

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GÜRÜLTÜLÜ ORTAMLARDA ÇALIŞMAYA
BAĞLI İŞİTME KAYBI OLAN HASTALARDA
ODYO-VESTİBÜLER BULGULARIN
DEĞERLENDİRİLMESİ: OLGU-KONTROL
ÇALIŞMASI**

ÖZGENUR ÇETİNBAĞ

**ODYOLOJİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

İZMİR – 2019

DEU.HSI.MSc-2017970057

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GÜRÜLTÜLÜ ORTAMLARDA ÇALIŞMAYA
BAĞLI İŞİTME KAYBI OLAN HASTALARDA
ODYO-VESTİBÜLER BULGULARIN
DEĞERLENDİRİLMESİ: OLGU-KONTROL
ÇALIŞMASI**

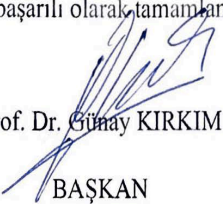
**ODYOLOJİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

ÖZGENUR ÇETİNBAĞ

Danışman Öğretim Üyesi: Prof. Dr. GÜNAY KIRKIM

DEU.HSL.MSc-2017970057

Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı,
Odyoloji Yüksek Lisans programı öğrencisi **Özgenur ÇETİNBAG** "**Gürültü Ortamlarda
Çalışmaya Bağlı İşitme Kaybı Olan Hastalarda Odyo-Vestibüler Bulguların
Değerlendirilmesi: Olgu-Kontrol Çalışması**" konulu Yüksek Lisans tezini 08/05/2019
tarihinde başarılı olarak tamamlamıştır.


Prof. Dr. Günay KIRKIM

BAŞKAN

Dokuz Eylül Üni. Tıp Fak. KBB ABD


Prof. Dr. Enis Alpin GÜNERİ

ÜYE

Dokuz Eylül Üni. Tıp Fak. KBB ABD


Prof. Dr. Ahmet Omer İKİZ

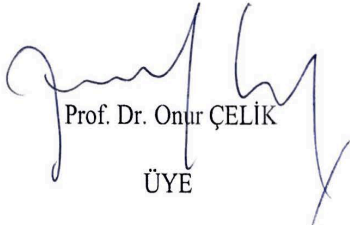
ÜYE

Dokuz Eylül Üni. Tıp Fak. KBB ABD


Prof. Dr. Mustafa Cenk ECEVİT

ÜYE

Dokuz Eylül Üni. Tıp Fak. KBB ABD


Prof. Dr. Onur ÇELİK

ÜYE

Manisa Celal Bayar Üni. Tıp Fak. KBB ABD

Prof. Dr. Sema BAŞAK

YEDEK ÜYE

Adnan Menderes Üni. Tıp Fak. KBB ABD

Prof. Dr. Taner Kemal ERDAĞ

YEDEK ÜYE

Dokuz Eylül Üni. Tıp Fak. KBB ABD

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	iv
TABLO DİZİNİ.....	vii
ŞEKİL DİZİNİ.....	viii
KISALTMALAR.....	ix
TEŞEKKÜR.....	x
ÖZET	1
ABSTRACT	3
1.GİRİŞ VE AMAÇ	5
1.1 Problemin Tanımı ve Önemi.....	5
1.2 Araştırmanın Amacı	6
2. GENEL BİLGİLER.....	7
2.1 İşitme Sistemi Anatomi ve Fizyolojisi	7
2.1.1 Dış Kulak.....	7
2.1.2 Orta Kulak	7
2.1.3 İç Kulak.....	8
2.2 Vestibüler Sistem Anatomisi ve Fizyolojisi	9
2.2.1 Periferik Vestibüler Sistem	10
2.2.1.1. Semisirküler Kanallar	10
2.2.1.2 Otolitik Organlar	11
2.2.1.3 Vestibüler Sinir.....	12
2.2.2 Santral Vestibüler Sistem	12
2.3 Vestibüler Refleksler	13
2.3.1 Vestibülo-oküler Refleks.....	13
2.3.2 Vestibülo-spinal Refleks (VSR)	14

2.3.3 Vestibülo-kollik Refleks (VKR).....	15
2.4 Gürültüye Bağlı İşitme Kayıpları.....	15
2.4.1 Gürültüye Bağlı İşitme Kaybını Etkileyen Faktörler.....	17
2.4.2 Gürültünün İç Kulak ve Tüylü Hücre Fonksiyonları Üzerine Etkileri	18
2.4.3 Gürültüye Bağlı İşitme Kayıplarında Görülen Odyolojik Özellikler	19
2.5 Saf Ses Odyometri.....	20
2.5.1 Yüksek Frekans Odyometri.....	21
2.6 Otoakustik Emisyonlar	22
2.6.1 Transient (Anlık) Uyarılmış OAE’lar (TEOAE).....	22
2.6.2. Distorsiyon Ürünü OAE’lar (DPOAE)	22
2.7 Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller	23
2.7.1 Servikal Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (c-VEMP).....	23
2.7.1.1 c-VEMP Parametreleri.....	25
2.7.2 Oküler Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (o-VEMP).....	26
2.7.2.1 o-VEMP Parametreleri	28
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	29
3.1 Araştırmanın Tipi	29
3.2 Araştırmanın Yeri ve Zamanı	29
3.3 Araştırmanın Evreni ve Örneklemi	29
3.4 Araştırma Materyali	30
3.5 Araştırmanın Değişkenleri.....	31
3.6 Veri Toplama Araçları.....	31
3.6.1 c-VEMP Testi.....	32
3.6.2 o-VEMP Testi.....	34
3.6.3 Yüksek Frekans Odyometri.....	37
3.6.4 DPOAE (Distorsiyon Ürünü Otoakustik Emisyon).....	37

3.7 Araştırma Planı ve Takvimi	37
3.8 Verinin Değerlendirmesi	37
3.9 Araştırma Sınırlılıkları.....	38
3.10 Etik Kurul Onayı	38
4. BULGULAR	39
4.1 Akustik İmmitansmetri Bulguları.....	40
4.2 Saf Ses Odyometri Bulguları	40
4.3 DPOAE Test Bulguları.....	41
4.4 Yüksek Frekans Odyometri Bulguları.....	42
4.5 Vestibüler Değerlendirme Bulguları	43
4.5.1 c-VEMP bulguları.....	43
4.5.2 o-VEMP bulguları.....	46
5. TARTIşMA.....	52
6.SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	61
7. KAYNAKÇA.....	62
8.EKLER.....	71
8.1 Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu (Ek-1)	71
8.2 Veri Kayıt Formu(EK-2)	73
8.3 Etik Kurul Onayı (EK-3)	75
8.4. ARBİS Özgeçmiş Formu.....	77

TABLO DİZİNİ

Tablo 1. Ses şiddet seviyesinin insanlar üzerindeki etkilerinin , farklı ses kaynaklarına göre gösterilmesi (41).....	16
Tablo 2. ICS-CHARTR cihazında c-VEMP testi için kullanılan uyaran ve kayıtlama parametreleri (65)	34
Tablo 3. ICS-CHARTR cihazında o-VEMP testi için kullanılan uyaran ve kayıtlama parametreleri.....	36
Tablo 4. Her iki gruptaki bireylerin yaş ortalamalarının istatistiksel olarak karşılaştırılması	39
Tablo 5. Her iki gruptaki bireylerin saf ses odyometri eşikleri	40
Tablo 6. DPOAE testinde değerlendirilen frekanslara göre her iki gruptaki SNR oranları....	41
Tablo 7. Her iki grupta elde edilen yüksek frekans odyometri testi işitme eşikleri	42
Tablo 8. Her iki gruptaki c-VEMP bulguları.....	45
Tablo 9. Her iki gruptaki o-VEMP Bulguları.....	47
Tablo 10. GBİK grubunda işitme testlerindeki frekanslar ile gürültü maruziyet süresi arasındaki korelasyon	49
Tablo 11. GBİK olan grupta anlamlı çıkan verilerin korelasyon analizi	50

SEKİL DİZİNİ

Şekil 1. Dış, orta ve iç kulağın anatomik gösterimi (14).....	7
Şekil 2. Vestibüler sistem anatomisi (20).....	10
Şekil 3. Semisirküler kanalların yerleşimi (23).....	11
Şekil 4. Otolitik organların yerleşimi (21).....	12
Şekil 5. Vestibülo-oküler refleks (32)	14
Şekil 6. Gürültü maruziyeti ile Corti organında bulunan iç ve dış tüylü hücrelerin etkilenimi (49).....	18
Şekil 7. Gürültüye bağlı işitme kaybı odyogram konfigürasyonu (52).....	19
Şekil 8. c-VEMP cevaplarının köken aldığı yolaklar (63)	24
Şekil 9. c-VEMP elektrod yerleşimi.....	25
Şekil 10. o-VEMP cevaplarının köken aldığı yolaklar (73)	27
Şekil 11. o-VEMP elektrod yerleşimi.....	27
Şekil 12. c-VEMP elektrod yerleşimi, hastanın duruş pozisyonu.....	33
Şekil 13. c-VEMP cevap kaydı.....	34
Şekil 14. o-VEMP elektrod yerleşimi, hastanın bakış pozisyonu.....	35
Şekil 15. o-VEMP cevap kaydı.....	36
Şekil 16. Çalışmaya dahil edilen tüm bireylerin yaş dağılımı	39
Şekil 17. c-VEMP eşik değerlerinin hasta ve kontrol grubundaki sayısal dağılımı.....	43
Şekil 18. Kontrol grubundaki bir bireyden sol kulaktan alınan c-VEMP kaydı.....	44
Şekil 19. GBİK grubundaki bir bireyden alınan ve yanıt elde edilemeyen sağ kulak c-VEMP kaydı	44
Şekil 20. GBİK olan bir bireyden alınan ve 90 dB nHL’de yanıt elde edilen sol kulak c-VEMP kaydı.....	45
Şekil 21. o-VEMP eşik değerlerinin hasta ve kontrol grubundaki sayısal dağılımı	46
Şekil 22. Kontrol grubundaki bir bireyden alınan sağ kulak o-VEMP kaydı.....	48
Şekil 23. GBİK olan bir bireyden alınan sağ kulak o-VEMP kaydı	48

KISALTMALAR

ASHA: American Speech-Language-Hearing Association

dB: Desibel

DPOAE: Distorsiyon Ürünü Otoakustik Emisyon (Distortion Product Otoacoustic Emission)

DSÖ: Dünya Sağlık Örgütü

EMG: Elektromiyografi

GBİK: Gürültüye Bağlı İşitme Kaybı

HL: Hearing Level

Hz: Hertz

kHz: Kilohertz

SSK: Semisirküler Kanallar

SSO: Saf Ses Ortalaması

SKM: Sternokleidomastoid Kas

SLM: Sound Level Meter

SNR: Sinyal Gürültü Oranı (Signal to Noise Rate)

SPL: Ses Basınç Seviyesi (Sound Pressure Level)

TEOAE: Transient (Anlık) Uyarılmış Otoakustik Emisyonlar (Transient Evoked Otoacoustic Emissions)

VEMP: Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (Vestibular Evoked Myogenic Potentials)

c-VEMP: Servikal Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (Cervikal Vestibular Evoked Myogenic Potentials)

o-VEMP: Oküler Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (Oküler Vestibular Evoked Myogenic Potentials)

VKR: Vestibülo-kollik Refleks

VOR: Vestibulo-oküler Refleks

VSR: Vestibülo-spinal Refleks

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca ve tezimin yazım aşamasında desteğini her zaman yanımda hissettiğim, bilgi ve birikimlerini paylaşarak bana yol gösteren tez danışmanım ve kıymetli hocam *Prof.Dr. Günay KIRKIM'a*,

Eğitimim süresince büyük katkılar sağlayan değerli KBB Anabilim Dalı hocalarımızdan başta sayın *Prof. Dr. Enis Alpin GÜNERİ* ve Anabilim Dalı Başkanı *Prof. Dr. Mustafa Cenk ECEVİT* olmak üzere tüm saygıdeğer hocalarıma,

Tez hastalarımın alınmasında büyük desteği olan Tıp Fakültesi İş ve Meslek Hastalıkları Anabilim Dalı Başkanı *Prof.Dr. Arif H. ÇIMRİN'a* ve istatistiksel çözümlemeler sırasında tüm samimiyetiyle yardımlarını esirgemeyen *Uzm.Dr. Hande BAHADIR'a*,

Yüksek lisans dönemim boyunca yardımları ve destekleri için kliniğimiz öğretim görevlilerine, başta dönem arkadaşım ve ev arkadaşım olan *Ody. Muradiye AKAN'a*, diğer yüksek lisans arkadaşlarıma ve kliniğimizin diğer görevlilerine,

Hayatımın her aşamasında olduğu gibi, bu dönemde de bana maddi ve manevi destek veren, sonsuz güven duyan değerli anneme ve babama, bu zorlu süreçte yanımda olan ve moralimi yüksek tutmamı sağlayan *Erdem KUZU'ya* teşekkür ederim.

Gürültülü Ortamlarda Çalışmaya Bağlı İşitme Kaybı Olan Hastalarda Odyo-Vestibüler Bulguların Değerlendirilmesi: Olgu-Kontrol Çalışması

Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı

Özgenur Çetinbağ

ozgnrce@gmail.com

ÖZET

Amaç: Gürültüye bağlı işitme kaybı (GBİK) olan hastalarda işitme sistemini saf ses odyometri, yüksek frekans odyometri, Distorsiyon Ürünü Otoakustik Emisyon (DPOAE) testleri ile değerlendirmek ve vestibüler sistemde yer alan otolitik organlardaki olası hasarı Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (VEMP) testleri ile belirlemektir.

Gereç ve yöntem: Araştırmaya 25-60 yaş arasında 40 GBİK ve 40 kontrol grubu olacak şekilde 80 birey dahil edildi. GBİK grubunu gürültülü ortamlarda çalışan ve işitme kaybı olan bireyler; kontrol grubunu herhangi bir odyo-vestibüler yakınması bulunmayan gönüllü bireyler oluşturdu. Tüm gruplarda işitme sistemini değerlendirmek için saf ses odyometri, yüksek frekans odyometri, akustik immitansmetri ve distorsiyon ürünü otoakustik emisyon testleri yapıldı. Vestibüler sistemi değerlendirmek için o-VEMP ve c-VEMP testleri kullanıldı.

Bulgular: Çalışmaya toplam 66 erkek (%82,5), 14 kadın (%17,5) birey dâhil edildi. GBİK grubunun yaş ortalaması 43.48 ± 1.18 (28-58), kontrol grubunun yaş ortalaması 39.98 ± 1.45 (26-59) idi. GBİK ve kontrol grupları arasında 3,4 ve 6 kHz'lerde istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edildi ($p < 0,01$). DPOAE test sonuçlarına göre 2000 Hz ve üstündeki frekanslarda istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p < 0,05$). Yüksek frekans odyometri testi sonuçlarına göre tüm frekanslarda istatistiksel olarak anlamlı fark vardı ($p < 0,01$). İki grup karşılaştırıldığında c-VEMP testinde, eşik şiddeti ve dalgalar arası amplitüd farkı değerlerinde anlamlı fark elde edilirken ($p < 0,01$); o-VEMP testinde, eşik şiddeti, P1

latans, N1 amplitüd, P1 amplitüd, dalgalar arası amplitüd farkı değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu ($p < 0,05$).

Sonuç: Gürültülü ortamlarda çalışan bireylerin işitme kaybı ile birlikte denge sistemlerinde de bozulmalar olabileceği gösterildi.

Anahtar Kelimeler: Gürültüye bağlı işitme kaybı, yüksek frekans odyometri, c-VEMP, o-VEMP.



Evaluating Of Auditory-Vestibular Findings In Patients With Hearing Loss Due To Working In Noisy Environments: Case- Control Study

Dokuz Eylul University, Institute of Health Sciences

Department of Otorhinolaryngology

Ozgenur Cetinbag

ozgnrce@gmail.com

ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to evaluate the hearing system in patients with noise-induced hearing loss (NIHL) by using pure tone audiometry, high frequency audiometry, Distortion Product Otoacoustic Emission (DPOAE) tests and to determine possible damage to the otolithic organs in the vestibular system by using Vestibular Evoked Myogenic Potentials (VEMP) tests.

Method: The study included 80 patients from the ages of 25 to 60, and 40 NIHL with 40 control groups. NIHL is a group of people working in noisy environments and hearing loss; the control group consisted of volunteer individuals who did not have any audiovestibular complaints. Pure-tone audiometry, high frequency audiometry, acoustic immittance and distortion product otoacoustic emission tests were performed to evaluate the hearing system in all groups. o-VEMP and c-VEMP tests were used to evaluate the vestibular system.

Results: A total of 66 male (82.5%) and 14 female (17.5%) were included in the study. The mean age of the case group was 43.48 ± 1.18 (28-58) and the mean age of the control group was 39.98 ± 1.45 (26-59). A statistically significant difference was found between the case and the control groups at 3,4 and 6 kHz ($p < 0,01$). DPOAE test, according to SNR data, it was found statistically significant at frequencies 2000 Hz and above ($p < 0,05$). According to the results of high frequency audiometry statistical significance is present in all frequencies ($p < 0,01$). When the two groups were compared, there was a significant difference in the threshold intensity and inter-wave amplitude differences in the c-VEMP test ($p < 0,01$);

in o-VEMP test, threshold severity, P1 latency, N1 amplitude, P1 amplitude, amplitude difference between the waves were found statistically significant differences ($p < 0,05$).

Conclusion: It has been shown that there may be disturbances in both the hearing and balance system of people working in noisy environments.

Keywords: Noise-induced hearing loss, high-frequency audiometry, c-VEMP, o-VEMP.



1.GİRİŞ VE AMAC

1.1 Problemin Tanımı ve Önemi

Mesleki ve çevresel gürültü, sağlık açısından bir tehlikedir. Yüksek şiddet seviyesindeki ses, Corti organının iç ve dış tüylü hücrelerine zarar verir. Yüksek şiddette gürültüye maruz kalmak kalıcı sensörinöral işitme kaybına neden olmaktadır. Gürültülü ortamlarda uzun süreli çalışmaya bağlı olarak oluşan mesleki işitme kaybı, gürültüye bağlı işitme kaybının en sık görülen halidir (1).

Gürültü kaynaklı oluşan işitme kayıplarının mekanizması, iç kulakta meydana gelen bazı hücresel değişikliklerle ilgilidir. Bu değişiklikler, erken evrelerde, doğrudan mekanik travma veya iskemi gibi metabolik değişiklikler, Corti organında metabolik aşırı yüklenmeye neden olan reaktif oksijen radikalleri olabilir. Histopatolojik çalışmalarda, gürültüye maruz kalmanın kokleada, özellikle kokleanın 9 ila 13 mm'lik bir bölgesinde hasara neden olduğu gösterilmektedir. Bu yer 4 kHz frekans yanıtından sorumludur ve bu frekansta yaklaşık 30 dB işitme kaybı görülebilir (2). Gürültü kaynaklı kayıplar, 3-8 kHz arasında kalan frekansları tutarken, genellikle 4 kHz'de görülen çentik ile karakterizedir. Gürültüye bağlı işitme kayıplarının (GBİK) en büyük özelliği kalıcı olması ve gürültüden uzak kalındığı sürece hasarın ilerleme göstermemesidir (3).

Gürültü potansiyel olarak vestibüler sistem hasarı yapabilmektedir. Çünkü denge ve işitme reseptörleri fiziksel olarak zar labirenti paylaşmaktadırlar. Anatomik olarak işitme ve denge organları birbirine yakındır. Koklear ve vestibüler tüylü hücrelerinin üst yapılarının benzerliği ve koklea ile vestibüler uç organların ortak arteryel kanlanması olmasının gürültüye bağlı işitme kaybı ile birlikte vestibüler hasar görülme olasılığını arttırmaktadır. Bununla birlikte sanayi işçileri ve askeri personellerde yapılan bazı araştırmalarda dengesizlik şikayetleri ile birlikte yüksek oranda vestibüler semptomlar ve bulgular kaydedildiği bildirilmektedir (3,4).

Sesin vestibüler sistem üzerine etkisi ilk kez Pietro Tullio (1929) tarafından ileri sürüldüğü bilinmektedir. Murofushi ve arkadaşları (1997) guinea piglerde hava yolu klik uyarıya primer vestibüler afferentlerden yanıt alındığını bildirdiler (5). Bickford ve

arkadaşları ise, boyun kaslarından elde edilen Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (Vestibular Evoked Myogenic Potentials, VEMP) testini tanımladılar (6). Colebatch ve arkadaşları elektrodları SKM (sternokleidomastoid) kasına yerleştirmeyi denediler ve yüksek şiddette klik uyarılarla yapılan kayıta latansı kısa ve amplitüdü büyük olan miyojenik bir potansiyel gözlemlediler (7,8).

Vestibüler sistem değerlendirmesinde VEMP testi yaygın olarak kullanılmaktadır. Vestibüler organların ve sinir bağlantılarının, hava yoluyla, vibrasyonla veya galvanik uyarılar ile uyarılması ile oluşan elektromiyografik cevapların görüldüğü elektrofizyolojik bir test yöntemidir (7). Servikal VEMP (c-VEMP) testi, kasılan sternokleidomastoid kasının yüksek şiddetli uyarana cevabıdır. Sakkül ve inferior vestibüler sinir kaynaklı olduğu öne sürülmektedir. Oküler VEMP (o-VEMP) testi ise kasılan inferior oblik kasın yüksek şiddetli uyarana cevabıdır. Utrikül ve superior vestibüler sinir kaynaklı olduğu öne sürülmektedir (9).

Gürültülü ortamlarda çalışan bireylerde odyolojik ve vestibüler değerlendirmenin yapıldığı birçok çalışma mevcuttur. Bizim çalışmamızda saf ses odyometri testinde kliniklerde rutin olarak değerlendirilen frekansların (125-8000 Hz) yanısıra yüksek frekanslardaki (9500, 10000, 11200, 12500, 14000, 16000) kayıplar da araştırıldı. Gürültünün vestibüler sistem üzerine etkileri ise c-VEMP ve o-VEMP testleri ile değerlendirildi.

1.2 Araştırmanın Amacı

Çalışmanın başlıca amacı; gürültülü ortamlarda çalışma öyküsü olan hastaların işitmesini değerlendirmek için saf ses odyometri, yüksek frekans odyometri ve DPOAE; vestibüler sistemlerini değerlendirmek için c-VEMP ve o-VEMP test bulgularını ortaya koymaktır.

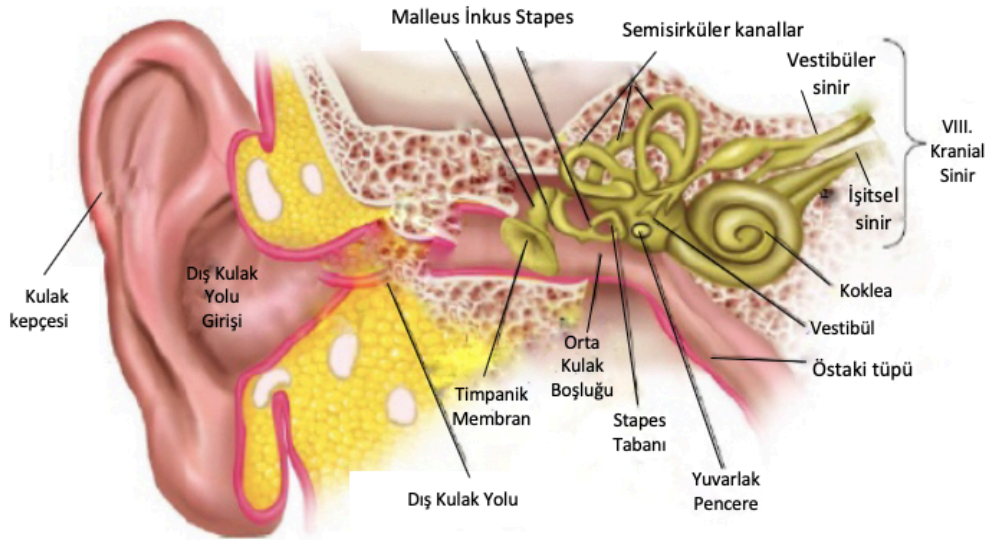
2. GENEL BİLGİLER

2.1 İşitme Sistemi Anatomi ve Fizyolojisi

2.1.1 Dış Kulak

Kulak kepçesi (pinna) elastik kıkırdak bir yapı üzerinde şekillenir ve sesleri toplayarak iç bölümlere iletir. Dış kulak yolu, serümen (kulak kiri) adı verilen, koruyucu olarak görev yapan bir maddeyle kaplıdır (10,11)

Kulak kepçesi, seslerin toplandığı ilk duraktır ve sesler burada bir miktar yükseltilerek dış kulak yoluna iletilir (12). Dış kulak yolu (DKY), ses enerjisinin yükselerek ilerlemesine ve timpanik membrana ulaşmasına önemli katkı sağlar. DKY rezonans frekans aralığı olarak tanımlanan 3000-4000 Hz bölgesinde amplifikasyon oluşur (13).



