



**KTO KARATAY ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ODYOLOJİ ANABİLİM DALI
TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**GEÇİCİ UYARILMIŞ OTOAKUSTİK EMİSYONLARDA (TEOAE)
CİNSİYETİN SUPRESYON ÜZERİNDEKİ ETKİSİ**

Zeynepnur IŞIK

Yüksek Lisans Tezi

**KONYA
Eylül 2021**

GEÇİCİ UYARILMIŞ OTOAKUSTİK EMİSYONLARDA (TEOAE) CİNSİYETİN
SUPRESYON ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Zeynepnur IŞIK

KTO Karatay Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Odyoloji Anabilim Dalı
Tezli Yüksek Lisans Programı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Burak ÖZTÜRK

Konya
Eylül 2021

BİLDİRİM

Enstitü tarafından onaylanan Yüksek Lisans/Doktora tezimin tamamını veya herhangi bir kısmını basılı veya dijital biçimde arşivleme ve aşağıda belirtilen koşullar dahilinde erişime açma iznini KTO Karatay Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle, Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak ve gelecekteki çalışmalar (makale, kitap, lisans, patent vb.) için tezimin tamamının veya bir bölümünün kullanım hakları yalnızca bana ait olacaktır.

Tezimin bütünüyle kendi çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izinle kullanılması zorunlu olan kaynakları, yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde izinlerin suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayımlanan “Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge” kapsamında, tezim, aşağıda belirtilen koşullar haricince, YÖK Ulusal Tez Merkezi ve KTO Karatay Üniversitesi Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

☐ Enstitü / Fakülte Yönetim Kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir.¹

☐ Enstitü / Fakülte Yönetim Kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren ... ay ertelenmiştir.²

☐ Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir.³⁴

13 Eylül 2021

Zeynepnur IŞIK

¹ MADDE 6(1) Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.

² MADDE 6(2) Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internette paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.

³ MADDE 7(1) Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.

⁴ MADDE 7(2) Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir.

ETİK BEYAN

KTO Karatay Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Hazırlama ve Yazım Kurallarına uygun olarak Dr. Öğr. Üyesi Burak ÖZTÜRK danışmanlığında tarafımdan üretilen bu tez çalışmasında; sunduğum tüm veri, enformasyon, bilgi ve belgeleri bilimsel etik kuralları çerçevesinde elde ettiğimi, tüm değerlendirme, analiz, bulgu ve sonuçları bilimsel usullere uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım kaynakların tümüne bilimsel normlara uygun biçimde atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

13 Eylül 2021

Zeynepnur IŞIK

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamda destek ve katkıları için danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Burak Öztürk'e, tez savunması jüri üyeleri hocalarım akademik eğitimimde destek ve katkıları için hocalarım Dr.Öğr.Üyesi İclal ŞAN'a ve Dr. Öğr. Üyesi Serpil ALLUŞOĞLU'na süreç boyunca maddi manevi destekleriyle yanımda olan çekirdek ve geniş aileme, meslektaşlarım Ody. Havva ÖZER, Ody. Muhammed PINAR, Ody. İrem Hazal TAŞ, dostum Fatıma GÖKMEN'e, manevi kardeşim Shabani Abubakary Ally'e, birçok çalışmamda yazılım ve teknik çizim üzerine vermiş olduğu destekleri için Odyolog adayı Okan IŞIK'a, tezimin yazımında biçim kısmında katkı ve destekleri için Erkan AKBAY ve Asya kırtasiyenin değerli ve anlayışlı personellerine, çalışmama gönüllü olarak katılan tüm Odyoloji bölümü öğrencileri ve KTO Karatay Üniversitesi öğrencileri ile Konya Halter Spor kulübü sporcularına ve tüm gönüllü katılımcılara, hayatım boyunca sevgi paydasında bulduğum her daim birbirimizin yanında olduğumuz tüm sevdiklerime teşekkür ederim.

13 Eylül, 2021

Zeynepnur IŞIK

ÖZET

Zeynepnur IŞIK

Geçici Uyarılmış Otoakustik Emisyonlarda (TEOAE) Cinsiyetin Supresyon Üzerindeki Etkisi

Yüksek Lisans Tezi

Konya, 2021

Otoakustik emisyonlarda kontralateral akustik stimülasyon, medial olivokoklear sistemin supresyonuna neden olarak kokleaya inhibitör etkide bulunmasıyla kontralateral supresyonu meydana getirmektedir. Cinsiyetin kontralateral supresyon üzerinde etkili olduğunu belirten çalışmalar literatürde yer almaktadır. Bu çalışmanın amacı TEOAE ölçümü ile cinsiyet farkının supresyon üzerindeki etkisini araştırmaktır. İşitme kayıplı bireylerde gürültüye karşı işitme fonksiyonlarının cinsiyete göre farklılık durumunu belirlemesi, işitmenin ne kadar korunduğuna dair ön bilgi sağlaması ve efferent sistemi etkileyen hastalıklarda işitsel rehabilitasyonda yönlendirmeyi sağlayacak olması çalışmanın özgünlüğüdür. Normal işitmeye sahip bireylerde öncelikle TEOAE ölçümü gerçekleştirilerek (güvenilir olması amacıyla 2 kez) sonrasında da kontralateral supresyonlu ölçüm gerçekleştirilmiştir. Supresyonun miktarı, supresyonsuz emisyon amplitüdlerinden supresyonlu emisyon amplitüdları çıkartılarak hesaplanmıştır. Sağ kulak 1000 Hz-4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarında cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000-4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı erkeklerde [7,4 (-4,0-22,1)] daha yüksek kadınlarda [6,8 (1,1-15,8)] daha düşük elde edilmiştir. Sol kulak 1000 Hz-4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarında cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$). İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000-4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı erkeklerde [7,6 (-15,9-24,1)] daha yüksek kadınlarda [7,3 (0,3-13,9)] daha düşük elde edilmiştir. Sağ kulak ve sol kulak 1000-4000 Hz frekans aralığında supresyonsuz TEOAE amplitüd (dB) değerleri, supresyonsuz SNR (dB), supresyonlu TEOAE amplitüd (dB) değerleri, supresyonlu SNR (dB) değerinde cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.05$) ve kadınlarda daha yüksek erkeklerde daha düşük elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler

Otoakustik emisyon, Kontraletral supresyon, Efferent işitme sistemi, Cinsiyet, Gürültü

ABSTRACT

Zeynepnur IŞIK

The Effect of Gender on Suppression in Transient Evoked Otoacoustic Emissions
(TEOAE)

Master's Thesis

Konya, 2021

In otoacoustic emissions, contralateral acoustic stimulation causes the suppression of the medial olivocochlear system and produces contralateral suppression by having an inhibitory effect on the cochlea. There are studies in the literature stating that gender has an effect on contralateral suppression. The aim of this study is to investigate the effect of gender difference on suppression by TEOAE measurement. The originality of the study is that it determines the difference in hearing functions against noise according to gender in individuals with hearing loss, provides preliminary information on how much hearing is protected, and provides guidance in auditory rehabilitation in diseases affecting the efferent system. In individuals with normal hearing, TEOAE measurement was first performed (2 times for reliability), and then contralateral suppressed measurement was performed. The amount of suppression was calculated by subtracting the suppressed emission amplitudes from the unsuppressed emission amplitudes. A statistically significant difference was found between the genders in the amount of suppression in the right ear frequency range of 1000 Hz-4000 Hz ($p<0.05$). In statistical analysis results; In the 1000-4000 Hz frequency range, the amount of suppression was higher in men [7.4 (-4.0-22.1)] and lower in women [6.8 (1.1-15.8)]. There was no statistically significant difference between the genders in the amount of suppression in the left ear frequency range of 1000 Hz-4000 Hz ($p>0.05$). In statistical analysis results; In the 1000-4000 Hz frequency range, the amount of suppression was higher in men [7.6 (-15.9-24.1)] and lower in women [7.3 (0.3-13.9)]. Statistically significant differences were found between the genders in the unsuppressed TEOAE amplitude (dB) values, unsuppressed SNR (dB), suppressed TEOAE amplitude (dB) values, suppressed SNR (dB) values in the frequency range of 1000-4000 Hz in the right and left ears ($p<0.05$) and higher in females and lower in males.

Keywords

Otoacoustic emission, Contraleateral suppression, Efferent hearing system, Gender, Noise

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	i
BİLDİRİM	ii
ETİK BEYAN	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
SİMGELER DİZİNİ.....	xi
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. İç Kulak	3
2.2. İç Kulak Anatomisi	3
2.2.1. Koklea.....	3
2.2.2. Corti Organı	5
2.2.3. Kokleanın Afferent ve Efferent İnervasyonu	8
2.3. İç Kulak Fizyolojisi	10
2.3.1. Ses Dalgalarının İletimi	10
2.3.2. Presitin ve Elektromotilite	12
2.4. Afferent İşitme Sistemi	14
2.5. Efferent İşitme Sistemi	18
2.5.1. Medial Olivokoklear Sistemin Koklea Üzerindeki Fonksiyonu.....	20
2.5.2. Olivokoklear Akustik Refleksler	20
2.5.3. Olivokoklear Efferent Sistemin Özellikleri Ve Görevleri	22
2.6. Otoakustik Emisyonlar	23
2.6.1. Otoakustik Emisyonların Kaydedilmesi	24
2.6.2. Otoakustik Emisyonların Sınıflandırılması	27
2.6.3. Otoakustik Emisyonların Klinik Kullanım Alanı	32
2.7. Otoakustik Emisyonların Kontralateral Supresyonu	33

2.7.1. Otoakustik Emisyonların Kontralateral Supresyonunun Klinik Kullanım Alanları	37
3. GEREÇ YÖNTEM	41
3.1. Bireyler	41
3.1.1. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri	41
3.1.2. Çalışmaya Dahil Edilmeme Kriterleri	41
3.2. Kullanılan Testler ve Yöntem	42
3.3. İstatiksel Analiz	46
4. BULGULAR	47
5. TARTIŞMA	63
6. SONUÇ	77
KAYNAKLAR	81
ÖZGEÇMİŞ	88
EK 1. BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	89
EK 2. TEOAE ÖLÇÜMLERİNDE VE SUPRESYONLU TEOAE ÖLÇÜMLERİNDE KULLANILAN KAYIT TABLOSU	93
ETİK KURUL	94

TABLÖLER DİZİNİ

Tablo 2.1. TEOAE supresyonu test protokolü.....	37
Tablo 3.1. TEOAE otoakustik emisyon ve kontralateral supresyonun değerlendirilmesinde kullanılan TEOAE uyaran ve kayıt parametreleri.....	45
Tablo 3.2. Kontralateral verilen supresyon uyaran özellikleri.....	45
Tablo 4.1. Erkek ve kadın bireylerin sağ kulak immitansmetrik test sonuçları.....	47
Tablo 4.2. Erkek ve kadın bireylerin sol kulak immitansmetrik test sonuçları.....	48
Tablo 4.3. Sağ kulak akustik refleks eşik ölçüm sonuçları.....	48
Tablo 4.4. Sol kulak akustik refleks eşik ölçüm sonuçları.....	49
Tablo 4.5. Sağ kulak saf ses hava yolu işitme eşikleri.....	49
Tablo 4.6. Sol kulak saf ses hava yolu işitme eşikleri.....	50
Tablo 4.7. Sağ kulak 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyonsuz ve supresyonlu TEOAE amplitüdü ve SNR değerleri	51
Tablo 4.8. Sol kulak 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyonsuz ve supresyonlu TEOAE amplitüdü ve SNR değerleri	53
Tablo 4.9. Erkeklerde 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında sağ ve sol kulak supresyonsuz ve supresyonlu TEOAE amplitüdü ve SNR değerleri	57
Tablo 4.10. Kadınlarda 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında sağ ve sol kulak supresyonsuz ve supresyonlu TEOAE amplitüdü ve SNR değerleri.....	57
Tablo 4.11. Sağ kulakta 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında cinsiyetler arasında supresyon miktarları.....	58
Tablo 4.12. Sol kulakta 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında cinsiyetler arasında supresyon miktarları.....	58
Tablo 4.13. Erkeklerde 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında sağ kulak ve sol kulak supresyon miktarları.....	59
Tablo 4.14. Kadınlarda 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında sağ kulak ve sol kulak supresyon miktarları.....	60
Tablo 4.15. Sağ kulak 1000-4000 Hz frekans aralığındaki cinsiyete göre supresyonlu ve supresyonsuz TEOAE amplitüdü ve SNR oranları, supresyon miktarları.....	61
Tablo 4.16. Sol kulak 1000-4000 Hz frekans aralığındaki cinsiyete göre supresyonlu ve supresyonsuz TEOAE amplitüdü ve SNR oranları, supresyon miktarları.....	62

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Koklea'nın kemik labirent yapısı.....	3
Şekil 2. Koklea'nın membranöz labirent yapısı.....	4
Şekil 3. Corti organının yapısı	6
Şekil 4. Kokleanın afferent ve efferent inervasyonunun bağlantısı	8
Şekil 5. Presitin mokelü ve yerleşimi.....	13
Şekil 6. Afferent işitsel yollar	15
Şekil 7. Olivokoklear refleks yolu içerisinde, sağ kokleaya olan MOC ve LOC efferent liflerinin aktivasyonu için yolların gösterimi	22
Şekil 8. (A) Emisyon probu örneği. (B) Probun kulak kulanalına derinlemesine yerleştirildiğini gösteren yerleştirme örneği	24
Şekil 9. (A) Yenidoğan infanttan alınan ses basıncı dalga formunun gösterildiği TEOAE kaydı, (B) Yarım oktav bandı başına mevcut enerjiyi gösteren aynı TEOAE yanıtının bir frekans analizi	25
Şekil 10. DPOAE ölçümünde kontrol ve ölçüme ait grafikler.....	31
Şekil 11. AC40 model klinik odyometre cihazı	42
Şekil 12. Interacoustics titan timpanometre cihazı	43
Şekil 13. Otometrics - madsen capella ² cihazı	43
Şekil 14. Hedera biomedics socrates cihazı	44

SİMGELER DİZİNİ

Simge	Açıklama
%	Yüzde
>	Büyük
<	Küçük
±	Plus- minus
≤	Küçük eşit
≥	Büyük eşit
n	Kişi sayısı



KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltma	Açıklama
μ s	Mikrosaniye
ACh	Asetilkolin
Amp	Amplitüd
ANOVA	Analysis of variance
AR	Akustik Refleks
AVCN	Anteroventral Koklear Nükleus
CDT	Kübik Fark Tonu
CF	Karakteristik frekans
CN	Koklear Nükleus
CS	Kontralateral Supresyon
dB	Desibel
DCN	Dorsal Koklear Nükleus
DKK	Dış Kulak Kanalı
DPOAE	Distorsiyon Ürünü Otoakustik Emisyon
DTH	Dış Tüy Hücreleri
EOAE	Uyarılmış Otoakustik Emisyon
GABA	Gama Aminobütirik Asit
HL	Hearing Level
IAC	Industrial Acoustics Company
IC	Inferior Colliculus
ICCN	IC Santral Nükleusu
İNSB	İşitsel Nöropati Spektrum Bozukluğu
İTH	İç Tüy Hücreleri
kHz	Kilohertz
LL	Lateral Lemniskus
LOC	Lateral Olivocochlear
LSO	Lateral Superior Olivary
MET	Mekanoelektriksel Transdüksiyon
MGB	Medial Geniculate Body
MNTB	Trapezoid Body'nin medial çekirdeği
MOC	Medial Olivocochlear

ms	Milisaniye
MSO	Medial Superior Olivary
MTB	Medial Trapezoid Body'nin N�kleusu
mV	MiliVolt
OCB	Olivokoklear demet
p.e	Peak Equivalent
PVCN	Posteroventral Koklear Nükleus
S	Supresyon
SFOAE	Stimulus Frequency (Uyaran Frekansı) Otoakustik Emisyonlar
SN�K	Sensörinöral Tip ��itme Kayıpları
SNR	Sinyal Gürültü Oranı
SOAE	Spontan Otoakustik Emisyonlar
SOC	Superior Olivary Kompleks
SPL	Ses Basınç Seviyesi
TEOAE	Geçici Uyarılmış Otoakustik Emisyon
VCN	Ventral Koklear Nükleus
VNTB	Trapezoid body'nin ventral �ekirde�i

1. GİRİŞ

Dış kulak kanalından (DKK) verilen akustik uyaran polarite özelliğine göre dış tüy hücrelerinin (DTH) aktivasyon ya da inhibisyonuna sebep olarak uyarılmasıyla gösterdiği elektromotilite özelliği sayesinde koklear amplifikatör görevi görerek ses üretimi sağlanmaktadır. (Cunningham, 2011). DKK'nın ucundaki mikrofon bulunan prop yardımıyla ölçülen bu ses otoakustik emisyon (OAE) olarak adlandırılmaktadır (Kemp, 2009). DTH'lerinin fonksiyonelliği hakkında bilgi vermesi üzerine sensörinöral tip işitme kayıplarında (SNİK) işitme kaybının kaynağı olarak sensör ve nöral ayrımının yapılmasını sağlamaktadır (Robinette ve Facer, 1991). İç kulağın yanı sıra dış veya orta kulağın fonksiyonelliğini ve herhangi bir tıkanıklık olup olmadığını da göstermektedir ("Otoacoustic Emissions", t.y.). OAE testi, yenidoğan işitme taramasında, ayırıcı odyolojik tanıda, işitsel rehabilitasyondan görülen faydanın etkilerini objektif olarak izlemek için ve işitsel rehabilitasyon kararında işitme cihazı ve cerrahi seçeneklere karar vermek için kullanılabilmektedir (Kemp, 2002). OAE, gürültüye bağlı ve ani işitme kayıplarında, ototoksisite durumunda işitmenin incelenmesi ve takibinde, tinnitus ve akustik travma durumlarında tanılama amacıyla kullanılmaktadır ("Otoacoustic Emissions", 2021).

Superior olivary kompleks (SOC) sistem, kokleayı inerve eden bir dizi inen yol olan olivokoklear sistemdeki efferent sinyalleri taşımaktadır. SOC'in medial olivocochlear (MOC) lifleri, subkoklear bölgeden DTH ile kontralateral ve ipsilateral refleks yolları ile bağlantı kurmaktadır. MOC lifleri corti organını geçtikten sonra yoğun şekilde dallanan ve ardından birçok dış tüy hücresinin tabanında sinaps yapan kalın, miyelinli liflerdir. Dış tüylü hücrelerle bağlantıda olan MOC efferentlerinin çoğu, kontralateralde çaprazlanmış ve ipsilateral tarafta çaprazlanmamış nöronlardan kaynaklanır (Gelfand, 2016; Roeser vd., 2007). MOC efferentleri, DTH'lerinde sona ererek koklear amplifikatörün sağladığı kazancı inhibe etmektedir. Sinirsel uyarım ile baziler membranın hareketini değiştirerek OAE cevaplarını baskılamaktadır (Guinan, 2006). Kontralateral kulağa verilen gürültü akustik uyarımı ile ipsilateral kulakta meydana gelen koklear veya nöral potansiyeller inhibisyon ile modüle edilebilmektedir. Kontralateral supresyon (CS) olarak adlandırılan bu etki, otoakustik emisyonlar üzerinde supresyon testi ile ölçülebilmektedir. OAE supresyon testi, ipsilateral kulaktan

emision ölçümü gerçekleştirilirken kontralateral kulağa aynı anda bir akustik uyarın verildiğinde, uyarılmış OAE'ların amplitüd supresyonu ile efferent işitsel sistemi değerlendirmektedir. Supresyon etkisinin analizi, efferent MOC sistemin değerlendirilmesini sağlamaktadır (Kim vd., 2002; Novanta vd., 2014; Attias vd., 1996; Elmoazen vd., 2020). Olivokoklear demetin işitmedeki rolü tam olarak bilinmemekle birlikte olivokoklear medial sistemin işitsel dikkat, gürültü varlığında akustik sinyallerin ayırt edilebilirliğini artırarak daha iyi algılanması, ses kaynaklarının lokalizasyonu görevlerinin olduğu düşünülmektedir (Burguetti ve Carvallo, 2008; Fronza vd., 2011). Burguetti ve Carvallo (2008) çalışmasında kadınlarda supresyon miktarının erkeklere göre daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Erkeklerin kadınlara daha küçük bir corpus collosum'a sahip olmaları ve kadınlarda corpus collosumun splenium yapısının daha geniş ve daha soğanlı olması sebebiyle supresyon miktarının erkeklere göre daha fazla olduğunu bildirmiştir. Abdollahi ve Lotfi (2011) yaptıkları çalışmada TEOAE supresyon miktarında erkeklerde kadınlardan daha yüksek olmak üzere istatistiksel olarak anlamlı fark bulunduğunu bildirmiştir. Bu konuda daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulması üzerine tez çalışmasının amacı cinsiyetin efferent işitme sisteminin supresyonunda etkisinin olup olmadığını tespit etmektir. Çalışmanın önemi, Kontralateral supresyon etkisinin otoakustik emision ölçümü ile MOC sistemi üzerinde cinsiyetler arasında bir farkın olup olmadığını ortaya koyarak efferent sistemin işitme sistemine katkılarının cinsiyete göre farklılık gösterip göstermeyeceği bilgisine ulaşmaktır. Çalışma sonucunda cinsiyetin supresyon üzerinde anlamlı bir etkisi varsa gürültü baskılama ve akustik travma maruziyetinde işitme fonksiyonun ne kadar etkilendiğine dair cinsiyete göre ön bilgi sağlanmasına katkısı olacaktır. Efferent işitme sistemi hastalıklarında, işitsel rehabilitasyon için uygulanacak program ve etkinliklerin belirlenmesinde, MOC sisteminin görevleri üzerine işitsel algı ve işitsel ayırt etmeye yönelik ağırlıklı bir rehabilitasyon programı hazırlanması gerekliliği bilgisini Odyoloji bilimine kazandırarak çalışmamız bu konudaki açıklığı kapatacak niteliktedir. Araştırma sorusu: TEOAE'lardaki supresyon ölçümünde cinsiyetler arasında supresyon miktarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık var mıdır? H_0 Hipotezi: TEOAE kontralateral supresyon miktarında cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur. H_1 Hipotezi: TEOAE kontralateral supresyon miktarında cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır.

2. GENEL BİLGİLER

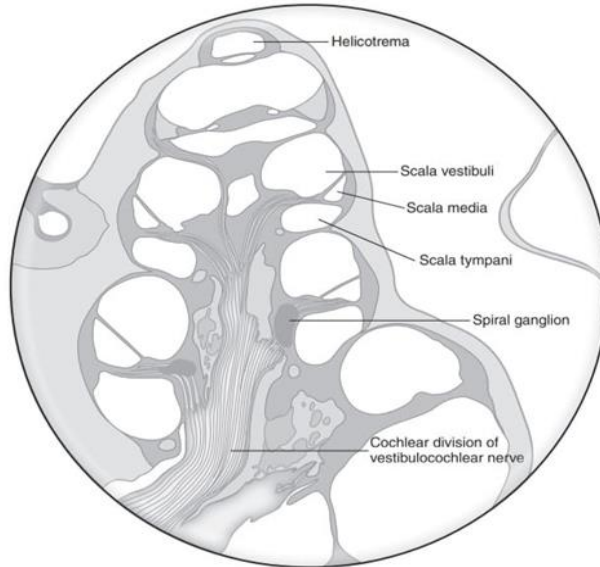
2.1. İç Kulak

İç kulak, temporal kemiğin petröz kısmında gömülü olan, kese ve kanallardan oluşmakla birlikte içinde bulunan koklea, işitme sisteminin uç organı olan içi endolenfle dolu olan membranöz labirent ile onun etrafını saran kemik labirentten oluşmaktadır. Kemik labirent ile membranöz labirent arasında da perilenfin bulunduğu bir yapıdır. Orta kulak tarafından mekanik enerjiye dönüştürülen ses dalgaları, yoğunluğuna ve frekansına uygun olarak koklea sıvısını harekete geçirir. Akışkan hareket dalgaları membranöz labirentte etkileşime yol açar ve VIII. kranial sinirde nöral uyarıların üretilmesiyle bir dizi olaylar zincirini başlatır (Stach, 2010; Ganong, 2005).

2.2. İç Kulak Anatomisi

2.2.1. Koklea

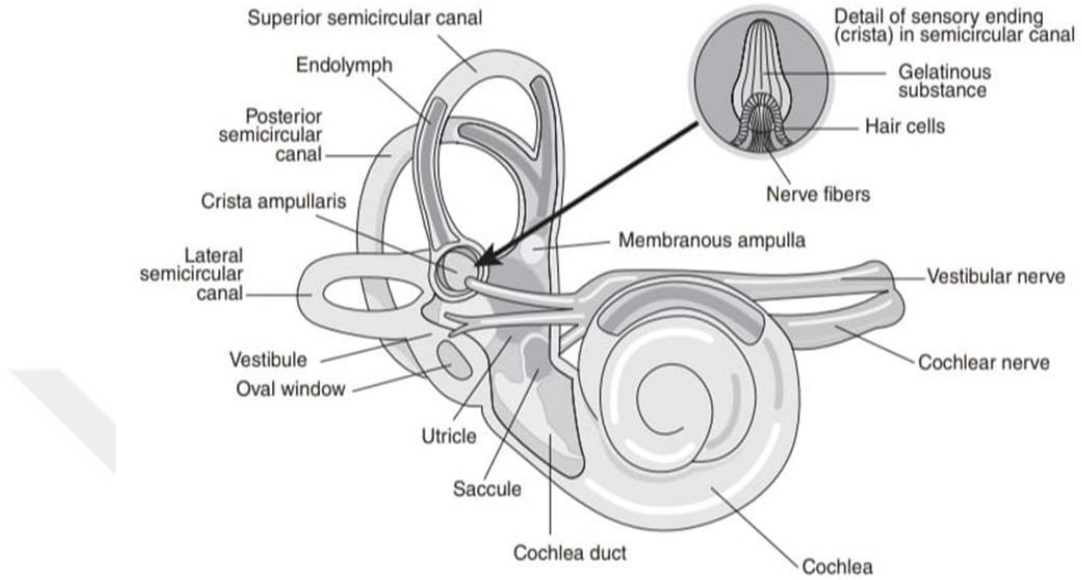
Koklea, kemikli dış yüzeyi bir salyangoz kabuğu gibi spirale benzer şekilde temporal kemik içinde yer alan sıvı ile dolu karmaşık, zarlı bir organdır. Kemikli labirent Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1. Koklea'nın kemik labirent yapısı

Kaynak: Stach (2010)

Koklear kanal içinde asılı duran genellikle koklear bölme veya skala ortamı olarak adlandırılan başka bir akışkan dolgulı alan ise membranöz labirenttir. Membranöz labirent Şekil 2'de gösterilmektedir.



