



T.C.
İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**NORMAL BİREYLERDE MASSETER VEMP
YANITLARININ NORMALİZASYONU VE SERVİKAL VEMP
YANITLARIYLA KARŞILAŞTIRILMASI**

EZGİ KILINÇ

ODYOLOJİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Prof. Dr. M. BÜLENT ŞERBETÇİOĞLU

İSTANBUL – 2021

TEZ ONAY FORMU

Kurum : İstanbul Medipol Üniversitesi
Programın Seviyesi : Yüksek Lisans (X) Doktora ()
Anabilim Dalı : Odyoloji
Tez Sahibi : Ezgi KILINÇ
Tez Başlığı : Normal Bireylerde Masseter VEMP Yanıtlarının Normalizasyonu
ve Servikal VEMP Yanıtlarıyla Karşılaştırılması
Sınav Yeri : İstanbul Medipol Üniversitesi Güney Yerleşkesi
Sınav Tarihi : 29.11.2021

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

Danışman

Kurumu

İmza

Prof.Dr. Mustafa B.ŞERBETÇİOĞLU İstanbul Medipol Üniversitesi

Sınav Jüri Üyeleri

Dr.Öğr.Üyesi Oğuz YILMAZ

İstanbul Medipol Üniversitesi

Dr.Öğr.Üyesi Eyyup KARA

İstanbul 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.

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

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.

Ezgi KILINÇ

TEŞEKKÜR

Lisans ve daha sonrasında yüksek lisans eğitimim boyunca bilgisini ve tecrübesini paylaşan, sevgi ve saygısını hep hissettiren, bize farklı bakış açılarından bakmamızı sağlayan değerli tez danışmanım Sayın Prof. Dr. M. Bülent ŞERBETÇİOĞLU' na,

Her zaman bilgisini paylaşan, ufukumuzu genişleten ve bize yol gösteren değerli hocam Prof. Dr. Erol BELGİN' e,

Deneyimlerini, bilgisini ve enerjisini bizden hiç esirgemeyen araştırmacı ruhumuzu ortaya çıkarmaya çalışan saygıdeğer hocam Dr. Öğr. Üyesi Oğuz YILMAZ'a, sevgisini, muhteşem enerjisini ve her konuda desteğini hissettiğim değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Gül ÖLÇEK' e,

Eğitim hayatım ve tez sürecim boyunca fikirlerini, tecrübelerini bana aktaran ve güler yüzünü, desteğini benden hiç esirgemeyen çok sevgili Mine TUNA'ya, tez çalışmamda cihaz imkanını sağlayan ve cihaz hakkında her türlü bilgi ve yardımı paylaşan değerli ERİŞÇİ ailesine,

Eğitim ve sosyal hayatım boyunca beni hiç yalnız bırakmayan, tez çalışmamda bana hep destek ve yardım eden, beraber birçok işi başardığımız ve başarmaya devam edeceğimiz sevgi dolu, yardımsever, enerjime enerji katan canım arkadaşlarım ve meslektaşlarım Ody. Betül TAŞCI ve Ody. Ertuğrul GENÇTÜRK' e ,

Tez dönemim boyunca bana her konuda desteğini ve sevgisini hissettiren iş arkadaşlarıma, birbirimize karşı duyduğumuz sevgi ve paylaşımlarımızla kendimizi geliştirdiğimiz aynı zamanda iş arkadaşlarım olan meslektaşlarım Ody. Merve ÖZCAN ve Ody. Hilal AYDIN' a,

Tüm yaşamım boyunca beni her konuda destekleyen, karşılıksız seven ve sevmeyi öğreten, bu günlere gelmemde en büyük rolü olan canım aileme,

Tüm kalbimle derin saygı, sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY FORMU	i
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANI	ii
TEŞEKKÜR	iii
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
RESİMLER LİSTESİ.....	ix
TABLolar LİSTESİ.....	x
1. ÖZET.....	1
2. ABSTRACT	2
3. GİRİŞ VE AMAÇ	3
4. GENEL BİLGİLER.....	5
4.1. Vestibüler Sistem Anatomisi ve Fizyolojisi	5
4.2. Periferik Vestibüler Sistem.....	5
4.2.1. Tüylü hücreler.....	6
4.2.2. Semisirküler kanallar	7
4.2.3. Otolit organlar.....	8
4.2.4. Vestibüler sinir.....	9
4.3. Santral Vestibüler Sistem	9
4.3.1. Vestibüler çekirdekler.....	10
4.3.2. Serebellum	11
4.3.3. Kortikal Alanlar	11
4.4. Vestibüler Refleksler	12
4.4.1. Vestibülooküler refleks.....	12
4.4.2. Vestibülospinal refleks	12
4.4.3. Vestibülokolik refleks.....	13
4.5. Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (VEMP).....	13
4.5.1. Servikal vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (cVEMP).....	13
4.5.2. Oküler vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (oVEMP).....	14
4.6. Masseter Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (mVEMP)	15
4.6.1. Trigeminal sinir.....	16
4.6.2. Masseter kası.....	16

4.6.3. Vestibülomasseter refleksi (VMR)	16
5. MATERYAL VE METOT	19
5.1. Bireyler	19
5.2. Bireylerin Seçimi	19
5.3. Yöntem	20
5.4. İstatistiksel Analiz	22
6. BULGULAR	23
6.1. mVEMP Bulguları	23
6.1.1. mVEMP eşik ve ölçüm değerlerinin cinsiyet ve kulak tarafına göre karşılaştırması	23
6.2. cVEMP Bulguları	28
6.2.1. cVEMP eşik ve ölçüm değerlerinin cinsiyet ve kulak tarafına göre karşılaştırması	28
6.3. mVEMP ve cVEMP Bulgularının Karşılaştırılması	33
7. TARTIŞMA VE SONUÇ	37
8. SONUÇ	42
8.1. Araştırmanın Sınırlılıkları ve İleri Çalışma Önerileri	42
9. KAYNAKLAR	43
10. EKLER	52
11. ETİK KURUL ONAYI	54
12. ÖZGEÇMİŞ	57

KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

AO:	Aritmetik ortalama
BOS:	Beyin Omurilik Sıvısı
cVEMP:	Cervical Vestibular Evoked Myogenic Potential
dB:	Desibel
EMG:	Elektromiyografi
Hz:	Herz
k:	kilo
Mak:	Maksimum
Min:	Minimum
MLF:	Medial Longitudinal Fasciculus
ms:	milisaniye
mVEMP:	Masseter Vestibular Evoked Myogenic Potential
MVePC:	Medial Vestibular nucleus Parvocellular
N:	Veri Sayısı
N1/N15/N21/N23:	VEMP Negatif tepe
nHL:	normal Hearing Level
ort:	ortalama
oVEMP:	Ocular Vestibular Evoked Myogenic Potential
P1/P11/P13/P16:	VEMP Pozitif tepe

PH:	Prepositus Hipoglossi
REM:	Rapid Eye Movement
RMS:	Root Mean Square
SKM:	Sternokleidomastoid Kası
SPL:	Sound Pressure Level
SS:	Standart Sapma
VEMP:	Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller
VKR:	Vestibülokolik Refleks
VMR:	Vestibülo-masseter Refleks
VOR:	Vestibülo-Oküler Refleks
VSR:	Vestibülospinal Refleks
Ω:	Ohm
μV:	Mikrovolt
$^{\circ}$:	Derece

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 4.2.1.	Periferik vestibüler sistemin anatomisi.....	6
Şekil 4.2.3.1.	Otolit organların yerleşimi ve sıiaların hareket yönleri	8
Şekil 4.2.4.1.	Vestibüler sinirin dalları	9
Şekil 4.3.1.1.	Vestibüler çekirdekler.....	11
Şekil 4.5.1.1.	Çalışmaya katılan bir bireye ait 100 dB nHL’de cVEMP yanıtı.....	14
Şekil 4.6.3.1.	Bilateral multisinaptik vestibülo trigeminal yolak	17
Şekil 4.6.3.2.	Monosinaptik vestibülo trigeminal yolak.....	18
Şekil 6.3.1.	19 numaralı kadın bireyden elde edilen mVEMP ve cVEMP yanıtları.....	36

RESİMLER LİSTESİ

Resim 5.3.1. Hava yolu cVEMP ölçümü.....21

Resim 5.3.2. Hava yolu mVEMP ölçümü.....22



TABLolar LİSTESİ

Tablo 5.3.1. Yapılan ölçüm protokolleri.....	21
Tablo 6.1.1.1. mVEMP eşik değerlerinin cinsiyet ve kulak tarafına göre karşılaştırması.....	23
Tablo 6.1.1.2. mVEMP ölçüm parametrelerinin cinsiyete göre karşılaştırılması.....	24
Tablo 6.1.1.3. mVEMP ölçüm parametrelerinin kulak tarafına göre karşılaştırılması.....	26
Tablo 6.1.1.4. mVEMP ölçümlerinin tanımlayıcı istatistiksel verileri.....	27
Tablo 6.2.1.1. cVEMP eşik değerlerinin cinsiyet ve kulak tarafına göre karşılaştırması.....	28
Tablo 6.2.1.2. cVEMP ölçüm parametrelerinin cinsiyete göre karşılaştırılması.....	29
Tablo 6.2.1.3. cVEMP ölçüm parametrelerinin kulak tarafına göre karşılaştırılması.....	31
Tablo 6.2.1.4. cVEMP ölçümlerinin tanımlayıcı istatistiksel verileri.....	32
Tablo 6.3.1. mVEMP ve cVEMP eşik değerlerinin karşılaştırılması.....	33
Tablo 6.3.2. mVEMP ve cVEMP ölçüm parametrelerinin karşılaştırılması.....	34

1. ÖZET

NORMAL BİREYLERDE MASSETER VEMP YANITLARININ NORMALİZASYONU VE SERVİKAL VEMP YANITLARIYLA KARŞILAŞTIRILMASI

Bu çalışma hava yolu 500 Hz tone burst uyarılarla uyandırma sonucu mVEMP yanıtlarının normatif değerlerini oluşturmak ve yanıtların cVEMP test yanıtlarıyla karşılaştırılmak amacıyla yapıldı. Çalışma İstanbul Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Laboratuvarlarında 10 kadın ve 10 erkek olmak üzere toplam 20 birey (n=40 kulak) üzerinde yapıldı. Çalışmaya gönüllü katılan bireylere ilk önce mVEMP daha sonra cVEMP testi uygulandı. mVEMP yanıtları için ortalama P1 latansı 15,90±1,68 ms, N1 latansı 25,86±1,48 ms, interpeak latansı 9,96±1,50 ms, P1N1 amplitüdü 97,89±37,34 µV ve sağ-sol VEMP asimetri oranı 0,13±0,07 olarak bulundu. mVEMP eşik için normatif veri 84 dB nHL olarak bulundu. mVEMP ölçüm parametrelerinde cinsiyet farklılığına göre 90 dB nHL hariç tüm uyaran şiddetlerinde kadınların P1 latansı, erkeklerin P1 latansından daha kısa bulunmuştur. N1 latans değerleri ise 90 dB nHL, 80 dB nHL ve 75 dB nHL hariç tüm uyaran şiddetlerinde kadınların N1 latansları, erkeklerin N1 latans değerlerinden daha kısa bulundu. Kulak tarafına göre ise 100 dB nHL, 95 dB nHL, 90 dB nHL ve 80 dB nHL şiddetlerinde N1 latanslarında, sol kulak latansları sağ kulak latanslarına göre daha büyük bulundu. mVEMP ve cVEMP eşik değerleri ortalamalarına ve ölçüm parametrelerine bakıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı (p>0,05). Sonuç olarak, mVEMP yanıtlarının normatif verilerinin elde edilmesi vestibüler ve trigeminal yolun değerlendirilmesinde, çeşitli periferik ve santral vestibüler bozuklukları olan hastaların değerlendirilmesinde tanıya yardımcı bir test olarak kullanılabilmesi düşünüldü.

Anahtar kelimeler: Hava yolu cVEMP, Hava yolu mVEMP, Periferik vestibüler bozukluk, Santral vestibüler bozukluk, Trigeminal yol

2. ABSTRACT

NORMALIZATION OF MASSETER VEMP AND COMPARISON WITH CERVICAL VEMP IN NORMAL INDIVIDUALS

This study was conducted to establish the normative values of mVEMP as a result of stimulation of the air conducted with 500 Hz tone burst stimulus and to compare the responses with the cVEMP test. The study was carried out on 20 individuals (n=40 ears), 10 female and 10 male, in the Audiology Laboratories of the Faculty of Health Sciences of Istanbul Medipol University. First mVEMP and then cVEMP test were applied to the individuals who voluntarily participated in the study. Latency values of the air conducted mVEMP were $15,90\pm 1,68$ ms for P1 and $25,86\pm 1,48$ ms for N1 and $9,96\pm 1,50$ ms for interpeak latencies. P1N1 amplitude value was $97,89\pm 37,34$ μ V. VEMP asymmetry ratio (VAR) was $0,13\pm 0,07$. The normative data for the mVEMP threshold was found 84 dB nHL. According to gender difference in mVEMP measurement parameters, P1 latency of women was found shorter than P1 latency of men at all stimulus intensities except 90 dB nHL. N1 latency values were found shorter than the N1 latency values of women at all stimulus intensities except 90 dB nHL, 80 dB nHL and 75 dB nHL. According to the ear side, in the 100 dB nHL, 95 dB nHL, 90 dB nHL and 80 dB nHL intensities, N1 latencies were found greater in the left ear latencies than in the right ear latencies. When the mean and measurement parameters of mVEMP and cVEMP threshold values were examined, no statistically significant difference was found ($p>0.05$). In conclusion, it was thought that obtaining normative data of mVEMP could be used as an auxiliary test in the evaluation of the vestibular and trigeminal pathway, and in the evaluation of patients with various peripheral and central vestibular disorders.

Key words: Air conducted cVEMP, Air conducted mVEMP, Central vestibular disorder, Peripheral vestibular disorder, Trigeminal pathway

3. GİRİŞ VE AMAÇ

Vestibüler sistem; görsel sistem, proprioseptif sistem, vücut kas sistemi ve baş hareketleri ile vücudun dengesinin korunmasında rol alır. Vestibüler sistem, periferik ve santral vestibüler sistem olmak üzere iki bölümden oluşur. Periferik vestibüler sistemde başın açılma hareketlerine duyarlı üç tane semisirküler yarım daire kanalı ve başın lineer hareketlerine karşı duyarlı iki otolit organ (utrakül ve sakkül) bulunmaktadır (1).

Denge fonksiyonlarını değerlendiren birçok test vardır. Bu testlerden biri olan Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (VEMP), periferik vestibüler organların uyarılması sonucu kaslarda sonlanan refleks arkının ölçüldüğü bir elektrofizyolojik test yöntemidir. Vestibüler sistemin bütünlüğünün değerlendirilmesi için kullanılan bu test yöntemi, refleks arkı yanıtının ölçüldüğü kasa göre adlandırılır (2-3). Sternokleidomastoid (SKM) kasından elde edilen cevaplar Servikal Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (cVEMP) cevabı, alt oblik kaslardan elde edilen cevaplar ise Oküler Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (oVEMP) cevabı olarak alınır. VEMP yanıtlarının elde edilebildiği kaslar sadece SKM kası ve oblik kaslarla sınırlı değildir. Uzun zamandır yapılan birçok çalışmada, postaurikular, frontalis, orbicular oris, orbicular oculi, mylohyoideus, temporalis ve masseter kası gibi kaslardan da refleks yanıtlarının elde edilebildiği gösterilmiştir. Elde edilen bu yanıtların vestibüler orijinli olduğu bilinmektedir (4).

Ses uyararı verilerek masseter kasın üzerine yerleştirilen elektrot yardımıyla Vestibülomasseterik refleks arkı cevapları elde edilebilmektedir. Bu cevaplar vestibüler kompleks ile trigeminal sinir çekirdekleri arasındaki yolakla ilişkilidir (5). Trigeminal motor nöronların inervasyonunda vestibüler, işitsel, görsel ve somatosensör girdilerin de etkisi vardır (6). Literatürde yapılan çalışmalar, hayvanlarda ve insanlarda trigeminal motonöron inervasyonunun masseter kasından vestibüler girdilerle olduğunu göstermektedir. Buna bağlı olarak masseter kası üzerinden vestibüler miyojenik cevapların elde edilebildiği gösterilmiştir (7).

Literatürde cVEMP, oVEMP ve mVEMP'in birlikte kullanılmasının beyinsapı fizyolojisinin değerlendirilmesinde yararlı olacağı düşünülmektedir. mVEMP testi, Multipl skleroz, Parkinson ve idiyopatik REM-Uyku Davranışı Bozukluğu olan

hastalarda beyinsapı disfonksiyonlarını değerlendirmesinin yanında klinik ve radyolojik grntlemlere ek tanıda yardımcı olmada, periferik vestibüler bozukluğu olan hastalarda tanı koymada cVEMP, oVEMP testleriyle uyumlu çıkmıştır (5,9,10).

Boynunu tutamayan, boyun bölgesinden cerrahi operasyon geçirmiş olan, konjenital SKM anomalisi olan ve göz kaslarında anomalisi olan hastalarda cVEMP ve oVEMP testleri uygulanamayacağından dolayı, mVEMP'in alternatif bir test yöntemi olabileceği düşünülmektedir. Bundan dolayı mVEMP yanıtlarının normatif verilerinin elde edilmesi önem taşıtmaktadır. Günümüzde sıklıkla tercih edilen cVEMP ile karşılaştırılmasının ayrıca önem taşıdığı düşünülmektedir. Literatürde mVEMP testinin normalizasyon çalışması yapılmıştır (11). Fakat lkemizde mVEMP testinin normatif verileri bulunmamaktadır.

Bu çalışmanın amacı işitme kaybı ve baş dönmesi öyküsü olmayan sağlıklı bireylerde mVEMP testinin normatif verilerinin elde edilmesini sağlamak ve cVEMP testi ile yanıtların karşılaştırmasını yapmaktır.

