM.0.20.08/462

26.04.2013

Sayın : Doç.Dr. Figen BAŞAR

Etik Kurulumuza sunmuş olduğunuz **Normal işiten bireylerde vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyellerin normalizasyonu** başlıklı OMÜ KAEK 2013/297 Karar nolu Laboratuvar testleri nitelikli araştırma projeniz: Amaç, gerekçe, yaklaşım ve yöntemle ilgili açıklamaları, Klinik Araştırmalar Etik Kurulu yönergesine göre incelenmiş etik açıdan bir sakınca olmadığına, çalışmanın süresi 6 ayı geçerse 6 aylık bildirimlerinin yapılmasına; çalışma tamamlandıktan sonra sonucunun tarafımıza en geç üç(3) ay içerisinde bildirilmesine 25.04.2013 tarihli Etik kurulumuzda oy birliği ile karar verilmiştir

Bilgilerinize arz/rica ederim.

  
Prof.Dr.Abdulkadir BEDİR  
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu  
Başkanı

## GÖNÜLLÜ OLUR FORMU ÖRNEĞİ \*

---

**ARAŞTIRMANIN ADI ( ÇALIŞMANIN AÇIK ADI ): Normal işiten bireylerde vestibüler uyarılmış myojenik potansiyellerin normalizasyonu.**

---

### Gönüllünün Baş Harfleri <>

Bir araştırma çalışmasına katılmanız istenmektedir. Katılmak isteyip istemediğinize karar vermeden önce araştırmanın neden yapıldığını bilgilerinizin nasıl kullanılacağını çalışmanın neleri içerdiğini ve olası yararlarını risklerini ve rahatsızlık verebilecek konuları anlamanız önemlidir. Lütfen aşağıdaki bilgileri dikkatlice okumak için zaman ayırınız ve eğer istiyorsanız özel veya aile doktorunuzla konuyu değerlendiriniz. Eğer bir başka çalışmada da yer alıyorsanız bu çalışmada yer alamazsınız.

### **BU ÇALIŞMAYA KATILMAK ZORUNDA MIYIM?**

Çalışmaya katılıp katılmama kararı tamamen size aittir. Eğer çalışmaya katılmaya karar vererseniz imzalamanız için size bu Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu verilecektir. Katılmaya karar vererseniz, çalışmadan herhangi bir zamanda ayrılmakta özgürsünüz. Eğer isterseniz, çalışmaya katılımınızla ilgili olarak hekiminiz / aile doktorunuz bilgilendirilecektir.

### **ÇALIŞMANIN KONUSU VE AMACI NEDİR? Açıklayınız**

Bu çalışmanın sonucunda normal işiten bireylerde vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyellerinin belirlenmesi, bu verilerin, denge ve işitme problemleri ile kliniğimize başvuran hastaların değerlendirilmesinde kullanılması hedeflenmektedir.

### **ÇALIŞMA İŞLEMLERİ:**

KBB muayenesi, işitme testleri ve VEMP test (boyuna ve baş bölgesine yerleştirilen elektrotlar yardımı ile kulaktan verilen ses uyarınının oluşturduğu yanıtın bilgisayar aracılığı ile kayıt edilmesi).

### **BENİM NE YAPMAM GEREKİYOR?**

Çalışma doktorunuzun talimatlarına uymaya, randevu ve vizitelere katılmaya ve yukarıda anlatılan çalışmayla ilgili tüm işlemlere uymaya istekli olmalısınız. Yine çalışmadan önce veya çalışma sırasında aldığınız başka herhangi bir tıbbi tedaviyi de çalışma doktoruna söylemeniz önemlidir.

### **ÇALIŞMAYA KATILMAMIN NE GİBİ OLASI YAN ETKİLERİ, RİSKLERİ VE RAHATSIZLIKLARI VARDIR?**

Araştırmada uygulanacak testlerin bilinen herhangi bir yan etkisi, riskleri ve rahatsızlıkları bulunmamaktadır.

### **GÖNÜLLÜ KATILIM**

Bu araştırmaya katılma kararımı tamamen gönüllü olarak veriyorum. Bu çalışmaya katılmayı reddedebileceğim veya katıldıktan sonra istediğim zaman, bu tedavi kurumunda göreceğim bakım ve tedaviler etkilenmeksizin ve hiçbir sorumluluk almadan ayrılabileceğim bilincindeyim. Çalışmadan her hangi bir zamanda ayrılırsam, ayrılma nedenlerimi, ayrılışımın sonuçlarını ve izleyen dönemde alacağım tedavileri doktorumla tartışacağım.