Şekil 2. Koklea'nın membranöz labirent yapısı

Kaynak: Stach (2010)

Scala media, skala vestibuli'yi skala timpani'den ayırır. Skala vestibuli perilenf ile doludur, endolenf ile dolu olan skala media'nın üzerinde bulunur ve oval pencerede sona erer. Skala timpani, skala media'nın altında bulunur, perilenf ile doludur ve yuvarlak pencerede sona erer. Bu kanalların her ikisi de helikotrema'da kokleanın apikal ucunda sonlanır. Ductus koklearis, skala vestibuli ve skala timpani arasında uzanan endolenf dolu bir kanaldır (Stach, 2010). Skala vestibuli'de bulunan perilenf ile ductus koklearis'te bulunan endolenfi birbirinden ayıran zara Reissner membranı denir. Baziler membran, ductus koklearis'in tabanını oluşturarak skala timpani ile sınırını çizmektedir (Stach, 2010). Ductus koklearis helicotrema'da sonlanmaktadır. Lamina spiralis ossea, korti organını içinde bulunduran ductus koklearis'in sabitlendiği bölümdür. Ductus koklearis'in dış duvarı, spiral ligament adı verilen fibröz bağ dokusu ile kaplıdır. Lamina Spiralis Ossea'nın üzeri limbus adı verilen kalınlaşmış bir periosteum tabakası ile kaplıdır (Gelfand, 2016). Lamina spiralis ossea'nın etrafında dolaşarak kokleanın labirent halini aldığı merkez yapıya modiolus koklea denilmektedir. Boşluklu yapısı sayesinde kraniyal fossaya açılan meatus acusticus internus için yol açmakla birlikte

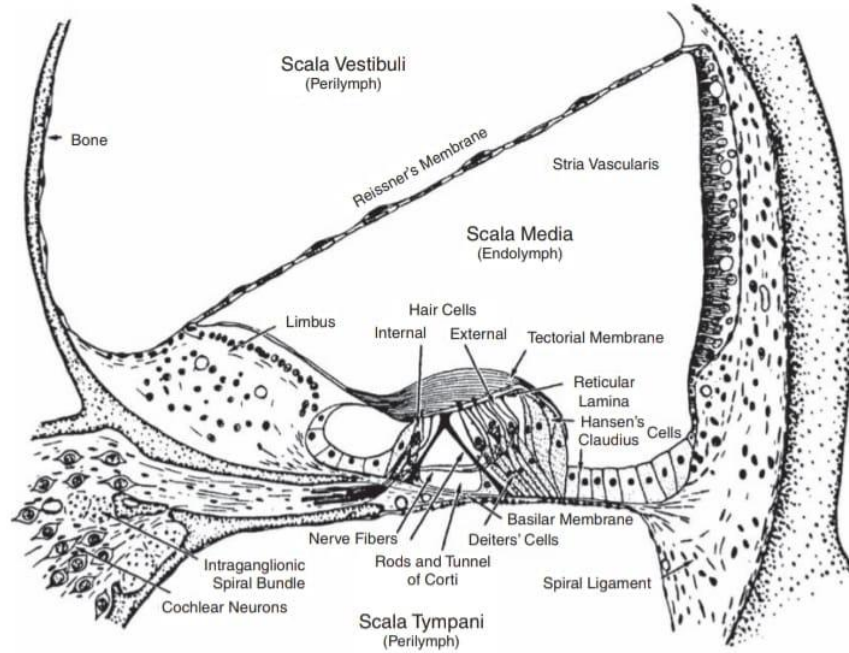
kokleanın kanlanması sağlayan damarların geçit yeridir. Meatus acusticus internus boyunca içerisinde 8. kraniyal siniri (n. vestibulocochlearis) oluşturmak için burada aynı görevi gerçekleştirmek üzere biraraya gelen sinir hücreleri gövdelerinin oluşturduğu ganglion spirale cochlea'yı barındırmaktadır. Bu yapının aksonu n.cochlearis'tir (Singh, 2014).

Meatus acusticus internus'ta n.vestibularis'in de katılımı ile iki akson birleşmiş şekilde beyin sapı bölgesine kadar uzanır ve bu bölgede pons ile bulbus'un birleşimindeki serebellopontin köşede birleşerek n. vestibulocochlearis oluşmaktadır (Benoudiba vd., 2013).

2.2.2. Corti Organı

Baziler membran skala media'nın tabanını oluşturarak skala media ile skala timpani'yi birbirinden ayırır ve üzerine corti organı yerleşir. Koklear kanaldaki periferik işitme organıdır ve baziler membran üzerinde bulunur (Singh, 2014). Corti organı, işitme sistemi için önemli görevleri olan İTH ve DTH ile destek hücrelerini barındırmaktadır. Tüy hücrelerinin yanında bulunan destek hücreleri olan Deiter's hücreleri DTH'leri arasında yer alırken Hensen hücreleri ise tüy hücrelerinin dışında olan kısımda ve Cladius da onun yanında modiolus yönüne doğru olan tarafta yer almaktadır. İTH'lerinin sırası ile DTH'lerinin sıraları arasında, iç ve dış sütun hücreleriyle sınırlanan Corti tüneli bulunur. Corti organı içindeki baziler membran ile retiküler lamina arasındaki sıvıya kortilenf denir. Bununla birlikte, bu boşluktaki sıvı, baziler membran boyunca nispeten büyük kanallar aracılığıyla skala timpaninin perilenfi ile serbest etkileşim halindedir. Bu nedenle, kortilenf, elektrolit içeriği bakımından muhtemelen perilenf ile aynıdır. Tektorial membran oldukça sert, oval, jelatinli bir tüpe benzer. Tüy hücrelerine ek olarak, kokleada başka hücre türleri de bulunur. Tünel hücrelerinin ve diğer destekleyici hücrelerin üst uçlarının yanı sıra tüy hücrelerinin tepelerinin temas ettiği tabaka Retiküler lamina'dır. İşitsel sinir hücreleri veya tüy hücrelerinden gelen lifler, habenula perforata adı verilen açıklıklardan kemik spiral laminaya girer (Gelfand, 2010; Stach, 2010; Gelfand, 2016; Snow ve Ballenger, 2003). Tüy hücreleri baziler membranda bulunan işitme reseptör hücreleridir. Uçları, stereosilya olarak adlandırılmaktadır ve tektorial membranla örtülü durumdadır.

İTH, şişe şeklindedir ve tek sıra halinde düzenlenir. DTH silindiriktir, 3 sıra halinde ve kokleanın apex kısmına gidildikçe daha az korunaklı bölgeye gidildiğinden ötürü bu durumu kompanse etmek için 4 sıra halinde sıralanır. (Singh, 2014). Corti organının mikro yapısı karmaşıktır. Çok sayıda besin, destekleyici ve duyuşal hücreler içermektedir. Corti organının yapısı Şekil 3'te gösterilmiştir (Gelfand, 2010).



Şekil 3. Corti organının yapısı

Kaynak: Gelfand (2010)

Ses titreşimleri ile oluşan sıvı dalgaları, skala vestibülünün perilenfinden skala timpani'nin perilenfine aktarıldığında, baziler membranın üstündeki tüy hücreleri uyarılır. İç tüy hücreleri, koklear sinir lifleri tarafından zengin bir şekilde beslenir ve işitsel uyarıların santral işitme sistemindeki yapılara iletilmesinden sorumludur. Dış tüy hücreleri, medial olivakoklear demetten gelen efferent lifler tarafından innerve edilir ve iç tüy hücrelerinin modülasyonu ile ilgili işlev görmektedir (Singh, 2014).

Tüy hücrelerinin üzerinde stereosilya demetleri bulunur ancak insan kokleasındaki tüy hücrelerinde kinosilyum rudimenter olarak kalmıştır. DTH, V ile W şeklindedir ve boyları kıtsadan uzuna doğru bir diziliş göstermektedir. Tepelerinde küçük tüyler veya silya bulunur, bu silyalar corti organını kaplayan tektorial zarın içine gömülüdür.

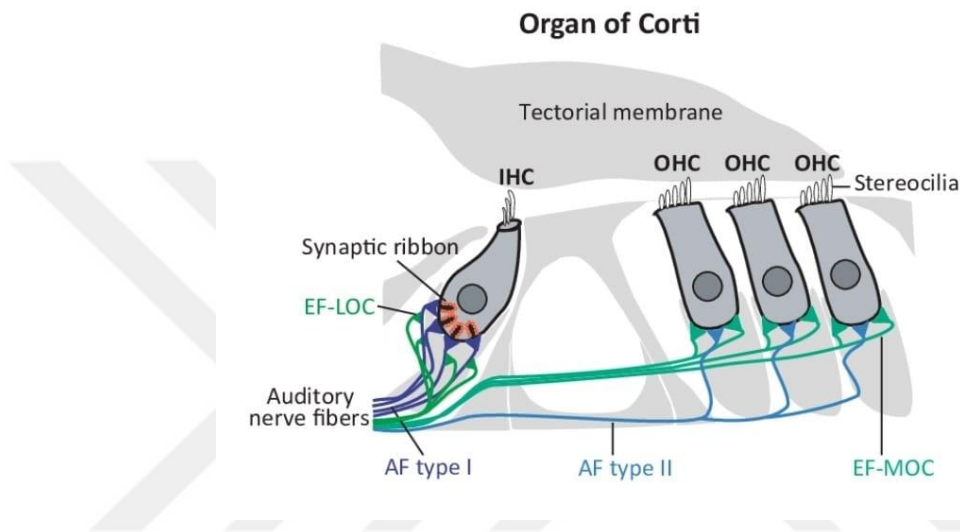
Kokleada yaklaşık 13.000 DTH vardır. İTH, boy uzunluğu artarak yerleşim gösterir, üst kısmında bir dizi silyalar bulunur. Tek bir sıra halinde U şeklinde dizilmiştir ve üst kısmı tektorial zara yakın olmakla birlikte doğrudan temas halinde değildir. Kokleanın farklı bölümleri arasında istirahat potansiyelleri adı verilen elektriksel voltaj farklılıkları vardır. Perilenf genellikle referans noktası olarak kabul edilir, böylece voltajı 0 milivolt (mV) olur. Perilenf ile karşılaştırıldığında, endolenf yaklaşık +100 mV polariteye sahiptir ve endokoklear potansiyel olarak adlandırılır. Tüy hücrelerinin içindeki elektrik potansiyeline hücre içi potansiyel denilmekle birlikte İTH için yaklaşık -40 mV ve DTH'larda -70 mV'dir. İTH, işitsel işleme için gerekli bilgileri taşıırken metabolik aktivitesini karşılamak için golgi aygıtı, mitokondri ve diğer organellerin konsantrasyonlarına sahiptir. DTH, kasılma proteinleri ve genellikle kas hücreleriyle ilişkilendirilen birkaç yapısal özellik içerir. Nöral sinyallere ve kimyasal maddelere yanıt olarak elektromotilite özelliği sayesinde kısalıp uzayabilmektedir.

Stria vaskülaris, koklear duvar boyunca perilenfatik ve endolenfatik boşluk arasında yer alan önemli bir yapıdır. Stria vaskülaris hücreleri zengin bir mitokondriye ve damarlanmaya sahiptir, bu da metabolik aktivitede yer aldığını gösterir. Ara hücrelerinin çoğu yüksek melanin içeriğine sahiptir. Baziler membranın bağlı olduğu spiral bağ, stria vaskülarisi desteklemektedir (Gelfand, 2010; Stach, 2010; Gelfand, 2016; Snow ve Ballenger, 2003).

Kokleada yaklaşık 3.500 İTH vardır. İç kulak yapılarına kan temini, vertebral arterlerden çıkan arterlerden sağlanır. Vertebral arterler, vertebral kolonun her iki tarafına doğru ilerler, kafatasına girer ve baziler arteri oluşturmak için birleşir. Baziler arterin bir dalı, labirent arter olarak da bilinen internal işitsel arterdir. İşitsel arter, meatus acusticus internus boyunca ilerler, 8. kranial sinir ile fasiyal sinirin (7. Kranial sinir) işitsel ve vestibüler kısımlarına kan akımını sağlar. Arter daha sonra tekrar koklear ve vestibüler arterlere dallanır. Koklear arter, kokleanın bazal ve apikal kıvrımlarının kan beslenmesini sağlamak için daha fazla dallanarak sistem içerisinde devam eder (DeBonis ve Donohue, 2020; Stach, 2010; Möller, 2006).

2.2.3. Kokleanın Afferent ve Efferent İnervasyonu

İnsan kokleasındaki 42000 spiral ganglion nöronu, DTH ve İTH afferent innervasyonun kaynağını sağlamaktadır. Morfolojik olarak tip I nöronlar olarak sınıflandırılan spiral ganglion nöronlarının yaklaşık % 90'ı, İTH ile sinaptik temas kurar geri kalan % 5'i DTH'lara bağlanır (Roeser vd., 2007). Afferent ve efferent inervasyonlar Şekil 4'te gösterilmiştir.



Şekil 4. Kokleanın afferent ve efferent inervasyonunun bağlantısı

Kaynak: Rüttiger vd. (2017)

Her tip I nöron, birebir şekilde tek bir İTH ile temas eder; bu nedenle, her tip I nöronun nöral çıkışı, baziler membran boyunca belirli bir noktada tek bir tüy hücresinden bilgi sağlar. Bununla birlikte, her bir İTH, 15-20 tip I nöronla temas halindedir ve tip I lifleri İTH'ları inerve eder. Böylece İTH'dan gelen işitsel bilgiler koklear nükleus'a iletilir. Morfolojik olarak tip II nöronlar olarak sınıflandırılan kalan diğer spiral ganglion nöronları, Corti tünelinden dışarı çıkarak iç tüy hücrelerini atlar ve dış tüy hücrelerine kadar uzanarak, birkaç milimetre boyunca bazal yönde spiral yaparak kabaca 10 dış tüy hücresine temas eder ve DTH'lerini inerve eder. Hem tip I hem de tip II spiral ganglion nöronlarının aksonları, işitme siniri olarak meatus acusticus internus'tan merkezi olarak çıkıntı yapar daha sonra da beyin sapının lateral kısmında bulunan koklear çekirdek'teki nöronlar üzerinde sinaps yapar (Roeser vd., 2007). Ek olarak, her DTH birkaç farklı nörondan lifler alır. İzledikleri yollar nedeniyle İTH'lara giden nöronlara iç radyal lifler, DTH'lerine gidenlere ise dış spiral lifler denir. Dış spiral lifler içerisinde hem afferent

hem efferent lifler mevcuttur. Tüm bu lifler, Corti organının içindeyken miyelinsizdir. Corti organından çıktıktan sonra, İTH'lerinden gelen iç radyal lifler modiolusta tip I işitsel nöronlar olarak devam eder. Bu lifler geniş çaplı, kalın, miyelinli, bipolar duyuşal nöronlardır. DTH'lerinden gelen dış spiral lifler, miyelinsiz, küçük çaplı ve bipolar yerine psödo-monopolar olan tip II işitsel nöronlar olarak devam eder. Koklea, SOC'den kokleaya giden bir dizi inen yol olan olivokoklear demet (Rasmussen demeti) yoluyla sinir sisteminden efferent sinyaller alır. Olivocochlear demetten yaklaşık 1600 efferent nöron, 8. kranial sinirin vestibüler dalı ile birlikte temporal kemiğe girer ve daha sonra tüy hücrelerini inerve etmek üzere kokleaya ulaşır. Efferent nöronların uçları, kimyasal nörotransmitter olan asetilkolin içeren veziküllere sahiptir. İTH ve DTH'leri ile farklı şekilde iletişim kurar. Efferent liflerin dağılımı, afferentler için olanın tam tersidir ve çoğu lif DTH'lerine gider (Gelfand, 2016). Efferent inervasyonu tanımlayan Olivocochlear nöronlar, biri lateral superior olivary kompleks yakınında bulunan lateral olivocochlear (LOC) nöronlar olarak adlandırılan ve diğeri ise MOC nöronları olarak adlandırılan medial superior olivary'nin yakınında bulunan iki ana kaynaktan ortaya çıkmaktadır. MOC nöronları, Corti organını geçtikten sonra yoğun şekilde dallanan ve ardından birçok dış tüy hücresinin tabanında sinaps yapan kalın, miyelinli liflerdir. Dış tüylü hücrelerle bağlantıda olan MOC efferentlerinin çoğu, kontralateralde çaprazlanmış ve ipsilateral tarafta çaprazlanmamış nöronlardan kaynaklanır. LOC nöronlarının çoğu, iç tüy hücrelerinin altındaki afferent tip I liflerde sinaps yapan ince, miyelinsiz liflerdir. LOC efferentlerinin çoğu ipsilateral kokleayı inerve etmektedir. LOC nöronları, İTH'ların altındaki afferent dendritlerle sinaptik temas kurduklarından ötürü tip I nöronlar yoluyla iletilen nöral aktivite oranını etkilemek için iyi bir şekilde konumlandırılmıştır (Roeser vd., 2007). DTH'leri çoğunlukla sinir sisteminin efferent veya motor lifleri tarafından inerve edilirken İTH'leri çoğunlukla sinir sisteminin afferent veya duyuşal lifleri tarafından inerve edilir. Efferent nöronlar DTH ile doğrudan bağlantı kurarak etki eder bu özelliğiyle presinaptiktir ancak İTH'leri için efferent lifler, İTH'ne sinaps yapan afferent nöron üzerinde bağlantı kurarak etki etmesiyle postsinaptiktir (Gelfand, 2016).

2.3. İç Kulak Fizyolojisi

2.3.1. Ses Dalgalarının İletimi

Stapesin ayağı oval pencereye karşı içe doğru hareket ettiğinde, koklea her taraftan kemik duvarlarla sınırlandığından, skala vestibulide sıvı hareketi meydana getirmektedir ve sıvılar sıkıştırılamayacağından ötürü ses dalgası Reissner's membranına iletildiğinde bu membranın çok ince olan yapısı nedeniyle üzerine gelen basınca direnç göstermeden gelen basıncı aynen skala media'ya aktarır. Üzerinde birçok tüy ve destek hücresi taşıyan baziler membrandan ötürü bu basınç, yapısı sert olan baziler membran sebebiyle skala media'dan doğrudan skala timpani'ye aktarılamaz. Sıvı baziler membranda dalgalanma hareketini meydana getirir ve bu basınç ses dalgasının kendisiyle ilgili frekans bölgesine ulaşana kadar bu şekilde ilerleme gösterir. Kendisiyle ilgili frekans bölgesine ulaştığında maksimum bir hareket oluşur ve kütle katılık gradienti sebebiyle dalga daha ileriye gidemeyerek duvara çarpma gibi bir durumun meydana gelmesiyle tersine dalga hareketi oluşarak dalga oval pencerede sönümlenir (Gelfand, 2010; Stach, 2010). Bu süreç içinde ses dalgalarının polarite durumuyla değişen endolenfin akış yönüne göre tüy hücrelerinin aktivasyonu ve inhibisyonu meydana gelmektedir. Tüy hücrelerinin uyarılmasının ardından nöral uyarılar meydana gelir. Condensation polaritede, basınç baziler membranın aşağı doğru hareketine sebep olur ve silyalar uzun olandan kısaya, modiolus koklea'ya doğru hareket ettiğinde inhibisyon meydana gelmektedir. Tersine dalga hareketi gerçekleştiğinde ise eksitasyon meydana gelmektedir. Rarefaction polaritede basınç baziler membranın yukarıya doğru hareketine sebep olur ve silyalar kısa olandan uzun olana, stria vaskularis yönüne doğru eğilerek eksitasyona neden olmaktadır. Tersine dalga hareketi gerçekleştiğinde ise inhibisyon meydana gelmektedir (Gelfand, 2010; Stach, 2010).

Her dalganın enerjisi başlangıçta nispeten zayıftır, ancak dalga baziler membranla eşit bir doğal rezonans frekansına sahip bölgeye ulaştığında daha güçlü hale gelir. Bu teori von Bekesy'nin ilerleyen dalga teorisi olarak açıklanır. Ses dalgası kokleada kendi frekans bölgesine ulaştığında maksimum genliğe ulaşır. Maksimum genliğe ulaşılan frekans bölgesi, ulaşan ses dalgasının frekans bölgesidir bu frekansa Rezonans frekansı denir. Sesin kokleayı uyardığı noktada, dalga baziller membranda ulaştığı yerin yakın mesafesindeki frekans alanının ileri ve geri bölgelerini de titreştirerek uyabilir. Sonuç

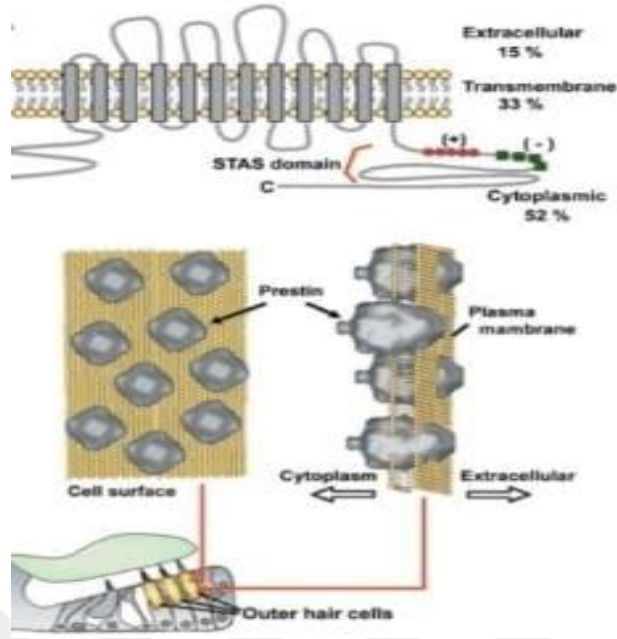
olarak dalga, sahip olduğu enerjiye kadar olan alanı titreştirdikten sonra sönümlenir ve baziler membran boyunca kalan mesafeyi kat edemez. Bu nedenle, yüksek frekanslı bir ses dalgası, rezonans frekansına ulaşıp sönümlenmeden önce baziler membran boyunca sadece kısa bir mesafe kat eder, orta frekanslı bir ses dalgası yaklaşık yarı yolda ilerledikten sonra sönümlenir ve alçak frekanslı bir ses dalgası frekans değeriine göre baziller membran boyunca tüm mesafeyi katedebilir. İlerleyen dalganın bir başka özelliği, baziler membranın ilk kısmı boyunca hızlı hareket etmesidir ancak kokleaya doğru ilerledikçe giderek yavaşlamasıdır. Bunun nedeni, alçak frekanslara doğru baziler membranda katılığın azalması, boy uzunluğu ve kütlenin artmasıdır. Dalganın bu hızlı olan ilk iletimi, yüksek frekanslı seslerin kokleaya yayılıp baziler membran üzerinde her frekansın kendi bölgesine ulaşmak üzere birbirinden ayrılmasıyla yeterince uzağa doğru mesafe kat etmesine izin verir. İşitme fizyolojisinin bu özelliği sayesinde tüm yüksek frekanslı dalgalar, baziler membranın ilk milimetresinde veya daha fazlasında bir araya toplanmadan her frekans kendi bölgesine gitmektedir bu sayede frekanslar birbirinden ayırt edilebilmektedir (Guyton ve Hall, 2006; Dhingra ve Dhingra, 2018).

Baziler membran boyunca hareket eden dalga, belirli bir maksimum yer değıştirme noktasına ulaşınca kadar genliği artarak ilerler ve hedef noktasında maksimum genliğe ulaşır. Dalga hareketi, yüksek frekanslar için, oval pencereye daha yakın bölgedeki mesafe katedilerek kokleanın bazal ucunun yakınlarında gerçekleşirken, alçak frekanslar için oval pencereden daha uzakta, kokleanın apikal ucuna kadar olan bölgede gerçekleşmektedir. Her frekansın kendi konumlandığı yerinin olması ve kendisiyle aynı frekansa sahip ses dalgaları tarafından uyarıldığı bu düzen tonotopik organizasyon olarak adlandırılmaktadır. Hareket eden dalga maksimum yer değıştirme noktasına ulaştığında, iç tüylü hücreler uyarılır ve işitme sinirine sinir uyarıları gönderilir. İç tüy hücrelerinin hassasiyeti bir dereceye kadar dış tüy hücreleri tarafından kontrol edilir. Dış tüy hücreleri motor hareketi sağladığı için inervasyonlarının çoğunu efferent liflerden almakla birlikte santral sinir sistemi tarafından kontrol edilmesi gerektiğinden afferent lifler tarafından da inerve edilmektedir. Kulağa ulaşan hafif ve orta şiddetteki sesler, iç kulakta kendi frekans bölgesine ulaştıktan ve maksimum uyarılma gerçekleştikten sonra kütle katılık gradienti sebebiyle tersi yönde meydana gelen dalga fenestra kokleada sönümlenir.

Hafif ve orta şiddetteki seslerde tektoriyal ve baziler membranın birbirine yaklaşp uzaklaştığında dış tüy hücrelerinin uzundan kısaya ya da kısıdan uzuna eğilmelerinden kaynaklanan tüy hücrelerinin hareketleriyle oluşan sıvı hareketi sıkıştırılmadığından dalga hareketi meydana gelir. İç tüy hücreleri bu dalga hareketi sayesinde uzundan kısaya ya da kısıdan uzun sterosilyaya eğilerek inhibe ya da aktive olurlar. Bu sıvı hareketi verimli olmazsa tektoriyal membranın baziler membrana yaklaştırılma hareketi artırılarak mekanik bir temasa geçilerek uyarılma sağlanır. İTH uyarılmasıyla, 8. kranial sinirin koklear dalının sinir uçlarını uyaran nörotransmitterlerin salgılanmasıyla işitsel bilginin nöronlar üzerinde aktarımı sağlanır. Yüksek şiddetteki seslerde sesin enerjisi mekanik olarak baziller membran ve tektoriyal membranda yeterince büyük bir hareketi ortaya çıkardığından ötürü iç tüy hücreleri tektoriyal membran ile mekanik temasa girebilir. Böylelikle iç tüy hücreleri mekanik temas ile yüksek şiddetli sesleri algılayabilir. İç tüy hücresinde efferent sinir sistemi, işitsel bilgiyi taşıyan afferent sinir sistemini kontrol etmektedir. İç tüy hücresinin taşımış olduğu işitsel bilginin içinde gürültü vb. bilgiler de taşınır. Perifer bölgede olan tüy hücreleri sınırında, gelen ses üzerinde gürültü ve işitsel bilgi ayrımı yapılamadığından ve gelen tüm bilgilerin santral sinir sistemine taşınması gerektiğinden ötürü iç tüy hücresinde efferent sinir lifleri, işitsel bilgiyi taşıyan afferent siniri kontrol etmektedir (Gelfand, 2010).

2.3.2. Presitin ve Elektromotilite

Tüy hücrelerinin bir bütün halinde hareket etmesini ve birbiriyle bağlantıda olmasını sağlayan bağlantılar, tip-link olarak adlandırılan uç bağlantılar ile side-link olarak adlandırılan yan bağlantılardır. Çevresel filamentler DTH'lerine radyal sertlik verir ve uzunlamasına olarak eksenel hareketine izin verir. Presitin, DTH zarındaki voltaj değişikliklerine yanıt olarak şeklini hızla değiştirebilen benzersiz bir motor proteindir. DTH'lerine elektromotilite özelliğini sağlayarak, uzayıp kısalma hareketine imkan vermektedir. Presitin molekülü ve yerleşimi Şekil 5'te gösterilmiştir (Mio vd., 2007).