Şekil 1. Dış, orta ve iç kulağın anatomik gösterimi (14)

2.1.2 Orta Kulak

Orta kulak; timpanik kaviteyi (orta kulak boşluğu), orta kulakla ilişkili kasları, orta kulak kemikçiklerini, timpanik membranı (kulak zarını) ve östaki tüpünü içerir (14). Timpanik membranda üstte kalan ve daha gevşek olan yapı pars flaksida (Shrapnell

membranı); altta ise kulak zarının dörtte üçlük kısmını oluşturan gergin yapı pars tensa olarak adlandırılır (15).

Östaki tüpü, orta kulak boşluğuna açılır. Orta kulak sisteminin havalanmasının sağlanabilmesi için atmosferik hava basıncının kulak zarının her iki tarafında dengede tutulmasını sağlar (13,14).

Orta kulak malleus, inkus ve stapes olmak üzere 3 adet kemikçikten oluşur. Kemikçikleri orta kulağa bağlayan 4 adet bağ ve 2 adet kas bulunur (10–12). Ses iletimine yardımcı elemanlar arasında orta kulak kasları önem taşımaktadır. Bu kaslar; *stapes kası* ve *tensor timpani kası*'dir. Stapes kası normal kulaklarda şiddetli seslerde kasılarak stapes tabanını orta kulağa doğru çeker ve iç kulağı bu seslere karşı korur. M.tensor timpani kası malleusa tutunarak kulak zarını hareket ettirir. Bu sayede timpanik membran seslere karşı daha duyarlı hale gelir (10–13).

Orta kulak, hava ortamındaki ses enerjisinin iç kulaktaki sıvı ortama ulaşmasında aracı görev yapar. Kemikçikler yardımıyla ses, stapes tabanına oradan da oval pencereye iletilir. Ortam değişikliği nedeniyle ses enerjisi yaklaşık 30 dB'lik bir kayba uğrar. Malleus'un uzun kolu ile inkus arasında kaldıraç etkisi oluşur ve ses enerjisi 1,3 kat artar. Bunun yanında, timpanik membranın titreşen alanı (55 mm²) ile stapes tabanının (3.2 mm²) yüzey farkından kaynaklanan bir artış da mevcuttur. Bu değişimler sayesinde ses enerjisi yaklaşık olarak 17 kat artarak iç kulağa ulaşır. Bu artış yaklaşık 24 dB kadardır (13).

2.1.3 İç Kulak

İç kulak, işitsel ve vestibüler labirentleri içerir. Temel olarak kemik labirent ve membranöz labirent olmak üzere iki labirentten oluşur. Kemik labirent, kemiğin içindeki kanaldır; membranöz labirent ise, işitme ve vestibüler sistemlerin uç organlarını içeren kemik labirent içerisindeki kanallardan oluşur. İşitsel labirent koklea olarak adlandırılır ve işitmeye duyarlı kısımdır. Koklea, membranöz labirentin içinde bulunan sıvı dolu bir yapıdır ve 2.5 dönüşlü bir salyangoz şeklini andırır. Kokleadan enine kesit alındığında; skala vestibuli, skala media ve skala timpani adı verilen bölümler görülür. Skala media, endolenf ile; skala vestibuli

ve skala timpani ise perilenf ile doludur. Skala media, skala vestibuliden *reissner membranı* ile ayrılırken; skala timpaniden *bazilar membran* ile ayrılır (14).

Baziler membran skala mediada yer alır ve üzerinde duyusal hücreleri barındıran Corti organı bulunur. Corti organında işitme fonksiyonu için gerekli olan dış tüylü ve iç tüylü hücreler bulunur (16). Bu hücreler, işitsel sinir lifleri ile sinaps yaparak işitsel sinir sistemine bağlanır (14).

Sinir lifleri düzenli bir şekilde modiolustan çıkar, böylece kokleanın frekans düzeni anatomik olarak korunur (16). Hücrelerin periferik uzantıları kokleada bulunan kanallardan geçerek Corti organına gelir. Sık olarak bu bölgede toplanan nörofibriller duyu hücrelerini çevreler. Santral uzantılar ise, işitme sinirini oluşturur (13).

Ses iletilirken, skala vestibuli içerisinde bulunan perilenf hareket etmeye başlar ve skala timpani ile arasında basınç değişiklikleri oluşur. Bu sayede, bazilar membranda tabandan apekse doğru dalgalanma meydana gelir. Corti organında bulunan tüylü hücreler bu hareketi elektriksel uyarılara çevirerek sinir hücrelerinin uyarılmasını sağlar. Sinir hücrelerinin aksonları koklear siniri oluşturur. Koklear sinir, işitme yollarının 2. nöronları ile bağlantılıdır. Buradan çıkan 2.nöronlar ise çaprazlanarak süperior olivar komplekse gider ya da lateral lemniskusun oluşmasına katkı sağlar. Inferior kollikulus ise bu liflerin sonlandığı yerdir. Liflerin bazıları karşı taraftaki inferior kollikulusa gidebilirken; bazıları ise medial genikulat cisme kadar ulaşır (17).

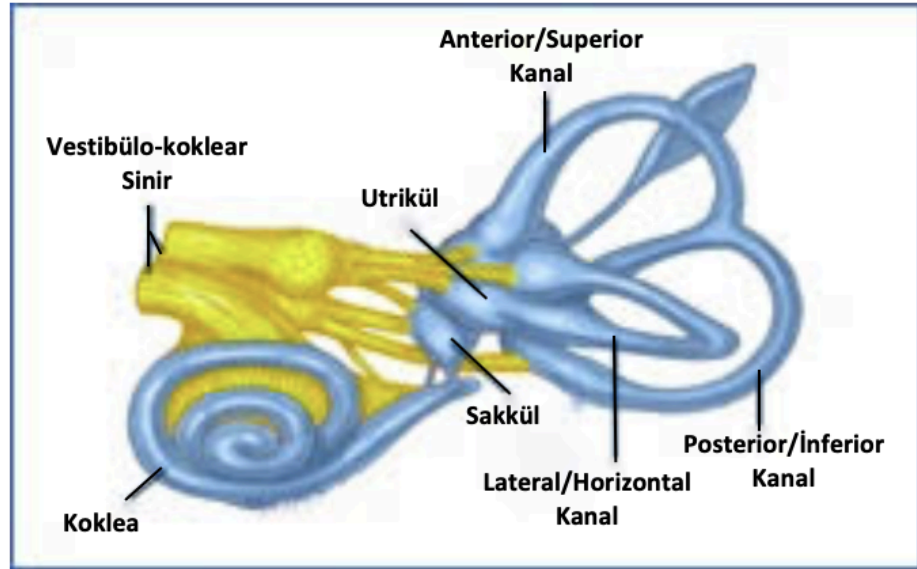
2.2 Vestibüler Sistem Anatomisi ve Fizyolojisi

İç kulağın vestibüler kısmı, membranöz labirentten oluşur. Sağ ve sol temporal kemikte yer alan iki denge organı, vestibüler sinirler, vestibüler nükleuslar, vestibülo-serebellum ve vestibüler korteks birlikte vestibüler sistemi oluşturan ana yapılardır. Bu yapılar beş reseptör organı içerir: 2 tane otolitik organ ve 3 tane yarım daire kanalı (semisirküler kanallar). Otolitik organlar sakkül ve utrikül olarak bilinir. Üç tane olan semisirküler kanallar superior, lateral ve posterior olarak adlandırılır (16) (Şekil 2).

Vestibüler sistem, vücut hareketini ve vücudun uzayda oryantasyonunu tespiti ve vücut postürünün korunması için gereklidir. Bu bilgiler iç kulakta yer alan vestibüler uç (end) organlar sayesinde alınır (18). Vestibüler sistem, periferik vestibüler sistem ve santral vestibüler sistem olacak şekilde iki bölümde ele alınabilir (19).

2.2.1 Periferik Vestibüler Sistem

Periferik vestibüler sistem içerisindeki kemik labirent perilemf ile, membranöz labirent ise endolenf ile kaplıdır. Periferik vestibüler sistem sayesinde başın açısal ve lineer hareketleriyle ilgili bilgiler santral sinir sistemine iletilir (18).

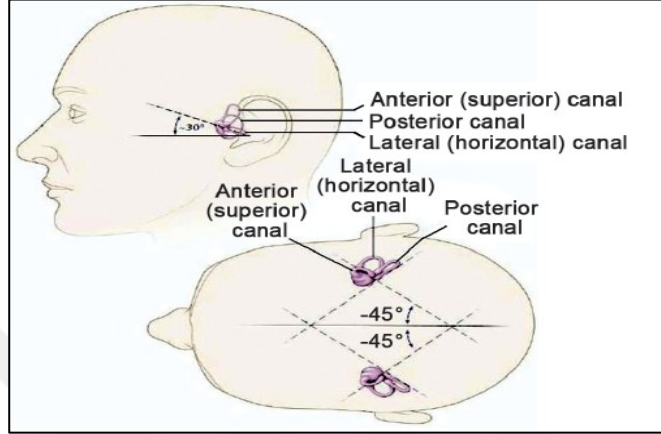


Şekil 2. Vestibüler sistem anatomisi (20)

2.2.1.1. Semisirküler Kanallar

Semisirküler kanallar; horizontal (lateral), anterior (superior) ve posterior (inferior) olarak üçe ayrılırlar ve birbirlerine göre ortogonal (dik açı yapacak şekilde) olarak yerleşiklerdir. Horizontal kanalın iki ucu da utriküle açılır. Posterior ve anterior semisirküler kanalların birer uçları serbest şekilde, diğer uçları birleşerek utriküle açılır (21). Semisirküler kanallar başın açısal hareketlerini algılayabilmek için üç düzlemde konumlanmaktadır. Baş oturur, düz pozisyonda iken arkada olan posterior ve önde yer alan anterior semisirküler

kanallar vertikal düzlemle 45° açı yapacak şekilde; horizontal semisirküler kanallar ise, yatay düzlemle 30° açı yapacak şekilde konumlanmaktadır. Aynı zamanda, bir tarafın anterior semisirküler kanalı ile karşı tarafın posterior semisirküler kanalı birbirine paralel olacak şekilde konumlanır (22) (Şekil 3).

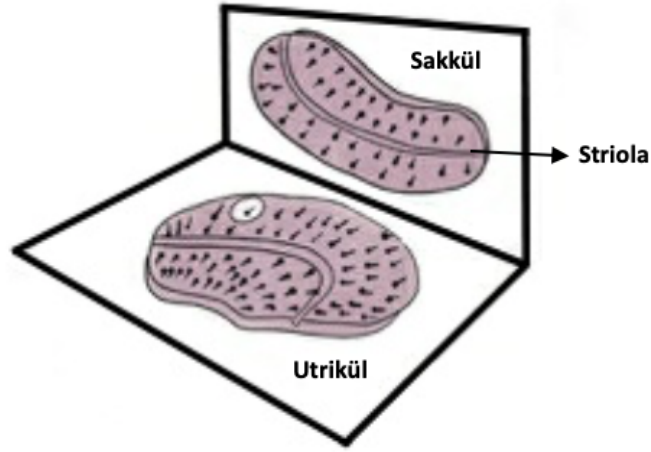


Şekil 3. Semisirküler kanalların yerleşimi (23)

Semisirküler kanalların birer uçlarında ampulla adı verilen genişleme bölgeleri yer alır ve burada jelatinöz bir madde ile kaplı olan kristalar bulunur. Kristalardaki algılayıcı hücreler kupula olarak adlandırılır. Burada yer alan algılayıcı hücreler stereosilya olarak adlandırılırlar (21). Vestibüler reseptör hücrelerin üzerinde pek çok stereosilya bulunmasına karşın, en kenarda yer alan tek bir kinosilyum bulunur (24). Stereosilyaların kinosilyuma doğru hareket etmesi ile hücre depolarize olur ve uyarılır, ters yöne harekette ise hiperpolarize olur. Tüylü hücreler istirahat halinde bile aktif durumdadır (25).

2.2.1.2 Otolitik Organlar

Membranöz labirent içinde otolitik organlar yer alır. Bu labirentin vestibül adı verilen kısmında birlikte duran utrikül ve sakkül bulunur. Otolitik organların içinde makula olarak bilinen tüy hücrelerinin olduğu özelleşmiş yapılar bulunmaktadır (Şekil 4). Tüy hücreleri birbirinden farklı yönlerde konumlanmaktadır. Bu yerleşim nedeniyle tüy hücreleri, sabit baş pozisyonunda lineer (doğrusal) hareketler sırasında uyarılır (24).



Şekil 4. Otolitik organların yerleşimi (21)

2.2.1.3 Vestibüler Sinir

Sinir lifleri ile uyarıları alan tüylü hücreler birleşerek vestibüler siniri meydana getirirler. Bu sinir, superior ve inferior vestibüler sinir olarak ayrılır. Superior vestibüler sinir, anterior ve lateral semisirküler kanallar ile utrikül makulasından çıkan liflerden oluşurken; inferior vestibüler sinir, posterior semisirküler kanaldan ve sakkül makulasının çoğunluğundan çıkan liflerden oluşur (24). Vestibüler sinir ve koklear sinir birlikte VIII. kranial sinir olarak internal akustik kanala girerler. Vestibulokoklear sinirin (VIII. kranial sinir) posteriorunda vestibüler sinir yer alır.

2.2.2 Santral Vestibüler Sistem

Periferik sistemden gelen vestibüler sinyallerin, vestibüler nükleuslara ve serebelluma uğrayarak motor yanıtlar oluşturması santral vestibüler sistemde gerçekleşir. Her bir tarafta olmak üzere, 4 tane önemli vestibüler nükleus bulunur: inferior, superior, medial ve lateral (26).

Semisirküler kanallardan köken alan lifler, medial ve superior vestibüler nükleuslara gider. Otolit organlardan gelen lifler ise, lateral ve inferior vestibüler nükleuslarla etkileşim halindedirler. İnférieur ve lateral vestibüler nükleuslar VSR (vestibülospinal refleks) için, süperior ve medial nükleuslar VOR (vestibülo-oküler refleks) için bir ara yol

oluşturular. Ayrıca medial vestibüler nükleus, vestibulospinal traktusu oluşturur ve refleks olarak oluşan boyun hareketlerini kontrol eder (27).

2.3 Vestibüler Refleksler

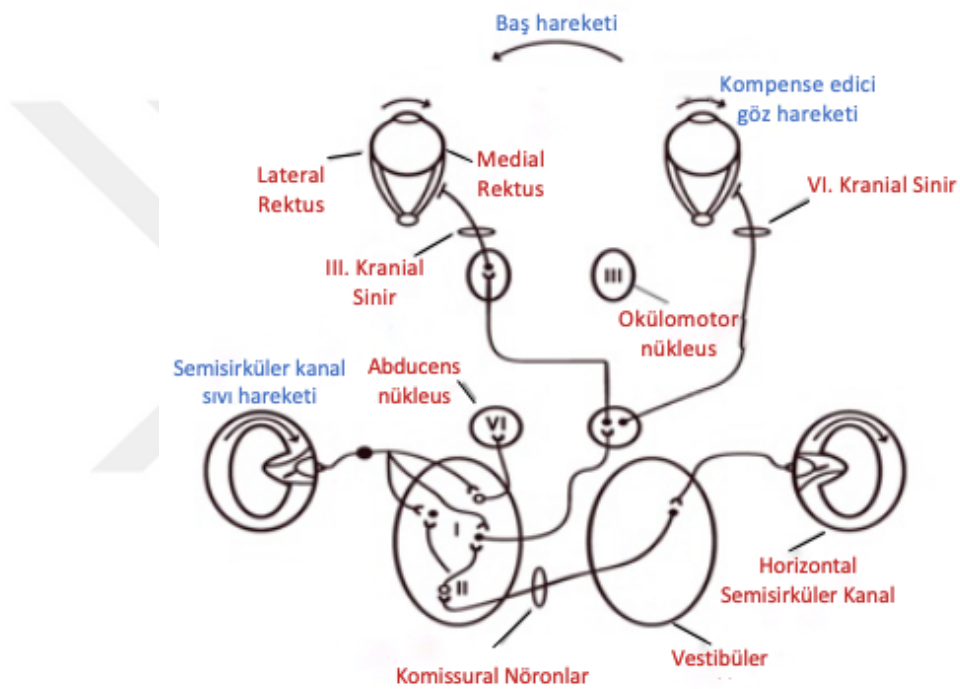
Vestibüler refleksler; vestibülo-oküler refleks (VOR), postüral refleksler ve servikal refleksler olarak ayrılır (21). Periferik vestibüler sistem ile ilişkili olan refleksler ise temelde şunlardır: vestibülo-oküler refleks (VOR), vestibülo-spinal refleks (VSR) ve vestibülo-kollik refleks (VKR).

2.3.1 Vestibülo-oküler Refleks

Vestibülo-oküler refleks (VOR), oküler ve vestibüler motor sistemlerin etkin olduğu uzaydaki üç düzlemi etkiler. Baş pozisyonu ve hareketin algılanması ile uzaysal oryantasyonun belirlenmesini sağlar. Ayrıca vestibulospinal bağlantıları sayesinde, vücut postürünün korunmasına yardımcı olur (21). Vestibülo-oküler reflekslerin en temel görevi, baş hareket halindeyken net görüşün sağlanmasında rol oynamasıdır. Baş hareketleri 0,5-5,0 Hz arasında bir frekans aralığına sahiptir ve bu baş hareketleri esnasında sabit bakış sağlayabilmek için yapılan göz hareketi yavaş kalmaktadır (28,29). VOR, baş hareket ederken, göz hareketlerini sabitleyebilmek için hızlı göz rotasyonu oluşturur (30).

Vestibülo-oküler refleks için, vestibüler nükleuslar ile okülo-motor nöron etkileşimlerinin bağlantılı olduğu bir direkt yol ile birlikte; retiküler kısa ve uzun bağlantıları ve multisinaptikleri içeren bir indirekt yol vardır. Direkt yol hızlı göz hareketleri oluşturur, indirekt yol ise spontan göz hareketlerini ve hareketlerin kontrolüne yardımcı olur. Vestibülo-oküler refleks 12-14 ms arasında bir latansa sahiptir. VOR, uyarının yönüne veya hareketin olduğu kanala göre değerlendirilebilir. Semisirküler kanallar göz kasları ile bağlantılı oldukları için herhangi bir semisirküler kanal uyarıldığında, gözler o yöne doğru hareket ederler. Direkt ve indirekt uyanlar sayesinde gelen uyarılar göz hareketlerini sağlayabilirler (Şekil 5) (31).

Horizontal yönde bir baş hareketi olduğunda gözler ters yöne doğru hareket ederler. Bu hareketin oluşması için ipsilateral medial ve kontralateral rektus kasları kasılır. Anterior SSK'da uyarım başladığında, superior vestibüler çekirdek ve okülomotor çekirdek uyarılır. Bu uyarım sonucu ipsilateral superior rektus kası ile kontralateral inferior oblik kasları kasılır. Gözler rotasyonel olacak şekilde yukarı ve karşı yöne doğru hareket eder. Posterior SSK'da uyarım olduğunda ise, medial vestibüler çekirdeğe ve okülomotor çekirdeğe iletilir. Bu sayede, ipsilateral superior oblik ile kontralateral inferior rektus kası kasılır. Gözler rotasyonel olacak şekilde yukarı ve aşağıya hareket eder (30,31).



Şekil 5. Vestibülo-oküler refleks (32)

2.3.2 Vestibülo-spinal Refleks (VSR)

Hareket esnasında dengenin sağlanması ve yerçekimine karşı kas kasılmalarının ayarlanması vestibülospinal refleks tarafından sağlanır. Vestibüler organlardan gelen uyarılar, vestibülo-spinal, vestibülo-kolik ve retikülo-spinal yollarla spinal korda giderler. Buraya gelen uyarılar sayesinde, dengenin korunması ve kasların kasılıp gevşemesi sağlanır (33).

2.3.3 Vestibülo-kolik Refleks (VKR)

Boyun kasları üzerinde etkisi olan ve baş stabilizasyonu sağlayan reflekstir. Bu refleks sayesinde dik duruş ve baş pozisyonu belirlenir. VKR yolağı, sakkülden gelen iletiyi ipsilateral boyun kaslarına ulaştırır ve vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller üzerinde oluşan cevap değerlendirilir (31).

2.4 Gürültüye Bağlı İşitme Kayıpları

Gürültü kabaca istenmeyen ve rahatsızlık veren ses olarak tanımlanır. Gürültüye bağlı işitme kaybı (GBİK) Avrupa’da sanayileşmeyle birlikte şehirlerde önemli sorunlar teşkil etmeye başlamakla birlikte; ayrıca uzun yıllardır bilinen ve devam eden bir sağlık sorunu olarak görülmektedir (34,35).

Gürültüye maruz kalma ile oluşan işitme kayıpları, tüm işitme kayıplarının yaklaşık olarak üçte birini oluşturur (1). GBİK’nın en sık görüldüğü meslek alanları: tarım, madencilik, inşaat, imalat, ulaşım ve askeriye (36). Bu alanların dışında GBİK’nın en önemli sebebi ise, uzun süreli yüksek şiddette müzik dinlemektir (37).

Gürültünün miktarı, ses basınç seviyesi olarak isimlendirilir. Gürültünün miktarı *Sound Level Metre* (SLM) adı verilen cihaz ile ölçülür ve desibel (dB) birimi kullanılır. Bu ölçümlerde gürültünün miktarı dB (A) skala şeklinde adlandırılır (38).

Bilimsel verilere göre, erişkinlerde 75 dB SPL’den fazla şiddete sahip seslere 10 ile 15 yıl arasında maruz kalmak zaman içinde oluşabilecek muhtemel bir işitme kaybına sebep olmaktadır. Buna rağmen, DSÖ (Dünya Sağlık Örgütü) ve ASHA’ya göre 85 dB(A) SPL işitme kaybına sebep olabilecek kronik gürültü seviyesi olarak bilinmektedir (Tablo 1).

Bir günde maruz kalınabilecek maksimum ses şiddeti 85 dB(A) SPL, maksimum süre ise 8 saattir (39). 115 dB SPL ve üzerindeki gürültüler, bir kez maruz kalındığında dahi işitme kaybı oluşturabilir. 120 dB SPL ve üzerinde şiddete sahip sesler, ağrı hissi oluşturmaya

başlar. Bu seviye 140 dB SPL'den fazla olursa kulak zarı, orta kulak hatta vestibüler kısımda bulunan sakkül bile hasar görebilir (40).

Tablo 1. Ses şiddet seviyesinin insanlar üzerindeki etkilerinin , farklı ses kaynaklarına göre gösterilmesi (41).

Desibel(dB)	Kaynak	İnsan üzerindeki etkisi
0		İnsan kulağının duyabileceği en düşük ses seviyesi
10	Nefes alma	Zorlukla işitilebilir
30	Fısıltı ile konuşma	Kısmen işitilebilir
40-70	Normal konuşma	Rahat işitilebilir
80-85	Şehirdeki trafik gürültüsü, elektrikli süpürge sesi	Rahatsızlık verici ve işitsel hasar sınırı
95-110	Motosiklet, matkap gibi aletler	Rahatsız ediciliği yüksek
100	Kişisel müzik aletlerinden(ipod) çıkan maksimum ses seviyesi	Rahatsız ediciliği yüksek
110-130	Rock konserleri	Zarar verici
140	Ateşli silahlar, Jet motoru	Ağrı-acı eşiği
170-195	Uzay roketi ve atmosferde yapılabilecek maksimum gürültü	Tahammül edilmesi imkansız- kulak zarı perforasyonu

Dış kulak yolu rezonans frekansından dolayı, genellikle 4000 Hz bölgesi en fazla etkilenen ve hasar gören bölgedir. Bazı araştırmalarda, yüksek şiddetteki gürültünün altındaki frekansların değil de, üstündeki frekansların etkilendiği bildirilmektedir (39,42).

