



T.C.

İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**NORMAL BİREYLERDE HAVA VE KEMİK YOLU  
SERVİKAL VESTİBÜLER UYARILMIŞ MİYOJENİK  
POTANSİYELLERİN TANIMLAYICI DEĞERLERİ VE  
OKLÜZYON ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

BETÜL TAŞCI

ODYOLOJİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

PROF. DR. MUSTAFA BÜLENT ŞERBETÇİOĞLU

İSTANBUL-2021

## TEZ ONAY FORMU

Kurum : İstanbul Medipol Üniversitesi  
Programın Seviyesi : Yüksek Lisans (X) Doktora ( )  
Anabilim Dalı : Odyoloji  
Tez Sahibi : Betül TAŞCI  
Tez Başlığı : Normal Bireylerde Hava ve Kemik Yolu Servikal Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyellerin Tanımlayıcı Değerleri ve Oklüzyon Etkisinin İncelenmesi  
Sınav Yeri : İstanbul Medipol Üniversitesi Güney Kampüsü  
Sınav Tarihi : 07/01/2021

Tez tarafımızdan okunmuş, kapsam ve nitelik yönünden Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

<u>Danışman</u>	<u>Kurumu</u>	<u>İmza</u>
Prof.Dr. Mustafa B.ŞERBETÇİOĞLU	İstanbul Medipol Üniversitesi	

### Sınav Jüri Üyeleri

Dr.Öğr.Üyesi Oğuz YILMAZ	İstanbul Medipol Üniversitesi
Prof.Dr. Erol BELGİN	Ankara Medipol Üniversitesi

Yukarıdaki jüri kararıyla kabul edilen bu Yüksek Lisans tezi, Enstitü Yönetim Kurulu'nun ...../...../ ..... tarih ve ...../..... - ..... sayılı kararı ile şekil yönünden Tez Yazım Kılavuzuna uygun olduğu onaylanmıştır.

Prof.Dr. Neslin EMEKLİ

**Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdür V.**

## BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içerisinde elde ettiğimi, bu tez çalışması ile elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

Betül TAŞCI

## TEŞEKKÜR

Lisans ve yüksek lisans hayatım boyunca tüm bilgi ve birikimini aktaran, desteğini ve güler yüzünü esirgemeyen çok değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. M. Bülent ŞERBETÇİOĞLU'na,

Eğitimim süresince engin bilgi ve deneyimlerini özveri ile paylaşan saygıdeğer hocam Sayın Prof. Dr. Erol BELGİN'e,

Değerli fikirlerini, bilgilerini ve deneyimlerini zevk ile paylaşan hocam Sayın Dr. Ody. Oğuz YILMAZ' a

Tez çalışmam ile ilgili çok değerli fikirlerini, bilgilerini ve her türlü desteğini benden hiç esirgemeyen çok sevgili Mine TUNA'ya, hem teknik hem odyolojik bilgisi ile bana yardımcı olan hocam Uzm. Ody. Engin DANIŞMEN'e, cihaz desteği ile yardımlarını esirgemeyen çok değerli ERİŞÇİ ailesine,

Tez çalışmam boyunca desteğini her zaman hissettiğim, sabırla yanımda olan ve beni her daim motive eden Ody. Ertuğrul GENÇTÜRK'e, hayatım boyunca eşsiz destekleriyle her zaman yanımda olan, dostluklarından dolayı çok şanslı hissettiğim, sevgili arkadaşlarım aynı zamanda meslektaşlarım olan Ody. Sinem KURTULUŞ ve Ody. Ezgi KILINÇ'a,

Çalışmama gönüllü olarak katılmayı kabul eden başta fedakâr iş arkadaşlarım olmak üzere tüm bireylere,

Benden desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, her zaman yanımda olan başta fedakâr annem olmak üzere ailemin tüm üyelerine,

İçtenlikle derin saygı, sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

# İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY FORMU.....	i
BEYAN.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER VE RESİMLER LİSTESİ.....	viii
TABLolar LİSTESİ.....	x
1. ÖZET.....	1
2. ABSTRACT.....	2
3. GİRİŞ VE AMAÇ.....	3
4. GENEL BİLGİLER.....	5
4.1. Vestibüler Sistem Anatomi ve Fizyolojisi.....	5
4.2. Periferik Vestibüler Sistem.....	5
4.2.1. Tüylü Hücreler.....	6
4.2.2. Semisirküler Kanallar.....	8
4.2.3. Otolit Organlar.....	10
4.2.4. Vestibüler Sinir.....	12
4.3. Santral Vestibüler Sistem.....	13
4.3.1. Vestibüler Çekirdekler.....	13
4.3.2. Serebellum.....	14
4.3.3. Kortikal Alanlar.....	15
4.4. Vestibüler Refleksler.....	15
4.4.1. Vestibülooküler Refleks.....	15
4.4.2. Vestibülospinal Refleks.....	15
4.4.3. Vestibülokolik Refleks.....	16
4.5. Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (VEMP).....	16
4.5.1. cVEMP Test Tekniği.....	17
4.5.2. Uyarın Çeşitleri.....	18
4.5.2.1. Hava Yolu Uyarını.....	19

4.5.2.2. Kemik Yolu Uyararı.....	20
4.5.2.2.1. Tapping Yöntemi.....	20
4.5.2.2.2. Minishaker Yöntemi.....	21
4.5.2.2.3. Kemik Vibratör ile Ses Uyararı Yöntemi.....	21
4.5.2.3. Galvanik cVEMP.....	23
4.6. Oklüzyon Etkisi.....	23
5. MATERYAL VE METOT.....	24
5.1. Bireyler.....	24
5.2. Bireylerin Seçimi.....	24
5.3. Yöntem.....	25
5.4. İstatistiksel Analiz.....	30
6. BULGULAR.....	31
6.1. Hava Yolu cVEMP Bulguları.....	31
6.2. Kemik Yolu cVEMP Bulguları.....	36
6.3. Hava Yolu ve Kemik Yolu cVEMP Bulgularının Karşılaştırılması.....	50
7. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	57
7.1. Araştırmanın Sınırlılıkları ve İleri Çalışma Önerileri.....	68
8. KAYNAKLAR.....	70
9. EKLER.....	81
10. ETİK KURUL ONAYI.....	83
11. ÖZGEÇMİŞ.....	88

## KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

AO	: Aritmetik Ortalama
cVEMP	: Cervical Vestibular Evoked Myogenic Potential
dB	: Desibel
DKY	: Dış Kulak Yolu
EMG	: Elektromiyografi
FL	: Force Level
HL	: Hearing Level
Hz	: Hertz
İTİK	: İletim Tipi İşitme Kaybı
LVS	: Lateral Vestibüler Çekirdek
kg	: kilogram
kHz	: kilohertz
mA	: Miliamper
Mak	: Maksimum
Min	: Minimum
Ms	: Milisaniye
N	: Veri Sayısı
N1/N23	: VEMP Negatif Tepe
nHL	: normal Hearing Level
oVEMP	: Ocular Vestibular Evoked Myogenic Potential
Ort	: Ortalama

P1/P13	: VEMP Pozitif Tepe
SKM	: Sternokleidomastoid Kası
SPL	: Sound Pressure Level
SS	: Standart Sapma
SSK	: Semisirküler kanal
SSKD	: Superior Semisirküler Kanal Dehisansı
VEMP	: Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller
VKR	: Vestibülokolik Refleks
VOR	: Vestübulo-Oküler Refleks
VSR	: Vestibülospinal Refleks
$\Omega$	: Ohm
$\mu\text{V}$	: Mikrovolt
$^{\circ}$	: Derece



## ŞEKİLLER VE RESİMLER LİSTESİ

Şekil 4.2.1. Periferik Vestibüler Sistemin Anatomisi.....	6
Şekil. 4.2.1.1. Tüylü hücreler.....	7
Şekil 4.2.1.2. Silyaların uç bağlantıları.....	8
Şekil 4.2.2.1. Semisirküler kanalların konumları.....	9
Şekil 4.2.2.2. Baş rotasyonuna bağlı oluşan endolenfin akım yönü.....	10
Şekil 4.2.3.1. Maküla yapısı.....	11
Şekil 4.2.3.2. Kinostilyumların striolalara yönü.....	12
Şekil 4.2.4.1. Vestibüler sinirin dalları.....	13
Şekil 4.5.2.1.1.Çalışmaya katılan bir bireye ait hava yolu cVEMP kaydı.....	19
Şekil 4.5.2.2.3.1. Çalışmaya katılan bir bireyden B71 kemik vibratörle elde edilen kemik yolu cVEMP kaydı.....	22
Şekil 6.3.1. 7 numaralı erkek bireyden elde edilen hava ve kemik yolu cVEMP yanıtları.....	55
Şekil 6.3.2. 17 numaralı kadın bireyden elde edilen hava ve kemik yolu cVEMP yanıtları.....	56
Resim 4.5.1.1. SKM kasını kasma yöntemleri.....	17
Resim 4.5.2.2.1.1. Tendon çekici ile VEMP ölçümü.....	20
Resim 4.5.2.2.2.1. Minishaker 4810 aleti.....	21
Resim 5.3.1. Hava yolu cVEMP ölçümü.....	28
Resim 5.3.2. Bilateral kulaklar sünger prob ucu ile tıkalı durumdayken kemik yolu cVEMP ölçümü.....	28
Resim 5.3.3 Kontralateral kulak sünger prob ucu tıkalı durumdayken kemik yolu cVEMP ölçümü.....	29

**Resim 5.3.4.** İpsilateral kulak sünger prob ucu tıkalı durumdayken kemik yolu cVEMP ölçümü.....29

**Resim 5.3.5.** Bilateral kulaklar açık durumdayken kemik yolu cVEMP ölçümü.....30



## TABLolar LİSTESİ

<b>Tablo 5.3.1.</b> Yapılan ölçüm protokolleri.....	27
<b>Tablo 6.1.1.</b> Cinsiyete ve kulak tarafına göre hava yolu cVEMP eşikleri karşılaştırılması.....	31
<b>Tablo 6.1.2.</b> Hava Yolu cVEMP eşğine ait normatif veri.....	32
<b>Tablo 6.1.3.</b> Hava Yolu cVEMP ölçüm parametrelerinin cinsiyete göre karşılaştırılması.....	32
<b>Tablo 6.1.4.</b> Hava Yolu cVEMP ölçüm parametrelerinin kulak tarafına göre karşılaştırılması.....	34
<b>Tablo 6.1.5.</b> Hava Yolu cVEMP ölçümlerinin tanımlayıcı istatistiksel verileri.....	35
<b>Tablo 6.2.1.</b> Dört farklı durumda uygulanan kemik yolu cVEMP eşiklerinin cinsiyete göre karşılaştırılması.....	37
<b>Tablo 6.2.2.</b> Dört farklı durumda uygulanan kemik yolu cVEMP eşiklerinin kulak tarafına göre karşılaştırılması.....	37
<b>Tablo 6.2.3.</b> Durumlara göre kemik yolu cVEMP eşiklerinin karşılaştırılması.....	38
<b>Tablo 6.2.4.</b> Kemik Yolu cVEMP eşğine ait normatif veri.....	38
<b>Tablo 6.2.5.</b> 50 dB nHL’de dört farklı durumda uygulanan kemik yolu cVEMP ölçümlerinin cinsiyete göre karşılaştırılması.....	39
<b>Tablo 6.2.6.</b> 45 dB nHL’de dört farklı durumda uygulanan kemik yolu cVEMP ölçümlerinin cinsiyete göre karşılaştırılması.....	40
<b>Tablo 6.2.7.</b> 40 dB nHL’de dört farklı durumda uygulanan kemik yolu cVEMP ölçümlerinin cinsiyete göre karşılaştırılması.....	41
<b>Tablo 6.2.8.</b> 50 dB nHL’de dört farklı durumda uygulanan kemik yolu cVEMP ölçümlerinin cinsiyete göre karşılaştırılması.....	43

<b>Tablo 6.2.9.</b> 45 dB nHL’de dört farklı durumda uygulanan kemik yolu cVEMP ölçümlerinin cinsiyete göre karşılaştırılması.....	44
<b>Tablo 6.2.10.</b> 40 dB nHL’de dört farklı durumda uygulanan kemik yolu cVEMP ölçümlerinin cinsiyete göre karşılaştırılması.....	45
<b>Tablo 6.2.11.</b> 50 dB nHL’de uygulanan kemik yolu cVEMP ölçüm parametrelerinin duruma göre karşılaştırılması.....	47
<b>Tablo 6.2.12.</b> 45 dB nHL’de uygulanan kemik yolu cVEMP ölçüm parametrelerinin duruma göre karşılaştırılması.....	48
<b>Tablo 6.2.13.</b> 40 dB nHL’de uygulanan kemik yolu ölçüm parametrelerinin duruma göre karşılaştırılması.....	49
<b>Tablo 6.2.14.</b> Kemik Yolu cVEMP ölçümlerinin tanımlayıcı istatistiksel verileri.....	50
<b>Tablo 6.3.1.</b> Durum 1, 50 dB nHL kemik yolu cVEMP yanıtları ile 95 dB nHL hava yolu cVEMP yanıtlarının karşılaştırılması.....	51
<b>Tablo 6.3.2.</b> Durum 2, 50 dB nHL kemik yolu cVEMP yanıtları ile 95 dB nHL hava yolu cVEMP yanıtlarının karşılaştırılması.....	52
<b>Tablo 6.3.3.</b> Durum 3, 50 dB nHL kemik yolu cVEMP yanıtları ile 95 dB nHL hava yolu cVEMP yanıtlarının karşılaştırılması.....	53
<b>Tablo 6.3.4.</b> Durum 4, 50 dB nHL kemik yolu cVEMP yanıtları ile 95 dB nHL hava yolu cVEMP yanıtlarının karşılaştırılması.....	54
<b>Tablo 6.3.5.</b> Hava yolu cVEMP eşiklerinin, kemik yolu cVEMP eşikleri ile karşılaştırılması.....	54

## 1. ÖZET

### NORMAL BİREYLERDE HAVA VE KEMİK YOLU SERVİKAL VESTİBÜLER UYARILMIŞ MİYOJENİK POTANSİYELLERİN TANIMLAYICI DEĞERLERİ VE OKLÜZYON ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Bu çalışma kemik yolu ve hava yolu uyarımı sonucu oluşan cVEMP yanıtlarının tanımlayıcı istatistiksel değerlerini oluşturmak ve oklüzyon etkisinin kemik yolu cVEMP testi üzerine etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır. Çalışma Medipol Üniversitesi Hastanesi'nde 11 kadın ve 9 erkek olmak üzere toplam 20 birey (n=40 kulak) üzerinde yapıldı. cVEMP testleri, çalışmaya katılmaya gönüllü olan kişilere beş aşamada uygulandı. İlk olarak hava yolu cVEMP testi uygulandı. Daha sonra oklüzyon etkisini inceleyebilmek için dört farklı durumda kemik yolu cVEMP testleri uygulandı. Hava yolu cVEMP yanıtları için ortalama P1 latansı 15,17±0,77 ms, N1 latansı 24,12±1,38 ms, interpeak latansı 8,95±1,12 ms, P1N1 amplitüd değeri 149,73±75,00 µV ve VEMP asimetri oranı 0,16±0,16 bulundu. Kemik yolu cVEMP yanıtları için ise ortalama P1 latansı 14,38±0,85 ms, N1 latansı 23,40±1,50 ms, interpeak latansı 9,05±1,57 ms, P1N1 amplitüd değeri 107,58±54,08 µV ve VEMP asimetri oranı 0,15±0,12 bulundu. Hem hava hem de kemik yolu cVEMP parametrelerinde kadın-erkek ve sağ-sol kulak arasında istatistiksel anlamlı fark elde edilmedi. Hava ve kemik yolu cVEMP yanıtları karşılaştırıldığında ise kemik yolu cVEMP P1 ve N1 latansları, hava yolu cVEMP latanslarından daha kısa elde edildi (p<0.01). Hava yolu cVEMP amplitüdü ise, kemik yolu cVEMP amplitüdülerinden daha büyük elde edildi (p<0.01). Oklüzyon etkisinin cVEMP parametrelerine etkisi incelendiğinde ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı. Sonuç olarak, kliniklerde yaygın olarak kullanılmayan kemik yolu cVEMP'in bu çalışmayla birlikte tanımlayıcı verileri elde edilerek, kliniklerde özellikle iletim tipi işitme kayıplarının vestibüler değerlendirilmesinde ve yüksek sesten rahatsız olan hiperakuzili hastalarda tanıya yardımcı bir test olarak kullanılabileceği düşünüldü.

**Anahtar kelimeler:** Hava yolu cVEMP, kemik yolu cVEMP, oklüzyon etkisi, vestibüler sistem, vestibüler uyarılmış miyogenik potansiyeller

## 2. ABSTRACT

### **EVALUATION OF THE DESCRIPTIVE VALUES AND OCCLUSION EFFECTS OF AIR AND BONE CONDUCTED CERVICAL VESTIBULAR EVOKED MYOGENIC POTENTIALS IN NORMAL INDIVIDUALS**

This study was aimed to establish the descriptive statistical values of cVEMP's responses which are evoked by air and bone conducted stimuli and to examine the effects of occlusion on bone conducted cVEMP test. The study was carried out on 20 individuals (n=40 ears), 11 women and 9 men, at the Medipol University Hospital. cVEMP tests were applied in five stages to the individuals who are volunteer to participate in this study. Firstly, the air conducted cVEMP test was applied. Then, bone conducted cVEMP tests were applied in four different conditions with the aim of examining the occlusion effect. Latency values of the air conducted cVEMP response were  $15,17 \pm 0,77$  ms for P1 and  $24,12 \pm 1,38$  ms for N1 and  $8,95 \pm 1,12$  ms for interpeak latencies. P1N1 amplitude value was  $149,73 \pm 75,00$   $\mu$ V. VEMP asymmetry ratio (VAR) was  $0,16 \pm 0,16$ . Latency measurements of the bone conducted cVEMP response were  $14,38 \pm 0,85$  ms for P1 and  $23,40 \pm 1,50$  ms for N1 and  $9,05 \pm 1,57$  ms for interpeak latencies. P1N1 amplitude value was  $107,58 \pm 54,08$   $\mu$ V. VAR was  $0,15 \pm 0,12$ . Both air conducted cVEMP and bone conducted cVEMP parameters were demonstrated that there are not any significant differences between female-male and left ear-right ear. When air and bone conducted cVEMPs responses were compared, the mean P1 and N1 latencies of bone conducted cVEMPs were significantly shorter than those of air conducted cVEMPs ( $p < 0.01$ ). The mean amplitudes of air conducted cVEMPs were significantly larger than those of bone conducted cVEMPs ( $p < 0.01$ ). When the impact of occlusion effect on cVEMP parameters was examined, no statistical significance was found. As a result, it was thought that the bone conducted cVEMP, which is not widely used in clinics, might be used in the vestibular evaluation of conductive hearing losses in clinics, by obtaining descriptive values with this study. In addition, it was thought that it might be used as an auxiliary test to diagnose patients with hyperacusis who are disturbed by loud noises.

**Key words:** Air conducted cVEMP, bone conducted cVEMP, occlusion effect, vestibular system, vestibular evoked myogenic potentials

### 3. GİRİŞ VE AMAÇ

Denge, vücudun sabit veya hareket halindeyken dik duruş pozisyonunu koruyabilme becerisidir (1). Dengenin korunması ve sürdürülmesi için görsel, vestibüler ve proprioseptif sistemlerin birbirleri ile uyum içinde çalışması gerekmektedir (2).

Vestibüler sistem, periferik vestibüler sistem ve santral vestibüler sistem olmak üzere olmak üzere iki kısımdan meydana gelir. Periferik vestibüler sistem, üç semisirküler kanal ve iki otolit organdan (sakkül ve utrikül) oluşmaktadır. Santral vestibüler sistem ise vestibüler gangliyonlar, 8. kranial sinirin (n. vestibulocochlearis) vestibüler dalı, vestibüler nukleuslar, serebellum ve korteksi içermektedir (3).

Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (VEMP), periferik vestibüler organların uyarılması sonucu kasların kasılmasıyla sonlanan refleks arkının ölçüldüğü elektrofizyolojik test yöntemlerinden biridir. Denge fonksiyonlarının değerlendirilmesini sağlayan, kolay uygulanabilir ve non-invaziv bir test olan VEMP, son zamanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır (4, 5, 6). Servikal VEMP (cVEMP) ve oküler VEMP (oVEMP) olmak üzere iki çeşit VEMP testi mevcuttur (7).

cVEMP, kasılmış sternokleidomastoid kasında periferik vestibüler organların uyarılması sonucu oluşan cevabın yüzey elektrotları yoluyla ölçüldüğü bir elektromiyogram kayıdır (5). VEMP ölçümleri periferik vestibüler organların çeşitli şekillerde uyarılması ile yapılabilmektedir. Uyarı tipi ve yolu olarak hava yolu ses iletimi, kemik yolu ses iletimi, tendon çekici ile kafatasına vurarak titreşim uyarımı ve galvanik uyarım kullanılabilir (8). Bunlar içinde en yaygın kullanılan uyarım yolu hava yolu iletimidir. Ancak iletim tipi işitme kaybı (İTİK) olması durumunda, İTİK oval pencereye ulaşan uyarımın şiddetini azalttığı için hava yolu cVEMP yanıtları kaybolabilir. Bu durumda, hava yolu iletimi yerine kemik yolu iletimi kullanılarak, iletim tipi işitme kayıplı bireylerde de VEMP yanıtları elde edilebilmektedir (9-11). Bundan dolayı kemik yolu cVEMP yanıtlarının normatif

verilerinin elde edilmesi, iletim tipi işitme kaybı olan hastaların vestibüler değerlendirilmesinde kullanılabilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Oklüzyon etkisi ise dış kulak kanalının tıkalı olması durumunda kemik yolu iletim mekanizmasında özellikle alçak frekanslarda oluşan iyileşmedir (12). Literatüre bakıldığında bahsedilen oklüzyon etkisinin kemik yolu uyarımlı cVEMP testi üzerine etkisinin incelendiği çalışmaların çok sınırlı olduğu görülmektedir.

Bu çalışmanın amacı, işitme kaybı ve baş dönmesi öyküsü olmayan sağlıklı bireylerde, kemik ve hava yolu uyarımı sonucu elde edilen cVEMP yanıtlarının tanımlayıcı istatistiksel değerlerini oluşturmak, oklüzyon etkisinin cVEMP testi üzerine etkisini incelemek, iletim tipi işitme kaybı olan hastaların vestibüler değerlendirilmesinde VEMP testinden yararlanılabilmesini sağlamak ve ayırıcı tanıya yardımcı olmaktır.



## **4. GENEL BİLGİLER**

Denge, vücut kütle merkezini, kısıtlı destek yüzeyi içerisinde koruyabilme becerisi olarak tanımlanır (13-16). Denge sisteminin temel olarak iki işlevi vardır. Bunlar baş hareketleri sırasında görme alanını sabit tutmak ve yerçekimi alanında postürü kontrol etmektir (17). Dengenin korunması ve sürdürülmesi için görsel, vestibüler ve proprioseptif sistemlerin birbirleri ile uyum içinde çalışması gerekmektedir (2). Görsel sistem gözler; somatosensöriyel sistem kas, eklem ve tendonlar; vestibüler sistem ise periferik vestibüler organlar aracılığı ile dengein sağlanması ve postürün korunmasında kullanılan verileri toplar (18,19).

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

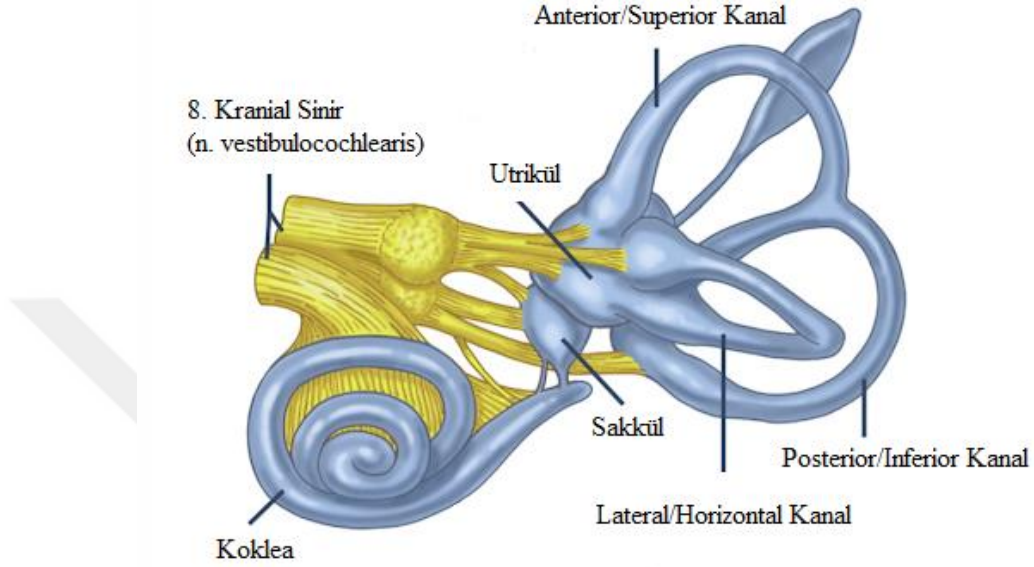
Kulak, ses uyarılarına, doğrusal ve açısal hızlanmalara duyarlı hücreler taşıyan bir organdır (20). Vestibüler sistem, tüm bu doğrusal ve açısal hareketleri periferik vestibüler kısımda bulunan beş farklı uç organla tespit eder. Vestibüler uç organlar ile alınan veriler, vestibüler sinir aracılığı ile santral vestibüler sisteme iletilir. Santral vestibüler sistemde farklı aşamalarda veriler değerlendirildikten sonra dengein sağlanması için gerekli motor yanıtlar oluşturulur (18,19).

### **4.2. Periferik Vestibüler Sistem**

Periferik vestibüler sistem, temporal kemiğin sert kısmı olan petröz parçasında yer almaktadır. Temel olarak beş farklı uç organdan ve vestibüler sinirden oluşmaktadır. Vestibüler uç organlar üç semisirküler kanal ve iki otolit organdan oluşmaktadır (21). Periferik vestibüler sistem, kemik labirent ve membranöz labirent olmak üzere iki farklı yapıdan oluşur.

Kemik labirent; koklea, vestibül olarak isimlendirilen bir oval kavite ve semisirküler kanallardan oluşur. Membranöz labirent ise vestibüler sistem yapılarını ve reseptörleri içerir ve kemik labirentin içinde yer alır. Bu iki labirent içinde bulunan sıvılar farklılık gösterir. Kemik labirent yapılarının içi, perilenf olarak

bilinen ve beyin omurilik sıvısına benzeyen, yüksek sodyum-potasyum konsantrasyon oranına sahip bir sıvı ile doludur (22).