4. GENEL BİLGİLER

Denge sisteminin işlevleri, baş hareketleri sırasında görme alanını sabit tutmak ve yerçekimi alanında kas tonusunu kontrol ederek postürün korunmasını sağlamaktır. Bu işlevleri gerçekleştirmeye yardımcı 3 sistem vardır. Bunlar; vizüel sistem, proprioseptif sistem ve vestibüler sistemdir (12,13,14).

4.1. Vestibüler Sistem Anatomisi ve Fizyolojisi

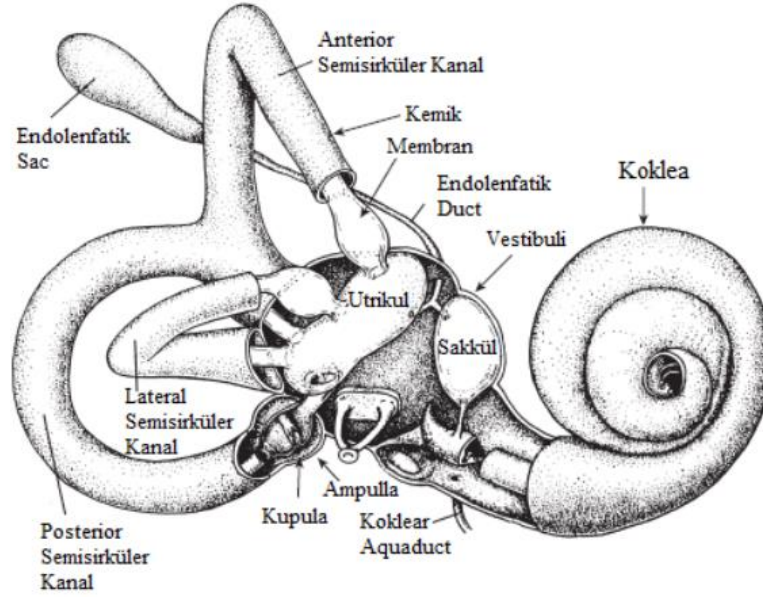
Vestibüler sistem, başın açısal ve doğrusal ivmelenme hareketlerini algılayan sensör hücrelere sahip olup, dengenin korunmasını sağlayan refleklere yardımcı olan özel bir bölümdür (15,16). Vestibüler sistem; periferik vestibüler sistem, vestibüler sinir ve vestibüler çekirdekler olmak üzere üç kısımdan oluşmaktadır. Periferik vestibüler kısımda bulunan beş farklı uç organdan gelen girdiler vestibüler sinir aracılığı ile santral sinir sisteminde işlenir ve vestibüler refleksler yolu ile dengenin sağlanması için gerekli motor yanıtlar oluşturulur (17,18,19).

4.2. Periferik Vestibüler Sistem

Periferik vestibüler sistem, temporal kemiğin petröz parçasındaki iç kulak içerisinde bulunan kemik ve zar labirentten meydana gelmektedir (20). Periferik vestibüler sistemde açısal ve doğrusal ivmelenme hareketlerini algılayan reseptörler kemik labirentin içinde bulunan zar labirentte bulunmaktadır. Zar labirentte vestibüler uç organlar olan yer almaktadır. Kemik labirent semisirküller kanallar, koklea ve vestibül olmak üzere üç bölümden oluşur (21).

Kemik labirent ile zar labirent arasında sodyum iyon içeriği zengin, potasyum iyon içeriği düşük ve yapısal olarak beyin omurilik sıvısına (BOS) benzeyen perilenf adı verilen bir sıvı bulunur. Zar labirentin içinde ise potasyum iyon içeriği zengin ve hücre içi sıvısına benzeyen endolenf sıvısı bulunur. Endolenf sıvısı koklear kanalın duvarındaki stria vaskülaristeki salgısal hücrelerden üretilir ve endolenfatik kese tarafından emilir (22).

Perilenf ve endolenf sıvılarının yapılarındaki farklılıklar, sıvıların miktarlarında veya iyonik dengelerinde oluşacak değişiklikler periferik vestibüler sistem için önemlidir. Bu değişimler vestibüler bozukluklara yol açabilir (22).



Şekil 4.2.1. Periferik vestibüler sistemin anatomisi (23)

4.2.1. Tüylü hücreler

Vestibüler duyunun algılandığı vestibüler reseptör hücreler, zar labirent içinde endolenfatik bölgede yerleşmiştir. Bu reseptör hücreler kokleada bulunan reseptör hücreler gibi tüylü hücrelerdir (24). Her bir ampullada ve otolit organların makulasında bulunan tüy hücreleri, baş hareketleri ve yerçekimindeki değişimlerle uyarılır ve nöral ateşleme oluştururlar (25).

Periferik vestibüler sistemde bulunan krista ve makulada tip I ve tip II olmak üzere iki tip tüy hücresi vardır. Tip I hücreleri kadeh şeklinde olup bir veya iki büyük çaplı afferent nöronla sonlanır. Tip II hücreleri ise silindir şeklindedir ve hem afferent hem efferent nöronlarla bağlantı içerisindedir. Tip I tüy hücrelerinin sinir lifleri kalındır ve daha duyarlı oldukları için en hafif uyarıyı alırlar. Tip II hücreleri ise kuvvetli uyarılara cevap verir (23,29).

Her bir tüylü hücrede, 20-200 tane stereosilyum adı verilen küçük tüy hücreleri ve 1 tane büyük tüy hücresi olan kinosilyum bulunur (26). Kinosilyum hücrenin en kenarında, stereosilyumlarda kinosilyumun yanından itibaren uzundan kısaya doğru sıralanırlar. Kinosilyum ve stereosilyumların üst kısmında, birlikte hareket etmelerini sağlayan ve tüy hücrelerini birbirine bağlayan ipliksi bağlantılar vardır (27,28).

Stereosilyalar hep birlikte hareket ederler ve hareket yönleri kinosilyuma doğru yada tersi yönünde kinosilyumdan uzaklaşırlar. Stereosilyaların kinosilyuma doğru

hareket etmeleri sonucunda stereosilyumların hücre gövdeleri yukarı doğru çekilir, hücre zarındaki iyon kanalları uyarılır ve hücre zarı depolarize olur. Stereosilyumların tersi yönde kinostilyumdan uzaklaşmasıyla tüy hücreleri arasındaki iplikçi bağlar gevşer, iyon kanalları kapanır ve hücre zarı hiperpolarize olur (24).

4.2.2. Semisirküler kanallar

Semisirküler kanallarda bulunan reseptör hücreler baş ve gövdenin açışal (rotasyonel) ivmelenme hareketlerine karşı duyarlıdır (22,30). Her iki iç kulakta, anterior (süperior), lateral (horizontal) ve posterior (inferior) olarak adlandırılan 3 adet semisirküler kanal bulunmaktadır (31). Her bir semisirküler kanal belirli düzlemdeki hareketlere karşı duyarlıdır ve birbirlerine 90° dik açı yapacak şekilde konumlanmıştır (15).

Herhangi bir kulakta bulunan semisirküler kanalın diğer kulakta simetrik bir kanalı bulunur. Bir kulağın anterior kanalı ile diğer kulağın posterior kanalı vertikal düzlemde 45° açı yapacak şekilde konumlanırken, her iki kulağın lateral kanalı ise horizontal düzleme 30° açı ile konumlanır. Baş hareket halinde olduğunda bir taraftaki semisirküler kanal uyarılırken diğer taraftaki semisirküler kanal inhibe olur (18,32).

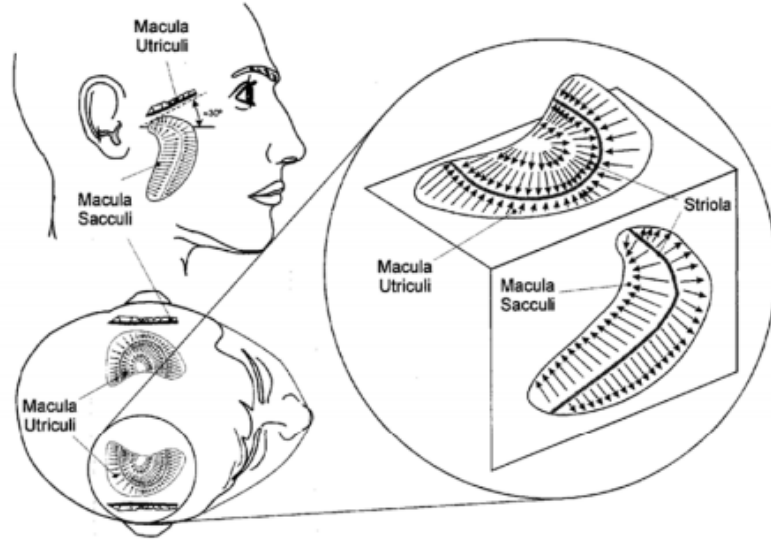
Semisirküler kanalların uç kısımları utrikula açılır ve her kanalın sonunda ampulla genişlemeleri bulunur. Ampullada duyu hücreleri içeren krista ampullaris, kupula, destek hücreleri, bağ dokusu, kan damarları ve sinirler bulunur (33,34). Krista ampullaris boyunca dizilmiş tüy hücreleri hareketleri algılar. Bu tüyler, krista ampullarisin tepesinde yer alan jelatinöz yapıli kupula içerisine doğru çıkıntı yaparlar (35).

Kupulada bulunan maddenin yoğunluğu endolenfle aynıdır ve endolenfin hareketlenmesiyle birlikte maddede hareket eder. Baş bir yöne hareket ettiğinde eylemsizlik momentinden dolayı endolenf tersi yönde harekete başlar (36). Endolenfin bu hareketi sonucunda kupulada gömülü olan tüy hücreleri eğilir ve tüy hücrelerinin hareket yönüne göre semisirküler kanalda eksitatör veya inhibitör uyarı oluşur. Kupulanın etkisi ile stereosilyumların kinostilyumlara doğru yönelmesi sonucu hücre depolarize olur ve uyarım artışı olur. Aynı şekilde kupulanın ve stereosilyumların, kinostilyumlardan tersi yöne doğru eğilmesiyle hiperpolarizasyon olur ve böylelikle uyarımda azalma olur (24,33).

4.2.3. Otolit organlar

Vestibüler labirentin içinde utrikül ve sakkül adı verilen, doğrusal ivmelenmeyi, yerçekimi etkisini ve baş eğme hareketlerini algılayan iki otolit organ bulunur (30,37). Utrikül, hafifçe düz ve oval bir keseciktir. Sakkülde oval biçimdedir ancak utrikülden daha küçüktür. Sakkül, duktus reuniens ile duktus koklearise bağlanır. Sakkül ile utrikül ise utrikülün ön duvarından çıkan utrikülosakküler duktus olarak adlandırılan bir tüp ile bağlantı kurar. Aynı zamanda bu tüp utrikül ile endolenfatik duktusun irtibatında sağlar (33,38).

Her bir otolit organda makula denilen doğrusal hareketlere duyarlı duyuşal nöroepitel bulunur. Utrikülün makulası yatay düzlemde, sakkülün makulası ise düşey düzlemde yer alır ve iki makulada birbirlerine dik konumda bulunur (22,40). Böylelikle utrikül horizontal düzlemdeki hareketleri algıırken, sakkül ise dikey düzlemdeki hareketleri algılar (30).



Şekil 4.2.3.1. Otolit organların yerleşimi ve siaların hareket yönleri (41)

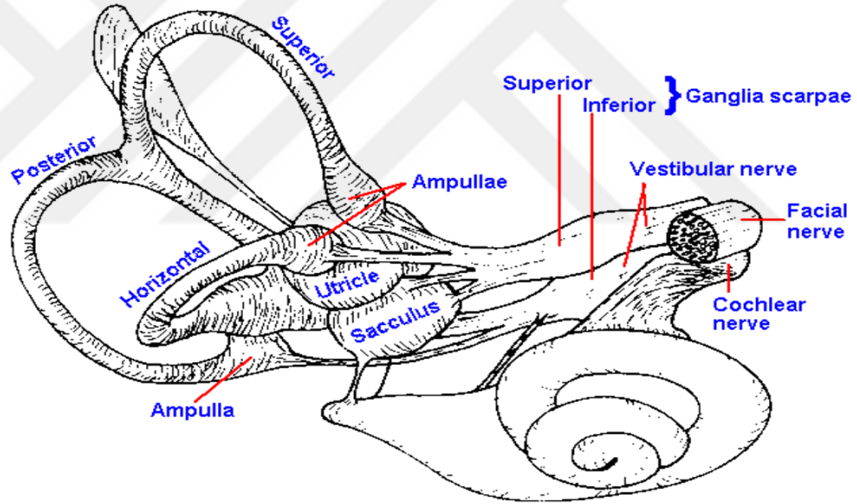
Makulada, reseptör hücreler (steriosilyum ve kinosilyum), bu reseptör hücreleri saran bir jelatinöz tabaka (otolit membran) ve bu tabakanın üzerine gömülü küçük kalsiyum karbonat kristallerinden oluşan çokça otolit veya otokonyalar bulunmaktadır (26,30,43). Otokonyaların özgül ağırlığı endolenfin ağırlığından 2-3 kat daha fazla olduğu için otolit membrana gömülü halde bulunurlar ve böylelikle yerçekimine duyarlı hale gelirler (26,32). Her makulanın tam ortasında striola denilen bir hat geçmektedir. Striolanın ayırdığı bölümlerdeki hücrelerin kinosilyumları farklı yönlere

bakar. Utrikülün makulasında bulunan kinosilyumlar striolaya doğru yani daha yakınken, sakkülün makulasında bulunan kinosilyumlar strioladan uzağa doğru konumlanır (15,18,32,39).

4.2.4. Vestibüler sinir

Vestibüler sinir, VIII. kranial sinir olan vestibulokoklearisin posterior bölümünde bulunan denge ile ilgili olan koludur. Vestibüler siniri oluşturan nöronlar krista ampullaristen ve makuladan çıkan yaklaşık 20.000 sinir lifinden oluşan scarpa gangliyondan köken alan afferentlerdir (30).

Vestibüler gangliyonun superior dalından gelen periferik fibriller anterior ve horizontal semisirküler kanal ve utrikülden köken alır, inferior dalı ise posterior semisirküler kanal ve sakkülden köken alır (42). Superior ve inferior dallarından gelen sinir lifleri birleşerek vestibüler siniri oluşturur. Vestibüler sinir, VII. kranial sinir olan fasiyal sinir ve koklear sinir birleşerek internal kanala girerler (35).



Şekil 4.2.4.1. Vestibüler sinirin dalları (44)

4.3. Santral Vestibüler Sistem

Vestibüler sinir aracılığıyla taşınan girdiler santral sistemde vestibüler çekirdek ve serebellum olmak üzere iki bölgeye ulaşır (18). Bu girdiler ilk olarak vestibüler çekirdeklerde değerlendirilir. Vestibüler çekirdeğe gelen afferent bilgiler ile motor çıkış nöronları arasında bağlantı kurulur ve motor yanıtlar oluşturulur. Serebelluma gelen girdiler ise vestibülospinal ve retikülospinal yollarla medulla spinalise iletilir. Bu girdiler sonucunda serebellum, vestibüler performansı kontrol eder, dengenin düzeltilmesini ve korunmasını sağlar (39,45).

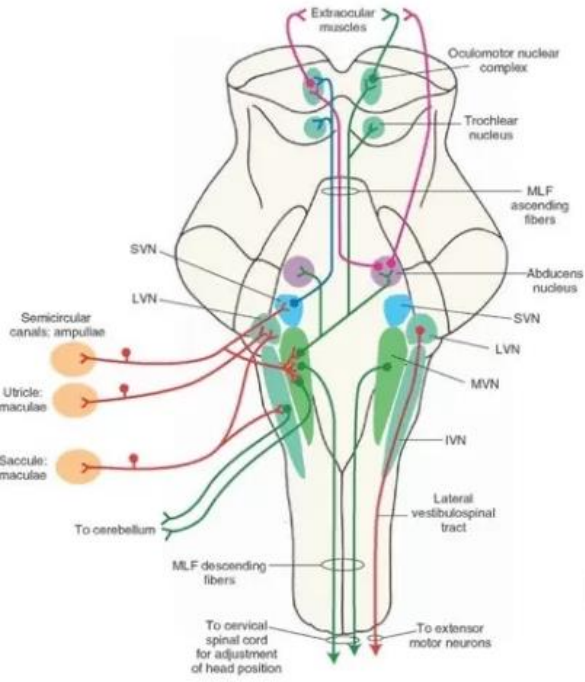
4.3.1. Vestibüler çekirdekler

Vestibüler çekirdeğe gelen sinir lifleri inen ve çıkan sinir lifleri olarak iki bölüme ayrılır. İnen sinir lifleri vestibüler çekirdeklerin alt kısımlarıyla, çıkan sinir lifleri ise vestibüler çekirdeklerin üst kısımlarıyla ve serebellumla bağlantı halindedir (35).

Vestibüler çekirdek kompleksi dört majör çekirdek ve 7 minör çekirdekten oluşmaktadır. Dört ana çekirdek olan; medial, superior, lateral ve inferior vestibüler çekirdekler medulladan ponsa sağlı-sollu iki sütun halinde uzanarak dördüncü ventrikülün tabanında yer alırlar (42,46). En büyük çekirdek olan medial vestibüler çekirdek tek başına kompleksin medial kısmında yer alır. Superior, lateral ve inferior vestibüler çekirdekler ise kompleksin lateral kısmında yer alır (42,47).

Medial vestibüler çekirdek, lateral semisirküler kanaldan vestibülooküler refleks (VOR) için öneli olan girdileri alır. Ayrıca baş ve boyun hareketleri sırasında postür korunumunda önemli ve vestibülospinal reflekse vestibüler girdileri ileten bir vestibüler çekirdektir (26,30). Superior vestibüler çekirdek, anterior ve posterior semisirküler kanallardan VOR için gerekli vestibüler girdileri alıp ve medial longitudinal fasciculus (MLF) yardımıyla ekstraoküler göz kaslarına uyarı götürerek VOR koordinasyonunu sağlayan vestibüler çekirdektir. Lateral vestibüler çekirdek, utrikül ve serebellumdan gelen bilgileri toplar. Utrikülden gelen girdiler ventral lateral vestibüler çekirdeğe, serebellumdan gelen girdiler ise dorsal lateral vestibüler çekirdekte toplanır. Bu girdilerle vücut kas koordinasyonunun ayarlanır ve vestibülospinal reflekse destekte bulunur (30,48). İnfierior vestibüler çekirdek, otolit organlardan gelen afferent girdileri alır ve bunun dışında serebellum, spinal kord ve diğer vestibüler çekirdeklerle bağlantıları bulunur (26).