Gürültü, işitme üzerinde geçici veya kalıcı etkilere sahip olabilir. Gürültüye maruz kalınmadan önce ve sonra ölçülen eşikler arasındaki fark eşik değişikliği olarak isimlendirilir. İki tür eşik değişikliği mevcuttur:

- Geçici eşik değişikliği (GED): Gürültü maruziyeti sonrası eşikteki düşüş iyileşerek işitmenin eski haline döndüğü durumdur. Genellikle kısa sürelidir, iyileşme birkaç saat veya birkaç gün sürebilir. 20 dB HL'den az olan kayıplar hızlı bir şekilde düzelir. Maruziyet süresi uzarsa, düzelme yavaş olur. Gürültü şiddet seviyesi arttıkça (75-80 dB(A)'nın üstü) kalıcı işitme kaybı olma olasılığı da artmaktadır (43).

- Kalıcı eşik değışikliğı (KED): Gürültü maruziyeti sonrası eşikteki düşüş düzelmeyip önceki işitme eşiğı seviyesine yükselemediğinde karşılaşılan durumdur. GED’ne sebep olabilecek şiddet seviyelerinin üstündeki gürültüye, devamlı ve uzun süreli maruz kalan bireylerde kalıcı eşik değışiklikleri olduğı yapılan araştırmalarda belirtilmektedir (44).

Yüksek şiddet seviyelerindeki gürültülere bir kez dahi maruz kalmanın kalıcı hasar oluşturma olasılığı daha azdır. Gürültünün sahip olduğı; iç kulağın hassasiyeti, gürültünün spektrumu, şiddet seviyesi ve süresi gibi parametreler bu eşik değışikliklerinin miktarlarını etkiler (45).

2.4.1 Gürültüye Bağlı İşitme Kaybını Etkileyen Faktörler

Gürültüye bağlı işitme kaybını etkileyen faktörlerden başlıcaları şunlardır:

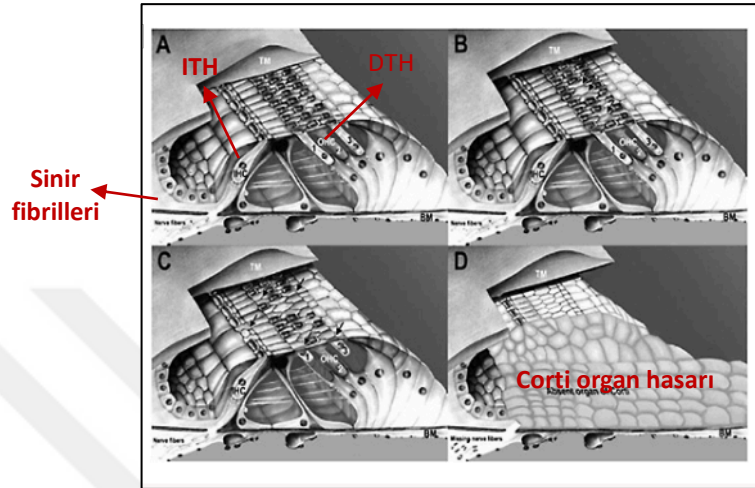
- Gürültünün Niteliğı: Gürültünün tarzı gürültüye bağlı işitme kaybını önemli ölçüde etkiler. Darbe tarzında (impulsive), düzenli ve devamlı, kesikli, şiddeti azalıp artan şekilde olabilir. Gürültünün oluştğı frekans aralığı da etkendir. İç kulağı en fazla hasar veren gürültü tarzı darbe tarzı gürültüdür ve daha çok akustik travmaya yol açar. Belirli düzeni olmayan, aniden şiddeti artan gürültüler işitmeye ciddi zararlar verir (42,46,47).

- Bireye Özel Etkenler: Yaş ve bireyde bulunan metabolik hastalıklar etkenler arasında sayılabilir (42,46). Yapılan bazı çalışmalara göre, gürültü hassasiyeti olan bireylerde işitme kaybına tinnitus eşlik edebilir. Bunun yanı sıra, ‘0’ ve pozitif kan grubuna sahip olma, kısa boy gibi genetik faktörlere sahip olanların gürültüye bağlı işitme kaybına daha yatkın olduklarının çalışmalarıyla belirlendiğı bilinmektedir (48).

- Çalışılan İşyerine Özel Faktörler: İşyerlerinde bulunan gürültünün tarzı işitme kaybı açısından önemli bir etken taşır. Gürültüye maruz kalan bireyin hangi meslek grubunda yer aldığı araştırılmalıdır. Madencilik, metal veya tekstil fabrikalarında çalışan bireyler en fazla gürültüye maruz kalan gruplardandır. Özellikle kapalı alanlarda çalışma ortamının ve kullanılan malzemelerin yüksek ses şiddetlerini yeterince izole etmesi sağlanmalıdır.

Literatürdeki çalışmalarda kulak koruyucusu kullanımının işitme kaybını önlemede etkin yöntemlerden biri olduğu bildirilmektedir (50).

2.4.2 Gürültünün İç Kulak ve Tüylü Hücre Fonksiyonları Üzerine Etkileri



Şekil 6. Gürültü maruziyeti ile Corti organında bulunan iç ve dış tüylü hücrelerin etkilenimi (49)

Corti organında yer alan iç ve dış tüylü hücreler Şekil 6’da gösterilmiştir. (A) şeklinde gürültüye maruziyet olmadan önceki tüy hücreleri bulunmaktadır. (B)’de tüylü hücrelerin gürültünün başlangıç aşamasındaki durumu, (C)’de gürültüye maruziyetin artması ile oluşan değişim yer almaktadır. Son şekilde (D) ise, ciddi derecede gürültüye maruziyet sonucu Corti organının bir bölümünün zarar gördüğü ve bunun yanında sinir fibrillerinin de etkilendiği gözlenmektedir (49).

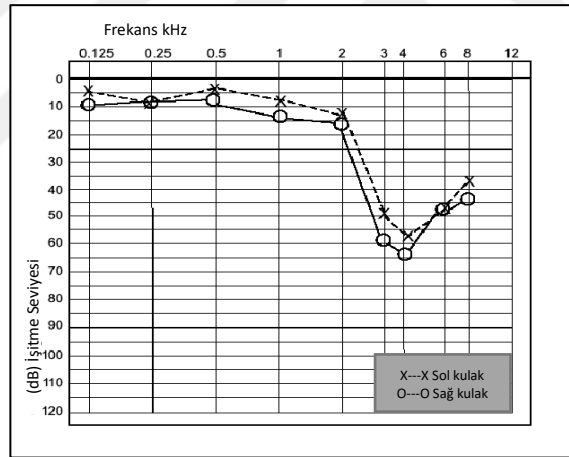
Gürültü, iç kulağı mekanik ve metabolik olmak üzere iki şekilde etkilemektedir. Metabolik hasar, kronik gürültü maruziyetine bağlı olarak oluşur ve yavaş yavaş ilerler. Mekanik hasar ise şiddetli, kısa süreli ve aniden oluşan bir gürültü sonucunda görülür. Akustik travma genellikle mekanik hasardan etkilenir. İç kulaktaki tüylü hücrelerin ve sinir liflerinin dejenerasyonuna neden olur (54). Yüksek şiddette gürültüye maruziyet sonucunda öncelikle dış tüylü hücreler etkilenmeye başlar. Bunun sebebi ise dış tüylü hücrelerin yer değiştirme yeteneklerinin daha fazla olması ve sterosilyalarının tectoriyal membran ile daha

çok temas halinde bulunmasıdır. İç tüylü hücreler ise tektoriyal membranla temas halinde olmadıkları ve destek hücreleri tarafından desteklendikleri için daha az etkilenirler (4).

2.4.3 Gürültüye Bağlı İşitme Kayıplarında Görülen Odyolojik Özellikler

Gürültünün merkez frekansı yaklaşık 3200 Hz'dir ve geniş frekans spektrumu bulunur. Gürültülü ortamlarda çalışan bireylerde 3000-6000 Hz aralığında 10 dB ve üzeri işitme kaybı uyarıcıdır; fakat, gürültüye maruz kalma süresi arttıkça işitme kaybının tuttuğu frekanslar da artar. İşitme kaybı genellikle alçak frekanslarda (1000 Hz ve altı) 40 dB HL'den az; yüksek frekanslarda ise 70 dB HL'den yüksek olmaz (46,51).

Sataloff ve Staloff (2006) tarafından yayınlanan bildiriye göre GBİK odyogram özellikleri şu şekildedir (52) (Şekil 7):



Şekil 7. Gürültüye bağlı işitme kaybı odyogram konfigürasyonu (52)

- GBİK'nda görülen işitme kaybı tipi sensörinöral tip işitme kaybıdır. Koklea ve tüy hücreleri hasar görür.
- İşitme kaybı konfigürasyonu genellikle iki kulak da aynı derecede gürültüye maruz kaldığı için simetriktr. İş yerinde çalışma pozisyonuna bağlı olarak asimetrik işitme kayıplarına nadir de olsa rastlanabilmektedir (Örneğin ateşli silahlı patlamalar).

- GBİK'nın ilk belirtileri; 3000, 4000 veya 6000 Hz'de çentik oluşup, 8000 Hz'de iyileşmesi olarak görülür ve şekli 'V' biçimindedir. Çentiğin bulunduğu frekans, kulak kanalının fiziksel özellikleri, gürültü frekansı gibi değişkenlerden etkilenebilir. Gürültüye maruz kalınan erken dönemlerde alçak frekanslardaki (500, 1000, 2000 Hz) eşikler daha iyiiken; 3000-6000 Hz arasındaki eşikler daha kötüdür.

- GBİK'nda eşiklerin kötüleşme hızı ilk 10-15 yıl içinde yüksektir; fakat işitme kaybı arttıkça eşiklerin kötüleşmesi yavaşlar.

- Gürültüye bağlı işitme kaybına yaşa bağlı işitme kaybı da eklenirse işitme kaybı giderek artar.

- Aralıklı gürültüye maruziyet ile oluşan hasar, sürekli ve uzun süreli gürültüye maruziyete göre daha az hasar vericidir, gürültü şiddet seviyesi ve gürültünün tipi de önemli rol oynar (4).

Tüm bunlara ek olarak, gürültüye bağlı işitme kaybının tanısını koymada hastanın anemnezi büyük önem taşır. Hastadan detaylı bir hikaye almak, gürültüye ne kadar maruz kaldığını belirlemek gerekir. Koklear bir etkilenme meydana geleceği için, konuşmayı ayırt etme yüzdelerinde, işitme eşiklerine benzer bir şekilde kötüleşme görülür. Gürültüye maruziyette ek olarak tinnitus, uğultu veya basınç gibi şikayetler görülebilir. Çalışmalarda, GBİK'nın erken tespitinde otoakustik emisyon testinin, saf ses odyometri testinden daha değerli olduğunun tespit edildiği ve bu bireylerde DPOAE testi amplitüdlerinde azalma olduğu bilinmektedir (53).

2.5 Saf Ses Odyometri

Odyolojik değerlendirmenin yapıtaşlarından biri olarak kabul edilir. Saf ses uyaranlar sayesinde, periferik işitme sisteminin değerlendirilmesi amaçlanır. İşitme kaybının derecesinin ve tipinin ortaya konulmasına yardımcı olur. İnsan kulağı tarafından algılanan en

düşük ses seviyesi 0 dB HL (Hearing Level) olarak kabul edildiği ve odyometrik sıfır olarak tanımlandığı bilinmektedir. İşitme kaybının derecesinin belirlenmesinde 500, 1000 ve 2000 Hz oktav frekanslarının ortalaması alınarak hesaplanan Saf Ses Ortalaması (SSO) esas alınır. Standart olarak hava yolu işitme eşiklerinin belirlenmesinde 125-8000 Hz arasındaki frekansların ölçümü yapılırken, kemik yolu eşiklerinin belirlenmesinde 500-4000 Hz arasındaki frekanslar değerlendirilir (54).

2.5.1 Yüksek Frekans Odyometri

İnsan kulağının 16-20000 Hz aralığındaki sesleri işitebildiği bilinmektedir. Çalışmalarda, genetik veya sonradan gelişen sensörinöral işitme kayıplarının kokleanın bazal kısmı olan yüksek frekansları tutma eğilimi gösterdiği bildirilmektedir (55,56). Bu sayede 8000 Hz'in üstündeki frekansların tanısal olarak önemli olabileceği belirtilmektedir. Kokleayı etkileyen patolojiler ve koklear sinir patolojileri bazal bölgeyi yani yüksek frekans bölgesini daha çok etkiler. Kokleanın bazal bölgesindeki sinir lifleri, apikal bölgesine göre daha azdır ve daha az korunaklıdır. Bu nedenle, yüksek frekans bölgelerini etkileyen yaş, yüksek gürültüye maruz kalma, ototoksik ajanlar ve bazı metabolik ilaçlar gibi etkenler, işitmeyi daha kötü etkileyebilir. Bazal kıvrımda oluşan dejenerasyonun, yüksek frekans odyometri testi ile daha erken açığa çıkarılabileceği belirtilmektedir (55).

Saf ses odyometride temel frekanslar (500-4000 Hz arası), çoğunlukla günlük yaşamdaki iletişimi etkilediği için daha çok araştırılmaktadır. Yüksek frekans bulguları için ise, 2000-8000 Hz aralığındaki frekanslar değerlendirilmektedir. Odyometri cihazlarının yüksek frekans çıkışlarının iyi kalitede olmaması ve vibrasyonunun istenilen şekilde olmaması sebebiyle bu aralığın dışında kalan yüksek frekanslar rutin değerlendirme içine dahil edilmemektedir. Saf ses odyometrinin tek başına yetersiz kalması ve bazı işitme kayıplarının ve hastalıkların yüksek frekans bölgesiyle ilişkili olması sebebiyle yüksek frekans odyometri testinin gelişmeye başladığı bilinmektedir (56).

2.6 Otoakustik Emisyonlar

Kokleada bulunan dış tüylü hücrelerin cevabını yansıtan otoakustik emisyonlar (OAE), dış kulak kanalına yerleştirilen probdaki mikrofonla kaydedilir. Objektif bilgi sağlayan bir testtir. Akustik uyarı varken ve yokken ortaya çıkan emisyonlar olarak ikiye ayrılabilir (57).

2.6.1 Transient (Anlık) Uyarılmış OAE'lar (TEOAE)

TEOAE'ler kısa süreli uyarının ardından ortaya çıkan cevaplardır. Klik uyarı kullanılarak yanıt alındığında frekans spektrumu daha geniş bir şekilde incelenebilir (59).

Anlık uyarılmış OAE tekniği odyoloji kliniklerinde yaygın olarak kullanılır. TEOAE'ler 500-4000 Hz arasındaki frekans aralığını değerlendirir. Dış kulak, orta kulak ve iç kulak yapıları ve işlevleri normal olan bireylerde yanıt elde edilmesi beklenir. Ancak 30-50 dB'den fazla olan işitme kayıplarında yanıt alınmayabilir (58).

2.6.2. Distorsiyon Ürünü OAE'lar (DPOAE)

Aynı anda sunulan, frekansları birbirinden farklı olan iki saf ses kokleada DPOAE yanıtlarını oluşturur. İki farklı frekanstaki saf ses (f_1 ve f_2) temel frekanslardır, aralarında bir oran vardır ve bu oran cevapların amplitüdünün belirlenmesinde önemlidir. Bu iki frekanstan f_2 , f_1 'den büyüktür ve oranları 1.22 olduğunda insanlardaki en yüksek amplitüdlü kayıt elde edilebilir. Uyarılma sonucu ortaya çıkan OAE frekansı (f_3) ise f_1 ve f_2 frekansları ile ilişkilidir. Uyarı şiddetleri arasında da bir oran vardır. İki ses arasındaki fark ($L_1 > L_2$) 0-15 dB aralığında ise kayıt yüksek amplitüdlü olarak elde edilir (59).

Distorsiyon ürünü otoakustik emisyon cevapları 500-8000 Hz arasında incelenebilir. Frekansa özgü ölçüm sağladığı için güvenilir ve objektif bir testtir (Şekil 8). DPOAE sonuçları 4000 Hz'de en yüksek sonuçları verir. DPOAE'lerde 50 dB HL'den fazla olan işitme kayıplarında genellikle yanıt alınmaz. Distorsiyon ürünü OAE cevaplarını etkileyen

uyarana bağlı çeşitli parametreler bulunmaktadır (58). Buna ek olarak, DPOAE yanıtlarının saf ses odyometri ile arasında gl bir korelasyon olduğu belirtilmektedir (60).

2.7 Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller

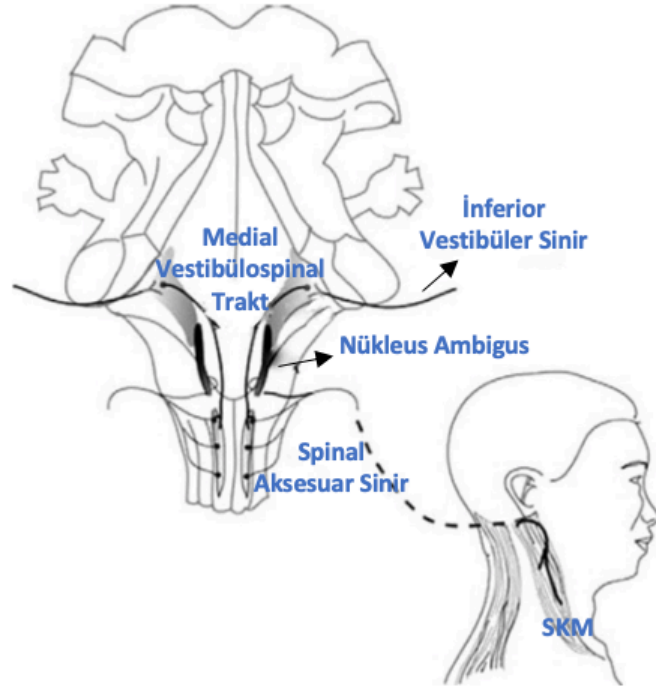
Vestibüler sistemin akustik uyarımlarla uyarılabileceği ilk olarak Tullio (1929) tarafından güvercinlerde yapılan çalışmalarla ortaya konuldu. Daha sonra 1935 yılında Von Bksy insanlar üzerinde yaptığı çalışmalarda, yüksek şiddetli seslere maruz kalındığında ortaya çıkan cevapların vestibüler kökenli olabileceği gözlemlendi. Bickford ve arkadaşları tarafından, boyun kaslarından elde edilen en kısa süreli kas yanıtının hava yolundan yüksek şiddette gönderilen tone-burst uyarımlardan kaynaklandığı belirtilip, VEMP testi tanımlandı. Colebatch ve arkadaşları ise elektrodları SKM kasına yerleştirerek ve yüksek şiddette klik uyarımla denedikleri kayıttta latansı kısa ve amplitüdü büyük olan miyojenik bir potansiyel gözlemlediklerini bildirdiler (7,8).

Vestibüler uyarılmış potansiyeller, vestibüler organların ve onların sinir bağlantılarının, otolit organların ve ilişkili olan refleks yolaklarının incelendiği testtir (7). Servikal VEMP (c-VEMP) ve oküler VEMP (o-VEMP) olarak ikiye ayrılırlar.

2.7.1 Servikal Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (c-VEMP)

c-VEMP temel olarak, otolit organlardaki sakküler fonksiyonlar ve inferior vestibüler sinir cevaplarının değerlendirilmesine olanak tanır. c-VEMP, yüksek şiddetle akustik uyarım verildiğinde oluşan, vestibülo-kollik refleks arkı aracılığı ile sakkül cevabının gözlendiği, SKM kasından elde edilen potansiyellerin ölçüldüğü testtir (61,62).

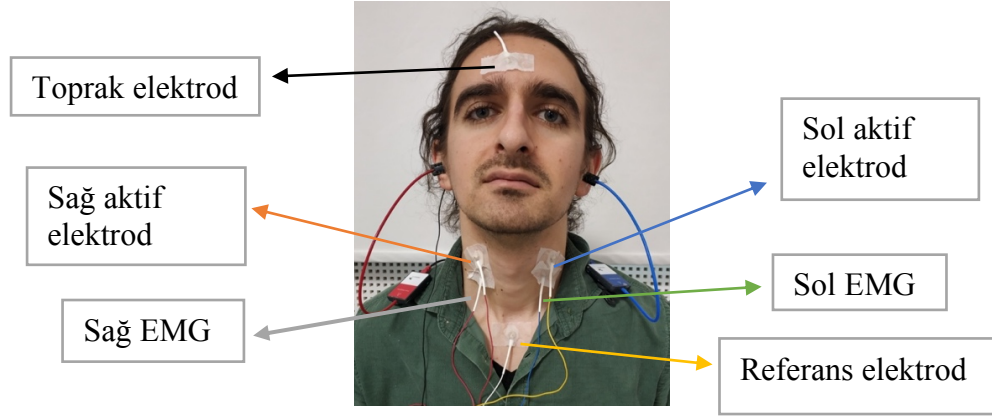
şekil 8’de c-VEMP cevaplarının köken aldığı merkezler görülmektedir.



Şekil 8. c-VEMP cevaplarının köken aldığı yolaklar (63)

c-VEMP cevapları, hava yolu ve kemik yolu uyarılarla ölçülebilir. Odyoloji kliniklerinde yaygın olarak yüksek şiddette olan klik ve tone-burst uyarılar kullanılır. Tone-burst uyarının klik uyarına göre daha güçlü c-VEMP cevapları oluşturduğu ve amplitüdlerinin daha büyük olduğu belirtilmektedir. Hayvanlar üzerinde yapılan bazı deneysel çalışmalarda, sakkülde bulunan afferent sinirlerin alçak frekansa sahip uyarılara karşı daha duyarlı olduğu bildirilmektedir (64).

Test sırasında bir kulağa akustik uyarı verilerek ipsilateral tarafta bulunan SKM kas aktivitesi ölçülür (65). c-VEMP cevapları, tek kanallı yöntem kullanılarak kaydedilmektedir. Yüzeyel elektrodlardan referans elektrod sternumun hemen bitişiindeki girintili bölgeye, aktif elektrod SKM kasının üst 1/3'lük kısmına, toprak elektrod ise alnın tam ortasına veya çeneye yerleştirilir (66) (Şekil 9).



Şekil 9. c-VEMP elektrod yerleşimi

c-VEMP yanıtlarının, bir pozitif dalga ve onun ardından gelen bir negatif dalga formundan oluştuğu bilinmektedir. Uyarana yanıt olarak gözlenen pozitif dalganın latansı 13 ms civarındadır ve P13 olarak adlandırılırken; negatif dalganın latansı yaklaşık 23 ms'dir ve N23 olarak adlandırılmaktadır (7).

c-VEMP testi, hasta oturur pozisyondayken veya supine pozisyonda uygulanabilir. SKM kasının kasılması, P13 ve N23 cevaplarının gözlenebilirliği açısından önem taşır ve test süresi boyunca takip altında olmalıdır (66). c-VEMP testi sırasında kullanılan akustik uyarın amplitüdlerinin, kas kontraksiyonu ve elektromiyografi (EMG) cevaplarından etkilendiği belirtilmektedir. Bu nedenle, iyi bir c-VEMP kaydı için, SKM kasının tonik aktivitesinin optimal koşullarda olması sağlanmalı ve özel bir aletle monitörize edilmelidir. Rosengren ve arkadaşlarının (2015) yaptıkları çalışmada minimum kas kontraksiyonun (EMG) 80 μ V civarında olması gerektiği bildirilmektedir (68).