Şekil 4.2.1. Periferik Vestibüler Sistemin Anatomisi (23)

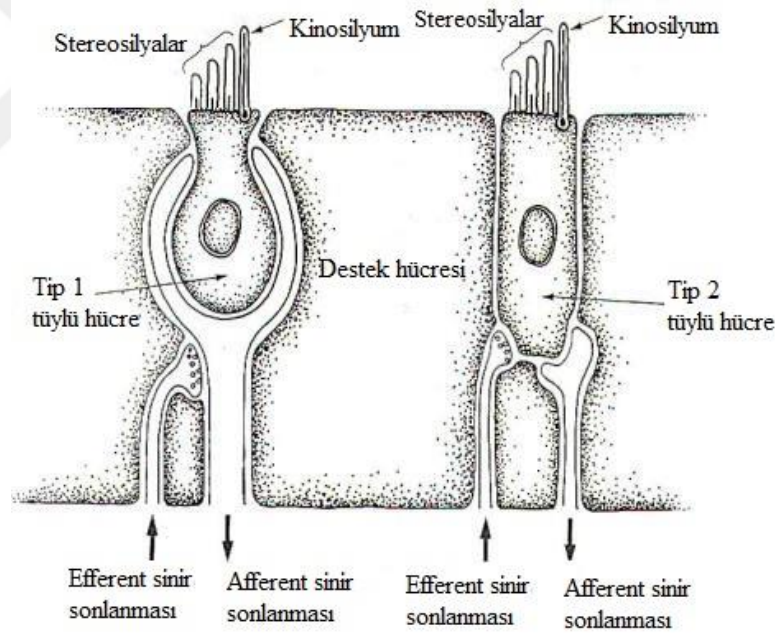
Membranöz labirentin içi ise endolenf adı verilen, intraselüler sıvıya benzeyen ve yüksek potasyum-sodyum oranına sahip olan iç kulak sıvısıyla doludur (3). Bu sıvı koklear kanalın duvarındaki stria vaskülaristeki kapillerlerden üretilir ve endolenfatik kese tarafından emilir (24).

#### 4.2.1. Tüylü Hücreler

Vestibüler duyunun algılandığı vestibüler reseptör hücreler, kokleada bulunan reseptör hücreler gibi tüylü hücrelerdir (25). Bu tüylü hücreler baş hareketi veya yerçekimi değişimleri sonucu mekanik enerjiyi nöral aktiviteye dönüştürür. Tüylü hücreler silya, hücre gövdesi ve afferent ve efferent sinir sonlanmalarından oluşur. Silyalar her bir hücre gövdesinin üstünde sert bir demet oluşturan ve

nöroepitelyumun zarına gömülü çubuk şeklinde duyuşal mekanoreseptörlerdir. Her tüylü hücrenin apikal ucunda bir tane uzun tüy kinosilyum ve yaklaşık 70-100 tane kısa tüyler olan stereosilyalar bulunur (26).

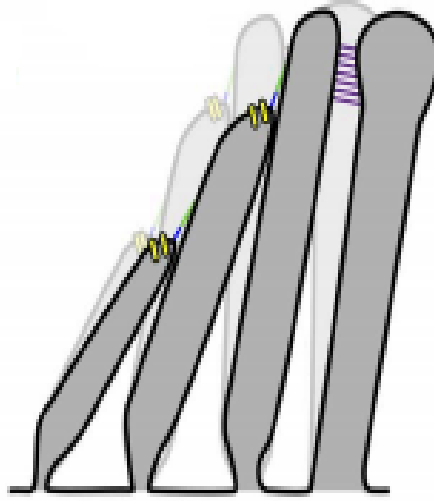
Periferik vestibüler sistemde tip 1 ve tip 2 olarak adlandırılan iki çeşit tüy hücreş bulunur. Tip 1 hücreler, kadeş şeklindedir, bazalını çevreleyen geniş ve tek sinir sonlanması bulundururlar. Tip 2 hücreler, silindir şeklindedir ve bazalını çevreleyen birçok küçük sinir sonlanmalarına sahiptirler (25). Tip I tüy hücreleri kalın sinir lifleri ile bağlantılıdır ve çok duyarlı oldukları için hafif uyarınları alırlar. Tip II tüy hücreleri ise kuvvetli uyarınlara cevap vermektedirler (5). Destek hücreleri ise bu iki tip hücre arasında yer alırlar. Tüm tüy hücreleri, vestibüler gangliyonda bulunan nöronlar tarafından inerve edilir (3).



Şekil. 4.2.1.1. Tüylü hücreler (27)

Tüylü hücreleri, isimlerini üst kısımlarında bulunan stereosilyalardan almışlardır. Kinosilyum, tüylü hücrelerinin apeksinde bulunan stereosilyalardan en uzun olanıdır. Kinosilyumdan uzaklaştıkça stereosilyaların boyu kısalmır. En kısa stereosilya, kinosilyumdan en uzak olandır. Stereosilyaların her biri uç bağlantılarla

(tip links) birbirine bağlıdır (28). Stereosilyumlar, tepelerindeki bu uç bağlantılar sayesinde hep birlikte eşgüdüm içinde hareket ederler (29).



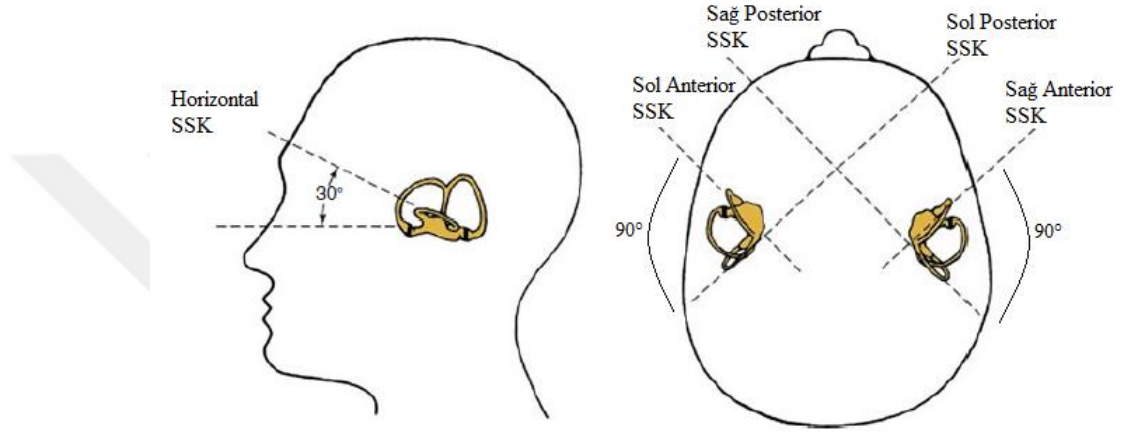
Şekil 4.2.1.2. Silyaların uç bağlantıları (30)

Tek bir hareket yönü olan stereosilyumlar, hep birlikte hareket ederler ve sadece kinosilyuma doğru ya da tersi yönde kinosilyumdan uzağa doğru eğilebilirler. Stereosilyumun kinosilyuma doğru eğilmesi uyarılmayı sağlayan (eksitator); stereosilyumun kinosilyumdan karşı tarafa doğru eğilmesi uyarılmayı önleyici (inhibitör) potansiyel oluşturur (25).

#### 4.2.2. Semisirküler Kanallar

Semisirküler kanallar, açısal (rotasyonel) hareketlere karşı duyarlıdır (17). Her iki iç kulakta, vestibülün posteriorunda üç adet semisirküler kanal bulunur. Bunlar anterior (süperior), lateral (horizontal), ve posterior (inferior) olarak adlandırılmıştır. Semisirküler kanalların üçü de birbirine 90° açı ile dik olacak şekilde konumlanmıştır (31). Anterior ve posterior kanallar vertikal düzleme 45° açı ile lateral kanallar ise horizontal düzleme 30° açı ile konumlanmıştır (32).

Semisirküler kanallar simetriklik özelliğinden dolayı karşı kulakla birlikte değerlendirilir (33). Her iki kulağın horizontal kanalları birbiriyle simetrik ve aynı düzlemde yer alırken, bir kulağın anterior kanalı ile diğer kulağın posterior kanalı simetrik ve aynı düzlemde yer alır (34). Her bir fonksiyonel semisirküler kanal çiftinde baş hareketi olduğunda bir taraftaki duyu organında eksitasyon olurken, karşı taraftaki duyu organında inhibisyon gözlenir (32).

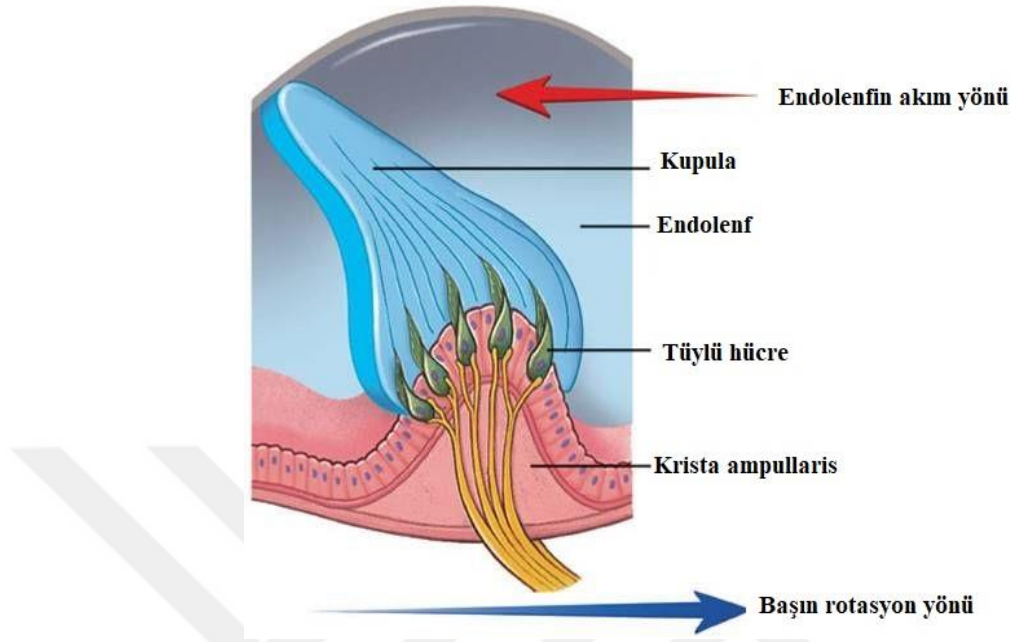


Şekil 4.2.2.1. Semisirküler kanalların konumları (35)

Semisirküler kanalların birleşme noktalarında ampulla genişlemeleri vardır. Ampullada, krista ampullaris olarak adlandırılan duyu bir alan vardır. Krista ampullaris boyunca yerleşimli olan tüy hücreleri hareketi algılamaktadır (5, 36). Bu tüyler, jelatinöz bir madde olan kupula içerisine doğru çıkıntı yaparlar. Başın bir yöne hareketi endolenfte harekete sebep olmaktadır (17). Ancak eylemsizlik momentinden dolayı endolenfin hareketi baş hareketinin zıt yönünde oluşur. Endolenf hareketi kupula içerisine gömülmüş olan tüylerin eğilmesine neden olmaktadır (37).

Tüylerin hareketi ile semisirküler kanalda ve endolenf akımının yönüne göre eksitator veya inhibitör uyarı meydana gelir. Kupulanın etkisi ile stereosilyumların kinosilyumlara doğru eğildiğinde hücrenin depolarize olmasına ve uyarım artışına

neden olur. Kupulanın ve dolayısıyla stereosilyumların, kinosilyumlardan tersi yönde eğilmesi ise hiperpolarizasyona bu da uyarımda azalmaya sebep olur (25)



Şekil 4.2.2.2. Baş rotasyonuna bağlı oluşan endolenfin akım yönü (38)

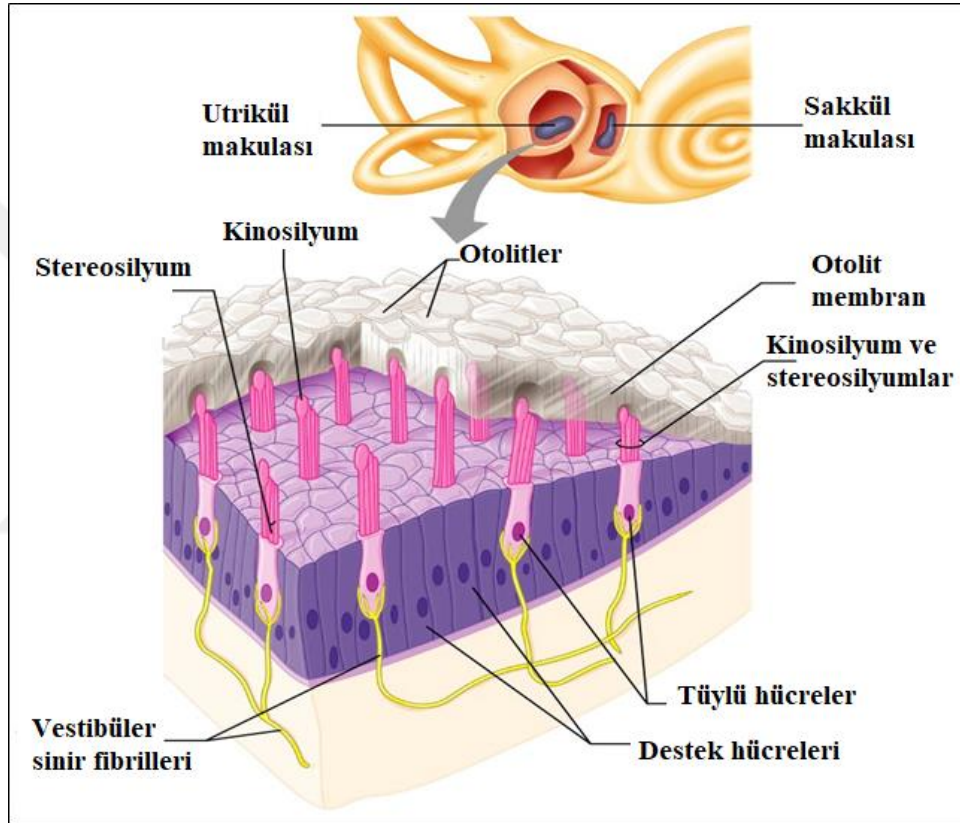
### 4.2.3. Otolit Organlar

Otolit organlar olarak bilinen utrikul ve sakkül, vestibülün içinde yer alır. Otolit organlar, doğrusal ivmelenme, yerçekimi etkisi ve baş eğme hareketlerini (tilt hareketi) algırlar. Her biri makula denilen duyuşal nöroepiteli barındırır. Utriküldeki makula horizontal düzlemdeki hareketleri algırlarken, sakküldeki makula dikey düzlemdeki hareketleri algırlar (32).

Sakkül yer çekimi dâhil vertikal ivmelere karşı daha hassastır. Primer yerçekimi reseptörü olan sakkül, vestibüler çekirdeklere oradan omurganın tüm seviyelerine yayılan afferent sinirler gönderir. Bu yüzden postürün korunmasında büyük bir role sahiptir (28). Utrikül ise horizontal düzlemdeki ivmelere, başı yana eğme hareketine (tilt hareketi) ve lateral yer değiştirme hareketlerine karşı daha hassastır (39).

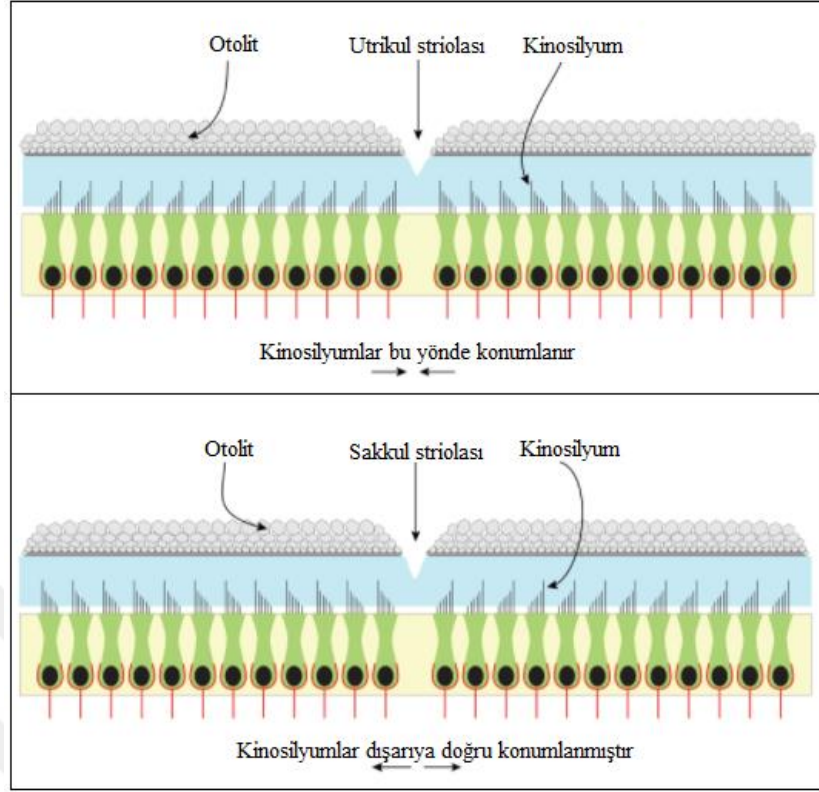
Makula içerisinde yerçekimine duyarlı olan nöroepitel hücreler, kan damarları, sinir lifleri, destek hücrelerinden oluşur ve bu yapıların üzerinde jelatinöz

bir tabaka olan otolit membran yer alır (40). Nöroepitelin üzerinde tüy hücreleri vardır ve bu tüylü hücreler otolit membranda gömülü halde bulunurlar (17). Otolit membran denilen jelatinöz tabakanın üzerinde otolit veya otokonya adı verilen kalsiyum karbonat kristalleri yer alır ve bu kristallerin özgül ağırlığı yüksektir (5). Otolitler, endolenften daha yoğun oldukları için baş hareketsiz durumdayken yerçekiminden etkilenirler ve hareketin algılanmasını sağlarlar (3).



Şekil 4.2.3.1. Maküla yapısı (41)

Her makula striola adı verilen bir hatla iki bölüme ayrılmıştır. Bu hattın iki tarafındaki hücrelerin kinosilyumları farklı yönlerde bakarlar. Utrikülde kinosilyumlar striolaya doğruyken, sakkülde kinosilyumlar strioladan uzağa yani dışarıya doğru konumlanır. Her bir makuladaki striolanın bir tarafındaki hücreler uyarılırken, diğer tarafındaki hücreler inhibe olur (8,33).



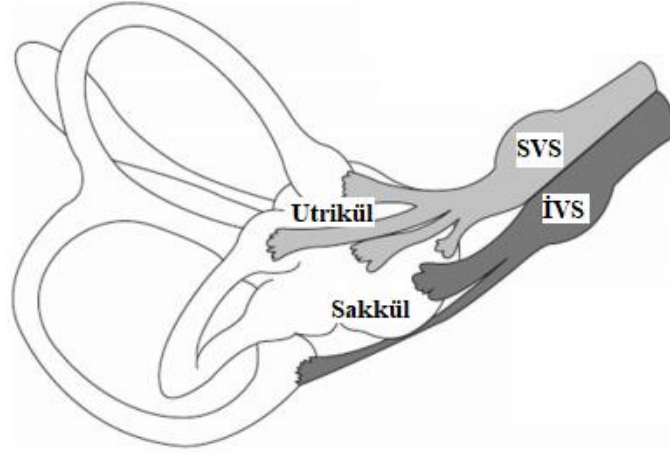
Şekil 4.2.3.2. Kinosilyumların striolalara yönü (42)

#### 4.2.4. Vestibüler sinir

Vestibüler uç organdan çıkan bipolar nöronlar internal akustik kanalın lateral kısmına kadar uzanarak nöron gövdelerinin bir araya gelmesiyle Scarpa gangliyonu olarak da bilinen vestibüler gangliyonu oluştururlar (43).

Vestibüler ganglionun superior kısmındaki periferel fibriller anterior ve horizontal semisirküler kanala ve utriküle bağlıdır. İnférieur kısmı ise posterior semisirküler kanal ile sakküle bağlıdır (44). Vestibüler ganglionun, superior ve inferior bölümlerinden gelen sinir lifleri birleşerek vestibüler siniri oluşturur. Vestibüler sinir de koklear sinir ile birleşerek 8. Kraniyal siniri yani vestibülokoklear siniri oluşturur (3).





Şekil 4.2.4.1. Vestibüler sinirin dalları (45)

### 4.3. Santral Vestibüler Sistem

Vestibüler girdiler, vestibüler çekirdekler ve serebellum olmak üzere beyinde iki bölgeye ulaşır. Vestibüler girdiler, ilk olarak vestibüler çekirdeklerde değerlendirilir. Bu değerlendirmeye doğrultusunda uygun motor yanıtlar oluşturulur. Serebellum ise, vestibüler performansı kontrol eder, gerektiğinde santral vestibüler işlemelemeyi uygun şekilde yeniden düzenler. Vestibüler girdiler, her iki bölgede de somatosensör ve görsel girdiler ile beraber değerlendirilerek işlenir (3,8).

#### 4.3.1. Vestibüler Çekirdekler

Vestibüler çekirdekler, ponstan medullaya doğru sağ ve sol tarafta olmak üzere iki sütunda kümelenmiş ve dördüncü ventriküle yerleşmiştir (44). Vestibüler çekirdek kompleksi, her bir tarafta (sağ-sol) superior, inferior, medial ve lateral olarak isimlendirilen dört ana çekirdek ile en az yedi minör çekirdekten oluşmaktadır (17,46). Vestibüler çekirdek kompleksinin medial kısmında medial vestibüler çekirdek yer alır. Kompleksin lateral kısmında ise superior, lateral ve inferior vestibüler çekirdekler yer almaktadır (47).

Utrikül ve sakkülden gelen liflerin birçoğu inferior ve lateral vestibüler çekirdeklerde sonlanırken, semisirküler kanallardan gelen lifler medial ve superior

vestibüler çekirdeklerin bulunduğu kısımda sonlanır. Bu nedenle inferior ve lateral çekirdekler vestibülospinal refleksler için, süperior ve medial çekirdekler ise vestibülookuler refleksler için kavşak noktalarıdır (33).

Medial vestibüler çekirdek, vestibüler çekirdek kompleksindeki en büyük çekirdektir. VOR için gerekli olan lateral SSK girdilerini alır. Ayrıca kas tonusunu düzenlemek için aldığı vestibüler girdileri vestibülospinal reflekse yönlendirir (32). Superior vestibüler çekirdek, superior ve posterior SSK'ların krista ampullarisinden gelen afferent vestibüler girdileri alır. Medial Longitudinal Fasikülüs aracılığıyla ekstraoküler göz kaslarına efferent yanıt gönderir ve böylece VOR koordinasyonunu sağlar (32). Lateral vestibüler çekirdek (LVÇ), dorsal ve ventral LVÇ olmak üzere iki alt çekirdeğe ayrılır. Ventral LVÇ utrikülden gelen vestibüler girdileri alırken, dorsal LVÇ ise serebellumdan gelen vestibüler girdileri alır. Bu çekirdekten çıkan ana efferentler, lateral vestibülospinal traktusu oluşturur (25). Inferior vestibüler çekirdek, geniş bir afferent ve efferent sinir ağına sahiptir. Bu geniş afferent ve efferent sinir ağıyla, diğer vestibüler yapılar arasındaki bütünleşmeyi sağladığı düşünülür (25).

#### **4.3.2. Serebellum**

Serebellum, dengeyi sağlamak için önemli bir bölgedir. Serebellumun flocculonodüler lobları özellikle semisirküler kanallardan gelen dinamik denge uyarıları ile ilişkilidir. Bu lobların hasarı, semisirküler kanallarda oluşan hasar ile gelişen belirtilerin neredeyse aynısına yol açar. Yani, flocculonodular lobların ya da semisirküler kanalların zarar görmesi, hareket yönünün hızlı değişikliklerinde dinamik dengenin bozulmasına yol açar. Statik durumlarda ise dengenin çok fazla etkilenmemesine neden olur. Serebellumun uvulasının ise statik dengede önemli rol oynadığı düşünülmektedir (25).

### **4.3.3 Kortikal Alanlar**

Üst merkezlere doğru çıkıldıkça vestibüler bağlantıların daha karmaşık olduğu bilinmektedir. Vestibülo-kortikal bağlantılara özel yollar ve işlevleri, henüz net bir şekilde tanımlanamamaktadır (32). Üst merkezlerle olan bazı vestibüler bağlantıların fonksiyonlarına dair bazı düşünceler mevcuttur.

Talamusta vestibüler uyarıları alan merkezlere aynı zamanda görsel ve proprioseptif girdiler de gitmektedir. Bu bağlantının, insanın uzayda kendi varlığını ve pozisyonunu bilinçli olarak fark etmesini sağladığı düşünülmektedir (33). Hipokampusün ise uzaysal oryantasyon ve uzaysal hafıza işlenmesi üzerinde kritik rol oynadığı düşünülmektedir. Vestibüler sistemin daha üst kortikal bağlantıları ve fonksiyonları ile ilgili daha çok bilgi edinebilmek için ileri çalışmalar yapılması gerekmektedir (32).

## **4.4. Vestibüler Refleksler**

Vestibüler sistemde üç temel refleks bulunmaktadır. Bunlar; vestibülooküler refleks (VOR), vestibülospinal refleks (VSR) ve vestibülokolik refleks (VKR)' dir.

### **4.4.1. Vestibülooküler Refleks**

VOR, ani baş hareketlerine karşılık göz hareketleri oluşturarak nesnenin retinadaki görüntüsünü sabitleyen ve çok hızlı işlev gösteren bir reflekstir (8, 25, 33). VOR refleksinin latansı 12-14 ms'dir (48). Semisirküler kanallarda oluşan uyarıların; vestibüler çekirdekler, medial longitudinal fasikulus, III. IV. ve VI. kranial sinirlerin çekirdekleri yoluyla ekstraoküler kaslara ulaşmasıyla VOR sağlanır (49).