Utrikül ve sakkülden gelen sinir liflerin çoğu lateral ve inferior vestibüler çekirdekte sonlanırken, semisirküler kanaldan gelen sinir lifleri medial ve superior vestibüler çekirdekte sonlanır. Vestibülospinal refleks için gerekli girdileri lateral ve inferior vestibüler çekirdekler karşılarken, vestibülooküler refleks için gerekli girdileri ise medial ve süperior vestibüler çekirdekler karşılamaktadır (35).



Şekil 4.3.1.1. Vestibüler çekirdekler (49)

4.3.2. Serebellum

Serebellum, denge performansını kontrol ederek gerektiğinde vestibüler girdilerle inhibisyonu sağlayarak vestibüler sisteme ve dengenin korunmasında önemli bir rol oynar (23). Serebellumdan, direkt ipsilateral vestibüler çekirdeğe ve fastigial çekirdeğe giden sinir lifleriyle uyarılar iletilir. Bu girdiler postural refleks ve motor davranışların oluşmasında yardımcıdır (50). Buna ek olarak serebellumun uvulası statik dengede önemli rol oynamaktadır. Serebellumun flocculonodüler lobları ise semisirküler kanallardan gelen dinamik denge uyarıları ile bağlantılıdır ve VOR kazancının ayarlanmasını sağlar (30). Bu bölgede meydana gelen sorunlar dinamik dengenin bozulmasına yol açarken, serebellumun uvulası ise statik dengeyi etkilemektedir. (26,32,35).

4.3.3. Kortikal Alanlar

Kortikal vestibüler bağlantılar karmaşık ve yolları tam olarak bir netlik oluşturamamıştır. Ancak kortikal vestibüler bağlantıların fonksiyonlarına ait bazı düşünceler ve primatlar üzerinde yapılan çalışmalar vardır. Primatlarda yapılan çalışmada, parietoinsular vestibüler korteksin kortikal vestibüler bölgenin bağlı olduğu

ana bölge olduğu düşünülmektedir. İnsanlar üzerinde yapılan çalışmalarda ise parietal ve insular korteksin ana vestibüler korikal bölge olduğu düşünülmektedir (22,30).

Talamus ve hipokampüste vestibüler bağlantıların olduğu ve vestibüler yolakların kortekse gitmeden talamusta ventral posterior çekirdeklere gidip orada bağlantılar yaptığı düşünülmektedir (48). Talamusa, görsel ve proprioseptif girdiler gittiği için uzayda insanın kendi varlığını ve pozisyonunu fark etmesini sağladığı düşünülmektedir. Aynı zamanda hipokampüsün ise uzaysal oryantasyon ve hafıza konusunda etkin bir rol oynadığı düşünülmektedir (12,30).

4.4. Vestibüler Refleksler

Vestibüler sistemde üç temel refleks bulunur. Bu refleksler vestibüler sistemin oküler ve postürel hareket çıktılarını kontrol eder (51). Bunlar; vestibülooküler refleks (VOR), vestibülospinal refleks (VSR) ve vestibülokolik refleks (VKR) olarak adlandırılır.

4.4.1. Vestibülooküler refleks

Semisirküler kanallarda oluşan uyarıların superior, medial, lateral ve inferior vestibüler çekirdeklerden çıkan lifler aracılığıyla medial longitudinal fasikulus ve daha sonra III., IV., VI. kraniyel sinirlerin ekstraoküler kasları innerve eden motor çekirdeklerle sinaps yapması sonucu uyarının ekstraoküler kaslara iletilmesiyle VOR sağlanmış olur (52,53). Bu uyarın yoluyla ani baş hareketleri esnasında gözlerin hareket etmesiyle görme alanındaki cisimleri gözün foveasında sabitleyerek hareketsiz ve net görmemizi sağlayan refleks vestibülooküler reflektir. Retinadaki görüntüyü sabitleyebilmek için gözler hızlı ve başın hareket yönünün tam tersi yönünde hareket ederler (29,54).

4.4.2. Vestibülospinal refleks

Vestibülospinal refleks, hareket sırasında dengenin korunmasını, başın stabilize olmasını ve yerçekimine karşı postür ve dengenin korunmasını sağlar (55). Uyarıların kaslara iletilmesinde görev alan üç tane önemli traktus vardır. Bunlar; lateral vestibülospinal traktus, medial vestibülospinal traktus ve retikülospinal traktustur (56). Beyin sapı ve serebellumda girdiler işlenerek bu yollardan geçerek servikal kaslarda olmak üzere gerekli kasları uyarırlar (51,57). Böylelikle hareket halinde düşmenin önlenmesi, başın dengeli hareketi ve postürel stabilitenin korunmasını sağlayan bir reflektir (58).

4.4.3. Vestibülokolik refleks

Vestibülokolik refleks, ani baş hareketlerinde başın stabilizasyonunu ve uzaysal oryantasyonunu sağlamaktadır (30). Bu refleks arkı, vestibüler reseptörleri sternokleidomastoid kasın motor nöronlarına bağlar (59,60,61). cVEMP testi ile bu refleks ağı değerlendirilebilir (24).

4.5. Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (VEMP)

Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller, otolit organlar ve vestibüler sinirlerin uyarılması sonucu belirli kaslarda sonlanan refleks arkının ölçüldüğü ve değerlendirildiği elektrofizyolojik bir test yöntemidir (62,63).

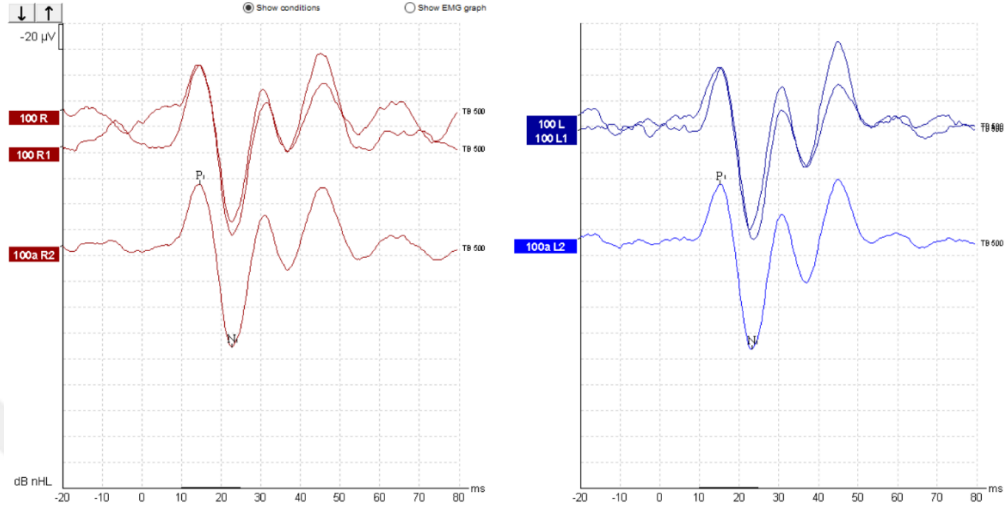
Vestibüler sistemin yüksek sese karşı duyarlılığını ilk kez 1929 yılında Tullio ortaya atmıştır. Ardından 1935 yılında Von Bekesy, yüksek seslerin baş hareketlerini ortaya çıkardığını ve bu hareketlerin vestibüler kaynaklı olduğunu düşünmüştür (64). Bu teorilerden sonra bu alanda bir sürü çalışma yapılmıştır (65). 1992 yılında Colebatch ve Halmagyi vestibüler uyarana yanıt olarak oluşan kas potansiyellerinin yüzeye yerleştirilen elektrotlarla kaydedilebildiğini göstermişlerdir. Böylelikle VEMP testi otolit organları ve vestibüler sinirleri değerlendiren bir klinik test bataryası olarak kullanılmaya başlanmıştır (39,66).

Otolit organlar ses (hava ve kemik yolu), titreşim ve galvanik akım gibi uyarılarla uyarılabilir. VEMP testinde bu uyarılarla uyarım sonucunda kısa latanslı kas refleks cevapları oluşur ve bu cevaplar kayıt edilir (67). Test sonunda refleks cevapları SKM ve oblik kaslardan elde edilebilir. Ayrıca uzun zamandır yapılan çalışmalarda, postaurikular, frontalis, orbicular oris, orbicular oculi, mylohyoideus, temporalis ve masseter kası gibi kaslardan da refleks yanıtlarının elde edilebildiği gösterilmiştir (4). Ölçülen bu refleks cevapları SKM kası üzerinden elde ediliyorsa servikal VEMP, ekstraoküler kaslar üzerinden elde ediliyorsa oküler VEMP olarak adlandırılır (68).

4.5.1. Servikal vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (cVEMP)

Hava yolu (klik veya tone burst), kemik yolu, titreşim veya galvanik akım gibi uyarılar, sakkül afferentlerini uyarır ve bunun sonucunda SKM kasının vestibülokolik yolla inhibe edilmesine yol açarlar. Servikal VEMP ise bu uyarılara karşılık ipsilateral SKM kasının üzerine yerleştirilen elektrotlar ile EMG kaydının elde edilmesini sağlayan bir testtir (62). EMG kaydında 13 ve 23 ms kısa latanslı ipsilateral

pozitif ve negatif bifazik dalga elde edilmektedir. İlk olarak pozitif dalga tepesi olan P13 ya da P1, ardından onu takip eden negatif olan N23 ya da N1 olarak adlandırılan dalga tepesi görülmektedir (69).



Şekil 4.5.1.1. Çalışmaya katılan bir bireye ait 100 dB nHL’de cVEMP yanıtı

cVEMP testi, sakkül ve inferior vestibüler sinir fonksiyonunun değerlendirilmesini sağlar(62). cVEMP test kaydı sakkül, scarpa gangliyonu, inferior vestibüler sinir, lateral vestibüler çekirdek, medial vestibülospinal traktus, spinal aksesuar sinir ve SKM kasının motor nöronlarında sonlanır. Bu test aynı zamanda vestibülokolik refleks arkını da değerlendirmiş olur (68,69,70).

cVEMP ölçüm sonuçlarının yorumlanmasında; P1 latanslarına, N1 latanslarına, P1N1 interpeak latanslarına, P1N1 interpeak amplitüdlerine ve sağ-sol VEMP asimetri oranına bakılır. (69,71). cVEMP testinde, yanıtların elde edilememesi, latansların uzaması veya cVEMP sağ-sol asimetri oranının %34-35’den büyük olması vestibülokolik refleks arkının herhangi bir yerinde patoloji olabileceğini gösterir (55).

4.5.2. Oküler vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (oVEMP)

oVEMP, ses, titreşim ve elektriksel uyarın ile utrikul ve vestibülooküler refleks arkının uyarılması sonucu ekstraoküler kaslarda meydana gelen EMG kayıdır. oVEMP testinin EMG kayıtlarında, superomediale bakış pozisyonunda kasılan kontralateral olarak inferior oblik kasta kaydedilen bifazik dalga elde edilir. Oluşan bifazik dalgada, cVEMP’in aksine önce negatif bir dalga tepesi, daha sonra pozitif dalga tepesi elde edilmektedir (72).

oVEMP testi, utrikül ve superior vestibüler sinir fonksiyonunu değerlendirir. Vestibüler sinir ve çekirdeğin uyarılması ile kontralateral medial longitudinal fasikülüse, okulomotor çekirdek ve sinire, ekstra-oküler kasa sinyal iletilir (73).

4.6. Masseter Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (mVEMP)

Colebatch ve Halmagyi, vestibüler sistemde sese bağlı oluşan cevapların sakkül kaynaklı olduğunu düşünmüşlerdir. Sakkülün uyarılması sonucu uyarılar bilateral SKM kasının üzerine yerleştirilen elektrotlar tarafından kayıt alınmıştır. Utrikülün uyarılması sonucunda ise uyarılar alt oblik kasların üzerine yerleştirilen elektrotlarla elde edilmiştir (74). İlerleyen yıllarda yapılan çalışmalarda yüksek şiddette klik ve tone burst ses uyarıları verilmesi sonucunda benzer cevapların farklı kaslar üzerinden de alındığı gösterilmiştir. Bu yanıtlar masseter (75), trapezius (76), splenius capitis (77), triceps (78), solues (79), frontalis gibi diğer kaslardanda alınmıştır.

Çeşitli çalışmalarda, yerçekimi ve baş oryantasyonu değiştikçe çeneyi sabit bir pozisyonda tutabilmek için vestibüler sistemin mandibular kaslara uyarı gitmesinde yardımcı olduğu gösterilmiştir (80,81,82,83). Semisirküler kanalların ampullasının ve otolit organların makülasının uyarılması sonucu çıkan cevapların masseter kas ve digatrik kasların motor nöronlarında bilateral uyarıcı etki ortaya çıkarıp bu kaslarda bir aktivite oluşturduğunu göstermişlerdir (82,84). Böylelikle vestibüler nükleer kompleksten çene kaslarının motor nöronlarına monosinaptik bağlantıların olduğu elde edilmiştir. İnsanlar üzerinde yapılan çalışmalardada, çene kasılı durumda iken vestibüler girdilerin trigeminal motonöronlarıyla bağlantılarının olduğu gösterilmiştir. Bu bağlantıların oluşturduğu ark, vestibüler masseter refleksi (VMR) arkı olarak adlandırılmıştır. Vestibüler masseter refleksin, baş hareketinde, düşme ve hareket esnasında başın stabilizasyonunu sağlamada önemli bir görevi vardır (7,85).

Çene bilateral kasılı durumda iken transmastoid elektriksel stimülasyon verilerek masseter kasından alınan EMG kayıtlarında kısa latanslı bifazik dalga elde edilmiştir. Bu bifazik dalgada ilk olarak pozitif dalga tepesi olan P11 ve ardından negatif olan N21 olarak adlandırılan dalga tepesi elde edilir. Vestibüler masseter refleksi, vestibüler ve koklear patolojilerde bilgi verebilir.

Çene kas kontrolünü sağlayan trigeminal motor sistemin çalışma fizyolojisi diğer benzer kas gruplarının çalışma fonksiyonlarıyla beraber incelendiğinde, trigeminal motor sistemin çalışma işleyişinde trigeminal olmayan afferentlerinde

yardımı olduğu gösterilmiştir. Vestibüler, görsel, işitsel ve proprioseptif sistemlerden gelen uyarıların trigeminal motor nöronların innervasyonunda görevi vardır (6).

4.6.1. Trigeminal sinir

Trigeminal sinir (V. kranial sinir), yüzdeki hissiyatı, ısırma ve çiğneme gibi hareketleri sağlayan kafa çiftlerinin en büyük ve en kalın siniridir. Trigeminal sinir ponsun ön yüzünden bilateral olarak çıkan motor ve duyuşal işlevi gören köklere sahiptir. Trigeminal sinir üç farklı dala ayrılır ve bu özelliğinden dolayı “üçüz” anlamına gelen trigeminus adı verilmiştir. Bu üç ayrı dal; n. ophthalmicus, n. maxillaris ve n. mandibularis olup, yüz derisi ile skalp’ın belli bir bölgesini inerve eder (86,87,88).

Trigeminal sinirde, duyuşal kök ganglion trigeminale’yi oluşturur ve duyuşal nöronların gövdeleri burada bulunur. Bu nöronların merkezi uzantıları duyuşal kökü oluştururken, dış uzantıları oftalmik, maksiller ve mandibuler sinirlerde bulunur (89,90,91).

4.6.2. Masseter kası

Masseter kas, derin kısımlardan oluşan kalın ve dikdörtgen şeklinde olan çiğneme kaslarından biridir. Masseter kasın yüzeysel kısımları geniştir ve zigomatik arkta başlayıp mandibular ramusun inferioruna kadar uzanır. Derin kısımları yüzeysel kısımlarından daha küçüktür ve zigomatik arkta başlayarak, mandibular ramusun üst yarısına ve koronoid prosesin lateral yüzüne bağlanmak için aşağı ve ileri doğru yapışır (92,94). Masseter kas, mandibulayı sağa sola hareket yapmasını sağlar ve yukarı kaldırır (93).

4.6.3. Vestibülo-masseter refleksi (VMR)

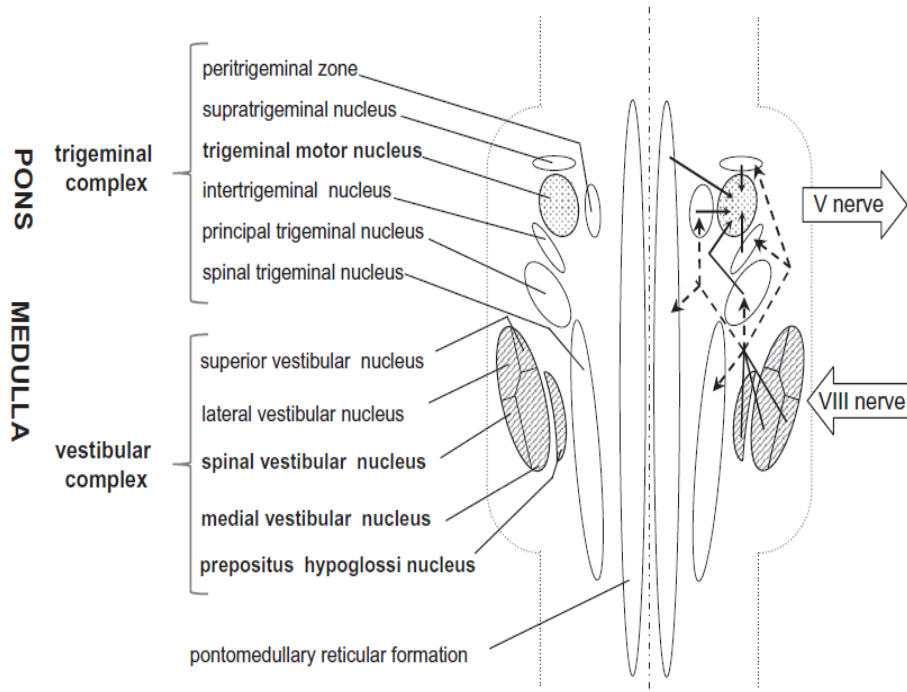
Vestibüler sistemin motor kontrol mekanizmaları üzerindeki etkilerini ortaya koyan çalışmaların çoğı, vücut duruşu ve dengesinin korunmasına yönelik göz, boyun, gövde ve uzuv kasları tarafından alınan vestibüler yanıtlar üzerinedir. Literatürde, vestibülo trigeminal yolağına ilişkin çok az veri mevcuttur. Yapılan birçok çalışmada, vestibüler sistemin trigeminal motor nöronların aktivitesini ayarladığına dair bilgiler sunulmuştur (95).