2.7.1.1 c-VEMP Parametreleri

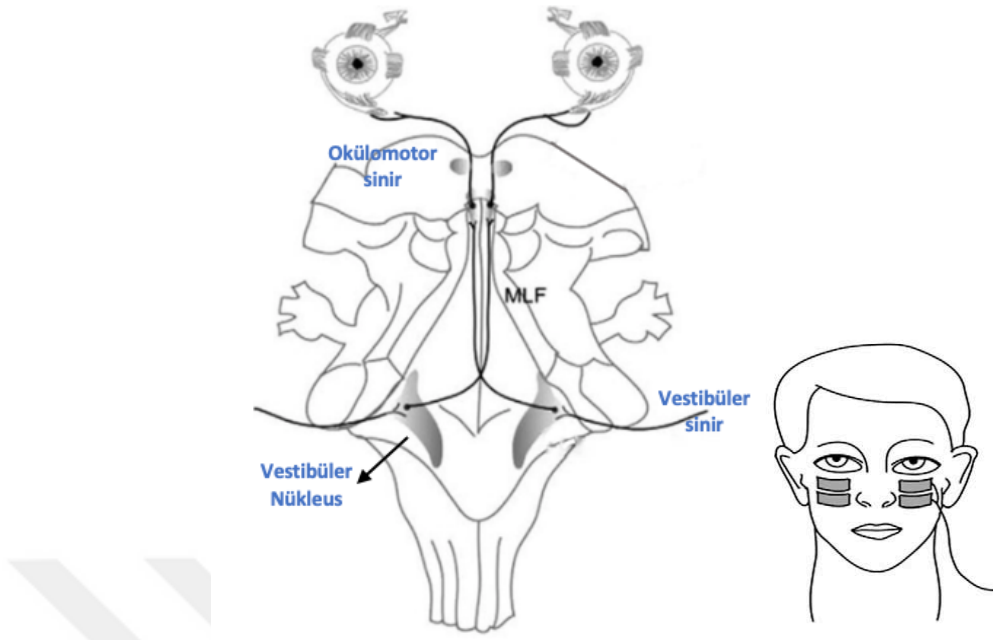
c-VEMP testinde değerlendirilen parametreler; eşik şiddeti, P13 latansı, N23 latansı, dalgalar arası amplitüd farkı, kulaklararası amplitüd asimetri oranı ve dalgalar arası latans farkıdır.

Eşik değeri, yanıtın görüldüğü ve tekrarlanabilirliğinin sağlandığı en düşük ses şiddetidir. Latans değeri, akustik uyarı takiben P13 ve N23 dalgalarının meydana gelmesi için geçen süredir. Amplitüd ise, bu dalgaların pik yaptığı noktalar arasındaki orandır. Literatürde göre, amplitüd asimetri oranının ortalama % 20-45 arasında olması gerektiği bildirilmektedir. Amplitüd asimetri oranı ise şu denklemle hesaplanır:

$$\frac{(\text{Sağ amplitüd cVEMP} - \text{Sol amplitüd cVEMP})}{(\text{Sağ amplitüd cVEMP} + \text{Sol amplitüd cVEMP})} \times 100$$

2.7.2 Oküler Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (o-VEMP)

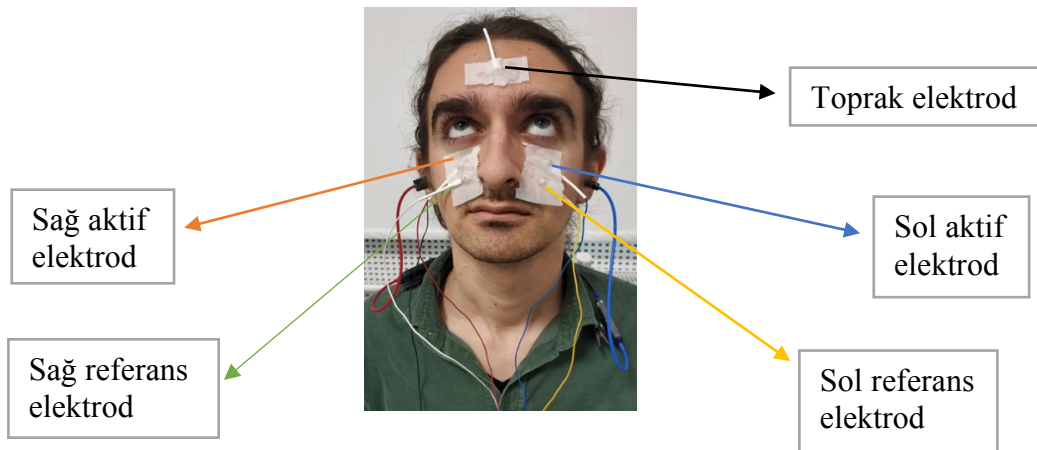
Halmagyi ve arkadaşları(2003) tarafından yapılan çalışmalarda, bir kulaktan yüksek şiddette akustik uyarı verildiğinde, kontralateral gözde vertikal ve uyarının karşı yönüne doğru bir hareket olduğu belirtilmektedir (69). Daha sonrasında Rosengren ve arkadaşları (2005) ile Iwasaki'nin (2007) yaptıkları deneylerle, klinik bir test yöntemi olarak o-VEMP testinin kullanılabileceği gösterilmektedir (70,71). o-VEMP testi, esas olarak utrikül ve superior vestibüler siniri değerlendirmeye olanak tanır. Vestibülooküler refleks yoluyla ekstraoküler kaslarda oluşan eksitasyonu gösterir. Eksitator olan utrikül bağlantılı uyarılar, ipsilateral taraftaki medial rektus, superior rektus ve superior oblik; kontralateral tarafta inferior rektus ve inferior oblik kasları ile ilişkilidir. Utrikülün oküler sistemle sakküle göre daha çok ilişkili olduğu belirtilmektedir (72).



Şekil 10. o-VEMP cevaplarının köken aldığı yollar (73)

Şekil 10’da o-VEMP cevaplarını oluşturan oküler bağlantılar görülmektedir.

o-VEMP’de, şiddet seviyesi olarak 95 dB nHL ve 500 Hz frekansında tone-burst uyaran kullanılması en ideal yöntem olarak düşünülmektedir (7). o-VEMP’de toprak elektrod alına, aktif elektrodlar her iki infraorbital rime gelecek şekilde ve referans elektrodlar aktif elektrodların 1-2 cm altına yerleştirilir (74) (Şekil 11).



Şekil 11. o-VEMP elektrod yerleşimi

o-VEMP yanıtları, ilk olarak negatif ve devamında görülen pozitif bir dalgadan oluşur. Uyaran sonucunda oluşan bu ilk negatif dalga latansı 11 ms civarında gözlenir ve genellikle N1 olarak adlandırılmaktadır. Takiben görülen pozitif dalga latansı ise 15 ms civarındadır ve P1 olarak tanımlanmaktadır. Kontralateral kayıttan alınan cevaplar değerlendirmeye alınır. İpsilateral kayıttan alınan yanıtların amplitüdlerinin daha düşük; latanslarının ise daha geç olduğu bilinmektedir (7).

o-VEMP cevaplarının oluşmasını etkileyen temel kasın inferior oblik kası olduğu öne sürülmektedir. Normal bireylerde yapılan araştırmalara göre, bilateral o-VEMP yanıtları %90 oranında elde edilebilmektedir. Inferior oblik kasının, SKM'den daha küçük bir kas olması sebebiyle o-VEMP'de elde edilen amplitüdlere daha küçüktür (74).

2.7.2.1 o-VEMP Parametreleri

o-VEMP testinde değerlendirilen parametreler; eşik şiddeti, P1 latansı, N1 latansı, P1-N1 amplitüdü, amplitüd asimetri oranı, dalgalar arası latans farkı ve dalgalar arası amplitüd farkıdır. İnterpik amplitüd değeri, N1 dalgası ve P1 dalgası arasındaki voltaj değişiklikleridir. o-VEMP testi amplitüd asimetri oranı ise şu şekilde hesaplanır:

- N1 Dalgası Amplitüd Asimetri Oranı = $(\text{Asağ} - \text{Asol}) / (\text{Asağ} + \text{Asol}) \times 100$
(Asağ: Sağ kulaktaki N1 dalga amplitüdü; Asol: Sol kulaktaki N1 dalga amplitüdü)

- P1 Dalgası Amplitüd Asimetri Oranı = $(\text{Asağ} - \text{Asol}) / (\text{Asağ} + \text{Asol}) \times 100$
(Asağ: Sağ kulaktaki P1 dalga amplitüdü; Asol: Sol kulaktaki P1 dalga amplitüdü)

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 Araştırmanın Tipi

Araştırma bir olgu-kontrol çalışması olarak planlandı.

3.2 Araştırmanın Yeri ve Zamanı

Araştırma Mart 2018'de literatür tarama ile başladı ve Mayıs 2019 tarihinde tez savunmasıyla sonlandırıldı. Bu araştırma Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı İşitme-Konuşma-Denge Ünitesi'nde yapıldı.

3.3 Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Araştırmanın evrenini, Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Meslek Hastalıkları Polikliniği'nden, Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı İşitme-Konuşma-Denge Ünitesine yönlendirilen, gürültülü ortamlarda çalışma hikayesi ve işitme kaybı olan hastalar ile; işitmesi tamamen normal, herhangi bir odyo-vestibüler yakınması olmayan, gürültülü ortamda çalışma hikayesi bulunmayan ve hastane arşivinde yer alan hastalardan seçilen sağlıklı gönüllü bireyleri kapsamaktadır. Örneklem olarak, kriterlerine uygun olacak şekilde gönüllü katılım sağlayan 26-59 yaş arası 40 bireyden oluşan olgu grubu ile 40 kontrol grubu olmak üzere toplam 80 katılımcıyı içerir.

Olgu grubunun çalışmaya dahil edilme kriterleri:

- Dokuz Eylül Üniversitesi İş ve Meslek Hastalıkları Polikliniği'nden, İşitme-Konuşma-Denge Ünitesi'ne yönlendirilen, gürültüye bağlı işitme kaybı şüphesi olan bireyler olması,
- Bilateral (Simetrik) yüksek frekansları tutan sensörinöral işitme kaybı olması,
- Saf ses odyometrisinde 4 kHz'de 30 dB nHL ve üzerinde işitme eşiğinin olması,
- Saf ses odyometrisinde 3, 4, 6 kHz' de bir veya birkaç frekansta çentik olması ve bu çentiğin 8 kHz'de iyileşmesi,
- Yapılan otoskopik muayenede normal bir dış kulak yolu ve timpanik membrana sahip olması,
- Akustik immitansmetri değerlendirmesinde Tip A Timpanogram elde edilmesi (orta kulak basıncının +50, -100 daPa arasında olması),

- Nörolojik veya sistemik hastalık, ototoksik/vestibulotoksik ilaç kullanma hikâyesinin olmaması,
- Çalışmaya katılmaya gönüllü olması ve bilgilendirilmiş onam formunun kendisi tarafından imzalanmış olmasıdır.

Kontrol grubunun çalışmaya dahil edilme kriterleri:

- Dokuz Eylül Üniversitesi İşitme-Konuşma-Denge Ünitesi'ne başvuran ve odyolojik değerlendirme sonuçlarına göre normal işitmeye sahip olması,
- Yapılan otoskopik muayenede normal bir dış kulak yolu ve timpanik membrana sahip olması,
- Akustik immitansmetri değerlendirmesinde Tip A Timpanogram elde edilmesi (orta kulak basıncının +50, -100 daPa arasında olması),
- Gürültülü ortamda çalışma ve gürültüye maruz kalma hikâyesinin bulunmaması,
- Nörolojik veya sistemik hastalık, ototoksik/vestibulotoksik ilaç kullanma hikâyesinin olmaması,
- Çalışmada verilerinin kullanılması için gönüllü olması ve bilgilendirilmiş onam formunun kendisi tarafından imzalanmış olmasıdır.

Gürültülü ortamlarda çalışma öyküsü olan ve işitme kaybı bulunan tüm hastalarla, arşivden seçilmiş kontrol grubunda yer alan tüm bireylerin otoskopik muayeneleri yapıldı. Grupların tümüne işitme sistemindeki olası patolojileri ekarte edebilmek için; akustik immitansmetri, saf ses odyometri ve konuşma odyometrisi testleri uygulandı.

3.4 Araştırma Materyali

Gürültülü ortamda çalışan ve işitme kaybı bulunan bireylerde ve normal işiten herhangi bir odyo-vestibüler yakınması olmayan katılımcılarda; saf ses odyometri, yüksek frekans odyometri, DPOAE testi, c-VEMP ve o-VEMP testleri yapıldı. Bütün test bataryaları Dokuz Eylül Üniversitesi İşitme-Konuşma-Denge Ünitesi'nde bulunan ve rutinde kullanılan ekipmanlar ile yapıldı.

3.5 Araştırmanın Değişkenleri

Araştırmanın değişkenleri şunlardır:

Bağımlı değişkenler: o-VEMP latans, amplitüd değerleri, amplitüd asimetri oranları ve interpeak amplitüd değerleri, c-VEMP latans, amplitüd değerleri, amplitüd asimetri oranları ve interpeak amplitüd değerleri, işitme kaybının olduğu frekans(lar), yüksek frekans odyometri testi eşikleri, DPOAE testi SNR oranları.

Bağımsız değişkenler: Yaş, cinsiyet, çalışma durumuna bağlı gelişen işitme kaybı

3.6 Veri Toplama Araçları

Çalışmada kullanılan hasta grubunda yer alan bireyler Dokuz Eylül Üniversitesi Hastanesi İş ve Meslek Hastalıkları Polikliniği'nden, Kulak Burun Boğaz Polikliniği'ne yönlendirildi ve otoskopik muayeneleri yapıldı. Aynı şekilde kontrol gruplarındaki tüm bireyler de Kulak Burun Boğaz hekimine yönlendirilerek otoskopik muayeneleri gerçekleştirildi. Muayenelerinde herhangi bir buşon varlığında dış kulak kanalı temizliği yapıldı, sonrasında kontrol grubu ve GBİK grubu için saptanan tüm bireylerin, İşitme-Konuşma-Denge Ünitesi'de odyolojik değerlendirmeleri yapıldı. Aynı zamanda, tüm katılımcılar çalışma hakkında bilgilendirildi, Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Onam Formu imzalatıldı ve onayları alındı (Ek-1).

Araştırmada kullanılan tüm bireyler saf ses odyometri testine alındı. Sessiz odyometri kabininde yer alan Otometrics Madsen Astera2 model odyometre cihazı kullanıldı. TDH-39 kulak üstü kulaklık ile 125-8000 Hz arası oktav frekanslarda her bir kulağın hava yolu eşikleri ayrı ayrı ölçüldü. Kemik yolu eşikleri, B-71 kemik vibratör kullanılarak 500-4000 Hz arasındaki oktav frekanslarda elde edildi. Konuşma odyometrisi içerisinde, konuşmayı alma eşiği ve konuşmayı ayırt etme skoru her bir kulak için tespit edildi. Saf ses ortalamasına göre, Goodman'ın belirlemiş olduğu işitme kaybı sınıflandırması kullanılarak işitme kaybı derecelendirmesi yapıldı (54).

Hasta ve kontrol grubundaki tüm bireylerde, olası orta kulak patolojisini ekarte etmek amacıyla yapılan akustik immitansmetri testi Otometrics Madsen Zodiac marka cihaz kullanılarak yapıldı. Timpanogram sonucunda elde edilen veriler, Jerger sınıflandırmasına göre incelendi (75). İpsilateral refleksler 500, 1000, 2000 Hz’lerde; kontralateral refleksler 500, 1000, 2000, 4000 Hz’lerde tüm bireylerde cevap var/yok olarak değerlendirildi. Akustik refleks cevabı alınmayan katılımcılar çalışmaya dahil edilmedi.

Odyolojik değerlendirmeler sonucunda, gürültülü ortamlarda çalışma öyküsü olan, simetrik ve sensörinöral tip işitme kaybı saptanan bireyler hasta grubu olarak araştırmaya alındı. Kontrol grubu olarak daha önce kliniğimize başvuran, bilateral normal işitmeye sahip olan bireylerin odyo-vestibüler bulguları dahil edildi.

3.6.1 c-VEMP Testi

c-VEMP testi, kliniğimizde yer alan işitsel uyarılmış potansiyeller cihazı olan ICS-CHARTR EP 200 (GN Otometrics, Schaumburg, IL) ile değerlendirildi. Teste başlamadan önce katılımcılara test hakkında bilgi verildi. Ardından elektrodun yerleşeceği cilt yüzeyleri cilt temizleyici jel olan Neuprep ile temizlendi. Altın kaplama disk elektrodlar ile çift kanaldan kayıtlama yapıldı.

Cilt yüzeyine yerleşecek olan dört adet elektrod düzeni şu şekildedir: 2 aktif elektrod, sağ ve sol sternokleidomastoid (SKM) kasların 1/3 üst kısmına gelecek şekilde yerleştirildi. 2 referans elektrod bağlayıcı (jumper) ile birbirine bağlanıp tek bir referans elektrod olacak şekilde sternoklaviküler bileşkeye, toprak elektrod ise alın bölgesinin orta noktasına gelecek şekilde yerleştirildi. EMG monitörizasyonunu sağlamak için kullanılan 2 elektrod sağ ve sol SKM kaslarının 1/2 ‘lik kısmına, aktif elektrodların hemen altına yerleştirildi (Şekil 12). Elektrod empedanslarının kayda başlamadan önce 3 k Ohm’un altında tutulmasına özen gösterildi.

c-VEMP testi, tüm katılımcılarda oturur pozisyonda uygulandı. Kulaklıklardan gönderilen ses uyararı için ‘ICS medical insert earphone’ (ER 3A/5A Insert Earphone 300 ohms) kullanıldı. Ses uyararı, insert kulaklıklarla sırayla her bir kulağa verildi ve ipsilateral

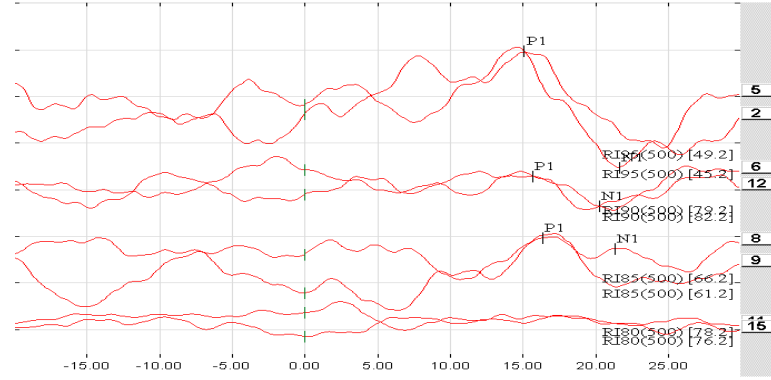
sternokleidomastoid kasından yanıt alındı. EMG yanıtlarını görüntülemek amacıyla kullanılan VEMP EMG el monitörü, kişilerin tutması için ellerine verildi. Bireyler, ses uyaranı geldiğinde, SKM kasını aktive edebilmek için ses uyaranının karşı tarafına başlarını nasıl çevirecekleri hakkında bilgilendirildi. SKM kasını iyi aktive edebilmek ve yeşil ışığın devamlı yanmasını sağlamak için tüm katılımcılara, kulağa ses uyaranı geldiğinde, ses uyaranının karşı tarafına doğru başını çevirmesi, başını döndürdüğü pozisyonda ses bitene kadar sabitlemesi ve aynı anda, sesi duyduğu süre boyunca el monitöründeki yeşil ışığın yanması gerektiği talimatı verildi.

EMG kas aktivitesi uV olarak belirlendi ve 50-100 uV aralığında elde edilen kas tonusu cevap olarak elde edildi. Yüz adet kayıtlama yapılana kadar bu pozisyonda kalındı ve bu işlem her bir kayıt için 15-25 sn sürdü. Kayıtlamalar arasında en az 30 sn'lik dinlenme süresi verildi. Teste, en net şekilde kaydın görüntülediği 95 dB nHL şiddetinden başlanıp, 5'er dB azaltılarak yanıt kaybolana kadar kayıtlama sürdürüldü. Tutarlı dalgalar oluşturmak için her bir uyarın seviyesinde dalga iki kez çizdirildi.



Şekil 12. c-VEMP elektrod yerleşimi, hastanın duruş pozisyonu

Uyarının gönderilmesinden sonra, kayıtlama sırasında 13-15 milisaniye civarında ilk gözlenen pozitif dalga P13 dalgası olarak işaretlendi. P13'ü takip eden negatif dalga N23 dalgası (yaklaşık 20-23 milisaniyede) olarak işaretlendi. P13 ve N23 dalgalarının latansları, dalgalar arası latans değerleri ve amplitüd değerleri 95 dB nHL şiddetindeki uyarın baz alınarak hesaplandı (Şekil 13). Bunun yanı sıra, her bir kulak için ayrı ayrı eşik değeri saptandı.



Şekil 13. c-VEMP cevap kaydı

c-VEMP testi için uygulanan uyaran ve kayıtlama parametreleri Tablo 2’de gösterildiği gibidir.

Tablo 2. ICS-CHARTR cihazında c-VEMP testi için kullanılan uyaran ve kayıtlama parametreleri (65)

Uyaran şiddeti	95 dB nHL
Uyaran Polaritesi	Rarefaction
Uyaran Zarfı	Linear
Uyaran Tipi	500 Hz Tone Burst
Uyaran için gerekli Rate	5.1/s
Kayıtlama Zamanı	100 msn
Averajlama Sayısı	150
Low Pass Filtre	1000 Hz
High Pass Filtre	10 Hz

3.6.2 o-VEMP Testi

o-VEMP testi, kliniğimizde yer alan işitsel uyarılmış potansiyeller cihazı olan ICS-CHARTR EP 200 (GN Otometrics, Schaumburg, IL) ile değerlendirildi. Katılımcılara test hakkında bilgi verildi ve ardından elektrodun yerleşeceği cilt yüzeyleri cilt temizleyici jel olan Neuprep ile temizlendi. Altın kaplama disk elektrodlar, çift kanaldan yapılan kayıtlarda kullanıldı. Cilt yüzeyine yerleşecek olan beş adet elektrod düzeni şu şekildedir: Aktif

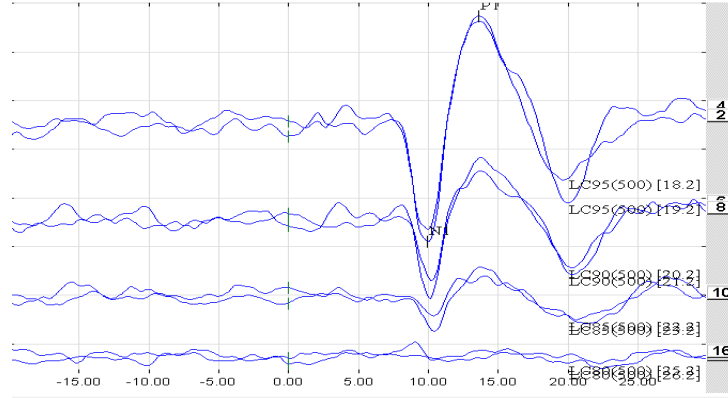
elektrodlar, her iki infraorbital rimin 3-4 mm altına yerleştirilirken, referans elektrodlar ise aktif elektrodlara değmeyecek şekilde 1-2 cm altına yerleştirildi. Toprak elektrod ise alın bölgesinin orta noktasına gelecek şekilde yerleştirildi (Şekil 14). Elektrod empedanslarının kayda başlamadan önce 3 k Ohm'un altında tutulmasına özen gösterildi.

Ses uyararı için 'ICS medical insert earphone' (ER 3A/5A Insert Earphone 300 ohms) kullanıldı. Uyararı sırayla her bir kulağa verildi ve kontralateral göz kasından yanıt alındı. o-VEMP testi, tüm katılımcılarda oturur şekilde rahat bir pozisyonda uygulandı. Göz kaslarını en iyi şekilde aktive edebilmek için tavanda bir nokta belirlemeleri ve ses geldiği zaman o belirledikleri noktaya bakmaları, ses bitene kadar sabit pozisyonda kalmaları gerektiği anlatıldı.