Şekil 5. Prestin molekülü ve yerleşimi

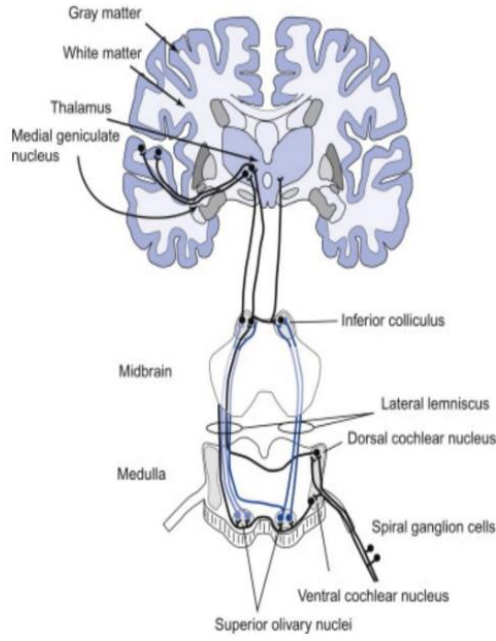
Kaynak: Mio vd. (2007)

Tüy hücreleri huzme gibi durmaktadır. Kısa sterosilyadan uzun sterosilyaya doğru basamakvari bir eğilim vardır. Tip-link bağlantılarının altında mekanoelektriksel transdüksiyon (MET) kanalları bulunmaktadır. Tip-link bağlantıları gelen uyarının şiddetine göre silyanın hareketi sonucu gerilerek altlarında bulunan kapağı açarlar. Uyarın ne kadar şiddetli ise kapağın açılma miktarı o kadar fazla olmaktadır. MET kanallarının açılmasıyla, tüy hücreleri endolenf sıvısı içerisinde iyonik konsantrasyon bakımından potasyumun fazla olduğu ortamda yer alırlar. Bu durumda hücre içi hücre dışına göre negatif olmaktadır. MET kanallarının açıldığı durumda hücre içine potasyum iyonu hücum etmektedir. Hücre yeterli pozitif iyonik konsantrasyona ulaştığında hücrenin yan duvarlarında bulunan voltaj bağımlı kalsiyum kapakları açılarak hücre içine kalsiyum girişi başlamaktadır. Hücre içine kalsiyum iyonlarının dolmaya başlaması nörotransmitter veziküllerinin tetiklenerek hücrelerarası sinaptik boşluğa nörotransmitter maddelerden eksitator nörotransmitter madde olan glutamat'ın salınımının ve lateral efferent innervasyon için gerekli olan asetilkolin ve gama aminobütirik asit (GABA) nörotransmitterlerinin salınımının sağlanmasının yanında hücrenin lateral duvarlarında bulunan prestin molekülü aktif hale getirilmektedir. Bu durumda hücre depolarize olarak DTH'leri eksenel yönde kasılır. Tersi gerçekleştiğinde

ise, stereosilyalar en kısa stereosilyaya doğru eğildiğinde, potasyum iyonlarının akışı engellenir bu durum DTH'lerinin hiperpolarizasyonuna ve eksenel yönde uzamasına yol açar. Presitin molekülü uzayıp kısalabilme özelliğine sahiptir. Bu özellik sayesinde dış tüy hücrelerinin, hücre gövdesi uzayıp kısalabilmektedir. Dış tüylü hücrenin eksenel hareketi asimetriktir. Uzama hareketi, kasılmadan önemli ölçüde daha azdır. Bunun sebebi olarak yaygın kabul gören görüş, dış tüylü hücrelerin elektromotilite tepkisinin, gelen ses titreşimini frekansa özgü bir şekilde artıran bir "koklear amplifikatör" görevi görmesidir. Koklear amplifikatör görevi, uzama ve kısalma hareketi meydana geldiğinde dış tüy hücrelerinin bir ses kaynağı gibi davranarak çok düşük şiddette ses üretimini oluşturmasıdır (Ricci vd., 2006; Ashmore, 2018; Borkó vd., 2005; Felix ve Oestreicher, 2002; Roeser vd., 2007).

2.4. Afferent İşitme Sistemi

Periferik işitme sisteminin sonu ve merkezi işitme sinir sisteminin başlangıcı ile bilgiyi periferdeki organlardan merkezi sinir sistemine taşımaktadır. Bu sebeple çıkan anlamına gelen ascending yol olarak adlandırılır. İşitme siniri liflerinin beyin sapındaki nöronlarla bağlantı kurduğu noktadır (Hall, 2014). Merkezi işitsel sinir sisteminde bulunan yapılar Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6. Afferent işitsel yollar

Kaynak: Feher (2012)

İşitsel nöronlar, beynin bir bölgesinden bir sonraki yapıya giden sinir liflerinin yollarını oluşturur. Nöronlar ayrıca çekirdek adı verilen beyin merkezlerinde gruplanır. İşitsel yollar ve merkezler beynin her iki tarafında da bulunmaktadır ve beynin bir tarafından diğer tarafa geçen sinir lifi demetleri aracılığıyla iletişim kurar. Çaprazlaşan liflere decussation denir. İşitsel sinir lifleri, beyin sapının pons adı verilen bir bölgesinde merkezi sinir sistemine girer. İşitme siniri yoluyla kokleadan girdi alan ilk merkezi işitsel yapı koklear nükleus'tur (CN). Kokleadan ayrılan spiral ganglion hücreleri, dorsal (DCN) ve ventral koklear nükleus'u (VCN) oluşturmak üzere çatallanır. VCN ayrıca anteroventral koklear nükleus (AVCN) ve posteroventral koklear nükleus (PVCN) bölgelerine ayrılmıştır (Kaas, 2017). İşitme sinirinde taşınan bilgilerin merkezi olarak işlenmesi, tüm sinir lifleri için ilk zorunlu sinaps olan CN'da başlar.

CN içindeki liflerin dağılımında alçak frekanslı lifler VCN olarak çıkıntı yapan ve yüksek frekanslı lifler DCN'a dağılmış olarak, çekirdek boyunca düzenli bir tonotopik organizasyon modelini takip etmektedir (Snow ve Ballenger, 2003).

SOC'in afferent işitsel yolla ilişkili ana çekirdekleri olarak lateral superior olivary (LSO), medial superior olivary (MSO) ve trapezoid body'nin medial nükleus'u (MTB) sıralanmaktadır. LSO, MSO ve MTB'e yansıyan primer ileticiler AVCN ve PVCN'dan kaynaklanmaktadır (Jenison, 2001). SOC kulaklar arası zaman, faz ve şiddet farkları düzenlenmesinde görev almaktadır. İşitsel sistemin yatay düzlemde sesleri lokalize

etmek için kullandığı birincil bilgi kaynağı olduğu düşünülmektedir. Alçak frekanslı seslerde oluşan kulaklar arası zaman ve faz farklılıkları öncelikle MSO tarafından sağlanmaktadır. Yüksek frekanslı seslerde kulaklararası arası şiddet farklılıkları öncelikli olarak LSO'nin görev almasının yanında MSO de bu fonksiyona katkıda bulunmaktadır (Kaas, 2017). Alçak frekanslar her iki kulağa ulaşırken dalga yapıları gereği başı atlayarak diğer kulağa ulaşırlar bu sırada geçen zaman ve faz farkı kulaklararası zaman ve faz farklılıkları olarak adlandırılmaktadır. Yüksek frekans sesler geldiğinde ses karşı kulağa geçerken kafa engeline takılarak sönümlendiğinden enerjisini kaybederek karşı kulağa geçtiği için yüksek frekans sesler kulaklararası şiddet farklılığı ile algılanmaktadır (Jenison, 2001). Ses lokalizasyonun kulaklararası zaman ve şiddet farklılıkları ile sağlanmasını açıklayan bu teoriye duplex teorisi denilmektedir. Zaman farklılıkları 1 kilohertz (kHz)'in altındaki frekanslarda en belirgin iken şiddet farklılıkları 3 kHz'den daha yüksek frekanslarda daha belirgindir (Middlebrooks, 2009).

Lateral Lemniskus (LL), CN'dan ve SOC'in ipsilateral ve kontralateral bölümlerinden sinir liflerini alan primer beyin sapı işitsel yolu olarak kabul edilmektedir. Tonotopik organizasyonun devamlılığını da sağlamaktadır ve uygun koşulların olmadığı durumlardaki konuşmayı algılama yeteneğine katkıda bulunmaktadır (DeBonis ve Donohue, 2020). LL, klasik afferent işitsel yolların en belirgin lif yoludur. LL'dan çıkan lifler arasında düzenlenen farklı nöronal gruplardan oluşur. İpsilateral ventral koklear çekirdekten bilgi alan ve tonotopik olarak düzenlenmemiş mono nöronlardan oluşan ventral çekirdek bulunmaktadır. Bu çekirdek dili anlamak için çok önemli olan karmaşık seslerin temporal işlenmesinde rol oynar. Dorsal çekirdek, LL ve SOC arasında gerçekleşen bilgi alışverişi sayesinde her iki kulaktan bilgi alan binaural nöronlardan oluşur (Gil-Loyzaga, 2016). Inferior colliculus (IC), beyin sapının mesencephalon olarak adlandırılan bölgesi olan orta beyinde bulunur (DeBonis ve Donohue, 2020).

Inferior kolikulus aynı zamanda kulaklararası zaman farkı için ana girdilerini ipsilateral MSO'den ve kulaklar arası şiddet farklılığı için bilgiyi kontralateral LSO'den alarak interaural farklılıklara yanıt verir. Genel olarak, IC merkezi çekirdeğindeki şiddet farklılığına duyarlı hücreler, inhibitör olan ipsilateral girdiler ve uyarıcı olan kontralateral girdiler alır. MSO'de olduğu gibi, IC'un santral nükleusundaki (ICCN)

hücreler de kulaklar arası zaman farklılıklarına karakteristik gecikmelerle yanıt verir (Gelfand, 2010).

Medial Geniculate Body (MGB), IC'un merkezi nücleus'undan kaynaklanan tüm liflerin kesintiye uğradığı talamusun ana işitsel çekirdeğidir. MGB ventral, dorsal ve medial olmak üzere üç bölümden oluşur. MGB'nin ventral bölümü, pars lateralis ve pars ovoidea'yı içerir. Ventral bölümü girdisini ICCN'dan alır. işitsel sinir sisteminde önemli miktarda sinyal işlemenin gerçekleştiği bölgedir. Ventral MGB ayrıca, genel olarak MGB'deki nöronların uyarılabilirliğini kontrol edebilen talamik retiküler çekirdekten girdi alır. MGB'nin iki tarafı arasında bağlantı bulunmamaktadır (Møller, 2006).

MGB bölümlerinin işitsel dikkati yönlendirmede işlev gördüğü varsayılmaktadır. MGB, Heschl girus'un transvers temporal girusu olarak da bilinen primer işitsel kortekste Brodmann bölgeleri 41 ve 42 alanına bilgi gönderir. Ayrıca MGB, sese verilen vücut tepkilerini kontrol eden işitsel motor kortekse çıktı gönderir (Goetz, 2007).

Talamus, beynin merkezine yakın bir yerde bulunan diensefalon'da bulunan çoğunlukla gri madde ile eşleştirilmekle birlikte beyaz maddeyi de oluşturur. Talamus, farklı duyuşal sinyallerin iletilmesinden sorumlu olan bir dizi çekirdekten oluşur. Bu çekirdekler esas olarak uyarıcı ve engelleyici nitelikteki nöronlar tarafından oluşturulur. Talamokortikal nöronlar, vücudun geri kalanından duyuşal veya motor bilgiler alır ve seçilen bilgileri sinir lifleri aracılığıyla serebral kortekse sunar. Limbik sistem yapılarının talamusun anterior çekirdeklerine bağlanması, talamusun öğrenme ve epizodik hafızaya dahil olmasını sağlar. Talamus ayrıca uyku ve uyanıklığın düzenlenmesinde rol oynar. Medial genikulat çekirdek, inferior kolikulustan işitsel duyuşal bilgileri alır ve bunu temporal lobdaki birincil işitsel kortekse yansıtır (Torricco ve Munakomi, 2020).

Primer işitsel korteks ve genellikle kemer veya ikincil alanlar olarak adlandırılan diğer alanlarla çevrili bir çekirdek alandan oluşur (Fuchs ve Shinn-Cunningham, 2020). Uyarıcı Serebral korteks'e primer olarak kontralateral kulaktan ipsilateral medial geniculate body'den gelmektedir. Primer işitsel korteks heschel girus olarak adlandırılmaktadır ve temporal lobda bulunmaktadır (Gündüz, 2015).

İşitsel korteksin karmaşık seslerin algılanmasında kritik bir rol oynadığı düşünülmektedir. Özellikle işitsel kortikal işlem, son derece sosyal ortama bağlıdır.

İşitsel ve diğer duyuşal girdileri, kişinin uyarılma düzeyi, dikkat odağı ve motor planlamasını geçmiş deneyimlerinin yanı sıra mevcut durumu hakkındaki bilgilerle bütünleştirmektedir. Bu nedenle işitsel korteks, seslerden anlam üretme, işitsel algısal karar verme ve öğrenmeden sorumlu beyin bölgeleri ağıının en önemli parçalarından olmaktadır (King vd., 2018). İşitsel korteksin tonotopik organizasyon gösterdiği tanımlanmıştır (Humphries vd., 2010). Kulaklararası şiddet veya zaman farklılıklarına yanıt veren hücreler işitsel kortekste bulunur ve bazı işitsel kortikal nöronlar hem şiddet hem de zamandaki farklılıklara yanıt vermektedir. İşitsel kortikal nöronlar ayrıca ses kaynaklarının lokalizasyonuna ve ses kaynağı hareketinin yönüne dolayısıyla ses lateralizasyonuna da yanıt vermektedir. Binaural girdi sunulduğunda binaural işleme superior olivary kompleksten kortekse kadar olan işitsel yolda gerçekleşmektedir (Gelfand, 2010).

2.5. Efferent İşitme Sistemi

Efferent işitme sistemi tek bir birim olarak işlev görür, ancak yollar genellikle iki bölümde incelenmektedir. Sistemin en kaudal kısmı olan olivokoklear demet (OCB) üzerinde çalışmalar yapılarak hakkında bilgilere ulaşılmıştır fakat rostral sistem hakkında çok az şey bilinmektedir. Rostral efferent yol, işitsel kortekste başlar, MGB ve İC dahil orta beyin bölgelerine iner. Korteks ile bu yapılar arasında bir döngü sistemi olduğu anlaşılmaktadır ve lifler korteksten beyin sapındaki nöronlara inmektedir. Efferent işitme sistemi bilgiyi santral işitsel sinir sisteminden hedef organa taşımaktadır, bu sebeple inen anlamına gelen descending yol olarak adlandırılır (Roeser vd., 2007). 1946'da Grant Rasmussen tarafından olivokoklear sistem keşfedilmiştir. Efferent sistem ayrıca DTH'lerinin mikromekanik özelliklerinin modifikasyonu yoluyla adaptasyon ve frekans seçiciliğini de destekler. Efferent sistem bir ses uyaranının lokalizasyonu için temel oluşturmaktadır (Ciuman, 2010). İşitme sistemi, entegre afferent ve efferent işitsel yollardan oluşur. Daha düşük seviyelerde, efferent lifler ağırlıklı SOC nücleus'undan çıkar ve kokleaya doğru ilerler bu yapı efferent olivokoklear yol veya efferent medial sistem olarak adlandırılır. Hayvanlarda elektriksel ve akustik uyaranlarla efferent işitsel yollar aktive edilebilir; insanlarda bu tip aktivasyon, iki objektif noninvaziv yöntem olan akustik refleks ölçümü ve OAE supresyonu ile gerçekleştirilebilir (Burgueti ve Carvallo, 2008). Efferent yollar, her iki kulağın bağımsız işlevini koordine etmek için

anatomik ve fizyolojik olarak farklılık gösteren medial ve lateral olivokoklear demetlerden oluşur. Efferent sistemin medial olivokoklear yolu, hücreler arası sinaptik boşluğa asetilkolin salarak DTH'lerinin hareketini modüle eder. Efferent işitsel yollar, OAE ile kontralateral akustik uyarı uygulanarak değerlendirilebilir. Kontralateral gürültü ile OAE supresyon etkisi, efferent yolları hızlı ve invaziv olmayan bir şekilde değerlendirdiği için klinik ve araştırmalarda sıklıkla kullanılır (Fronza vd., 2011). Olivokoklear sistem Medial olivokoklear (MOC) sistem ve Lateral olivokoklear (LOC) sistem olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. İlk olarak, medial efferent yol medial, ventral veya periolivar bölgelerden kaynaklanırken, lateral efferent yol LOC veya yakınından kaynaklanır. Medial efferent yol esas olarak çaprazlanmış bir sistem olarak nöronların yaklaşık %60'ı beyin sapını geçer ve sesin geldiği kulağın kontralateralindeki kulağı innerve eder, lateral efferent yol ise ağırlıklı olarak çaprazlanmamıştır. DTH'lerine bağlantı kurarak dolayısıyla kokleaya ve sinapsa bağlanan medial efferent nöronlar, asetilkolin (ACh) ve γ -aminobütirik asit için pozitif aktivite gösterir. Buna karşılık, lateral efferent nöronlar, işitsel sinirin dendritleri ve çok daha az ölçüde İTH'leri üzerinde sinaps yapar. İmmünohistokimyasal kanıtlar, lateral efferent nöronların ACh, GABA, dopamin, dynorphin, enkaphalin ve kalsitonin geni ile ilişkili peptid dahil olmak üzere çeşitli nöroaktif maddeler içerdiğini göstermektedir (Le Prell vd., 2003). MOC lifleri, büyük miyelinli nöronlardan oluşur ve SOC kısmından kaynaklanır, Vestibüler sinir yoluyla kontralateral koklea'ya geçerek devam eder ve dış tüy hücrelerini innerve eder. Bu ikinci yolun kontralateral baskılamadan sorumlu yol olduğu düşünülmektedir (Sanches ve Carvallo, 2006). Lateral superior olivary'den kaynaklanan LOC sistemi, lateral superior olivary kompleksten köken alan, preolivary hücrelerden kaynaklanır. Preolivary hücreler aynı zamanda ventral ve dorsal akustik stria yoluyla ipsilateral olarak koklear çekirdeklere bağlantılar gönderir. Esas olarak iç tüy hücrelerinin altındaki tip I işitsel sinir lifleriyle sinaps oluşturur. İpsilateral kokleadan kaynaklanan çaprazlanmamış ince ve miyelinsiz nöronlardan oluşur (Fuente, 2015; Sanches ve Carvallo, 2006).

Anatomik ve nörokimyasal farklılıklar göz önüne alındığında, lateral ve medial efferent yolların fonksiyonel olarak da birbirinden ayrılımları beklenir. Ancak, lateral efferent fonksiyonun kesin olarak tanımlanması henüz mümkün olmamıştır. Bunun nedeni, büyük ölçüde, efferent yolların cerrahi olarak kesilmesinin, medial efferent yolun

yalnızca çapraz kısmını veya hem medial hem de lateral yolların işleyişini bozmasıdır. Medial olivokoklear (MOC) nöronları ise kontralateral gürültü uyarını haricinde dördüncü ventrikülün tabanına yerleştirilen bir elektrot veya MOC orijinli alana yakın bir elektrot tarafından elektriksel olarak uyarıldığında fonksiyonu değerlendirilebilmektedir çünkü bu işlem medial efferent nöronların fonksiyonunu bozmadan işleyişini aktive etmektedir (Le Prell vd., 2003).

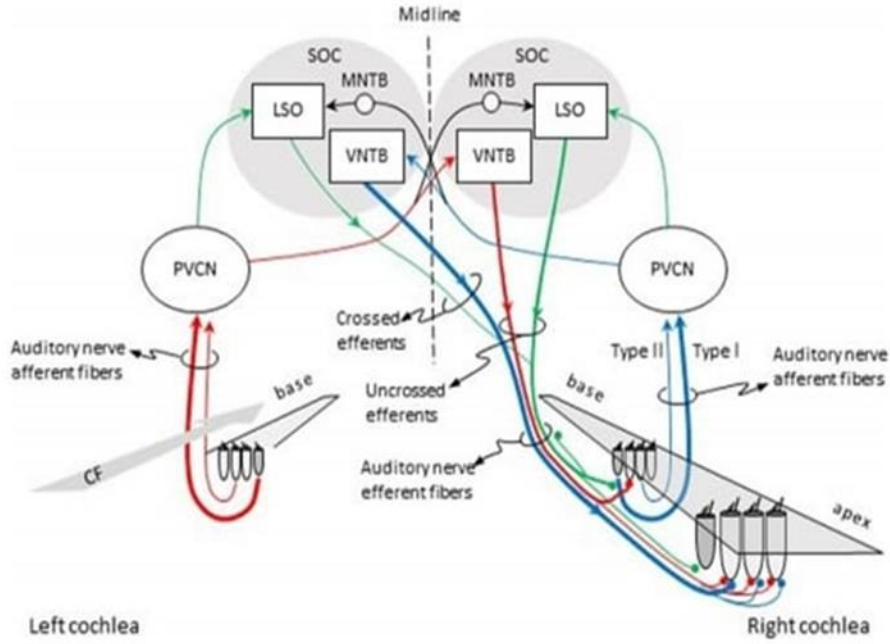
2.5.1. Medial Olivokoklear Sistemin Koklea Üzerindeki Fonksiyonu

Ses, orta kulaktan kokleaya girdiğinde kokleada frekans analizi işlemi gerçekleştirilerek; DTH'leri, elektromotilite ile baziler membranın hareketini güçlendirmesiyle koklear amplifikatör görevi görmektedir. MOC efferentleri, DTH'lerinde sona ermesiyle DTH'lerinin hareketini sinirsel uyarımla kontrol altında tutarak koklear amplifikatörün sağladığı kazancı kontrol etmektedir. MOC efferentleri, koklear amplifikatörü inhibe eden mekanik değişiklikler yapmasıyla baziler membran hareketini değiştirerek OAE cevaplarını baskılamaktadır. İTH'leri koklear hareketi algılar ve akustik bilgiyi beyine taşıyan işitsel sinir liflerini uyarır. LOC lifleri işitsel sinir liflerini innerve eder ve bu nedenle işitsel sinir liflerinin ateşlenmesinde değişiklik yaparak ayarlayabilecek konumdadır. Son olarak, işitsel sinir lifleri koklear çekirdekteki internöronları uyarır ve bunlar da olivokoklear akustik refleksleri oluşturan LOC ve MOC efferentlerini uyarak reflekslerin meydana gelmesini sağlamaktadır (Guinan, 2006).

2.5.2. Olivokoklear Akustik Refleksler

İnsanlarda MOC refleksi çalışmaları, bir koklear frekans bölgesinde görülen en büyük MOC etkilerinin, kontralateral seslerle MOC aktivasyonu için geniş bant uyarılar tarafından üretildiğini göstermektedir. Memeli işitme organları, beynin koklear fonksiyonunu kontrol etmesine izin veren çok sayıda olivokoklear lif içeren efferent innervasyon ile sağlanır. MOC efferentleri, DTH'lerini innerve eder ve koklea içindeki mekanik amplifikasyon kazanımını kontrol eder. Koklear amplifikasyon, DTH'lerinin uzunluğunda ses frekansı değişikliklerine neden olan DTH reseptör akımları tarafından üretilir ve bu durum kokleanın sese mekanik tepkilerini güçlendirir. MOC lifleri

DTH'leri üzerinde sinaps yapar, DTH reseptör akımlarının etkisini azaltarak koklear amplifikasyonu azaltan bir DTH hiperpolarizasyonu üretir. Günlük ses seviyelerinde MOC efferentlerinin, devam eden gürültü gibi geçici sinyalleri baskılayarak işitsel uyarının ayırt edilebilirliğini artıran önlem niteliğinde maskeleme etkisi sağladığı düşünülmektedir. Maskeleme etkisi ile işitsel bilgi üzerinde ortaya çıkan artan nöral aralık, yeni bir sesin artan ayırt edilebilirliğini sağlamaktadır (Lilaonitkul ve Guinan, 2009). MOC nöronları işitsel innervasyon tarafından uyarılır ve hem ipsilateral hem de kontralateral akustik refleks yollarını şekillendirir. Kontralateral MOC refleks yolu, kontralateral koklea, kontralateral işitsel sinir, kontralateral posteroventral CN, ipsilateral MOC nöronları ve çaprazlanmamış olivokoklear demet yoluyla ipsilateral kokleadır. Kontralateral refleks, çaprazlanmamış MOC lifleri ile birlikte trapezoid body'i geçerek tek bir çapraz refleks olarak kabul edilmektedir. İpsilateral MOC refleks yolu ipsilateral koklea, ipsilateral işitsel sinir, ipsilateral posteroventral CN, kontralateral MOC nöronları ve ipsilateral kokleadan çapraz olivokoklear demet yoluyla ilerler. İpsilateral MOC refleksi çaprazlanan MOC lifleri ile birlikte trapezoid body'i geçerek çift çaprazlanan bir reflekstir (Stuart ve Cobb, 2015). LOC efferentlerinin analiz edilmesinin daha zor olduğu kanıtlanmıştır. Daha düşük eşikli MOC'lar da aktive olmadan elektriksel olarak uyarılamamaktadır (Fuchs ve Lauer, 2018). Olivokoklear refleks yolu Şekil 7'de gösterilmiştir. Kırmızı ve mavi çizgiler, sırasıyla kontralateral ve ipsilateral MOC reflekslerinin aktivasyon yollarını göstermektedir. Yeşil çizgiler, LOC refleksinin aktivasyon yollarını göstermektedir. Her çizginin kalınlığı, innervasyonun yoğunluğunu göstermektedir. Kısaltmalar: MNTB, trapezoid body'nin medial çekirdeği, VNTB, trapezoid body'nin ventral çekirdeği; CF, karakteristik frekans (Lopez-Poveda, 2018).



Şekil 7. Olivokoklear refleks yolu içerisinde, sağ kokleaya olan MOC ve LOC efferent liflerinin aktivasyonu için yolların gösterimi

Kaynak: Lopez-Poveda (2018)

2.5.3. Olivokoklear Efferent Sistemin Özellikleri Ve Görevleri

İşitsel efferent yollar, SOC seviyesinde beyin sapından kaynaklanan olivokoklear demet tarafından desteklenir. Olivokoklear refleksler ipsilateral ve kontralateral olmak üzere iki çeşittir. Birçok hayvanda, ipsilateral MOC refleksi baskındır, ancak insanlarda ipsilateral ve kontralateral reflekslerin nispi katkıları konusunda daha az bilgi yer almaktadır. Her iki yol da işitsel korteks tarafından top down olarak adlandırılan yukarıdan aşağıya doğru olan modülasyona tabidir (Murdin ve Davies, 2008).