### **4.4.2. Vestibülospinal Refleks**

VSR, yer çekimine karşı koyan kasların kasılma gevşeme düzeninin sağlanmasında ve hareket sırasında dengenin korunmasında etkili bir reflekstir

(18,25,36). Otolit organlar, SSK'lar, görsel sistem, vücut kasları ve serebellumdan gelen girdileri kullanan ve VOR' dan daha karmaşık bir yolağa sahip olan VSR, denge ve postürün korunmasını sağlar (26,32)

#### **4.4.3. Vestibülokolik Refleks**

Vestibülokolik Refleks, vestibülospinal refleksin bir parçasıdır. VKR, boyun kaslarını kullanarak başın stabilizasyonunu ve uzaysal oryantasyonunu sağlar (32). cVEMP testi ile VKR yoluyla ortaya çıkan yanıtlar ölçülür (25).

#### **4.5. Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (VEMP)**

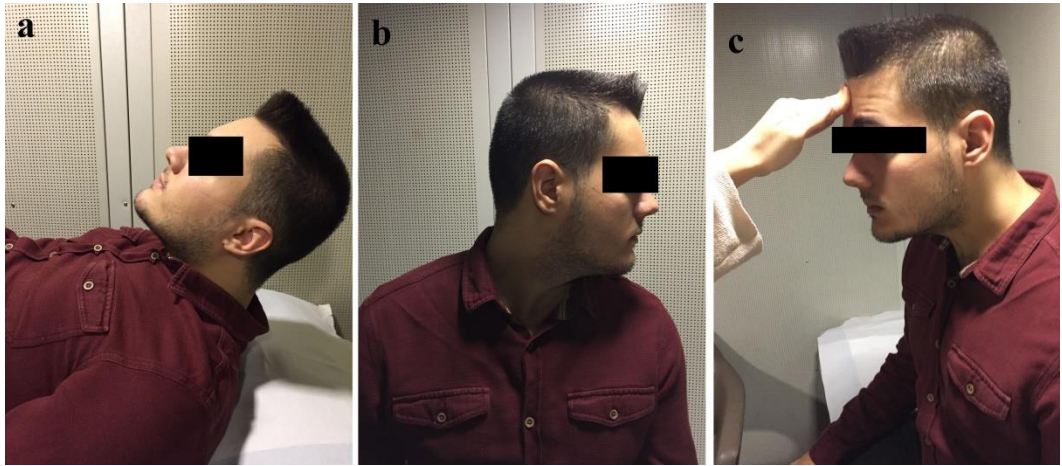
Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller, temel olarak otolit organları ve vestibüler siniri değerlendirme de yaygın olarak kullanılan, elektrofizyolojik test yöntemidir (50-54). İlk kez 1992 yılında Colebatch ve Halmagyi, VEMP'i klinik test bataryası olarak kullanmaya başlamıştır (7,8). VEMP testinde otolit organların uyarılması sonucunda ortaya çıkan kısa latanslı kas refleks cevapları kayıt edilir. Ölçülen refleks cevapları SKM kası üzerinden elde ediliyorsa servikal VEMP, ekstraoküler kaslar üzerinden elde ediliyorsa oküler VEMP olarak isimlendirilir (7). cVEMP, kontrakte SKM kası üzerinden ipsilateral olarak kaydedilen kısa latanslı inhibe edici yanıttır. Sakkül ve inferior vestibüler sinir fonksiyonu hakkında bilgi sağlar (50). oVEMP ise, inferior oblik kastan kontralateral olarak kaydedilen eksitator bir yanıttır. Utrikül ve superior vestibüler sinir fonksiyonu hakkında bilgi sağlar (55).

cVEMP testi, ses uyarını sırasıyla; sakkül, inferior vestibüler sinir, lateral vestibüler çekirdek, medial vestibülospinal yol, spinal aksesuar sinir (11. kranial sinir) ve SKM kasının motor nöronlarında sonlanır. Bu yol aracılığıyla gelen inhibitör uyarılar, kontrakte haldeki ipsilateral SKM kasının tonusunda inhibisyona sebep olur. Böylece cVEMP testiyle vestibülokolik refleks yolu değerlendirilir (7,56,57).

#### 4.5.1. cVEMP Test Tekniği

cVEMP test ölçümü yapabilmek için kişiye ilk olarak elektrotlar yerleştirilir. Elektrot yerleşimi için; iki aktif elektrot SKM kasının orta 1/3'lük kısmının üzerine, referans elektrot SKM kasının sternum kısmına, toprak elektrot ise altına gelecek şekilde yerleştirilir (8,56,58).

cVEMP ölçümünün yapılabilmesi için kişinin SKM kasını kasması ve test süresi boyunca kasılmış durumda tutması gerekmektedir. SKM kasının kasılması için farklı yöntemler mevcuttur. Hasta yatar pozisyondayken başını hafifçe yukarı kaldırmasıyla bilateral SKM kaslarının kasılması sağlanabilir. Hasta oturur pozisyondayken başını uyarı verilen tarafın tersi yöne çevirerek kasılmanın sağlandığı rotasyon yöntemi uygulanarak unilateral SKM kas kontraksiyonu sağlanabilir. Rotasyon yöntemini uygularken hastanın dönen bir sandalyede oturtulması sağlanıp, hem sağ hem de sol SKM kasını kasarken hastanın ekranda kendi kas aktivitesini izleme imkânı sunulabilir. Böylece yeterli kas kasılmasının elde edilmesi ve sürdürülmesi kolaylaştırılabilir. Bir başka yöntem olarak, hasta başını öne doğru iterken klinisyen alın bölgesinden arkaya doğru bastırılabilir (7,8,59-61).



**Resim 4.5.1.1.** SKM kasını kasma yöntemleri (a. Yatış pozisyonundayken başı hafifçe kaldırma yöntemi, b. Rotasyon yöntemi, c. Başı alından itme yöntemi)

SKM kası kasılı durumdayken ipsilateral kulağa uyarın verilir ve mevcut kas kontraksiyonundaki inhibisyon kaydedilir. Normal sağlıklı bireylerde VEMP yanıtları bifazik olarak elde edilir. Uyarın verildikten yaklaşık 13 milisaniye sonra pozitif bir tepe noktası, 23 milisaniye sonra ise negatif tepe noktası oluşur. Elde edilen bifazik dalgada inhibisyonun başladığı an P1/P13, bittiğı an ise N1/N23 olarak isimlendirilir (7,8,62,63).

VEMP ölçüm sonuçlarının yorumlanmasında kullanılan değerlendirme parametreleri; P1 latansları, N1 latansları, P1N1 interpeak latansları, P1N1 interpeak amplitüdü ve VEMP asimetri oranıdır (56,64). VEMP asimetri oranı, kulaklar arasındaki amplitüd farkıyla vestibüler fonksiyonu değerlendiren bir parametredir.

VEMP Asimetri Oranı = (Büyük P1N1 amplitüdü – Küçük P1N1 amplitüdü) / (Büyük P1N1 amplitüdü + Küçük P1N1 amplitüdü) X 100 şeklinde hesaplanır (56,65-67). VEMP asimetri oranının %34.1-35'den büyük olması anormal sonuç olarak kabul edilmekte ve düşük amplitüd elde edilen tarafta patolojiye işaret etmektedir (8,63).

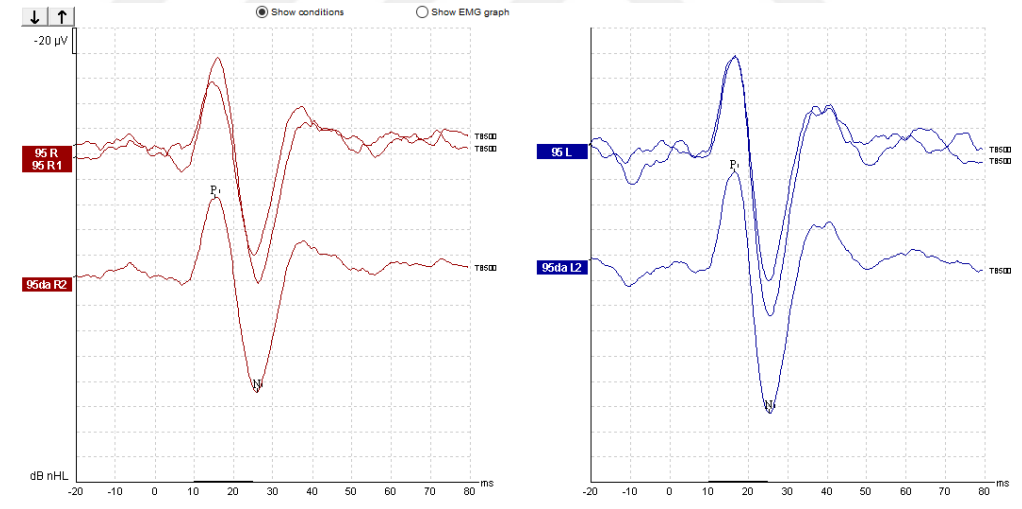
VEMP testinde, latansların ve amplitüdüdü normal olması refleks arkının düzgün çalıştığına işaretidir (56). Cevapların elde edilememesi, latansların uzaması veya VEMP asimetri oranının %34-35'den büyük olması arkın herhangi bir yerinde patoloji olabileceğini gösterir (63).

#### **4.5.2. Uyarın Çeşitleri**

VEMP yanıtları ses, titreşim ya da elektriksel uyarınlar kullanılarak elde edilebilmektedir (50,56,63,68,69). Ses uyarını ile VEMP ölçümü, hava yolu kulaklığı veya kemik vibratör üzerinden uygulanabilmektedir. Tendon çekici ile hafifçe yapılan vuruşlarla (tapping yöntemi) veya minishaker ile kemik iletimli titreşim uyarınları verilerek VEMP yanıtı elde edilebilmektedir. Elektriksel uyarın olarak ise galvanik akım verilmektedir (7,8).

#### 4.5.2.1. Hava Yolu Uyararı

Hava yolu iletimli cVEMP ölçümü yaparken genelde klik ya da tone burst uyararı seçilir. Ancak tone burst uyararı, daha düşük şiddette VEMP yanıtlarını ortaya çıkarttığından dolayı klik uyarıdan daha etkili bir uyarıcıdır (66,70). Tone burst uyararının uyarım süresi daha uzun olduğundan ve buna bağlı olarak iç kulağa iletilen ses enerjisi daha büyük olduğundan en çok tercih edilen uyararı tipidir (7). Tone burst uyararının frekansı 500 Hz seçilir çünkü bu frekansta, en düşük eşiklerin ve en yüksek amplitüdüde elde edilebildiği bildirilmiştir (71). Bu yüzden kliniklerde genellikle rarefaksiyon polariteli 500 Hz tone burst uyararı tercih edilir. Uyararıları saniyede 5.1 sıklığında verilir. Uyararı şiddeti olarak 95 dB nHL uygundur (72). Her bir VEMP yanıtları için kaydedilen uyararı sayısı ortalama 100 ila 300 arasında değişmektedir (56). Genellikle kliniklerde 200 uyararının ortalamasının alınması tercih edilir. Yanıtları 100-120 ms'lik pencereler ile kayıtları edilir (73).



Şekil 4.5.2.1.1. Çalışmaya katılan bir bireye ait hava yolu cVEMP kaydı

VEMP ölçümlerine başlamadan önce, hastanın işitme kaybı açısından değerlendirilmesi gerekir. Bu doğrultuda bireylere otoskopik bakı yapılması ve odyolojik testlerin uygulanması önerilir (71). Hava yolu VEMP ölçümü ile çok ileri derecede sensörinöral tipte işitme kaybı olan hastalardan yanıtları alınabilmesine rağmen, iletim tipi işitme kaybı olması durumunda hafif dereceli olsa dahi VEMP

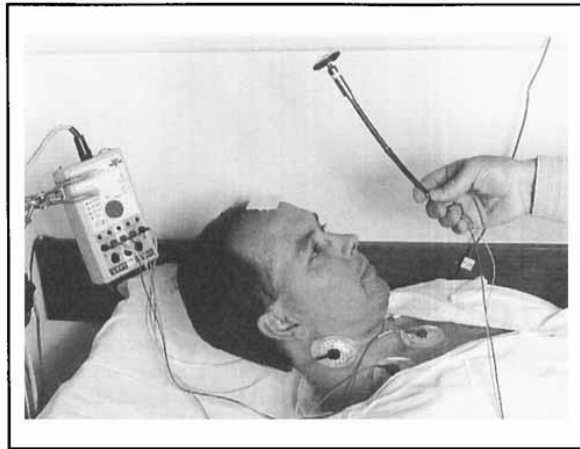
yanıtları azalır ya da yanıt elde edilemez (11,71,74). İletim tipi işitme kaybına sebep olan patoloji, oval pencereye ve dolayısıyla sakküle ulaşan sesin şiddetini azaltır. Buna bağlı olarak hava yolu VEMP yanıtları azalır ya da elde edilemez (7,11,75). İletim tipi işitme kayıplı hastalarda kemik iletimli VEMP ölçümü yapıp VEMP yanıtları elde edilebilmektedir (11).

#### **4.5.2.2 Kemik Yolu Uyararı**

Tendon çekici ile hafifçe vuruşlar uygulanarak (tapping yöntemi), minishaker kullanılarak ve kemik vibratör ile ses uyararı verilerek kemik iletimli VEMP yanıtları elde edilebilir. Kemik iletimi ile verilen uyarılar, alının ortasından veya mastoid kemik üzerinden yapılabilir (56,73,74). Kemik titreşimi hem sakküler hem de utriküler afferentleri etkinleştirir (56).

##### **4.5.2.2.1. Tapping Yöntemi**

Halmagyi ve ark. 1995 yılında tendon çekici kullanarak kafaya alının ortasından hafifçe vurarak VEMP yanıtlarının elde edilebildiğini göstermiştir (68). Bu yöntemle primer vestibüler afferentler daha etkili uyarıldığından dolayı 30 ila 60 arasında uyarı verilmesi yeterlidir (56). Elde edilen VEMP yanıtı ilk pozitif bir tepe (p1) ardından iki negatif tepe (n1 ve n2) olarak ortaya çıkar ve bu tepelerden sadece p1 vestibüler orjinlidir (10). Tapping yöntemi ile elde edilen VEMP yanıtları genellikle daha kısa latanslı ve daha büyük amplitüdüdür. (75).



**Resim 4.5.2.2.1.1.** Tendon çekici ile VEMP ölçümü (68)



#### 4.5.2.2.2. Minishaker Yöntemi

Tendon çekici ile manuel vuruşun kontrolünün zor olduğu ve standardizasyondan yoksun olduğu görüldüğünden elektrodinamik hareketli bir transducer geliştirilmiştir (Brüel & Kjør Minishaker 4810; Brüel ve Kjør, Danimarka) (76). Minishaker-4810 alnın ortasında elle tutularak kullanılır ve yaklaşık 1 kg ağırlığındadır (77). Minishaker-4810 ile kemik iletimli VEMP ölçümü yapılırken 7 ms süreli 500 Hz tone burst uyarın kullanılır ve yaklaşık 50 uyarın verilmesi yeterlidir (78). Standart bir kemik vibratörden daha yüksek şiddette ses ve kemik iletimli vuruşlar uygulayabilir (73). Fakat bu yöntemde, minishaker aletinin 1 kg ağırlığında olması, büyük boyuta sahip olması ve elle tutulması gibi dezavantajlar mevcuttur (76,77).



**Resim 4.5.2.2.2.1.** Minishaker 4810 aleti (79)

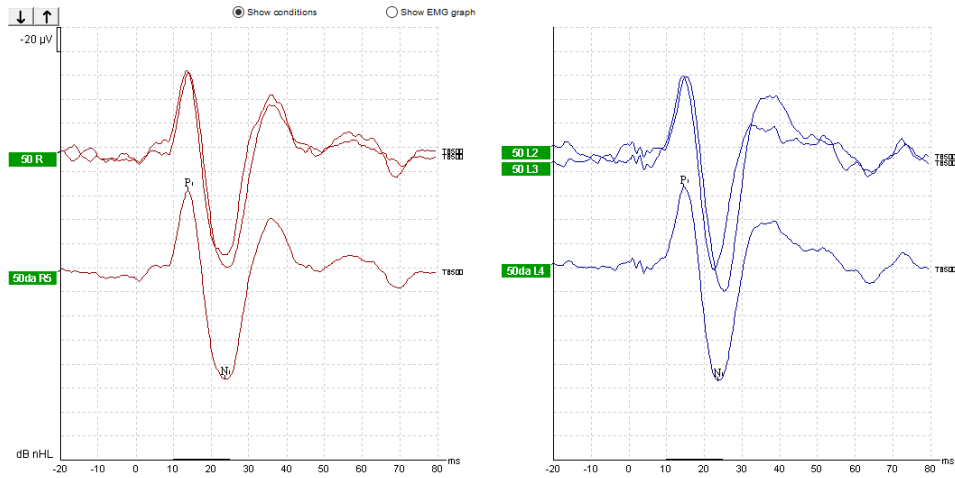
#### 4.5.2.2.3. Kemik Vibratör ile Ses Uyarını Yöntemi

İlk olarak Sheykholeslami ve ark. 2000 yılında ipsilateral kulağın mastoid kemiğine bir kemik vibratör yerleştirip, 500 Hz tone burst uyarın yollamış ve kemik vibratör aracılığıyla cVEMP yanıtlarının elde edilebildiğini ve bu yanıtın vestibüler bağımlı olduğunu aynı zamanda iletim tipi işitme kaybı ile azalmadığını göstermişlerdir (9,73).

Welgampola ve ark. 2003 yılında sistematik olarak RadioEar® marka B71 kemik vibratör kullanımını araştırmışlar ve bifazik VEMP yanıtlarının elde edilebildiğini göstermişlerdir. Ayrıca kemik vibratörü yerleştirmek için en uygun uyarım bölgesinin dış kulak kanalının arkasında ve hemen üzerinde olduğunu bildirmişlerdir (10).

Bu teknik diğer kemik iletimli yöntemler gibi dış ve orta kulak iletim mekanizmasını atlayarak kemik titreşimi yoluyla doğrudan iç kulakları uyarır (53). Bilateral iç kulaklar aynı anda uyarıldığından SKM kaslarından bilateral yanıtlar elde edilir. Ancak kemik vibratörün yerleştirildiği taraftan elde edilen cVEMP yanıtları genellikle daha büyüktür (10,56).

Odyometri testinde kullanılan standart kemik vibratörler kullanılabilir (71). RadioEar® B71 kemik vibratör, 500 Hz' de cVEMP' leri uyarabilirken, genellikle düşük frekanslarda ve düşük güç çıkışı nedeniyle oVEMP' lerde yetersiz olur (76,80). Hava yolu cVEMP kullanılan parametrelerin çoğu genel olarak kemik yolu cVEMP'de de tercih edilir. Rarefaksiyon polariteli 500 Hz tone burst uyarın, 150-200 uyarın tekrar sayısı, kullanılan kemik vibratörün maksimum çıkış şiddeti uyarın olarak seçilir ve saniyede 5.1 sıklığında verilir (11). Bu yöntemin avantajı, kalibrasyon için ekipmanın bulunması ve uyarın seviyelerinin tam olarak kontrol edilebilmesidir (73).



Şekil 4.5.2.2.3.1. Çalışmaya katılan bir bireyden B71 kemik vibratörle elde edilen kemik yolu cVEMP kaydı

#### 4.5.2.3. Galvanik cVEMP

Galvanik (elektriksel) uyarım ile doğrudan vestibüler sinir uyarılır (73). Bu nedenle akustik VEMP ve galvanik VEMP birlikte kullanılarak otolit organları etkileyen lezyonlar, vestibüler siniri etkileyen lezyonlardan ayırılabilir (56). Uyarım için elektrotlar alın (anot) ve mastoide (katot) veya iki taraflı mastoidlere yerleştirilir. Katot elektrotu, uyarılmak istenen mastoid üzerine yerleştirilmelidir. Galvanik uyarı olarak 3–4 mA'lık bir akım (1–2 ms süre) verilir. Tüm kayıt parametreleri akustik cVEMP'ler ile aynıdır. 50-100 uyarım verilir ve elde edilen yanıtların ortalaması alınır. Kalp pili veya koklear implant gibi implante edilmiş bir elektrikli cihaza sahip hastalarda galvanik cVEMP kontrendikedir. Epilepsi öyküsü olan hastalarda da uygulanmamalıdır (63,81).

#### 4.6. Oklüzyon Etkisi

Oklüzyon etkisi, dış kulak yolu (DKY) tıkalı olduğunda kemik yolu ile iletilen seslerin gürlük algısındaki artıştır (12). DKY tıkanığında; DKY, timpanik membran ve DKY duvarları arasında hava sütunu oluşur. Kemik iletimi ile gelen ses dalgaları, oluşan hava sütunundaki hava partiküllerini, kulak kanalındaki kıkırdak ve yumuşak dokuları titreştirerek 250 ve 500 Hz frekanslarındaki eşiklerde yaklaşık 10 ila 20 dB iyileşmeye neden olur. 1000 Hz'den sonra eşiklerde iyileşme ya çok az olur ya da hiç iyileşme görülmez (82).

Oklüzyon etkisi genellikle kemik iletiminin osseotimpanik iletim mekanizmasına dayandırılır (82, 83). Kulak kanalı açık olduğunda kanal yüksek geçişli bir filtre görevi görür. Kanal tıkanığında ise düşük frekansları yükselterek kemik yolu tarafından iletilen sesin şiddet seviyesinde bir artışa ve eşiklerde bir azalmaya neden olur (84, 85). Açık dış kulak kanalından sesin yayılımı normalde kemik yolu iletimine hiç katkı sağlamazken, dış kulak yolunun kapatılması ile 1 kHz ve altındaki frekansların iletiminde önemli bir faktör olmaktadır (86).

## 5. MATERYAL VE METOT

### 5.1. Bireyler

Bu çalışma Medipol Mega Üniversite Hastanesi Odyoloji Kliniği'nde 21.01.2020-16.03.2020 tarihleri arasında yapıldı. Çalışmaya 20-30 yaş arası 11 kadın 9 erkek olmak üzere toplam 20 gönüllü birey (n=40 kulak) katıldı.

Çalışmaya alınan bireylerin tümüne çalışmanın amaçları, ne kadar süre devam edeceği ve uygulanacak testler hakkında bilgi verildi. Gönüllü olarak çalışmaya katıldıklarını kabul ettiklerine dair bilgilendirilmiş gönüllü olur formu imzalatıldı (EK-1).

Çalışma, İstanbul Medipol Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu' nun 9.10.2019 tarihli toplantısında, 741 karar numarasıyla onaylanmıştır.

### 5.2. Bireylerin Seçimi

#### Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri:

- 20-30 yaş arasında olmak,
- Otoskopik muayenenin normal olması,
- Saf ses odyometri testinde 500-4000 Hz aralığında saf ses ortalamasının normal değerler arasında olması,
- Konuşmayı ayırt etme skorunun normal sınırlar içerisinde olması (%88 ve üzeri olması),
- Tip A timpanograma sahip olmak ve bilateral akustik reflekslerin elde edilmesi,
- Baş dönmesi atağı veya dengesizlik geçirmemiş olmak.

### **Çalışma Dışı Bırakılma Kriterleri:**

- Sistemik, nörolojik veya psikiyatrik hastalığının bulunması,
- Oto-lojik hastalık ve/veya kulak cerrahisi öyküsünün bulunması,
- Boyun problemi ve şikâyeti olması,
- Hava kemik aralığının 500-4000 Hz aralığında 10 dB HL üzerinde olması,
- Hava yolu ve/veya kemik yolu cVEMP yanıtlarının elde edilmemesi.

### **5.3. Yöntem**

Çalışmada, miyojenik aktivitelerin kayıt edilmesi için Interacoustics® marka Eclipse EP25 cihazı kullanıldı. Teste başlamadan önce elektrot takılacak bölgeler NuPrep® marka cilt temizleme jeli ile temizlendi. Her bireyde dört adet tek kullanımlık, Ambu® marka Neuroline 720 model kendinden yapışkanlı elektrot kullanıldı. Elektrot yerleşimi için; iki aktif elektrot sternokleidomastoid kasının orta 1/3'ü üzerine, referans elektrot sternokleidomastoid kasının sternum kısmına, toprak elektrot ise altına gelecek şekilde yerleştirildi. Elektrot yerleşiminden sonra her bir elektrot için empedans kontrolü yapılmış olup empedans değerinin 5 kΩ veya daha düşük ve elektrotlar arası empedansın 3 kΩ veya daha düşük değerlerde olması sağlandı. Bu işlemlerin ardından bireylerin bilgileri OtoAccess® programına kaydedildi.

Test edilen birey, test bilgisayarının karşısına vücudu bilgisayara dik, yüzü ise bilgisayara bakacak şekilde dik bir pozisyonda dönen sandalyede oturtuldu. Böylece ekrandaki VEMP EMG monitörünü görmesi sağlandı. Bu şekilde bireye kendi kas aktivitesini ekranda izleme imkânı sunuldu. Bu sayede istenen seviyede kas kasılmasını sürdürebilmesi sağlandı. Bireylerden başlarını ses uyarısının geldiği kulağın karşısına doğru çevirmesi istendi. Kas kasılma aralığı 70 µV - 120 µV arası olarak belirlendi. Böylece her iki SKM kasının kasılma güçlerinin birbirlerine daha yakın değerlerde olması sağlanarak ölçüm hatasına bağlı olarak ortaya çıkabilecek asimetri bulgularının önlenmesi amaçlandı.

Tüm bireylere cVEMP testleri beş aşamalı olarak yapıldı. Bireylere ilk olarak hava yolu cVEMP testi uygulandı. Daha sonra oklüzyon etkisini inceleyebilmek için dört farklı şekilde kemik yolu cVEMP testleri uygulandı. Yapılan tüm testler bireylerin hem sağ hem de sol kulaklarında ayrı ayrı uygulandı. Hava yolu cVEMP ölçümü için, Etymotic® marka ER-3A insert kulaklıklar ve test edilecek bireylerin kulak kanalı çapına uygun 2 adet Etymotic® marka kanal içi sünger prob ucu kullanıldı. Kemik yolu cVEMP ölçümünde ise, RadioEar® marka B71 kemik vibratör kullanıldı. Kemik vibratör test edilen kulağın mastoid kemiği üzerine yerleştirildi.

VEMP testleri esnasında uyaran olarak rarefaksiyon polariteli 500 Hz tone-burst uyaran kullanıldı. Uyarılar saniyede 5.1 sıklığında verildi. Her bir trase için 200 uyarının ortalaması alındı. Dalganın tekrar edilebilirliğini göstermek için uygulanan her şiddette iki trase alındı. 10 Hz ve 1000 Hz arasında band-geçirgen filtre uygulandı, 100 ms'lik pencereler kayıt edildi. Hem hava hem de kemik yolu cVEMP ölçümlerinde aynı uyaran ve kayıt parametreleri kullanılarak doğrudan karşılaştırma yapıldı.