Şekil 14. o-VEMP elektrod yerleşimi, hastanın bakış pozisyonu

Kayıtlama, her bir kayıt için yaklaşık 15-25 sn'de kaydedildi ve gözlerin pozisyonu 100 sweep elde edene kadar sürdürüldü. Kayıtlamalarda en az 30 sn'lik dinlenme süreleri verildi. Teste, en net şekilde kaydın görüntülediği 95 dB nHL'den başlanıp, şiddet 5'er dB azaltılarak dalgadaki yanıt kaybolana kadar kayıt sürdürüldü. Tutarlı dalgalar oluşturmak ve tekrarlanabilirliğinden emin olmak için her bir uyararı seviyesinde dalga iki kez çizdirildi.



Şekil 15. o-VEMP cevap kaydı

Uyaranın gönderilmesinden sonra, kayıtlama sırasında ilk gözlenen negatif dalga N1 dalgası (yaklaşık 9-12 milisaniyede) olarak işaretlendi. N1’ü takip eden pozitif dalga P1 dalgası (yaklaşık 14-16 milisaniyede) olarak işaretlendi. P1 ve N1 dalgalarının latansları, dalgalar arası latans değerleri ve amplitüd değerleri 95 dB nHL şiddetindeki uyaran baz alınarak hesaplandı. Bunun yanı sıra, her bir kulak için ayrı ayrı eşik değeri saptandı (Şekil 15).

o-VEMP testi için uygulanan uyaran ve kayıtlama parametreleri Tablo 3’te gösterilmiştir.

Tablo 3. ICS-CHARTR cihazında o-VEMP testi için kullanılan uyaran ve kayıtlama parametreleri

Uyaran şiddeti	95 dB nHL
Uyaran Polaritesi	Alterne
Uyaran Zarfı	Blackman
Uyaran Tipi	500 Hz Tone Burst
Rate	5.1/s
Tekrar sayısı	≥100 (her bir dalga için)
Low Pass Filtre	1000 Hz
High Pass Filtre	1 Hz

3.6.3 Yüksek Frekans Odyometri

Araştırmada kullanılan tüm bireylerde yüksek frekans odyometri testi uygulandı. Sessiz odalı odyometri kabini içerisinde yer alan Otometrics Madsen Astera2 model odyometre cihazı kullanıldı. Supra-aural Sennheiser HDA 300 kulak üstü kulaklık ile 9500, 10000, 11200, 12500, 14000, 16000 Hz oktav frekanslarda her bir kulağın hava yolu eşikleri ayrı ayrı ölçüldü.

3.6.4 DPOAE (Distorsiyon Ürünü Otoakustik Emisyon)

DPOAE testi, Otometrics Madsen Capella² Otoakustik Emisyon cihazı ile yapıldı. Frekans aralığı olarak 500-8000 Hz, uyarın olarak 65/55 dB, f1/f2 değeri 1,22 olarak, oktav olarak 2 pts/oct kullanıldı. Bu testin sinyal/gürültü oranı (SNR) hasta ve kontrol gruplarında, her iki kulak da ayrı ayrı değerlendirilerek karşılaştırıldı.

3.7 Araştırma Planı ve Takvimi

• Literatür Taranması	Mart 2018 - Mayıs 2018
• Etik Kurul Onayı	Haziran 2018
• Verilerin Toplanması	Temmuz 2018 - Eylül 2018
• Verilerin Kaydedilmesi	Ekim - Kasım 2018
• Verilerin İstatistiksel Analizi	Aralık 2018
• Tez Yazımının Tamamlanması	Mart 2019
• Tez Bitirme Sınavı	Mayıs 2019

3.8 Verinin Değerlendirmesi

Verilerin çözümlenmesinde SPSS 23.0 programı kullanıldı. Katılımcıların 125, 250, 500 Hz; 1, 2, 3, 4 ve 6 kHz oktav frekanslarındaki eşik değerleri kaydedildi. Yüksek frekans odyometri eşik değerleri ise 9500, 11200, 12500, 14000, 16000 Hz oktav frekanslarında kaydedildi. DPOAE testi SNR değerleri 500-8000 Hz aralığında hasta ve kontrol gruplarında

kaydedildi. c-VEMP için P13 ve N23 amplitüd ve latans değerleri, dalgalar arası latans değerleri ve amplitüd asimetri oranları; o-VEMP için P1 ve N1 amplitüd ve latans değerleri, dalgalar arası latans değerleri ve amplitüd asimetri oranları hasta ve kontrol grubu ayrımı gözetilerek programa kaydedildi.

Tanımlayıcı bulgular için sayımla belirtilen değişkenler sayı ve yüzdelerle, ölçümle belirlenen değişkenler, ortalama±standart sapma, ortanca, minimum değer ve maksimum değerle belirtildi. Ölçümle belirtilen değişkenlerin dağılım özelliği Kolmogorov-Smirnov testi ve basıklık ve çarpıklık katsayıları ile değerlendirildi. Katsayıların -1,5 ile +1,5 arasında olması durumunda verinin normal dağıldığı varsayıldı. Ölçümle belirtilen değişkenlerin bağımlı değişkenle ilişkisini değerlendirmede, verinin normal dağılıma uymasına göre Student T-Testi veya Mann-Whitney U testi veya Wilcoxon İşaret Sırası testi kullanıldı. İki sayısal ölçüm arasındaki doğrusal ilişkinin varlığı, ilişkinin yönü ve şiddetinin değerlendirilmesi için Pearson korelasyon analizi yapıldı. Tüm analizler %95 güven aralığında yapıldı ve $p<0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

3.9 Araştırma Sınırlılıkları

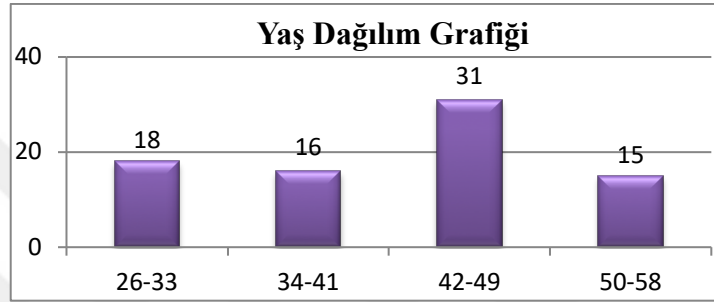
- Gürültülü ortamlarda çalışan hastalarda c-VEMP ve o-VEMP testleri sırasında yetersiz kas aktivitesi oluşturma ve testlerin zorlukları.
- Gürültülü ortamlarda çalışma öyküsü olan hastaların gürültüye maruz kalma sürelerinin tam olarak bilinmemesi.

3.10 Etik Kurul Onayı

Araştırmaya ve veri toplamaya başlamadan önce Dokuz Eylül Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 28.06.2018 tarih ve 4080 – GOA protokol numaralı 2018/16-35 karar numarası ile onay alındı (EK-3). Araştırmaya gönüllü katılan hasta ve kontrol grubundaki bireylerin tümüne bilgilendirilmiş onam formu imzalatıldı.

4. BULGULAR

Araştırmaya 40 kişi GBİK grubu ve 40 kişi kontrol grubu olmak üzere toplam 80 kişi dahil edildi. Toplam 66 erkek (%82,5), 14 kadın (%17,5) birey çalışmaya katıldı. GBİK grubunun %5'i kadın, %95'i erkek; kontrol grubunun %30'u kadın, %70'i erkekti. Kontrol grubunu 26-59 yaş arası bireyler oluştururken; GBİK grubunu 28-58 yaş arası bireyler oluşturdu.



Şekil 16. Çalışmaya dahil edilen tüm bireylerin yaş dağılımı

Bireylerin tümünde yapılan yaş analizinin gösterildiği Şekil 16'ya göre, tüm grupların %22,5'i (18) 26-33 yaş arasında, %20'si (16) 34-41 yaş arasında, %38,8'i (31) 42-49 yaş arasında ve %18,8'i (15) 50-58 yaş aralığındadır.

Tablo 4. Her iki gruptaki bireylerin yaş ortalamalarının istatistiksel olarak karşılaştırılması

	Kontrol Grubu	GBİK Grubu	P değeri
Yaş (ort±ss)	39,98±1,45	43,48±1,18	0,066

*student-t testi kullanılmıştır

Tablo 4'de gösterilen, çalışmaya dahil edilen kontrol ve GBİK grubundaki bireylerin yaş ortalamaları arasında yapılan karşılaştırmayı gösteren istatistiksel olarak anlamlı fark elde edilmedi ($p>0,05$). GBİK grubunun yaş ortalaması $43,48\pm1,18$ iken, kontrol grubunun yaş ortalaması $39,98\pm1,45$ 'dir.

GBİK olan bireylerin gürültüye maruz kalma sürelerinin ortalama $\pm$ ss değeri 157,77 $\pm$ 20,07 olarak bulundu. Hasta grubundaki bireylerin maruz kalma süresinin 5 ay ile 420 ay (35 yıl) arasında değiştiği belirlendi.

4.1 Akustik İmmitansmetri Bulguları

GBİK ve kontrol grubundaki bireylerin tümünde Tip A timpanogram elde edilmiştir. Tüm bireylerde 500, 1000, 2000 Hz'de ipsilateral refleksler; 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz'de kontralateral refleksler gözlemlendi.

4.2 Saf Ses Odyometri Bulguları

GBİK grubu için; gürültüye bağlı işitme kaybı olan tüm bireylerde 3, 4 veya 6 kHz'de çentiği olan bireyler dahil edildi. GBİK olan hastalarıda 4 kHz eşiği 30 dB HL ve daha kötü olanlar çalışmaya dahil edildi. Kontrol grubunda ise tüm bireylerde saf ses ortalamasına göre normal sınırlarda işitme eşikleri olan bireyler yer aldı ($SSO \leq 25$).

Tablo 5. Her iki gruptaki bireylerin saf ses odyometri eşikleri

Oktav frekanslar (Hz)	Kontrol Grubu İşitme eşikleri (dB HL) (ort $\pm$ ss)	GBİK Grubu İşitme eşikleri (dB HL) (ort $\pm$ ss)	P değeri
125 Hz	10,87 $\pm$ 0,85	12,25 $\pm$ 0,79	0,244
250 Hz	11,50 $\pm$ 0,86	12,75 $\pm$ 0,73	0,274
500 Hz	11,50 $\pm$ 0,80	12,37 $\pm$ 0,69	0,412
1 kHz	12,62 $\pm$ 0,80	12,87 $\pm$ 0,69	0,814
2 kHz	12,00 $\pm$ 0,46	12,87 $\pm$ 0,53	0,221
3 kHz	13,87 $\pm$ 0,47	31,43 $\pm$ 2,19	< 0,001
4 kHz	14,93 $\pm$ 0,79	46,31 $\pm$ 2,37	< 0,001
6 kHz	14,62 $\pm$ 0,70	41,68 $\pm$ 2,68	< 0,001
8 kHz	10,75 $\pm$ 0,63	12,50 $\pm$ 0,66	0,062

*student-t testi kullanılmıştır

Tablo 5'e göre, kontrol grubu ve GBİK grubu arasında 3, 4 ve 6 kHz'lerde istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi ($p<0,01$).

4.3 DPOAE Test Bulguları

GBİK ve kontrol grubundaki tüm hastalara DPAOE testi uygulandı. GBİK grubunda DPOAE yanıtı olan 41 (%26), olmayan 39 (%24) kişi vardır. Kontrol grubunda yanıtı olmayan 10 (%6), yanıtı olan 70 (%44) kulak vardı.

Kulaklar ayrı ayrı incelendiğinde, GBİK grubunda sağ kulakta 20 kişide DPOAE yanıtı varken; 20 kişide yanıt elde edilmedi. Yine GBİK grubunda sol kulakta 21 kişide cevap alınabildi, 19 kişide alınmadı. Kontrol grubunda ise, yalnızca 4 kişide sağ ve 6 kişide sol kulaktan yanıt alınmadı.

Tablo 6. DPOAE testinde değerlendirilen frekanslara göre her iki gruptaki SNR oranları

	SNR		
DPOAE oktav frekansları (Hz)	Kontrol Grubu (ort $\pm$ ss)	GBİK Grubu (ort $\pm$ ss)	P değeri
500 Hz	13,52 $\pm$ 0,51	12,97 $\pm$ 0,48	0,439
1000 Hz	15,87 $\pm$ 0,62	14,72 $\pm$ 0,46	0,145
2000 Hz	14,81 $\pm$ 0,84	11,46 $\pm$ 0,59	0,002
3000 Hz	10,62 $\pm$ 0,49	7,33 $\pm$ 0,73	< 0,001
4000 Hz	10,50 $\pm$ 0,46	5,61 $\pm$ 0,61	< 0,001
6000 Hz	10,18 $\pm$ 0,43	5,21 $\pm$ 0,63	< 0,001
8000 Hz	11,43 $\pm$ 0,50	4,01 $\pm$ 0,86	< 0,001

**student-t testi kullanılmıştır*

Tablo 6'ya göre, kontrol ve GBİK gruplarına bakıldığında 2000, 3000, 4000, 6000 ve 8000 Hz'lerde istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenirken ($p < 0,01$), 500 ve 1000 Hz'lerde anlamlı fark gözlenmedi ($p > 0,05$).

DPOAE yanıtlarındaki SNR, belirlenen frekans aralıklarında (1000, 2000, 3000, 4000, 6000 ve 8000 Hz) sağ ve sol kulak ayrı ayrı değerlendirildi. GBİK'lı grupta yapılan DPOAE sonuçlarına göre sağ ve sol kulak arasında tüm frekanslarda (500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 ve 8000 Hz) istatistiksel olarak anlamlı fark elde edilmedi (p değerleri: 0,078; 0,457; 0,971; 0,077; 0,484; 0,797; 0,630).

4.4 Yüksek Frekans Odyometri Bulguları

Tüm gruplarda 9500, 10000, 11200 12500, 14000 ve 16000 Hz oktav frekanslarında odyometrik eşik değerleri hesaplandı.

Tablo 7. Her iki grupta elde edilen yüksek frekans odyometri testi işitme eşikleri

	İşitme eşikleri (dB HL)		
Yüksek frekans eşikleri (Hz)	GBİK grubu (ort±ss)	Kontrol grubu (ort±ss)	P değeri
9500 Hz	43,87±3,39	12,75±0,56	< 0,001
10000 Hz	48,37±3,11	13,50±0,55	< 0,001
11200 Hz	48,68±3,04	14,37±0,64	< 0,001
12500 Hz	47,10±3,22	21,61±0,71	< 0,001
14000 Hz	46,30±3,28	23,06±1,00	< 0,001
16000 Hz	50,44±8,63	25,87±1,39	< 0,022

*student-t testi kullanılmıştır

Tablo 7'ye bakıldığında kontrol ve GBİK gruplarında tüm frekanslarda (9500, 10000, 11200, 12500, 14000 ve 16000 Hz) istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu gözlemlendi ($p < 0,05$).

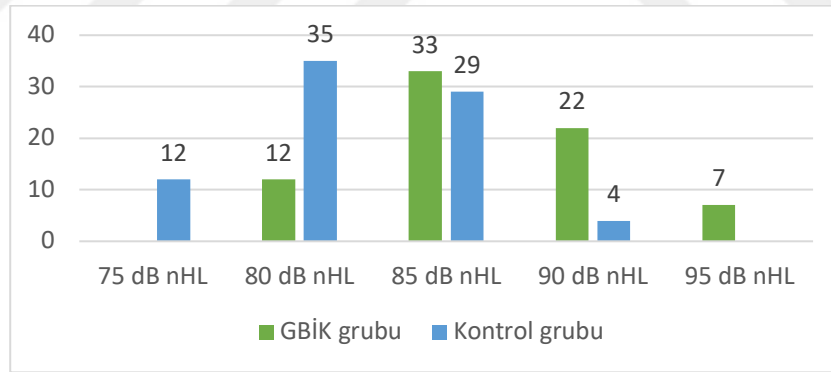
Her iki kulak karşılaştırılarak yapılan değerlendirmede, istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı (Sırasıyla p değerleri: 0,368; 0,279; 0,530; 0,902; 0,889; 0,564).

4.5 Vestibüler Değerlendirme Bulguları

4.5.1 c-VEMP bulguları

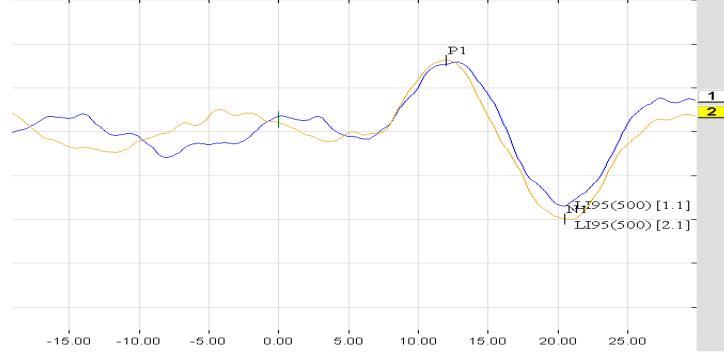
GBİK grubunda 6 kişide c-VEMP yanıtları elde edilmedi. Kontrol grubundaki tüm bireylerde yanıt elde edildi.

Her iki grupta da sağ ve sol sternokleidomastoid kasın EMG sonuçlarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmedi ($p=0,189$). Kontrol grubunda 75, 80, 85 ve 90 dB nHL şiddet seviyelerinde yanıt elde edildi. GBİK olan bireylerde ise 80, 85, 90 ve 95 dB nHL’de eşikler elde edildi. GBİK olan bireylerde en düşük eşik 80 dB nHL’de (12 kulak) bulundu. Kontrol grubunda ise en yüksek 90 dB nHL’de (4 kulak) eşik mevcuttu (Şekil 17).

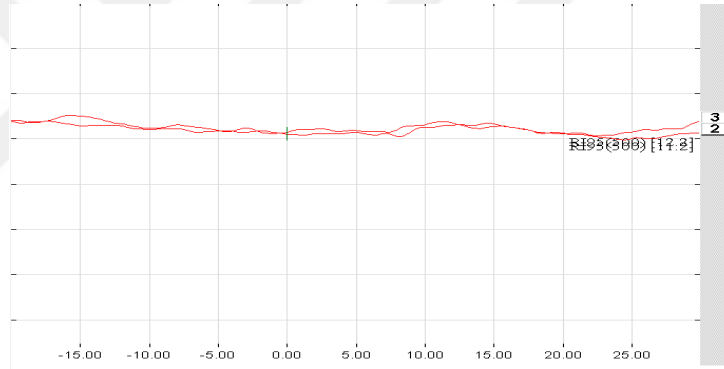


Şekil 17. c-VEMP eşik değerlerinin hasta ve kontrol grubundaki sayısal dağılımı

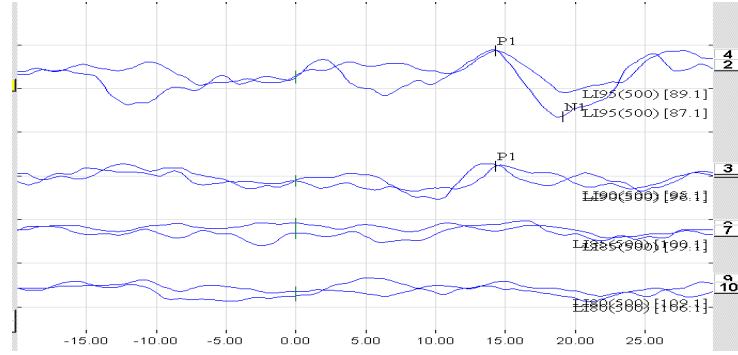
Kontrol grubu ve GBİK grubunun c-VEMP cevaplarını gösteren örnek kayıt Şekil 18, 19 ve 20’de gösterildi.



Şekil 18. Kontrol grubundaki bir bireyden sol kulaktan alınan c-VEMP kaydı



Şekil 19. GBİK grubundaki bir bireyden alınan ve yanıt elde edilemeyen sağ kulak c-VEMP kaydı



Şekil 20. GBİK olan bir bireyden alınan ve 90 dB nHL’de yanıt elde edilen sol kulak c-VEMP kaydı

Tablo 8. Her iki gruptaki c-VEMP bulguları

c-VEMP bulguları	Kontrol Grubu (ort±ss)	GBİK Grubu (ort±ss)	p
Eşik Şiddeti (dB nHL)	81,56±0,58	86,25±0,66	< 0,001
P13 latans (ms)	13,93±0,20	13,46±0,27	0,173
N23 latans (ms)	21,35±0,24	21,71±0,39	0,429
Dalgalar arası latans farkı (ms)	8,50±1,61	9,40±5,06	0,295
Dalgalar arası amplitüd farkı (uV)	141,84±11,45	84,97±10,96	< 0,001
Amplitüd asimetri oranı (%)	9,85±1,0	12,03±1,63	0,273

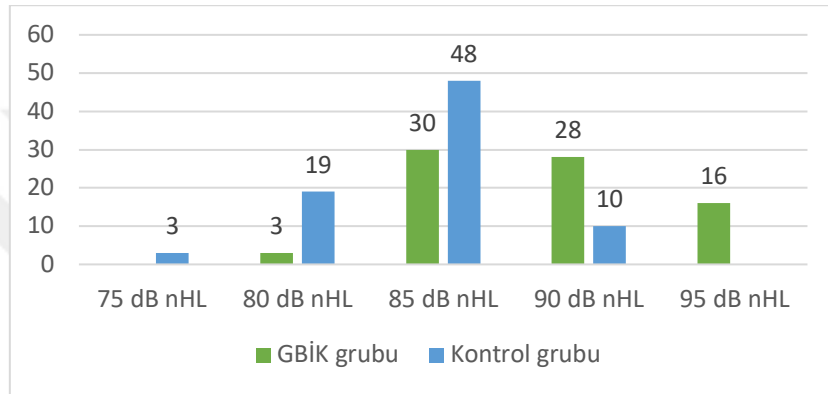
*student-t testi kullanılmıştır

c-VEMP verilerinin verildiği Tablo 8’e göre, eşik şiddeti (dB nHL) ve dalgalar arası amplitüd farkı (uV) değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edildi ($p<0.01$). GBİK ve kontrol gruplarında yapılan c-VEMP testinde dalgalar arası latans ve asimetri oranı Mann Whitney u Testi ile analiz edildiğinde istatistiksel olarak anlamlı fark elde edilmedi

(sırasıyla; $p=0,295$ ve $p=0,273$). c-VEMP testinde elde edilen verilerde sağ ve sol kulak arasında yapılan analizlerde istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmedi ($p=0,414$).

4.5.2 o-VEMP bulguları

GBİK grubundaki 3 kişide yanıt elde edilmedi. Kontrol grubundaki tüm bireylerde yanıt elde edildi.



Şekil 21. o-VEMP eşik değerlerinin hasta ve kontrol grubundaki sayısal dağılımı

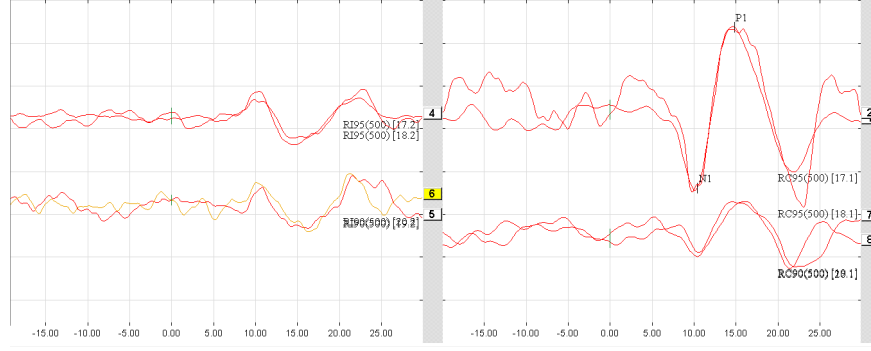
Kontrol grubunda 75, 80, 85 ve 90 dB nHL seviyelerinde yanıt elde edildi. GBİK olan bireylerde ise 80, 85, 90 ve 95 dB nHL’de eşikler elde edildi. GBİK olan bireylerde en düşük eşik 80 dB nHL’de (3 kulak) bulundu. Kontrol grubunda ise en yüksek 90 dB nHL’de (10 kulak) eşik mevcuttu (Şekil 21).