Vestibüler sistem ve trigeminal çekirdekler arasında bağlantı vardır. Bu bağlantı vestibülo-masseter refleksi arki olarak adlandırılmıştır. Kobaylar üzerinde yapılan

çalışmalar, semisirküler kanalların ampullularının uyarılması sonucu bilateral masseter ve diğastrik motor nöronlar uyarıcı yanıt oluşturur. Bu yanıtlar, çene kas aktivitesinde bilateral asimetrik etki göstermiştir (96).

Vestibüler uyarılmış trigeminal cevapların latans ve süresinin, vestibüler reseptörlerle motor trigeminal çekirdekler arasındaki polisinaptik yollardaki aktiviteye bağlı olduğunu ve kontralateral yolun ipsilateral yoldan daha güçlü, daha kısa olduğunu öne sürmüşlerdir (80). Hayvanlar üzerinde transsinaptik retrograd tracer kullanılarak yapılan nöroanatomik çalışmalarda, masseter kasın yüzeysel parçasının 1/3'lük kısmından motonöronlar innerve edilerek medial vestibüler nukleusun parviselüler (MVePC) bölümünün kaudal kısmında, spinal vestibüler çekirdeğin kaudal kısmında ve prepositus hypoglossi (PH) çekirdeğin kaudal kısmının ventrömedial parçasını yansıttığı ortaya koyulmuştur (97,98).

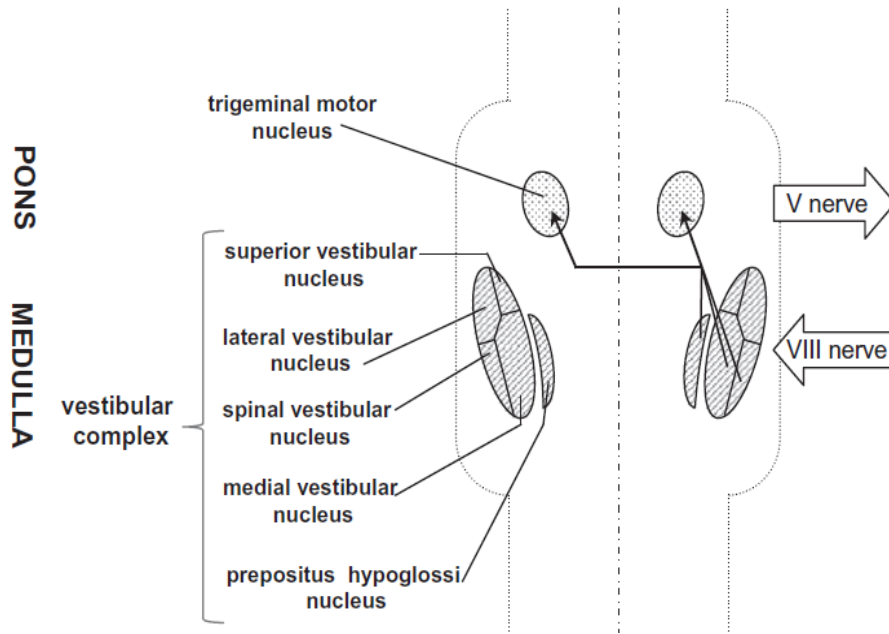
Vestibulo trigeminal multisinaptik bağlantıları oluşturan anatomik yolları; pontomedüller retiküler formasyon, intertrigeminal çekirdek, supratrigeminal çekirdek, peritrigeminal bölge ve trigeminal duyu kompleksine dahil olan premotor bölgeden gelen potansiyeller oluşturmaktadır (7).



Şekil 4.6.3.1. Bilateral multisinaptik vestibülo trigeminal yolak (7)

İnsanlarda yapılan çalışmalarda, vestibüler uyarım sonucu trigeminal motornöronlara vestibüler girdilerin olduğunu ve ortaya çıkan masseter yanıtının en fazla 2-3 sinaptik yolaktan kaynaklandığı bulunmuştur (99). Bu sinaptik yolağın yani vestibülomasseterik refleksin, yerçekimine karşı kafa hareket halindeyken çene pozisyonunun korunmasında etkili olduğu düşünülmektedir. Bu çalışmalarda, tek taraflı ve iki taraflı transmastoid elektriksel vestibüler stimülasyonla uyarılarak masseter kaslarında oluşan yanıtlar katodal uyarımı takiben bifazik pozitif ve negatif dalga tepeli potansiyelden (p11/n15 dalgası) ve anodal uyarımı takiben zıt kutuplu bir dalgadan (n11/p15) oluşmaktadır. Vestülomasseter refleksinin başlangıç ve tepe latansları, vestibülokolik refleksinkine çok benzerdir (75,81).

Sıçanlarda yapılan anatomik çalışmalar, multisinaptik vestibülo-trigeminal yolun yanı sıra, vestibüler stimülasyon sonucu uyarıcı uzun-latanslı trigeminal yanıtlara aracılık eden, medial vestibüler çekirdekler ve trigeminal motor çekirdek arasında monosinaptik bir bağlantı olabileceğini ortaya koymuşlardır. Bu monosinaptik yol, medial vestibüler çekirdeğin parvisellüler bölümünün dorsomedial kısmını ve prepositus hipoglossi çekirdeğinin ventromedial kısmını birbirine bağlayan çapraz bir yoldur (7,99).



Şekil 4.6.3.2. Monosinaptik vestibülo trigeminal yolak (7)

5. MATERİYAL VE METOT

5.1. Bireyler

Bu çalışma İstanbul Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Laboratuvarlarında 08.04.2021- 06.06.2021 tarihleri arasında yapıldı. Çalışmaya 20-30 yaş arası 10 kadın 10 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 24/12/2020 tarihli toplantısında, 959 karar numarasıyla onaylanmıştır.

5.2. Bireylerin Seçimi

Çalışmaya dahil edilme kriterleri:

- 20-30 yaş arasında olmak
- Otoskopik muayenenin normal olması,
- İmmitansmetrik değerlendirmesinde TipA timpanogram elde edilmesi ve bilateral akustik reflekslerin elde edilmesi,
- 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),
- Mevcut ya da geçmiş hikayesinde herhangi bir vestibüler veya sistemik hastalık olmaması.

Çalışmadan dışlanma kriterleri:

- Nörolojik veya psikiyatrik hastalığının bulunması,
- Oto-lojik hastalık ve/veya kulak cerrahisi öyküsünün bulunması,
- Herhangi bir işitme kaybı öyküsü ve tanısı bulunması,
- Hava yolu cVEMP yanıtlarının elde edilmemesi.
- Servikal bölgede patoloji bulunması

5.3. Yöntem

Çalışmada, servikal ve masseter vestibüler miyojenik uyarılmış potansiyel cevapların kayıt edilmesi için Interacoustics® marka Eclipse Smart EP25 cihazı kullanıldı. Bireylere önce Masseter VEMP (mVEMP) daha sonra Servikal VEMP (cVEMP) testi uygulandı. Teste başlamadan önce bireylerin isim, yaş, cinsiyet gibi bilgileri OtoAccess® programına kaydedildi ve sonra bireyler teste hazırlandı. Bireyleri teste hazırlık aşamasında önce elektrot takılacak yerler NuPrep® marka cilt temizleme jeli ile temizlendi. Temizlenen yerlere her bir birey için dört adet tek kullanımlık, Ambu® marka Neuroline 720 model kendinden yapışkanlı elektrot kullanıldı. Bireylere iki farklı test uygulandı. Uygulanan ilk test olan mVEMP için elektrod yerleşimi aktif elektrotlar sağ-sol masseter kasın 1/3'ü üzerine, referans elektrot alının ortasında saçların başlangıcına, toprak elektrot ise iki kaşın ortasına denk gelecek şekilde altına yerleştirildi. İkinci test olan cVEMP elektrot yerleşimi için aktif elektrotlar sternokleidomastoid kasının 1/3'lük kısmına, referans elektrot ise sternokleidomastoid kasının sternum kısmına, toprak elektrot altına gelecek şekilde yerleştirildi. Elektrotlar yerleştirildikten sonra empedanslarının 5 k Ω 'un altında ve elektrotlar arası empedans değerleri 3 k Ω altında olmasına dikkat edildi.

Test sırasında, bireylerin döner sandalyede rahat bir şekilde oturmaları ve bilgisayar ekranını görebilmeleri sağlandı. mVEMP testi uygulanırken ses uyarını verildiği ve bireylerden yanıt alındığı sürede bireylerden arka dişlerini bir şey çığniyormuş gibi kasılı halde tutmaları istendi. VEMP monitörizasyonunda uygun kasılma aralığı "70 μ V RMS – 120 μ V RMS" ayarlanıp hastaya ses uyarını boyunca kasılmayı yeşil renkle gösterilen aralıkta tutması istendi. Yeterli kasılmayı sağlayamayan hastalara ağızlarına steril bir bez verilerek arka dişlerini sıkmaları istendi. Böylece hastalar arasındaki kasılma farklılığı en aza indirildi.

Elektrot yerleşimi yapıldıktan sonra bireylere her iki teste sağ ve sol kulak olmak üzere hava yolundan uyarın vermek için Etymotic® marka ER-3A insert kulaklık yardımı ile kulak kanalına yerleştirilen sünger prob takıldı. Her iki test esnasında uyarın olarak rarefaksiyon polarite 500 Hz tone burst uyarın kullanıldı ve uyarınlar saniyede 5.1 sıklıkta verildi. 10 Hz ve 1000 Hz arasında band-geçirgen filtre uygulandı. Uyarın şiddeti 100 dB nHL' den başlandı. Yanıt alındıkça 5 dB nHL düşürüldü ve tekrar uyarın verildi. Test ölçümü yanıt alınmayınca sona erdi ve en son

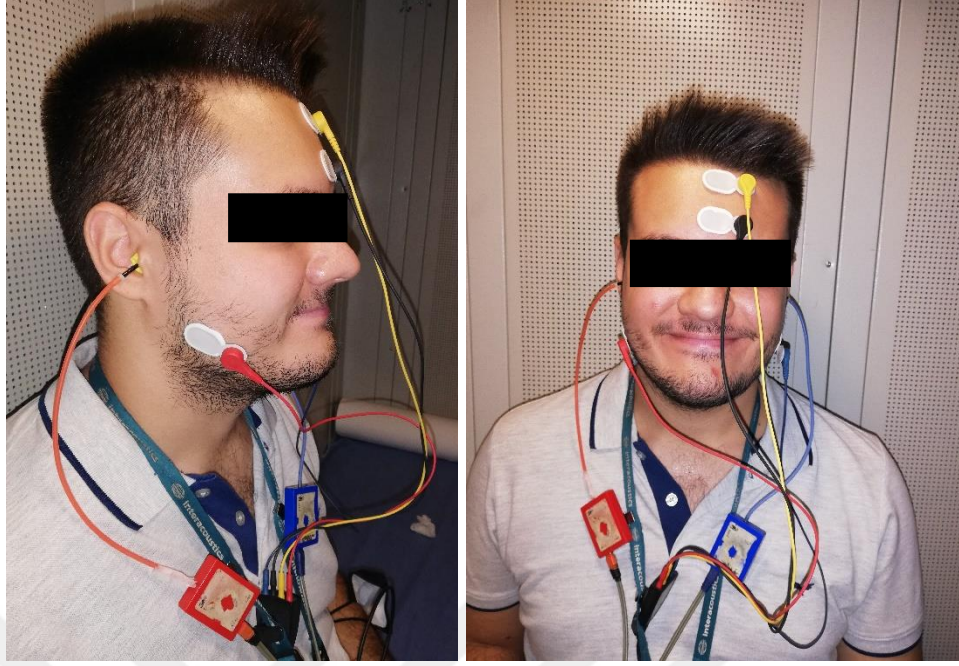
yanıt alınan uyarın şiddeti bireyin hava yolu VEMP eşiği olarak tespit edildi. Her bir trase için 200 uyarının ortalaması alındı. Uygulanan her uyarın şiddetinde dalgaların tekrar edilebilirliğini göstermek için çift trase alındı. Ölçüm yapılan her şiddette; P1 ve N1 latansı (ms), P1-N1 interpeak latansı (ms), P1-N1 interpeak amplitüdü (μ V) ve sağ- sol VEMP asimetri oranı tespit edildi.

Tablo 5.3.1. Yapılan ölçüm protokolleri

cVEMP Ölçümleri	mVEMP Ölçümleri
Hava yolu cVEMP ölçümü (Resim 5.3.1)	Hava yolu mVEMP ölçümü (Resim 5.3.2)



Resim 5.3.1. Hava yolu cVEMP ölçümü



Resim 5.3.2. Hava yolu mVEMP ölçümü

5.4. İstatistiksel Analiz

Yapılan çalışmadaki verilerin istatistik analizleri, SPSS versiyon 25.0 (Statistical Package for Social Sciences v.25.0, IBM[®], Chicago, IL, USA) programı kullanılarak yapıldı. Tanımlayıcı istatistik bilgiler, ortalama ve standart sapma ($ort \pm ss$) olarak verildi. Çalışmadaki katılımcılardan elde edilen ölçüm değerleri karşılaştırılırken, dağılımların normal dağılımlı olmaması nedeniyle parametrik olmayan testlerden yararlandı. mVEMP ve cVEMP eşik değerleri ve ölçüm değerlerinin karşılaştırmasında Wilcoxon testi kullanıldı. mVEMP ve cVEMP ölçüm değerlerinin cinsiyet ve kulak tarafına göre karşılaştırmasında ise Mann Whitney U testi kullanıldı. Tüm istatistiksel testler için anlam düzeyi 0,05 olarak alındı.

6. BULGULAR

Bu çalışmaya yaşları 20-30 arasında değişen, 10 kadın (%50), 10 erkek (%50) olmak üzere 20 gönüllü birey katıldı ve katılan bireylerin her iki kulağı (40 kulak) değerlendirildi. Bireylerin yaş ortalaması 24,15 ve standart sapması 2,961'dir.

6.1. mVEMP Bulguları

Çalışmada uygulanan mVEMP testi sonucunda, mVEMP eşikleri belirlendi. Test edilen her uyaran şiddeti için; P1 ve N1 latansları, P1-N1 interpeak latansları, P1-N1 interpeak amplitüd değerleri ve asimetri oranları hesaplandı. Analiz edilen değerler cinsiyete ve kulak tarafına göre karşılaştırıldı.

6.1.1. mVEMP eşik ve ölçüm değerlerinin cinsiyet ve kulak tarafına göre karşılaştırması

mVEMP eşik değerlerinin cinsiyete ve kulak tarafına göre karşılaştırması yapıldı. Yapılan bu karşılaştırmada elde edilen p değeri ($p>0,05$) olduğundan anlamlı farklılık olmadığı anlaşılmaktadır. Buna göre cinsiyete göre mVEMP eşikleri farklılık göstermemektedir. Aynı şekilde kulak tarafına göre de mVEMP eşik değerleri farklılık göstermemektedir. Elde edilen sonuçlar Tablo 6.1.1.1' de özetlendi. mVEMP eşiği için normatif veri 84 dB nHL olarak bulundu.

Tablo 6.1.1.1. mVEMP eşik değerlerinin cinsiyet ve kulak tarafına göre karşılaştırması

Değişken	N	AO	SS	Min	Max	P	
mVEMP Eşiği	Kız	20	85,000	8,111	65,000	95,000	0,456
	Erkek	20	83,000	8,944	70,000	95,000	
mVEMP Eşiği	Sağ	20	83,500	9,047	65,000	95,000	0,779
	Sol	20	84,500	8,095	70,000	95,000	

1: Mann whitney U test

Yapılan mVEMP ölçümlerinin cinsiyete göre değerlendirilmesinde; 100 dB nHL şiddetinde P1-N1 latanslarında, 95 dB nHL şiddetinde P1-N1 latanslarında, 85 dB nHL şiddetinde P1-N1 ve interpeak latanslarında, 80 dB nHL şiddetinde P1 latansında, interpeak latansında ve vemp asimetri oranında, 75 dB nHL şiddetinde P1 latansında ve vemp asimetri oranlarında istatistiksel olarak ($p<0,05$) bulunduğundan anlamlı farklılık söz konusudur. Diğer ölçüm değerlerinde ($p>0,05$) bulunduğundan anlamlı farklılık söz konusu değildir. mVEMP ölçüm değerlerinin 100 dB nHL şiddetinden başlayarak eşik değerlerine kadar cinsiyete göre karşılaştırılması Tablo 6.1.1.2’de gösterildi.