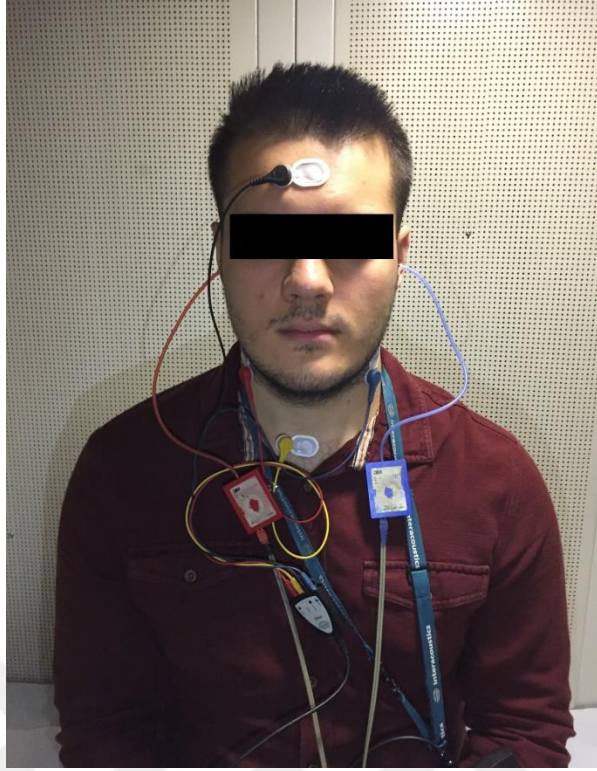
Hava yolu cVEMP ölçümüne 95 dB nHL' den başlandı. Yanıt alındıkça 5'er dB nHL düşüldü. Yanıt alınamayınca kadar ölçüme devam edilerek bireyin hava yolu cVEMP eşiği tespit edildi. Ölçüm yapılan her şiddette olmak üzere; P1 ve N1 latansı (ms), P1-N1 interpeak latansı (ms), P1-N1 interpeak amplitüdü ( $\mu$ V) ve VEMP asimetri oranı tespit edildi.

Kemik yolu cVEMP ölçümleri, oklüzyon etkisini araştırmak için dört farklı durumda yapıldı. Oklüzyon etkisi oluşturmak için test esnasında kulak/kulaklar tıkanı. İstenen kulağı tıkarken kulak kanalı çapına uygun Etymotic® marka kanal içi sünger prob ucu kullanıldı. Ölçümler kemik vibratör ile uyaran verilen, bir başka deyişle test edilen kulağa göre isimlendirildi. Buna göre ölçümler uygulanış sırasıyla; bilateral kulaklar sünger prob ucu ile tıkalı, sadece kontralateral kulak sünger prob ucu tıkalı, sadece ipsilateral kulak sünger prob ucu tıkalı ve son olarak bilateral kulaklar açık olacak şekilde yapıldı. Ölçümlere RadioEar B71 kemik vibratörün 500 Hz Tone Burst uyaranda en yüksek çıkış şiddeti olan 50 dB nHL' den başlandı. Yanıt alındıkça 5'er dB nHL düşüldü. Her bir durum için; yanıt alınamayınca kadar ölçüme devam edilerek bireyin kemik yolu cVEMP eşiği tespit edildi. Ölçüm yapılan

her şiddette olmak üzere; P1 ve N1 latansı (ms), P1-N1 interpeak latansı (ms), P1-N1 interpeak amplitüdü ( $\mu\text{V}$ ) ve VEMP asimetri oranı tespit edildi.

**Tablo 5.3.1. Yapılan ölçüm protokolleri**

<b>cVEMP Ölçümleri</b>
Hava yolu cVEMP ölçümü (Resim 5.3.1)
Bilateral kulaklar sünger prob ucu ile tıkalı durumdayken kemik yolu cVEMP (Durum 1) (Resim 5.3.2)
Kontralateral kulak sünger prob ucu tıkalı durumdayken kemik yolu cVEMP ölçümü (Durum 2) (Resim 5.3.3)
İpsilateral kulak sünger prob ucu tıkalı durumdayken kemik yolu cVEMP ölçümü (Durum 3) (Resim 5.3.4)
Bilateral kulaklar açık durumdayken kemik yolu cVEMP ölçümü (Durum 4) (Resim 5.3.5)



**Resim 5.3.1.** Hava yolu cVEMP ölçümü



**Resim 5.3.2.** Bilateral kulaklar sünger prob ucu ile tıkalı durumdayken kemik yolu cVEMP ölçümü (Kemik vibratör sağ mastoid kemikte iken)





**Resim 5.3.3.** Kontralateral kulak sünger prob ucu tıkalı durumdayken kemik yolu cVEMP ölçümü (Kemik vibratör sağ mastoid kemikte iken)



**Resim 5.3.4.** İpsilateral kulak sünger prob ucu tıkalı durumdayken kemik yolu cVEMP ölçümü (Kemik vibratör sağ mastoid kemikte iken)



**Resim 5.3.5.** Bilateral kulaklar açık durumdayken kemik yolu cVEMP ölçümü (Kemik vibratör sağ mastoid kemikte iken)

#### 5.4. İstatistiksel Analiz

Çalışmadaki verilerin istatistiksel analizleri, SPSS versiyon 20 paket programı (Statistical Package for Social Sciences v.20, IBM<sup>®</sup>, Chicago, IL, USA) kullanılarak yapıldı. Tanımlayıcı istatistikler, ortalama ve standart sapma ( $ort \pm ss$ ) olarak belirtildi. Çalışmada kullanılan tüm ölçüm parametrelerinin normallik analizi Shapiro-Wilk testi ile yapıldı. Bu teste göre verilerin normal dağılım göstermediği anlaşıldığından, istatistiksel analiz için parametrik olmayan testler kullanıldı. Hava yolu ve kemik yolu cVEMP ölçüm değerlerinin cinsiyet ve kulak tarafına göre karşılaştırmaları Mann-Whitney U testi ile analiz edildi. Kemik yolu cVEMP ölçümlerinde oklüzyon etkisinin araştırılması amacıyla yapılan dört farklı durum için yapılan karşılaştırmalarda Kruskal-Wallis varyans analizi kullanıldı. Hava yolu ve kemik yolu cVEMP ölçüm parametrelerinin birbirleri ile olan karşılaştırmalarında ise Wilcoxon Signed Ranks testi uygulandı. Anlamlılık ölçütü olarak tüm analizlerde  $p < 0,05$  değeri esas alındı.

## 6. BULGULAR

Bu çalışmada yaşları 20-30 arasında değişen, 11' i kadın (%55), 9' u erkek (%45) olmak üzere toplam 20 gönüllü birey değerlendirilmiştir. Gönüllü bireylerin yaş ortalaması 23,65 ve standart sapması 2,084' dür. Çalışmaya katılan bireylerin her iki kulağı değerlendirilmiş olup çalışmaya toplam 40 kulak dâhil edilmiştir.

### 6.1. Hava Yolu cVEMP Bulguları

Çalışmada hava yolu cVEMP uygulamasında; hava yolu cVEMP eşikleri belirlendi. Test edilen her şiddet için; P1-N1 latansları, P1-N1 interpeak latansları, P1-N1 interpeak amplitüd değerleri ve asimetri oranları hesaplandı. Tüm değerler cinsiyete ve kulak tarafına göre karşılaştırıldı.

Hava yolu cVEMP eşiklerinde cinsiyete ve kulak tarafına göre yapılan karşılaştırmada istatistiksel farklılık gözlenmedi ve sonuçlar Tablo 6.1.1' de gösterildi. Hava yolu cVEMP eşiği için normatif veri 81,63 dB nHL olarak bulundu (Tablo 6.1.2 ).

**Tablo 6.1.1. Cinsiyete ve kulak tarafına göre hava yolu cVEMP eşikleri karşılaştırılması**

	Değişken	N	AO	SS	P
<b>Hava Yolu cVEMP Eşiği</b>	Kadın	22	81,364	7,7432	0,792
	Erkek	18	81,944	7,0999	
<b>Hava Yolu cVEMP Eşiği</b>	Sağ	20	80,750	7,4824	0,507
	Sol	20	82,500	7,3449	

**Tablo 6.1.2. Hava Yolu cVEMP eşğine ait normatif veri**

	N	AO	SS	Min.	Maks.
Hava Yolu cVEMP Eşği	40	81,63	7,37	65	95

Yapılan değerlendirmeler sonucunda hava yolu cVEMP testinde 75 dB nHL şiddetinde cinsiyete göre P1 latansında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edilirken ( $p < 0,05$ ), uygulanan diğer tüm şiddetlerde cinsiyete göre P1-N1 latanslarında, interpeak latanslarında, amplitüd değerlerinde ve asimetri oranlarında istatistiksel bir anlamlı fark saptanmadı ( $p > 0,05$ ). Kadınlar ve erkekler için P1-N1 latanslarının, interpeak latanslarının, amplitüd değerlerinin ve asimetri oranlarının ortalamaları (ort), standart sapmaları (ss) ve p değerleri Tablo 6.1.3 'de gösterildi.

**Tablo 6.1.3. Hava Yolu cVEMP ölçüm parametrelerinin cinsiyete göre karşılaştırılması**

Parametre	Cinsiyet	Uyaran Şiddeti ve P Değerleri								
		N	95 dB nHL	p değeri	N	90 dB nHL	p değeri	N	85 dB nHL	p değeri
P1 Latansı (ms) (ort±ss)	Kadın	22	15,090 ±0,6673	0,449	21	15,650 ±0,6868	0,486	17	15,607 ±0,7194	0,751
	Erkek	18	15,278 ±0,8800		18	15,500 ±0,8721		13	15,667 ±1,2635	
N1 Latansı (ms) (ort±ss)	Kadın	22	24,181 ±1,2473	0,848	21	24,698 ±1,1729	0,379	17	24,529 ±0,7459	0,768
	Erkek	18	24,054 ±1,5694		18	24,278 ±1,2224		13	24,383 ±1,1373	
Interpeak Latansı (ms) (ort±ss)	Kadın	22	9,090 ±1,0345	0,293	21	9,048 ±1,3421	0,591	17	8,922 ±0,8708	0,354
	Erkek	18	8,778 ±1,2155		18	8,778 ±1,1767		13	8,744 ±1,1323	
P1N1 Amplitüd (µV) (ort±ss)	Kadın	22	153,088 ±84,3022	0,957	21	124,569 ±78,1172	0,517	17	91,756 ±63,771	0,983
	Erkek	18	145,635 ±63,9697		18	105,229 ±62,6466		13	78,716 ±42,394	
Vemp Asimetri Oranı (ort±ss)	Kadın	11	0,196 ±0,1953	0,469	10	0,064 ±0,0386	0,412	7	0,160 ±0,1102	0,886
	Erkek	9	0,123 ±0,0791		9	0,131 ±0,1198		6	0,190 ±0,1534	

**Tablo 6.1.3 (Devamı). Hava Yolu cVEMP ölçüm parametrelerinin cinsiyete göre karşılaştırılması**

Parametre	Cinsiyet	Uyaran Şiddeti ve P Değerleri					
		N	80 dB nHL	p değeri	N	75 dB nHL	p değeri
P1 Latansı (ms) (ort±ss)	Kadın	12	15,723 ±1,0320	0,119	5	16,334 ±0,9092	0,049*
	Erkek	8	14,918 ±0,9383		6	15,110 ±0,8076	
N1 Latansı (ms) (ort±ss)	Kadın	12	24,638 ±0,6743	0,128	5	24,600 ±0,7242	0,270
	Erkek	8	23,793 ±1,4157		6	23,612 ±1,2884	
Interpeak Latansı (ms) (ort±ss)	Kadın	12	8,918 ±0,9657	0,785	5	8,264 ±0,8287	0,925
	Erkek	8	8,876 ±1,2352		6	8,498 ±1,0485	
P1N1 Amplitüd (µV) (ort±ss)	Kadın	12	68,238 ±48,1943	0,817	5	55,656 ±33,1277	0,273
	Erkek	8	62,664 ±36,9785		6	42,707 ±18,9606	
Vemp Asimetri Oran (ort±ss)	Kadın	5	0,210 ±0,1253	0,806	2	0,370 ±0,1697	0,439
	Erkek	4	0,200 ±0,1359		2	0,250 ±0,1131	

\*p<0,05

Kulak tarafına göre yapılan karşılaştırmada ise 90 dB nHL şiddetinde N1 latansında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edilirken (p<0,05), uygulanan diğer tüm şiddetlerde kulak tarafına göre P1-N1 latanslarında, interpeak latanslarında ve amplitüd değerlerinde istatistiksel anlamlı fark saptanmadı (p>0,05). Sağ ve sol kulaklar için P1-N1 latanslarının, interpeak latanslarının ve amplitüd değerlerinin ortalamaları (ort), standart sapmaları (ss) ve p değerleri Tablo 6.1.4 'de gösterildi.

**Tablo 6.1.4. Hava Yolu cVEMP ölçüm parametrelerinin kulak tarafına göre karşılaştırılması**

Parametre	Kulak Tarafı	Uyaran Şiddeti ve P Değerleri								
		N	95 dB nHL	p değeri	N	90 dB nHL	p değeri	N	85 dB nHL	p değeri
P1 Latansı (ms) (ort±ss)	Sağ	20	15,150 ±0,7903	0,891	20	15,616 ±0,7964	0,691	16	15,583 ±0,882	0,785
	Sol	20	15,201 ±0,7599		19	15,544 ±0,7630		14	15,690 ±1,099	
N1 Latansı (ms) (ort±ss)	Sağ	20	24,166 ±1,3408	0,849	20	24,199 ±1,2444	0,043*	16	24,208 ±0,797	0,167
	Sol	20	24,082 ±1,4595		19	24,825 ±1,0900		14	24,761 ±0,990	
Interpeak Latansı (ms) (ort±ss)	Sağ	20	9,016 ±1,1516	0,714	20	8,584 ±1,4095	0,080	16	8,625 ±0,825	0,233
	Sol	20	8,884 ±1,1046		19	9,281 ±0,9940		14	9,096 ±1,106	
P1N1 Amplitüd (µV) (ort±ss)	Sağ	20	161,631 ±79,6109	0,317	20	124,289 ±77,3359	0,482	16	93,009 ±64,53	0,589
	Sol	20	137,838 ±70,0673		19	106,541 ±64,8433		14	78,216 ±42,79	

**Tablo 6.1.4 (Devamı). Hava Yolu cVEMP ölçüm parametrelerinin kulak tarafına göre karşılaştırılması**

Parametre	Kulak Tarafı	Uyaran Şiddeti ve P Değerleri					
		N	80 dB nHL	p değeri	N	75 dB nHL	p değeri
P1 Latansı (ms) (ort±ss)	Sağ	10	15,301 ±0,8942	0,849	7	15,476 ±1,1194	0,496
	Sol	10	15,500 ±1,2291		4	16,000 ±0,9010	
N1 Latansı (ms) (ort±ss)	Sağ	10	23,899 ±1,1879	0,236	7	23,714 ±1,1434	0,154
	Sol	10	24,701 ±0,8530		4	24,668 ±0,9840	
Interpeak Latansı (ms) (ort±ss)	Sağ	10	8,600 ±0,8145	0,237	7	8,236 ±1,0658	0,332
	Sol	10	9,202 ±1,2094		4	8,665 ±0,6080	
P1N1 Amplitüd (µV) (ort±ss)	Sağ	10	76,268 ±57,9782	0,940	7	54,360 ±30,9149	0,850
	Sol	10	55,748 ±17,9876		4	38,500 ±9,4857	

Yapılan değerlendirmeler sonucunda hava yolu cVEMP ölçümlerinde uygulanan bütün şiddetlerde ve tüm parametrelerde cinsiyet ve kulak tarafına göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı. Bundan dolayı bireylerin tüm verileri cinsiyet ve kulak tarafı gözetmeksizin değerlendirilerek, hava yolu cVEMP ölçümlerinin tanımlayıcı istatistiksel verileri oluşturuldu ve Tablo 6.1.5. de gösterildi.

**Tablo 6.1.5. Hava Yolu cVEMP ölçümlerinin tanımlayıcı istatistiksel verileri**

PARAMETRE	Veri Sayısı ve Hava Yolu Uyarın Şiddeti					
	N	95 dB nHL	N	90 dB nHL	N	85 dB nHL
<b>P1 Latansı (ms)</b> (ort±ss)	40	15,17±0,77	39	15,58±0,77	30	15,63±0,97
<b>N1 Latansı (ms)</b> (ort±ss)	40	24,12±1,38	39	24,50±1,20	30	24,47±0,92
<b>Interpeak Latansı (ms)</b> (ort±ss)	40	8,95±1,12	39	8,92±1,26	30	8,84±0,98
<b>P1N1 Amplitüd (µV)</b> (ort±ss)	40	149,73±75,00	39	115,64±71,15	30	86,10±55,05
<b>Vemp Asimetri Oranı</b> (ort±ss)	20	0,16±0,16	19	0,10±0,09	13	0,17±0,13

**Tablo 6.1.5 (Devamı). Hava Yolu cVEMP ölçümlerinin tanımlayıcı istatistiksel verileri**

PARAMETRE	Veri Sayısı ve Hava Yolu Uyarın Şiddeti			
	N	80 dB nHL	N	75 dB nHL
<b>P1 Latansı (ms)</b> (ort±ss)	20	15,40±1,05	11	15,67±1,03
<b>N1 Latansı (ms)</b> (ort±ss)	20	24,30±1,09	11	24,06±1,14
<b>Interpeak Latansı (ms)</b> (ort±ss)	20	8,90±1,05	11	8,39±0,92
<b>P1N1 Amplitüd</b> (µV) (ort±ss)	20	66,00±43,08	11	48,59±25,78
<b>Vemp Asimetri Oranı</b> (ort±ss)	9	0,20±0,12	4	0,31±0,14

## 6.2. Kemik Yolu cVEMP Bulguları

Çalışmada kemik yolu cVEMP ölçümlerinde, uygulanan dört farklı tıkama durumunun tümünde kemik yolu cVEMP eşikleri belirlendi. Test edilen her tıkama durumunun her şiddeti için; P1-N1 latansları, interpeak latansları, amplitüd değerleri ölçüldü ve asimetri oranları hesaplandı. Tüm değerler cinsiyete ve kulak tarafına göre karşılaştırıldı.

Dört farklı durumda yapılan kemik yolu cVEMP ölçümleri sonucunda elde edilen eşikler, cinsiyet ve kulak tarafına göre karşılaştırıldığında istatistiksel bir farklılık bulunmadı ve sonuçlar Tablo 6.2.1 ve Tablo 6.2.2' de gösterildi.



**Tablo 6.2.1. Dört farklı durumda uygulanan kemik yolu cVEMP eşiklerinin cinsiyete göre karşılaştırılması**

Durum	Cinsiyet	N	AO	SS	P
Durum 1	Kadın	22	42,9545	4,54058	0,708
	Erkek	18	43,6111	4,79140	
Durum 2	Kadın	22	42,0455	4,54058	0,638
	Erkek	18	42,7778	5,20809	
Durum 3	Kadın	22	41,8182	5,01081	0,520
	Erkek	18	42,5000	5,49063	
Durum 4	Kadın	22	42,9545	5,03774	0,562
	Erkek	18	43,8889	5,57187	

Durum 1: Bilateral kulaklar tıkalı, Durum 2: Kontralateral kulak tıkalı, Durum 3: İpsilateral kulak tıkalı, Durum 4: Bilateral kulaklar açık

**Tablo 6.2.2. Dört farklı durumda uygulanan kemik yolu cVEMP eşiklerinin kulak tarafına göre karşılaştırılması**

Durum	Kulak Tarafı	N	AO	SS	P
Durum 1	Sağ	20	42,2500	4,43521	0,169
	Sol	20	44,2500	4,66651	
Durum 2	Sağ	20	41,7500	4,37547	0,443
	Sol	20	43,0000	5,23148	
Durum 3	Sağ	20	42,2500	5,25031	0,787
	Sol	20	42,0000	5,23148	
Durum 4	Sağ	20	43,2500	4,94043	0,822
	Sol	20	43,5000	5,64288	

Durum 1: Bilateral kulaklar tıkalı, Durum 2: Kontralateral kulak tıkalı, Durum 3: İpsilateral kulak tıkalı, Durum 4: Bilateral kulaklar açık

Bireylerin kemik yolu cVEMP eşikleri, durumlara göre Kruskal Wallis test yöntemi ile karşılaştırıldı ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi (Tablo 6.2.3). Kemik yolu cVEMP eşiği için normatif veri 42,78 dB nHL olarak bulundu (Tablo 6.2.4).

**Tablo 6.2.3. Durumlara göre kemik yolu cVEMP eşiklerinin karşılaştırılması**

Durum	N	AO	SS	X <sup>2</sup>	P
Durum 1	40	43,2500	4,60629		
Durum 2	40	42,3750	4,80218		
Durum 3	40	42,1250	5,17483	1,691	0,639
Durum 4	40	43,3750	5,23640		

Durum 1: Bilateral kulaklar tıkalı, Durum 2: Kontralateral kulak tıkalı, Durum 3: İpsilateral kulak tıkalı, Durum 4: Bilateral kulaklar açık

**Tablo 6.2.4. Kemik Yolu cVEMP eşğine ait normatif veri**

	N	AO	SS	Min.	Maks.
<b>Kemik Yolu cVEMP Eşği</b>	160	42,7812	4,94456	30	50

Yapılan değerlendirmeler sonucunda kemik yolu cVEMP testinde uygulanan dört durumun tümünde ve uygulanan bütün şiddetlerde cinsiyete göre P1-N1 latanslarında, interpeak latanslarında, amplitüd değerlerinde ve asimetri oranlarında istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ( $p>0,05$ ). Kadınlar ve erkekler için P1-N1 latanslarının, interpeak latanslarının, amplitüd değerlerinin ve asimetri oranlarının ortalamaları (ort), standart sapmaları (ss) ve p değerleri Tablo 6.2.5, Tablo 6.2.6 ve Tablo 6.2.7 'de gösterildi.

**Tablo 6.2.5. 50 dB nHL’ de dört farklı durumda uygulanan kemik yolu cVEMP ölçümlerinin cinsiyete göre karşılaştırılması**

Durum	Cinsiyet	N	AO	SS	P	
Durum 1	P1 Latansı (ms)	Kadın	22	14,229	0,6613	0,472
		Erkek	18	14,482	0,9972	
	N1 Latansı (ms)	Kadın	22	22,971	1,1590	0,702
		Erkek	18	23,019	1,5146	
	Interpeak latansı (ms)	Kadın	22	9,016	2,0776	0,319
		Erkek	18	8,537	1,6136	
	P1N1 Amplitüd (µV)	Kadın	22	109,025	50,1320	0,355
		Erkek	18	97,743	61,1088	
VEMP Asimetri Oranı	Kadın	11	0,135	0,0915	0,703	
	Erkek	9	0,141	0,1418		
Durum 2	P1 Latansı (ms)	Kadın	22	14,182	0,6315	0,148
		Erkek	18	14,779	1,3480	
	N1 Latansı (ms)	Kadın	22	22,894	1,2948	0,353
		Erkek	18	23,629	1,7634	
	Interpeak latansı (ms)	Kadın	22	8,712	1,2939	0,978
		Erkek	18	8,851	1,7423	
	P1N1 Amplitüd (µV)	Kadın	22	111,235	54,2824	0,550
		Erkek	18	103,209	60,7455	
VEMP Asimetri Oranı	Kadın	11	0,168	0,1333	0,761	
	Erkek	9	0,159	0,1348		
Durum 3	P1 Latansı (ms)	Kadın	22	14,274	0,6941	0,845
		Erkek	18	14,464	1,0550	
	N1 Latansı (ms)	Kadın	22	23,500	1,3338	0,556
		Erkek	18	23,892	1,7341	
	Interpeak latansı (ms)	Kadın	22	9,228	1,2189	0,785
		Erkek	18	9,426	1,6795	
	P1N1 Amplitüd (µV)	Kadın	22	117,454	51,4982	0,447
		Erkek	18	102,233	48,0318	
VEMP Asimetri Oranı	Kadın	11	0,171	0,1334	0,116	
	Erkek	9	0,076	0,0895		
Durum 4	P1 Latansı (ms)	Kadın	22	14,229	0,4413	0,174
		Erkek	18	14,556	0,8157	
	N1 Latansı (ms)	Kadın	22	23,500	1,3211	0,614
		Erkek	18	23,924	1,8355	
	Interpeak latansı (ms)	Kadın	22	9,272	1,2918	0,902
		Erkek	18	9,371	1,5801	
	P1N1 Amplitüd (µV)	Kadın	22	112,511	59,8228	0,703
		Erkek	18	102,825	53,2289	
VEMP Asimetri Oranı	Kadın	11	0,165	0,1041	1,000	
	Erkek	9	0,158	0,1095		

Durum 1: Bilateral kulaklar tıkalı, Durum 2: Kontralateral kulak tıkalı, Durum 3: İpsilateral kulak tıkalı, Durum 4: Bilateral kulaklar açık

**Tablo 6.2.6. 45 dB nHL' de dört farklı durumda uygulanan kemik yolu cVEMP ölçümlerinin cinsiyete göre karşılaştırılması**

Durum	Cinsiyet	N	AO	SS	P	
Durum 1	P1 Latansı (ms)	Kadın	18	14,482	0,5952	0,384
		Erkek	13	15,000	1,3818	
	N1 Latansı (ms)	Kadın	18	23,389	1,0918	0,952
		Erkek	13	23,412	1,6441	
	Interpeak latansı (ms)	Kadın	18	8,908	0,9067	0,131
		Erkek	13	8,410	1,3489	
	P1N1 Amplitüd (µV)	Kadın	18	74,053	35,6533	0,631
		Erkek	13	90,235	54,3671	
VEMP Asimetri Oranı	Kadın	8	0,101	0,0790	0,560	
	Erkek	6	0,182	0,1831		
Durum 2	P1 Latansı (ms)	Kadın	19	14,456	0,7378	0,191
		Erkek	14	14,858	1,0105	
	N1 Latansı (ms)	Kadın	19	23,457	1,1771	0,280
		Erkek	14	23,048	1,5419	
	Interpeak latansı (ms)	Kadın	19	9,000	1,2167	0,064
		Erkek	14	8,190	1,3696	
	P1N1 Amplitüd (µV)	Kadın	19	73,279	34,1342	0,855
		Erkek	14	80,135	52,7030	
VEMP Asimetri Oranı	Kadın	9	0,148	0,1208	0,768	
	Erkek	6	0,147	0,0686		
Durum 3	P1 Latansı (ms)	Kadın	19	14,545	0,8550	0,725
		Erkek	16	14,854	1,2165	
	N1 Latansı (ms)	Kadın	19	23,579	1,2369	0,505
		Erkek	16	23,396	1,6386	
	Interpeak latansı (ms)	Kadın	19	9,034	1,3823	0,252
		Erkek	16	8,541	1,7463	
	P1N1 Amplitüd (µV)	Kadın	19	78,017	38,6116	0,275
		Erkek	16	65,566	42,2914	
VEMP Asimetri Oranı	Kadın	9	0,191	0,1440	0,264	
	Erkek	7	0,120	0,0856		
Durum 4	P1 Latansı (ms)	Kadın	18	14,482	0,6597	0,932
		Erkek	12	14,723	1,2538	
	N1 Latansı (ms)	Kadın	18	23,946	1,4921	0,210
		Erkek	12	23,194	1,4872	
	Interpeak latansı (ms)	Kadın	18	9,462	1,4193	0,071
		Erkek	12	8,470	1,2749	
	P1N1 Amplitüd (µV)	Kadın	18	82,231	54,3637	0,832
		Erkek	12	79,353	39,3197	
VEMP Asimetri Oranı	Kadın	8	0,138	0,0891	0,825	
	Erkek	5	0,196	0,1595		