Olivokoklear demetin işitmedeki rolü tam olarak bilinmemekle birlikte olivokoklear medial sistemin görevleri arasında, işitsel dikkat, gelişmiş işitsel duyarlılık, gürültü varlığında akustik sinyallerin daha iyi algılanması görevlerinin olduğu düşünülmektedir (Burguetti ve Carvallo, 2008). Efferent işitsel yolların işlevleri arasında kokleadaki DTH'lerini inerve etmek, gürültüye karşı koruma için koklear sinirin aksiyon potansiyelini azaltmak, ses kaynaklarının yerini tespit etmek ve gürültülü ortamlarda ses algılama işlevini daha iyi bir seviyeye taşımak yer almaktadır (Fronza vd., 2011).

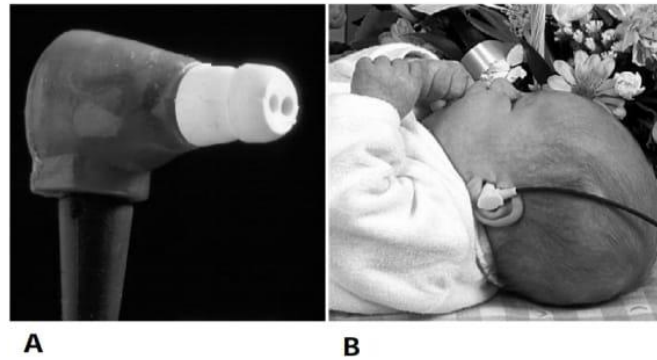
2.6. Otoakustik Emisyonlar

OAE'ler, 1978'de Kemp tarafından keşfedilmiştir. DTH cevaplarının invazif olmayan şekilde objektif bir ölçüm haline gelmiştir. OAE'lerin cevap kaynağı, kokleadaki DTH'lerinin elektromotilite özelliğidir ve dış kulak kanalından kaydedilebilir. DTH'lerinin aktif amplifikasyon mekanizması tarafından oluşturulmaktadır (Kang vd., 2012). Çeşitli uyarılmış otoakustik emisyon (EOAE) türleri mevcuttur ve DTH'lerindeki normal elektromekanik süreçlerle ilişkilidir ve dış kulak kanalından ölçülebilir. Koklear mekaniğinin yüksek frekans seçiciliğinin elde edilebilmesi için DTH'lerinin normal fonksiyon göstermesi gerekmektedir. Frekans seçici mekanizmalar, herhangi bir sağlıklı kokleada mevcuttur ve normal işitsel eşiklere karşılık gelen yüksek hassasiyetten sorumludur. Koklear amplifikatör teorisine göre, bu mekanizmalar, düşük seviyeli bir saf tona verilen cevabın genliğinin, baziler membranda dar bir aralık boyunca ilerleyerek yalnızca az sayıda DTH uyarılmasıyla amplitüdün yüksek düzeyde elde edildiği bir mekanizmadır (Allum vd., 1993). OAE'ler, verilen uyarının akustik özellikleriyle yakından ilişkili olsa da, iç kulakta dış tüy hücrelerinin lateral duvarlarında bulunan presitin molekülünün elektromotilite özelliği sayesinde uzayıp kısılması ile ifade edilen yanal hareketi sonucunda meydana gelen sesin iç kulaktan dış kulağa doğru yol almasıyla dış kulak kanalına takılan mikrofon yardımıyla ölçülmesidir (Brownell, 1990). Bir kulakta OAE'lerin mevcut olması, dış kulak kanalının tıkalı olmadığını, timpanik membranın esnek olarak normal hareket ettiğini, orta kulak sistemi empedans sisteminin normal çalıştığını dolayısıyla iletim mekanizmasının fonksiyonel olduğunu göstermektedir. İşitme kaybı derecesi 25–30 dB'den fazlaysa OAE cevapları üretilmez (Cunningham, 2011). Sensörinöral tip işitme kaybının sensör-nöral ayrımının yapılmasını sağlamakla birlikte noninvazivdir ve kolay bir uygulamaya sahiptir (Schapira, 2007). OAE testinin sınırlılıkları olarak, İTH, 8. kraniyal sinir, ascending merkezi işitme yollarını ve işitsel işleme işlevini değerlendirmemektedir. Plazma zarı boyunca voltajdaki değişiklikler, elektromotilite adı verilen DTH uzunluk değişikliklerine (kısalma ve uzama) yol açar. DTH'lerinin elektromotilitesi, sinyalin amplifikasyonuna neden olur ve bu sayede İTH'leri, DTH'lerinin elektromotilitesi sonucunda mekanik olarak uyarılır. İTH hücrelerinin uçları tektorial membrana temas etmediği için orta şiddetteki sesler bu şekilde uyarılmaktadır. İTH'leri işlenmek üzere işitsel bilgiyi kortikal bölgeye bir sinyal

gönderir ve işitme işlemi gerçekleştirilir. DTH hareketliliği, orta şiddetteki seslere daha duyarlı olmayı sağlamaktadır. Buna koklea içinde aktif işleme (active process) denir. Yüksek şiddetteki seslerde ses şiddetinin fazla olması sayesinde DTH'lerinin elektromotilite özelliği ile İTH'lerin mekanik uyarımı sağlama işlemi olmadan, İTH'leri doğrudan yüksek şiddetteki ses tarafından etkilenerek oluşan dalga hareketi ile bükülmeleriyle uyarılmış olur. Nispeten yüksek sesler tarafından etkilenmesinin sebebi de yüksek seslerin baziler membranın daha büyük hareketlerine neden olması ve İTH'lerinin doğrudan DTH'lerinden çok az katkı veya amplifikasyonla uyarılmasıdır. Buna pasif işleme (passive process) denir (Cunningham, 2011). OAE'lar küçük amplitüdlü cevaplar olduğundan gürültüye hassas olan bir ölçüm yöntemidir bu sebeple bebek ve çocukların test esnasında hareketsiz ve sessiz kalması sağlanmalıdır (Celesia, 2013).

2.6.1. Otoakustik Emisyonların Kaydedilmesi

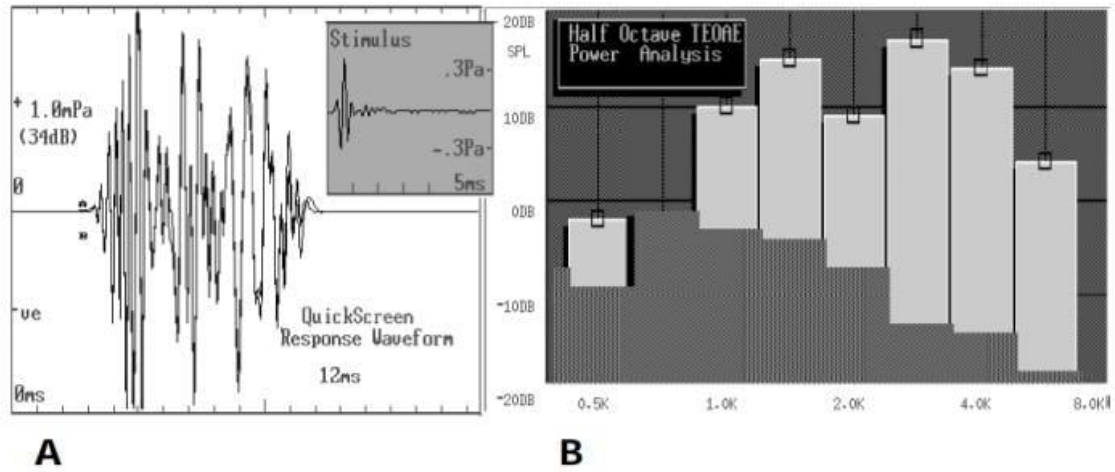
OAE kayıtları, kulak kanalına derinlemesine yerleştirilen bir kulak kanalı probu aracılığıyla yapılır. Geçici uyarılmış otoakustik emisyon (TEOAE) probu ses kaynağı olan hoparlör ve mikrofon dönüştürücülerini içermektedir. Tek kullanımlık yumuşak prob uçları, uyarının kulak kanalına verilmesi ve mikrofon için ses bağlantı noktalarının ulaşımına uygun açıklıktadır. Distorsiyon ürünü otoakustik emisyon (DPOAE) problemleri için iki ayrı saf ses uyararı verildiği için ek bir hoparlör bağlantı noktasına sahiptir (Kemp, 2002). Şekil 8'de prob yerleşimi gösterilmiştir.



Şekil 8. (A) Emisyon probu örneği. (B) Probu kulak kanalına derinlemesine yerleştirildiğini gösteren yerleştirme örneği

Kaynak: Kemp (2002)

OAE'ler amplitüdleri küçük olan cevaplar olduğundan gürültü komponenti cevapların elde edilebilmesinde oldukça önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle ölçüm cihazı, hareket halinde gürültü oluşumunu önleyecek şekilde konumlandırılmış kablo ile gürültüyü engelleyici sistem ile üretilmiştir. Gürültüyü önlemek için alınacak önlemlerden birisi de probu kulağa derin bir şekilde yerleştirmektir. Yaklaşık 84 dB ses basınç seviyesi (SPL) peak equivalent (p.e) seviyesindeki click uyarı kullanıldığında işitme eşiği 20 dB hearing level (HL, eşik seviyesi) ve daha iyi olan bireylerde oldukça sağlam TEOAE yanıtı elde edilmektedir (Kemp, 2002). TEOAE yanıtlarında görülen salınımlı ses basıncı dalgası Şekil 9'daki gibidir. Şekil B' de koyu renkle gösterilmiş gölgeli alan gürültüyü göstermektedir.



Şekil 9. (A) Yenidoğan infanttan alınan ses basıncı dalgası formunun gösterildiği TEOAE kaydı, (B) Yarım oktav bandı başına mevcut enerjiyi gösteren aynı TEOAE yanıtının bir frekans analizi

Kaynak: Kemp (2002)

Ses basıncı dalgası formu aslında kulak zarının koklea içinde üretilen sıvı basıncı dalgalanmaları tarafından ileri ve geri itilen hareketine karşılık gelir. TEOAE ölçümünde kullanılan klik uyarandan ötürü gönderilen uyarının frekansının yoğunluklu olarak yüksek frekans olması ve gelen ilk cevabın frekans bölgesinin de yüksek frekans olmasından dolayı cevap ile uyarı ayırt edilemediği için cevabın ilk 0-3,5 milisaniye'lik (ms) kısmı çıkarılmaktadır. Ölçümlerde uyarı artefaktlarını en aza indirmek için genellikle farklı uyarı yoğunluğuna sahip nonlinear bir model kullanılır (Kemp, 2002).

Yanıt uzun ve karmaşıktır çünkü kokleanın farklı kısımlarından gelen yanıtlar kulak kanalına farklı zamanlarda ve farklı frekanslarda ulaşır. Klik uyaranlar kokleanın tamamını uyaran geniş bandlı uyaranlar olmasına rağmen, TEOAE yanıtları koklear durumunun kısmen klik uyaranın fizyolojisi gereği çoğunluğu yüksek frekans bölgesine ait olan frekansa özgü bir gösterge sağlayabilmektedir. Kayıttan sonra cevap frekans bantlarına bölünerek kokleanın farklı bölümlerinden ayrı cevaplar elde edilmektedir. TEOAE yanıtları, 1–4 kHz olan birincil konuşma frekansı bandında en sağlam ve en kolay şekilde tespit edilmektedir. Genç kulaklarda TEOAE'lar 6–7 kHz'e kadar elde edilebilmektedir ancak klinik olarak normal birçok yetişkin kulakta, 4 kHz'nin üzerinde önemli bir yanıt olmaksızın zayıf TEOAE'lar (3 dB SPL'den az) üretilmektedir (Kemp, 2002). OAE'ler non-invazivdir ve teknik olarak kaydedilmesi kolay olmakla birlikte kayıt süresi kısadır. OAE ölçümü için sedasyon çocuklar da dahil olmak üzere endike değildir. Yenidoğanlar ve yetişkinler için farklı problar kullanılır ve kulak kanalı hacmindeki önemli farklılık nedeniyle farklı şekilde kalibre edilmektedir. Teste katılmak için herhangi bir davranışsal tepki gerekli değildir, bu nedenle prosedür hastanın motivasyonundan, dikkatinden veya bilişsel durumundan etkilenmez. Emisyon ölçümünde basıncın sabit kalmasını gerektiren bir ölçüm yapılmadığından ötürü prob ucu ile kulak kanalı arasında hava geçirmez bir contanın olması gerekli değildir. Prob düzeneği içindeki minyatür bir hoparlör kulak kanalında orta şiddette ses uyaranları üretir. Uyarılar kulak zarını titreştirir ve mekanik enerji orta kulak yoluyla kokleaya iletilir. Koklear sıvılardaki küçük dalgalar, ince bir zarı titreştirerek, zar üzerinde bulunan dış tüy hücrelerini harekete geçirir. Uyarının frekans bölgesindeki dış tüy hücresi hareketiyle ilişkili enerji, orta kulak sistemi boyunca ve ses olarak kulak kanalına geri yayılır. Prob düzeneği içindeki minyatür bir mikrofon, kayıt sırasında kulak kanalındaki diğer seslerin yanı sıra üretilen OAE ile ilgili sesi de algılar. Probta bulunan OAE'nin sesini uyarıcı sestten ve diğer gürültüden ayırt edebilen bir sinyal ayırma işlemcisi, OAE aktivitesini kulak kanalındaki diğer ortam ve fizyolojik gürültülerden ayırtarmakta ve OAE'lerin varlığını istatistiksel olarak doğrulamaktadır. OAE'ler için amplitüd değerleri daha sonra cihaz için normatif verilerle karşılaştırılmaktadır (Maico Diagnostics, 2009; Soh ve Chan, 2015).

2.6.2. Otoakustik Emisyonların Sınıflandırılması

Koklear amplifikatör, baziler membran titreşiminin hareket eden dalga ile başlatılan genlik artışının bir yan ürünü olarak üretilen OAE'lerin kökenidir. Zwicker tarafından geçici uyarılmış OAE'ler olarak adlandırılan bir tür, uyarandan sonra tipik olarak ortaya çıkmaları nedeniyle iki alt tipten oluşur: geçici olarak uyarılan otoakustik emisyonlar (TEOAE'lar) ve Stimulus frequency (uyaran frekansı) otoakustik emisyonlar (SFOAE'lar). TEOAE'ların ve SFOAE'ların aksine tipik olarak akustik uyarımla anında ortaya çıkan başka bir uyarılmış OAE türü, baziler membranın aynı anda iki uyarana cevap verememesiyle cevapların gönderilen frekans bölgelerinin dışında başka bir bölgeden gelmesi üzerine distorsiyon (bozulma) ürünü otoakustik emisyon (DPOAE) olarak adlandırılır. Bu özellik, baziler membran boyunca sürekli olarak dağıtıldığı için, uyaran frekanslarının uygun oranda seçilmesiyle DPOAE'lar herhangi bir frekansta üretilmektedir (Lonsbury-Martin vd., 1990). OAE'lar, uyaran başlangıcını takiben gecikme sürelerine göre kategorize edilebilir. Spontan otoakustik emisyonlar (SOAE'lar), harici uyarımın yokluğunda sürekli olarak mevcuttur. Diğer emisyon türleri uyarım alanındaki frekans özelliğine bağlı değişen latans süresine göre ayırt edilebilmektedir. Diğer sınıflandırma stratejisi, emisyon türlerini, cevapları en iyi açığa çıkaran akustik uyarım türüne göre basitçe tanımlamaktır (Probst vd., 1991).

2.6.2.1. Spontan Otoakustik Emisyon

Spontan otoakustik emisyonlar (SOAE'lar) DTH-stereosilya rezonansı yoluyla koklear amplifikasyon tarafından desteklenen ileri ve geri hareket eden dalgaların çoklu yansımalarından ortaya çıktığı düşünülmektedir. (Eggermont, 2017). Akustik uyarın verilmeden ortaya çıkan cevapların kaydedilmesidir (Baiduc ve Dhar, 2014). Normal işitmeye sahip kulakların % 30-40'ında, dışarıdan akustik uyarın verilmeden kendiliğinden meydana gelen SOAE'ların mevcut olduğu bildirilmiştir (Probst vd., 1986). Çalışmalar, işitme kaybı ve kulak çınlaması olan hastalarda SOAE'ların prevalansının normal popülasyona göre daha düşük olduğunu ileri sürmüştür (Yongbing ve Martin, 2006).

2.6.2.2. Stimulus Frequency Otoakustik Emisyon

Stimulus frequency (uyaran frekansı) otoakustik emisyonlar (SFOAE), tonal problemler tarafından uyarılan, kokleada üretilen ve kulak kanalında kaydedilen düşük seviyeli sinyallerdir (Zhao vd., 2015).

Kulağa saf bir ton sunarak ve ardından kulak kanalında kaydedilen sesin incelenmesiyle üretilirler. Bununla birlikte, cevabın frekansı, uyaranın frekansı ile aynıdır ve cevap amplitüdü uyaranınkinden çok daha düşüktür (Neely vd., 2005; Kalluri ve Shera, 2007).

2.6.2.3. Transient Evoked Otoakustik Emisyon

TEOAE, en yaygın olarak kokleanın bir genişband uyaran olan klik uyaran ile uyarılarak DTH'lerinden cevap üretilmesidir ve klik uyaranın yapısı üzerine kokleanın geniş bir alanının uyarılması sağlanarak Fourier dönüşüm işlevi kullanılarak tarama testlerinde testten geçip geçilmediğine dair bilgi edilmesidir. Tanısal amaçlı kullanıldığında, klik uyaranın uyardığı geniş frekans bölgesindeki cevabın geldiği frekansların analiz edilerek alınan cevaplar ile DTH yapısının durumu değerlendirilmektedir (Lotti ve Bleecker, 2015). Uyaran yoğunluğunun bir fonksiyonu olarak TEOAE'ların amplitüd özelliklerine ilişkin çalışmalar, TEOAE amplitüdünün uyaran seviyesiyle doğrusal olmayan bir şekilde arttığını ve yüksek yoğunluk seviyelerinde doygunluğa ulaştığını ortaya koymuştur (Hood vd., 1996). Ölçümün yapılabilmesi için kısa durasyonlu tone burst uyaran da kullanılabilir (Schapira, 2007).

TEOAE uyaran parametreleri içinde, klinik olarak uyaran şiddeti için en yaygın nonlinear mod için 80-85 dB SPL seviyesi kullanılır. Klik uyaranın durasyonu kısa olduğundan kokleada geniş bir alanı uyarak frekansa spesifik ölçüm yapılmamaktadır. Uyaranın kokleadaki ilk durağı yüksek frekans bölgesi olması sebebiyle cevaba katılan frekans bölgesi çoğunlukla yüksek frekans bölgesi olmakla beraber enerjisinin ulaşabildiği alan kadar olan bölümdeki alçak frekanslar cevaba katkıda bulunmuş olmaktadır. Bu sebeple TEOAE frekansa spesifik olmayan kokleanın geneli hakkında bilgi veren bir testtir. Uyaran hızı olan rate oranı saniyede 60 uyarandan az olmalıdır. TEOAE'lar genellikle analiz penceresi süresi olarak yaklaşık 20 milisaniyenin üzerinde

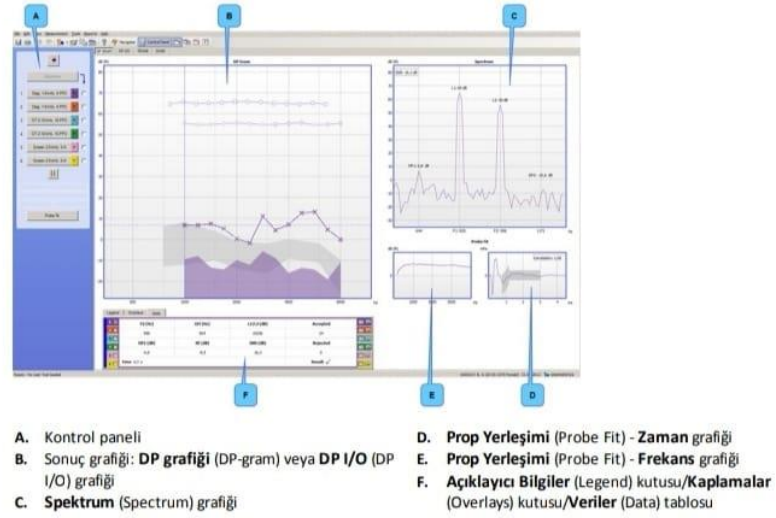
kaydedilmektedir. Alternatif yanıtlar, değişen bilgisayar bellek depoları olan, A ve B kanallarında depolanmaktadır. Kanallardan birisi rarefaction diğeri ise condensation polaritedeki cevapları depolamaktadır. 2 bellek bankası arasında uyumlu bir ilişki kuran veriler, bir yanıt olarak kabul edilmektedir. İlişkili olmayan veriler gürültü olarak kabul edilmektedir. Mevcut olduğunda, TEOAE'lar genellikle 500-4000 Hz frekanslarında meydana gelir. Zaman alanındaki veriler daha sonra genellikle oktav bant analizinde frekans alanına dönüştürülmektedir (Campbell, 2020). Gürültü etmeninin test sonuçlarında etkili olarak false pozitif sonuçların elde edilmemesi için test bebeklerde uyurken yapılarak fizyolojik gürültü seviyeleri azaltılmaktadır. Enstrümantasyon tabanlı yaklaşımlar, OAE yanıt penceresinin azaltılmasını ve istenmeyen sinyallerin yüksek frekans geçirgen filtre veya band pass filtre kullanımı ile de gürültünün test üzerinde etkisini azaltmaktadır. Gürültü alçak frekans komponentli olduğu için emisyon ölçümünde alçak frekans cevaplar üzerinde etkili olmaktadır. TEOAE tarama amaçlı kullanıldığında 1, 2, 3 ve/veya 4 kHz'de üç veya dört frekans bandında emisyonun elde edildiği durumda geçti olarak kabul edilmektedir (McPherson vd., 2006). TEOAE cevaplarının mevcut olabilmesi için 1000 - 4000 Hz aralığında en az bir odyometrik test frekansı için işitme kaybının yaklaşık 30 dB'den az olduğu belirtilmiştir (Hoth vd., 2007). Lineer bir klik uyaran için, uyaran seviyeleri genellikle 70-75 dB SPL'yi geçmemektedir. TEOAE testinde tipik bir gürültü reddetme ayarı 55 dB SPL'dir. Gürültü seviyeleri gürültü reddetme seviyesini aşarsa, uyaranlar reddedilir ve ortalamaya dahil edilmez. Uygun bir gürültü reddetme seviyesi kullanmak, sonuçların aşırı gürültüden etkilenmemesini sağlar. Emisyon cevaplarının mevcut olması için sinyal gürültü oranı (SNR) değerinin 6 dB olması gerekir. Normal işitme fonksiyonları durumunda OAE amplitüdlere genellikle -10 dB SPL ile +30 dB SPL aralığındadır. Cevap veya dalga formu tekrarlanabilirliği yüzde olarak ifade edilir ve A ve B yanıt dalga biçimleri arasındaki benzerlik ölçümün ne kadar güvenilir olduğunu gösteren korelasyon değeridir. Korelasyon %100'e ne kadar yakınsa, A ve B dalga biçimleri o kadar yüksek korelasyonlu veya birbirine benzerdir, bu da A ve B kanalının her ikisinde de yüksek oranda tekrarlanabilir OAE yanıtlarının varlığını gösterir. Uyaran stabilitesi yüzde olarak gösterilir, ölçüm periyodunun başlangıcındaki uyaran seviyesi ile ölçüm sırasında belirli bir zaman noktasındaki seviye arasındaki değişimi göstermektedir. Düşük uyaran stabilite yüzdeleri büyük olasılıkla test sırasında kulak kanalındaki prob

hareketini göstermektedir. Bu durumda hastanın hareketsiz kalması sağlanmalı ve prob yerleşimi tekrar kontrol edilmelidir (Interacoustics, 2019). Uyarının durasyonu 80 mikrosaniye (μs), polarite A ve B kanallarında iki farklı polaritenin gönderilmesi üzerine alternating ve uyarın sayısı 260 olarak ayarlandığında yüksek amplitüde güvenilir TEOAE cevapları elde edilmesi beklenmektedir (Dhar ve Hall, 2018).

2.6.2.4. Distortion Product Otoakustik Emisyon

DPOAE, frekansa spesifik ölçüm yapılmasını sağlayarak tanılama amacıyla kullanıldığında oldukça önemli bilgiler sağlayan ve kolaylıkla kullanılabilen bir test yöntemidir. TEOAE'lardan daha yüksek frekanslarda kayıt yapmak için kullanılabilir. Farklı frekans kombinasyonlarının kullanılması, baziler membranın daha büyük bir bölümü olarak 1-8 kHz frekans aralığının uyarılmasına ve cevapların analiz edilmesine olanak sağlamaktadır (Soh ve Chan, 2015). Oktav band olarak ölçülen frekans sayısı yenidoğan işitme taraması için 4-5, genel tanılama amacıyla 5, ototoksisite takibi için 8 frekans bölgesi incelenmelidir (Dhar ve Hall, 2018).

Yenidoğan işitme taraması için daha yüksek frekans bölgesinin değerlendirilmesi gerekliliği üzerine, araştırmalar, işitme taramasının yaklaşık 2000-4000 veya 5000 Hz'lik bir frekans bölgesi için en verimli olduğunu ve böylece alçak frekanslarda gürültünün etkin olması sebebiyle şüpheli bir cevap alınmasından kaçınılmaktadır (Dhar ve Hall, 2018). DPOAE ölçümünde baziler membran, İki birincil frekans olan f_1 ve f_2 ile uyarılarak emisyon cevabı $2f_1-f_2$ 'ye eşdeğer bir frekansta meydana gelmektedir. Birincil frekanslar değiştirilerek cevaplar baziler membranın farklı bölgelerinden kaydedilebilmektedir (Suckfüll vd., 1996). DPOAE uyarıları f_2 frekansı f_1 'den daha yüksek bir frekans olacak şekilde ayarlanan saf ses uyarandır (Bess ve Humes, 2008). DPOAE ölçümü sonucunun görüntülendiği grafiğe "DP-gram" denir. DPOAE ölçüne ait ölçüm grafiği Şekil 10'da gösterilmiştir.