Tablo 6.1.1.2. mVEMP ölçüm parametrelerinin cinsiyete göre karşılaştırılması

Parametre	Cinsiyet	Uyaran Şiddeti ve P Değerleri								
		N	100 dB nHL	p değeri	N	95 dB nHL	p değeri	N	90 dB nHL	P değeri
P1 Latansı (ms) (ort±ss)	Kadın	20	15,17 ±1,40	0,005**	20	16,03 ±1,64	0,022**	17	16,69 ±1,34	0,058
	Erkek	20	16,63 ±1,65		20	17,48 ±2,14		16	17,58 ±1,31	
N1 Latansı (ms) (ort±ss)	Kadın	20	25,32 ±1,42	0,014*	20	25,20 ±2,47	0,045*	17	24,37 ±2,52	0,286
	Erkek	20	26,40 ±1,36		20	26,18 ±1,88		16	25,02 ±1,46	
Interpeak Latansı (ms) (ort±ss)	Kadın	20	10,15 ±1,44	0,473	20	9,17 ±1,93	0,607	17	7,69 ±2,16	0,678
	Erkek	20	9,77 ±1,58		20	8,70 ±2,03		16	7,44 ±1,65	
P1N1 Amplitüd (µV) (ort±ss)	Kadın	20	95,29 ±35,16	0,589	20	76,34 ±29,48	0,344	17	64,20 ±28,45	0,056
	Erkek	20	100,50 ±40,15		20	89,70 ±42,22		16	84,98 ±35,25	
Vemp Asimetri Oranı (ort±ss)	Kadın	20	0,11 ±0,06	0,142	20	0,14 ±0,06	0,587	14	0,16 ±0,12	0,182
	Erkek	20	0,15 ±0,08		20	0,17 ±0,10		16	0,13 ±0,14	

Tablo 6.1.1.2 (Devamı). mVEMP ölçüm parametrelerinin cinsiyete göre karşılaştırılması

Parametre	Cinsiyet	Uyaran Şiddeti ve P Değerleri								
		N	85 dB nHL	p değeri	N	80 dB nHL	p değeri	N	75 dB nHL	P değeri
P1 Latansı (ms) (ort±ss)	Kadın	12	16,89 ±1,43	0,003**	7	17,29 ±2,06	0,043*	5	17,33 ±0,62	0,014*
	Erkek	12	18,78 ±1,02		9	19,78 ±0,99		5	19,47 ±1,10	
N1 Latansı (ms) (ort±ss)	Kadın	12	24,39 ±1,94	0,036*	7	23,86 ±1,92	0,219	5	23,87 ±1,39	0,140
	Erkek	12	25,11 ±0,48		9	24,52 ±0,71		5	25,20 ±0,90	
Interpeak Latansı (ms) (ort±ss)	Kadın	12	7,44 ±0,85	0,041*	7	6,57 ±0,94	0,008**	5	6,07 ±0,93	0,398
	Erkek	12	6,33 ±1,22		9	4,74 ±1,34		5	5,73 ±1,19	
P1N1 Amplitüd (µV) (ort±ss)	Kadın	12	53,71 ±15,64	0,064	7	63,99 ±25,22	0,874	5	60,39 ±22,94	0,917
	Erkek	12	73,51 ±22,81		9	66,31 ±32,69		5	56,98 ±9,81	
Vemp Asimetri Oranı (ort±ss)	Kadın	10	0,15 ±0,11	1,000	4	0,20 ±0,01	0,009**	4	0,27 ±0,00	0,013*
	Erkek	12	0,18 ±0,14		6	0,09 ±0,01		4	0,15 ±0,04	

Yapılan mVEMP ölçümlerinin kulak tarafına göre karşılaştırmasında ise 100 dB nHL şiddetinde N1 latansında, 95 dB nHL şiddetinde N1 latansında, 90 dB nHL şiddetinde N1 latansında, 80 dB nHL şiddetinde N1 latansında, 75 dB nHL şiddetinde amplitüd değerinde ($p < 0,05$) bulunduğundan anlamlı farklılık söz konusudur. Diğer ölçüm değerlerinde ($p > 0,05$) bulunduğundan anlamlı farklılık söz konusu değildir. mVEMP ölçüm değerlerinin 100 dB nHL şiddetinden başlayarak eşik değerlerine kadar kulak tarafına göre karşılaştırılması Tablo 6.1.1.3'de gösterildi

Tablo 6.1.1.3. mVEMP ölçüm parametrelerinin kulak tarafına göre karşılaştırılması

Parametre	Kulak Tarafı	Uyaran Şiddeti ve P Değerleri								
		N	100 dB nHL	p değeri	N	95 dB nHL	p değeri	N	90 dB nHL	P değeri
P1 Latansı (ms) (ort±ss)	Sağ	20	15,38 ±1,43	0,057	20	16,27 ±2,02	0,065	17	16,82 ±1,44	0,193
	Sol	20	16,42 ±1,79		20	17,25 ±1,95		16	17,44 ±1,29	
N1 Latansı (ms) (ort±ss)	Sağ	20	25,28 ±1,49	0,011*	20	25,13 ±2,56	0,028*	17	23,94 ±2,41	0,012*
	Sol	20	26,43 ±1,25		20	26,255 ±1,72		16	25,48 ±1,28	
Interpeak Latansı (ms) (ort±ss)	Sağ	20	9,90 ±1,33	0,860	20	8,87 ±2,24	0,807	17	7,12 ±2,31	0,104
	Sol	20	10,02 ±1,69		20	9,00 ±1,71		16	8,04 ±1,26	
P1N1 Amplitüd (µV) (ort±ss)	Sağ	20	99,54 ±36,00	0,607	20	85,75 ±39,02	0,646	17	72,45 ±36,83	0,471
	Sol	20	96,24 ±39,51		20	80,29 ±34,75		16	76,22 ±29,80	

Tablo 6.1.1.3 (Devamı). mVEMP ölçüm parametrelerinin kulak tarafına göre karşılaştırılması

Parametre	Kulak Tarafı	Uyaran Şiddeti ve P Değerleri								
		N	85 dB nHL	p değeri	N	80 dB nHL	p değeri	N	75 dB nHL	P değeri
P1 Latansı (ms) (ort±ss)	Sağ	12	17,97 ±1,76	0,842	7	17,81 ±2,02	0,089	4	18,50 ±1,73	1,000
	Sol	12	17,83 ±1,59		9	19,37 ±1,72		6	18,34 ±1,32	
N1 Latansı (ms) (ort±ss)	Sağ	12	24,47 ±1,83	0,684	7	23,43 ±0,96	0,032*	4	23,75 ±1,47	0,162
	Sol	12	24,75 ±1,46		9	24,85 ±1,35		6	25,06 ±0,98	
Interpeak Latansı (ms) (ort±ss)	Sağ	12	6,50 ±1,52	0,495	7	5,62 ±1,28	0,831	4	5,25 ±0,42	0,067
	Sol	12	6,89 ±1,20		9	5,48 ±1,69		6	6,34 ±1,10	
P1N1 Amplitüd (µV) (ort±ss)	Sağ	12	67,23 ±32,05	0,751	7	76,75 ±31,38	0,153	4	73,58 ±13,59	0,033*
	Sol	12	63,61 ±22,12		9	56,39 ±24,61		6	48,75 ±9,86	

mVEMP ölçümlerinin cinsiyet ve kulak tarafına göre değerlendirmeden, tüm ölçümlerin tanımlayıcı istatistiksel verileri oluşturuldu. 70 dB nHL şiddetinde Vemp Asimetri Oranı (%) hesaplanamadı. Uygulanan tüm şiddetlerdeki ölçümlerin tanımlayıcı istatistiksel verileri Tablo 6.1.1.4'de gösterildi.

Tablo 6.1.1.4. mVEMP ölçümlerinin tanımlayıcı istatistiksel verileri

PARAMETRE	Veri Sayısı ve Uyarın Şiddeti							
	N	100 dB nHL	N	95 dB nHL	N	90 dB nHL	N	85 dB nHL
P1 Latansı (ms) (ort±ss)	40	15,90 ±1,68	40	16,76 ±2,02	33	17,12 ±1,38	24	17,83 ±1,55
N1 Latansı (ms) (ort±ss)	40	25,86 ±1,48	40	25,69 ±2,22	33	24,69 ±2,07	24	24,75 ±1,43
Interpeak Latansı (ms) (ort±ss)	40	9,96 ±1,50	40	8,93 ±1,97	33	7,57 ±1,90	24	6,89 ±1,17
P1N1 Amplitüd (µV) (ort±ss)	40	97,89 ±37,34	40	83,02 ±36,57	33	74,28 ±33,14	24	63,61 ±21,63
Vemp Asimetri Oranı (ort±ss)	40	0,13 ±0,07	40	0,16 ±0,08	30	0,14 ±0,13	22	0,16 ±0,13

Tablo 6.1.1.4 (Devamı). mVEMP ölçümlerinin tanımlayıcı istatistiksel verileri

PARAMETRE	Veri Sayısı ve Uyarın Şiddeti					
	N	80 dB nHL	N	75 dB nHL	N	70 dB nHL
P1 Latansı (ms) (ort±ss)	16	18,69±1,96	10	18,40±1,40	3	18,22±1,89
N1 Latansı (ms) (ort±ss)	16	24,23±1,37	10	24,53±1,31	3	23,66±1,53
Interpeak Latansı (ms) (ort±ss)	16	5,54±1,48	10	5,90±1,02	3	5,33±0,34
P1N1 Amplitüd (µV) (ort±ss)	16	65,30±28,74	10	58,68±16,73	3	55,73±8,44
Vemp Asimetri Oranı (ort±ss)	10	0,14±0,06	8	0,21±0,07	-	-

6.2. cVEMP Bulguları

Çalışmada uygulanan cVEMP testi sonucunda, cVEMP eşikleri belirlendi. Test edilen her uyaran şiddeti için; P1 ve N1 latansları, P1-N1 interpeak latansları, P1-N1 interpeak amplitüd değerleri ve asimetri oranları hesaplandı. Analiz edilen değerler cinsiyete ve kulak tarafına göre karşılaştırıldı.

6.2.1. cVEMP eşik ve ölçüm değerlerinin cinsiyet ve kulak tarafına göre karşılaştırması

cVEMP eşik değerlerinin cinsiyete göre ve kulak tarafına göre karşılaştırmasında elde edilen p değeri ($p < 0,05$) olduğundan anlamlı farklılık olduğu, kulak tarafına göre karşılaştırmada elde edilen p değeri ($p > 0,05$) olduğundan anlamlı farklılık olmadığı anlaşılmaktadır. Buna göre cinsiyete göre cVEMP eşikleri farklılık göstermektedir. Kulak tarafına göre cVEMP eşik değerleri ise farklılık göstermemektedir. Elde edilen sonuçlar Tablo 6.2.1.1' de özetlendi. cVEMP eşiği için normatif veri 87,125 dB nHL olarak bulundu.

Tablo 6.2.1.1. cVEMP eşik değerlerinin cinsiyet ve kulak tarafına göre karşılaştırması

Değişken	N	AO	SS	Min	Max	P	
cVEMP Eşiği	Kız	20	85,000	5,620	75,000	90,000	0,017*
	Erkek	20	89,250	5,447	75,000	95,000	
cVEMP Eşiği	Sağ	20	87,750	5,730	75,000	95,000	0,495
	Sol	20	86,500	6,091	75,000	95,000	

Yapılan cVEMP ölçümlerinin cinsiyete göre değerlendirilmesinde; 100 dB nHL şiddetinde P1-N1 latanslarında, 85 dB nHL şiddetinde P1 latansında, 80 dB nHL şiddetinde P1 latansında istatistiksel olarak ($p < 0,05$) bulunduğundan anlamlı farklılık söz konusudur. Diğer ölçüm değerlerinde ($p > 0,05$) bulunduğundan anlamlı farklılık söz konusu değildir. 80 dB nHL ve 75 dB nHL şiddetindeki ölçümlerde VEMP asimetri oranı hesaplanamamıştır. cVEMP ölçüm değerlerinin cinsiyete göre karşılaştırılması Tablo 6.2.1.2'de gösterildi.

Tablo 6.2.1.2. cVEMP ölçüm parametrelerinin cinsiyete göre karşılaştırılması

Parametre	Cinsiyet	Uyaran Şiddeti ve P Değerleri								
		N	100 dB nHL	p değeri	N	95 dB nHL	p değeri	N	90 dB nHL	P değeri
P1 Latansı (ms) (ort±ss)	Kadın	20	16,13 ±1,35	0,022*	20	16,87 ±1,84	0,407	20	17,45 ±2,47	0,987
	Erkek	20	17,23 ±1,80		20	17,53 ±2,28		15	17,62 ±2,47	
N1 Latansı (ms) (ort±ss)	Kadın	20	24,80 ±1,80	0,010*	20	25,38 ±2,18	0,163	20	25,28 ±211	0,640
	Erkek	20	26,87 ±2,28		20	26,40 ±2,40		15	25,76 ±3,35	
Interpeak Latansı (ms) (ort±ss)	Kadın	20	8,70 ±1,28	0,157	20	8,52 ±1,64	0,881	20	7,83 ±1,52	0,763
	Erkek	20	9,63 ±1,97		20	8,87 ±2,31		15	8,13 ±2,39	
P1N1 Amplitüd (µV) (ort±ss)	Kadın	20	113,93 ±50,65	0,291	20	86,98 ±38,18	0,337	20	53,18 ±19,83	0,973
	Erkek	20	108,10 ±59,17		20	81,81 ±48,33		15	58,76 ±33,56	
Vemp Asimetri Oranı (ort±ss)	Kadın	20	0,15 ±0,14	0,355	20	0,20 ±0,14	0,626	20	0,09 ±0,09	0,867
	Erkek	20	0,14 ±0,09		20	0,20 ±0,10		15	0,14 ±0,18	

Tablo 6.2.1.2 (Devamı). cVEMP ölçüm parametrelerinin cinsiyete göre karşılaştırılması

Parametre	Cinsiyet	Uyaran Şiddeti ve P Değerleri								
		N	85 dB nHL	p değeri	N	80 dB nHL	p değeri	N	75 dB nHL	P değeri
P1 Latansı (ms) (ort±ss)	Kadın	11	18,48 ±2,29	0,019*	6	19,50 ±2,50	0,046*	1	19,33 ±	0,317
	Erkek	7	16,19 ±1,05		2	16,17 ±0,71		1	17,33 ±	
N1 Latansı (ms) (ort±ss)	Kadın	11	25,97 ±2,37	0,239	6	26,06 ±2,93	0,180	1	23,67 ±	0,317
	Erkek	7	24,38 ±2,67		2	22,17 ±2,60		1	23,00 ±	
Interpeak Latansı (ms) (ort±ss)	Kadın	11	7,49 ±1,58	0,928	6	6,55 ±2,31	0,613	1	4,33 ±	0,317
	Erkek	7	8,19 ±2,33		2	6,00 ±3,30		1	5,67 ±	
PIN1 Amplitüd (µV) (ort±ss)	Kadın	11	39,52 ±15,91	0,221	6	36,01 ±12,95	0,096	1	21,09 ±	0,317
	Erkek	7	51,56 ±23,76		2	22,04 ±3,73		1	26,04 ±	
Vemp Asimetri Oranı (ort±ss)	Kadın	8	0,11 ±0,08	0,793	6	0,15 ±0,23	-	0	-	-
	Erkek	6	0,13 ±0,04		0	-		0	-	

Yapılan cVEMP ölçümlerinin kulak tarafına göre karşılaştırmasında ise bütün uyaran şiddetlerinde ölçüm değerlerinde ($p>0,05$) bulunduğundan anlamlı farklılık söz konusu değildir. 75 dB nHL şiddetindeki ölçümler veri yetersizliğinden dolayı analiz edilemedi. Ölçümlerde sağ ve sol kulak arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır. cVEMP ölçüm değerlerinin kulak tarafına göre karşılaştırılması Tablo 6.2.1.3’de gösterildi.

Tablo 6.2.1.3. cVEMP ölçüm parametrelerinin kulak tarafına göre karşılaştırılması

Parametre	Kulak Tarafı	Uyaran Şiddeti ve P Değerleri								
		N	100 dB nHL	p değeri	N	95 dB nHL	p değeri	N	90 dB nHL	P değeri
P1 Latansı (ms) (ort±ss)	Sağ	20	16,60 ±1,54	0,881	20	17,40 ±2,24	0,644	17	17,26 ±2,16	0,466
	Sol	20	16,77 ±1,83		20	17,00 ±1,93		18	17,78 ±2,25	
N1 Latansı (ms) (ort±ss)	Sağ	20	25,77 ±2,31	0,935	20	25,73 ±2,37	0,675	17	24,98 ±2,79	0,428
	Sol	20	25,90 ±2,31		20	26,05 ±2,32		18	25,96 ±2,55	
Interpeak Latansı (ms) (ort±ss)	Sağ	20	9,22 ±1,89	0,946	20	8,33 ±2,02	0,150	17	7,73 ±1,78	0,446
	Sol	20	9,12 ±1,55		20	9,05 ±1,93		18	8,19 ±2,05	
P1N1 Amplitüd (µV) (ort±ss)	Sağ	20	106,88 ±58,63	0,330	20	75,77 ±43,57	0,099	17	51,46 ±22,84	0,531
	Sol	20	115,15 ±51,10		20	93,02 ±41,87		18	59,46 ±29,30	

Tablo 6.2.1.3 (Devamı). cVEMP ölçüm parametrelerinin kulak tarafına göre karşılaştırılması

Parametre	Kulak Tarafı	Uyaran Şiddeti ve P Değerleri								
		N	85 dB nHL	p değeri	N	80 dB nHL	p değeri	N	75 dB nHL	P değeri
P1 Latansı (ms) (ort±ss)	Sağ	7	17,57 ±2,26	0,963	3	20,67 ±3,18	0,101	1	19,33	-
	Sol	11	17,61 ±2,26		5	17,47 ±1,50		1	17,33 ±	
N1 Latansı (ms) (ort±ss)	Sağ	7	25,48 ±2,46	0,928	3	26,22 ±2,83	0,453	1	23,67 ±	-
	Sol	11	25,27 ±2,70		5	24,40 ±3,54		1	23,00 ±	
Interpeak Latansı (ms) (ort±ss)	Sağ	7	7,90 ±1,77	0,856	3	5,55 ±1,35	0,546	1	4,33 ±	-
	Sol	11	7,67 ±2,02		5	6,93 ±2,77		1	5,67 ±	
P1N1 Amplitüd (µV) (ort±ss)	Sağ	7	45,28 ±17,38	0,751	3	30,57 ±13,22	0,655	1	21,09 ±	-
	Sol	11	43,52 ±21,71		5	33,69 ±13,95		1	26,04 ±	

cVEMP ölçümlerinin cinsiyet ve kulak tarafına göre değerlendirmeden, tüm ölçümlerin tanımlayıcı istatistiksel verileri oluşturuldu. 75 dB nHL şiddetinde Vemp asimetri oranı (%) hesaplanamadı. 70 dB nHL ve 65 dB nHL şiddetlerindeki ölçümlerde ise ölçüm değerleri elde edilemedi. Uygulanan tüm şiddetlerdeki ölçümlerin tanımlayıcı istatistiksel verileri Tablo 6.2.1.4'de gösterildi.