Durum 1: Bilateral kulaklar tıkalı, Durum 2: Kontralateral kulak tıkalı, Durum 3: İpsilateral kulak tıkalı, Durum 4: Bilateral kulaklar açık

**Tablo 6.2.7. 40 dB nHL' de dört farklı durumda uygulanan kemik yolu cVEMP ölçümlerinin cinsiyete göre karşılaştırılması**

Durum	Cinsiyet	N	AO	SS	P	
Durum 1	P1 Latansı (ms)	Kadın	13	14,591	0,6398	0,892
		Erkek	9	14,629	0,8226	
	N1 Latansı (ms)	Kadın	13	23,589	1,0907	0,480
		Erkek	9	23,223	1,5817	
	Interpeak latansı (ms)	Kadın	13	9,002	1,1471	0,422
		Erkek	9	8,591	1,5600	
	P1N1 Amplitüd (µV)	Kadın	13	53,990	17,5233	0,664
		Erkek	9	52,730	23,6196	
VEMP Asimetri Oranı	Kadın	5	0,122	0,0228	1,000	
	Erkek	4	0,218	0,2076		
Durum 2	P1 Latansı (ms)	Kadın	13	14,846	1,1671	0,892
		Erkek	9	15,077	1,4599	
	N1 Latansı (ms)	Kadın	13	23,255	1,3695	0,265
		Erkek	9	22,629	1,8674	
	Interpeak latansı (ms)	Kadın	13	8,410	1,4977	0,100
		Erkek	9	7,553	1,6498	
	P1N1 Amplitüd (µV)	Kadın	13	48,105	20,8438	0,570
		Erkek	9	63,103	38,5857	
VEMP Asimetri Oranı	Kadın	4	0,218	0,0189	0,245	
	Erkek	4	0,215	0,1392		
Durum 3	P1 Latansı (ms)	Kadın	12	15,001	1,0341	0,071
		Erkek	6	14,167	0,3490	
	N1 Latansı (ms)	Kadın	12	24,000	1,8962	0,203
		Erkek	6	22,833	1,4867	
	Interpeak latansı (ms)	Kadın	12	9,000	1,4279	0,814
		Erkek	6	8,668	1,4620	
	P1N1 Amplitüd (µV)	Kadın	12	53,112	25,2997	0,111
		Erkek	6	81,298	38,2167	
VEMP Asimetri Oranı	Kadın	5	0,250	0,1471	0,699	
	Erkek	2	0,275	0,1061		
Durum 4	P1 Latansı (ms)	Kadın	10	14,367	0,4294	0,208
		Erkek	7	15,524	1,8727	
	N1 Latansı (ms)	Kadın	10	23,334	1,6619	0,377
		Erkek	7	24,001	1,3883	
	Interpeak latansı (ms)	Kadın	10	8,967	1,6053	0,434
		Erkek	7	8,476	1,5855	
	P1N1 Amplitüd (µV)	Kadın	10	60,791	47,3913	0,242
		Erkek	7	69,454	30,2925	
VEMP Asimetri Oranı	Kadın	4	0,238	0,1528	0,289	
	Erkek	3	0,187	0,1677		

Durum 1: Bilateral kulaklar tıkalı, Durum 2: Kontralateral kulak tıkalı, Durum 3: İpsilateral kulak tıkalı, Durum 4: Bilateral kulaklar açık

Kulak tarafına göre yapılan karşılaştırmada ise; 50 dB nHL şiddetinde uyarı verilen kemik yolu cVEMP ölçümünde Durum 3' de N1 latansında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ( $p<0,05$ ) (Tablo 6.2.8). 45 dB nHL şiddetinde uyarı verilen kemik yolu cVEMP ölçümünde ise Durum 4' de N1 latansında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ( $p<0,05$ ) (Tablo 6.2.9). 40 dB nHL şiddetinde uyarı verilen kemik yolu cVEMP ölçümünde ise Durum 3' de interpeak latansında ve Durum 4' de ise hem N1 latansında hem de interpeak latansında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ( $p<0,05$ ) (Tablo 6.2.10). Sağ ve sol kulaklar için P1-N1 latanslarının, interpeak latanslarının ve amplitüd değerlerinin ortalamaları (ort), standart sapmaları (ss) ve p değerleri Tablo 6.2.8, Tablo 6.2.9 ve Tablo 6.2.10 'da gösterildi.

**Tablo 6.2.8. 50 dB nHL' de dört farklı durumda uygulanan kemik yolu cVEMP ölçümlerinin kulak tarafına göre karşılaştırılması**

Durum	Kulak Tarafı	N	AO	SS	P	
Durum 1	P1 Latansı (ms)	Sağ	20	14,267	0,6532	0,649
		Sol	20	14,418	0,9838	
	N1 Latansı (ms)	Sağ	20	22,668	1,2666	0,131
		Sol	20	23,318	1,3083	
	Interpeak latansı (ms)	Sağ	20	8,699	2,2566	0,328
		Sol	20	8,901	1,4515	
P1N1 Amplitüd (µV)	Sağ	20	107,030	60,4077	0,766	
	Sol	20	100,867	50,1618		
Durum 2	P1 Latansı (ms)	Sağ	20	14,550	1,1714	0,661
		Sol	20	14,351	0,9269	
	N1 Latansı (ms)	Sağ	20	23,083	1,6330	0,745
		Sol	20	23,367	1,4860	
	Interpeak latansı (ms)	Sağ	20	8,533	1,3355	0,370
		Sol	20	9,016	1,6341	
P1N1 Amplitüd (µV)	Sağ	20	116,642	64,2158	0,330	
	Sol	20	98,606	47,9275		
Durum 3	P1 Latansı (ms)	Sağ	20	14,183	0,7893	0,119
		Sol	20	14,536	0,9266	
	N1 Latansı (ms)	Sağ	20	23,134	1,5162	0,012*
		Sol	20	24,219	1,3484	
	Interpeak latansı (ms)	Sağ	20	8,951	1,4068	0,103
		Sol	20	9,684	1,3872	
P1N1 Amplitüd (µV)	Sağ	20	110,834	49,9599	0,946	
	Sol	20	110,375	51,1864		
Durum 4	P1 Latansı (ms)	Sağ	20	14,218	0,4090	0,185
		Sol	20	14,535	0,8039	
	N1 Latansı (ms)	Sağ	20	23,266	1,5880	0,087
		Sol	20	24,116	1,4613	
	Interpeak latansı (ms)	Sağ	20	9,051	1,4648	0,197
		Sol	20	9,583	1,3375	
P1N1 Amplitüd (µV)	Sağ	20	109,053	52,8856	0,685	
	Sol	20	107,252	61,1624		

Durum 1: Bilateral kulaklar tıkalı, Durum 2: Kontralateral kulak tıkalı, Durum 3: İpsilateral kulak tıkalı, Durum 4: Bilateral kulaklar açık, \*p<0,05

**Tablo 6.2.9. 45 dB nHL' de dört farklı durumda uygulanan kemik yolu cVEMP ölçümlerinin kulak tarafına göre karşılaştırılması**

Durum	Kulak Tarafı	N	AO	SS	P	
Durum 1	P1 Latansı (ms)	Sağ	17	14,549	0,7441	0,388
		Sol	14	14,881	1,2786	
	N1 Latansı (ms)	Sağ	17	22,941	1,0615	0,058
		Sol	14	23,954	1,4360	
	Interpeak latansı (ms)	Sağ	17	8,393	1,0561	0,076
		Sol	14	9,071	1,1201	
P1N1 Amplitüd (µV)	Sağ	17	79,176	49,7751	0,525	
	Sol	14	82,859	38,5411		
Durum 2	P1 Latansı (ms)	Sağ	18	14,500	0,6187	0,648
		Sol	15	14,779	1,1094	
	N1 Latansı (ms)	Sağ	18	22,944	1,3054	0,091
		Sol	15	23,690	1,3004	
	Interpeak latansı (ms)	Sağ	18	8,444	1,3773	0,276
		Sol	15	8,911	1,2616	
P1N1 Amplitüd (µV)	Sağ	18	76,491	47,9997	0,745	
	Sol	15	75,824	36,1438		
Durum 3	P1 Latansı (ms)	Sağ	18	14,481	1,0047	0,091
		Sol	17	14,904	1,0449	
	N1 Latansı (ms)	Sağ	18	23,037	0,9345	0,065
		Sol	17	23,982	1,6854	
	Interpeak latansı (ms)	Sağ	18	8,554	1,3957	0,275
		Sol	17	9,078	1,7091	
P1N1 Amplitüd (µV)	Sağ	18	69,668	37,8997	0,717	
	Sol	17	75,138	43,5391		
Durum 4	P1 Latansı (ms)	Sağ	16	14,438	0,8496	0,344
		Sol	14	14,739	1,0231	
	N1 Latansı (ms)	Sağ	16	23,084	1,5279	0,033*
		Sol	14	24,287	1,2532	
	Interpeak latansı (ms)	Sağ	16	8,645	1,5182	0,073
		Sol	14	9,546	1,1955	
P1N1 Amplitüd (µV)	Sağ	16	75,673	40,9624	0,430	
	Sol	14	87,259	56,2530		

Durum 1: Bilateral kulaklar tıkalı, Durum 2: Kontralateral kulak tıkalı, Durum 3: İpsilateral kulak tıkalı, Durum 4: Bilateral kulaklar açık, \*p<0,05



**Tablo 6.2.10. 40 dB nHL' de dört farklı durumda uygulanan kemik yolu cVEMP ölçümlerinin kulak tarafına göre karşılaştırılması**

Durum	Kulak Tarafı	N	AO	SS	P	
Durum 1	P1 Latansı (ms)	Sağ	13	14,590	0,6949	0,664
		Sol	9	14,630	0,7525	
	N1 Latansı (ms)	Sağ	13	23,255	1,2329	0,351
		Sol	9	23,706	1,4001	
	Interpeak latansı (ms)	Sağ	13	8,667	1,4212	0,529
		Sol	9	9,074	1,1743	
P1N1 Amplitüd (µV)	Sağ	13	50,579	22,2482	0,429	
	Sol	9	57,657	15,6131		
Durum 2	P1 Latansı (ms)	Sağ	12	14,696	0,8703	0,664
		Sol	10	15,234	1,6250	
	N1 Latansı (ms)	Sağ	12	22,582	1,3788	0,351
		Sol	10	23,500	1,7313	
	Interpeak latansı (ms)	Sağ	12	7,888	1,5004	0,529
		Sol	10	8,265	1,7340	
P1N1 Amplitüd (µV)	Sağ	12	51,049	32,6132	0,429	
	Sol	10	58,070	26,5667		
Durum 3	P1 Latansı (ms)	Sağ	8	14,751	0,8493	0,719
		Sol	10	14,700	1,0590	
	N1 Latansı (ms)	Sağ	8	23,085	1,8920	0,227
		Sol	10	24,032	1,7322	
	Interpeak latansı (ms)	Sağ	8	8,334	1,6333	0,049*
		Sol	10	9,334	1,0768	
P1N1 Amplitüd (µV)	Sağ	8	66,494	39,0665	1,000	
	Sol	10	59,319	27,0987		
Durum 4	P1 Latansı (ms)	Sağ	8	14,709	1,3963	0,321
		Sol	9	14,963	1,3367	
	N1 Latansı (ms)	Sağ	8	22,709	1,6453	0,047*
		Sol	9	24,409	0,9398	
	Interpeak latansı (ms)	Sağ	8	8,000	1,7541	0,043*
		Sol	9	9,444	1,0545	
P1N1 Amplitüd (µV)	Sağ	8	58,795	36,2954	0,630	
	Sol	9	69,303	45,1928		

Durum 1: Bilateral kulaklar tıkalı, Durum 2: Kontralateral kulak tıkalı, Durum 3: İpsilateral kulak tıkalı, Durum 4: Bilateral kulaklar açık, \*p<0,05

Kemik yolu cVEMP ölçümlerinde, uygulanan bütün şiddetlerden elde edilen P1-N1 latansları, interpeak latansları, amplitüd değerleri ve asimetri oranları, durumlara göre karşılaştırıldığında istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ( $p>0,05$ ) (Tablo 6.2.11, Tablo 6.2.12 ve Tablo 6.2.13).



**Tablo 6.2.11. 50 dB nHL'de uygulanan kemik yolu cVEMP ölçüm parametrelerinin duruma göre karşılaştırılması**

Değişken	Durum	N	AO	SS	X <sup>2</sup>	P
P1 Latansı (ms)	Durum 1	40	14,343	0,8278	0,537	0,911
	Durum 2	40	14,451	1,0475		
	Durum 3	40	14,360	0,8682		
	Durum 4	40	14,376	0,6497		
	Total	160	14,382	0,8528		
N1 Latansı (ms)	Durum 1	40	22,993	1,3130	6,214	0,102
	Durum 2	40	23,225	1,5477		
	Durum 3	40	23,676	1,5191		
	Durum 4	40	23,691	1,5665		
	Total	160	23,396	1,5061		
Interpeak latansı (ms)	Durum 1	40	8,800	1,8755	7,429	0,059
	Durum 2	40	8,775	1,4932		
	Durum 3	40	9,317	1,4281		
	Durum 4	40	9,317	1,4104		
	Total	160	9,052	1,5711		
P1N1 Amplitüd (µV)	Durum 1	40	103,948	54,8940	0,700	0,873
	Durum 2	40	107,624	56,6696		
	Durum 3	40	110,604	49,9248		
	Durum 4	40	108,152	56,4436		
	Total	160	107,582	54,0865		
VEMP Asimetri Oranı	Durum 1	20	0,138	0,1135	1,875	0,599
	Durum 2	20	0,164	0,1304		
	Durum 3	20	0,128	0,1229		
	Durum 4	20	0,162	0,1038		
	Total	80	0,148	0,1168		

Durum 1: Bilateral kulaklar tıkalı, Durum 2: Kontralateral kulak tıkalı, Durum 3: İpsilateral kulak tıkalı, Durum 4: Bilateral kulaklar açık

**Tablo 6.2.12. 45 dB nHL'de uygulanan kemik yolu cVEMP ölçüm parametrelerinin duruma göre karşılaştırılması**

Değişken	Durum	N	AO	SS	$\chi^2$	P
P1 Latansı (ms)	Durum 1	31	14,699	1,0159	0,395	0,941
	Durum 2	33	14,627	0,8727		
	Durum 3	35	14,686	1,0317		
	Durum 4	30	14,579	0,9305		
	Total	129	14,649	0,9558		
N1 Latansı (ms)	Durum 1	31	23,398	1,3255	1,071	0,784
	Durum 2	33	23,283	1,3369		
	Durum 3	35	23,496	1,4153		
	Durum 4	30	23,645	1,5114		
	Total	129	23,453	1,3876		
Interpeak latansı (ms)	Durum 1	31	8,699	1,1207	1,524	0,677
	Durum 2	33	8,656	1,3267		
	Durum 3	35	8,809	1,5553		
	Durum 4	30	9,065	1,4289		
	Total	129	8,803	1,3652		
P1N1 Amplitüd (µV)	Durum 1	31	80,839	44,3680	0,640	0,887
	Durum 2	33	76,188	42,3749		
	Durum 3	35	72,325	40,2239		
	Durum 4	30	81,080	48,1765		
	Total	129	77,395	43,3515		
VEMP Asimetri Oranı	Durum 1	14	0,136	0,1340	1,217	0,749
	Durum 2	15	0,147	0,1001		
	Durum 3	16	0,160	0,1238		
	Durum 4	13	0,160	0,1183		
	Total	58	0,151	0,1168		

Durum 1: Bilateral kulaklar tıkalı, Durum 2: Kontralateral kulak tıkalı, Durum 3: İpsilateral kulak tıkalı, Durum 4: Bilateral kulaklar açık

**Tablo 6.2.13. 40 dB nHL'de uygulanan kemik yolu cVEMP ölçüm parametrelerinin duruma göre karşılaştırılması**

Değişken	Durum	N	AO	SS	X <sup>2</sup>	P
P1 Latansı (ms)	Durum 1	22	14,606	0,7015	0,204	0,977
	Durum 2	22	14,940	1,2664		
	Durum 3	18	14,723	0,9442		
	Durum 4	17	14,844	1,3280		
	Total	79	14,777	1,0666		
N1 Latansı (ms)	Durum 1	22	23,440	1,2910	2,487	0,478
	Durum 2	22	22,999	1,5810		
	Durum 3	18	23,611	1,8157		
	Durum 4	17	23,609	1,5463		
	Total	79	23,392	1,5480		
Interpeak latansı (ms)	Durum 1	22	8,834	1,3121	3,897	0,273
	Durum 2	22	8,060	1,5826		
	Durum 3	18	8,889	1,4049		
	Durum 4	17	8,765	1,5666		
	Total	79	8,616	1,4813		
P1N1 Amplitüd (µV)	Durum 1	22	53,475	19,7078	1,098	0,778
	Durum 2	22	54,240	29,5367		
	Durum 3	18	62,508	32,1038		
	Durum 4	17	64,358	40,3332		
	Total	79	58,088	30,3485		
VEMP Asimetri Oranı	Durum 1	9	,164	0,1377	3,169	0,366
	Durum 2	8	,216	0,0920		
	Durum 3	7	,257	0,1283		
	Durum 4	7	,216	0,1476		
	Total	31	,210	0,1258		

Durum 1: Bilateral kulaklar tıkalı, Durum 2: Kontralateral kulak tıkalı, Durum 3: İpsilateral kulak tıkalı, Durum 4: Bilateral kulaklar açık

Kemik yolu cVEMP ölçümlerinde uygulanan bütün şiddetlerde ve tüm parametrelerde cinsiyet ve kulak tarafına göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı. Ayrıca oklüzyon etkisini araştırmak amaçlı yapılan dört farklı durum arasında da parametreler açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığından bireylerin tüm verileri cinsiyet, kulak tarafı ve uygulanan durum gözetmeksizin değerlendirilerek, kemik yolu cVEMP ölçümlerinin tanımlayıcı istatistiksel verileri oluşturuldu ve Tablo 6.2.14' de gösterildi.

**Tablo 6.2.14. Kemik Yolu cVEMP ölçümlerinin tanımlayıcı istatistiksel verileri**

PARAMETRE	Veri Sayısı ve Kemik Yolu Uyarın Şiddeti					
	N	50 dB nHL	N	45 dB nHL	N	40 dB nHL
<b>P1 Latansı (ms)</b> (ort±ss)	160	14,38±0,85	129	14,65±0,96	79	14,78±1,07
<b>N1 Latansı (ms)</b> (ort±ss)	160	23,40±1,50	129	23,45±1,39	79	23,39±1,55
<b>Interpeak Latansı (ms)</b> (ort±ss)	160	9,05±1,57	129	8,80±1,36	79	8,62±1,48
<b>P1N1 Amplitüd (µV)</b> (ort±ss)	160	107,58±54,08	129	77,40±43,35	79	58,09±30,35
<b>Vemp Asimetri Oranı</b> (ort±ss)	80	0,15±0,12	58	0,15±0,12	31	0,21±0,13

### 6.3. Hava Yolu ve Kemik Yolu cVEMP Bulgularının Karşılaştırılması

Bireylere verilen en yüksek şiddetteki uyarılardan elde edilen yanıtlar kullanılarak, hava ve kemik yolu cVEMP yanıtları karşılaştırıldı. Buna göre 95 dB nHL hava yolu cVEMP yanıtları ile kemik yolu cVEMP ölçümlerinde uygulanan dört farklı durumun her birinden elde edilen 50 dB nHL yanıtlarının P1-N1 latansları, P1-N1 interpeak latansları, P1N1 amplitüd değerleri ve asimetri oranları karşılaştırıldı.

Bilateral kulaklar sünger prob ucu ile tıkalıyken (Durum 1) 50 dB nHL'den elde edilen kemik yolu cVEMP yanıtları ile 95 dB nHL'den elde edilen hava yolu cVEMP yanıtları karşılaştırıldığında, P1 latans, N1 latans ve P1N1 amplitüd değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlemlendi ( $p<0.01$ ) (Tablo 6.3.1).

**Tablo 6.3.1. Durum 1, 50 dB nHL kemik yolu cVEMP yanıtları ile 95 dB nHL hava yolu cVEMP yanıtlarının karşılaştırılması**

Parametre	N	AO	SS	P
50dB nHL P1 Latansı (ms)	40	14,343	0,8278	0,000**
95 dB nHL P1 Latansı (ms)	40	15,175	0,7657	
50dB nHL N1 Latansı (ms)	40	22,993	1,3130	0,000**
95dB nHL N1 Latansı (ms)	40	24,124	1,3840	
50 dB nHL Interpeak Latansı (ms)	40	8,800	1,8755	0,418
95 dB nHL Interpeak Latansı (ms)	40	8,950	1,1158	
50 dB nHL P1N1 Amplitüd ( $\mu$ V)	40	103,948	54,8940	0,003**
95 dB nHL P1N1 Amplitüd ( $\mu$ V)	40	149,734	74,9975	
50 dB nHL Asimetri Oranı	20	0,138	0,1135	0,432
95 dB nHL Asimetri Oranı	20	0,164	0,1552	

Durum 1: Bilateral kulaklar tıkalı, \*\* $p<0,01$

Kontralateral kulak sünger prob ucu ile tıkalıyken (Durum 2 ) 50 dB nHL'den elde edilen kemik yolu cVEMP yanıtları ile 95 dB nHL'den elde edilen hava yolu cVEMP yanıtları karşılaştırıldığında, P1 latans, N1 latans ve P1N1 amplitüd değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlemlendi ( $p<0.01$ ) (Tablo 6.3.2).

**Tablo 6.3.2. Durum 2, 50 dB nHL kemik yolu cVEMP yanıtları ile 95 dB nHL hava yolu cVEMP yanıtlarının karşılaştırılması**

Parametre	N	AO	SS	P
50dB nHL P1 Latansı (ms)	40	14,451	1,0475	0,000**
95 dB nHL P1 Latansı (ms)	40	15,175	0,7657	
50dB nHL N1 Latansı (ms)	40	23,225	1,5477	0,001**
95dB nHL N1 Latansı (ms)	40	24,124	1,3840	
50 dB nHL Interpeak Latansı (ms)	40	8,774	1,4932	0,485
95 dB nHL Interpeak Latansı (ms)	40	8,950	1,1158	
50 dB nHL P1N1 Amplitüd (µV)	40	107,624	56,6696	0,000**
95 dB nHL P1N1 Amplitüd (µV)	40	149,734	74,9975	
50 dB nHL Asimetri Oranı	20	0,164	0,1304	0,879
95 dB nHL Asimetri Oranı	20	0,164	0,1552	

Durum 2: Kontralateral kulak tıkalı, \*\*p<0,01

İpsilateral kulak sünger prob ucu ile tıkalıyken (Durum 3) 50 dB nHL'den elde edilen kemik yolu cVEMP yanıtları ile 95 dB nHL'den elde edilen hava yolu cVEMP yanıtları karşılaştırıldığında, P1 latans ve P1N1 amplitüd değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlemlendi (p<0.01) (Tablo 6.3.3).



**Tablo 6.3.3. Durum 3, 50 dB nHL kemik yolu cVEMP yanıtları ile 95 dB nHL hava yolu cVEMP yanıtlarının karşılaştırılması**

Parametre	N	AO	SS	P
50dB nHL P1 Latansı (ms)	40	14,360	0,8682	0,000**
95 dB nHL P1 Latansı (ms)	40	15,175	0,7657	
50dB nHL N1 Latansı (ms)	40	23,676	1,5191	0,061
95dB nHL N1 Latansı (ms)	40	24,124	1,3840	
50 dB nHL Interpeak Latansı (ms)	40	9,317	1,4281	0,145
95 dB nHL Interpeak Latansı (ms)	40	8,950	1,1158	
50 dB nHL P1N1 Amplitüd (µV)	40	110,604	49,9248	0,001**
95 dB nHL P1N1 Amplitüd (µV)	40	149,734	74,9975	
50 dB nHL Asimetri Oranı	20	0,128	0,1229	0,217
95 dB nHL Asimetri Oranı	20	0,164	0,1552	

Durum 3: İpsilateral kulak tıkalı, \*\*p<0,01

Bilateral kulaklar açık (Durum 4) 50 dB nHL'den elde edilen kemik yolu cVEMP yanıtları ile 95 dB nHL'den elde edilen hava yolu cVEMP yanıtları karşılaştırıldığında, P1 latansı ve P1N1 amplitüd değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlemlendi (p<0.01) (Tablo 6.3.4).