Şekil 10. DPOAE ölçümünde kontrol ve ölçüme ait grafikler

Kaynak: Natus Medical Denmark ApS (2019)

Bozulma ürünü olan cevabın frekans bölgesinin köken aldığı frekans f_2 frekansının bir fonksiyonu olarak kabul edilmektedir (Abdala ve Visser-Dumont, 2001). İki farklı frekansta ses gönderilerek koklea'da bu iki frekansın dışında başka bir frekans bölgesinin uyarılmasıyla, cevap farklı bölgeden gelmektedir. Bu sebeple distortion (bozulma) ürünü otoakustik emisyon olarak adlandırılmaktadır. Bozulma ürününe genellikle kübik fark tonu veya CDT (cubic difference tone) adı verilir. CDT, frekans olarak f_1 ve f_2 frekanslarından daha alçak frekans olmaktadır. DPOAE, f_1 ve f_2 olan giriş frekanslarına yakın fakat onlardan ayrı bir frekansta meydana geldiğinden, emisyonu frekansa spesifik olarak elde etmek için uyarının durasyonunu, saf ses uyarının özelliği sayesinde uzun tutmak mümkündür. Bozulma ürünü olan emisyon cevabı, kulak kanalında kaydedilen sesin hızlı bir frekans analizi ile giriş frekanslarından ayrılır. Orta dereceden, düşükten çok yükseğe kadar geniş bir ses seviyesi aralığında ölçülebilir (Bess ve Humes, 2008). En sağlam DPOAE cevabı üreten oran f_2 / f_1 oranıdır ve optimal frekans oranı olarak kabul edilir. Bu oran 1,2 olmak üzere, f_2 tonu, f_1 tonundan 1,2 kat daha yüksek bir frekansta sunulmaktadır. Uyarın şiddeti f_1 frekansı için L_1 ve f_2 frekansı için L_2 değerleridir. DP-gram kaydederken L_1 - L_2 şiddetleri sırasıyla 65–55 dB SPL veya 60–50 dB SPL varsayılan seviye ayarlarını içermektedir (Abdala ve Visser-Dumont, 2001). Uyarın şiddeti, L_1 ile L_2 arasında L_1 şiddeti daha büyük olmak üzere 10 dB fark olacak şekilde ayarlanmalıdır. DPOAE'ları ortaya çıkarmak için etkili mutlak uyarın şiddeti seviyeleri, 40-70 dB SPL aralığındadır. Daha düşük seviyeler, özel kayıt teknikleri kullanmadan normal işiten çoğu insanda

gürültü tabanının üzerinde DP seviyeleri üretmek için yetersizdir. 70 dB SPL'den daha yüksek uyaran şiddeti kullanılması durumunda enstrümantasyon ve diğer artefaktları dışlamak zorlaştığından dolayı kullanımı uygun değildir (Dhar ve Hall, 2018).

Sinyal gürültü oranı (SNR) değerinin normal kabul edilmesi için 5–6 dB SNR veya daha büyük bir değer olması gerekmektedir. DPOAE sonuçları üç şekilde yorumlanmaktadır. İlk olarak, DPOAE mevcut ve normal sınırlardadır. Bu sonuç için amplitüd değerlerinin normal sınırlarda olması, gürültünün normal sınırlardan düşük olması, SNR değerinin 6 dB ve üzeri olması gerekmektedir. Emisyon cevapları mevcut ancak anormaldir sonucu için gerekli şartlar, amplitüd değerlerinin normal sınırın altında, gürültünün normal sınırlarda, SNR değerinin 6 dB'den küçük olması gerekmektedir. Emisyon cevapları mevcut değildir sonucunun elde edilmesi için emisyon cevaplarının olmaması veya gürültü seviyesinden daha aşağıda olması gerekmektedir (Abdala ve Visser-Dumont, 2001). Tanı amaçlı ve/veya ototoksiste takibi için, f_2/f_1 oranları 1.20 ile 1.22 arasında ve L1/L2 kombinasyonları 45/35 dB ile 65/55 dB SPL arasında değişmektedir. Hall (aktaran Petersen vd., 2018, s. 1) ayrıca koklear lezyonlar için uyaran düzeylerinin azaltılmasının DPOAE duyarlılığını artırdığını, buna karşın uyaran düzeylerinin artırılmasının DPOAE özgüllüğünü iyileştirdiğini bildirmiştir. Tarama uygulamaları için, 65/55 dB SPL veya 65/65 dB SPL'nin L1/L2 kombinasyonları ile genellikle 1.20'lik bir f_2/f_1 oranı önerilmektedir. Diğer tavsiyeler, koklear disfonksiyona karşı geliştirilmiş bir hassasiyetle daha yüksek bir DPOAE seviyesi üretmenin rapor edilen iki kat avantajı için 65/55 dB SPL'lik bir L1/L2 kombinasyonunu içermektedir (Petersen vd., 2018).

2.6.3. Otoakustik Emisyonların Klinik Kullanım Alanı

OAE'ler yenidoğanlarda işitme taraması için tarama aracı olarak kullanılmaktadır. Ölçüm geçti kaldı kriterine göre sonuçlandırılmaktadır. Kısa süre içerisinde tamamlanan bu ölçüm yönteminin ekonomik olması da göz önüne alındığında OAE cevaplarının, yenidoğanlarda orta kulak sıvısı ve kulak kanalı debrisinden kaynaklanan küçük iletim kayıplarına çok duyarlı olduğu göz önüne alınarak değerlendirme yapılmalıdır (Kemp, 2002). Bir diğer kullanım amacı işitme kaybını tanılama olması üzerine işitsel değerlendirmelerde kullanıldığı durumlar şu şekilde sıralanmaktadır:

- 90 günden büyük ve 4 yaşına kadar olan bebekler
- Özel gereksinimi ve koopere olamayan dolayısıyla subjektif test yöntemleri ile değerlendirilemeyen çocuklar ve bireyler (örn. otizmlili veya felçli bireyler)
- Gelişimsel veya gecikmiş konuşma veya dil bozukluğu olan çocuklar
- Kulak çınlaması, akustik travma, gürültüye bağlı işitme kaybı veya ani işitme kaybı olan kişiler
- Anormal işitsel algıya sahip bireyler
- Sensörinöral işitme kaybı olan bireyler
- Otokleroz ve efüzyonlu otitis media gibi iletim komponentininden kaynaklı işitme kayıplarında elde edilememesi dolayısıyla klinik tanılamada destek bulgusu niteliği taşıma amacıyla kullanılması
- Anormal işitsel işlev çalışmaları veya işitme muayenesinde normal bulgu göstermeyen kişiler
- Fonksiyonel işitme kaybından şüphelenilen bireyler
- Ototoksik ajanları içeren ilaç kullanan hastalarda (örneğin aminoglikozitler, kemoterapi ajanları) ilaç uygulanmasından önce, sırasında ve sonrasında ototoksisitenin izlenmesi ve takibi (“Otoacoustic Emissions Testing”, 2021; Meena vd., 2012)

2.7. Otoakustik Emisyonların Kontralateral Supresyonu

İpsilateral kulakta kaydedilen koklear veya nöral aktivitenin kontralateral kulağın uyarılması ile modüle edilebildiği bilinmektedir. Efferent liflerin uyarılmasından sonra artan koklear mikrofoniğe hariç kontralateral elektriksel uyarımın, diğer tüm potansiyellerin inhibisyonuyla sonuçlandığı bildirilmektedir. Kontralateral supresyon (CS) olarak adlandırılan bu etkinin, olivokoklear efferent sistem içindeki, özellikle MOC sisteminin aracılık etmesiyle sağlandığı varsayılmaktadır (Kim vd., 2002).

Olivokoklear sistem elektrik uyarımı ile, kimyasal stimülasyon veya gürültü ile de etkinleştirilebilmektedir. Etkinleştirildiğinde, MOC sistemi, DTH kontraksiyonunu inhibe ederek emisyon cevabının amplitüdünü azaltır. Normal işitme eşiğine sahip bireylerde klinik olarak beklenen bulgu supresyon etkisinin gözlemlenmesidir (Novanta

vd., 2014). Spontan, geçici olarak uyarılmış ve distorsiyon ürünü otoakustik emisyonlarda kontralateral ses stimülasyonu ile supresyon ölçümü yapılabilmektedir (Attias vd., 1996). OAE supresyon testi, ipsilateral kulaktan emisyon ölçümü gerçekleştirilirken kontralateral kulağa aynı anda bir akustik uyarı verildiğinde, uyarılmış OAE'lerin amplitüd baskılanmasını veya latansı ve fazındaki değişiklikleri ölçerek efferent işitsel sistemi değerlendirir. Supresyon etkisinin analizi, koklear durumun ve merkezi işitsel mekanizmaların, özellikle efferent MOC sistemin değerlendirilmesine izin vermektedir. Supresyon değeri, uyarın varlığında ve yokluğunda elde edilen değerler arasındaki fark olarak hesaplanır. Bir kontralateral gürültü varlığında OAE genliklerinde en az 0,5 dB ses basınç seviyesinde (SPL) bir azalma olduğunda bir supresyon etkisinin mevcut olduğu kabul edilir. 0,5-1 dB SPL'lik bir supresyon etkisi, medial olivokoklear sistemin bütünlüğünü gösterir (Elmoazen vd., 2020). Geniş bantlı gürültü ve beyaz gürültü sıklıkla kontralateral akustik uyarın olarak kullanılır. Atcherson vd., (aktaran Campos vd., 2011, s. 558) emisyon ölçüm türlerinin genelinde, gürültü stimülasyonunun bant genişliği ne kadar genişse, baskılayıcı etkinin o kadar büyük olduğunu doğrulamıştır. DPOAE'da farklı olarak Harrison vd., (aktaran Campos vd., 2011, s. 558) supresyonun cevap amplitüdlerini hem artırılabilceğini hem de bastırılabilceğini öne sürmüştür. Sun, (aktaran Campos vd., 2011, s. 558) orta frekans bölgesinde DPOAE'lar üzerindeki supresyon etkisinin daha büyük olduğunu bildirmiştir. Ibargüen vd., (aktaran Campos vd., 2011, s. 558) 1, 1.5 ve 2 kHz'de beyaz gürültü ve saf seslerin, 0,5 ila 2,5 dB arasında değişen supresyon etkileriyle TEOAE genliği üzerinde en büyük baskılayıcı etkilere sahip olduğunu bildirmiştir (Campos vd., 2011).

İpsilateral, kontralateral veya bilateral gürültü kullanarak TEOAE'larda kontralateral supresyon ölçümü, insanlarda MOC sisteminin işlevini araştırmak için kullanılan invaziv olmayan bir prosedürdür. Normal işiten insan deneklerdeki kanıtlar, MOC sisteminin aktif koklear mekanizmanın modülasyonu ile gürültüdeki sinyallerin saptanmasında rol oynadığını göstermektedir. MOC efferent aktivitesinin, "MOC unmasking" (maske etkisinin kalkması) olarak bilinen bir mekanizma olan karmaşık (kompleks) uyarınlar için sinyal-gürültü oranını artırdığı düşünülmektedir. Guinan (2006), (aktaran Garinis vd., 2008, s. 608) maske etkisinin kalkmasını MOC efferentlerinin gürültüsüz olarak sunulan tone burst uyarınla elde edilen cevapları

engellediğini, ancak sürekli olarak çevresel gürültülü bir ortamda ölçülen sinirsel aktiviteyi artırdığını ve ardından konuşma gibi geçici seslerin işitilebilirliğini artırdığını açıklamıştır. Bu bildirim MOC efferent işlevi teorisi, kontralateral tarafta gürültü uyararı kullanılarak efferent sistemin uyarılmasının gürültülü bir ortamda dinlerken konuşmayı ayırt etme skorlarındaki iyileşme ile ilişkili olduğunu bildiren Kumar ve Vanaja (2004), (aktaran Garinis vd., 2008, s. 608)'nın sonuçlarıyla doğrulanmıştır. Deney hayvanlarını kullanan çalışmalar, orta-yüksek frekansların MOC sisteminin aktivasyonundan güçlü bir şekilde etkilendiğini ortaya çıkarmıştır. Bu sonuç ile MOC mekanizmasının belirli frekanslar için anti-maskeleme özelliklerine sahip olduğunu öne sürmenin beraberinde bunun ortam gürültüsü varlığında konuşma ve algısal şiddet farklılıklarının anlaşılmasını geliştirdiği düşünülmektedir. Bu efferent aktivite teorisini destekleyen ek kanıt, maksimum baskılama miktarının insanlarda klik uyararın verilmesinden itibaren 8-18 ms'de gerçekleşmesidir. Bu zaman bölgesi, konuşmayı anlamak için önemli olan 1-4 kHz aralığında enerji içeren emisyonlara karşılık gelmektedir. Yüksek şiddet düzeyindeki sesin belli bir süre maruziyeti sonucunda fizyolojik olarak meydana gelen stapedius kasının kasılması ile ortaya çıkan akustik refleks (AR), kemikçik zinciri sertleştirerek, timpanik membranın titreşimlerinin genliğini azaltarak ve ardından alçak frekanslı enerjiyi azaltarak TEOAE sinyal amplitüdünü azaltır. Kontralateral MOC supresyon ve AR, her ikisi de SOC'deki nöronlardan kaynaklanmaları ve kontralateral uyarımla aktive edilebilmeleri bakımından benzerdir. Düşük gürültü seviyelerinin (örneğin, 60 dB SPL) TEOAE'lar üzerinde baskılayıcı bir etki ortaya çıkardığı ancak bu şiddet seviyesinin ayrıca bir akustik refleks oluşturacak düzeyde olmaması sebebiyle cevapların MOC sisteminin etkisiyle ortaya çıkmakta olduğu bilinmektedir. Bu nedenle supresyon çalışmalarında yaklaşık 60 dB SPL geniş bant gürültü seviyeleri tercih edilmektedir (Garinis vd., 2008).

TEOAE'nun kontralateral supresyon ölçümünde OAE için kullanılan uyarın parametresi özellikleri olarak uyarın tipi klik uyarın, uyarın polaritesi linear modda sunulan alternating polarite tercih edilmelidir. Linear polaritede artefact cevapları tamamen değil kısmen yok edildiği için ve kayıt dışı bırakılan değerler arasında önemli cevaplar da olmasından ötürü bu durumun önüne geçmek için linear polarite önerilmektedir (Dhar ve Hall, 2018). Nonlinear polarite, dış kulak kanalı ve proble ilgili

akustik artefaktların neredeyse tamamen ortadan kaldırılmasını sağlar yenidoğan taramasında optimum sonuçlar elde etmek için tasarlanmıştır artefaktların cevaplar üzerindeki etkisini önlemek amacıyla önerildiği bildirilmektedir (Durante ve Carvallo, 2008). Kontralateral supresyon değerlerinin en uygun şekilde elde edilmesi için uyaran şiddeti emisyon ölçümünde varsayılan yüksek uyaran şiddeti olan 80 dB peSPL yerine 55-60 dB peSPL aralığında olmalıdır. Kontralateral supresyon ölçümünü gerçekleştirmek için genişband uyaranın verildiği supressör özellikleri içinde uyarım modu olarak binaural kullanımda 10 dB ve daha fazla supresyon etkisi gözlemlenir. Kontralateral supresyon ölçümü için 1-4 dB supresyon etkisi oluşmaktadır. Supressör tipi olarak gürültü uyaranının kullanılması saf ses uyarana göre daha etkili olmaktadır. Gürültü uyararı içinde de geniş band gürültü, darband gürültüye göre daha etkilidir. Supresyon miktarı genişband gürültü kullanıldığında saf ses ve dar band gürültü kullanıldığında elde edilen supresyon değerlerinden daha yüksek olmaktadır. Kontralateral supressörün 400 ms'ye kadar uzatılmış durasyonu supresyon miktarının daha fazla olmasını sağlamakla birlikte klinik uygulamada kontralateral supresyon ölçümü boyunca supressörün sürekli olarak verilmesi gerekmektedir. Supresyon ölçümünde emisyon cevaplarının baskılanması, supressör uyaranının verilmesinin sona ermesinden itibaren 5 ila 20 ms sonra gerçekleşir. İpsilateral veya binaural inhibisyonunda, supressörün verilmesi ile OAE uyaranının verilmesi arasında en az 10 ms'lik bir süre önerilir. En uygun supressör şiddet seviyesi 60-75 dB SPL arasındadır 75 dB'i aşmayacak şekilde ne kadar artırılırsa inhibisyon miktarı da artmaktadır. 75 dB SPL'den daha yüksek supressör şiddeti seviyesinin kullanılmama sebebi bu seviyelerdeki uyaran şiddetinin akustik refleks oluşumuna sebep olabileceği için gözlemlenen supresyon değeri, kontralateral supresyonun yanında akustik refleksten de kaynaklanmış olacağından dolayı MOC sisteminin yalnız başına değerlendirilmesinin mümkün olmamasıdır (Dhar ve Hall, 2018). TEOAE supresyon testinin protokolü Tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1. TEOAE supresyonu test protokolü

TEOAE UYARAN PARAMETRESİ	
Uyaran Tipi	Klik uyaran
Uyaran Polaritesi	Supresyon ölçümü için polarite, linear polarite ya da alternating polarite olarak adlandırılan polarite seçilir
Uyaran Şiddeti	Klik uyaran 80 dB SPL yerine, 55-60 dB SPL arasında verildiğinde supresyon etkisi daha büyüktür
SUPRESSÖR ÖZELLİKLERİ	
Stimilasyon Modu	Binaural ölçümde 10 dB ve üzeri supresyon oluştururken, kontralateral ölçümde 1-4 dB arası supresyon oluşur
Tipi	Gürültü saf sese göre daha etkilidir. Ayrıca geniş band gürültü, dar bant gürültüye göre daha etkilidir
Frekans Özellikleri	Supresyon miktarı, geniş band gürültü için dar bant ve saf ses suppressöre göre daha fazladır
Durasyon	Suppressörün 400 ms'ye kadar uzatılmış durasyonu daha fazla supresyon oluşturur. Klinik olarak, OAE'ların kontralateral supresyonunun klinik ölçümü için suppressörün sürekli olarak verilmesi gerekmektedir
OAE ile Zaman Aralığı	İpsilateral veya binaural supresyon ile "forward masking" paradigmasına benzer şekilde, suppressörün verilmesi ile OAE stimulusun verilmesi arasında en az 10 ms'lik bir aralık önerilir
Şiddet	60-75 dB SPL'e kadar artan suppressör şiddetiyle supresyon miktarı artar. Kontralateral ölçümde suppressör şiddetinin >75 dB SPL'i geçmemesi önerilir

(Kaynak: Dhar ve Hall, 2018)

2.7.1. Otoakustik Emisyonların Kontralateral Supresyonunun Klinik Kullanım Alanları

Yetişkinlerde, OAE'lerdeki MOC değişiklikleri çoğunlukla temel işitme mekanizmalarının anlaşılması için bir yol olarak çalışılırken çocuklarda yapılan çalışmalarda büyük ölçüde çeşitli patolojilere odaklanılmıştır. Çocuklarda, OAE'lar üzerindeki MOC etkisi yenidoğanlarda ve okul çağındaki çocuklarda çalışılmıştır. Bununla birlikte, prematüre yenidoğanlara kıyasla normal yenidoğanlarda daha fazla supresyon etkisinin görüldüğü bildirilerek maturasyon etkisi gösterilmiştir ancak yaş arttıkça supresyon seviyeleri bir miktar azalmaktadır. Diyabetik çocukların supresyon

düzeylerinin azaldığı da gösterilmiştir. Kemoterapide de bir süre sonra seviyelerin normale dönmesiyle supresyonda azalma görülmektedir (Jedrzejczak vd., 2020a). Otizm spektrum bozukluğu olan çocukların, sağ kulakta sol kulağa göre daha fazla supresyon etkisine sahip olduğu gösterilmişken, kontrol grubunda lateralizasyon farkı bulunmamıştır. Ancak orak hücre hastalığında olduğu gibi önemli ve anlamlı bir baskılama etkisinin olmadığı örnekler de vardır (Stuart ve Preast, 2012). İşitsel işleme bozukluğu vakalarında OAE supresyonu ile ilgili baskılama etkisinin görüldüğü ve hiçbir etkinin görülmediğinin bildirildiği çelişkili sonuçlar mevcuttur (Jedrzejczak vd., 2020a). Her iki cinsiyetten bireyleri içeren ve fonofobinin değerlendirilen değişkenler arasında yer almadığı migrenli bireyler üzerinde TEOAE üzerinden yapılan supresyon ölçümünde supresyon etkisinin azaldığı bildirilmiştir. Bir grup sağlıklı kadın bireyler ile migren ve fonofobisi olan kadınlarda yapılan TEAOE ile supresyon ölçümünde migren ve fonofobisi olan bireylerde supresyon etkisinde azalma görülmüştür. Bu bulgu, migrende ortaya çıkan işitsel aşırı duyarlılık biçiminin, medial olivokoklear sistem yoluyla efferent akustik refleksin bozulmasıyla ilişkili olabileceğini düşündürmektedir (Joffily vd., 2016). İşitsel nöropati ve işitsel işleme bozukluğu görülen hastalarda emisyonların supresyonunun mevcut olmadığı veya azaldığı bildirilmektedir. The Joint Committee on Infant Hearing'e (2000) (aktaran Durante ve Carvallo, 2008, s. 72) göre yenidoğan işitme taramasından geçen ancak diğer işitme bozuklukları veya konuşma / dil gecikmesi için risk göstergelerine sahip tüm bebekler iletişim gelişimi için izlenmelidir. İşitsel işleme bozuklukları, afferent veya efferent işitme sistemlerinden etkilenebilen çeşitli nörobiyolojik mekanizmaların aktivitesinden kaynaklanır. Medial efferent sistemin işlevleri, gürültüde sinyal tespitinin modülasyonunu içermekle birlikte periferik işitme duyarlılığı ile ilgilidir. MOC sistemi bu tür bozukluklarda küçük ve spesifik bir rol oynadığından ötürü işitsel işleme bozukluğu tanısından şüphelenilen hastalarda OAE supresyon ölçümü, klinik değerlendirme testleri içinde yer almalıdır (Durante ve Carvallo, 2008). Normal işiten katılımcılarda, MOC sisteminin OAE'lerin kontralateral supresyonuyla değerlendirildiğinde elde edilen supresyon miktarı ile kontralateral gürültü aracılığıyla MOC sisteminin etkinleşerek gürültüde konuşmanın anlaşılabilirliğini artırmak görevi üzerine konuşmadaki algısal performansta artış görülmesi arasında birbiriyle uyumlu olan korelasyonlar kurulmuştur. Bu durumda gelişimsel dil değerlendirmesinde

supresyon testi ile önemli bilgiler sağlanmaktadır (Clarke vd., 2006). Tinnitus ve hiperakuzi efferent işitme sistemi ile ilgilidir. MOC sisteminde görülen bir patoloji tinnitus ve hiperakuziye sebep olabilir. Bu sebeple tinnitus ve hiperakuzi şikayetleri olan normal işiten erişkinlerde TEOAE'nun oluşumunu ve baskılayıcı etkisini doğrulamak, tinnitus dereceleri ile hiperakuzi dereceleri arasında ve TEOAE'nun baskılayıcı etkisi ile kulak lateralizasyonu, tinnitus ve hiperakuzi dereceleri arasındaki ilişkinin varlığını doğrulamak amacıyla da kullanılmaktadır. Yapılan bir çalışmada TEOAE supresyon etkisi ile lateralizasyon, tinnitus dereceleri ve hiperakuzi dereceleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmadığı bildirilmiştir (Urnau ve Tochetto, 2012). Efferent sinir sisteminin DTH fonksiyonu olarak değerlendirilen TEOAE amplitüdü üzerindeki inhibitör etkisinin, kokleanın periferindeki efferent sinir yollarında fiziksel veya anatomik bozulma olduğunda kaybolduğu veya azaldığı gösterilmiştir. Vestibüler sinir bölümünün nörotomize olduğu kulaklarda TEOAE supresyonunun ortadan kalktığı veya önemli ölçüde azaldığı bildirilmiştir. Bunun nedeni muhtemelen sinir transeksiyonunun medial efferent sinir uyarılarının DTH'lerine iletimini engellemesidir (Ferguson vd., 2001). MOC sisteminin klinik önemi, OAE cevaplarının modülasyonunda, işitsel hassasiyette, gürültüde sinyal tespitinde, koklear çekirdek içindeki aktivitede ve seçici dikkati kolaylaştırmakta rol oynadığını gösteren çeşitli çalışmalarla belirtilmiştir (Durante ve Carvallo, 2006). MOC refleksinin klinik muayenesi, gürültüye bağlı işitme kaybının meydana gelmesi ihtimaline daha açık konumda olan bireyleri belirlemekle birlikte gürültüye bağlı işitme kaybı gelişen bireylerin MOC sistemleri hakkında bilgi sahibi olarak alınması gereken işitsel rehabilitasyondan ve işitme koruma programlarında olası istihdamdan yararlanabilecek kişileri tahmin etmek için de önerilmiştir (Stuart ve Kerls, 2018). MOC efferent refleksinin, dinamik işitme aralığını kaydırmak, kulağı akustik travmadan korumak ve maskeleme gürültüsünün etkilerini azaltmak görevleri de bulunmaktadır (Stuart ve Butler, 2012). Normal işitmeye sahip 3-6 yaş arasındaki bireyler üzerinde cinsiyetin kontralateral supresyon üzerinde etkisi araştırıldığında TEOAE supresyonu ile elde edilen supresyon değerlerinin yetişkinlerinkine benzer olmakla birlikte cinsiyetin de önemli bir etkisi olmadığını bildirmiştir Jedrzejczak vd. (2020a). Normal işitmeye sahip olan bireylerin sağ kulağı üzerinde cinsiyetin TEOAE supresyon miktarı üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmada cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık

bulunmuştur. Supresyon etkisinin erkeklerde kadınlara göre daha fazla olduğu görölmüştür (Abdollahi ve Lotfi, 2011).



3. GEREÇ YÖNTEM

Bu çalışma, KTO Karatay Üniversitesi Odyoloji Anabilim dalı Odyoloji Yüksek Lisans Programı bitirme tezi olarak planlanarak KTO Karatay Üniversitesi Odyoloji Kliniğinde gerçekleştirilmiştir. KTO Karatay Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurul Komisyonu tarafından 27.04.2021 tarihli ve 2021/003 sayılı karar ile etik kurul onayı alınarak çalışmaya başlanmıştır (Sayı: 41901325-050.99).

3.1. Bireyler

Bu çalışma normal işitmeye sahip olan, herhangi bir dış kulak ve orta kulakla ilgili problemi bulunmayan 30 kadın ve 30 erkek yetişkin birey üzerinde gerçekleştirilmiştir.

3.1.1. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri

- Saf ses odyometri testi için bilateral saf ses ortalamasının ≤ 20 dB HL ile normal işitmeye sahip olan ve işitmesi hakkında herhangi bir problemi ve şikayeti olmayan bireyler,
- Yapılan otoskopik muayenede normal bir dış kulak yolu ve timpanik membrana sahip olunması,
- Geçirilmiş otolojik ve nörolojik hastalığın bulunmaması gürültüye maruz kalmama ve işitme seviyelerini etkileyecek ilaç kullanımı hikayesinin bulunmaması,
- İmmittansmetrik ölçümler neticesinde her iki kulak için 226 Hz prob ton kullanılarak yapılan timpanogram sonucunun Tip A olması,
- İmmittansmetrik ölçümler neticesinde her iki kulak için ipsilateral ve kontralateral akustik refleks eşiklerinin ≥ 80 dB HL olması
- OAE testleri neticesinde her iki kulak için korelasyon değerinin $\geq 70\%$ olarak belirlenmiştir.

3.1.2. Çalışmaya Dahil Edilmeme Kriterleri

- İletim, sensörinöral veya karma tipte işitme kaybı olanlar,

- Dış kulak yolu ve veya timpanik membranda anatomik bir bozukluğa sahip olan bireyler,
- Ek engeli bulunan bireyler,
- Nöro-psikiyatrik sorunu olan bireyler,
- Araştırma için gerekli olan odyolojik, immitansmetrik ve otoakustik emisyon testleri yapılamayanlar.