Tablo 6.2.1.4. cVEMP ölçümlerinin tanımlayıcı istatistiksel verileri

PARAMETRE	Veri Sayısı ve Uyarın Şiddeti							
	N	100 dB nHL	N	95 dB nHL	N	90 dB nHL	N	85 dB nHL
P1 Latansı (ms) (ort±ss)	40	16,68 ±1,67	40	17,20 ±2,07	35	17,52 ±2,19	18	17,59 ±2,19
N1 Latansı (ms) (ort±ss)	40	25,83 ±2,28	40	25,89 ±2,32	35	25,49 ±2,68	18	25,35 ±2,54
İnterpeak Latansı (ms) (ort±ss)	40	9,17 ±1,71	40	8,69 ±1,98	35	7,96 ±0,91	18	7,76 ±1,88
PIN1 Amplitüd (µV) (ort±ss)	40	111,02 ±54,45	40	84,39 ±43,07	35	55,58 ±26,29	18	44,20 ±19,62
Vemp Asimetri Oranı (ort±ss)	20	0,14 ±0,12	40	0,20 ±0,12	35	0,11 ±0,14	14	0,12 ±0,06

Tablo 6.2.1.4 (Devamı). cVEMP ölçümlerinin tanımlayıcı istatistiksel verileri

PARAMETRE	Veri Sayısı ve Uyarın Şiddeti					
	N	80 dB nHL	N	75 dB nHL	N	70 dB nHL
P1 Latansı (ms) (ort±ss)	8	18,67±2,63	2	18,33±1,41		-
N1 Latansı (ms) (ort±ss)	8	25,08±3,22	2	23,34±0,47		-
İnterpeak Latansı (ms) (ort±ss)	8	6,42±2,33	2	5,00±0,95		-
PIN1 Amplitüd (µV) (ort±ss)	8	35,52±12,79	2	23,57±3,50		-
Vemp Asimetri Oranı (ort±ss)	6	0,15±0,23	0	-		-

6.3. mVEMP ve cVEMP Bulgularının Karşılaştırılması

Bireylere uygulanan mVEMP ve cVEMP testlerinin eşik değerleri ve ölçüm değerleri karşılaştırıldı. Karşılaştırılma sonucunda ($p>0,05$) bulunduğundan anlamlı farklılık bulunamadı. Her iki uygulanan testte eşik değerleri ortalamalarına bakıldığında cVEMP eşik değerleri ortalamasının ($87,125\pm 5,871$), mVEMP eşik değerleri ortalamasından ($84,000\pm 8,488$) yüksek olduğu, ancak bunun istatistiksel bir farklılık oluşturmadığı anlaşıldı. mVEMP ve cVEMP eşik değerlerinin karşılaştırılmasından elde edilen istatistik veriler Tablo 6.3.1’de gösterildi.

Tablo 6.3.1. mVEMP ve cVEMP eşik değerlerinin karşılaştırılması

	N	AO	SS	P
mVEMP eşik değerleri	40	87,125	5,871	0,075
cVEMP eşik değerleri	40	84,000	8,488	

mVEMP ve cVEMP ölçüm parametreleri karşılaştırıldı. Karşılaştırma sonucunda, 100 dB nHL şiddetinde P1 latansında ve interpeak latansında ($p<0,05$) bulunduğundan anlamlı farklılık söz konusudur. Diğer ölçüm şiddetlerinde ($p>0,05$) bulunduğundan anlamlı farklılık bulunamadı. 80 dB nHL ve 75 dB nHL şiddetlerinde yanıt yetersizliğinden Wilcoxon testi çalıştırılmadı. mVEMP ve cVEMP ölçüm parametrelerinin tüm şiddetlerde karşılaştırılması sonucu istatistiksel analiz değerleri Tablo 6.3.2’ de gösterildi.

Tablo 6.3.2. mVEMP ve cVEMP ölçüm parametrelerinin karşılaştırılması

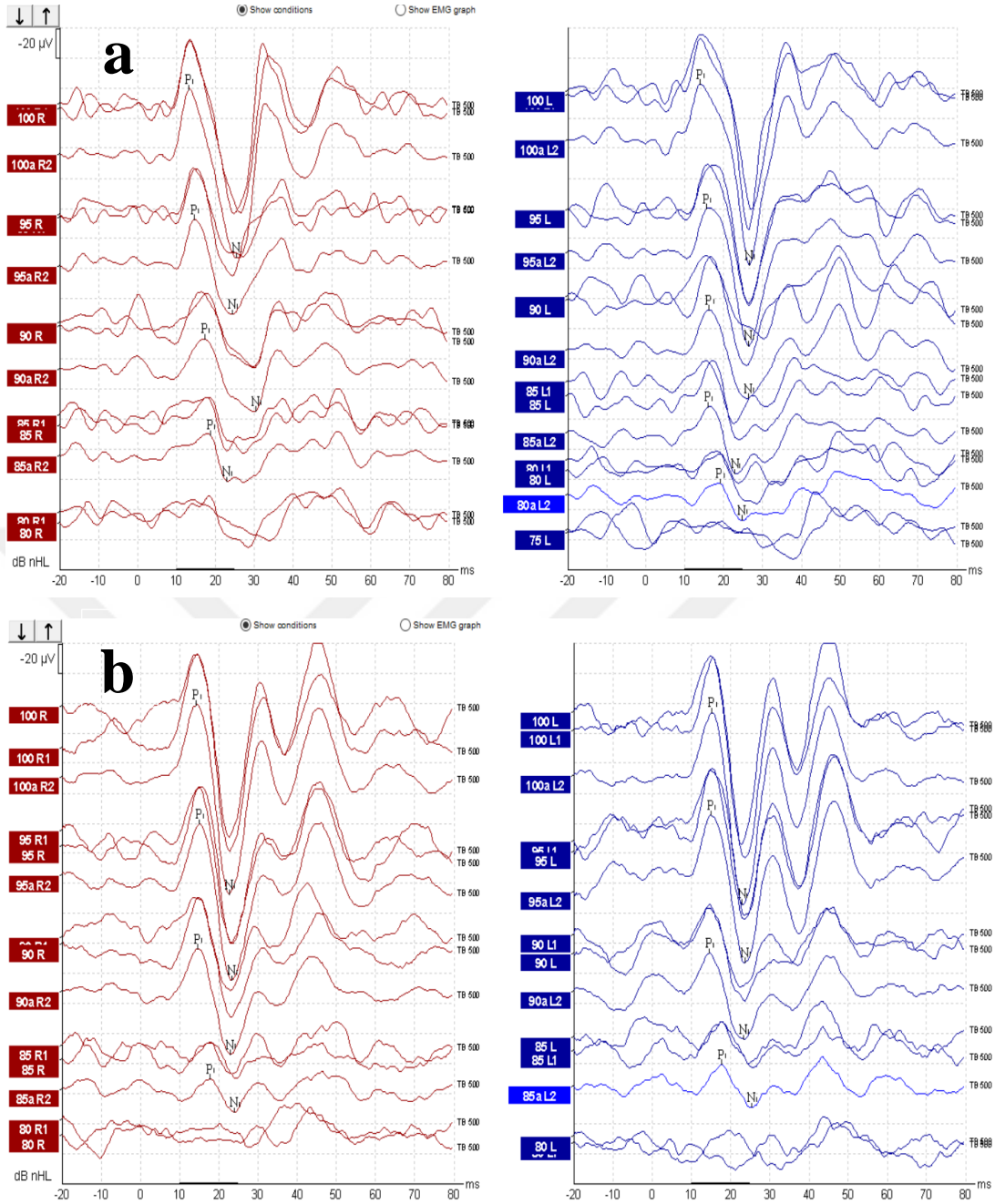
Şiddet	Değişken	N	Ort	SS	P
100 dB nHL	cVEMP P1 Latansı	40	16,68	1,67	0,027*
	mVEMP P1 Latansı	40	15,90	1,68	
	cVEMP N1 Latansı	40	25,83	2,28	0,850
	mVEMP N1 Latansı	40	25,86	1,48	
	cVEMP İnterpeak latansı	40	9,17	1,71	0,032*
	mVEMP İnterpeak latansı	40	9,96	1,50	
	cVEMP Amplitüdü	40	111,02	54,45	0,301
	mVEMP Amplitüdü	40	97,89	37,34	
cVEMP V/A Oranı	40	0,14	0,12	0,925	
mVEMP V/A Oranı	40	0,13	0,07		
95 dB nHL	cVEMP P1 Latansı	40	17,20	2,07	0,314
	mVEMP P1 Latansı	40	16,76	2,02	
	cVEMP N1 Latansı	40	25,89	2,32	0,601
	mVEMP N1 Latansı	40	25,69	2,22	
	cVEMP İnterpeak latansı	40	8,69	1,98	0,321
	mVEMP İnterpeak latansı	40	8,93	1,97	
	cVEMP Amplitüdü	40	84,39	43,07	0,554
	mVEMP Amplitüdü	40	83,02	36,57	
cVEMP V/A Oranı	40	0,20	0,12	0,053	
mVEMP V/A Oranı	40	0,16	0,08		
90 dB nHL	cVEMP P1 Latansı	30	17,52	2,19	0,375
	mVEMP P1 Latansı	30	17,04	1,43	
	cVEMP N1 Latansı	30	25,28	2,75	0,313
	mVEMP N1 Latansı	30	24,63	2,15	
	cVEMP İnterpeak latansı	30	8,01	1,99	0,551
	mVEMP İnterpeak latansı	30	7,59	1,96	
	cVEMP Amplitüdü	30	57,21	26,10	0,153
	mVEMP Amplitüdü	30	71,04	30,08	
cVEMP V/A Oranı	27	0,12	0,15	0,427	
mVEMP V/A Oranı	27	0,14	0,12		

* $p < 0,05$ 1: Wilcoxon test

Tablo 6.3.2 (Devamı). mVEMP ve cVEMP ölçüm parametrelerinin karşılaştırılması

Şiddet	Değişken	N	Ort	SS	P
85 dB nHL	cVEMP P1 Latansı	13	17,00	1,67	0,410
	mVEMP P1 Latansı	13	17,64	1,71	
	cVEMP N1 Latansı	13	24,79	2,07	0,310
	mVEMP N1 Latansı	13	24,15	0,89	
	cVEMP İnterpeak latansı	13	7,79	2,17	0,184
	mVEMP İnterpeak latansı	13	6,46	1,32	
	cVEMP Amplitüdü	13	45,82	19,80	0,196
	mVEMP Amplitüdü	13	54,64	15,49	
cVEMP V/A Oranı	8	0,13	0,04	1,000	
mVEMP V/A Oranı	8	0,13	0,07		
80 dB nHL	cVEMP P1 Latansı	2	20,00	0,46	-
	mVEMP P1 Latansı	2	16,33	0,00	-
	cVEMP N1 Latansı	2	27,66	0,47	-
	mVEMP N1 Latansı	2	23,50	1,17	-
	cVEMP İnterpeak latansı	2	7,66	0,94	-
	mVEMP İnterpeak latansı	2	7,16	1,18	-
	cVEMP Amplitüdü	2	27,15	0,43	-
	mVEMP Amplitüdü	2	66,43	19,50	-
cVEMP V/A Oranı	2	0,01	0,00	-	
mVEMP V/A Oranı	2	0,21	0,00	-	
75 dB nHL	cVEMP P1 Latansı	0	-	-	-
	mVEMP P1 Latansı	0	-	-	-
	cVEMP N1 Latansı	0	-	-	-
	mVEMP N1 Latansı	0	-	-	-
	cVEMP İnterpeak latansı	0	-	-	-
	mVEMP İnterpeak latansı	0	-	-	-
	cVEMP Amplitüdü	0	-	-	-
	mVEMP Amplitüdü	0	-	-	-
cVEMP V/A Oranı	0	-	-	-	
mVEMP V/A Oranı	0	-	-	-	

* $p < 0,05$ 1: Wilcoxon test



Şekil 6.3.1. 19 numaralı kadın bireyden elde edilen mVEMP ve cVEMP yanıtları (a: mVEMP kaydı, sağ kulak mVEMP eşığı 85 dB nHL, sol kulak mVEMP eşığı 80 dB nHL, b: cVEMP kaydı, sağ ve sol kulak cVEMP eşığı 85 dB nHL)

7.TARTIŞMA

Denge fonksiyonlarını değerlendiren testler arasında yer alan VEMP, periferik vestibüler organların uyarılması sonucu kaslarda sonlanan refleks arkının ölçüldüğü elektrofizyolojik bir test yöntemidir. Refleks arkı yanıtının ölçüldüğü kasa göre SKM kasından elde edilen cevaplar Servikal VEMP cevabı, alt oblik kaslardan elde edilen cevaplar ise Oküler VEMP cevabı olarak adlandırılır. VEMP cevaplarının elde edilebildiği kaslar sadece SKM kası ve oblik kaslarla sınırlı değildir. Literatürde yapılan birçok çalışmalarda, masseter (75), trapezius (76), splenius capitis (77), triceps (78), solues (79), frontalis, mylohyoideus, temporalis gibi diğer kaslardanda alınmıştır. da refleks yanıtlarının elde edilebildiği gösterilmiştir. Baş oryantasyonu ve yerçekimi değiştiğinde çeneyi sabit bir pozisyonda tutabilmek için vestibüler sistem, mandibular kaslara uyarı gitmesinde yardımcı olur (80,81,82,83). Vestibüler nükleer kompleksten çene kaslarının motor nöronlarına monosinaptik bağlantıların olduğu gösterilmiştir (82,84). Bununla ilgili hayvanlar ve insanlar üzerinde birçok çalışma yapılmıştır.

Cuccurazzu ve ark.'ın sıçanlar üzerinde yaptıkları çalışmada, medial vestibüler çekirdeğin parviselüler bölümünün (MVePC) ve prepositus hipoglossinin (PH) nöronlarının masseter motonöronlarına doğrudan bağlantılar sağladığını ve her sıçanda ipsilateral motor trigeminal çekirdeğin lateral ve ventral kısımlarında retrograd akışlı motonöronlar gözlenmiş. Çekirdeğin bu kısımlarının masseter motonöronları içerdiği gösterilmiştir (99).

Deriu ve ark.'ın 16 sağlıklı birey üzerinde tek taraflı ve iki taraflı transmastoid elektriksel vestibüler stimülasyonla uyararak masseter kaslarda oluşan yanıtlar incelediğinde, katodal uyarımla bifazik pozitif ve negatif dalga tepeli potansiyel (p11/n15 dalgası) ve anodal uyarımlarda zıt kutuplu bir dalga (n11/p15) oluşmuştur. Transmastoid elektriksel stimülasyonunun sağlıklı insanlarda di-trisinaptik yolak ile vestibulomasseterik refleksleri uyandırdığı sonucuna varılmıştır (81).

Deriu ve ark.'ın sağlıklı 18 bireyde, 100 dB nHL şiddetinden başlayarak 10'ar düşüşlerle 70 dB nHL şiddetine kadar hava yolu klik uyarını unilateral ve bilateral olarak verilerek masseter kasından alınan EMG kaydında belirgin bir şekilde pozitif ve negatif tepeli bir dalga elde edilmiş. Dalga formunda ilk olarak belirgin bir P11 tepe noktası, onu takip eden daha az belirgin N15 tepe noktası ve daha sonra daha belirgin bir N21 tepe noktası gözlenmiş. Uyarın şiddeti arttıkça dalga daha belirgin ve tepe

noktalarının latansı daha erken çıkmıştır. 100 dB nHL şiddetinde alınan cevaplar 90 dB nHL şiddetinde alınan cevaplardan %40 daha düşük bulunmuş. Bilateral uyarım sonucu alınan yanıtlar, unilateral uyarıma göre daha büyük bulunmuş. Aynı çalışmada 7 sağlıklı bireye 100 dB nHL şiddetinde unilateral uyaran verilmiş yanıtlar ise SKM ve masseter kasından alınarak P11 latansları karşılaştırılmış. SKM kasından alınan yanıtların masseter kasından alınan yanıtlardan %30 daha büyük olduğu sonucu elde edilmiştir (75).

Deriu ve ark.'ı 2007 yılında, 20 bireye 100 dB nHL ve 70 dB nHL şiddetinde klik uyaran vererek masseter kasından alınan EMG kaydında P11/ N15 dalgası ve P16/N21 dalgasının kökenlerini araştırmış. Çalışmada bireyler dört gruba ayrılmış olup, 1. grup 9 sağlıklı bireyden, 2. grup sensörinöral işitme kaybı bulunan fakat vestibüler yakınmaları olmayan 5 bireyden, 3. grup unilateral vestibüler yetmezliği bulunan fakat işitme yakınmaları olmayan 1 bireyden, 4. grup ise işitsel ve vestibüler yakınmaları olan 5 bireyden oluşmuştur. 1.gruptan 100 dB nHL şiddetinde alınan mVEMP yanıtları bifazik P11/N21 dalgası P11 latansı $11,9\pm 0,9$ ms, cVEMP yanıtları P13 latansı $13,2\pm 0,9$ ms, 2. gruptan alınan mVEMP yanıtları P11 latansı $11,7\pm 0,8$ ms elde edilmiştir. 3. gruptan alınan mVEMP yanıtlarında vestibüler yetmezliğinin olduğu tarafta yanıtlar alınamamıştır. Bu çalışma aynı zamanda ses ile uyarılma sonucu masseter yanıtların, sakküler ve koklear fonksiyonu test etmek için ek araçlar olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

De Natale ve ark.'ı vestibülomasseter refleksin normatif verilerini, yaş ve cinsiyetin etkilerini incelemiştir. Çalışmaya, 43 kadın 39 erkek olmak üzere 82 sağlıklı birey katılmış. Unilateral 138 dB SPL şiddetinde klik uyaran verilerek 55 yaş altı 62 bireyden alınan VMR yanıtlarında P11 latansı 11.37 ± 0.91 ms, N21 latansı 19.75 ± 1.61 ms, interpeak latansı 8.38 ± 1.65 ms elde edilmiştir. Çalışmada katılımcıların yaşlarının VMR yanıtlarına etkisinin araştırmak için her biri 10 kişiden oluşan toplam 60 birey, altı yaş kategorisine (<25 yaş, 26-35, 36-45, 46-55, 56-65,> 65 yaş) ayrılmış. Katılımcıların yaşı arttıkça VMR'nin ortaya çıkma sıklığı azalma eğilimi göstermiş olup P11 latanslarında uzamalar ve amplitüdünde düşmeler gözlenmiştir. Cinsiyet farklılığının VMR yanıtına olan etkisine bakıldığında, kadın katılımcıların P11 ve N21 latansları erkek katılımcılara göre daha kısa bulunmuştur (11).