**Tablo 6.3.4. Durum 4, 50 dB nHL kemik yolu cVEMP yanıtları ile 95 dB nHL hava yolu cVEMP yanıtlarının karşılaştırılması**

Parametre	N	AO	SS	P
50dB nHL P1 Latansı (ms)	40	14,376	0,6497	0,000**
95 dB nHL P1 Latansı (ms)	40	15,175	0,7657	
50dB nHL N1 Latansı (ms)	40	23,691	1,5665	0,072
95dB nHL N1 Latansı (ms)	40	24,124	1,3840	
50 dB nHL Interpeak Latansı (ms)	40	9,316	1,4104	0,101
95 dB nHL Interpeak Latansı (ms)	40	8,950	1,1158	
50 dB nHL P1N1 Amplitüd (µV)	40	108,152	56,4436	0,000**
95 dB nHL P1N1 Amplitüd (µV)	40	149,734	74,9975	
50 dB nHL Asimetri Oranı	20	0,162	0,1038	0,794
95 dB nHL Asimetri Oranı	20	0,164	0,1552	

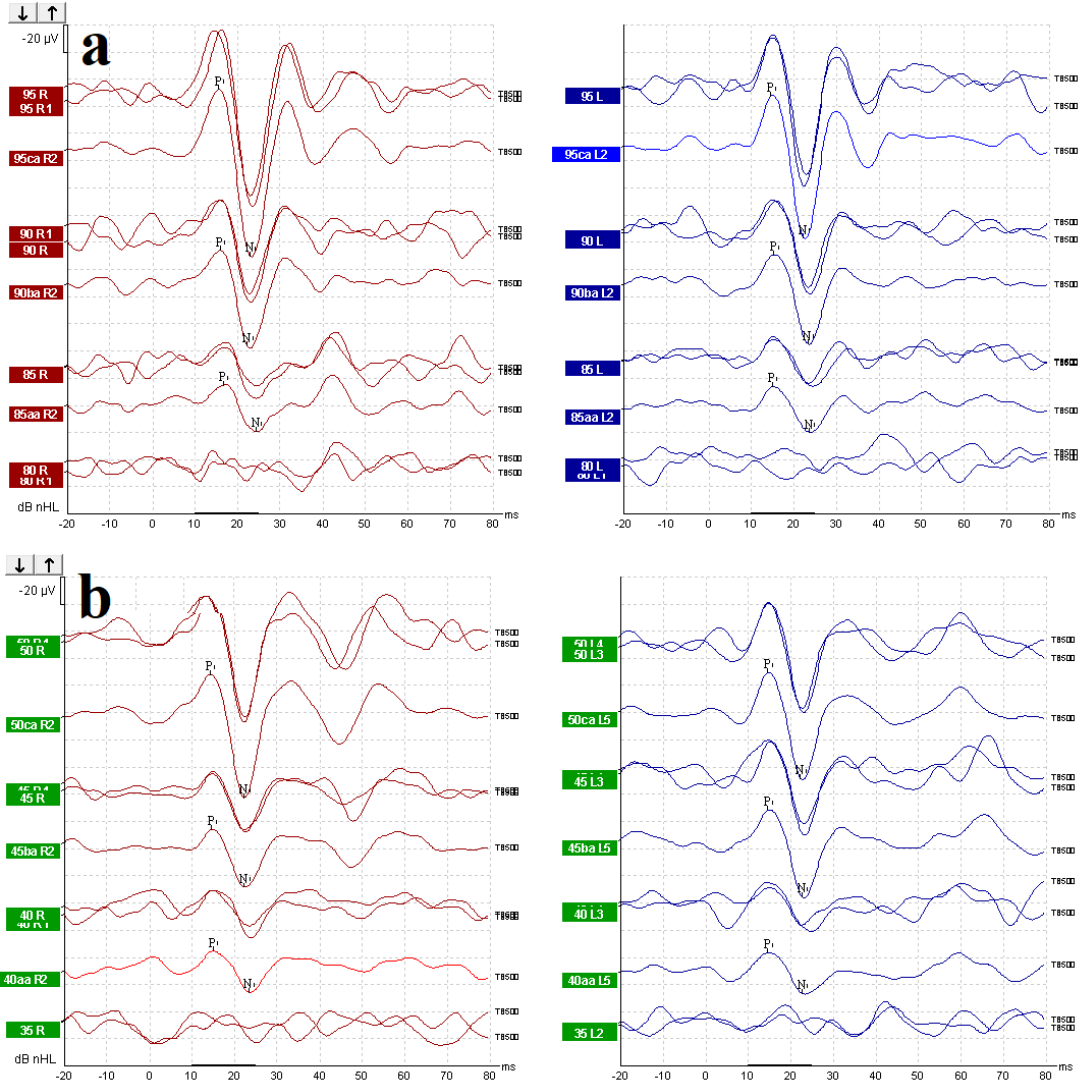
Durum 4: Bilateral kulaklar açık, \*\*p<0,01

Hava yolu cVEMP ölçümlerinden elde edilen eşikler, kemik yolu cVEMP ölçümlerinde uygulanan dört farklı durumun her birinden elde edilen eşiklerle karşılaştırıldığında, tüm durumlarda istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlemlendi (p<0.01) (Tablo 6.3.5).

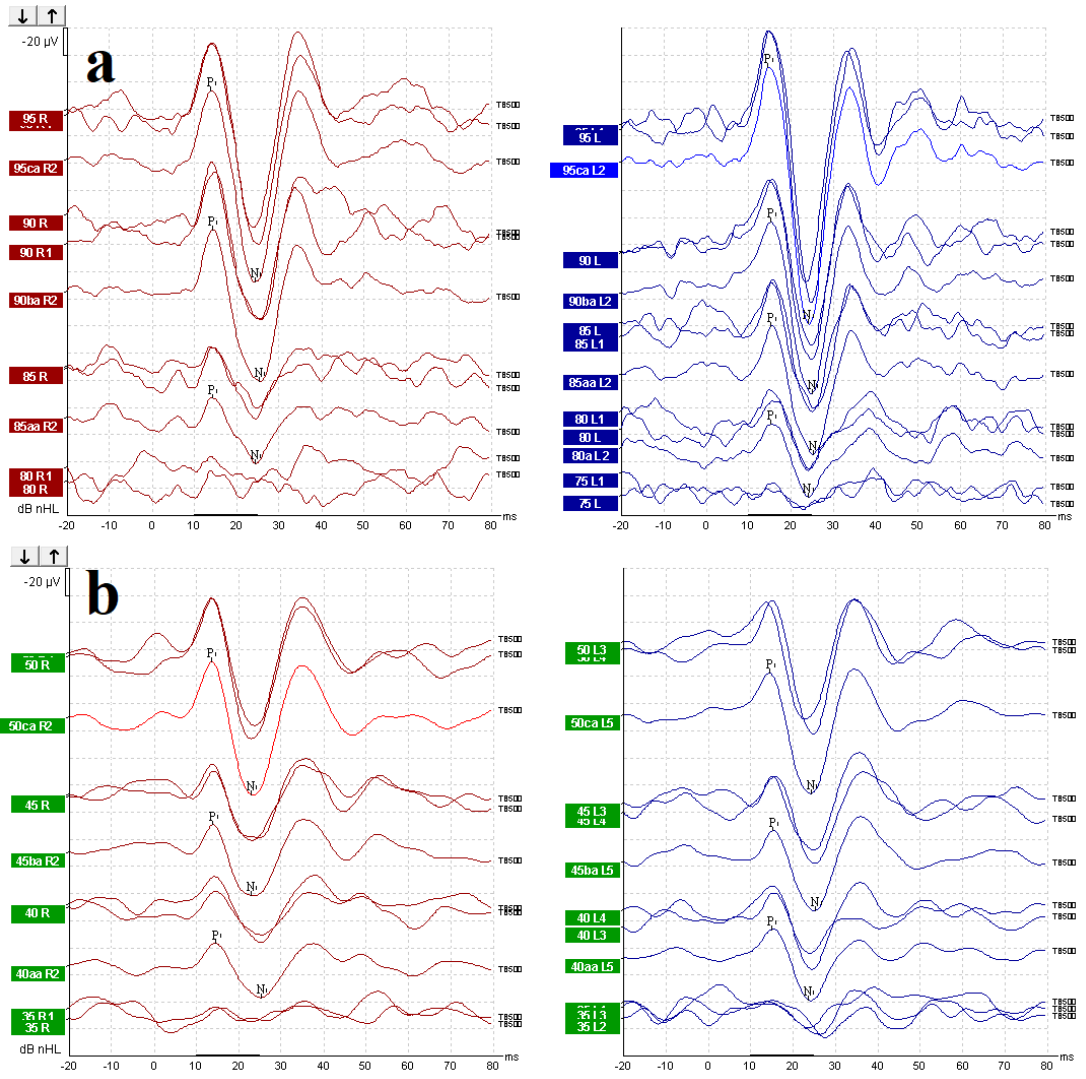
**Tablo 6.3.5. Hava yolu cVEMP eşiklerinin, kemik yolu cVEMP eşikleri ile karşılaştırılması**

Parametre	N	AO	SS	P
Hava yolu cVEMP eşikleri	40	81,625	7,372	
Durum 1 Kemik yolu cVEMP eşikleri	40	43,250	4,606	0,000**
Hava yolu cVEMP eşikleri	40	81,625	7,372	
Durum 2 Kemik yolu cVEMP eşikleri	40	42,375	4,802	0,000**
Hava yolu cVEMP eşikleri	40	81,625	7,372	
Durum 3 Kemik yolu cVEMP eşikleri	40	42,125	5,175	0,000**
Hava yolu cVEMP eşikleri	40	81,625	7,372	
Durum 4 Kemik yolu cVEMP eşikleri	40	43,375	5,236	0,000**

Durum 1: Bilateral kulaklar tıkalı, Durum 2: Kontralateral kulak tıkalı, Durum 3: İpsilateral kulak tıkalı, Durum 4: Bilateral kulaklar açık, \*\*p<0,01



**Şekil 6.3.1.** 7 numaralı erkek bireyden elde edilen hava ve kemik yolu cVEMP yanıtları (a: Hava yolu cVEMP kaydı, sağ ve sol kulak VEMP eşiği 85 dB nHL, b: Kemik yolu cVEMP kaydı, sağ ve sol kulak VEMP eşiği 40 dB nHL )



**Şekil 6.3.2.** 17 numaralı kadın bireyden elde edilen hava ve kemik yolu cVEMP yanıtları (a: Hava yolu cVEMP kaydı, sağ kulak VEMP eşığı 85 dB nHL, sol kulak VEMP eşığı 80 dB nHL, b: Kemik yolu cVEMP kaydı, sağ ve sol kulak VEMP eşığı 40 dB nHL )

## 7. TARTIŞMA VE SONUÇ

VEMP, otolit organların fonksiyonlarını ölçmek için kullanılan kısa latanslı elektrofizyolojik potansiyelleridir (87). Servikal VEMP ve oküler VEMP olmak üzere iki çeşit VEMP mevcuttur. Boyun kaslarından ölçülen cVEMP vestibülokolik refleksin işlevini değerlendirirken, ekstraoküler kaslardan ölçülen oVEMP ise vestibüloküler refleksin işlevini gösterir (56). cVEMP yanıtları, hava yolu ses uyarımı, kemik yolu ses ve titreşim uyarımları veya elektriksel (galvanik) uyarımlar kullanılarak elde edilebilir. Hem hava hem de kemik yoluyla iletilen ses uyarımlarına karşılık VEMP yanıtların elde edilememesi ancak galvanik uyarım sonucu yanıtın elde edilmesi, büyük olasılıkla vestibüler uç organda bir lezyona işaret etmektedir (10,81). Bu temel üç uyarım içinde en yaygın olarak hava yolu ses uyarımı kullanılır ancak iletim tipi işitme kaybı olan hastalarda hava yolu ses uyarımı verildiğinde cVEMP yanıtları azalabilir ya da hiç elde edilemeyebilir (88). Bu nedenle iletim tipi işitme kaybı olan hastalarda vestibüler değerlendirilme yapılması gerektiğinde cVEMP ölçümünü hava yolu üzerinden yapmak doğru bir sonuç vermez. Bu durumda, hava yolu ses uyarımı yerine kemik vibratör ile ses uyarımı veya tapping yöntemi ile titreşim uyarımı uygulanarak iletim tipi işitme kaybı olan bireylerde de VEMP yanıtları elde edilebilmektedir (9,56,89,90). Çünkü kemik yolu ile iletilen uyarımlar, dış ve orta kulak yolunu atlayarak vestibüler uç organları doğrudan uyarır (11).

Mahdi ve ark.'ın iletim tipi işitme kaybı olan hastalarda yaptığı çalışmada, hava yolu cVEMP uygulandığında 32 kulaktan sadece 17'sinden (%53) yanıt alınabilirken, B71 kemik vibratör ile 500 Hz tone burst uyarım verilerek kemik yolu cVEMP uygulandığında hastaların tamamından (%100) yanıt elde edilmiştir (11). Yang ve Young'un iletim tipi işitme kaybı olan otosklerozlu hastalarda yaptıkları çalışmada, hava yolu cVEMP uygulandığında 21 kulaktan 5'inden (%24) yanıt alınırken, B70B kemik vibratör ile 500 Hz tone burst uyarım verilerek kemik yolu cVEMP uygulandığında 21 kulağın 16'sından (%76) yanıt elde edilmiştir (90). Aynı yazarların kronik otitis media hastalarında yaptıkları çalışmada ise, hava yolu cVEMP ölçümü ile 22 kulağın 13'ünden (%59) yanıt elde edilebilirken, tapping

yöntemi ile kemik yolu titreşim uyararı verilerek cVEMP uygulandığında ise 22 kulağın 20'sinden (%91) yanıt alınabildiğini göstermişlerdir (91).

Superior semisirküler kanal dehisanslı (SSKD) hastalarda ise özellikle alçak frekansları tutan hava kemik aralığına bağlı iletim tipi işitme kaybı görülür (92,93,94). Ancak bu hastalığın sebep olduğu hava kemik aralığı, dış veya orta kulaktaki kulaktaki iletim mekanizmasındaki bozukluktan kaynaklı değil, iç kulakta oluşan üçüncü pencere sonucunda meydana gelen iletim problemlerinden kaynaklanmaktadır (63). Hava yolu cVEMP'ler, %90' ın üzerinde duyarlılık ve özgüllük ile SSKD' yi teşhis etmenin etkili bir yoludur (95,96). Düşük eşikli, büyük amplitüdü hava yolu cVEMP'lerin elde edilmesi ayırıcı tanı için önemlidir. Normal sınırın 10 dB altındaki VEMP eşikleri, genellikle SSKD'nin varlığını gösterir (88). Colebatch ve ark. sağlıklı bireylerde yaptığı çalışmada hava yolu klik uyararı sonucu elde edilen VEMP yanıtlarının ortalama eşığı 86 dB nHL ve en düşük elde edilen eşik ise 70 dBnHL idi. Klik uyarımı için eşik 70 dB nHL' den düşük olduğunda, vestibüler uç organların sese aşırı duyarlılığı düşünülmelidir (97). Benamira ve ark. 500 Hz tone burst uyararı ile yaptıkları hava yolu cVEMP ölçümlerinde, sağlıklı kulaklarda ortalama eşığı 81 dB nHL olarak saptarken, SSKD'li kulaklarda ortalama cVEMP eşimini 66 dB nHL olarak elde etmişlerdir (98). Bu çalışmada ise hava iletimli 500 Hz tone burst uyararı kullanılarak elde edilen ortalama cVEMP eşığı, literatürle uyumlu olarak 82 dB nHL olarak bulunmuştur (Tablo 6.1.2). SSKD hastalarında kemik yolu cVEMP yanıtları düşük eşikli ve normalden daha büyük amplitüdü olabilirken, bu tüm hastalarda meydana gelmez ve bu nedenle tanıda kemik yolu cVEMP'ler, hava yolu cVEMP'lere göre daha az fayda sağlar (56).

cVEMP testinin yorumlanmasında kullanılan değerlendirme parametreleri arasında; P1 ve N1 latansları, P1N1 amplitüdü ve VEMP asimetri oranı bulunmaktadır. Ayrıca amplitüd çok büyük elde edildiğinde VEMP eşığının belirlenmesi gerektiği belirtilmektedir (56,74). P1 ve N1 latanslarındaki gecikme, düşük elde edilen VEMP eşığı ve yüksek elde edilen asimetri oranı, ayırıcı tanıda bilgi sağlar (73,99). Amplitüd değeri, uyararı şiddetine ve SKM kasının kasılma düzeyine bağlı olarak değişkenlik gösterebilir (100). Latans değeri ise uyararı

şiddetine veya SKM kasının kasılma düzeyine bağlı değildir. Tekrarlanabilirliği yüksek bir parametredir. Bu nedenle VEMP yanıtlarının değerlendirilmesinde latans değerinin daha çok önem taşıdığı düşünülmektedir (56,88). Ancak latans uyaran türüne bağlı olarak değişiklik göstermektedir (101). Bu yüzden farklı uyaran çeşitlerinde farklı değerler alabileceğinden her uyaran çeşidi için normatif değerlerin belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada ise P1 ve N1 latansları, P1N1 amplitüd değeri, VEMP asimetri oranı ve VEMP eşiği parametrelerine ek olarak P1N1 interpeak latansları değerlendirildi. İnterpeak latans, P1 ve N1 latansları arasındaki zaman farkıdır (102). İnterpeak latans değerindeki anormallikler retrolabirint lezyona işaret eder (103). Bu yüzden interpeak latans değerlerindeki normatif verilerinin belirlenmesinin önem taşıdığı düşünülmüştür.

Literatüre bakıldığında periferik vestibüler patolojilerde amplitüd ve VEMP eşik değerlerinin etkilendiği görülmektedir. Retrolabirente özellikle vestibülospinal yolda olan lezyonlarda ise latansların uzadığı görülmektedir (65,88,97).

VEMP cevapların elde edilmesi ile ilgili literatürde farklı yöntemler ve değişik uyaran parametreleri önerilmektedir. Çalışmamızda hava ve kemik yolu ile elde edilen VEMP yanıtlarını doğrudan karşılaştırabilmek için aynı bireylere, aynı uyaran parametreleri ve aynı kayıt yöntemleri kullanıldı.

Elektrot yerleşimi ile ilgili literatürde farklı çalışmalar mevcuttur. Sheykholeslami ve ark. aktif elektrotu dört farklı konumda yerleştirerek, aktif elektrotun konumunun amplitüde etkisini karşılaştırmışlar ve en uygun bölgenin SKM kasının ortası olduğunu göstermişlerdir (104). Bu çalışmada aktif elektrotlar SKM kasının orta kısmına yerleştirilirken, referans elektrot SKM kasının sternum kısmına, toprak elektrot ise altına gelecek şekilde yerleştirildi.

cVEMP ölçümünün yapılabilmesi test süresi boyunca SKM kasının kontrakte olması gerekmektedir. SKM kasının kasılması için farklı yöntemler mevcuttur. Murofoshi ve ark, rotasyon metodunun hastalarda daha kolay uygulanabildiğini ancak bu yöntem ile unilateral kasılma sağlandığından, SKM kaslarında asimetric

kasılma olabileceği ve bu ölçüm hatasına bağlı olarak asimetri bulgularının ortaya çıkabileceğinin göz önünde bulundurulması gerektiğini belirtmişlerdir (63). Bu çalışmada, dönen sandalyede rotasyon metodu kullanıldı. Böylece hem sağ hem de sol SKM kasını kasarken hastanın ekranda kendi kas aktivitesini izleme imkânı sunularak istenen kasılma test süresi boyunca sağlandı. SKM kas kontraksiyonun daha simetrik olması için kas kasılma aralığı 70  $\mu$ V - 120  $\mu$ V arası olacak şekilde daraltılarak kasılmaya bağlı ortaya çıkabilecek ölçüm hatalarının önüne geçildi.

VEMP testini uygularken klik ve tone burst uyararı kullanılabilmektedir. Literatürde 500 Hz tone burst uyararının, klik uyarıdan daha etkili olduğu belirtilmektedir (56,105,106). Uyarılar genellikle saniyede 5.1 sıklığında verilir (72). Bu sıklık arttığında yanıtların amplitüdü azalabilir, azaldığında ise SKM'nin daha uzun süre kasılmasını gerekeceğinden bireyler yorulabilir (63). Sheykholeslami ve ark. saniyede 10 sıklığına kadar iyi VEMP yanıtları elde edilebileceğini ancak bu değerlerin üzerine çıktığında amplitüdü düşeceğini belirtmişlerdir (107). Dolayısıyla saniyede 5 (5 Hz) sıklığı optimum orandır. Rosengen ve ark. uyararı tekrar sayısının 150-200 arasında olmasını ve dalgaının tekrar edilebilirliğini göstermek için iki trase alınmasını önermektedir. Ayrıca yanıt alındığında gerekirse ses maruziyetini azaltmak için ölçümün durdurulabileceğini, yanıtların küçük olması veya hiç olmaması durumunda ise daha fazla uyararı tekrar sayısının seçilebileceğini belirtmişlerdir. Hava yolundan uyararı verirken 95 dB nHL şiddetini önermişlerdir (72). Yanıtların 100-120 ms'lik pencereler ile kayıt edilmesi yeterlidir (73). Colebatch ve ark. 10 Hz ve 1000 Hz arasında band-geçirgen filtre uygulanmasının uygun olduğunu belirtmişlerdir (73).

Bu çalışmada literatür ışığında 500 Hz tone burst uyararı 5.1 sıklığında sunuldu ve 10 Hz-1000 Hz arasında band-geçirgen filtre uygulandı. Uyararı tekrar sayısı 200 olarak belirlendi ve her bir şiddette iki trase alınarak dalgaının tekrar edilebilirliği gösterildi. Yanıtlar 100 ms pencerelerle kaydedildi.



VEMP yanıtları kullanılan uyarının çeşidi, şiddeti ve uygulanma yolu ile ilişkilidir. Bu çalışmada 500 Hz tone burst uyarı kullanıldığı için çalışmanın sonuçları aynı uyarıyı kullanan diğer çalışmalarla karşılaştırıldı. Vanspauwen ve ark. yaptığı çalışmada 95 dB nHL şiddetinde 500 Hz tone burst uyarı vermişler ve ortalama P1 latansı  $15,4 \pm 1,5$  ms, N1 latansı  $24,1 \pm 2,0$  ms, interpeak latansı 8,6 ms, P1N1 amplitüd değeri 280  $\mu$ V ve VEMP asimetri oranını 0,14 olarak elde etmişlerdir. Hava yolu VEMP eşiğini de ortalama 80 dB nHL olarak bulmuşlardır. Tüm parametrelerde cinsiyet ve kulak tarafı bazında anlamlı farklılık saptamamışlardır (108).

Akin ve ark. 500 Hz tone burst uyarı ile 100 dB nHL de yaptıkları çalışmada ise P1 latansını 14,3 ms, N1 latansını 20,3 ms ve P1N1 amplitüdünü ise 150,2  $\mu$ V olarak bulmuşlardır (109). Driscoll ve ark. 110 dB nHL şiddetinde 500 Hz tone burst uyarı ile yaptıkları çalışmada P1 latansını 14,80 ms, N1 latansını 24,22 ms ve interpeak latansını 9,41 ms olarak bulmuşlardır (103). Wu ve ark. ise 95 dB nHL 500 Hz tone burst uyarı ile yaptıkları çalışmada P1 latansı  $14,83 \pm 0,81$  ms, N1 latansı  $22,54 \pm 1,30$  ms, P1N1 amplitüd değeri  $198,53 \pm 64,64$   $\mu$ V ve VEMP asimetri oranı  $0,13 \pm 0,12$  olarak elde etmişlerdir (110). Özgür ve ark. yaptıkları çalışmada, tüm parametrelerde kulak tarafına göre anlamlı farklılık saptamamıştır (111). Basta ve ark. P1 ve N1 latans ve amplitüd parametrelerinde cinsiyetin herhangi bir etkisinin olmadığını göstermişlerdir (70). Derinsu ve ark. yaptıkları çalışmada 105 dB nHL'den 85 dB nHL kadar VEMP yanıtları elde etmiş ve uyguladıkları tüm şiddet seviyelerinde latans ve amplitüd değerlerini, cinsiyet ve kulak tarafı açısından analiz ettiklerinde anlamlı fark saptamamışlardır (4).

Bu çalışmada ise 95 dB nHL şiddetinde 500 Hz tone burst uyarı ile yapılan hava yolu cVEMP testi sonuçları; ortalama P1 latansı  $15,17 \pm 0,77$  ms, N1 latansı  $24,12 \pm 1,38$  ms, interpeak latansı  $8,95 \pm 1,12$  ms, P1N1 amplitüd değeri  $149,73 \pm 75,00$   $\mu$ V ve VEMP asimetri oranı  $0,16 \pm 0,16$  olarak bulundu. Uygulanan tüm şiddetlerde kadın-erkek ve sağ kulak-sol kulak karşılaştırmalarında istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar elde edilmedi (Şekil 6.3.1, Şekil 6.3.2). Bu çalışmanın sonuçlarının literatürle benzer olduğu görülmüştür (103,108-110). Ufak farklılıkların sebebinin

metodolojik veya donanım farklılıklardan dolayı olduğu düşünülmektedir. VEMP testinde ölçüm parametreleri ve uygulama koşulları her klinikte farklı olabildiğinden her klinik kendi normatif verilerini belirlemelidir.

Uyaran şiddeti ile cevap amplitüdünün arasında doğrusal bir ilişki vardır (50,56,112,113). Latans ise daha istikrarlı bir parametre olarak bildirilmiştir (50,56,59,105). Buna göre VEMP eşiğinden itibaren ses şiddeti arttıkça, VEMP amplitüdünün artıp latansın etkilenmemesi beklenir. Derinsu ve ark. 105 dB nHL'den 85 dB nHL'e kadar yaptıkları VEMP ölçümlerinde, uyaran şiddeti azaldıkça amplitüplerinde azaldığını belirtmiştir (4). Yapılan bir başka çalışmada ise ölçümlere 95 dB nHL'den başlanıp 80 dB nHL'e kadar devam edilmiş ve uyaran şiddeti azaldıkça amplitüplerinde azaldığı, latansların ise etkilenmediği gözlenmiştir (114). Bu çalışmada ise hava yolu uygulamasında 95 dB nHL şiddetinde uyaran verilmeye başlanmış olup, VEMP eşiği bulunana kadar 5 dB nHL basamaklarla düşülmüş ve 75 dB nHL'e kadar veriler elde edilmiştir. Literatürle uyumlu olarak uyaran şiddeti azaldıkça amplitüplerde azalma görülürken, latansların etkilenmediği gözlemlendi. (Tablo 6.1.5).

Kemik yolu üzerinden VEMP testi, tendon çekici ile hafifçe vuruşlar uygulayarak, minishaker aleti kullanarak veya kemik vibratör kullanarak uygulanabilmektedir. Tendon çekici ile tapping yöntemi, hem klinisyene hem de ekipmana bağlı olması ve VEMP eşiklerinin hesaplanamaması gibi sınırlamalara sahip olduğundan çalışmamızda tercih edilmedi. Minishaker aleti ise kliniklerde rutinde kullanılmayan bir alettir. Bu yüzden bu çalışmada bütün odyoloji kliniklerinde olması, kalibrasyon için ekipmanının bulunması ve uyaran seviyelerinin tam olarak kontrol edilebilmesi gibi birçok avantaja sahip olan RadioEar® marka B71 kemik vibratörü tercih edildi (73). B71 kemik vibratörden verilen 500 Hz tone burst uyaran, mastoid kemik üzerinden uygulandığında güçlü ve net görülebilen cVEMP yanıtlarının ortaya çıkmasını sağlar (115,116). Bu çalışmada kemik vibratörü, uyaran verilen kulağın mastoid kemiğine yerleştirildi. Vibratör altında tutularak da uyaran verilebilmektedir ancak vibratörün altında sıkıca tutturulması hasta konforu açısından zor olmaktadır (72).