Tablo 9. Her iki gruptaki o-VEMP Bulguları

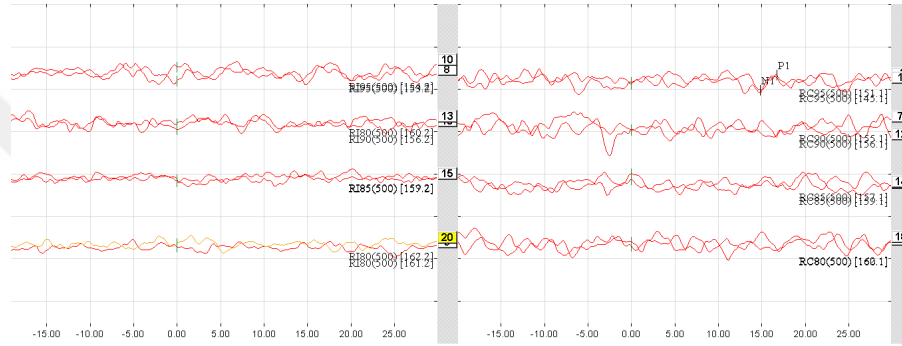
o-VEMP bulguları (ort±SS)		Kontrol Grubu	GBİK Grubu	P
Eşik Şiddeti (dB nHL)		88,68±3,70	84,06±3,18	< 0,001
N1 latans (ms)		11,35±2,07	11,25±1,62	0,820
P1 latans (ms)		15,87±1,95	14,70±2,06	0,013
Dalgalar arası latans (ms)		4,74±1,34	4,61±1,26	0,661
N1 amplitüd (uV)		2,53±1,59	1,43±0,98	< 0,001
P1 amplitüd (uV)		3,15±2,12	1,72±1,40	0,001
Dalgalar arası amplitüd farkı (uV)		3,66±2,71	2,07±1,64	0,003
Amplitüd asimetri oranı (%)	N1	14,18±1,83	16,95±1,75	0,278
	P1	10,43±1,46	11,19±1,85	0,748

Student t-testi ve Mann Whitney u Testi kullanılmıştır.

o-VEMP verilerinin gösterildiği Tablo 9’da Student T Testi’ne göre, eşik şiddeti (dB nHL), P1 latans, N1 amplitüd, P1 amplitüd, ve dalgalar arası latans değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edildi ($p < 0.01$). Mann Whitney u Testine göre dalgalar arası latans, P1 ve N1 amplitüd asimetri oranlarında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu (sırasıyla; $p = 0,661$ $p = 0,278$ $p = 0,748$). o-VEMP bulgularında sağ ve sol kulak arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmedi ($p = 0,689$).



Şekil 22. Kontrol grubundaki bir bireyden alınan sağ kulak o-VEMP kaydı



Şekil 23. GBİK olan bir bireyden alınan sağ kulak o-VEMP kaydı

Şekil 22 ve 23'te, GBİK grubundaki bireylerde N1 ve P1 amplitüdlerinde ve dalgalar arası amplitüd değerinde azalma olduğu görüldü.

Gürültüye maruz kalma süresi ile 3, 4 ve 6 kHz oktav frekansları arasında korelasyon mevcut değildi. Benzer şekilde maruz kalınan sürenin DPOAE'nin tüm frekanslarında elde edilen (500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000, 8000) SNR ile anlamlı korelasyon bulunmadı. Vestibüler değerlendirme olarak yapılan c-VEMP ve o-VEMP testlerinde elde edilen veriler değerlendirildiğinde, gürültüye maruz kalınan süre ile bu testlerin incelenen parametreleri arasında korelasyon bulunmadı.

Tablo 10. GBİK grubunda işitme testlerindeki frekanslar ile gürültü maruziyet süresi arasındaki korelasyon

		Gürültüye maruziyet süresi(ay)	3 kHz	4 kHz	6 kHz	9500 Hz	10000 Hz	11200 Hz	12500 Hz	14000 Hz	16000 Hz
Gürültüye maruziyet süresi(ay)	r	1									
	p	.									
3 kHz	r	0,088	1								
	p	0,627	.								
4 kHz	r	0,007	0,741	1							
	p	0,970	< 0,001	.							
6 kHz	r	-0,206	0,540**	0,671**	1						
	p	0,251	<0,001*	<0,001*	.						
9500 Hz	r	-0,182	0,649**	0,682**	0,716**	1					
	p	0,320	< 0,001	<0,001	<0,001	.					
10000 Hz	r	-0,210	0,543**	0,540**	0,569**	0,897**	1				
	p	0,241	< 0,001	<0,001*	<0,001	<0,001	.				
11200 Hz	r	0,134	0,506**	0,635**	0,557**	0,776**	0,784**	1			
	p	0,474	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	.			
12500 Hz	r	0,463**	-0,012	0,048	0,046	0,192	0,129	0,564**	1		
	p	0,010	0,944	0,784	0,794	0,276	0,459	<0,001	.		
14000 Hz	r	0,541*	0,418*	0,301	0,157	0,259	0,262	0,305	0,505*	1	
	p	0,014	0,042	0,153	0,463	0,222	0,217	0,147	0,012	.	
16000 Hz	r	0,876**	0,581	0,167	0,655	0,545	0,488	-0,041	- 0,675*	0,642	1
	p	0,002	0,101	0,667	0,055	0,129	0,183	0,918	0,046	0,086	.

r: Correlation Coefficient

p: Sig. (2 tailed)

Tablo 10'a bakıldığında, gürültüye maruziyet süresi ile 12500 ve 14000 Hz'ler arasında pozitif yönde orta şiddette; 16000 Hz'de yüksek şiddette korelasyon bulundu. 3 kHz eşiği ile 6 kHz, 9500 Hz ve 10000 Hz arasında pozitif yönde orta şiddette korelasyon varken; 3 kHz ile 11200 ve 14000 Hz arasında yüksek korelasyon mevcuttu. 4 kHz ile 10000 Hz'de orta şiddette korelasyon varken; 6 kHz, 9500 Hz ve 11200 Hz arasında pozitif yönde yüksek korelasyon mevcuttu. 9500 Hz ile 10000 Hz ve 11200 Hz oktav frekansları arasında yüksek korelasyon vardı. 10000 Hz ile 11200 Hz arasında yüksek korelasyon mevcuttu. 11200 Hz ile 12500 Hz arasında orta şiddette korelasyon vardı. 12500 ile 14000 Hz arasında pozitif yönde, 16000 Hz ile negatif yönde orta şiddette korelasyon mevcuttu.

Tablo 11. GBİK olan grupta anlamlı çıkan verilerin korelasyon analizi

		c-VEMP Eşik	c-VEMP Amplitüd Farkı	o-VEMP Eşik	P1 latans	N1 Amplitüd	P1 Amplitüd	o-VEMP Amplitüd Farkı
c-VEMP Eşik	r	1						
	p	.						
c-VEMP Amplitüd Farkı	r	-0,737**	1					
	p	<0,001	.					
o-VEMP Eşik	r	0,186	-0,058	1				
	p	0,301	0,748	.				
P1 latans	r	0,270	-0,271	0,012	1			
	p	0,129	0,128	0,942	-			
N1 Amplitüd	r	-0,030	-0,110	-0,117	0,047	1		
	p	0,869	0,541	0,486	0,782	-		
P1 Amplitüd	r	-0,056	-0,026	-0,200	0,076	0,853**	1	
	p	0,755	0,886	0,229	0,651	<0,001	-	
o-VEMP Amplitüd Farkı	r	0,025	-0,093	-0,147	-0,040	0,916**	0,885**	1
	p	0,891	0,606	0,379	0,811	<0,001	<0,001	-

r: Correlation Coefficient

p: Sig. (2 tailed)

Tablo 11'e göre, c-VEMP eşiği ile dalgalar arası amplitüd farkı arasında negatif yönde yüksek korelasyon elde edilirken; o-VEMP amplitüd farkı ile N1 amplitüd ve P1 amplitüd arasında pozitif yönde yüksek korelasyon elde edildi. o-VEMP testindeki P1 amplitüd ile N1 amplitüd arasında pozitif yönde yüksek korelasyon elde edildi.

İşitme eşikleri ile c-VEMP ve o-VEMP arasındaki korelasyona bakıldığında, c-VEMP eşik değeri ile 3 kHz arasında orta şiddette anlamlı korelasyon mevcutken ($r: 0,540^{**}$, $p:0,008$) 4 kHz ile arasında ise yüksek şiddette pozitif yönde ($r:0,671^{**}$, $p:0,078$) ancak istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir korelasyon mevcuttu. 3 kHz ile P13 latans, N23 latans, c-VEMP amplitüd farkı, o-VEMP eşik arasında hafif şiddette pozitif korelasyon vardı ($r:0,413^{**}$, $p:0,008$; $r:0,412^{**}$, $p:0,008$; $r: 0,412^{**}$, $p:0,008$; $r:0,4130,412^{**}$, $p:0,721$).

c-VEMP ve o-VEMP testlerinin prediktif değerine bakıldığında, c-VEMP eşiği 95'dB nHL'in üzerinde olanların %16.7'sinin 3 kHz'de işitme eşiği 25 dB'in üzerinde bulundu. o-VEMP eşiği 95'dB nHL'in üzerinde olanların %50'sinin 3 kHz'de işitme eşiği 25 dB 'in üzerinde bulundu.

5. TARTIŞMA

Gürültünün işitme sisteminin yanısıra vestibüler sistem hasarı da oluşturduğu bilinmektedir (4). Literatürdeki çalışmalara bakıldığında, GBİK olan bireyler üzerinde yüksek frekans odyometri testi ile c-VEMP ve o-VEMP testlerini beraber değerlendiren ve aralarındaki ilişkiyi ortaya koyan bir çalışma bulunmamaktadır. Çalışmamızda bu etkilenmeyi belirleyebilmek adına, tüm bireylere yüksek frekans odyometri testi, c-VEMP ve o-VEMP testleri yapıldı. c-VEMP ve o-VEMP testinde GBİK grubunda eşik değerlerinde düşüş, latans değerlerinde uzama, amplitüd değerlerinde azalma bulundu.

Gürültü işitme sistemine zarar verir. Yüksek şiddetteki ses seviyesinde Corti organındaki iç tüylü ve özellikle dış tüylü hücreler erken evrelerde hasara uğrar. Gürültüye bağlı işitme kayıpları genellikle 3-8 kHz arasındaki frekansları tutarak sensörinöral tip işitme kaybına yol açmaktadır (1,3). Gürültüye bağlı işitme kaybını etkileyen birtakım faktörler (gürültünün niteliği, bireye özel etkenler, çalışılan işyerine özel faktörler) işitme kaybındaki etkilenmeyi arttırabilir. Gürültüye bağlı işitme eşiklerinin etkilenmesi ilk olarak 3-6 kHz bölgesinde başlayıp 4 kHz’de belirginleşir. 8 kHz’de işitme eşikleri bir miktar düzelir (46,51,76,77). Çentiğin gürültü frekansı ile bağlantılı olduğunu ve gürültünün frekans spektrumuna göre daha yüksek veya daha alçak frekanslarda görülebileceği Davis ve arkadaşlarının (1950) çalışmalarında gösterilmektedir (77). Gürültüye bağlı işitme kaybında genellikle her iki kulakta simetrik olacak şekilde sensörinöral tip işitme kaybı görülür. Ancak tek kulak gürültüye maruz kalırsa asimetrik olan ve tek tarafı tutan işitme kaybı gözlenebilir (78). Çalışmamızda da simetrik ve sensörinöral tip işitme kaybı olan bireyler alındığı için literatür ile benzerdir.

Coles ve arkadaşları (2000) tarafından, GBİK oluşması için 3 ile 4 kHz’lerdeki eşiklerin 1, 2, 6 ve 8 kHz’lerdeki eşiklerden en az 10 dB daha kötü olması gerektiği öne sürülmektedir (79). McBride ve Williams’ın 2001 yılında yaptığı çalışmaya göre, GBİK olan bireylerde 2 kHz’den sonra başlayan ve 3, 4, 6 kHz’leri etkileyen işitme kaybı olduğu ve bu frekanslarda çentik görüldüğü belirtilmektedir (80). 2012 yılında yapılan bir çalışmaya göre, GBİK için 4 veya 6 kHz’de çentik olması gerektiği savunulmaktadır (81). Aynı şekilde, 2013 yılında Tseng ve Young tarafından GBİK olanlarda vestibüler disfonksiyonu değerlendirmek için

yapılan bir araştırmada etkilenmenin 4-8 kHz arasında olduğu en çok da 4 kHz'i etkilediği (işitme eşiği: 40 dB ve üstü) gösterilmektedir ($p<0,01$)(82).

Araştırmamıza dahil edilen GBİK grubundaki bireylerde 3, 4 veya 6 kHz'de çentik mevcuttu ve 4 kHz eşiği 30 dB ve daha kötüydü. Odyogram bulgularında ise, 2 kHz ve sonrasında gelişen, 8 kHz'de düzelen ve çoğunlukla 4 kHz bölgesini etkileyen işitme kaybı gözlemlendi. GBİK grubundaki en yüksek işitme eşiğinin 4 kHz'de (ortalama $\pm$ ss: 46,31 $\pm$ 2,37) olduğu tespit edildi ve Tseng ve Young'ın çalışması ile uyumlu bulundu (83). 3, 4 ve 6 kHz'lerdeki işitme eşikleri değerlendirildiğinde, iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edildi ($p<0,01$). 3, 4 ve 6 kHz'lerde bulunan sonuçlar doğrultusunda gürültüyle birlikte, kokleanın bu frekans bölgelerinin gürültüye karşı daha hassas olduğunu düşündürebilir.

Tseng ve Young'ın GBİK olan bireylerde yaptığı çalışmaya bakıldığında, bireylerin yaş grubunun 22-64 yaş arasında olup, yaş ortalamasının 48 olduğu görülmektedir (82). Yen-Pin Wang ve arkadaşlarının akustik travmaya maruz kalanlarda VEMP cevaplarını araştırdıkları çalışmaya göre, 22-67 yaş arasında olup ortalama yaşın 40 olarak belirlendiği görülmektedir (84). Rüzgar'ın gürültüye bağlı işitme kayıplılarında yaptığı çalışmaya göre, presbiakuzi (yaşa bağlı işitme kaybı) olasılığını dışlamak için 30-55 yaş arasındaki bireylerin dahil edildiği ve GBİK grubu yaş ortalamasının 47,53 $\pm$ 7,04 olduğu görülmektedir (85). Bizim çalışmamızda da, yaşın olası etkilerini azaltmak için 26-59 yaş arası bireyler dahil edildi. GBİK olan bireylerin yaş ortalaması 43,48 $\pm$ 1,18 olarak bulundu ve Rüzgar'ın çalışması ile benzerdi.

Tseng ve Young'ın GBİK olanlar üzerinde yaptığı c-VEMP ve o-VEMP çalışmasında, hasta grubundan 26 erkek birey, 4 kadın birey yer almaktadır (82). Dalgıç ve arkadaşlarının çalışmasında ise, 20 kişinin araştırmaya alındığını ve alınan tüm GBİK'lı bireylerin erkek olduğu görülmektedir (2). Kumar ve arkadaşlarının GBİK olan ve normal işitmeye sahip olan bireylerde yaptıkları çalışmalarda, GBİK grubunun 28'sinin erkek, 2'sinin kadın birey içerdiği görülmektedir. Çalışmamızda ise GBİK grubunun %5'i (2) kadın, %95'i (38) erkekti ve literatürdeki çalışmalarda gösterilen cinsiyet dağılımı ile benzerdir.

Literatürde gürültüye maruz kalma süresi ile işitme kaybının derecesi arasındaki ilişki araştırılmaktadır. Bireylerin gürültüye maruz kalma sürelerine göre dört alt kategori oluşturulan Türkkahraman'ın, saf ses odyometri testi (250-8000 Hz) ve yüksek frekans odyometri testinde (9000-16000 Hz) işitme eşiklerini değerlendirdiği çalışmasında, gürültü maruziyeti 15-19 yıl olanlarda 4000, 6000 ve 8000 Hz'lerde; 20-24 yıl ve 25-29 yıl olanlarda ise 4000 ve 6000 Hz'lerde kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildiği görülmektedir (86). Gürültüye maruziyet süresi ve işitme eşikleri arasındaki ilişkiye bakıldığında, 4 ve 6 kHz'de korelasyon elde edildiği bildirilmektedir. Çalışmamızda ise gürültüye maruziyet süresi ile 3, 4 ve 6 kHz eşikleri arasında korelasyon saptanmadı. Çalışmamızda GBİK grubundaki bireylerin gürültüye maruz kalma süresi ortalamasının $157,77 \pm 20,07$ (ort $\pm$ ss) ay olduğu ve bu sürenin 5 ile 420 ay (35 yıl) arasında değiştiği belirlendi.

2008 yılında Korees ve arkadaşları tarafından endüstri sanayisinde çalışan bireylerde yapılan bir çalışmada, mesleki gürültü maruziyetinin yaptığı değişiklikleri inceledikleri ve bu bireyler ile normal işiten bireylerin yüksek frekans odyometri bulgularını kıyasladıkları görülmektedir. Çalışmada 9-20 kHz arasındaki frekanslar arasında ölçüm yapıldığı belirtilmektedir. Gürültüye maruz kalan grupta 4000-18000 Hz bölgesinde özellikle de 12500-18000 Hz aralığında daha yüksek eşikler elde edildiği ortaya konmaktadır. Tüm frekanslardaki sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmasına karşın; yalnızca 10000 Hz'de anlamlı fark olmadığı belirtilmektedir (87). Türkkahraman'ın çalışmasında ise gürültüye maruziyeti olan bireylerde yüksek frekans eşiklerinin 14000 ve 16000 Hz'lerde istatistiksel olarak anlamlı bulunduğu belirtilmektedir ($p < 0,01$). GBİK olan grup ve kontrol grubunda standart odyometrik frekansların yanı sıra yüksek frekans eşiklerine de bakıldığı, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 ve 16 kHz'lerde istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar elde edildiği belirtilmektedir. Bu verilere göre, gürültüye maruz kalma süresi arttıkça 4000 ve 6000 Hz'in yanında yüksek frekansların da etkilendiği sonucuna varıldığı görülmektedir (86).

Çalışmamızda, standart odyometrik frekanslara ek olarak her iki grupta da yüksek frekans odyometri değerlendirmesi yapıldı. 9500, 10000, 11200, 12500, 14000 ve 16000 Hz'lerde işitme eşikleri saptandı. Çalışmamızda, kontrol ve GBİK grubu karşılaştırıldığında, tüm oktav frekanslarda anlamlı sonuçlar bulundu ($p < 0,01$). Bu sonuçlar Koorees ve

Türkkahraman'ın çalışmaları ile benzerlik göstermektedir. Korres ve arkadaşlarının çalışmasında 10000 Hz'de anlamlı düşüş bulunmamasına karşın bizim çalışmamızda istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı. Gürültüye maruziyet süresinin yüksek frekans sonuçları ile ilişkisine bakıldığında ise 12500 ve 14000 Hz'lerde pozitif yönde orta şiddette; 16000 Hz'de pozitif yönde yüksek korelasyon bulundu. Bu korelasyonlar, Türkkahraman'ın çalışması ile benzerlik göstermektedir (86).

Belgin ve arkadaşlarının çalışmasına göre gürültüye bağlı yüksek frekans bölgelerindeki etkilene, kokleanın bu bölgesindeki sinir liflerinin azlığına bağlanmaktadır (55). Çalışmamızda da elde edilen yüksek frekans odyometri sonuçları, kokleanın bazal kısmının sinir lifleri açısından yoksun olduğunu ve daha yüzeyde bulunmasından dolayı gürültüden daha çok etkilendiğini doğrulamaktadır.

Gürültüye uzun süre maruziyet, kokleadaki dış tüylü hücreleri etkiler ve burada oluşabilecek bir hasar, işitme kaybına yol açar (88). Dimitros ve arkadaşları (2004) tarafından 8-31 yıl arasında gürültüye maruz kalan işitme kayıplı hastalarda DPOAE testleri uygulanarak, SNR'nin değerlendirildiği görülmektedir. DPOAE sonuçlarında 1-6 kHz aralığındaki tüm frekanslarda SNR yanıtlarında düşüş olduğu veya yanıtların bulunmadığı gösterilmektedir (89). Ardından Sexias ve arkadaşlarının (2005) gürültülü ortamda çalışan 268 fabrika işçisi üzerinde prospektif olarak yaptıkları araştırmada, DPOAE oranlarında yüksek frekanslara (4 kHz) doğru azalma olduğu belirtilmektedir (90).

Atcharyasathian ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada ise gürültü maruziyeti olan 32 birey ve 18 sağlıklı bireye DPOAE testi uygulandığı bildirilmektedir. Gürültülü ortamda çalışıp, işitme kaybı olup olmamasına göre hasta grubunu ikiye ayırarak inceledikleri ve bu bireylerin ortalama maruziyet sürelerinin 15.2 yıl olduğu vurgulanmaktadır. Gürültüye maruz kalıp işitme kaybı olmayan bireylerde 2-6 kHz aralığında anlamlı bir düşüş saptanırken, işitme kaybı olanlarda ise özellikle 4-6 kHz aralığında azalma saptandığı belirtilmektedir. Bu bulgular ile, DPOAE'nin işitme kaybı başlamadan önce erken tanılamada yol gösterici olarak kullanılabileceği düşünülmektedir (91). Boger ve arkadaşlarının (2016) çalışmasında ise metalurji sektöründe çalışan normal işitmeye sahip 150 işçide tinnitus ve DPAOE sonuçları değerlendirilip, 5 ve 6 kHz frekanslarında anlamlı fark bulunduğu vurgulanmaktadır ($p<0,05$). Bu çalışma, Atcharyasathian ve arkadaşlarının

çalışması gibi DPOAE'nin erken dönemde olası işitme kaybını gösterebileceği yargısını doğrulamaktadır (92).

Çalışmamızda GBİK olan grup ile kontrol grubunda SNR karşılaştırıldı. Tüm gruplarda DPOAE cevaplarındaki SNR'ye bakıldı ve 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000, 8000 Hz'ler baz alınarak değerlendirildi. Kontrol ve GBİK gruplarında DPOAE SNR verileri karşılaştırıldığında, 500 ve 1000 Hz'de istatistiksel olarak anlamlı fark yokken; 2000 Hz ve üzerindeki frekanslarda anlamlı fark bulundu ($p<0,05$). GBİK olan grupta yüksek frekans bölgesine doğru SNR ciddi olarak azaldı. Çalışmamızdaki bulgular Dimitros ve ark., Atchariyasathian ve ark., Boger ve arkadaşlarının çalışmaları ile uyumludur (90–92). Maruziyet süresi ile DPOAE testindeki SNR sonuçları arasındaki ilişkiye bakıldığında; tüm frekanslarda (500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 ve 8000 Hz) korelasyon elde edilmedi. Bu sonuçlar, Korees ve arkadaşlarının çalışmasıyla benzerlik göstermektedir (87). DPOAE testi sonucunda GBİK grubunda etkilenme bulunması dış tüylü hücrelerin etkilendiğini doğrular niteliktedir.

Gürültü, potansiyel olarak vestibüler sistem hasarına da yol açabilmektedir. Vestibüler sistem ve işitme sisteminin reseptörleri fiziksel olarak zar labirenti paylaşırlar ve anatomik olarak birbirlerine yakın yerleşimli olarak bulunurlar (4). Otolit organların etkinliğini değerlendirmek için VEMP testleri, odyoloji kliniklerinde yaygın olarak kullanılırlar. c-VEMP testi daha çok otolit organlardaki sakkül cevabını yansıtır ve inferior vestibüler sinir hakkında bilgi verir. o-VEMP testi ise, otolit organlardaki utrikülden alınan cevapları ve superior vestibüler siniri değerlendirir (62,72).