VEMP testi uygulanırken hava yolu (klik veya tone burst), kemik yolu, titreşim veya galvanik akım gibi uyaranlar kullanılır. Literatürde VEMP testi yanıtlarında 500 Hz tone burst uyarının, klik uyarandan daha etkili olduğu belirtilmektedir (73,8,100). mVEMP testi uygulanarak yapılan çalışmaların çoğunda hava yolu klik uyararı kullanılmıştır. Fakat hava yolu 500 Hz tone burst uyararı kullanılarak uygulanan mVEMP testleri bulunmaktadır. Bizim çalışmamızda da 500 Hz tone burst uyararı kullanılmıştır. Literatürde klik uyararı ve tone burst uyararı karşılaştıran iki çalışma bulunmaktadır.

Vignesh ve ark'ı 500 Hz tone burst uyararı kullanarak 44 sağlıklı bireye mVEMP testi uygulayıp normatif değerlerine ve test güvenilirliğine bakmışlardır. 125 dB SPL şiddetinde 500 Hz tone burst uyararı ER3A insert kulaklıklar aracılığıyla kulak kanalına 5,1 Hz hızında sunulmuş. Masseter kasının maksimum istemli kasılması için kasılma aralığı 50.94 μ V-180.18 μ V ayarlanmış. mVEMP yanıtlarının P1 ve N1 latansları, P1N1 amplitüdü ve VEMP asimetri oranları kulak tarafına ve cinsiyet farkına göre karşılaştırılmış. Kulak tarafına göre mVEMP parametrelerinde anlamlı bir fark bulunamamış. Cinsiyete göre mVEMP parametrelerinin karşılaştırılmasında ise erkeklerin P1N1 amplitüdüleri kadınlarınkinden daha yüksek bulunmuştur. Bunun nedeninin erkeklerin masseter kasının kadınların masseter kasından daha kalın olduğu ve trigeminal sinir hacminin erkeklerde kadınlardan daha büyük olduğu için olabileceğini düşünmüşlerdir. Çalışma sonucunda 500 Hz tone burst mVEMP testinin, vestibulomasseterik refleks yolunun fonksiyonel bütünlüğünü değerlendirmek için sağlam ve güvenilir bir test olduğunu görmüşlerdir (101).

Ravichandran ve ark'ı 40 sağlıklı bireye klik ve tone burst uyararı vererek mVEMP yanıtlarının cinsiyet farkını ve normatif değerlerini incelemişlerdir. Çalışmaya 20 kadın 20 erkek toplamda 40 birey katılmıştır. Katılımcılara 90 dB nHL'de 500 Hz tone burst ve klik uyararı verilmiştir. 500 Hz tone burst uyararı sonucu alınan yanıtların P1 latansı 12.13 ± 0.81 ms, N1 latansı 22.54 ± 1.30 ms, interpeak latansı 10.41 ± 0.49 ms ve P1N1 amplitüdü 198.53 ± 64.64 μ V bulunmuştur. Klik uyararı sonucu alınan yanıtların P1 latansı 11.45 ± 0.87 ms, N1 latansı 21.85 ± 1.65 ms, interpeak latansı 10.4 ± 0.78 ms ve P1N1 amplitüdü 81.23 ± 32.56 μ V bulunmuştur. Tone burst ve klik uyararı karşılaştırılmasında, tone burst uyararıda klik uyararına göre latanslarda uzama meydana gelmiştir. P1N1 amplitüdü tone burst

uyaranda daha büyük elde edilmiştir. İki uyarın arasında vemp asimetri oranında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Cinsiyet karşılaştırılmasında ise kadınlarda P1 ve N1 latansları, erkeklere kıyasla daha kısaydı. Fakat istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0,05$) (102).

VEMP testleri birçok parametreye bakarak yorumlanır. Değerlendirme parametreleri; P1 latansı, N1 latansı, interpeak latansı, P1N1 amplitüdü ve VEMP asimetri oranından oluşur. Bu parametrelerdeki latans uzamaları, uyarın şiddeti ve değerlendirilen kasın kasılma şiddetine bağlı amplitüdlere artış, yüksek elde edilen VEMP asimetri oranı ve VEMP eşliğinin düşük elde edilmesi ayırıcı tanıda yardımcı olur (103,104,105). Bizim çalışmamızda diğer çalışmalarda olduğu gibi mVEMP ve cVEMP testlerinin yorumlanması için P1 latansı, N1 latansı, interpeak latansı, P1N1 amplitüdü ve VEMP asimetri oranı değerlendirme parametrelerine bakıldı.

Literatürde mVEMP testi yapılırken uyarının unilateral ve bilateral olarak verildiği çalışmalar vardır. Bu çalışmalarda genellikle bilateral ve unilateral uyarım sonucu benzer bir yanıt oluşmaktadır (10,101,102). Bilateral uyarımda daha büyük yanıtların elde edildiği çalışmalarda vardır fakat istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (75).

Bizim çalışmamızda unilateral uyarımla, 100 dB nHL şiddetinde 500 Hz tone burst uyarınla ölçülen mVEMP yanıtları; P1 latansı $15,90 \pm 1,68$ ms, N1 latansı $25,86 \pm 1,48$ ms, interpeak latansı $9,96 \pm 1,50$ ms, P1N1 amplitüdü $97,89 \pm 37,34$ μ V ve VEMP asimetri oranı $0,13 \pm 0,07$ olarak bulundu. Çalışmamızın mVEMP parametre sonuçlarını literatürle karşılaştırdığımızda, çalışmamızda P1 latansı daha büyük değer bulundu (101,102). Diğer çalışmalarda oluşan farklılıkların sebebinin uyarın, elektrod yerleşimi ve donanım farklılıklarından dolayı olabileceği düşünülmektedir.

Literatürde mVEMP testinde elektrod yerleşiminde farklılıklar bulunmaktadır. Deriu ve ark'ın yaptığı çalışmalarda aktif elektrot masseter kasın 1/3'lük kısmına, referans elektrot mandibulaya ve zigomatik kemiğin üzerine, toprak elektrot ise altına yerleştirilmiştir (11). Bizde çalışmamızda aktif elektrotları sağ-sol masseter kasın 1/3'lük kısmına, referans elektrot vertekse ve toprak elektrot ise altına yerleştirdik.

mVEMP ölçümünün yapılabilmesi için masseter kaslarının kasılması gerekmektedir. Literatürde yapılan çalışmalarda masseter kasın kasılması için bireylerden arka dişlerini kasmaları, yeteri kadar kasamayan bireylerden gazlı bezi

ısrırmaları istenmiş (4,11,10). Bizim çalışmamızda da masseter kasın kasılması için bireylerden arka dişlerin kasılması istendi. VEMP monitörizasyonunda uygun kasılma aralığı “70 μ V RMS – 120 μ V RMS” ayarlanıp hastaya ses uyararı boyunca kasılmayı yeşil renkle gösterilen aralıkta tutması istendi.

Bizim çalışmamızda tüm uyararı şiddetinde mVEMP eşik değerlerinin ve ölçüm parametrelerinin cinsiyete ve kulak tarafına göre karşılaştırması yapıldı. Yapılan karşılaştırmalar sonucu mVEMP eşik değerlerinde istatistiksel anlamlı fark saptanmadı. mVEMP ölçüm parametrelerinin cinsiyete göre karşılaştırılmasında; 90 dB nHL hariç tüm uyararı şiddetlerinde kadınların P1 latansı, erkeklerin P1 latansından daha kısa bulunmuştur. N1 latans değerleri ise 90 dB nHL, 80 dB nHL ve 75 dB nHL hariç tüm uyararı şiddetlerinde kadınların N1 latansları, erkeklerin N1 latans değerlerinden daha kısa bulundu. Literatürde mVEMP cinsiyet karşılaştırmasının yapıldığı çalışmalarda da kadınların P1 ve N1 latansları erkeklerinkine göre daha kısa bulunmuştur (11,102). Bunun nedeninin kadınlardaki koklea uzunluğunun kısa olması ve trigeminal sinir hacminin erkeklerden daha düşük olmasından dolayı olabileceği düşünülmektedir (106,107). Kulak tarafına göre karşılaştırmada ise 100 dB nHL, 95 dB nHL, 90 dB nHL ve 80 dB nHL şiddetlerinde N1 latanslarında, sol kulak latansları sağ kulak latanslarına göre daha büyük bulundu. Bunun nedeninin sağ ve sol masseter kasın bireylerin çiğneme tarafına, kas gücüne göre farklılık oluşturabileceği düşünüldü. Literatürde kulak tarafına göre karşılaştırılma yapılmamıştır.

Çalışmamızda mVEMP ve cVEMP testinin normatif değerlerinin karşılaştırmasında incelemeyi amaçladık. Literatüre baktığımızda mVEMP ve cVEMP yanıtlarını karşılaştıran çok az çalışma yapılmıştır (5,9,75). mVEMP ve cVEMP eşik değerleri ortalamalarına ve ölçüm parametrelerine bakıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı ($p>0,05$). Literatürde yapılan çalışmalardada mVEMP ve cVEMP yanıtları uyumlu bulunmuştur (5,9,75).

cVEMP ve mVEMP'in birlikte kullanılmasının beyinsapı fizyolojisinin değerlendirilmesinde yararlı olacağı düşünülmektedir. mVEMP testi, Multipl skleroz, Parkinson ve idiyopatik REM-Uyku Davranışı Bozukluğu olan hastalarda beyinsapı disfonksiyonlarını değerlendirmesinin yanında klinik ve radyolojik görüntülemelere ek tanıda yardımcı olmada, periferik vestibüler bozukluğu olan hastalarda tanı koymada cVEMP, oVEMP testleriyle uyumlu çıkmıştır (5,9,10).

8. SONUÇ

Literatürde mVEMP testinin tüm parametrelerinin incelendiği az sayıda çalışma vardır ve bu çalışmalarda farklılıklar bulunmaktadır. Testin uygulandığı popülasyon, testte kullanılan uyaran tipi, şiddeti, farklı elektrot montajı ve farklı kayıt parametrelerinin uygulanması bu farklılıkların oluşmasını sağlamaktadır. Ülkemizde daha önce mVEMP testine ait normalizasyon çalışması yapılmamıştır. Yaptığımız çalışmayla 20-30 yaş aralığındaki Türk popülasyonunun mVEMP ölçüm parametrelerinin tanımlayıcı istatistiksel değerleri elde edilmiştir. Çalışmada ayrıca vestibüler fonksiyonların incelenmesinde kullanılan cVEMP testinin mVEMP testiyle olan korelasyonunada bakıldı. Ülkemizde cVEMP ve mVEMP testlerinin ölçüm parametrelerini karşılaştıran bir çalışma yapılmamıştır. Boynunu tutamayan, boyun bölgesinden cerrahi operasyon geçirmiş olan, konjenital SKM anomalisi olan ve göz kaslarında anomalisi olan hastalarda cVEMP ve oVEMP testleri uygulanamayacağından dolayı, mVEMP'in alternatif bir test yöntemi olabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmayla birlikte mVEMP yanıtlarının normatif verilerinin elde edilmesi, vestibüler ve trigeminal yolun değerlendirilmesinde, çeşitli periferik ve santral vestibüler bozuklukları olan hastaların değerlendirilmesinde tanıya yardımcı bir test olarak kullanılabilmesi düşünülmektedir.

8.1. Araştırmanın Sınırlılıkları ve İleri Çalışma Önerileri

Çalışmamızda uygulanan mVEMP testinde tüm uyaran şiddetlerinde bireyler unilateral uyarıldığı için bireylerin test süresi çok uzun sürdü ve katılımcılar masseter kaslarını kasmakta zorlandı. Bilateral uyarımla test süresi daha kısaltılarak katılımcıların kaslarını daha az yorması sağlanabilir.

Çalışmamızda mVEMP testi 20-30 yaş arasındaki bireylere uygulanmıştır. mVEMP testi daha geniş yaş gruplarında uygulanarak normatif veriler elde edilebilir ve yaş gruplarına göre karşılaştırmalar yapılabilir.

VMR yolağının fizyolojisinin daha iyi anlaşılması için periferik, vestibüler bozukluğu olan, boyun problemi yaşayan hastalarda mVEMP ve cVEMP testi uygulanabilir ve yanıtlar karşılaştırılabilir.

9. KAYNAKLAR

- 1- Şahin C. Vestibüler Sistem Anatomi, Fizyoloji ve Bozuklukları. Nobel Med. 5(3):5-8, 2009.
- 2- Derinsu U, İsgenderova E, Akdaş E. Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyellerin Standardizasyonu. Marmara Medical Journal. 22:127-133, 2009.
- 3- Bailey B, Johnson J. Baş Boyun Cerrahisi, Otolaringoloji. Vol 2. Ankara: Güneş Kitabevi, 2011.
- 4- Deriu F, Ortu E, Capobianco S, Giaconi E, Melis F, Aiello E, Tolu E. Origin of sound-evoked EMG responses in human masseter muscles. J Physiol, 580(Pt 1), 195–209, 2007.
- 5- De Natale ER, Ginatempo F, Paulus KS, Pes GM, Manca A, Tolu E, Deriu F. Abnormalities of vestibular-evoked myogenic potentials in idiopathic Parkinsons disease are associated with clinical evidence of brainstem involvement. Neurological Sciences, 36(6), 995–1001, 2015.
- 6- Deriu F, Milia M, Sau G, Vittoria M, Enzo P, Giacomo O. Nonnociceptive upper limb afferents modulate masseter muscle EMG activity in man, 286–294, 2002.
- 7- Deriu F, Giaconi E, Rothwell JC, Tolu E. Reflex responses of masseter muscles to sound. Clinical Neurophysiology, 121(10), 1690–1699, 2010.
- 8- 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.
- 9- De Natale ER, Ginatempo F, Laccu I, Figorilli M, Manca A, Mercante B, Deriu F. Vestibular evoked myogenic potentials are abnormal in idiopathic REM sleep behavior disorder. Frontiers in Neurology, 9(OCT), 1–8, 2018.
- 10- Başöz M, Periferik Vestibülopatisi Olan Hastalarda Masseterik Vestibüler Uyarılmış Potansiyel Yanıtlarının (Mvemp) Değerlendirilmesi. İ.A.Ü Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2019.
- 11- De Natale ER, Ginatempo F, Mercante B, Manca A, Magnano I, Ortu E, Pilurzi G, Melis F, Rothwell JC, Deriu F. Vestibulo masseteric reflex and acoustic

- masseteric Reflex: Normative data and effects of age and gender. *Clinical Neurophysiology*. 130:511–1519, 2019.
- 12- Ardiç FN. Vertigo p. 2-26. 1. Baskı, İzmir, Güven Kitabevi, 2005.
 - 13- Blazquez PM, Highstein SM. Visual–vestibular interaction in vertical vestibular only neurons. *Neuroreport*. 18(13):1403-6, 2007.
 - 14- McCaslin DL. *Electronystagmography and Videonystagmography (ENG/VNG)*. Plural Publishing,2019.
 - 15- Bronstein A. *Oxford textbook of vertigo and imbalance*: OUP Oxford,2013.
 - 16- Angelaki DE, Cullen KE. Vestibular system: the many facets of a multimodal sense. *Annu Rev Neurosci*. 31:125-50, 2008.
 - 17- Van De Graaff KM. Senses of hearing and balance, p.516–30, In: *Human Anatomy*. 6th ed. The McGraw-Hill Companies Publishing, 2001.
 - 18- Baloh RW, Kerber KA. *Clinical Neurophysiology of the Vestibular System*. p.480, 4th ed. Oxford: Oxford University Press, 2010.
 - 19- Guyton AC, Hall JE. *Textbook of Medical physiology*. Inc. 11thEdition P:692-698, 2006.
 - 20- McCaslin DL. *Electronystagmography and Videonystagmography (ENG/VNG)*: Plural Publishing,2019.
 - 21- 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.
 - 22- Dickman JD. The vestibular system. p.320-333 In: *Fundamental Neuroscience for Basic and Clinical Applications*. 5th ed. Elsevier Inc, 2018.
 - 23- 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.
 - 24- Hızal E. Vestibüler sistemin anatomisi ve fizyolojisi p. 57–66. İçinde: Belgin E. editor. *Temel Odyoloji*. Ankara, Güneş Tıp Kitabevleri, 2015.
 - 25- Herdman S. *Vestibular rehabilitation (third edition)*. 2007.
 - 26- Fife TD. Overview of anatomy and physiology of the vestibular system p. 5–17. In: *Handbook of Clinical Neurophysiology*. Elsevier, 2010.