Welgampola ve ark. kemik vibratörün yerinin VEMP yanıtlarına etkisini 12 farklı bölgede denemişler ve uyarım konumunun önemli etkisi olduğunu saptamışlardır. 4 uyarım noktasını optimum bölge olarak bulmuşlardır. VEMP amplitüdülerin en yüksek elde edildiği bu optimum bölge konumları; dış kulak kanalının 3 cm arkası, 3 cm arkası ve 2 cm yukarısı, 3 cm arkası ve 4 cm yukarısı ve dış kulak kanalının doğrudan 4 cm yukarısı olacak şekilde belirlemiştirler. Bu 4 uyarım noktası arasında amplitüdüler açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptamamışlardır. Her bireyin optimal bölgesinde bireysel değişkenlikler olabileceğinden dolayı yanıt elde edilemediğinde kemik vibratörün konumunun tekrar ayarlanması gerekebileceğini belirtmişlerdir (10). Rosengen ve ark. kemik yolu VEMP cevaplarının, vibratör yerleşimindeki küçük değişikliklere hassas olduğunu belirtmişler ve yanıt yoksa ya da çok küçük elde ediliyorsa vibratörün yerinin değiştirilmesini önermişlerdir (72). Çalışmada kemik yolu cVEMP ölçümleri esnasında yanıtlar çok küçük elde edildiğinde veya hiç yanıt çıkmadığında, vibratörün yeri mastoid çevresinde değiştirilerek tekrar ölçüm yapıldı. Bu durumda, literatürün belirttiği gibi vibratörün konumu değiştiğinde bazen daha büyük amplitüdülü yanıtlar elde edildiği veya hastadan yanıt alamazken yanıt alınabildiği gözlemlendi. Bu durumun, kemik vibratörle uyarım için her bireyin kendine özel optimum bölgesinin bulunmasından kaynaklandığı düşünüldü.

Kemik yolu cVEMP ölçümlerini yapılırken hem oklüzyon etkisinin cVEMP testine etkisinin incelenmesi hem de normatif verilerin elde edilmesi amaçlandı. Literatüre bakıldığında oklüzyon etkisinin cVEMP testine etkisini inceleyen sadece iki çalışma olduğunu gözlemlendi (85,117).

Oklüzyon etkisinin kemik yolu cVEMP testine etkisi ilk olarak 2018 yılında Handzel ve Himmelfarb tarafından araştırılmıştır. Kemik yolu cVEMP ölçümleri tüm bireylerin sadece sağ kulaklarında uygulanmıştır. Her bireyin sağ kulağı önce açık, daha sonra kulak tıkacı ile tıkalıyken test edilmiştir. 500 Hz tone burst uyarın kullanılmış ve teste 55 dB nHL seviyesinden başlanmıştır. VEMP eşiklerini tespit etmek için 5 dB nHL basamaklarla düşerek ölçüm yapılmıştır. Interacoustics® marka Eclipse cihazı ve RadioEar® marka B81 kemik vibratör kullanılmıştır. Ölçümler

mastoid kemik üzerinden gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmada kulaklar açıkken VEMP eşiği ortalama 38,25 dB nHL olarak bulunurken, kulaklar tıkalıyken 36,75 dB nHL olarak elde edilmiş ve bu iki durum arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edilememiştir. Amplitüdü açısından incelediklerinde ise kulaklar açıkken ortalama amplitüdü  $69,9 \mu V \pm 26,6$  olarak elde ederken, kulaklar tıkalıyken  $76,34 \mu V \pm 24,5$  olarak elde edilmiş ve bu iki durum arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edilmiştir ( $p < 0,05$ ) (117).

Betito ve ark. ise 2020 yılında yaptıkları çalışmada hem oklüzyon etkisini hem de oklüzyon etkisinin iletim tipi işitme kaybındaki etkisini araştırmışlardır. Ölçüm yapılırken önce dış kulak yolu açık, ardından DKY kulak tıkacı ile tıkalı ve daha sonra DKY salin solüsyonu ile doldurulup tıkanarak ölçümler yapılmıştır. Ölçümler tüm bireylerin sağ kulağında uygulanmıştır. B81 kemik vibratör ile 500 Hz tone burst uyaran, mastoid kemik üzerinden uygulanmış ve 55 dB nHL'den başlanarak VEMP eşikleri belirlenmiştir. DKY açıkken ortalama VEMP eşiğini 43,5 dB nHL, kulak tıkacı ile tıkalıyken 39,67 dB nHL ve kulak kanalı solüsyon ile doldurulup iletim tipi işitme kaybı etkisi oluşturulmuşken ise 46,33 dB nHL olarak elde edilmiştir. Kulak tıkacı ile tıkalı durumun eşiği, diğer eşiklerden istatistiksel olarak anlamlı derecede farklı bulunmuştur. Amplitüdü açısından incelendiğinde ise kulak tıkacı ile tıkalı durumun amplitüdü ( $138,80 \mu V$ ), DKY açık ( $118,26 \mu V$ ) ve solüsyon ile dolu olan ( $107,25 \mu V$ ) koşullardan istatistiksel olarak anlamlı derecede daha büyük elde edilmiştir. Kulak tıkacı ile tıkalı koşuldayken, en düşük VEMP eşiğini ve en yüksek amplitüdü elde etmelerinin sebebinin oklüzyon etkisine bağlamışlardır. Çünkü oklüzyon etkisi kemikle iletilen sesin daha yüksek algılanmasını sağlar ve bu yüzden daha düşük eşiklere ve daha yüksek amplitüde sebep olur şeklinde açıklamışlardır. Ayrıca İTİK etkisi oluşturmak için solüsyon doldurulup ardından DKY'nin tıkanıdığı koşulda VEMP eşiğinin arttığı, amplitüdün ise düştüğü görüldüğünden İTİK durumunda cVEMP testinde oklüzyon etkisinin olmadığını belirtmişlerdir (85).

Oklüzyon etkisinin kemik yolu cVEMP testine etkisini inceleyen bu iki çalışmada parametre olarak sadece VEMP eşiği ve amplitüd kullanılmıştır (85,117).

Bu çalışmada ise oklüzyon etkisinin bu iki parametrenin haricinde P1 ve N1 latansları, interpeak latansları ve VEMP asimetri oranlarına olan etkisi de incelendi. Bu bağlamda çalışmamız literatürde bir ilk olma özelliğini taşımaktadır.

Welgampola ve ark. hava yolu cVEMP ve kemik yolu cVEMP sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Her iki uyarı yolundan da 500 Hz tone burst uyararı vermişlerdir. Hava yolu cVEMP eşliğini 106 dB HL (114 dB SPL) olarak elde ederken, kemik vibratörle elde ettikleri kemik yolu cVEMP eşliğini 42.3 dB HL (100.3 dB SPL) olarak bulmuşlardır (10). Bu çalışmada kemik yolu cVEMP eşliği cinsiyet, kulak tarafı ve oklüzyon durumu açısından karşılaştırıldı ve istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı. Ortalama kemik yolu cVEMP eşliği literatürle uyumlu olarak 42,78 dB nHL olarak elde edildi (Tablo 6.2.4).

Basta ve ark. B70B kemik vibratörle 500 Hz tone burst uyararı verdikleri çalışmalarında P1 latansını 16,3±2,2 ms, N1 latansını 24,1±2,1 ms, P1N1 amplitüdünü ise 60,2 ± 33,2 µV olarak elde etmişlerdir (70). Govender ve ark. ise minishaker 4810 aleti ile mastoid kemik üzerinden 500 Hz tone burst uyararı verdikleri çalışmalarında P1 latansını 13,9±0,6 ms, N1 latansını ise 23,3±1,8 ms olarak elde etmişlerdir (118).

Mahdi ve ark. sağlıklı bireylerde B81 kemik vibratörle 70 dB nHL şiddetinde yaptıkları kemik yolu cVEMP ölçümlerinde ortalama P1 ve N1 latanslarını sırasıyla 13.68 ±1.43 ms ve 21.95 ± 3.70 ms olarak elde etmişlerdir. TDH 39 ile 95 dB nHL de yaptıkları hava yolu cVEMP ölçümlerinde ise P1 ve N1 latanslarını sırasıyla 14.57±2.31 ms ve 23.65±4.11 ms olarak elde etmişlerdir. Hava ve kemik yolu VEMP ölçümlerini latans açısından incelediklerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulamamışlardır. Ortalama kemik yolu cVEMP amplitüdünü 83.64±39.13 µV olarak elde ederken, hava yolu cVEMP amplitüdünü ise 75.45±21.17 µV olarak elde etmiş ve kemik yolu cVEMP amplitüdünü istatistiksel olarak anlamlı derecede daha büyük olarak saptamışlardır (p=0,025). Asimetri oranlarını ise kemik yolunda 0.24±0.21, hava yolunda ise 0.17±0.13 olarak elde etmiş ve anlamlı farklılık saptamamışlardır (11).

McNerney ve Burkard tarafından yapılan çalışmada, 500 Hz tone burst uyararı, hava yolunda TDH39 kulaklık ile kemik yolunda ise B71 kemik vibratörle verilmiştir. Uyararı şiddeti olarak hava yolunda 120 dB SPL, kemik yolunda ise 120 dB FL'den ölçümler yapılmaya başlanmıştır. Hava yolu ortalama P1 latansı 13,85 ms, N1 latansı 21,80 ms, P1N1 amplitüdü ise 53,79  $\mu$ V olarak bulunurken, kemik yolu ortalama P1 latansı 13,14 ms, N1 latansı 20,82 ms ve P1N1 amplitüdü ise 86,54  $\mu$ V olarak saptanmıştır. Bu çalışma sonucunda kemik yolu ile elde edilen P1 ve N1 latansı hava yolu ile elde edilenlerden daha kısa olarak gözlemlenirken, sadece N1 latansı istatistiksel olarak anlamlı derecede daha kısa bulunmuştur ( $p=0,043$ ). Kemik yolu cVEMP amplitüdüleri ise hava yolundan elde edilenlerden daha büyük bulunmuştur ( $p=0,002$ ) (119).

Wang ve ark. yaptıkları çalışmada hava ve kemik yolu cVEMP cevaplarını karşılaştırmışlardır. Hava yolu uyararını insert kulaklık ile verirken, kemik yolu uyararını minishaker aleti kullanarak alının ortasından vermişlerdir. Hava yolu cVEMP'lerin ortalama P1 ve N1 latansları sırasıyla 15,6 $\pm$ 1,7 ve 23,3 $\pm$ 1,5 ms idi. Kemik yolu cVEMP'ler için ise 14,4 $\pm$ 1,5 ve 21,9 $\pm$ 1,3 ms olarak elde edilmiştir. Kemik yolu cVEMP latansları, hava yolu latanslarından anlamlı derecede daha kısa olarak bulunmuştur ( $p=0,01$ ). İnterpeak latanslar hava yolunda 7,7 $\pm$ 1,0 ms, kemik yolunda ise 7,5 $\pm$ 1,4 ms olarak elde edilmiştir. Amplitüdüler ise hava yolunda 179,5 $\pm$ 114,7  $\mu$ V, kemik yolunda ise 171,9 $\pm$ 117,0  $\mu$ V olarak bulunmuştur. Hava ve kemik yolu interpeak latansları ve amplitüdüler arasında anlamlı bir fark saptanamamıştır (120).

Sheykholeslami ve ark. 500 Hz tone burst uyararla hava yolundan DH-351 kulaklıkla 95 dB nHL, kemik yolunda ise mastoid kemikten BR41 kemik vibratörle 70 dB nHL uyararı verilmiştir. Hava yolu cVEMP yanıtlarında, ortalama P1 latansı 14,74 $\pm$ 2,6 ms ve N1 latansı ise 23,41 $\pm$ 4,00 ms olarak elde edilmiştir. Kemik yolu cVEMP yanıtlarında ise ortalama P1 latansı 12,98 $\pm$ 1,34 ms ve N1 latansı ise 20,00 $\pm$ 2,36 ms olarak saptanmıştır. Kemik yolundan elde edilen latansların hava yolundan daha kısa olduğu gözlenmiştir. Kemik yolu ortalama P1N1 amplitüdü 158,48 $\pm$ 63  $\mu$ V olarak bulunmuştur (9).

Bu çalışmada kemik yolu cVEMP ölçümlerinde uygulanan tüm şiddetlerde ve tüm parametrelerde cinsiyet ve kulak tarafına göre istatistiksel anlamlı fark saptanmadı. Oklüzyon etkisinin P1 ve N1 latansları, interpeak latansları, P1N1 amplitüdü, VEMP eşiği ve VEMP asimetri oranlarına olan etkisi incelendiğinde ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı. Literatürdeki diğer iki çalışmada oklüzyon etkisinin P1N1 amplitüdünü arttırdığı gösterilmişti (85,117). Sebebinin uyaran şiddeti olarak, bu çalışmadakinden daha yüksek olan 55 dB nHL şiddetinin kullanılması ya da kullanılan kulak tıkacı kaynaklı olabileceği düşünüldü. Ancak bu çalışmada oklüzyon etkisinin dört farklı durumda incelendiği ve daha fazla veriye ulaşıldığı göz önünde bulundurulduğunda, oklüzyon etkisinin kemik yolu cVEMP testinde, işitsel sistemdeki gibi etkili bir fenomen olmadığı sonucuna varıldı. Bunun sebebinin ise kemik iletimli ses uyarını verildiğinde, ses uyarınının doğrudan kemik ile iletilip sakküle etki ettiği, bu nedenle DKY tıkanması sonucunda oluşan hava sütunundan iletilen ses basıncı değişikliklerinin kemik yolu cVEMP testine etki edemediği düşünüldü.

Kemik yolu cVEMP de 50 dB nHL şiddetinde ortalama P1 latansı  $14,38 \pm 0,85$ , N1 latansı  $23,40 \pm 1,50$ , interpeak latansı  $9,05 \pm 1,57$ , P1N1 amplitüdü  $107,58 \pm 54,08$  ve asimetri oranı ise  $0,15 \pm 54,08$  olarak elde edildi. Elde edilen bulgular literatürdeki çoğu çalışma ile uyumlu bulundu (11,118,120).

Hava ve kemik yolu cVEMP yanıtları karşılaştırıldığında ise kemik yolu cVEMP ile elde edilen P1 ve N1 latansları, hava yolundan elde edilenlere göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha kısa elde edildi ( $p < 0,01$ ). Bu sonuç literatürdeki diğer çalışmalarla uyumlu elde edildi (9,119,120). Amplitüdlere ise hava yolundan elde edilenlere göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha küçük elde edildi ( $p < 0,01$ ). Bu bulgu literatürle uyumlu değildi. Literatürdeki diğer çalışmalarda kullanılan uyaran şiddeti minimum 55 dB nHL iken bu çalışmada verilebilen en yüksek uyaran şiddeti 50 dB nHL idi. Bu çalışmadan elde edilen amplitüd bulgularının literatürle uyumlu olmamasının sebebinin uyaran şiddetindeki farklılıktan kaynaklandığını düşünüldü. Hava ve kemik yolundan elde edilen interpeak latansları ve VEMP asimetri oranları karşılaştırıldığında ise literatürle uyumlu şekilde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmadı (11,120).

Hava ve kemik yolu cVEMP eşiklerini karşılaştırdığımızda ise, kemik yolu cVEMP eşiği, hava yolu cVEMP eşiğinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulundu ( $p=0,000$ ) (Tablo 6.3.5) (Şekil 6.3.1, Şekil 6.3.2). Kemik yolu cVEMP eşiğinin daha düşük bulunmasının sebebi olarak kemik iletimi ile dış ve orta kulak bypass edilip doğrudan iç kulak uyarıldığından, kemik iletiminin hava iletimine kıyasla otolit organları daha etkili şekilde uyarmasından kaynaklı olabileceği düşünüldü. Bu sonuç literatürdeki diğer çalışmalar ile uyumluydu (10).

Literatürde kemik vibratörle elde edilen kemik yolu cVEMP testinin tüm parametrelerinin incelendiği az sayıda çalışma bulunmaktadır. Ayrıca oklüzyon etkisinin kemik yolu cVEMP testine etkisini inceleyen sadece iki çalışma bulunmaktadır. Bu iki çalışmadaki kulak sayılarının, çalışmamızdaki kulak sayısından daha az olduğu görülmüştür. Tanımlayıcı istatistiksel değerlerin oluşturulduğu çalışmalarda ufak farklılıklar olduğu görülmektedir. Bu farklılıkların sebebi testin uygulandığı popülasyon, kullanılan uyarın tipi, uyarının verildiği yol ve farklı kayıt parametrelerinin uygulanmasıdır. Çalışmamızda daha önce Türk toplumuna ait normatif verileri bulunmayan kemik yolu cVEMP testinin, 20-30 yaş aralığındaki Türk popülasyonu üzerinde uygulanarak tanımlayıcı istatistiksel değerleri elde edilmiştir. Kliniklerde yaygın olarak kullanılmayan kemik yolu cVEMP'in bu çalışmayla birlikte tanımlayıcı istatistiksel verileri elde edilerek, kliniklerde özellikle iletim tipi işitme kayıplarının vestibüler değerlendirilmesinde ve yüksek sestten rahatsız olan hiperakuzili hastalarda tanıya yardımcı bir test olarak kullanılabilmesi düşünülmektedir.

### **7.1. Araştırmanın Sınırlılıkları ve İleri Çalışma Önerileri**

Çalışmamızda RadioEar® marka B71 kemik vibratör kullanılmıştır. Bu vibratörün 500 Hz tone burst uyaranda, Interacoustics® marka Eclipse EP25 cihazında, OtoAccess® programı ile maksimum çıkış gücü 50 dB nHL'dir. Bu yüzden kemik yolu cVEMP testi yapılırken maksimum şiddet seviyesi olarak 50 dB nHL şiddeti uygulanabildi. B81 kemik vibratör gibi, daha yüksek çıkış gücü olan



vibratörler kullanılarak, daha yüksek şiddetlerde kemik yolu cVEMP testi uygulanıp bu şiddetlerde de tanımlayıcı istatistiksel veriler oluşturulabilir.

Çalışmamızda hava yolu cVEMP testinin uygulanmasının yanı sıra kemik yolu cVEMP testlerinde oklüzyon etkisi de incelendiğinden, bireylerin test süresi çok uzun sürdü ve bundan dolayı hastalar SKM kasını kasılı tutmakta zorlandı. Bu yüzden çalışma sadece kooperasyonu güçlü olan 20-30 yaş aralığına uygulandı. Daha geniş yaş gruplarına kemik yolu cVEMP testi uygulanarak bu yaş gruplarının da tanımlayıcı istatistiksel verileri elde edilebilir ve yaş gruplarına göre karşılaştırmalar yapılabilir.



## 8. KAYNAKLAR

1. Aksoy S, Börü A, Kılıç RT. Postürografi p. 113-151. İçinde: Ardıç FN, editör. Vertigo. İzmir: US Akademi, 2019.
2. Wiest G. The origins of vestibular science. Annals of the New York Academy of Sciences. 1343(1):1-9, 2015.
3. Hain TC, Helminski JO. Anatomy and Physiology of the Normal Vestibular System. p.2-18. In: Herdman SJ, editor. Vestibular Rehabilitation. Philadelphia, PA: F.A. Davis Company, 2007.
4. Derinsu U, İsgenderova E, Akdaş E. Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyellerin standardizasyonu. Marmara Medical Journal 22(2):127-133, 2009.
5. Akyıldız AN. Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi p. 103-116, Ankara: Bilimsel Tıp Yayınevi, 1998.
6. Bailey B, Johnson J. Baş Boyun Cerrahisi, Otolaringoloji. Vol 2. Ankara: Güneş Tıp Kitabevi; 2011.
7. Erbek HS. Vestibüler uyarılmış kas potansiyelleri p. 179–189. İçinde: Ardıç FN editör. Vertigo. İzmir: US Akademi, 2019.
8. Karataş E, Demirhan H. Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller p. 239-249 İçinde: Gündüz M, Karabulut H, editörler. Odyolojide Temel Kavramlar ve Yaklaşımlar. İstanbul: Ankara Nobel Tıp Kitabevleri. 2015.
9. Sheykhosslami K, Murofushi T, Kermany MH, Kaga K. Bone-conducted evoked myogenic potentials from the sternocleidomastoid muscle. Acta Otolaryngol. 120(6):731–4, 2000.
10. Welgampola MS, Rosengren SM, Halmagyi GM, Colebatch JG. Vestibular activation by bone conducted sound. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 74:771–8, 2003.
11. Mahdi P, Amali A, Pourbakht A, Yazdi AK, Bassam A. Vestibular evoked myogenic potential produced by bone-conducted stimuli: A study on its basics and clinical applications in patients with conductive and sensorineural hearing loss and a group with vestibular schwannoma. Iran J Otorhinolaryngol. 25(72): 141–146, 2013.

12. Erdoğan, A. Odyolojide Klinik Maskeleme p. 83-101. İçinde: Belgin E editör. Temel Odyoloji. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri. 2015.
13. Sibley KM, Straus SE, Inness EL, Salbach NM, Jaglal SB. Balance assessment practices and use of standardized balance measures among Ontario physical therapists. *Physical Therapy*. 91(11): 1583-1591, 2011.
14. Bigongiari A, Souza FA, Franciulli PM, Neto SER, Araujo RC, Mochizuki L. Anticipatory and compensatory postural adjustments in sitting in children with cerebral palsy. *Human Movement Science*. 30(3): 648-657, 2011.
15. Rodby-Bousquet E, Ágústsson A, Jónsdóttir G, Czuba T, Johansson AC, Hägglund G. Interrater reliability and construct validity of the Posture and Postural Ability Scale in adults with cerebral palsy in supine, prone, sitting and standing positions. *Clinical Rehabilitation*. 28(1): 82-90, 2012.
16. Saether R, Helbostad JL, Riphagen II, Vik T. Clinical tools to assess balance in children and adults with cerebral palsy: a systematic review. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 55(11): 988-999, 2013.
17. Ardiç FN. Vertigo p. 2-26. 1. Baskı, İzmir, Güven Kitabevi, 2005.
18. Van De Graaff KM. Senses of hearing and balance p.516–30. In: *Human Anatomy*. 6th ed. The McGraw-Hill Companies Publishing, 2001.
19. Baloh RW, Kerber KA. *Clinical Neurophysiology of the Vestibular System*. p.480, 4th ed. Oxford: Oxford University Press, 2010.
20. Hamil TA, Price LL. *The Hearing Sciences* p. 283-304, Plural Publishing, San Diego, 2008.
21. Piker EG, Garrison DB, *Clinical Neurophysiology of the Vestibular System* p. 381-399. In: Katz J, Chasin M, English K, Hood LJ, Tillery KL, editors. *Handbook of Clinical Audiology*, 7 th ed. Wolters Kluwer, Philadelphia, 2015.
22. Salt AN. The cochlear fluids: perilymph and endolymph p. 109-122. In: Altschuler RA, Bobbin RP, Hoffman DW editors, *Neurobiology of Hearing: the Cochlea*. Raven Press. 1986.
23. <http://www.nwfent.com/our-services/vertigo-and-balance-evaluation/vestibular-system/> (Erişim Tarihi: 28.10.2020)
24. Mescher AL. *Junqueira's Basic Histology: Text and Atlas*, Twelveth Ed. McGraw-Hill Medical. 2010.

25. Hızal E. Vestibüler sistemin anatomi ve fizyolojisi p. 57–66. İçinde: Belgin E. editor. Temel Odyoloji. Ankara, Güneş Tıp Kitabevleri, 2015.
26. Oghalai JS, Brownell WE. Chapter 44. Anatomy and Physiology of the Ear. In: Lalwani AK, editor. Current Diagnosis and Treatment in Otolaryngology-Head and Neck Surgery (3rd editio). McGraw-Hill Medical, 2012.
27. <http://www.humanneurophysiology.com/imagesvestibular/fig-4.jpg> (Erişim Tarihi: 29.10.2020)
28. Ruckenstein MJ, Davis S. Vestibular Physiology p.1-14. In: Rapid Interperation of Balance Function Test. Plural Publishing, 2015.
29. Assad JA, Shepherd GM, Corey DP. Tip-link integrity and mechanical transduction in vertebrate hair cells. Neuron. 7(6):985-994, 1991.
30. Barr-Gillespie PG, Nicolson T. Who needs tip links? Backwards transduction by hair cells. Journal of General Physiology, 142(5), 481-486, 2013.
31. Aslan A. Kulak anatomisi p. 58-61. İçinde: Koç C, editör. Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş Boyun Cerrahisi, Ankara, Güneş Tıp Kitabevi, 2013.
32. Khan S, Chang R. Anatomy of the vestibular system: A review. NeuroRehabilitation. 32(3):437–43, 2013.
33. Ardıç FN. Denge sisteminin işleyişi p. 1-20. İçinde: Vertigo. İzmir: US Akademi, 2019.
34. Kokten N, Karaca S, İncesulu A, Kalcıoğlu M.T. Semisirküler kanalların fonksiyonlarının değerlendirilmesinde yeni, objektif bir test: Video baş savurma testi ile ilgili bir derleme. Kulak Burun Boğaz İhtisas Dergisi, 27(5):241-250, 2017.
35. Barber H, Stockwell CW. Manual of electronystagmography. Mosby-Year Book, St. Louis. 1980.
36. Guyton AC, Hall JE. Textbook of Medical Physiology p. 692-698. 11th ed. Philadelphia, Elsevier, 2006.
37. Day BL, Fitzpatrick RC. The vestibular system, Current Biology, 15(15):583-586, 2005.
38. <https://www.austincc.edu/apreview/PhysText/PNSafferentpt2.html> (Erişim Tarihi: 30.10.2020)
39. Wong AMF. Eye Movement Disorders. Oxford University Press. 2008.