3.2. Kullanılan Testler ve Yöntem

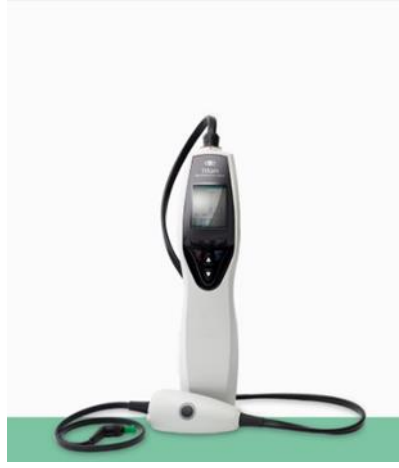
Çalışma esnasında otoskopik muayene için Orvision video otoskop cihazı kullanılarak dış kulak kanalı ve kulak zarı normal fonksiyon gösteren tüm bireyler çalışmaya dahil edilmiştir. Saf ses odyometri testi için Industrial Acoustics Company (IAC) standardındaki sessiz odada Interacoustics AC-40 klinik odyometre ile işitme eşiği tespiti yapılarak normal işitmeye sahip bireyler çalışmaya dahil edilmiştir. Saf ses odyometri cihazı Şekil 11’de gösterilmiştir.



Şekil 11. AC40 model klinik odyometre cihazı

Kaynak: Interacoustics (2020)

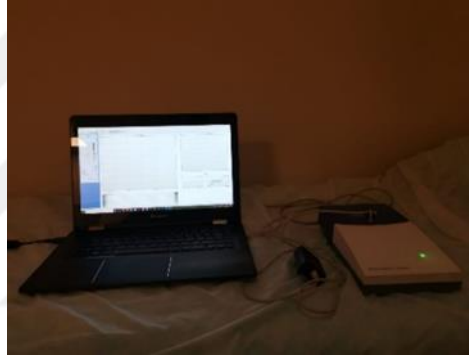
Hava yolu işitme eşikleri TDH-39 standart kulaklık ile, kemik yolu ölçümleri ise B-71 kemik vibratörü ile ölçülmüştür. 250-8000 Hz arasında ≤ 20 dB HL normal işitme eşik değerine sahip olan bireyler çalışmaya dahil edilmiştir. İmmitansmetrik ölçümler, Interacoustics Titan timpanometre cihazı ile 226 Hz prob tonda değerlendirme yapılmıştır. İmmitansmetrik ölçümde Tip A sonucu normal timpanogramı olan ve 500-2000 Hz arasında ipsilateral akustik refleksleri normal düzeylerde olan bireyler ile çalışma gerçekleştirilmiştir. Timpanometre cihazı Şekil 12’de gösterilmiştir.



Şekil 12. Interacoustics titan timpanometre cihazı

Kaynak: Interacoustics (2020)

Otoakustik emisyon ölçümü için Otometrics - MADSEN Capella² cihazı OTOsuite yazılımı ile kullanılmıştır. Cihaz, Şekil 13’de gösterilmiştir.



Şekil 13. Otometrics - madsen capella² cihazı

TEOAE ölçümü 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz ve 4000 Hz’te klik uyarı kullanılarak, uyarı şiddeti 80 dB SPL’de, Uyarı stabilitesinin >%80 olduğu, uyarının temporal özelliği: 0.1 msn, nonlinear polaritede, rate oranı 50/sn, uyarının sayısı 512 sweep, gürültü reddetme seviyesi 47 dB SPL ve test probu için Disposable UGD Probe (Otometrics-MADSEN Capella² için) parametreleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. TEOAE kontralateral supresyon ölçümü için kontralateral kulağa gürültü uyarı, Hedera Biomedics Socrates cihazı ile ER-3A kulaklıklar kullanılarak 60 dB SPL şiddetinde geniş band gürültü (beyaz gürültü) kullanılarak verilmiştir. Hedera Biomedics Socrates cihazı Şekil 14’te gösterilmiştir.



Şekil 14. Hedera biomedics socrates cihazı

Kontralateral supresyon ölçümü için kullanılan TEOAE uyaran ve kayıt parametreleri içinde klik uyaran, geniş band frekans aralığında 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz ve 4000 Hz’lerde uyaran şiddeti 60 dB SPL, uyaran stabilitesi $>80\%$, uyaranın temporal özelliği 0.1 msn, uyaranın polaritesi Linear/Alternating, uyaranın rate oranı 50/sn, uyaranın sayısı 512 sweep olarak gürültü reddetme seviyesi: 47 dB SPL modunda test probu olarak disposable UGD probe ile Otometrics-Madsen Capella² cihazında gerçekleştirilmiştir. Kontralateral supresyon ölçümü aynı anda olmak üzere ipsilateral kulağa klik uyaran, kontralateral kulağa geniş band gürültü verilerek emisyon amplitüdleri ölçülmüştür. Kontralateral supresyon ölçümü öncesinde gürültü uyarını olmaksızın sadece emisyon ölçümü gerçekleştirilmiştir. Supresyonsuz emisyon amplitüdlerinden supresyonlu emisyon amplitüdleri çıkarılarak aradaki fark değeri supresyon miktarı olarak bulunmuştur. Tüm TEOAE ölçümlerinde prob bir defa takılarak aynı kulakta sırasıyla supresyonsuz, supresyonlu ve tekrar supresyonsuz ve supresyonlu ölçüm gerçekleştirilerek diğer kulağa geçildiğinde aynı işlemler uygulanmıştır. Her iki kulağa yapılan ölçüm süresi toplam olarak yaklaşık 15 dakika sürmüştür. TEOAE ve kontralateral supresyonun değerlendirmesinde kullanılan TEOAE uyaran ve kayıt parametreleri Tablo 3.1’ de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. TEOAE otoakustik emisyon ve kontralateral supresyonun değerlendirilmesinde kullanılan TEOAE uyaran ve kayıt parametreleri

Uyaran ve Kayıt Özellikleri	Supresyonsuz TEOAE Ölçüm Parametresi	Supresyonlu TEOAE Ölçüm Parametresi
Uyaran Tipi	Click	Click
Uyaranın Spektral Özellikleri	Geniş Band Frekans Aralığı	Geniş Band Frekans Aralığı
Uyaran Frekansları	1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz	1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz
Uyaranın Şiddeti	80 dB SPL	60 dB SPL
Uyaranın Stabilitesi	>%80	>%80
Uyaranın Temporal Özelliği	0.1 ms	0.1 ms
Uyaranın Polaritesi	Nonlinear	Linear
Uyaranın Rate	50/sn	50/sn
Uyaranın Sayısı	512 Sweep	512 Sweep
Gürültü Reddetme Seviyesi	47 dB SPL	47 dB SPL
Uyaran Tipi	Geniş Band Frekans Aralığı	Geniş Band Frekans Aralığı
Test Probu	Disposible UGD Probe (For OtometricsMADSEN Capella ²)	Disposible UGD Probe (For Otometrics-MADSEN Capella ²)

Kontralateral verilen elicitor uyaran özellikleri Tablo 3.2.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.2. Kontralateral verilen supresyon uyaran özellikleri

Elicitor Uyaran Verilen Cihaz	Hederabiomedics- Socrates Elicitor	Uyaran Verilen
Dönüştürücü	ER-3A İnsert Kulaklık	
Elicitor Uyaran Supresyon Şiddeti ve Tipi	60 dB SPL Geniş Band Gürültü	

3.3. İstatiksel Analiz

Verilerin değerlendirilmesinde SPSS 25 (IBM Corp. Released 2017. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0. Armonk, NY: IBM Corp.) istatistik paket programı kullanılmıştır. Çalışmada kategorik ve sürekli değişkenler için tanımlayıcı istatistikler (ortalama, standart sapma, medyan, minimum, maksimum) verilmiştir. Nicel değişkenlerin normal dağılım gösterip göstermediği “Kolmogorov Smirnov” testi kullanılarak yapılmıştır. Nicel bir değişken normal dağılım gösteriyor ise ortalama ve standart sapma (ort. $\pm$ std.sapma) ile; nicel bir değişken normal dağılım göstermiyor ise medyan (min.-maks.) değeri ile verilmiştir. Parametrik testlerin ön şartlarından varyansların homojenliği “Levene” testi ile kontrol edilmiştir. Normallik varsayımına ise “Kolmogorov Smirnov” testi ile bakılmıştır. Nicel değişkenlerin farklılıkları değerlendirilmek istendiğinde parametrik testin ön şartlarının sağlandığı durumda “Student’s t Test” kullanılmış; sağlanamadığı durumlarda non-parametrik test olan “Mann Whitney-U” kullanılmıştır. $p < 0,05$ istatistiksel açıdan anlamlı olarak kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Çalışmamızda normal işiten 30 kadın ve 30 erkek bireyin immitansmetrik ölçümleri, saf ses hava yolu işitme eşikleri, supresyonsuz TEOAE ölçümleri, supresyonlu TEOAE ölçümleri ve supresyon değerlendirmeleri yapılmıştır. Yapılan değerlendirmelerin sonucunda elde edilen bulguların istatistiksel analiz sonuçları aşağıda sunulmuştur.

Çalışmada erkek ve kadın bireylerin sağ kulağına ait orta kulak basıncı (daPa), orta kulak kompliansı (mmHo) ve eş değer dış kulak kanalı hacmine (cc) ilişkin bulgular Tablo 4.1’de verilmiştir.

Orta kulak basınç değeri, orta kulak komplians değeri, eş değer dış kulak kanalı hacim değerine ilişkin bulgular incelendiğinde; cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$). İstatistiksel analiz sonuçlarında; orta kulak basıncı ve eş değer dış kulak kanalı hacim değerleri erkeklerde daha yüksek kadınlarda daha düşük, orta kulak komplians değeri ise kadınlarda erkeklere göre daha yüksek elde edilmiştir.

Tablo 4.1. Erkek ve kadın bireylerin sağ kulak immitansmetrik test sonuçları

Değişken	n	Erkek					Kadın					P
		$\bar{x}$	SS	M.	Min.	Max.	$\bar{x}$	SS	M.	Min.	Max.	
Orta Kulak Basıncı (daPa)	30			-6,50	-97	7			-10,0	-48	-3	0,415 ^b
Orta Kulak Kompliansı (mmho)	30			0,73	0,37	1,66	0,85	0,34				0,959 ^b
Eş Değer Dış Kulak Kanalı Hacmi (cc)	30	1,37	0,41						1,27	0,76	1,69	0,287 ^b

* $p<0,05$

^a:Student t Testi

^b:Mann Whitney U Testi

Çalışmada erkek ve kadın bireylerin sol kulağına ait orta kulak basıncı (daPa), orta kulak kompliansı (mmHo) ve eş değer dış kulak kanalı hacmine (cc) ilişkin bulgular Tablo 4.2’de verilmiştir.

Orta kulak basınç değeri, orta kulak komplians değeri, eş değer dış kulak kanalı hacim değerine ilişkin bulgular incelendiğinde; eş değer dış kulak kanalı hacim değerinde cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,05$). İstatistiksel analiz sonuçlarında; orta kulak basıncı ve eş değer dış kulak kanalı hacim

değerleri erkeklerde daha yüksek kadınlarda daha düşük, orta kulak komplians değeri ise kadınlarda erkeklere göre daha yüksek elde edilmiştir.

Tablo 4.2. Erkek ve kadın bireylerin sol kulak immitansmetrik test sonuçları

Değişken	n	Erkek					Kadın					p
		$\bar{x}$	SS	M.	Min.	Max.	$\bar{x}$	SS	M.	Min.	Max.	
Orta Kulak Basıncı (daPa)	30			-9,50	-58	6	-10,4	11,9				0,876 ^b
Orta Kulak Kompliansı (mmho)	30	0,83	0,33				0,87	0,36				0,722 ^a
Eş Değer Dış Kulak Kanalı Hacmi (cc)	30	1,50	0,33				1,24	0,33				0,005 ^{a*}

*p<0,05

^a:Student t Testi

^b:Mann Whitney U Testi

Çalışmada erkek ve kadın bireylerin sağ kulağına ait akustik refleks eşiklerine (dB HL) ilişkin bulgular Tablo 4.3’de verilmiştir.

Akustik refleks eşik değerlerine ilişkin bulgular incelendiğinde; cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$). İstatistiksel analiz sonuçlarında; 500 Hz akustik refleks değeri erkeklerde daha yüksek kadınlarda daha düşük, 1000 Hz ve 2000 Hz akustik refleks değeri ise erkeklerde ve kadınlarda aynı elde edilmiştir.

Tablo 4.3. Sağ kulak akustik refleks eşik ölçüm sonuçları

Değişken	n	Erkek (dB HL)			Kadın (dB HL)			p
		M.	Min.	Max.	M.	Min.	Max.	
500 Hz	30	90	80	95	85	80	100	0,587
1000 Hz	30	90	80	95	90	80	100	0,688
2000 Hz	30	90	80	95	90	80	100	0,843

*p<0,05

Çalışmada erkek ve kadın bireylerin sol kulağına ait akustik refleks eşiklerine (dB HL) ilişkin bulgular Tablo 4.4’de verilmiştir.

Akustik refleks eşik değerlerine ilişkin bulgular incelendiğinde; cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$). İstatistiksel analiz sonuçlarında; 500 Hz ve 1000 Hz akustik refleks değeri erkeklerde daha yüksek kadınlarda daha düşük, 2000 Hz akustik refleks değeri ise erkeklerde ve kadınlarda aynı elde edilmiştir.

Tablo 4.4. Sol kulak akustik refleks eşik ölçüm sonuçları

Değişken	n	Erkek (dB HL)			Kadın (dB HL)			p
		M.	Min.	Max.	M.	Min.	Max.	
500 Hz	30	90	80	95	85	80	100	0,091
1000 Hz	30	90	80	95	87,50	80	100	0,481
2000 Hz	30	90	80	95	90	80	100	0,543

*p<0,05

Çalışmada erkek ve kadın bireylerin sağ kulağına ait 250 Hz, 500 Hz, 750 Hz, 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz, 6000 Hz ve 8000 Hz frekanslarında saf ses hava yolu işitme eşiklerine (dB HL) ilişkin bulgular Tablo 4.5’de verilmiştir.

Saf ses hava yolu işitme eşik değerlerine ilişkin bulgular incelendiğinde; cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$). İstatistiksel analiz sonuçlarında; 500 Hz, 750 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz, 6000 Hz ve 8000 Hz saf ses hava yolu işitme eşik değerleri erkeklerde daha yüksek kadınlarda daha düşük, 1500 Hz saf ses hava yolu işitme eşik değeri kadınlarda daha yüksek erkeklerde daha düşük, erkeklerde ve kadınlarda 250 Hz ve 1000 Hz’de saf ses hava yolu işitme eşik değerleri ise aynı elde edilmiştir.

Tablo 4.5. Sağ kulak saf ses hava yolu işitme eşikleri

Değişken	n	Erkek (dB HL)			Kadın (dB HL)			p
		M.	Min.	Max.	M.	Min.	Max.	
250 Hz	30	10	0	15	10	0	20	0,950
500 Hz	30	10	0	15	5	0	15	0,361
750 Hz	30	10	0	15	5	0	15	0,568
1000 Hz	30	7,5	0	10	7,5	0	15	0,904
1500 Hz	30	7,5	0	15	10	0	15	0,224
2000 Hz	30	10	0	15	5	0	15	0,217
3000 Hz	30	10	0	15	7,5	0	15	0,588
4000 Hz	30	10	0	15	5	0	15	0,054
6000 Hz	30	10	0	15	5	0	10	0,056
8000 Hz	30	10	0	15	7,5	0	20	0,583

*p<0,05

Çalışmada erkek ve kadın bireylerin sol kulağına ait 250 Hz, 500 Hz, 750 Hz, 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz, 6000 Hz ve 8000 Hz frekanslarında saf ses hava yolu işitme eşiklerine (dB HL) ilişkin bulgular Tablo 4.6’da verilmiştir.

Saf ses hava yolu işitme eşik değerlerine ilişkin bulgular incelendiğinde; cinsiyetler arasında 6000 Hz’de istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). İstatistiksel analiz sonuçlarında; 500 Hz, 750 Hz, 1000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz, 6000 Hz

ve 8000 Hz saf ses hava yolu işitme eşik değerleri erkeklerde daha yüksek kadınlarda daha düşük, 1500 Hz saf ses hava yolu işitme eşik değeri kadınlarda daha yüksek erkeklerde daha düşük, erkeklerde ve kadınlarda 250 Hz ve 2000 Hz’de saf ses hava yolu işitme eşik değerleri ise aynı elde edilmiştir.

Tablo 4.6. Sol kulak saf ses hava yolu işitme eşikleri

Değişken	n	Erkek (dB HL)			Kadın (dB HL)			p
		M.	Min.	Max.	M.	Min.	Max.	
250 Hz	30	10	0	15	10	0	20	0,447
500 Hz	30	10	0	15	5	0	20	0,402
750 Hz	30	10	0	15	5	0	15	0,292
1000 Hz	30	10	0	15	5	0	15	0,253
1500 Hz	30	5	0	15	7,5	0	15	0,190
2000 Hz	30	5	0	15	5	0	15	0,769
3000 Hz	30	10	0	15	5	0	15	0,058
4000 Hz	30	10	0	15	5	0	15	0,167
6000 Hz	30	10	0	15	5	0	20	0,028*
8000 Hz	30	10	0	15	5	0	20	0,337

*p<0,05

Çalışmada erkek ve kadın bireylere ait sağ kulak 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyonsuz TEOAE amplitüd (dB) değerleri, supresyonsuz SNR (dB), supresyonlu TEOAE amplitüd (dB) değerleri ve supresyonlu SNR’ye (dB) ilişkin bulgular Tablo 4.7’de verilmiştir.

Sağ kulak 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyonsuz TEOAE amplitüd (dB) değerleri, supresyonsuz SNR (dB), supresyonlu TEOAE amplitüd (dB) değerleri ve supresyonlu SNR (dB) bulguları cinsiyetler yönünden incelendiğinde; 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz supresyonsuz ve supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüd, supresyonsuz ve supresyonlu SNR değerinde cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz’de supresyonsuz TEOAE amplitüd, supresyonsuz TEOAE amplitüdüne ait SNR, supresyonlu TEOAE amplitüd, supresyonlu TEOAE amplitüdüne ait SNR değeri kadınlarda daha yüksek erkeklerde daha düşük elde edilmiştir.

Tablo 4.7. Sağ kulak 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyonsuz ve supresyonlu TEOAE amplitüdü ve SNR değerleri

	Değişken	n	Erkek					Kadın					p
			$\bar{x}$	SS	M.	Min.	Max.	$\bar{x}$	SS	M.	Min.	Max.	
1000 Hz	Supresyonsuz TEOAE amp.	30	8,0	4,7						11,9	-3,9	20,8	0,008 ^{b*}
	S'suz SNR	30			6,8	1,5	24,6			10,5	2,6	21,6	0,002 ^{b*}
	Supresyonlu TEOAE amp.	30	-0,3	4,5				2,7	4,8				0,000 ^{a*}
	S'lu SNR	30	6,7	4,0				9,6	4,5				0,000 ^{a*}
1500 Hz	Supresyonsuz TEOAE amp.	30	4,5	5,6				7,7	6,0				0,003 ^{a*}
	S'suz SNR	30	9,6	4,8				13,4	5,6				0,000 ^{a*}
	Supresyonlu TEOAE amp.	30	-3,9	6,4						1,0	-13,8	12,6	0,000 ^{b*}
	S'lu SNR	30	7,9	5,0				11,0	5,3				0,002 ^{a*}
2000 Hz	Supresyonsuz TEOAE amp.	30	0,49	4,9				3,7	5,7				0,001 ^{a*}
	S'suz SNR	30	9,9	4,7				12,6	5,4				0,000 ^{a*}
	Supresyonlu TEOAE amp.	30	-7,5	5,2				-3,3	7,0				0,005 ^{a*}
	S'lu SNR	30			6,7	1,3	21,8	11,6	5,6				0,000 ^{b*}
3000 Hz	Supresyonsuz TEOAE amp.	30	-4,8	5,1						-0,6	-11,1	14,4	0,000 ^{b*}
	S'suz SNR	30	9,6	5,0						13,1	4,8	27,5	0,000 ^{b*}
	Supresyonlu TEOAE amp.	30			-12,6	-19,1	1,4			-6,0	-19,4	4,7	0,000 ^{b*}
	S'lu SNR	30			8,5	1,9	23,9	13,2	5,4				0,000 ^{b*}
4000 Hz	Supresyonsuz TEOAE amp.	30			-6,7	-11,8	4,3	-2,0	4,4				0,000 ^{b*}
	S'suz SNR	30			3,6	0,5	15,0	7,9	4,2				0,000 ^{b*}
	Supresyonlu TEOAE amp.	30			-13,7	-16,5	0,5	-8,8	4,7				0,000 ^{b*}
	S'lu SNR	30			2,7	0,3	17,3	6,7	2,1				0,000 ^{b*}

*p<0,05

^a:Student t Testi

^b:Mann Whitney U Testi

Çalışmada erkek ve kadın bireylere ait sol kulak 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyonsuz TEOAE amplitüd (dB) değerleri, supresyonsuz SNR (dB), supresyonlu TEOAE amplitüd (dB) değerleri ve supresyonlu SNR'ye (dB) ilişkin bulgular Tablo 4.8'de verilmiştir.

Sol kulak 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyonsuz TEOAE amplitüd (dB) değerleri, supresyonsuz SNR (dB), supresyonlu TEOAE amplitüd (dB) değerleri ve supresyonlu SNR (dB) bulguları cinsiyetler yönünden incelendiğinde; 1000 Hz supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüd, supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüd ve supresyonlu SNR değerinde, 1500 Hz supresyonlu TEOAE amplitüdü ve supresyonlu SNR değerinde, 2000 Hz, 3000 Hz ve 4000 Hz’de supresyonsuz TEAOE amplitüdü, supresyonsuz SNR değerinde, supresyonlu TEAOE amplitüdü, supresyonlu SNR değerinde cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz ve 4000 Hz’de supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüd, supresyonsuz SNR değeri, supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüd ve supresyonlu SNR değeri kadınlarda daha yüksek erkeklerde daha düşük elde edilmiştir.

Tablo 4.8. Sol kulak 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyonsuz ve supresyonlu TEOAE amplitüdü ve SNR değerleri

	Değişken	n	Erkek					Kadın					p
			$\bar{x}$	SS	M.	Min.	Max.	$\bar{x}$	SS	M.	Min.	Max.	
1000 Hz	Supresyonsuz TEOAE amp.	30	7,6	4,9						9,6	-3,4	19,9	0,049 ^{b*}
	S'suz SNR	30	8,4	5,1						9,4	2,1	21,5	0,075 ^b
	Supresyonlu TEOAE amp.	30	-0,3	4,7				1,9	5,0				0,010 ^{a*}
	S'lu SNR	30	6,6	3,8				8,6	4,7				0,013 ^{a*}
1500 Hz	Supresyonsuz TEOAE amp.	30	4,4	6,0				5,7	4,9				0,180 ^a
	S'suz SNR	30	9,8	5,5				11,7	4,6				0,051 ^a
	Supresyonlu TEOAE amp.	30	-4,1	6,8				-1,5	5,9				0,031 ^{a*}
	S'lu SNR	30	7,8	5,1				10,6	4,9				0,003 ^{a*}
2000 Hz	Supresyonsuz TEOAE amp.	30	0,5	4,9						1,6	-6,0	18,9	0,024 ^{b*}
	S'suz SNR	30	8,9	4,6				11,3	4,7				0,008 ^{a*}
	Supresyonlu TEOAE amp.	30			-9,5	-15,7	3,3	-5,1	6,1				0,006 ^{b*}
	S'lu SNR	30			6,6	1,0	18,9			10,4	1,8	25,2	0,001 ^{b*}
3000 Hz	Supresyonsuz TEOAE amp.	30	-5,3	4,5				-1,5	4,6				0,000 ^{a*}
	S'suz SNR	30			9,0	1,6	17,4	11,8	4,6				0,003 ^{b*}
	Supresyonlu TEOAE amp.	30	-12,1	5,5				-8,8	5,0				0,001 ^{a*}
	S'lu SNR	30			7,5	10,7	17,1	11,3	4,0				0,000 ^{b*}
4000 Hz	Supresyonsuz TEOAE amp.	30	-4,8	3,7				-1,4	4,5				0,000 ^{a*}
	S'suz SNR	30			4,2	0,5	11,4	7,8	4,8				0,000 ^{b*}
	Supresyonlu TEOAE amp.	30			-13,0	-16,7	-3,8	-8,6	4,7				0,000 ^{b*}
	S'lu SNR	30			2,85	0,4	12,6			6,4	0,9	21,3	0,000 ^{b*}

*p<0,05

^a:Student t Testi

^b:Mann Whitney U Testi

Çalışmada erkek bireylerin sağ kulak ve sol kulağa göre 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyonsuz TEOAE amplitüd (dB) değerleri, supresyonsuz SNR (dB),

supresyonlu TEOAE amplitüd (dB) değerleri ve supresyonlu SNR'ye (dB) ilişkin bulgular Tablo 4.9'da verilmiştir.

Erkek bireylerde 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyonsuz TEOAE amplitüd (dB) değerleri, supresyonsuz SNR (dB), supresyonlu TEOAE amplitüd (dB) değerleri ve supresyonlu SNR (dB) bulguları sağ kulak ve sol kulak için incelendiğinde; 4000 Hz supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüd değerinde sağ kulak ve sol kulak arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000 Hz supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüd ve supresyonlu SNR değerinde, 1500 Hz supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüd, supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüd ve supresyonlu SNR değeri, 2000 Hz supresyonsuz SNR, supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüd ve supresyonlu SNR değeri, 3000 Hz supresyonsuz SNR ve supresyonlu SNR değeri sağ kulakta daha yüksek sol kulakta daha düşük elde edilmiştir. 1000 Hz ve 1500 Hz supresyonsuz SNR değeri, 2000 Hz supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüd, 3000 Hz supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüd ve supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüd, 4000 Hz supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüd, supresyonsuz SNR değeri, supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüd ve supresyonlu SNR değeri ise sol kulakta sağ kulağa göre daha yüksek elde edilmiştir. 1000 Hz supresyonlu TEOAE amplitüdü sağ kulakta ve sol kulakta aynı elde edilmiştir.