- 27- Shepard NT, Telian SA. Practical management of the balance disorder patient. Singular Pub. Group; p. 221, 1996.
- 28- Oghalai JS, Brownell WE. Current Diagnosis and Treatment in Otolaryngology-Head and Neck Surgery (3rd editio). Chapter 44, Anatomy and Physiology of the Ear, In: Lalwani AK, editor. McGraw-Hill Medical, 2012.
- 29- Akyıldız N. Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi 1, P: 103-128,198-226, 1. Baskı, Ankara, Bilimsel Tıp Yayınevi, 1998.
- 30- Khan S, Chang R. Anatomy of the vestibular system: A review. Neuro Rehabilitation. 32(3):437-43, 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- Guyton A. Cortical and brain system control of motor function, pp. 685-97. In: Guyton AC Hall JE, EDS. Textbook of medical Physiology Eleventh ed Philadelphia, USA ElsevierSaunders, 2006.
- 33- Akyıldız N. Kulak hastalıkları ve mikrocerrahisi. s. 1-71, I. Ankara: Bilimsel Tıp Yayınevi, 1998.
- 34- Lee KJ. Essential otolaryngology : Baş ve Boyun Cerrahisi. Güneş Kitabevi, 2012.
- 35- Ardiç FN, Vertigo. s. 3-27. İstanbul,2019.
- 36- Day BL, Fitzpatrick RC. The vestibular system, Current Biology. 15(15):583-586, 2005.
- 37- Parnes L, Gagne J, Hassan R. Cochlear implants and otitis media: considerations in two cleft palate patients. The Journal of otolaryngology. 22(5):345-8, 1993.
- 38- Akyol U, Koç C. Modern tıp seminerleri dizisi: vertigo. p. 25. Ankara, Güneş Tıp Kitabevi, 2003.
- 39- 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.
- 40- Cummings CW, Flint PW, Richardson M, Haughey B, Lund V, Niparko J, et al. Cummings Otolaryngology: Head & Neck Surgery. p.1850-1866, 5th ed. Baltimore, Mosby Elsevier, 2005.

- 41- Barin K. Clinical Otolaryngology. p. 47. In: Pensak ML, Choo DJ, 4th edition, Thieme, 2014.
- 42- Tascioglu AB. Brief review of vestibular system anatomy and its higher order projections. Neuroanatomy. 4:24–7, 2005.
- 43- Oei MLYM. Morphology and electrophysiology of the vestibular organ in the guinea pig. University of Groningen, 2003.
- 44- Mann Michael. The Nervous System in Action. Chapter 9, 2014.
- 45- Waxman SG. The vestibular system. In: Clinical Neuroanatomy. 2010.
- 46- Aydın G. Vestibüler sistem, kısımları ve işleyişi. p. 1-5. İçinde: Kara B, editör. Vestibüler Rehabilitasyon Değerlendirme ve Tedavi Yaklaşımları. 1. Baskı. Ankara. Türkiye klinikleri, 2021.
- 47- Truex RC, Carpenter MB. Human Neuroanatomy. 6th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins. 1969.
- 48- Lee SC. Vestibular system anatomy: Overview, membranous labyrinth, vestibular sensory epithelium. Medscape, 2016.
- 49- Ryan S. Dizziness Handicap Inventory. Chicago: AbilityLab, 2020
- 50- Ropper A, Samuels M. Deafness, Dizziness, and Disorders of Equilibrium. Adams and Victor's Principles of Neurology. Chapter 15, 2009;17:2012.
- 51- Herdman SJ, Clendaniel R. Vestibular rehabilitation: FA Davis; 2014.
- 52- Çelik O. Meniere Hastalığında Uyarılmış Vestibüler Miyojenik Potansiyeller. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, D.E.Ü. Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı, Yüksek Lisans, İzmir, 2011.
- 53- Welgampola MS, Colebatch JG. Vestibulocollic reflexes: normal values and the effect of age. Clin Neurophysiol. 112: 1971-9, 2001.
- 54- Cullen K, Sadeghi S. Vestibular system. Scholarpedia. 3(1)3013, 2008.
- 55- Murofushi T, Kaga K. Vestibular Evoked Myogenic Potential Its Basics and clinical Applications. Tokyo, 2009.
- 56- Esmer N, Akiner M, Karasalihoğlu A, Saatçi M. Klinik Odyoloji. Ankara, Özışık Matbaacılık. 92-3, 1995.
- 57- Lalwani AK. Current diagnosis & treatment in otolaryngology: head & neck surgery: Universe v Ljubljani, Medicinska fakulteta, 2012.

- 58- Zileli T, Baysal Aİ. Klinik nöroanatomi ve nörofizyoloji. Hacettepe Yayınlar, 87-131, 1985.
- 59- Tabak S, Smeets JBJ, Collewijn H. Modulation of the human vestibuloocular reflex during saccades: Probing by high-frequency oscillation and torque pulses of the head. *Journal of Neurophysiology*. 76(5):3249-3263, 1996.
- 60- Perez N, Lopez JR. Head-impulse and caloric tests in patients with dizziness. *Otology & Neurotology*. 24;913-917, 2003.
- 61- Black RA, Halmagyi GM, Thurtell MJ, Todd MJ, Curthoys IS. The active head-impulse test in unilateral peripheral vestibulopathy. *Arch Neurol*, Vol 62, 2005.
- 62- Colebatch JG, Halmagyi GM, Skuse NF. Myogenic potentials generated by a click-evoked vestibulocollic reflex. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 57(2):190–197, 1994.
- 63- Sheykholeslami K, Megerian CA, Arnold JE, Kaga K. Vestibular evoked myogenic potentials in infancy and early childhood. *Laryngoscope*. 115(8):1440–4, 2005.
- 64- Halmagyi G, Colebatch J, Curthoys I. New tests of vestibular function. *Baillieres Clin Neurol*. 3(3):485–500, 1994.
- 65- Baloh R, Honrubia R. Vestibular physiology. p. 584-622. *Otolaryngology Head and Neck Surgery*. 3rd edition St Louis, ABD, Mosby Years Book, 1998.
- 66- Colebatch J, Halmagyi G. Vestibular evoked potentials in human neck muscles before and after unilateral vestibular deafferentation. *Neurology*. 42(8):1635, 1992.
- 67- 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):658-66, 2014.
- 68- Erbek HS. Vestibüler uyarılmış kas potansiyelleri p. 179–189. İçinde: Ardıç FN editör. *Vertigo*. İzmir: US Akademi, 2019.
- 69- Rosengren S, Welgampola M, Colebatch J. Vestibular evoked myogenic potentials: past, present and future. *Clinical neurophysiology*. 121(5):636-51, 2010.

- 70- Allena M, Magis D, De Pasqua V, Schoenen J. The vestibulo-collic reflex is abnormal in migraine, *Cephalalgia*. 27(10):1150-1155, 2007.
- 71- Colebatch J. Vestibular evoked potentials, *Current Opinion in Neurology*, (14):21-26, 2001.
- 72- Halmagyi G, McGarvie L, Aw S, Yavor R, Todd M. The click-evoked vestibulo-ocular reflex in superior semicircular canal dehiscence. *Neurology*. 60(7):1172-5, 2003.
- 73- 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.
- 74- Takeichi N, Sakamoto T, Fukuda S, Inuyama Y. Vestibular evoked myogenic potential (VEMP) in patients with acoustic neuromas. *Auris Nasus Larynx*. 28 Suppl: S39-S41, 2001.
- 75- Deriu F, Tolu E, Rothwell JC. A sound-evoked vestibulomasseteric reflex in healthy humans. *J Neurophysiol*. 93:2739-2751, 2005.
- 76- Ferber-Viart C, Duclaux R, Colleaux B, Dubreuil C. Myogenic vestibular-evoked potentials in normal subjects: a comparison between responses obtained from sternomastoid and trapezius muscles. *Acta Otolaryngol*. 117:472-481, 1997.
- 77- Wu CH, Young YH, Murofushi T. Tone burst-evoked myogenic potentials in human neck flexor and extensor. *Acta Otolaryngol*. 119:741-744, 1999.
- 78- Cherchi M, Bellinaso NP, Card K, et al. Sound evoked triceps myogenic potentials. *Otol Neurotol*. 30:545-550, 2009;.
- 79- Watson SR, Colebatch JG. Vestibular-evoked electromyographic responses in soleus: a comparison between click and galvanic stimulation. *Exp Brain Res*. 119:504-510, 1998.
- 80- Deriu F, Podda MV, Chessa G, Tolu E. Trigeminal integration of vestibular and forelimb nerve inputs. *Arch Ital Biol*. 137:63-73, 1999.
- 81- Deriu F, Tolu E, Rothwell JC. A short latency vestibulomasseteric reflex evoked by electrical stimulation over the mastoid in healthy humans. *J Physiol*. 553:267-279, 2003.
- 82- Hickenbottom RS, Bishop B, Moriarty TM. Effects of whole-body rotation on masseteric motoneuron excitability. *Exp Neurol* 89:442-453, 1985.

- 83- Tolu E, Pugliatti M. The vestibular system modulates masseter muscle activity. *J Vestib Res.* 3:163–171, 1993.
- 84- Deriu F, Podda MV, Milia M, Chessa G, Sau G, Pastorino M, Aiello I, Tolu E. Masseter muscle activity during vestibular stimulation in man. *Arch Ital Biol.* 138:205–215, 2000.
- 85- Welgampola MS. Evoked potential testing in neuro-otology. *Curr Opin Neurol.* 21: 29–35, 2008.
- 86- Daniels DL, Pech P, Pojunas KW, Kilgore DP, Williams AL, Haughton VM. Trigeminal nerve: anatomic correlation with MR imaging. *Radiology.* 159(3):577-83, 1998.
- 87- Klun B, Prestor B. Microvascular relations of the trigeminal nerve: an anatomical study. *Neurosurgery.* 19(4):535-9, 1986.
- 88- Wilson CB, Yorke C, Prideau G. Microsurgical vascular decompression for trigeminal neuralgia and hemifacial spasm. *West J Med.* 132: 481-484, 1980.
- 89- Moore Keith L, Dalley, Arthur F, Agur Anne MR. *Clinically Oriented Anatomy, Seventh Edition.* Lippincott Williams & Wilkins. s. 849, 2014.
- 90- Snell Klinik Nöroanatomi. s. 208. (7 bas.). Nobel Tıp Kitabevi.
- 91- Mosbys MD. Trigeminal nerve. p. 19-85. *Mosby's medical dictionary.* 10th ed. St. Louis: Elsevier, 2016.
- 92- Mayil M, Keser G, Demir A, Pekiner FN. Assessment of Masseter Muscle Appearance and Thickness in Edentulous and Dentate Patients by Ultrasonography. *Open Dent J.* 12(1):723–34, 2018.
- 93- Atasever A. Çiğneme Kasları. p. 100. In: *Anatomi. İstanbul Tıp Kitabevleri 2,* 2019.
- 94- Tümen S, Süer D, Arslan SG. Çiğneme Kas Aktivitesi Ve Ölçüm Yöntemleri, 34(4), 316, 322, 2007.
- 95- Lund JP, Olsson KA. The importance of reflexes and their control during jaw movement. *Trends Neurosci.* 11:458–63, 1983.
- 96- Tolu E, Caria MA, Chessa G, Melis F, Simula ME, Podda MV, Solinas A, Deriu F. Trigeminal motoneurone responses to vestibular stimulation in the guinea pig. *Arch Ital Biol.* 134:141–51, 1996.

- 97- Card JP, Whealy ME, Robbins AK, Enquist LW. Pseudorabies virus envelope glycoprotein gI influences both neurotropism and virulence during infection of the rat visual system. *J Virol.* 66:3032–41, 1992.
- 98- Giaconi E, Deriu F, Tolu E, Cuccurazzu B, Yates BJ, Billig I. Transneuronal tracing of vestibulo-trigeminal pathways innervating the masseter muscle in the rat. *Exp Brain Res.* 171:330–3, 2006.
- 99- Cuccurazzu B, Deriu F, Tolu E, Yates BJ, Billig I. A monosynaptic pathway links the vestibular nuclei and masseter muscle motoneurons in rats. *Exp Brain Res.* 176:665–71, 2007.
- 100- 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.
- 101- Vignesh SS, Singh NK, Rajalakshmi K. Tone Burst Masseter Vestibular Evoked Myogenic Potentials: Normative Values and Test–Retest Reliability. *J Am Acad Audiol.* 32:308–314, 2021.
- 102- Ravichandran A, Vishnuram B, Hemavathy R. Masseteric Vestibular Evoked Myogenic Potential Click vs. Tone burst Normative and gender difference. *J Phonet Audiol.* 6: 143, 2020.
- 103- 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.
- 104- Welgampola MS, Colebatch, JG. Characteristics and clinical applications of vestibular-evoked myogenic potentials. *Neurology.* 64(10):1682–1688, 2005.
- 105- 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.
- 106- Sato H, Sando I, Takahashi H. Sexual dimorphism and development of the human cochlea. Computer 3-D measurement. *Acta Otolaryngol.* 111:1037–40, 1991.

107- Kress B, Schindler M, Rasche D. Why do advanced age and female gender predispose to trigeminal neuralgia? . Clin Neuroradiol. 18:60–64, 2008.



10. EKLER

Ek 1

BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Araştırmanın Adı: Normal Bireylerde Masseter VEMP Yanıtlarının Normalizasyonu ve Servikal VEMP Yanıtlarıyla Karşılaştırılması
Sorumlu Araştırmacının Adı: Ezgi KILINÇ

" Normal Bireylerde Masseter VEMP Yanıtlarının Normalizasyonu ve Servikal VEMP Yanıtlarıyla Karşılaştırılması " isimli bir çalışmada yer almak üzere davet edilmiş bulunmaktasınız. Bu çalışmaya davet edilmenizin nedeni bir denge testi olan mVEMP testinin normatif verilerinin elde edilmesini sağlamak ve CVEMP testi ile yanıtların karşılaştırmasını yapıp araştırmaktır. 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 araştırmaya hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Çalışma hakkında tam olarak bilgi sahibi olduktan sonra ve sorularınız cevaplandıktan sonra eğer katılmak isterseniz sizden bu formu imzalamanız istenecektir. Bu araştırma İstanbul Medipol Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Odyoloji Anabilim Dalı, Odyoloji Bölüm Başkanı Prof. Dr. M. Bülent ŞERBETÇİOĞLU yürütücülüğünde Yüksek Lisans öğrencisi Ezgi KILINÇ tarafından gerçekleştirilecektir.

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

- Bu çalışmanın amacı işitme kaybı ve baş dönmesi öyküsü olmayan sağlıklı bireylerde mVEMP testinin normatif verilerinin elde edilmesini sağlamak ve CVEMP testi ile yanıtların karşılaştırmasını yapmaktır..
- Çalışmaya 20 gönüllü alınması planlanmaktadır.

Bu çalışmaya katılmamı mıyım?

Bu çalışmada yer alıp almamak tamamen size bağlıdır. Şu anda bu formu imzalaranız bile istediğiniz 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 olduğunuzda aşağıdaki kişi ile lütfen iletişime geçiniz.

ADI : Ezgi KILINÇ
TELEFON : ██████████

(Hastanın Beyanı)

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji Tezli Yüksek Lisans Öğrencisi Ezgi KILINÇ 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. Ezgi KILINÇ' yı [REDACTED] numarasından veya Prof. Dr. Mustafa Bülent Şerbetçioğlu'nu [REDACTED] 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 kağıdının bir kopyası bana verilecektir.

Katılımcı

Adı, soyadı:

Tel:

İmza:

Tarih:

Katılımcı ile görüşen araştırmacı

Adı soyadı: Ody. Ezgi KILINÇ

Tel: [REDACTED]

İmza:

Tarih:

11. ETİK KURUL ONAYI



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

E-İmzalıdır

Sayı : E-10840098-772.02-66587
Konu : Etik Kurulu Kararı

30/12/2020

Sayın Ezgi KILINÇ

Üniversitemiz Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kuruluna yapmış olduğunuz "Normal Bireylerde Masseter VEMP Yanıtlarının Normalizasyonu ve Servikal VEMP Yanıtlarıyla Karşılaştırılması" isimli başvurunuz incelenmiş olup etik kurulu kararı ekte sunulmuştur.

Bilgilerinize rica ederim.

Dr. Öğr. Üyesi Mahmut TOKAÇ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar
Etik Kurulu Başkanı

Ek:
-Karar Formu (2 sayfa)

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Dr. Öğr. Üye. Mahmut TOKAÇ tarafından 30.12.2020 tarihinde e-İmzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden B7F1E636XC kodu ile doğrulayabilirsiniz.

İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR
ETİK KURULU KARAR FORMU

BAŞVURU BİLGİLERİ	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Normal Bireylerde Masseter VEMP Yanıtlarının Normalizasyonu ve Servikal VEMP Yanıtlarıyla Karşılaştırılması			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Ezgi KILINÇ			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Odyolog & Klinik Odyoloji Tezli Yüksek Lisans Öğrencisi			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	İstanbul			
	DESTEKLEVİCİ	-			
	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	Dili		
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ/PLANI			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
Karar Bilgileri	Karar No:959	Tarih: 24/12/2020				
	Yukarıda bilgileri verilen Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve araştırmanın etik ve bilimsel yönden uygun olduğuna "oybirliği" ile karar verilmiştir.					

İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU	
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI	Dr. Öğr. Üyesi Mahmut TOKAÇ

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile ilgili		Katılım *		İmza
Dr. Öğr. Üyesi Mahmut TOKAÇ	Tıp Tarihi ve Etik	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"/>	Uygundur
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"/>	Uygundur
Doç. Dr. Mehmet Kemal ÖZDEMİR	Elektrik ve Elektronik	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"/>	Uygundur
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"/>	Uygundur
Doç. Dr. 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"/>	Uygundur
Dr. Öğr. Üyesi Nezih HACIHASANOĞLU ÇAKMAK	Biyokimya	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"/>	Uygundur
Dr. Öğr. Üyesi Neriman İpek KIRMIZI	Tıbbi Farmakoloji	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"/>	Uygundur

* :Toplantıda Bulunma

COVID-19 (Pandemi) nedeniyle etik kurulumuz sanal olarak toplanmış olup kurul üyelerimizden uygunluk kararı sanal ortamda alınmıştır. Araştırmacı tarafından talep edilirse, COVID-19 (Pandemi) sonrası ıslak imzalı karar formu ayrıca hazırlanabilir.

Girişimsel Olmayan Etik Kurulu Sekreteri
Bilge KAYA