Literatürdeki c-VEMP ve o-VEMP çalışmalarına bakıldığında farklı uyaran türlerinin kullanıldığı görülmektedir (67,93). c-VEMP ve o-VEMP testlerinin köken aldığı yerleri belirlemeyi ve bu iki testi kıyaslamayı amaçlayan Manzari ve arkadaşlarının çalışmasında, bulantı ve dengesizlik hissi olan, normal işiten 29 kadın bireyde 500 Hz tone-burst uyaranla c-VEMP ve o-VEMP testlerinin yapıldığı belirtilmektedir (93). Tone-burst uyaran ile yapılan VEMP testinde, uyaran süresi fazla ve frekansa spesifik olduğu için yanıtlar daha belirgin olarak gözlenebilmektedir (67). Çalışmamızda da literatürle uyumlu olarak, GBİK ve kontrol gruplarında 500 Hz tone-burst uyaran ile c-VEMP ve o-VEMP testleri yapıldı.

c-VEMP testi ile ilgili literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında, çalışmaya alınan yaş gruplarının değişiklik gösterdiği görülmektedir. Tseng ve Young ile Wang ve Young'ın çalışmalarında, ortalama 22-65 yaş arası bireylerin çalışmaya dahil edildiği görülmektedir (82,84). Ek olarak başka hastalıkların ve kişiye bağlı faktörlerin dışlanması amacıyla çalışmalarda genellikle bu yaş grubu tercih edilmektedir (2). Çalışmamıza da, 26-59 yaş arası bireyler dahil edildi ve bu açıdan çalışmamız literatür ile benzerlik göstermektedir.

Gürültüye bağlı işitme kayıplı bireylerde, vestibüler sistemin etkinliğini değerlendirmek amacıyla yapılan çalışmalarda sıklıkla c-VEMP testi uygulanmıştır. Hayvanlar üzerinde Hsu ve arkadaşlarının gürültüye maruz bırakılan guinea pig kobayları üzerinde c-VEMP testi yaptıkları görülmektedir. Bu gürültüye maruziyet sebebiyle sakküllerde bulunan makula üzerindeki tüylü hücrelerin bozulmaya uğradığını ve c-VEMP cevaplarının alınmadığını belirtmişlerdir (94).

Kumar ve arkadaşları tarafından yapılan c-VEMP yanıtlarının değerlendirildiği GBİK olan 30 birey ile normal işiten ve gürültü maruziyeti olmayan 30 bireyin dahil edildiği çalışmada, olgu grubundaki bireylerin gürültüye maruziyet süreleri 10 yıl ve üstü olduğu belirtilmektedir. GBİK olan grupta 19 kulakta uzamış c-VEMP latanslarının ve azalmış amplitüdlerin gözlemlendiği vurgulanmaktadır. Ayrıca işitme eşiklerinin artması ile c-VEMP cevaplarının azaldığı ve hatta bazı bireylerde yanıt bulunmadığı belirtilmekte ve aralarında anlamlı korelasyon olduğu gösterilmektedir. Bu çalışma ile GBİK olan bireylerde sakkül etkileniminin değerlendirilmesinin gerekliliği öne sürülmektedir (95).

Tseng ve Young'ın GBİK olan 30 birey üzerinde yaptıkları c-VEMP ve o-VEMP testi sonuçlarının değerlendirildiği çalışmada ise GBİK grubunun %70'inde gecikmiş c-VEMP cevaplarının mevcut olduğu, 6 kulakta uzamış latanslar bulunduğu, 22 kulakta ise cevap bulunmadığı bildirilmektedir. c-VEMP cevaplarının etkilenme düzeyinin o-VEMP cevaplarına göre daha fazla bulunmasının, sakkül ve kokleanın gürültüden daha çok etkilenmesinden dolayı olduğu düşünülmektedir (82). Çalışmamızda da, GBİK grubunda c-VEMP yanıtı elde edilmeyen 6 kişi; o-VEMP yanıtı elde edilmeyen 3 kişi vardı. Çalışmamızdaki bu sonuçlar c-VEMP cevaplarının daha çok etkilendiğini doğrulamaktadır ve Kumar ve arkadaşlarının çalışmasıyla uyumludur. Ayrıca, c-VEMP'de ortaya çıkan anormal cevapların daha çok olması, gürültü maruziyetinden sonra pars inferiorun yani koklea ve

sakkülün, pars superiordakine (utrıkül vesemisirküler kanallar) göre daha çok etkilendiğini düşündürmektedir (82). Bu etkilenmenin sebebi olarak; pars inferiorun (koklea ve sakkül), pars superiora göre daha korunaksız olması ve pars superiorun bir membran ile korunması olduğu düşünülebilir.

Giorgianni ve arkadaşlarının (2015) çalışmasına göre, GBİK olan fabrika işçisi 60 birey ve 30 normal işiten birey üzerinde c-VEMP testi uygulandığı bildirilmektedir. GBİK olan grupta 34 kulakta yanıt bulunmazken; 44 kulakta ise uzamış P1-N1 latansları ve azalmış amplitüdlerin varlığı belirtilmektedir (96). Dalgıç ve arkadaşlarının çalışmasında ise GBİK olan ve akustik travmaya maruz kalan 20 kişi ele alınmaktadır. Saf ses ortalamaları 68.3 dB'den yüksek olanlarda cVEMP testinde 6 kulakta azalmış amplitüd ve P1-N1 latanslarında uzama olduğu gösterilmektedir. Saf ses ortalaması 68.3 dB'den daha az olan bireylerde ise 12 kulakta azalmış amplitüdlere bulunduğu belirtilmektedir. Bu araştırma ile, sakkül ve kokleanın gürültüden etkilenme düzeylerinin farklı olabileceği düşünülmektedir (2).

Çalışmamızda, Giorgianni ve ark. ile Kumar ve ark. tarafından yapılan çalışmalara benzer olarak, GBİK olan grupta, c-VEMP testinde latanslar uzadı ve 6 kişide hiç yanıt elde edilmedi. GBİK grubu ve kontrol gruplarında c-VEMP verileri karşılaştırıldığında, literatürdeki çalışmalarla benzer şekilde, eşik ve amplitüd değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p < 0,01$).

Makowiec ve arkadaşlarının çalışmasında, amplitüd asimetri oranının %25-40'dan fazla olmasının patolojik olduğunu vurgulanmaktadır (97). Çalışmamızda asimetri oranı, GBİK grubunda $12,03 \pm 1,63$; kontrol grubunda $9,85 \pm 1,0$ elde edildi ve gruplar karşılaştırıldığında kulaklar arası asimetri oranında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmedi ($p=0,273$). Çalışmamızdaki bulgular, Makowiec ve arkadaşlarının bulguları ile uyumludur. Bu sonuç, test sırasında her iki kulağa da eşit şiddette sesin ulaştığını göstermektedir.

o-VEMP testi ile ilgili literatüre bakıldığında, gürültüye bağlı işitme kaybı olanlarda o-VEMP testinin değerlendirildiği daha az çalışmanın olduğu görülmektedir. Tseng ve Young tarafından c-VEMP ve o-VEMP testlerinin yapıldığı çalışmaya göre, 1-19 yıl arası gürültüye

maruz kalmış 10 birey, 20-29 yıl arası 9 birey, 30 yıldan fazla maruz kalan 11 birey olmak üzere 30 GBİK olan ve 30 normal işitmeye sahip bireyin çalışmaya dahil edildiği görülmektedir. c-VEMP yanıtları 30 kulakta normalken; 30 kulakta anormal olarak elde edilmiştir, 6 kulakta uzamış latanslar gözlenirken; 22 kulakta cevap gözlenmediği bildirilmektedir. o-VEMP yanıtlarında ise, 40 kulakta cevaplar normalken; 20 kulakta anormal yanıtlar gözlendiği; 9 kulakta azalmış amplitüd cevapları gözlenirken; 11 kulakta ise cevap gözlenmediği belirtilmektedir. c-VEMP’de anormal çıkan cevap yüzdesi %70 iken, o-VEMP’te %57’dir. c-VEMP ve o-VEMP bulgularıyla gürültüye maruziyet süresi arasında korelasyon olmadığı gösterilmektedir (82). Bizim çalışmamızda da literatür ile uyumlu olarak, c-VEMP ve o-VEMP testleri ile gürültüye maruziyet süresi arasında korelasyon bulunmadı.

2018 yılında Geçici tarafından yapılan tez çalışmada, 18-65 yaş arası GBİK olan 38 birey ve 30 normal işitmeye sahip kontrol grubu üzerinde c-VEMP, o-VEMP, Video head impulse test (VHIT), videonistagmografi (VNG) testlerinin yapıldığı bildirilmektedir. İki grup kıyaslandığında c-VEMP ve o-VEMP latans değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunduğu belirtilmektedir. c-VEMP ve o-VEMP testinde P1 latansı, N1 latansı arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilirken c-VEMP ve o-VEMP amplitüd asimetri oranlarında anlamlı fark elde edilmediği bildirilmektedir ($p>0,05$) (99).

2015 yılında Koçyiğit’in tez çalışmasında, meniere, migren ve vestibüler migrenli hastalar ve kontrol grubu dahil edilerek yapılan o-VEMP testi sonuçlarında, N1 ve P1 amplitüd asimetri oranları arasında anlamlı fark tespit edilmediği bildirilmektedir (98). Çalışmamızda da Koçyiğit ve Geçici ile benzer olarak, N1 ve P1 amplitüd oranları arasında istatistiksel olarak anlamlılık elde edilmedi (sırasıyla: 0,278; 0,748).

Çalışmamızda hasta ve kontrol grupları karşılaştırıldığında o-VEMP P1 latansında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p<0,05$). c-VEMP testinde çalışmamızda Geçici’nin çalışmasından farklı olarak P1 ve N1 latanslarda anlamlı fark gözlenmezken o-VEMP testinde yalnızca P1 latansında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu. o-VEMP dalgalar arası amplitüd değerinde istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p<0,01$). Bu sonuçlar, Tseng ve Young’ın bulguları ile uyumludur.

Çalışmamızda o-VEMP testinde P1 ve N1 amplitüd değerlerinin analizi yapıldı ve istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi ($p<0,01$). Literatürde gürültüye bağlı işitme kayıplı bireyler üzerinde P1 ve N1 amplitüd değerini araştıran başka bir çalışma bulunmamaktadır.

Curthoys tarafından yapılan otolit organların fonksiyonunu değerlendiren bir çalışmada, vestibüler hasar olan bireylerde meydana gelen sakkül lezyonunun hem o-VEMP hem de c-VEMP testlerinde anormal tepkilere neden olduğu düşünülmektedir (100). Çalışmamızda bulunan c-VEMP testi sonuçlarına göre, gürültülü ortamlarda çalışmaya bağlı işitme kaybı olan bireylerde sakkül makulasının zarar gördüğü kanısına varılabilir. o-VEMP testi sonuçlarına göre Curthoys'un çalışması ile uyumlu olarak, utrikül makulasının etkilendiği, aynı zamanda görülen bu hasarın, sakkül makulasının anterosuperior kısmındaki liflerin etkilenimine bağlı olarak superior vestibüler sinir etkilenminden kaynaklandığı düşünülebilir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Gürültülü ortamlarda çalışma öyküsü ve işitme kaybı olan bireylerle, gürültüye maruz kalma öyküsü olmayan ve normal işiten bireyler üzerinde yaptığımız odyolojik ve VEMP testleri ile şu sonuçlara ulaşıldı:

1. GBİK olan bireylerin yüksek frekans odyometri işitme eşiklerinde tüm oktav frekanslarda (9500-16000 Hz) anlamlı düşüş bulunması, yüksek frekanslardaki odyolojik değerlendirmelerin GBİK grubundaki önemini vurgulamaktadır.
2. Tüm bireylerde yapılan c-VEMP testinde GBİK olan grupta, eşik şiddeti ve dalgalar arası amplitüd oranında azalma gözlenirken o-VEMP testinde ise eşik şiddeti, P1 latans, P1 amplitüd, N1 amplitüd, dalgalar arası amplitüd oranının azaldığı bulundu.
3. İşitme eşikleri ile c-VEMP ve o-VEMP arasındaki korelasyona bakıldığında, 3 kHz ile c-VEMP eşik değeri ile arasında pozitif yönde orta şiddette; o-VEMP eşik değeri ile hafif şiddette korelasyon vardı.
4. c-VEMP ve o-VEMP testleri, GBİK olan bireylerde belirli aralıklarla tekrar edilerek gürültünün vestibüler sisteme olan etkileri uzun vadede değerlendirilebilir.

7. KAYNAKÇA

1. Noise and Hearing Loss. *Natl Institutes Heal Consens Dev Conf Statement*. 1990;1(8):1-24.
2. Dalgıç A, Yılmaz O, Hıdır Y, Satar B, Gerek M. Analysis of Vestibular Evoked Myogenic Potentials and Electrocochleography in Noise Induced Hearing Loss. *J Int Adv Otol*. 2015;11(2):127-132. doi:10.5152/iao.2015.1025
3. Stucken E, Hong R. Noise-induced hearing loss. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. 2014;22(5):388-393.
4. Sataloff RT, Joseph Sataloff. The Nature of Hearing Loss. In: *Occupational Hearing Loss*. Third. CRC Press Taylor & Francis Group; 2006:19-28.
5. Murofushi T, Curthoys IS. Physiological and Anatomical Study of Click- Sensitive Primary Vestibular Afferents in the Guinea Pig Physiological and Anatomical Study of Click-Sensitive Primary Vestibular. *Acta Oto-Laryngologica*. 1997;117(1):66-72. doi:10.3109/00016489709117994
6. Bickford RG, Jacobson JL, Cody DTR. Average Evoked Potentials To Sound And Other Stimuli In Man. In: *Nature of Evoked Potentials*. Annals New York Academy of Sciences; 1964:204-218.
7. Jacobson GP, McCaslin DL. Vestibular-Evoked Myogenic Potentials (VEMPs). In: GP J, Shepard NT, eds. *Balance Function Assessment and Management*. 2nd ed. Plural Publishing; 2016:533-579.
8. Colebatch JG. Mapping the vestibular evoked myogenic potential (VEMP). *J Vestib Res*. 2012;22(1):27-32.
9. Murofushi T. Clinical application of vestibular evoked myogenic potential (VEMP). *Auris Nasus Larynx*. 2016:1-9. doi:10.1016/j.anl.2015.12.006
10. Aage R. Moller. Physiology of the Cochlea. In: *Hearing: Anatomy, Physiology, and Disorders of the Auditory System*. 2nd ed. Texas: Elsevier; 2000:41-56.
11. Seikel JA, King DW, Drumright DG. *Anatomy & Physiology for Speech, Language, and Hearing "Anatomy of Hearing"*. 4th ed. New York: Delmar Cengage; 2010.
12. Lee KJ. *Essential Otorhinolaryngology, Head and Neck Surgery, Audiology*. 10th ed. McGraw-Hill Companies; 2012.
13. Brad A. Stach. The Nature of Hearing The vestibular system. In: Stach BA, ed.

- Clinical Audiology: An Introduction, Second Edition*. 2nd ed. Delmar Cengage; 2010:41-100.
14. Stanley A. Gelfand. Anatomy and Physiology of the auditory system. In: Stanley A. Gelfand, ed. *The Essentials of Audiology*. 4th ed. Thieme; 2016:30-69. doi:10.1360/zd-2013-43-6-1064
 15. Dr. Asım Aslan. Temporal Kemik Anatomisi. In: Güneri EA, Önerci TM, eds. *Kulak Burun Boğaz Baş Boyun Cerrahisi*. 1st ed. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Hastaneleri Basımevi; 2016:6-20.
 16. Stanley A. Gelfand. Hearing: An Introduction to Psychological and Physiological Acoustics. In: *Hearing: An Introduction to Psychological and Physiological Acoustics* *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*. 5th ed. New York: Informa Healthcare; 2010:72-102. doi:10.1136/jnnp.45.12.1175-b
 17. Middlebrooks JC. Auditory System: Central Pathways In Squire Encyclopedia of Neuroscience. *Encycl Neurosci*. 2009:745-752.
 18. Kingma H, Janssen M. Biophysics of the Vestibular System. In: Adolfo M. Bronstein, Christopher Kennard, eds. *Vertigo and Imbalance*. 1st ed. London: Oxford University Press; 2013:1-13.
 19. Goldberg ME, Hudspeth AJ. *The Vestibular System*. 4th ed. (Kandel ER, Schwartz JE, Jessel TM, eds.). New York: McGrawHill; 2000.
 20. Inner Ear Vestibular System. Thompsons Road Physiotherapy. <http://trpphysio.com.au/2016/03/06/what-is-vestibular-physiotherapy/inner-ear-vestibular-system/>. Published 2016. Accessed December 16, 2018.
 21. Güneri EA. Vestibüler Sistemin Anatomisi ve Fizyolojisi. In: Önerci TM, ed. *Kulak Burun Boğaz Baş Boyun Cerrahisi - Nöroloji*. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Hastaneleri Basımevi; 2016:393-403.
 22. Tóth M, Csillag A. The Organ of Hearing and Equilibrium. In: *In Atlas of the Sensory Organs Functional and Clinical Anatomy*. Humana Press; 2005:1-83.
 23. Parnes DLS. Schematic diagram of the vestibular system showing the anatomical and spatial orientation of the semi-circular canals relative to the head. *Nigerian Medical Journal*. http://www.nigeriamedj.com/viewimage.asp?img=NigerMedJ_2012_53_2_94_103550_fl.jpg. Accessed December 16, 2018.

24. Van De Graaff KM. Senses of hearing and balance. In: Van De Graaff KM, ed. *Human Anatomy*. 6th ed. USA: The McGraw-Hill Companies; 2001:516-530.
25. Wesall Dj, Bagger-Sjobak D. Morphology of Vestibular Sense Organs. In: Kornhuber HH, ed. *Handbook of Sensory Physiology Part 2*. New York: Springer-Verlag; 1974:123-170.
26. Fife TD. Overview of anatomy and physiology of the vestibular system. In: Eggers SDZ, Zee DS, eds. *Vertigo and Imbalance: Clinical Neurophysiology of the Vestibular System*. Vol 9. Amsterdam: Elsevier; 2010:5-17.
27. Cannon SC, Robinson DA. Loss of the neural integrator of the oculomotor system from brain stem lesions in monkey. *J Neurophysiol*. 2017;57(5):1383-1409. doi:10.1152/jn.1987.57.5.1383
28. Wilson VJ, Yoshida M. Comparison of effects of stimulation of Dieters' nucleus and medial longitudinal fasciculus on neck, forelimb, and hindlimb motoneurons. *J Neurophysiol*. 1969;(32):743-758.
29. Grillner S, Hongo T. Vestibulospinal Effects on Motoneurons and Interneurons in the Lumbosacral Cord. *Prog Brain Res*. 1972;37:243-262. doi:10.1016/S0079-6123(08)63906-0
30. Fukushima K, Wilson VJ, Hirai N, Schor RH, Peterson BW. Responses of vestibulospinal and reticulospinal neurons to sinusoidal vestibular stimulation. *J Neurophysiol*. 1980;43(5):1236-1250. doi:10.1152/jn.1980.43.5.1236
31. Fazıl Necdet Ardiç. Denge Sisteminin İşleyişi. In: Fazıl Necdet Ardiç, ed. *Vertigo*. 2nd ed. İzmir: US Akademi; 2019:1-20.
32. Angelaki D, J. David Dickman. The Vestibular System. Noba. <https://nobaproject.com/modules/the-vestibular-system>. Accessed February 23, 2019.
33. Guyton AC, Hall JE. Cortical and Brain Stem Control of Motor Function. In: Guyton AC, Hall JE, eds. *Textbook of Medical Physiology*. Eleventh. Philadelphia, USA: Elsevier Saunders; 2006:685-697. doi:10.1185/03007995.2011.568059
34. Greco A, Ralli M, Falasca V, Greco A, Ralli M. Noise induced hearing loss : The role of oxidative stress. *Otollaryngology Open J*. 2017;5(May):1-5. doi:10.17140/OTLOJ-SE-5-101
35. Garrioch D. Sounds of the city: The soundscape of early modern European towns. *Urban History*. 2003;30(1):5-25. doi:10.1017/S0963926803001019

36. Franks JR, Stephenson MR, Merry CJ. *Preventing Occupational Hearing Loss — A Practical Guide* —. Cincinnati, Ohio; 1996.
37. Fligor BJ, Cox LC. Output Levels of Commercially Available Portable Compact Disc Players and the Potential Risk to Hearing. *EAR Hear*. 2004;25(December):513-527.
38. Flint Paul W, Haughey BH, Robbins KT, Thomas JR. Diagnostic Audiology. In: Flint Paul W, Haughey BH, Robbins KT, Thomas JR, eds. *Cummings Otolaryngology-Head and Neck Surgery E-Book*. Fifth. Elsevier; 2014:1887-1903.
39. Eileen Daniel. Noise and Hearing Loss : A Review. 2007;77(5):225-231.
40. Akdogan O, Sencuk A, Take G, Erdogan D, Dere H. Continuous or intermittent noise exposure , does it cause vestibular damage ? An experimental study. *Auris Nasus Larynx*. 2009;36(May):2-6. doi:10.1016/j.anl.2008.03.003
41. Kenar F, Ayçiçek A. Endüstriyel Odyoloji ve Gürültüye Bağlı İşitme Kayıpları. *Türkiye Klin J ENT-Special Top*. 2015;8(2):132-136.
42. Deborah Imel Nelson, Nelson RY, Concha-Barrientos M, Fingerhut M. The Global Burden of Occupational Noise-Induced Hearing Loss. *Am J Ind Med*. 2005;48(6):1-15.
43. W. Passchier-Vermeer. Hearing Loss Due to Continuous Exposure to Steady-State. *J Acoust Soc Am*. 1974;58(5):1585-1593.
44. Thorne P, Welch D, Grynevych A, John G, Ameratunga S, J Stewart. *Noise Induced Hearing Loss : Epidemiology and Noise Exposure*. Auckland, New Zealand; 2011. doi:10.13140/2.1.2070.8488
45. Hirsh IJ, Bilger RC. Auditory-Threshold Recovery after Exposures to Pure Tones. *J Acoust Soc Am*. 1955;27(November):1186-1194.
46. Concha-Barrientos M, Campbell-Lendrum D, Kyle Steenland. *Occupational Noise: Assessing the Burden of Disease From Work-Related Hearing Impairment at National and Local Levels*. Geneva, Switzerland; 2004. doi:10.1002/9781118834015.ch104
47. Hu Bohua. Noise-induced Structural Damage to The Cochlea. In: Le Prell CG, Henderson D, Fay RR, Pooper AN, eds. *Noise-Induced Hearing Loss Scientific Advances*. New: Springer; 2012:57-86.
48. Barrenäs ML, Bratthall Å, Dahlgren J. The Association Between Short Stature and Sensorineural Hearing Loss. *Hear Res*. 2005;205(1-2):123-130. doi:10.1016/j.heares.2005.03.019
49. Humes LE, Joellenbeck LM, Jane S. Durch. *Noise-Induced Hearing Loss*. (Humes LE,

- Joellenbeck LM, Jane S. Durch, eds.). Washington, DC: The National Academies Press; 2006. doi:10.17226/11443
50. Henderson D, Hamernik RP. Impulse Noise: Critical Review. *J Acoust Soc Am*. 1986;80(August):569-584.
 51. Passchier-Vermeer W, Passchier WF. Noise Exposure and Public Health. *Environ Health Perspect*. 2000;108(1):123-131.
 52. Johnson AC, Morata TC. Occupational Exposure to Chemicals and Hearing Impairment. *Arb och Hälsa*. 2010;44(4).
http://gupea.ub.gu.se/bitstream/2077/23240/1/gupea_2077_23240_1.pdf.
 53. Seixas NS, Neitzel R, Stover B, Sheppard L, Feeney P. 10-Year prospective study of noise exposure and hearing damage among construction workers. *Occup Env Med*. 2015;69(9):643-650. doi:10.1136/oemed-2011-100578.10-Year
 54. Schlauch RS, Nelson P. Pure Tone Evaluation. In: Katz J, Medwetsky L, Burkard R, Linda J. Hood, eds. *Handbook of Clinical Audiology*. 6th ed. Philadelphia, USA: Lippincott Williams& Wilkins; 2009:30-49.
 55. Belgin E, Böke B, Dalgıç G. Farklı Yaş Gruplarında Yüksek Frekans Odiometri Bulguları. *KBB Hekimler Birliği*. 1994;(2):40-44.
 56. Bilgen V. Yüksek Frekans Odyometrisi. *Med Mag*. 1994;98:17-18.
 57. Probst R, Harris FP. Otoacoustic Emissions. *Adv Otorhinolaryngol*. 1997;53:182-204.
 58. Beth Prieve, Fitzgerald T. Otoacoustic Emissions: Concept and Origins. In: Katz J, Medwetsky L, Burkard R, Hood L, eds. *Handbook of Clinical Audiology*. 6th ed. Philadelphia, USA: Lippincott Williams& Wilkins; 2009:497-528.
 59. Kemp DT. Otoacoustic Emissions: Concept and Origins. In: Manley GA, Fay RR, Pooper AR, eds. *Active Processes and Otoacoustic Emissions In Hearing*. 1st ed. New York: Springer; 2008:1-38.
 60. Sağiroğlu S, Kılıç MA. Orta Kulak Patolojilerinin ve Bunlara Bağlı İşitme Kayıplarının Geçici Uyarılmış ve Distorsiyon Ürünü Otoakustik Emisyon Değerleri Üzerine Etkisi. *KSU Med J*. 2018;13(1):19-23.
 61. Shepard N, Janky K, Eggers S. The Role of Vestibular Laboratory Testing. *Vertigo and Imbalance*. 2013:145-155. doi:10.1113/expphysiol.1966.sp001838
 62. Skorić MK, Adamec I, Pavičić T, et al. Vestibular evoked myogenic potentials and video head impulse test in patients with vertigo, dizziness and imbalance. *J Clin*