Tablo 4.9. Erkeklerde 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında sağ ve sol kulak supresyonsuz ve supresyonlu TEOAE amplitüdü ve SNR değerleri

	Değişken	n	Sağ Kulak					Sol Kulak					p
			$\bar{x}$	SS	M.	Min.	Max.	$\bar{x}$	SS	M.	Min.	Max.	
1000 Hz	Supresyonsuz TEOAE amp.	30	8,0	4,7				7,6	4,9				0,628 ^a
	S'suz SNR	30			6,8	1,5	26,6	8,4	5,1				0,860 ^a
	Supresyonlu TEOAE amp.	30	-0,3	4,5				-0,3	4,7				0,972 ^a
	S'lu SNR	30	6,7	4,0				6,6	7,8				0,890 ^a
1500 Hz	Supresyonsuz TEOAE amp.	30	4,5	5,6				4,4	6,0				0,938 ^a
	S'suz SNR	30	9,6	4,8				9,8	5,5				0,834 ^a
	Supresyonlu TEOAE amp.	30	-3,9	6,4				-4,1	4,8				0,839 ^a
	S'lu SNR	30	7,9	5,0				7,8	5,1				0,922 ^a
2000 Hz	Supresyonsuz TEOAE amp.	30	0,49	4,9				0,5	4,9				0,633 ^a
	S'suz SNR	30	9,9	4,7				8,9	4,6				0,887 ^a
	Supresyonlu TEOAE amp.	30	-7,5	5,2						-9,5	-15,7	3,3	0,458 ^b
	S'lu SNR	30			6,7	1,3	21,8			6,6	1,0	18,9	0,459 ^b
3000 Hz	Supresyonsuz TEOAE amp.	30	-4,8	5,1				5,3	4,5				0,596 ^a
	S'suz SNR	30	9,6	5,0						9,0	1,6	17,4	0,624 ^b
	Supresyonlu TEOAE amp.	30			-12,6	-19,1	1,4	-12,1	5,5				0,420 ^b
	S'lu SNR	30			8,5	1,9	23,9			7,5	10,7	17,1	0,232 ^b
4000 Hz	Supresyonsuz TEOAE amp.	30			-6,7	-11,8	4,3	-4,8	3,7				0,035 ^{b*}
	S'suz SNR	30			3,6	0,5	15,0			4,2	0,5	11,4	0,743 ^b
	Supresyonlu TEOAE amp.	30			-13,7	-16,5	0,5			-13,0	-16,7	3,8	0,146 ^b
	S'lu SNR	30			2,7	0,3	17,3			2,8	0,4	12,6	0,638 ^b

*p<0,05

^a:Student t Testi

^b:Mann Whitney U Testi

Çalışmada kadın bireylerin sağ kulak ve sol kulağa göre 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyonsuz TEOAE amplitüd (dB) değerleri, supresyonsuz SNR (dB), supresyonlu TEOAE amplitüd (dB) değerleri ve supresyonlu SNR'ye (dB) ilişkin bulgular Tablo 4.10'da verilmiştir.

Kadın bireylerde 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyonsuz TEOAE amplitüd (dB) değerleri, supresyonsuz SNR (dB), supresyonlu TEOAE amplitüd (dB)

değerleri ve supresyonlu SNR (dB) bulguları sağ kulak ve sol kulak için incelendiğinde; 1500 Hz supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüd, 3000 Hz supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüd ve SNR değerinde sağ kulak ve sol kulak arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz ve 3000 Hz supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüd, supresyonsuz SNR değeri, supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüd ve supresyonlu SNR değeri, 4000 Hz supresyonsuz SNR değeri ve supresyonlu SNR değeri sağ kulakta daha yüksek sol kulakta daha düşük elde edilmiştir. 4000 Hz supresyonsuz TEOAE amplitüdü ve supresyonlu TEOAE amplitüdü ise sol kulakta sağ kulağa göre daha yüksek elde edilmiştir.



Tablo 4.10. Kadınlarda 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında sağ ve sol kulak supresyonsuz ve supresyonlu TEOAE amplitüdü ve SNR değerleri

	Değişken	n	Sağ Kulak					Sol Kulak					p
			$\bar{x}$	SS	M.	Min.	Max.	$\bar{x}$	SS	M.	Min.	Max.	
1000 Hz	Supresyonsuz TEOAE amp.	30			11,9	-3,9	20,8			9,6	-3,4	19,9	0,302 ^b
	S'suz SNR	30			10,5	2,6	21,6			9,4	2,1	21,5	0,289 ^b
	Supresyonlu TEOAE amp.	30	2,7	4,8				1,9	5,0				0,375 ^a
	S'lu SNR	30	9,6	4,5				8,6	4,7				0,267 ^a
1500 Hz	Supresyonsuz TEOAE amp.	30	7,7	6,0				5,7	4,9				0,055 ^a
	S'suz SNR	30	13,4	5,6				11,7	4,6				0,066 ^a
	Supresyonlu TEOAE amp.	30			1,0	-13,8	12,6	-11,5	5,9				0,026 ^{b*}
	S'lu SNR	30	11,0	5,3				10,6	4,9				0,683 ^a
2000 Hz	Supresyonsuz TEOAE amp.	30	3,7	5,7						1,6	-6,0	18,9	0,091 ^b
	S'suz SNR	30	12,6	5,4				11,3	4,7				0,141 ^a
	Supresyonlu TEOAE amp.	30	-3,3	7,0				-5,1	6,1				0,158 ^b
	S'lu SNR	30	11,6	5,6						10,4	1,8	25,2	0,205 ^b
3000 Hz	Supresyonsuz TEOAE amp.	30			-0,6	-11,1	14,4	-1,5	4,6				0,180 ^b
	S'suz SNR	30			13,1	4,8	27,5	11,8	4,6				0,096 ^b
	Supresyonlu TEOAE amp.	30			-6,0	-19,4	4,7	-8,8	5,0				0,019 ^{b*}
	S'lu SNR	30	13,2	5,4				11,3	4,0				0,029 ^{a*}
4000 Hz	Supresyonsuz TEOAE amp.	30	-2,0	4,4				-1,4	4,5				0,426 ^a
	S'suz SNR	30	7,9	4,2				7,8	4,8				0,890 ^a
	Supresyonlu TEOAE amp.	30	-8,8	4,7				-8,6	4,7				0,813 ^a
	S'lu SNR	30	6,7	2,1						6,4	0,9	21,3	0,500 ^b

*p<0,05

^a:Student t Testi

^b:Mann Whitney U Testi

Çalışmada erkek ve kadın bireylerin sağ kulak 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyon (dB) miktarına ilişkin bulgular Tablo 4.11’de verilmiştir.

Sağ kulak 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı incelendiğinde; supresyon miktarında cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır (p>0.05). İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz

ve 3000 Hz’de supresyon miktarı erkeklerde daha yüksek kadınlarda daha düşük elde edilmiştir. 4000 Hz’de ise supresyon miktarı kadınlarda erkeklere göre daha yüksek elde edilmiştir.

Tablo 4.11. Sağ kulakta 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında cinsiyetler arasında supresyon miktarları

Değişken	n	Erkek					Kadın					p
		$\bar{x}$	SS	M.	Min.	Max.	$\bar{x}$	SS	M.	Min.	Max.	
1000 Hz	30	8,4	3,2				7,5	2,6				0,118 ^a
1500 Hz	30	8,4	3,4				7,6	3,0				0,179 ^a
2000 Hz	30	8,0	3,0				7,0	2,9				0,081 ^a
3000 Hz	30	6,7	2,4						6,3	2,0	14,9	0,694 ^b
4000 Hz	30			6,6	-4,0	13,0	6,7	2,1				0,663 ^b

*p<0,05

^a:Student t Testi

^b:Mann Whitney U Testi

Çalışmada erkek ve kadın bireylerin sol kulak 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyon (dB) miktarına ilişkin bulgular Tablo 4.12’de verilmiştir.

Sol kulak 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı incelendiğinde; 1500 Hz’de supresyon miktarında cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0.05). İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz ve 4000 Hz’de supresyon miktarı erkeklerde daha yüksek kadınlarda daha düşük elde edilmiştir. 3000 Hz’de ise supresyon miktarı kadınlarda erkeklere göre daha yüksek elde edilmiştir.

Tablo 4.12. Sol kulakta 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında cinsiyetler arasında supresyon miktarları

Değişken	n	Erkek					Kadın					p
		$\bar{x}$	SS	M.	Min.	Max.	$\bar{x}$	SS	M.	Min.	Max.	
1000 Hz	30	8,0	2,5				7,6	2,7				0,411 ^a
1500 Hz	30	8,5	3,4				7,3	2,9				0,039 ^{a*}
2000 Hz	30			7,6	3,3	24,0	7,5	2,9				0,338 ^b
3000 Hz	30			7,1	-15,9	12,8	7,3	2,3				0,585 ^b
4000 Hz	30			6,9	1,0	24,1			6,7	3,8	13,0	0,354 ^b

*p<0,05

^a:Student t Testi

^b:Mann Whitney U Testi

Çalışmada erkek bireylerin sağ kulak ve sol kulağa göre 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyon (dB) miktarına ilişkin bulgular Tablo 4.13’de verilmiştir.

Erkek bireylerde 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı sağ kulak ve sol kulak için incelendiğinde; supresyon miktarında sağ kulak ile sol kulak arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$). İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000 Hz ve 2000 Hz’de supresyon miktarı sağ kulakta daha yüksek sol kulakta daha düşük elde edilmiştir. 1500 Hz ve 3000 Hz ve 4000 Hz’de ise supresyon miktarı sol kulakta sağ kulağa göre daha yüksek elde edilmiştir.

Tablo 4.13. Erkeklerde 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında sağ kulak ve sol kulak supresyon miktarları

Değişken	n	Sağ Kulak					Sol Kulak					p
		$\bar{x}$	SS	M.	Min.	Max.	$\bar{x}$	SS	M.	Min.	Max.	
1000 Hz	30	8,4	3,2				8,0	2,5				0,456 ^a
1500 Hz	30	8,4	3,4				8,5	3,4				0,794 ^a
2000 Hz	30	8,0	3,0						7,6	3,3	24,0	0,769 ^b
3000 Hz	30	6,7	2,4						7,1	-15,9	12,8	0,209 ^b
4000 Hz	30			6,6	-4,0	13,0			6,9	1,0	24,1	0,337 ^b

* $p<0,05$

^a:Student t Testi

^b:Mann Whitney U Testi

Çalışmada kadın bireylerin sağ kulak ve sol kulağa göre 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyon (dB) miktarına ilişkin bulgular Tablo 4.14’de verilmiştir.

Kadın bireylerde 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı sağ kulak ve sol kulak için incelendiğinde; 3000 Hz’de supresyon miktarında sağ kulak ve sol kulak arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1500 Hz’de supresyon miktarı sağ kulakta daha yüksek sol kulakta daha düşük elde edilmiştir. 1000 Hz, 2000 Hz, ve 3000 Hz’de ise supresyon miktarı sol kulakta sağ kulağa göre daha yüksek elde edilmiştir. 4000 Hz’de supresyon miktarı sağ kulakta ve sol kulakta aynı elde edilmiştir.

Tablo 4.14. Kadınlarda 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında sağ kulak ve sol kulak supresyon miktarları

Değişken	n	Sağ Kulak					Sol Kulak					P
		$\bar{x}$	SS	M.	Min.	Max.	$\bar{x}$	SS	M.	Min.	Max.	
1000 Hz	30	7,5	2,6				7,6	2,7				0,921 ^a
1500 Hz	30	7,6	3,0				7,3	2,9				0,657 ^a
2000 Hz	30	7,0	2,9				7,5	2,9				0,433 ^a
3000 Hz	30			6,3	2,0	14,9	7,3	2,3				0,019 ^{b*}
4000 Hz	30	6,7	2,1						6,7	3,8	13,0	0,448 ^b

*p<0,05

^a:Student t Testi

^b:Mann Whitney U Testi

Çalışmada erkek ve kadın bireylerin sağ kulak 1000-4000 Hz frekans aralığındaki supresyonsuz TEOAE amplitüd (dB) değerleri, supresyonsuz SNR (dB), supresyonlu TEOAE amplitüd (dB) değerleri, supresyonlu SNR (dB) ve supresyon (dB) miktarına ilişkin bulgular Tablo 4.15’de verilmiştir.

Sağ kulak 1000 Hz-4000 Hz frekans aralığında supresyonsuz TEOAE amplitüd (dB) değerleri, supresyonsuz SNR (dB), supresyonlu TEOAE amplitüd (dB) değerleri, supresyonlu SNR (dB) ve supresyon miktarı bulguları cinsiyetler yönünden incelendiğinde; 1000 Hz-4000 Hz frekans aralığında supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüd, supresyonsuz SNR, supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüd, supresyonlu SNR değerinde ve supresyon miktarında cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0.05). İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000-4000 Hz frekans aralığında supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüd, supresyonsuz SNR, supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüd, supresyonlu SNR değeri kadınlarda daha yüksek erkeklerde daha düşük elde edilmiştir. 1000-4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı erkeklerde daha yüksek kadınlarda daha düşük elde edilmiştir.

Tablo 4.15. Sağ kulak 1000-4000 Hz frekans aralığındaki cinsiyete göre supresyonlu ve supresyonsuz TEOAE amplitüdü ve SNR oranları, supresyon miktarları

Değişken	n	Erkek					Kadın					p
		$\bar{x}$	SS	M.	Min.	Max.	$\bar{x}$	SS	M.	Min.	Max.	
Supresyonsuz TEOAE amp.	30			0,3	-14,7	19,3			3,2	-11,1	20,8	0,000 ^{b*}
S'suz SNR	30			7,6	0,5	24,6			11,6	1,0	27,5	0,000 ^{b*}
Supresyonlu TEOAE amp.	30			-7,4	-19,1	17,9	-3,1	7,1				0,000 ^{a*}
S'lu SNR	30			5,9	0,2	23,9			10,4	0,6	27,3	0,000 ^{b*}
Supresyon miktarı	30			7,4	-4,0	22,1			6,8	1,1	15,8	0,026 ^{b*}

*p<0,05

^a:Student t Testi

^b:Mann Whitney U Testi

Çalışmada erkek ve kadın bireylerin sol kulak 1000-4000 Hz frekans aralığındaki supresyonsuz TEOAE amplitüd (dB) değerleri, supresyonsuz SNR (dB), supresyonlu TEOAE amplitüd (dB) değerleri, supresyonlu SNR (dB) ve supresyon (dB) miktarına ilişkin bulgular Tablo 4.16'da verilmiştir.

Sol kulak 1000 Hz-4000 Hz frekans aralığında supresyonsuz TEOAE amplitüd (dB) değerleri, supresyonsuz SNR (dB), supresyonlu TEOAE amplitüd (dB) değerleri, supresyonlu SNR (dB) ve supresyon miktarı bulguları cinsiyetler yönünden incelendiğinde; 1000 Hz-4000 Hz frekans aralığında supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüd, supresyonsuz SNR, supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüd ve supresyonlu SNR değerinde cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0.05). Supresyon miktarında cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır (p>0.05). İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000-4000 Hz frekans aralığında supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüd, supresyonsuz SNR, supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüd ve supresyonlu SNR değeri kadınlarda daha yüksek erkeklerde daha düşük elde edilmiştir. 1000-4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı erkeklerde daha yüksek kadınlarda daha düşük elde edilmiştir.

Tablo 4.16. Sol kulak 1000-4000 Hz frekans aralığındaki cinsiyete göre supresyonlu ve supresyonsuz TEOAE amplitüdü ve SNR oranları, supresyon miktarları

Değişken	n	Erkek					Kadın					p
		$\bar{x}$	SS	M.	Min.	Max.	$\bar{x}$	SS	M.	Min.	Max.	
Supresyonsuz TEOAE amp.	30			-0,4	-12,8	20,3	2,9	6,4				0,000 ^{b*}
S'suz SNR	30			7,5	0,4	24,5	10,5	5,0				0,000 ^{b*}
Supresyonlu TEOAE amp.	30			-8,7	-20,6	18,0			-5,0	-17,9	16,5	0,000 ^{b*}
S'lu SNR	30			5,7	0,4	20,7			9,6	0,4	25,2	0,000 ^{b*}
Supresyon miktarı	30			7,6	-15,9	24,1			7,3	0,3	13,9	0,128 ^a

*p<0,05

^a:Student t Testi

^b:Mann Whitney U Testi

5. TARTIŞMA

Efferent sistemin sürekli bir uyaran olan gürültü varlığında sesin baskılanmasını sağlamasıyla ses kaynağının lokalizasyonu ve gürültüde sinyal tespitiyle konuşmayı algılama fonsiyonlarında görev aldığı varsayılmaktadır (Jedrzejczak, 2020a). Bu sebeple supresyon miktarının ölçülmesi işitme fonksiyonları hakkında bilgi vermekle birlikte bireylere uygulanacak işitsel rehabilitasyon programları ve işitme cihazında bulunması gereken özellikler hakkında rehberlik edebilmektedir. MOC sisteminin kulağı akustik travmalardan korumakla birlikte, dikkat işlevi üzerinde görev aldığı bildirilmektedir (Durante ve Carvallo, 2006; Stuart ve Butler, 2012).

Stuart ve Kerls (2018), cinsiyetin ve kulak lateralitesinin kontralateral supresyon üzerindeki etkisinin önerilmesinin gerekliliğini araştırdıkları çalışmada TEOAE amplitüdlerinin kadınlarda ve sağ kulakta daha yüksek olduğunu, mutlak TEOAE supresyon miktarı için kulak ve cinsiyet üzerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olmadığını bildirmişlerdir ($p>0.05$). Ancak normalize TEOAE supresyonu ile yapılan ölçümde supresyon miktarında kulak ve cinsiyet üzerinde anlamlı farklılık bulunduğunu bildirmişlerdir. Supresyon miktarının erkeklerde ve sol kulakta daha fazla bulunduğunu ($p< 0.05$) belirtmişlerdir. Ayrıca her iki kulakta TEOAE amplitüdlere ile normalize TEOAE supresyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif korelasyonlar ve anlamlı linear öngörülen ilişkilerin olduğunu ($p< 0.001$) bildirmişlerdir.

Çalışmada, Sağ kulak 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyonsuz TEOAE amplitüd (dB) bulguları cinsiyetler yönünden incelendiğinde; 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüde cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz’de supresyonsuz TEOAE amplitüdü kadınlarda daha yüksek erkeklerde daha düşük elde edilmiştir. Sol kulak 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyonsuz TEOAE amplitüd (dB) bulguları cinsiyetler yönünden incelendiğinde; 1000 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz ve 4000 Hz’de supresyonsuz TEAOE amplitüdünde cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmiştir. İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000 Hz, 1500 Hz. 2000 Hz, 3000 Hz ve 4000 Hz’de supresyonsuz TEOAE amplitüdü kadınlarda daha yüksek erkeklerde daha düşük elde edilmiştir. Çalışmada supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait

amplitüd değeri için anlamlı farklılığın elde edildiği frekanslar incelendiğinde kadınlarda daha yüksek erkeklerde ise daha düşük elde edilmesiyle Stuart ve Kerls (2018)'in çalışması ile benzer bulunmuştur.

Çalışmada, Sağ kulak 1000 Hz-4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı bulguları cinsiyetler yönünden incelendiğinde; 1000 Hz-4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarında cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000-4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı erkeklerde daha yüksek kadınlarda daha düşük elde edilmiştir. Sol kulak 1000 Hz-4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı bulguları cinsiyetler yönünden incelendiğinde; 1000 Hz-4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarında cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000-4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı erkeklerde daha yüksek kadınlarda daha düşük elde edilmiştir. Erkek bireylerde 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı sağ kulak ve sol kulak için incelendiğinde; supresyon miktarında sağ kulak ile sol kulak arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000 Hz ve 2000 Hz'de supresyon miktarı sağ kulakta daha yüksek sol kulakta daha düşük elde edilmiştir. 1500 Hz, 3000 Hz ve 4000 Hz'de ise supresyon miktarı sol kulakta sağ kulağa göre daha yüksek elde edilmiştir. Çalışmada supresyon miktarında sağ kulakta cinsiyetler arasında anlamlı farklılık elde edilmiştir ve erkeklerde daha yüksek, kadınlarda daha düşük bulunmuştur. Bu sonuçlar, Stuart ve Kerls (2018)'in çalışması ile benzerlik göstermektedir.

Durante ve Carvallo (2002) yenidoğanlar üzerinde yaptıkları OAE ile kontralateral supresyon çalışmasının sonucunda supresyon miktarında cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmiştir. Supresyon miktarı erkek infantlarda daha yüksek kız infantlarda daha düşük bulunmuştur. 1,6 kHz ve 3,2 kHz frekansları için, kulaklar ve cinsiyetler arasındaki supresyon miktarında anlamlı farklılık elde edilmemiştir. 2.4 kHz ve 4 kHz frekansları için, supresyon miktarında cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmiştir. Supresyon miktarı erkeklerde daha yüksek kızlarda daha düşük bulunmuştur.

Yetişkinler üzerinde yapılan çalışmaların yetersiz olması nedeniyle yenidoğanlar üzerinde yapılan çalışmaların sonuçları ile çalışma sonuçları karşılaştırılmıştır. Buna

göre çalışmada, Sağ kulak 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı incelendiğinde; supresyon miktarında cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz ve 3000 Hz’de supresyon miktarı erkeklerde daha yüksek kadınlarda daha düşük elde edilmiştir. 4000 Hz’de ise supresyon miktarı kadınlarda erkeklere göre daha yüksek elde edilmiştir. Sol kulak 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı incelendiğinde; 1500 Hz’de supresyon miktarında cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz ve 4000 Hz’de supresyon miktarı erkeklerde daha yüksek kadınlarda daha düşük elde edilmiştir. 3000 Hz’de ise supresyon miktarı kadınlarda erkeklere göre daha yüksek elde edilmiştir. Çalışmada elde edilen sol kulak 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarının cinsiyetler arasında 1500 Hz’de anlamlı farklılık elde edilerek supresyon miktarının erkeklerde daha yüksek kadınlarda daha düşük elde edilen bulgu ile Durante ve Carvallo (2002)’nin çalışmasından elde edilen sonuçlar üzerine çalışmamız sonuçları benzerlik göstermektedir.

Garinis vd. (2008) öğrenme güçlüğü olan 18 yetişkinde ve kontrol grubu olarak belirlenen öğrenme güçlüğü olmayan normal işitmeye sahip 18 yetişkin üzerinde TEOAE’nun kontralateral supresyonunu inceleyen çalışmasında kontrol grubundaki katılımcılarda supresyon miktarı sağ kulakta sol kulağa göre daha yüksek elde edilmiş, öğrenme bozukluğu olan bireylerde ise sol kulakta supresyon miktarı sağ kulağa göre daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlar öğrenme bozukluğu olan bireylerde normal bireylere göre medial olivary efferent sistemin ve efferent işitme sisteminin farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Araştırmada Erkek bireylerde 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı sağ kulak ve sol kulak için incelendiğinde; supresyon miktarında sağ kulak ile sol kulak arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000 Hz ve 2000 Hz’de supresyon miktarı sağ kulakta daha yüksek sol kulakta daha düşük elde edilmiştir. 1500 Hz ve 3000 Hz ve 4000 Hz’de ise supresyon miktarı sol kulakta sağ kulağa göre daha yüksek elde edilmiştir, ancak kadınlarda 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı sağ kulak ve sol kulak için incelendiğinde; supresyon miktarında sağ kulak ve sol kulak arasında 3000 Hz’de istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1500

Hz'de supresyon miktarı sağ kulakta daha yüksek sol kulakta daha düşük elde edilmiştir. 1000 Hz, 2000 Hz, ve 3000 Hz'de ise supresyon miktarı sol kulakta sağ kulağa göre daha yüksek elde edilmiştir. 4000 Hz'de supresyon miktarı sağ kulakta ve sol kulakta aynı elde edilmiştir. Garinis vd. (2008) yaptığı çalışmanın kontrol grubundaki katılımcılarında yaptığımız çalışmadan farklı olarak supresyon miktarının sağ kulakta sol kulağa göre daha fazla olduğu bulunmuştur. Çalışmalar arasında farklı sonuçlara ulaşılmasının sebebinin bu konuda daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulması, efferent sistem fizyolojisinde görülen kişisel değişiklikler ve bireylerdeki fonksiyonel dış tüy hücre sayısının sağ kulak ve sol kulak için farklı sayıda olabilmesi sebeplerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Burguetti ve Carvallo (2008), çalışma grubu olarak belirlenen işitsel işleme bozukluğu tanısı alan 50 çocuk ve kontrol grubu olarak belirlenen işitsel işleme bozukluğu olmayan 38 çocuğun kontralateral supresyonunu TEOAE ile değerlendirdikleri çalışmalarında, supresyon etkisinin sağ kulak ve sol kulak arasındaki karşılaştırmasında her iki grupta sağ kulak ve sol kulak arasındaki supresyon miktarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı fakat kontrol grubunda sağ kulaktaki supresyon miktarının sol kulağa göre daha yüksek olduğu, çalışma grubunda ise sol kulaktaki supresyon miktarının sağ kulağa göre daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

İşitsel işleme bozukluğunda supresyon miktarının sağ kulakta daha yüksek olmamasının sebebi, değişen işlemeden dolayı ve genellikle konuşma ve dil işlemede sol yarımkürenin hakim olmasıyla sol taraftaki aktivitenin dejenerasyonundan ve ipsilateral işitsel yol inhibisyonundan kaynaklanması sebebi ile açıklanmaktadır. Kontrol grubunda supresyon miktarında cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık elde edilmediği, çalışma grubunda ortalama TEOAE supresyon miktarında cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edildiği ve supresyon miktarının kadınlarda erkeklere göre daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Erkeklerde supresyon değerinin daha düşük olması, testosteron hormonu ile ilgili bir hipoteze göre erkeklerin daha küçük bir corpus collosum'a sahip olmaları nedeniyle gelişimsel koşullardan etkilenme insidanslarının daha yüksek olması ile açıklanmaktadır. Kadınlarda corpus collosumun arka tarafı olan splenium yapısının daha geniş ve daha soğanlı olması, kadınların işleme bozukluğunun olumsuz etkisine daha az açık olduğunu gösterdiğini düşündürmektedir. Gruplar arasında

istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığını, kontrol grubu supresyon miktarlarının, çalışma grubuna göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmada Erkek bireylerde 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı sağ kulak ve sol kulak arasında incelendiğinde; supresyon miktarında sağ kulak ile sol kulak arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000 Hz ve 2000 Hz’de supresyon miktarı sağ kulakta daha yüksek sol kulakta daha düşük elde edilmiştir. 1500 Hz ve 3000 Hz ve 4000 Hz’de ise supresyon miktarı sol kulakta sağ kulağa göre daha yüksek elde edilmiştir, ancak kadınlarda 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı sağ kulak ve sol kulak arasında incelendiğinde; supresyon miktarında sağ kulak ve sol kulak arasında 3000 Hz’de istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1500 Hz’de supresyon miktarı sağ kulakta daha yüksek sol kulakta daha düşük elde edilmiştir. 1000 Hz, 2000 Hz, ve 3000 Hz’de ise supresyon miktarı sol kulakta sağ kulağa göre daha yüksek elde edilmiştir. 4000 Hz’de supresyon miktarı sağ kulakta ve sol kulakta aynı elde edilmiştir. Kadınlarda supresyon miktarında ölçüm yapılan frekansların çoğunda sağ kulak ve sol kulak arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmemesine rağmen 3000 Hz’de anlamlı farklılık elde edilmesi beynin sağ hemisferinin müzikte ve sesler üzerindeki duygusal tonlama farklılıklarını algılamada daha baskın olması bilgisi sebebiyle sol kulakta supresyon miktarının sağ kulağa göre daha fazla olmasını açıklayabilecek nitelikte olduğu düşünülmektedir. Çalışmada sağ kulak 1000 Hz-4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı bulguları cinsiyetler yönünden incelendiğinde; 1000 Hz-4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarında cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000-4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı erkeklerde daha yüksek kadınlarda daha düşük elde edilmiştir. Sol kulak 1000 Hz-4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı bulguları cinsiyetler yönünden incelendiğinde; 1000 Hz-4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarında cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000-4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı erkeklerde daha yüksek kadınlarda daha düşük elde edilmiştir. Çalışmada sol kulak supresyon miktarının cinsiyetler arasında karşılaştırma sonucu, Burguetti ve Carvallo (2008)’nin çalışması ile benzerlik göstermektedir.