40. Peusner KD. Development of the gravity sensing system, *J. Neuroscience Research*, 63(2):103-108, 2001.
41. <http://computationalsomatics.net/?malfunction> (Erişim Tarihi: 30.10.2020)
42. <https://www.enteducationswansea.org/vestibular-physiology> (Erişim Tarihi: 01.11.2020)
43. Ropper AH, Samuels MA. Deafness, Dizziness, and Disorders of Equilibrium. In: Ropper AH, Samuels MA editors, *Adams and Victor's Principles of Neurology*. 9th ed. The McGraw-Hill Companies. 2009.
44. Tařcıođlu AB. Brief review of vestibular system anatomy and its higher order projections. *Neuroanatomy*. 4:24–7, 2005.
45. Kim MJ, Kim M. Acute Vestibular Neuritis and Ramsay-Hunt Syndrome. *Research in Vestibular Science*, 15(4):112-120, 2016.
46. Barmack NH. Central vestibular system: vestibular nuclei and posterior cerebellum, *Brain Res. Bull.* 60:511–541, 2003.
47. Truex RC, Carpenter MB. *Human Neuroanatomy*. 6th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins. 1969.
48. Schwarz DWF, Tomlinson RD. Physiology of the vestibular system. In: Jackler RK, Brackmann DE editors. *Neurotology*. Mosby, St. Louis, 59-98, 1997.
49. Çelik O. Meniere Hastalığında Uyarılmış Vestibüler Miyojenik Potansiyeller. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı, Yüksek Lisans, İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, 2011.
50. Colebatch JG, Halmagyi GM, Skuse NF. Myogenic potentials generated by a click-evoked vestibulocollic reflex. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 57(2):190–7, 1994.
51. Zhou G, Dargie J, Dornan B, Whittemore K. Clinical uses of cervical vestibular evoked myogenic potential testing in pediatric patients. *Medicine*. 93(4): e37, 2014.
52. Weber KP, Rosengren SM, Michels R, Sturm V, Straumann D, Landau K. Single motor unit activity in human extraocular muscles during the vestibulo-ocular reflex. *The Journal of Physiology*. 590(13):3091–101, 2012.

53. Rosengren SM, McAngus Todd NP, Colebatch JG. Vestibular evoked extraocular potentials produced by stimulation with bone-conducted sound. *Clin Neurophysiol.* 116(8):1938–48 2005.
54. Sheykholslami K, Megerian CA, Arnold JE, Kaga K. Vestibular evoked myogenic potentials in infancy and early childhood. *Laryngoscope.* 115(8):1440–4, 2005.
55. Todd NP, Rosengren SW, Colebatch JG. Ocular vestibular evoked myogenic potentials (oVEMPs) produced by air- and bone-conducted sound. *Clin Neurophysiol* 118(2):381–90, 2007.
56. Rosengren SM, Welgampola MS, Colebatch JG. Vestibular evoked myogenic potentials: past, present and future. *Clinical Neurophysiology.* 121(5):636-651, 2010.
57. Allena M, Magis D, De Pasqua V, Schoenen J. The vestibulo-collic reflex is abnormal in migraine, *Cephalalgia.* 27(10):1150-1155, 2007.
58. Cal R, Bahmad F. Vestibular evoked myogenic potentials: an overview. *Braz J Otorhinolaryngol.* 75(3):456-62, 2009.
59. Akin FW, Murnane OD, Panus PC, Caruthers SK, Wilkinson AE, Proffitt TM. The influence of voluntary tonic EMG level on the vestibular-evoked myogenic potential. *Journal of Rehabilitation Research and Development,* 41(3):473–480, 2004.
60. Ito K, Karino S, Murofushi, T. Effect of head position on vestibular evoked myogenic potentials with toneburst stimuli. *Acta Oto-Laryngologica,* 127(1): 57–61, 2007.
61. Ochi K, Ohashi T, Nishino H. Variance of vestibular-evoked myogenic potentials. *Laryngoscope,* 111(3):522–527, 2001.
62. Macambira YK dos S, Carnáuba ATL, Fernandes LCBC, Bueno NB, Menezes P de L. Aging and wave-component latency delays in oVEMP and cVEMP: a systematic review with meta-analysis. *Braz J Otorhinolaryngol.* 83(4):475-487, 2017.
63. Murofushi T, Kaga K. *Vestibular Evoked Myogenic Potential Its Basics and clinical Applications.* Tokyo: Springer.2009.

64. Colebatch J. Vestibular evoked potentials, *Current Opinion in Neurology*, (14):21-26, 2001.
65. Murofushi T, Shimizu K, Takegoshi H, Cheng PW. Diagnostic value of prolonged latencies in the vestibular evoked myogenic potential. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 127(9):1069–1072, 2001.
66. Welgampola MS, Colebatch JG. Vestibulocollic reflexes: normal values and the effect of age. *Clin Neurophysiol.* 112(11):1971–9, 2001.
67. Govender S, Rosengren SM, Colebatch JG. Vestibular neuritis has selective effects on air-and bone-conducted cervical and ocular vestibular evoked myogenic potentials. *Clinical neurophysiology*, 122(6): 1246-1255, 2011.
68. Halmagyi GM, Yavor RA, Colebatch JG. Tapping the head activates the vestibular system: a new use for the clinical tendon hammer. *Neurology.* 45(10): 1927–1929, 1995.
69. Watson SR, Colebatch JG. Vestibulocollic reflexes evoked by short-duration galvanic stimulation in man. *The Journal of Physiology.* 513(2):587–97, 1998.
70. Basta D, Todt I, Ernst A. Normative data for P1/N1-latencies of vestibular evoked myogenic potentials induced by air-or bone-conducted tone bursts. *Clinical Neurophysiology*, 116(9): 2216-2219, 2005.
71. Walther LE. Current diagnostic procedures for diagnosing vertigo and dizziness. *GMS current topics in otorhinolaryngology, head and neck surgery*, 16, 2017.
72. Rosengren SM, Colebatch JG, Young AS, Govender S, Welgampola MS. Vestibular evoked myogenic potentials in practice: methods, pitfalls and clinical applications. *Clinical Neurophysiology Practice*, 4, 47-68, 2019.
73. Colebatch JG, Rosengren SM. Vestibular-evoked myogenic potentials (VEMPs). p. 191-200. In: *Vertigo and Imbalance: Clinical Neurophysiology of the Vestibular System Handbook of Clinical Neurophysiology*, Vol. 9 S.D.Z. Eggers and D.S. Zee (Vol. Eds.). Sydney. Elsevier. 2010.
74. Milkov M. Applications of vestibular-evoked myogenic potentials in vestibulogy. 1. Basic principles. *International Bulletin of Otorhinolaryngology*, 14(2):34-39, 2020.

75. Fuemmeler E, Rodriguez AI, Thomas M, Creutz T, Fitzpatrick D, Janky KL. Vestibular Evoked Myogenic Potential (VEMP) Test-retest Reliability in Children. *Otology & Neurotology*, 41(8):e1052-e1059, 2020.
76. Håkansson B, et al. VEMP using a new low-frequency bone conduction transducer. *Medical Devices (Auckland, NZ)*, 11, 301-312, 2018.
77. Iwasaki S, Chihara Y, Smulders YE, Burgess AM, Halmagyi GM, Curthoys IS, Murofushi T. The role of the superior vestibular nerve in generating ocular vestibular-evoked myogenic potentials to bone conducted vibration at Fz. *Clinical Neurophysiology*. 120(3):588-593, 2009.
78. Manzari L, Tedesco A, Burgess AM, Curthoys IS. Ocular vestibular-evoked myogenic potentials to bone-conducted vibration in superior vestibular neuritis show utricular function. *Otolaryngology—Head and Neck Surgery*, 143(2):274-280, 2010.
79. <https://www.bksv.com/en/products/shakers-and-exciters/measurement-exciters/mini-shaker-type-4810> (Erişim Tarihi: 15.11.2020)
80. Iwasaki S, McGarvie LA, Halmagyi GM, Burgess AM, Kim J, Colebatch JG, Curthoys IS. Head taps evoke a crossed vestibulo-ocular reflex. *Neurology*. 68(15):1227-1229, 2007.
81. Murofushi T, Takegoshi H, Ohki M, Ozeki H. Galvanic-evoked myogenic responses in patients with an absence of click-evoked vestibulo-collic reflexes. *Clin Neurophysiol*. 113(2):305–309, 2002.
82. Tsai V, Ostroff J, Korman M, Chen JM. Bone-conduction hearing and the occlusion effect in otosclerosis and normal controls. *Otology & Neurotology*. 26(6):1138-1142, 2005.
83. Fagelson MA, Martin FN. The occlusion effect and ear canal sound pressure level. *American Journal of Audiology*. 7:50–4, 1998.
84. Tonndorf J. *Bone Conduction Studies in Experimental Animals: A Collection of Seven Papers*. Almqvist and Wiksells. 213, 1-132, 1966.
85. Betito RH, Himmelfarb M, Handzel O. Effects of Occlusion and Conductive Hearing Loss on Bone-Conducted cVEMP. *Otolaryngology—Head and Neck Surgery*, 1-7, 2020.



86. Gürses E. Tek taraflı kemiğe implante işitme cihazı kullanıcılarında temporal işleme becerilerinin değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 2014.
87. Manzari L, Curthoys IS. How can air conducted sound be an otolithic stimulus and cause VEMPs? *Clin Neurophysiol.* 127:23–25, 2016.
88. Papathanasiou ES, Murofushi T, Akin FW, Colebatch JG. International guidelines for the clinical application of cervical vestibular evoked myogenic potentials: an expert consensus report. *Clinical Neurophysiology*, 125(4):658-666, 2014.
89. Seo T, Miyamoto A, Saka N, Shimano K, Nishida T, Hashimoto M, et al. Vestibular evoked myogenic potential induced by bone-conducted stimuli in patients with conductive hearing loss. *Acta Otolaryngol.* 128(6):639–43, 2008.
90. Yang TL, Young YH. Vestibular-evoked myogenic potentials in patients with otosclerosis using air- and bone-conducted tone-burst stimulation. *Otol Neurotol* 28(1):1–6, 2007.
91. Yang TL, Young YH. Comparison of tone burst and tapping evocation of myogenic potentials in patients with chronic otitis media. *Ear and hearing.* 24(3):191-194, 2003.
92. Minor LB, Carey JP, Cremer PD, Lustig LR, Streubel SO. Dehiscence of bone overlying the superior canal as a cause of apparent conductive hearing loss. *Otol Neurotol.* 24(2):270–278, 2003.
93. Mikulec AA, et al. Superior semicircular canal dehiscence presenting as conductive hearing loss without vertigo. *Otol Neurotol* 25(2):121–129, 2004.
94. Halmagyi GM, Aw ST, McGarvie LA. Superior semicircular canal dehiscence simulating otosclerosis. *J Laryngol Otol.* 117(7):553–337, 2003.
95. Zhou G, Gopen Q, Poe DS. Clinical and diagnostic characterization of canal dehiscence syndrome: a great otologic mimicker. *Otol Neurotol.* 28(7):920-926, 2007.
96. Brantberg K, Verrecchia L. Testing vestibular-evoked myogenic potentials with 90- dB clicks is effective in the diagnosis of superior canal dehiscence syndrome. *Audiol Neurootol.* 14(1):54-58, 2009.

97. Colebatch JG, Day BL, Bronstein AM, Davies RA, Gresty MA, Luxon LM, Rothwell JC. Vestibular hypersensitivity to clicks is characteristic of the Tullio phenomenon. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 65(5):670–678, 1998.
98. Benamira LZ, Alzahrani M, Saliba I. Superior canal dehiscence: can we predict the diagnosis? *Otology & Neurotology*. 35(2):338-343, 2014.
99. Welgampola MS, Colebatch, JG. Characteristics and clinical applications of vestibular-evoked myogenic potentials. *Neurology*. 64(10):1682–1688, 2005.
100. Bogle JM, Zapala DA, Criter R, Burkard R. The effect of muscle contraction level on the cervical vestibular evoked myogenic potential (cVEMP): usefulness of amplitude normalization. *journal of American Academy of Audiology*. 24(2):77–88, 2013.
101. Akin FW, Murnane OD, Proffitt TM. The Effects of Click and Tone-Burst Stimulus Parameters on the Vestibular Evoked Myogenic Potential (VEMP). *journal of American Academy of Audiology*. 14(9):500–509, 2003.
102. Xu XD, Zhang XT, Zhang Q, Hu J, Chen YF, Xu M. Ocular and cervical vestibular-evoked myogenic potentials in children with cochlear implant. *Clinical Neurophysiology*, 126(8):1624-1631, 2015.
103. Driscoll C, Bekessy A, Bui V, Fox D, Harvey M, Mackenzie D. Vestibular evoked myogenic potentials: Clinical implications of a normative investigation. *Australian and New Zealand Journal of Audiology*, The, 29(2): 98-112, 2007.
104. Sheykhleslami K, Murofushi T, Kaga K. The effect of sternocleidomastoid electrode location on vestibular evoked myogenic potential. *Auris Nasus Larynx*. 28(1): 41–43, 2001.
105. Lee SK, Cha CI, Jung TS, Park DC, Yeo SG. Age-related differences in parameteres of vestibular evoked myogenic potentials. *Acta otolaryngologica*. 128 (1):66-72, 2008.
106. Young Y, Huang T, Cheng P. Assessing the stage of Meniere’s Disease using vestibular evoked myogenic potentials. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 129(8):815-818, 2003.

107. Sheykhholeslami K, Kermany MH, Kaga K. Frequency sensitivity range of the saccule to bone-conducted stimuli measured by vestibular evoked myogenic potentials. *Hearing Research*. 160(1-2): 58-62, 2001.
108. Vanspauwen R, Wuyts FL, 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*. 19(3,4):127-135, 2009.
109. Akin FW, Murnane OD. Vestibular evoked myogenic potentials: preliminary report. *Journal of the American Academy of Audiology*, 12(9): 445-452, 2001.
110. Wu HJ, Shiao AS, Yang YL, Lee GS. Comparison of short tone burst-evoked and click -evoked vestibular myogenic potentials in healthy individuals. *Journal of the Chinese Medical Association*, 70(4):159-163, 2007.
111. Özgür A, Çelebi Erdivanlı Ö, Özergin Coşkun Z, Terzi S, Yiğit E, Demirci M, Dursun E. Comparison of tone burst, click and chirp stimulation in vestibular evoked myogenic potential testing in healthy people. *J Int Adv Otol*. 11 (1): 33-5, 2015.
112. Bath AP, Harris N, Yardley MP. The vestibulo-collic reflex. *Clin Otolaryngol Allied Sci*. 23(5):462–6, 1998.
113. Lim CL, Clouston P, Sheean G, Yiannikas C. The influence of voluntary EMG activity and click intensity on the vestibular click evoked myogenic potential. *Muscle Nerve*. 18(10):1210–3, 1995.
114. Sert K. Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyellerde normatif veriler ve test retest değişkenliği. *Uzmanlık Tezi. Celal Bayar Üniversitesi. Manisa*. 2015.
115. Rosengren SM, Govender S, Colebatch JG. Ocular and cervical vestibular evoked myogenic potentials produced by air- and bone-conducted stimuli: comparative properties and effects of age. *Clin. Neurophysiol*. 122 (11): 2282–2289, 2011.
116. Dennis DL, Govender S, Colebatch JG. Properties of cervical and ocular vestibular evoked myogenic potentials (cVEMPs and oVEMPs) evoked by 500 Hz and 100 Hz bone vibration at the mastoid. *Clinical Neurophysiology*, 127(1): 848-857, 2016.

117. Handzel O, Himmelfarb M. The occlusion effect in bone conducted cVEMP. *Journal of Vestibular Research*, 28(3-4):305-309, 2018.
118. Govender S, Rosengren SM, Dennis DL, Lim LJ, Colebatch JG. Contrasting phase effects on vestibular evoked myogenic potentials (VEMPs) produced by air-and bone-conducted stimuli. *Experimental brain research*, 234(1): 141-149, 2016.
119. McNerney KM, Burkard RF. The vestibular evoked myogenic potential (VEMP): air-versus bone-conducted stimuli. *Ear and hearing*, 32(6): e6-e15, 2011.
120. Wang SJ, Weng WJ, Jaw FS, Young YH. Ocular and cervical vestibular-evoked myogenic potentials: a study to determine whether air-or bone-conducted stimuli are optimal. *Ear and hearing*, 31(2): 283-288, 2010.

## 9. EKLER

### EK 1

#### BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

**Araştırmanın Adı:** Normal Bireylerde Hava ve Kemik Yolu Servikal Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyellerin Tanımlayıcı Değerleri ve Oklüzyon Etkisinin İncelenmesi  
**Sorumlu Araştırmacının Adı:** Betül TAŞCI

"Normal Bireylerde Hava ve Kemik Yolu Servikal Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyellerin Tanımlayıcı Değerleri ve Oklüzyon Etkisinin İncelenmesi" isimli bir çalışmada yer almak üzere davet edilmiş bulunmaktasınız. Bu çalışmaya davet edilmenizin nedeni bir denge testi olan C-VEMP testinin tanımlayıcı değerlerinin oluşturulması ve oklüzyon (tıkanma) etkisinin bu test üzerine etkisinin araştırılmasıdır. Bu çalışma, araştırma amaçlı olarak yapılmaktadır ve katılım gönüllülük esasına dayalıdır. Bu çalışma kapsamında sizlere VEMP testleri uygulanacaktır. Testler toplamda ortalama 1 saat sürecektir. Çalışmaya katılma konusunda karar vermeden önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Çalışma hakkında tam olarak bilgi sahibi olduktan sonra ve sorularınız cevaplandıktan sonra eğer katılmak isterseniz sizden bu formu imzalamamız istenecektir. Bu araştırma İstanbul Medipol Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Odyoloji Anabilim Dalı, Odyoloji Bölüm Başkanı Prof. Dr. M. Bülent ŞERBETÇİOĞLU yürütücülüğünde Yüksek Lisans öğrencisi Betül TAŞCI tarafından gerçekleştirilecektir.

#### Çalışmanın amacı nedir; benden başka kaç kişi bu çalışmaya katılacak?

- Bu çalışmanın amacı işitme kaybı ve baş dönmesi öyküsü olmayan sağlıklı bireylerde, kemik yolu ve hava yolu uyarımı sonucu oluşan C-VEMP yanıtlarının tanımlayıcı değerlerini elde etmek, oklüzyon (tıkanma) etkisinin bu test üzerine etkisinin araştırmak ve gelecek çalışmalara temel oluşturmaktır.
- Çalışmaya 60 gönüllü alınması planlanmaktadır.

#### Bu çalışmaya katılmam mıyım?

Bu çalışmada yer alıp almamak tamamen size bağlıdır. Şu anda bu formu imzalarsanız bile istediğimiz herhangi bir zamanda bir neden göstermeksizin çalışmayı bırakmakta özgürsünüz. Aynı şekilde çalışmayı yürüten araştırmacı çalışmaya devam etmenizin sizin için uygun olmayacağına karar verebilir ve sizi çalışma dışı bırakabilir.

#### Bu çalışmaya katılırsam beni ne bekliyor?

- Bu çalışma kapsamında sizlere VEMP testleri uygulanacaktır. Testler toplamda ortalama 1 saat sürecektir.

#### Bu çalışmaya katılmamın maliyeti nedir?

Çalışmaya katılmakla parasal yük altına girmeyeceksiniz ve size de herhangi bir ödeme yapılmayacaktır.

#### Kişisel bilgilerim nasıl kullanılacak?

Çalışmada kişisel bilgileriniz, araştırmayı ve istatistiksel analizleri yürütmek için kullanılacaktır ancak kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır. Yalnızca gereği halinde, sizinle ilgili bilgileri etik kurullar ya da resmi makamlar inceleyebilir. Çalışmanın sonunda, kendi sonuçlarımızla ilgili bilgi isteme hakkınız vardır. Çalışma sonuçları çalışma bitiminde literatürde yayınlanabilecektir ancak kimliğiniz kesinlikle açıklanmayacaktır.

#### Daha fazla bilgi için kime başvurabilirim?

Çalışma ile ilgili ek bilgiye gereksiniminiz olduğumuzda aşağıdaki kişi ile lütfen iletişime geçiniz.

ADI : Betül TAŞCI  
TELEFON : 0542 478 39 42

**(Hastanın Beyanı)**

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji Tezli Yüksek Lisans Öğrencisi Betül TAŞCI tarafından bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı ve ilgili metni okudum. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya "katılımcı" olarak davet edildim.

Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Araştırmanın yürütülmesi sırasında herhangi bir neden göstermeden araştırmadan çekilebilirim.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

Araştırmadan elde edilen benimle ilgili kişisel bilgilerin gizliliğinin korunacağını biliyorum.

Araştırma sırasında kendi haklarım ile ilgili yada araştırma ile ilgili daha fazla bilgi temin etmek için ayrıca bu araştırma nedeniyle bir sağlık sorunu yaşarsam herhangi bir saatte Ody. Betül TAŞCI' yı 0542 478 39 42 numarasından veya Prof. Dr. Mustafa Bülent Şerbetçioğlu'nu 0532 401 51 59 numarasından arayabileceğimi biliyorum.

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 biliyorum.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Bu koşullarla söz konusu araştırmaya kendi rızamla, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın, gönüllülük içerisinde katılmayı kabul ediyorum.

İmzalı bu form kâğıdının bir kopyası bana verilecektir.

**Katılımcı**

Adı, soyadı:

Tel:

İmza:

Tarih:

**Katılımcı ile görüşen araştırmacı**

Adı soyadı: Ody. Betül TAŞCI

Tel: 0542 478 39 42

İmza:

Tarih:

## 10. ETİK KURUL ONAYI



T.C.  
**İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ**  
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı

E-İmzalıdır

Sayı : 10840098-604.01.01-E.14352  
Konu : Etik Kurulu Kararı

21/04/2020

### Sayın Betül TAŞCI

Üniversitemizin Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 09/10/2019 tarihli 741 karar no ile onay verilen, ardından 23/10/2019 tarihinde isim değişikliği yapılan "Normal Bireylerde Hava ve Kemik Yolu Servikal ve Oküler Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyellerin Değişkenlik ve Tanımlayıcı Değerleri" isimli çalışmamızın başlığını "Normal Bireylerde Hava ve Kemik Yolu Servikal Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyellerin Tanımlayıcı Değerleri ve Oklüzyon Etkisinin İncelenmesi" olarak değiştirilmesi, Materyal-Metot kısmına oklüzyon etkisinin, servikal vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyellere (VEMP) etkisinin araştırılmasının eklenmesi, çalışmadan "Oküler" uygulamasının kaldırılması ve çalışmaya dahil edilen yaş aralığının "20-50 yaş arasında toplam 60" kişi olacak şekilde değiştirilmesi, Ekte sunulan Veri Kayıt Formu ve Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formunun güncel hali uygun bulunmuş olup kayıt altına alınmıştır.

Bilgilerinize rica ederim.

Prof. Dr. Hanefi ÖZBEK  
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar  
Etik Kurulu Başkanı

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof. Dr. Hanefi ÖZBEK tarafından 21.04.2020 tarihinde e-İmzalanmıştır.  
Evrakınuz <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden F2D8753E\5 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

İstanbul Medipol Üniversitesi

Kavacak Mah. Ekinçiler Cad. No.19 Kavacak Kavşağı - Beykoz  
34810 İstanbul

Tel: 444 85 44

İnternet: [www.medipol.edu.tr](http://www.medipol.edu.tr)

Ayrıntılı Bilgi İçin : [bilgi@medipol.edu.tr](mailto:bilgi@medipol.edu.tr)



T.C.  
**İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ**  
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı

E-İmzalıdır

Sayı : 10840098-604.01.01-E.58287  
Konu : Etik Kurulu Kararı

23/10/2019

**Sayın Betül TAŞCI**

Üniversitemizin Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 09/10/2019 tarihli 741 karar no ile onay verilen "Hava ve Kemik Yolu ile Elde Edilen Servikal ve Oküler Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyel (VEMP) Yanıtlarının Normalizasyon Değerleri" başlıklı araştırma başvurumuzun adının "Normal Bireylerde Hava ve Kemik Yolu Servikal ve Oküler Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyellerin Değişkenlik ve Tanımlayıcı Değerleri" olarak değiştirilmesi isteğiniz uygun bulunmuş olup kayıt altına alınmıştır.

Bilgilerinize rica ederim.

Prof. Dr. Hanefi ÖZBEK  
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar  
Etik Kurulu Başkanı

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof. Dr. Hanefi ÖZBEK tarafından 23.10.2019 tarihinde e-İmzalanmıştır.  
Evrakın <https://ebyy.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden 01E61A35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

**İstanbul Medipol Üniversitesi**

Kavacak Mah. Ekinçiler Cad. No.19 Kavacak Kavşağı - Beykoz  
34810 İstanbul

Tel: 444 85 44

İnternet: [www.medipol.edu.tr](http://www.medipol.edu.tr)  
Ayrıntılı Bilgi İçin : [bilgi@medipol.edu.tr](mailto:bilgi@medipol.edu.tr)





T.C.  
**İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ**  
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı

E-İmzalıdır

Sayı : 10840098-604.01.01-E.55988  
Konu : Etik Kurulu Kararı

10/10/2019

**Sayın Betül TAŞCI**

Üniversitemiz Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kuruluna yapmış olduğunuz "Hava ve Kemik Yolu ile Elde Edilen Servikal ve Oküler Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyel (VEMP) Yanıtlarının Normalizasyon Değerleri" isimli başvurunuz incelenmiş olup etik kurulu kararı ekte sunulmuştur.

Bilgilerinize rica ederim.

**Prof. Dr. Hanefi ÖZBEK**  
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar  
Etik Kurulu Başkanı

Ek:  
-Karar Formu (2 sayfa)

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof. Dr. Hanefi ÖZBEK tarafından 10.10.2019 tarihinde e-İmzalanmıştır.  
Evrakınız <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden 63D30092N6 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ  
GİRİŞİMSİZ OLMA YAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR  
ETİK KURULU KARAR FORMU

<b>BAŞVURU BİLGİLERİ</b>	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Hava ve Kemik Yolu ile Elde Edilen Servikal ve Oküler Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyel (VEMP) Yanıtlarının Normalizasyon Değerleri			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Betül TAŞCI			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Odyolog & Klinik Odyoloji Tezli Yüksek Lisans Öğrencisi			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	İstanbul			
	DESTEKLEYİCİ	-			
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ <input checked="" type="checkbox"/>	ÇOK MERKEZLİ <input type="checkbox"/>	ULUSAL <input checked="" type="checkbox"/>	ULUSLARARASI <input type="checkbox"/>

**İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ**  
**GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR**  
**ETİK KURULU KARAR FORMU**

Değerlendirilen Belgeler	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dil		
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ PLANI			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU			Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
Karar Bilgileri	Karar No: 741		Tarih: 09/10/2019			
	Yukarıda bilgileri verilen Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın gerekece, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve araştırmanın etik ve bilimsel yönden uygun olduğuna "oybirliği" ile karar verilmiştir.					

<b>İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU</b>	
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI	Prof. Dr. Hanefi ÖZBEK

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile ilgili		Katılım *		İmza
Prof. Dr. Şeref DEMIRAYAK	Eczacılık	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Hanefi ÖZBEK	Farmakoloji	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	0
Prof. Dr. Mete ÜNGÖR	Endodonti	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	1/1/2
Doç. Dr. İlknur KESKİN	Histoloji ve Embriyoloji	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	H. S. S.
Dr. Öğr. Üyesi Sibel DOĞAN	Psiko-onkoloji	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Hikmet UÇIŞIK	Biyoteknoloji	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Devrim TARAKCI	Fizyoterapi ve Rehabilitasyon	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	

\* :Toplamda Bulunma