- Neurosci.* 2017;39(May):216-220. doi:10.1016/j.jocn.2017.02.009
63. Rosengren SM, Welgampola MS, Colebatch JG. Vestibular evoked myogenic potentials: Past, present and future. *Clin Neurophysiol.* 2010;121(5):636-651. doi:10.1016/j.clinph.2009.10.016
64. Viciano D, Lopez-Escamez JA. Short tone bursts are better than clicks for cervical vestibular-evoked myogenic potentials in clinical practice. *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngology.* 2012;269(7):1857-1863. doi:10.1007/s00405-011-1912-4
65. Onur Çelik. *Meniere Hastalığında Uyarılmış Vestibüler Miyojenik Potansiyeller.* İzmir: Yüksek Lisans Tezi; 2011.
66. Papathanasiou ES, Murofushi T, Akin FW, Colebatch JG. *International Guidelines for the Clinical Application of Cervical Vestibular Evoked Myogenic Potentials: An Expert Consensus Report.* Vol 125. International Federation of Clinical Neurophysiology; 2014. doi:10.1016/j.clinph.2013.11.042
67. Colebatch JG, Rosengren SM, Welgampola MS. Vestibular-evoked myogenic potentials. In: J.M. Furman and T. Lempert, ed. *Handbook of Clinical Neurology.* Vol 137. 3rd ed. Sydney, Australia: Elsevier B.V.; 2016:133-155. doi:10.1016/B978-0-444-63437-5.00010-8
68. Rosengren SM. Effects of muscle contraction on cervical vestibular evoked myogenic potentials in normal subjects. *Clin Neurophysiol.* 2015;126(11):2198-2206. doi:10.1016/j.clinph.2014.12.027
69. Todd MJ, Halmagyi GM, Yavor RA, McGarvie LA, Aw ST. The click-evoked vestibulo-ocular reflex in superior semicircular canal dehiscence. *Neurology.* 2003;60(7):1172-1175. doi:10.1212/01.wnl.0000060254.71603.e1
70. Rosengren SM, McAngus Todd NP, Colebatch JG. Vestibular-evoked extraocular potentials produced by stimulation with bone-conducted sound. *Clin Neurophysiol.* 2005;116(8):1938-1948. doi:10.1016/j.clinph.2005.03.019
71. Kim J, Halmagyi GM, McGarvie LA, et al. Head taps evoke a crossed vestibulo-ocular reflex. *Neurology.* 2007;68(15):1227-1229. doi:10.1212/01.wnl.0000259064.80564.21
72. Felipe L, Kingma H. Ocular vestibular evoked myogenic potentials. *Int Arch Otorhinolaryngol.* 2014;18(1):77-79. doi:10.1055/s-0033-1352503
73. Miller DM, Baker JF, Rymer WZ. Ascending vestibular drive is asymmetrically distributed to the inferior oblique motoneuron pools in a subset of hemispheric stroke

- survivors. *Clin Neurophysiol.* 2016;127(4):2022-2030.
doi:10.1016/j.clinph.2016.01.019
74. Piker EG, Jacobson GP, McCaslin DL, Hood LJ. Normal Characteristics of the Ocular Vestibular Evoked Myogenic Potential. *J Am Acad Audiol.* 2011;22(4):222-230.
doi:10.3766/jaaa.22.4.5
 75. Jerger J. Clinical Experience With Impedance Audiometry. *Arch Otolaryngol.* 1970;92(October):311-324.
 76. Snow DJ. Noise hazards: The issues, the remedies and the trends in regulation. *Proc Inst Mech Eng Part A J Power Energy.* 1999;213(6):447-463.
doi:10.1243/0957650991537699
 77. Davis H, Morgan CT, Hawkins JE, Galambos R. Temporary deafness following exposure to loud tones and noise. *Acta Otolaryngol Suppl.* 1950;88(1):1-56.
 78. Joseph Sataloff. A Brief History of Occupational Hearing Loss: A Personal Perspective. In: Sataloff RT, Joseph Sataloff, eds. *Occupational Hearing Loss.* 3rd ed. Taylor&Francis; 2006:401-410.
 79. Coles RRA, Lutman ME, Buffin JT. Guidelines on the diagnosis of noise-induced hearing loss for medicolegal purposes. *Clin Otolaryngol Allied Sci.* 2000;25(4):264-273. doi:10.1046/j.1365-2273.2000.00368.x
 80. McBride DI, Williams S. Audiometric notch as a sign of noise induced hearing loss. *Occup Environ Med.* 2001;58(1):46-51. doi:10.1136/oem.58.1.46
 81. Sliwinska-Kowalska M, Davis A. Noise-induced Hearing Loss. *Noise Health.* 2012;14(61):274-280.
 82. Tseng CC, Young YH. Sequence of vestibular deficits in patients with noise-induced hearing loss. *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngology.* 2013;270(7):2021-2026.
doi:10.1007/s00405-012-2270-6
 83. Śliwińska-Kowalska M, Zaborowski K. WHO environmental noise guidelines for the European region: A systematic review on environmental noise and permanent hearing loss and tinnitus. *Int J Environ Res Public Health.* 2017;14(10).
doi:10.3390/ijerph14101139
 84. Wang YP, Young YH. Vestibular-evoked myogenic potentials in chronic noise-induced hearing loss. *Otolaryngol - Head Neck Surg.* 2007;137(4):607-611.
doi:10.1016/j.otohns.2007.05.005

85. Rüzgar F. *Gürültüye Bağlı İşitme Kayıplarında Distorsiyon Ürünü Otoakustik Emisyon (DP- OAE) ve Servikal Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyel (C -VEMP) Yanıtları*. Ankara: Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi; 2018.
86. Sami Türkkahraman. *Uzun Süre Gürültüye Maruz Kalanlarda Satndart ve Yüksek Frekans Odyometri Sonuçları*. Elazığ: Fırat Üniversitesi; 2002.
87. Korres G., DG Balatsouras, A Tzagaroulakis, Kandiloros D. Extended high-frequency audiometry in subjects exposed to occupational noise. *B-ENT*. 2008;4(3):147-155.
88. Dallos P, Evans BN. High-frequency motility of outer hair cells and the cochlear amplifier. *Science (80-)*. 1995;268(5216):2006-2009.
89. Attias J, Bresloff I, Reshef I, Horowitz G, Furman V. Evaluating noise induced hearing loss with distortion product otoacoustic emissions. *Br J Audiol*. 1998;32(1):39-46. doi:10.3109/03005364000000049
90. Seixas NS, Goldman B, Sheppard L, Neitzel R, Norton S, Kujawa SG. Prospective noise induced changes to hearing among construction industry apprentices. *Occup Environ Med*. 2005;62(5):309-317. doi:10.1136/oem.2004.018143
91. Atcharyasathian V, Chayarpham S, Saekhow S. Evaluation of noise-induced hearing loss with audiometer and distortion product otoacoustic emissions. *J Med Assoc Thai*. 2008;91(7):1066-1071.
92. Boger ME, Sampaio ALL, De Oliveira CACP. Analysis of hearing and tinnitus in workers exposed to occupational noise. *Int Tinnitus J*. 2016;20(2):88-92. doi:10.4172/0946-5448.20160017
93. Leonardo Manzari, Ann M. Burgess CSI. Dissociation between cVEMP and oVEMP responses: different vestibular origins of each VEMP? *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngology*. 2010;267(1):1487-1489. doi:10.1007/s00405-010-1317-9
94. Hsu WC, Wang J Der, Lue JH, Day AS, Young YH. Physiological and morphological assessment of the saccule in guinea pigs after noise exposure. *Arch Otolaryngol - Head Neck Surg*. 2008;134(10):1099-1106. doi:10.1001/archotol.134.10.1099
95. Kumar K, Vivarthini C, Bhat J. Vestibular evoked myogenic potential in noise-induced hearing loss. *Noise Heal*. 2010;12(48):191. doi:10.4103/1463-1741.64973
96. Giorgianni C, Tanzariello MG, Brecciaroli R, Gangemi S, Spatari G, Tanzariello A. Cervical Vestibular Evoked Myogenic Potential (c-VEMPs) Assessment in Workers with Occupational Acoustic Trauma. *Health (Irvine Calif)*. 2015;7(4):456-458.

doi:10.4236/health.2015.74053

97. Makowiec KF, Piker EG, Jacobson GP, Ramadan NM, Roberts RA. Ocular and Cervical Vestibular Evoked Myogenic Potentials in Patients with Vestibular Migraine. *Otol Neurotol*. 2018;39(7):e561-e567. doi:10.1097/MAO.0000000000001880
98. Fulya Koçyiğit. *Meniere ,Migren ve Vestibüler Migren Hastalarının Oküler Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller Testi Ile Değerlendirilmesi*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi; 2015.
99. Geçici CR. *Gürültüye Bağlı İşitme Kayıplı Bireylerde Vestibüler Sistemin Değerlendirilmesi*. İstanbul: Marmara Üniversitesi; 2018.
100. Curthoys IS. The interpretation of clinical tests of peripheral vestibular function. *Laryngoscope*. 2012;122(6):1342-1352. doi:10.1002/lary.23258

8.EKLER

8.1 Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu (Ek-1)

"Gürültü Ortamlarda Çalışmaya Bağlı İşitme Kaybı Olan Hastalarda Odyo-Vestibüler Bulguların Değerlendirilmesi: Olgu-Kontrol Çalışması" isimli bir çalışmada yer almak üzere davet edilmiş bulunmaktasınız. Bu çalışma, araştırma amaçlı olarak yapılmaktadır. Çalışmaya katılma konusunda karar vermeden önce araştırmanın neden ve nasıl yapıldığını, sizinle ilgili bilgilerin nasıl kullanılacağını, çalışmanın neler içerdiğini, olası yararlarını, risklerini ve rahatsızlıklarını bilmeniz önemlidir. Lütfen aşağıdaki bilgileri dikkatlice okumak için zaman ayırın. Çalışma hakkında tam olarak bilgi sahibi olduktan sonra ve sorularınız cevaplandıktan sonra eğer katılmak isterseniz sizden bu formu imzalamanız istenecektir.

Çalışmanın amacı

Bu araştırmanın birinci amacı, bu testlerin gürültülü ortamda çalışma öyküsü olan bireylerin vestibüler(denge) sistemindeki etkilenmeyi değerlendirmektir. Bu araştırma ile ilgili yurtdışında yapılmış çalışmalar bulunmaktadır. Çalışmaya gürültülü ortamlarda çalışma hikayesi bulunan, sensörinöral işitme kaybı mevcut olan, fiziksel ve mental durumu iyi olan 25-65 yaş arası en az 40 bireyin alınması planlanmaktadır. Çalışma tek merkezlidir. Testler size bir kez uygulanacaktır ve testlerin yapılması yaklaşık 45 dakika sürecektir. Bu çalışmada yer alıp almamak tamamen size bağlıdır. Eğer katılmaya karar verirsiniz bu yazılı bilgilendirilmiş gönüllü olur formu imzalanmak için size verilecektir. Şu anda bu formu imzalarsanız bile istediğiniz herhangi bir zamanda bir neden göstermeksizin çalışmayı bırakmakta özgürsünüz. Eğer katılmak istemez iseniz veya çalışmadan ayrılırsanız, klinisyeniniz tarafından sizin için en uygun tedavi planı uygulanacaktır. Bu çalışmada yapılacak olan analizler sadece araştırma amaçlıdır. Analiz sonuçları sadece araştırma amacıyla kullanılacak, hastanemizdeki dosyanıza dahil edilmeyecek ve sizin dışınızda herhangi bir kurum ya da kişiye verilmeyecektir.

Bu çalışmaya katılırsanız sizi neler bekliyor?

Bu çalışmada DEÜTF KBB AD İşitme Konuşma Denge Ünitesi'nde oküler VEMP (o-VEMP) ve servikal VEMP (c-VEMP) testlerinin analizi yapılarak bireylerin vestibüler sistemi değerlendirilecektir. Uygulanacak olan testler ile hastalığınız hakkında bilgi sahibi olunacaktır. Bütün bilgileraraştırmacı denetiminde alınacak, değerlendirme sırasında her bireye bilgi verilecek ve hastalardan gelecek sorular açıklayıcı bir dille yanıtlanacaktır. Her birey için uygulama 45–60 dakika sürecektir. Testler yapılmadan önce size hangi testin yapılacağı açıklanacaktır.

o-VEMP testi için rahat bir pozisyonda otururken alın, göz altı ve yanak kısmı araştırmacı tarafından temizlenip elektrodlar yapıştırıldıktan sonra gözlerinizi yukarıdaki hedefe çevirmeniz istenerek bu pozisyonda kulağınıza ses verilerek kayıtlar alınacaktır.

c-VEMP testi için rahat bir pozisyonda otururken alın ve boyunaraştırmacı tarafından temizlenip elektrodlar yapıştırıldıktan sonra boynunuzu hedefe çevirmeniz istenerek bu pozisyonda kulağınıza ses verilerek kayıtlar alınacaktır.

Bu çalışmada yapılacak olan testlerin ve analizlerin hiçbir zararı yoktur. Çalışmaya katılmakla parasal yük altına girmeyeceksiniz ve size de herhangi bir ödeme yapılmayacaktır. Bu araştırmaya katılmanız durumunda, araştırmadan kaynaklanabilecek masraflar ve giderler size ya da bağlı bulunduğunuz sosyal güvenlik kuruluşuna ödetilmeyecektir.

Klinisyeniniz kişisel bilgilerinizi, araştırmayı ve istatistiksel analizleri yürütmek için kullanacaktır ancak kimlik bilgileriniz çalışma boyunca araştırmacı tarafından gizli tutulacaktır. Çalışmanın sonunda, bu bilgiler hakkında bilgi istemeye hakkınız vardır. Çalışma sonuçları çalışma bitiminde tıbbi literatürde yayınlanabilecektir ancak kimliğiniz açıklanmayacaktır. Bu çalışmada ilaç kullanılmayacaktır. Bu çalışma ile ilgili ek bilgiye gereksiniminiz olduğunuzda aşağıdaki kişi ile lütfen iletişime geçiniz.

Gönüllünün;

Adı:

Soyadı:

Telefon:

Tarih:

İmza:

Olur Alma İşlemine Başından Sonuna Kadar Tanıklık Eden Kuruluş Görevlisinin

Adı:

Soyadı:

Telefon:

Tarih:

İmza:

Sorumlu araştırmacının;

Adı: Günay

Soyadı: Kırkım

Telefon: 0 232 412 32 90

Tarih:

İmza:

8.2 Veri Kayıt Formu(EK-2)

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KBB AD İŞİTME KONUŞMA DENGE ÜNİTESİ VEMP DEĞERLENDİRME FORMU

Adı-Soyadı:

Test tarihi:

Yaşı / Doğum Tarihi:

Cinsiyeti:

İşitme Eşiği : Sağ kulak saf ses ortalaması:

Sol kulak saf ses ortalaması:

Gürültüye maruz kalma süresi:

4 kHz'deki eşik değeri :

c-VEMP VERİSİ

Parametreler	Sağ kulak		Sol kulak	
	P13	N23	P13	N23
Eşik şiddeti (dB nHL)				
Latans (ms)				
Amplitüd (µV)				
İnterpik amplitüd değeri (µV)				
Amplitüd Asimetri Oranı (%)				
EMG(Kas Kontraksiyonu)				

o-VEMP VERİSİ

Parametreler	Sağ kulak		Sol kulak	
	P1	N1	P1	N1
Eşik şiddeti (dB nHL)				
Latans (ms)				
Amplitüd (µV)				
İnterpik amplitüd değeri (µV)				
Amplitüd Asimetri Oranı (%)				

Yüksek frekans odyometri testi	9500 Hz	10000 Hz	11200 Hz	12500 Hz	14000 Hz	16000 Hz
Sağ kulak						
Sol kulak						

DPOAE testi SNR oranları	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	3000 Hz	4000 Hz	6000 Hz	8000 Hz
Sağ kulak							
Sol kulak							

8.3 Etik Kurul Onayı (EK-3)

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSEL OLMAYAN ARAŞTIRMALAR ETİK KURUL KARARI

Sayın Prof.Dr.Günay KIRKIM

Araştırmanıza ilişkin Kurulumuz kararı aşağıda sunulmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederiz.

ETİK KOMİSYONUN ADI	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSEL OLMAYAN ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
AÇIK ADRES	Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı 2. Kat İnciraltı-İZMİR
TELEFON	0 232 412 22 54-0 232 412 22 58
FAKS	0 232 412 22 43
E-POSTA	etikkurul@deu.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ	DOSYA NO:	4080-GOA
	ARAŞTIRMA	UZMANLIK TEZİ ☐ MÜNFERİT ARAŞTIRMA ☐ ÖÇM ☐ YÜKSEKLİSANS ☒ DOKTORA ☐
	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	“Gürültülü Ortamlarda Çalışmaya Bağlı İşitme Kaybı Olan Hastalarda Odyo - Vestibüler Bulguların Değerlendirilmesi: Olgu-Kontrol Çalışması”
	ARAŞTIRMA PROTOKOL KODU	
	SORUMLU ARAŞTIRMACI ÜNVANI/ADI/SOYADI ve UZMANLIK ALANI	Prof.Dr.Günay KIRKIM KBB A.D
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒ ÇOK MERKEZLİ ☐

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	Mevcut		Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	ARAŞTIRMA İLE İLGİLİ LİTERATÜR	Mevcut		Türkçe ☐ İngilizce ☒ Diğer ☐
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	Mevcut		Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	OLGU RAPOR FORMU	Mevcut		Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐

KARAR BİLGİLERİ	Karar No:2018/16-35	Tarih:28.06.2018
	Prof.Dr.Günay KIRKIM'ın sorumlusu olduğu "Gürültülü Ortamlarda Çalışmaya Bağlı İşitme Kaybı Olan Hastalarda Odyo - Vestibüler Bulguların Değerlendirilmesi: Olgu- Kontrol Çalışması" isimli klinik araştırmaya ait başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş, etik açıdan çalışmanın gerçekleştirilmesinin uygun olduğuna oy birliği ile karar verilmiştir.	
ETİK KURUL BİLGİLERİ		
ÇALIŞMA ESASI	Dokuz Eylül Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu İşleyiş Yönergesi İy Klinik Uygulamaları Kılavuzu	
ETİK KURUL ÜYELERİ		

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsi yet	Araştırma ile ilişkili mi?		İmza
Prof.Dr.Ali Rıza ŞİŞMAN (Başkan)	Tıbbi Biyokimya	DEU Tıp Fakültesi Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı	Erkek	E ☐	H ☒	<i>Şişman</i>
Prof.Dr.Gül ERGÖR (Başkan Yardımcısı)	Halk Sağlığı	DEU Tıp Fakültesi Halk Sağlığı A.D.	Kadın	E ☐	H ☒	<i>ERGÖR</i>
Prof.Dr.Nejat SARIOŞMANOĞLU	Kalp Damar Cerrahisi	DEU Tıp Fakültesi Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalı	Erkek	E ☐	H ☒	<i>Katılanadı</i>
Prof.Dr. Mehmet Refik MAS	Geriatri	DEU Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı	Erkek	E ☐	H ☒	<i>Katılanadı</i>
Prof.Dr.Ayşe Aydan ÖZKÜTÜK	Tıbbi Mikrobiyoloji	DEU Tıp Fakültesi Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	<i>Özkütük</i>
Prof.Dr.Müge KIRAY	Fizyoloji	DEU Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	<i>Kiray</i>
Prof.Dr.Sevda ÖZKARDEŞLER	Anesteziyoloji	DEU Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon A.D.	Kadın	E ☐	H ☒	<i>S.Özkardeşler</i>
Prof.Dr.Sülen SARIOĞLU	Patoloji	DEU Tıp Fakültesi Tıbbi Patoloji A.D.	Kadın	E ☐	H ☒	<i>Sülen</i>
Prof.Dr.Bilge KARA	Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon	DEU Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksek Okulu	Kadın	E ☐	H ☒	<i>Bilge</i>
Prof.Dr.Ayhan ABACI	Pediyatrik Endokrinoloji ve Metabolizma Hastalıkları	DEU Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı	Erkek	E ☐	H ☒	<i>Abacı</i>
Doç.Dr.M.Aylin ARICI	Tıbbi Farmakoloji	DEU Tıp Fakültesi Tıbbi Farmakoloji Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	<i>Katılanadı</i>
Doç.Dr.Murat BEKTAŞ	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliği	DEU Hemşirelik Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliği	Erkek	E ☐	H ☒	<i>Bektaş</i>
Doç.Dr.Yasemin SOYSAL	Tıbbi Biyoloji ve Genetik	Sağlık Bilimleri Enstitüsü Moleküler Tıp Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	<i>Katılanadı</i>
Uzm.Dr.Ahmet Can BİLGİN	Hukuk	DEU Tıp Tarihi ve Etik A.D.	Erkek	E ☐	H ☒	<i>Katılanadı</i>
Mehmet Erhan ÖZKUL	Sağlık mensubu olmayan üye	D.E.U Tıp Fakültesi İdari Mali İşler	Erkek	E ☐	H ☒	<i>Özkul</i>

8.4. ARBİS Özgeçmiş Formu



ÖZGENUR ÇETİNBAG

Kişisel Bilgiler

İletişim Bilgileri

Kimlik Numarası	12299641970
Doğum Tarihi	17/11/1995
İletişim Adresi	Teleferik Mah. Tolga Sokak Sıdıka Hanım Apartmanı No:5/1 Balçova/i?zmi?r
Telefon	(555) 842 08 24
E-posta	ozgnrce@gmail.com
Web Adresi	

Eğitim Bilgileri

17 Temmuz 2017 - Şu Anda (1 yıl 9 ay)
Yüksek Lisans, Tezli Program, DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ, TÜRKİYE
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ, ODYOLOJİ (YL) (TEZLİ)
Diploma Numarası: -
Ağırlıklı Genel Not Ortalaması: 3.71 / 4.0

04 Eylül 2015 - 02 Haziran 2017 (1 yıl 9 ay)
Lisans, Anadal/Normal Öğretim, HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ, TÜRKİYE
ODYOLOJİ BÖLÜMÜ, ODYOLOJİ PR.
Diploma Numarası: 17-638-006
Ağırlıklı Genel Not Ortalaması: 3.79 / 4.0

Yabancı Dil Bilgileri

İNGİLİZCE (Okuma: İyi, Yazma: İyi, Konuşma: İyi)

Bilimsel Teknolojik Faaliyet Alanları

Bilimsel Teknolojik Faaliyet Alanı Bilgileri

Sağlık Bilimleri -- Tıp -- Cerrahi Tıp Bilimleri -- Kulak Burun Boğaz

Anahtar Kelimeler

Odyoloji

Ar-Ge Yetkinlik

Orünler

TÜBİTAK Burs ve Destekleri

Panelistlik/İzleyicilik/Raportörlük Sayısı

Panelistlik/Dış Danışmanlık Sayısı	ARDEB/BİDEB 0	TEYDEB 0	Toplam 0
İzleyicilik/Danışmanlık Sayısı	ARDEB/BİDEB 0	TEYDEB 0	Toplam 0
Raportörlük Sayısı	ARDEB/BİDEB 0	TEYDEB 0	Toplam 0