### **ÇALIŞMAYA KATILMAMIN MALİYETİ NEDİR?**

Çalışma doktoru ziyaretleri ve çalışmayla ilgili olan tüm laboratuvar testleri çalışma destekleyici tarafından karşılanacak ve size veya bağlı bulunduğunuz özel sigorta veya resmi sosyal güvenlik kurumuna ödetilmeyecektir. Çalışmaya katılmakla parasal yük altına girmeyeceksiniz ve size de herhangi bir ödeme yapılmayacaktır.

Herhangi bir yan etki veya fiziksel zarar gelişirse hemen çalışma doktorunuzu gereken tıbbi tedavinin uygulanabilmesi için bilgilendiriniz.

### **KİŞİSEL BİLGİLERİM NASIL KULLANILACAK?**

Bu formu imzalayarak doktorunuzun ve onun kadrosunun çalışma için sizin kişisel bilgilerinizi ( “Çalışma Verileri”) toplamalarına ve kullanmalarına onay vermiş olacaksınız. Bu durum doğum tarihiniz, cinsiyetiniz, etnik kökeniniz ayrıca çalışma verilerinizin kullanımı ile ilgili verdiğiniz onayın herhangi bir belirlenmiş birim tarihi yoktur, ancak doktorunuzu haberdar ederek bu onayınızdan herhangi bir zamanda vazgeçebilirsiniz.

Doktorunuz çalışma verilerinizi çalışma için kullanacaktır. Çalışmanın sonuçları tıbbi yayınlarda yayınlanabilir, ancak sizin kimlik bilgileriniz bu yayınlarda açıklanmayacaktır.

Doktorunuz, toplanan çalışma verileriniz hakkında bilgi isteme hakkında sahiptir. Aynı zamanda bu verilerdeki herhangi bir hatanın düzeltilmesini isteme hakkında da sahiptir.

Eğer onayınızda vazgeçerseniz, doktorunuz çalışma verilerinizi artık kullanamayacak ya da diğer kişilerle paylaşamayacaktır.

Bu formu imzalayarak, çalışma verilerinizin bu formda tanımlandığı şekilde kullanımına onay vermekteyim.

**ARAŞTIRMA SÜRESİNCE 24 SAAT ULAŞILABİLECEK KİŞİLER:**

**ÇALIŞMADAN AYRILMAMI GEREKTİRECEK DURUMLAR:**Varsa açıklayınız

**YENİ BİLGİLER ÇALIŞMADAKİ ROLÜMÜ NASIL ETKİLEYEBİLİR**

Çalışma sürerken ortaya çıkmış olan bütün yeni bilgiler bana derhal iletilecektir.

**Çalışmaya Katılma Onayı**

Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formundaki tüm açıklamaları okudum. Bana, yukarıda konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen araştırmacı tarafından yapıldı. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabileceğimi ve kendi isteğime bakılmaksızın araştırmacı tarafından araştırma dışı bırakılabileceğimi biliyorum.

Söz konusu araştırmaya, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla katılmayı kabul ediyorum. Doktorum saklamam için bu belgenin bir kopyasını çalışma sırasında dikkat edeceğim noktaları da içerecek şekilde bana teslim etmiştir.

Gönüllünün Adı / Soyadı / İmzası / Tarih

Açıklamaları Yapan Kişinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih

Gerekliyse Olur İşlemine Tanık Olan Kişinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih

Gerekliyse Yasal Temsilcinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Veysel GÜL

Doğum Yeri: ÇORUM

Doğum Tarihi: 19.09.1984

Medeni Hali: Evli

Bildiği Yabancı Diller: İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl):

Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksek Okulu / 2001 - 2006 /  
Lisans

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl:

Özel İlk Uğurum Özel Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezi, Çorum 2006-2008  
Özel Gülenyüz Elele Özel Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezi, Çorum 2009-2010  
Özel Bilgetürk Özel Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezi, Çorum 2010-...

E-posta: fztveyselgul@hotmail.com