Jedrzejczak vd. (2020a) 3-6 yaş arasındaki normal işiten 137 okul öncesi çocuk üzerinde, kontralateral supresyon üzerine yapılan çalışmadan TEOAE supresyonu ile elde edilen supresyon miktarlarının yetişkinlerinkine benzer olduğu dolayısıyla da çalışılan grupta yaştan herhangi bir etkisinin olmamasıyla birlikte, yaştan supresyon miktarı üzerinde etkisi olmadığını veya etkisinin çok düşük olduğunu ve cinsiyetler arasında da anlamlı farklılık bulunmadığını bildirmiştir. Ayrıca, çalışılan kulakta spontan OAE'lerin (SOAE'lar) varlığının TEOAE'ların supresyonu üzerindeki etkisi de araştırılmıştır ve SSOAE'ları olan kulaklarda, SSOAE'ları olmayan kulaklara göre cevap amplitüdlerinin daha yüksek, supresyon miktarının ise daha düşük elde edildiği sonucuna ulaşılmıştır. Aradaki fark küçük de olsa daha önceki çalışmalarda bu sonucun bildirilmediği ve özellikle farklı popülasyonlarda daha fazla çalışmayı gerektirdiği belirtilmiştir.

Çalışmada Sağ kulak 1000 Hz-4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı bulguları cinsiyetler yönünden incelendiğinde; 1000 Hz-4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarında cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000-4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı erkeklerde daha yüksek kadınlarda daha düşük elde edilmiştir. Sol kulak 1000 Hz-4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı bulguları cinsiyetler yönünden incelendiğinde; 1000 Hz-4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarında cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000-4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı erkeklerde daha yüksek kadınlarda daha düşük elde edilmiştir. Çalışmada supresyon miktarına ait bulgularda sol kulak için cinsiyetler arasında anlamlı farklılık elde edilmemiştir. Jedrzejczak vd. (2020a)'nın çalışmasında da supresyon miktarında cinsiyetler arasında anlamlı farklılık elde edilmediği bildirilmiştir. Bu bulgu, çalışmamızdaki supresyon miktarında sol kulak için cinsiyetler arasında anlamlı farklılık elde edilmemiştir sonucunu desteklemektedir.

Durante ve Carvallo (2008) işitme kaybı riski altındaki yenidoğanlarda TEOAE ile gerçekleştirdikleri kontralateral supresyonu araştırdıkları çalışmalarını, işitme kaybı riski olan 55 yenidoğan (risk grubu) ve risk altında olmayan kontrol grubu içinde 72 yenidoğan üzerinde gerçekleştirmiştir. Tüm yenidoğanlarda supresyonsuz ve supresyonlu TEOAE ölçümü linear ve nonlinear uyaran modunda kaydedilmiştir. Bulgularda, her iki grupta da otoakustik emisyonların önemli ölçüde kontralateral

baskılandığı, supresyon miktarının işitme kaybı riski olmayan yenidoğanlarda işitme kaybı riski olan yenidoğanlara göre daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Bu bulgu işitme kaybı riski olan yenidoğanlarda medial olivokoklear sistemin fonksiyonunun azaldığı hipotezini desteklemektedir. İşitme kaybı riski altındaki yenidoğan grubunda supresyonsuz ölçüme ait TEOAE amplitüdü ile supresyonlu ölçüme ait TEOAE amplitüdünde cinsiyetler arasında ve sağ kulak ve sol kulak arasında anlamlı farklılık elde edilmediğini bildirmişlerdir. Ayrıca, nonlinear mod, kullanıldığında MOC sisteminin sağ kulakta sol kulağa göre daha verimli fonksiyon gösterdiği görülmüştür. Supresyonsuz ve supresyonlu ölçümde kontrol grubu ile risk grubu arasında emisyon amplitüdünde anlamlı bir farklılık elde edilmediği, supresyon miktarında uyaran modu ve sağ kulak ve sol kulak arasında anlamlı bir farklılığın elde edildiği, supresyon miktarının nonlinear modda ve sağ kulakta sol kulağa göre daha yüksek bulunduğu belirtilmiştir.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde, yetişkinler üzerinde yapılan çalışmaların yetersiz olması sebebiyle yenidoğanlar üzerinde yapılan çalışmalar ile çalışmamız karşılaştırıldığında, çalışmada Sağ kulak 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyonsuz TEOAE amplitüd (dB) ve supresyonlu TEOAE amplitüd (dB) bulguları cinsiyetler yönünden incelendiğinde; 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz supresyonsuz ve supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüde cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz’de supresyonsuz TEOAE amplitüd ve supresyonlu TEOAE amplitüdü kadınlarda daha yüksek erkeklerde daha düşük elde edilmiştir. Sol kulak 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyonsuz TEOAE amplitüd (dB) ve supresyonlu TEOAE amplitüd (dB) bulguları cinsiyetler yönünden incelendiğinde; 1000 Hz supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüd, supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüd, 1500 Hz supresyonlu TEOAE amplitüdü, 2000 Hz, 3000 Hz ve 4000 Hz’de supresyonsuz TEAOE amplitüdü, supresyonlu TEAOE amplitüdünde cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Ayrıca 1000 Hz ve 1500 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz ve 4000 Hz’de supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüd, supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüd kadınlarda daha yüksek erkeklerde daha düşük elde edilmiştir. Erkek bireylerde 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyonsuz TEOAE amplitüd (dB) ve supresyonlu TEOAE

amplitüd (dB) bulguları sağ kulak ve sol kulak için incelendiğinde; 4000 Hz supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüd değerinde sağ kulak ve sol kulak arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000 Hz supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüd, 1500 Hz supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüd ve supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüd, 2000 Hz supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüd sağ kulakta daha yüksek sol kulakta daha düşük elde edilmiştir. 2000 Hz supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüd, 3000 Hz supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüd ve supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüd, 4000 Hz supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüd ve supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüd ise sol kulakta sağ kulağa göre daha yüksek elde edilmiştir. 1000 Hz supresyonlu TEOAE amplitüdü sağ kulakta ve sol kulakta aynı elde edilmiştir. Çalışmada kadınlarda 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyonsuz TEOAE amplitüd (dB) ve supresyonlu TEOAE amplitüd (dB) bulguları sağ kulak ve sol kulak için incelendiğinde; 1500 Hz supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüd, 3000 Hz supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüde sağ kulak ve sol kulak arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Ayrıca 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz ve 3000 Hz supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüd ve supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüd sağ kulakta daha yüksek sol kulakta daha düşük elde edilmiştir. 4000 Hz supresyonsuz TEOAE amplitüdü ve supresyonlu TEOAE amplitüdü ise sol kulakta sağ kulağa göre daha yüksek elde edilmiştir. Durante ve Carvallo (2008) çalışmasında TEOAE amplitüdü ile supresyonlu ölçüme ait TEOAE amplitüdünde cinsiyetler arasında ve sağ kulak ve sol kulak arasında anlamlı farklılık elde edilmediği belirtilmiştir. Bu sonuçlar çalışmamız sonuçları ile bu yönlerden farklılık göstermektedir. Bunun sebebinin nöral maturasyonun tamamlanma süreci ile bağlantılı olduğu düşünülmektedir.

Stuart ve Cobb (2015) TEOAE’larda kontralateral supresyon ölçümlerinin güvenilirliğini inceledikleri çalışmada, test oturumu olarak ilk test; prob çıkarılmadan tekrar test; prob çıkarılarak tekrar test ve ilk testten 1-2 gün sonra tekrar test şeklinde gerçekleştirerek cinsiyet ve kulak üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Katılımcılar normal işitme eşiğine sahip olan ve geçmişte gürültüye maruz kalma, işitme, konuşma, dil ve bilişsel bozukluklarla ilgili şikayeti olan 14 genç kadın ve 14 genç erkek yetişkinden oluşmaktadır. Katılımcıların yüksek değerlerde cevap alınan bilateral

TEOAE'lara sahip olduğu, hem mutlak dB hem de % TEOAE supresyon miktarında test yöntemi, cinsiyetler arasında ve sağ kulak ve sol kulak arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olmadığını bildirmişlerdir.

Çalışmada Erkek bireylerde 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı sağ kulak ve sol kulak için incelendiğinde; supresyon miktarında sağ kulak ile sol kulak arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000 Hz ve 2000 Hz'de supresyon miktarı sağ kulakta daha yüksek sol kulakta daha düşük elde edilmiştir. 1500 Hz ve 3000 Hz ve 4000 Hz'de ise supresyon miktarı sol kulakta sağ kulağa göre daha yüksek elde edilmiştir, ancak kadınlarda 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı sağ kulak ve sol kulak için incelendiğinde; 3000Hz'de supresyon miktarında sağ kulak ve sol kulak arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1500 Hz'de supresyon miktarı sağ kulakta daha yüksek sol kulakta daha düşük elde edilmiştir. 1000 Hz, 2000 Hz, ve 3000 Hz'de ise supresyon miktarı sol kulakta sağ kulağa göre daha yüksek elde edilmiştir. 4000 Hz'de supresyon miktarı sağ kulakta ve sol kulakta aynı elde edilmiştir. Çalışmada sağ kulak 1000 Hz-4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı bulguları cinsiyetler yönünden incelendiğinde; 1000 Hz-4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarında cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000-4000 Hz frekans supresyon miktarı erkeklerde daha yüksek kadınlarda daha düşük elde edilmiştir. Sol kulak 1000 Hz-4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı bulguları cinsiyetler yönünden incelendiğinde; 1000 Hz-4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarında cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000-4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı erkeklerde daha yüksek kadınlarda daha düşük elde edilmiştir. Çalışmada supresyon miktarında erkek bireylerde sağ kulak ile sol kulak arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır ve supresyon miktarında sol kulakta cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmemiştir. Bu sonuçlar, Stuart ve Cobb (2015)'un çalışması ile benzerlik göstermektedir.

Aktaş (2013) normal işitmeye sahip işitsel nöropati spektrum bozukluğu (İNSB) tanısı alan 11 bireye ve kontrol grubu olarak belirlenen normal işitmeye sahip 11 birey üzerinde TEOAE ile yapılan kontralateral supresyon ile efferent sistemi değerlendirdiği

çalışmada, İNSB grubundaki olgularda, ölçüm yapılan frekanslarda supresyon miktarında cinsiyetler arasında anlamlı bir farklılık elde edilmediğini, kontrol grubundaki olgularda ölçüm yapılan frekanslarda supresyon miktarında cinsiyetler arasında anlamlı bir farklılık elde edilmediğini, İNSB grubunda da kontrol grubunda da ölçüm yapılan frekanslarda supresyon miktarında sağ ve sol kulak arasında anlamlı bir farklılık elde edilmediğini bildirmiştir.

Çalışmada Sağ kulak 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı incelendiğinde; supresyon miktarında cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz ve 3000 Hz’de supresyon miktarı erkeklerde daha yüksek kadınlarda daha düşük elde edilmiştir. 4000 Hz’de ise supresyon miktarı kadınlarda erkeklere göre daha yüksek elde edilmiştir. Sol kulak 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı incelendiğinde; 1500 Hz’de supresyon miktarında cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz ve 4000 Hz’de supresyon miktarı erkeklerde daha yüksek kadınlarda daha düşük elde edilmiştir. 3000 Hz’de ise supresyon miktarı kadınlarda erkeklere göre daha yüksek elde edilmiştir. Araştırmada, erkek bireylerde 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı sağ kulak ve sol kulak için incelendiğinde; supresyon miktarında sağ kulak ile sol kulak arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000 Hz ve 2000 Hz’de supresyon miktarı sağ kulakta daha yüksek sol kulakta daha düşük elde edilmiştir. 1500 Hz ve 3000 Hz ve 4000 Hz’de ise supresyon miktarı sol kulakta sağ kulağa göre daha yüksek elde edilmiştir, ancak kadınlarda 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı sağ kulak ve sol kulak için incelendiğinde; supresyon miktarında sağ kulak ve sol kulak arasında 3000 Hz’de istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1500 Hz’de supresyon miktarı sağ kulakta daha yüksek sol kulakta daha düşük elde edilmiştir. 1000 Hz, 2000 Hz, ve 3000 Hz’de ise supresyon miktarı sol kulakta sağ kulağa göre daha yüksek elde edilmiştir. 4000 Hz’de supresyon miktarı sağ kulakta ve sol kulakta aynı elde edilmiştir. Bu sonuçlar, Aktaş (2013)’ın çalışması ile benzerlik göstermektedir.

Abdollahi ve Lotfi (2011) 21-27 yaş arasındaki 30 kadın ve 30 erkek birey üzerinde, varsa yan etkiyi etkisiz hale getirmek için tüm olguların sağ kulağı üzerinde cinsiyetin

TEOAE'larda kontralateral supresyonu üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmalarında, Supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüd ve TEOAE supresyon miktarında erkekler ve kadınlar arasında anlamlı bir farklılık bulunduğunu bildirmişlerdir. TEOAE amplitüdü, kadınlarda erkeklere göre daha yüksek bulunmuştur ve TEOAE supresyon miktarı, erkeklerde kadınlara göre daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuçların kesin bir nedeni olmamakla birlikte bazı hormonal ve yapısal sebeplere bağlanan açıklamalar bulunmaktadır. Bu çalışmaya ve diğer sonuçlara göre, özellikle yenidoğan OAE testlerinde, yanlış yorumlardan kaçınmak adına cinsiyet için farklı normların uygulanmasının gerekebileceği belirtilmiştir.

Çalışmada Sağ kulak 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyonsuz TEOAE amplitüd (dB) bulguları cinsiyetler yönünden incelendiğinde; 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüde cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz'de supresyonsuz TEOAE amplitüdü kadınlarda daha yüksek erkeklerde daha düşük elde edilmiştir. Sol kulak 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyonsuz TEOAE amplitüd (dB) bulguları cinsiyetler yönünden incelendiğinde; 1000 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz ve 4000 Hz'de supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüde cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz ve 4000 Hz supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüd, kadınlarda daha yüksek erkeklerde daha düşük elde edilmiştir. Çalışmada sağ kulak 1000 Hz-4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı bulguları cinsiyetler yönünden incelendiğinde; 1000 Hz-4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarında cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000-4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı erkeklerde daha yüksek kadınlarda daha düşük elde edilmiştir. Sol kulak 1000 Hz-4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı bulguları cinsiyetler yönünden incelendiğinde; 1000 Hz-4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarında cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000-4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı erkeklerde daha yüksek kadınlarda daha düşük elde edilmiştir. Çalışmada, supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüd değerinde anlamlı farklılık görülen frekanslarda amplitüdün kadınlarda erkeklere göre daha yüksek elde edilen

bulgu ve sağ kulakta supresyon miktarında anlamlı farklılık görülen frekanslarda supresyon miktarının erkeklerde daha yüksek kadınlarda daha düşük elde edilen bulgu ile Abdollahi ve Lotfi (2011)'nin çalışmasından elde edilen sonuçlar üzerine çalışma sonuçları benzerlik göstermektedir.

Kim vd. (2002) normal işitmeye sahip 15 erkek ve 15 kadın üzerinde, yaşı'n DPOAE'larda kontralateral supresyon üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmalarında, supresyonsuz ölçüme ait DPOAE amplitüdleri için her yaş grubunda cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın elde edilmediğini fakat kontralateral supresyon yokluğunda ortalama DPOAE amplitüdlerinin, gruplar arası cinsiyet karşılaştırmasında kadınlarda erkeklerden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Supresyon miktarında cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmediği fakat supresyon miktarının kadınlarda erkeklerden daha yüksek elde edildiği belirtilmiştir.

Literatürde yer alan DPOAE'larda yapılan kontralateral supresyon çalışması ile TEOAE'larda kontralateral supresyon ölçümüne ait çalışma, supresyonsuz TEOAE amplitüdü ve supresyon miktarı bulguları emisyon ölçümü türüne göre karşılaştırıldığında, çalışmada sağ kulak 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyonsuz TEOAE amplitüd (dB) bulguları cinsiyetler yönünden incelendiğinde; 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüde cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz'de supresyonsuz TEOAE amplitüd kadınlarda daha yüksek erkeklerde daha düşük elde edilmiştir. Sol kulak 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyonsuz TEOAE amplitüd (dB) bulguları cinsiyetler yönünden incelendiğinde; 1000 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz ve 4000 Hz'de supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüde cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz ve 4000 Hz'de supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüd kadınlarda daha yüksek erkeklerde daha düşük elde edilmiştir. Çalışmada sağ kulak 1000 Hz-4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı bulguları cinsiyetler yönünden incelendiğinde; 1000 Hz-4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarında cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000-4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı erkeklerde daha

yüksek kadınlarda daha düşük elde edilmiştir. Sol kulak 1000 Hz-4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı bulguları cinsiyetler yönünden incelendiğinde; 1000 Hz-4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarında cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000-4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı erkeklerde daha yüksek kadınlarda daha düşük elde edilmiştir.

Çalışmada supresyonsuz ölçüme ait TEOAE amplitüdü ve supresyon miktarında anlamlı farklılık bulunmuştur. Kim vd. (2002)'nin çalışmasında DPOAE amplitüdünde cinsiyetler arasında anlamlı farklılık bulunmadığı belirtilmiştir. Bu sonuçlar çalışma sonuçları ile bu yönlerden farklılık göstermektedir. Çalışmada supresyon miktarında sol kulakta cinsiyetler arasında anlamlı farklılık bulunmuştur ve erkeklerde kadınlara göre daha yüksek elde edilmiştir. Kim vd. (2002)'nin çalışması incelendiğinde supresyon miktarında cinsiyetler arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Bu sonuçlar çalışma sonuçları ile bu yönlerden farklılık göstermektedir. Çalışmalar arasında benzerlik ve farklı sonuçlara ulaşılmasının sebebinin bu konuda daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulması ve efferent sistem fizyolojisinde görülen kişisel değişiklikler sebebiyle olabileceği düşünülmektedir.

Kontralateral supresyon üzerine yapılan çalışmaların sınırlı olması sebebiyle 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında sağ kulak ve sol kulak için cinsiyetler arasında supresyonlu TEOAE amplitüd bulguları tartışılmamıştır. Kadınlar ve erkekler için sağ kulak ve sol kulak arasında supresyonlu TEOAE amplitüd bulguları tartışılmamıştır. Çalışmada sağ kulak 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyonlu TEOAE amplitüd (dB) bulguları cinsiyetler yönünden incelendiğinde; 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüde cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz'de supresyonlu TEOAE amplitüdü kadınlarda daha yüksek erkeklerde daha düşük elde edilmiştir. Sol kulak 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyonlu TEOAE amplitüd (dB) bulguları cinsiyetler yönünden incelendiğinde; 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz ve 4000 Hz supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüde cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz ve 4000 Hz'de supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüd kadınlarda

daha yüksek erkeklerde daha düşük elde edilmiştir. Çalışmada, erkek bireylerde 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyonlu TEOAE amplitüd (dB) bulguları sağ kulak ve sol kulak için incelendiğinde; supresyonlu TEOAE amplitüdünde sağ kulak ve sol kulak arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1500 Hz ve 2000 Hz supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüd sağ kulakta daha yüksek sol kulakta daha düşük elde edilmiştir. 3000 Hz ve 4000 Hz supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüd ise sol kulakta sağ kulağa göre daha yüksek elde edilmiştir. 1000 Hz supresyonlu TEOAE amplitüdü sağ kulakta ve sol kulakta aynı elde edilmiştir, ancak kadınlarda 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyonlu TEOAE amplitüd (dB) bulguları sağ kulak ve sol kulak için incelendiğinde; 1500 Hz supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüd, 3000 Hz supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüde sağ kulak ve sol kulak arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz ve 3000 Hz supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüd sağ kulakta daha yüksek sol kulakta daha düşük elde edilmiştir. 4000 Hz supresyonlu TEOAE amplitüdü ise sol kulakta sağ kulağa göre daha yüksek elde edilmiştir.

Literatür incelendiğinde kontralateral supresyon ve cinsiyetin etkisini araştıran çok sayıda çalışma bulunmamaktadır. Cinsiyetin kontralateral supresyon üzerindeki etkisi hakkında daha kesin bilgilere ulaşabilmek için daha çok çalışmanın yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Supresyon etkisinin araştırılması ile efferent sistemin değerlendirilmesi, işitsel tanıda etkilenen bölgelerin ayrıntılı analizinde ve işitsel rehabilitasyon için çeşitli rehabilitasyon programı ve uygulamalara yönlendirmeyi sağlayacağından ötürü kontralateral supresyon testinin klinik uygulamada yaygın olarak kullanılması önerilmektedir.

6. SONUÇ

“Geçici Uyarılmış Otoakustik Emisyonlarda (TEOAE) Cinsiyetin Supresyon Üzerindeki Etkisi” isimli çalışmamıza, normal işitmeye sahip 30 erkek ve 30 kadın birey katılmıştır. Yapmış olduğumuz çalışmadan elde ettiğimiz veriler doğrultusunda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. Sağ kulak 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyonsuz TEOAE amplitüd (dB) değerleri, supresyonsuz SNR (dB), supresyonlu TEOAE amplitüd (dB) değerleri ve supresyonlu SNR (dB) bulguları cinsiyetler yönünden incelendiğinde; 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz supresyonsuz ve supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüd, supresyonsuz ve supresyonlu SNR değerinde cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz’de supresyonsuz TEOAE amplitüd, supresyonsuz TEOAE amplitüdüne ait SNR, supresyonlu TEOAE amplitüd, supresyonlu TEOAE amplitüdüne ait SNR değeri kadınlarda daha yüksek erkeklerde daha düşük elde edilmiştir.

2. Sol kulak 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyonsuz TEOAE amplitüd (dB) değerleri, supresyonsuz SNR (dB), supresyonlu TEOAE amplitüd (dB) değerleri ve supresyonlu SNR (dB) bulguları cinsiyetler yönünden incelendiğinde; 1000 Hz supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüd, supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüd ve supresyonlu SNR değerinde, 1500 Hz supresyonlu TEOAE amplitüdü ve supresyonlu SNR değerinde, 2000 Hz, 3000 Hz ve 4000 Hz’de supresyonsuz TEOAE amplitüdü, supresyonsuz SNR değerinde, supresyonlu TEOAE amplitüdü, supresyonlu SNR değerinde cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz ve 4000 Hz’de supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüd, supresyonsuz SNR değeri, supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüd ve supresyonlu SNR değeri kadınlarda daha yüksek erkeklerde daha düşük elde edilmiştir.

3. Erkek bireylerde 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyonsuz TEOAE amplitüd (dB) değerleri, supresyonsuz SNR (dB), supresyonlu TEOAE amplitüd (dB) değerleri ve supresyonlu SNR (dB) bulguları sağ kulak ve sol kulak için incelendiğinde; 4000 Hz supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüd değerinde sağ kulak ve sol kulak

arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000 Hz supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüd ve supresyonlu SNR değerinde, 1500 Hz supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüd, supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüd ve supresyonlu SNR değeri, 2000 Hz supresyonsuz SNR, supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüd ve supresyonlu SNR değeri, 3000 Hz supresyonsuz SNR ve supresyonlu SNR değeri sağ kulakta daha yüksek sol kulakta daha düşük elde edilmiştir. 1000 Hz ve 1500 Hz supresyonsuz SNR değeri, 2000 Hz supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüd, 3000 Hz supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüd ve supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüd, 4000 Hz supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüd, supresyonsuz SNR değeri, supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüd ve supresyonlu SNR değeri ise sol kulakta sağ kulağa göre daha yüksek elde edilmiştir. 1000 Hz supresyonlu TEOAE amplitüdü sağ kulakta ve sol kulakta aynı elde edilmiştir.

4. Kadın bireylerde 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyonsuz TEOAE amplitüd (dB) değerleri, supresyonsuz SNR (dB), supresyonlu TEOAE amplitüd (dB) değerleri ve supresyonlu SNR (dB) bulguları sağ kulak ve sol kulak için incelendiğinde; 1500 Hz supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüd, 3000 Hz supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüd ve SNR değerinde sağ kulak ve sol kulak arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz ve 3000 Hz supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüd, supresyonsuz SNR değeri, supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüd ve supresyonlu SNR değeri, 4000 Hz supresyonsuz SNR değeri ve supresyonlu SNR değeri sağ kulakta daha yüksek sol kulakta daha düşük elde edilmiştir. 4000 Hz supresyonsuz TEOAE amplitüdü ve supresyonlu TEOAE amplitüdü ise sol kulakta sağ kulağa göre daha yüksek elde edilmiştir.

5. Sağ kulak 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı incelendiğinde; supresyon miktarında cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$). İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz ve 3000 Hz’de supresyon miktarı erkeklerde daha yüksek kadınlarda daha düşük elde edilmiştir. 4000 Hz’de ise supresyon miktarı kadınlarda erkeklere göre daha yüksek elde edilmiştir.

6. Sol kulak 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı incelendiğinde; 1500 Hz'de supresyon miktarında cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz ve 4000 Hz'de supresyon miktarı erkeklerde daha yüksek kadınlarda daha düşük elde edilmiştir. 3000 Hz'de ise supresyon miktarı kadınlarda erkeklere göre daha yüksek elde edilmiştir.

7. Erkek bireylerde 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı sağ kulak ve sol kulak için incelendiğinde; supresyon miktarında sağ kulak ile sol kulak arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$). İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000 Hz ve 2000 Hz'de supresyon miktarı sağ kulakta daha yüksek sol kulakta daha düşük elde edilmiştir. 1500 Hz ve 3000 Hz ve 4000 Hz'de ise supresyon miktarı sol kulakta sağ kulağa göre daha yüksek elde edilmiştir.

8. Kadın bireylerde 1000 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı sağ kulak ve sol kulak için incelendiğinde; 3000 Hz'de supresyon miktarında sağ kulak ve sol kulak arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1500 Hz'de supresyon miktarı sağ kulakta daha yüksek sol kulakta daha düşük elde edilmiştir. 1000 Hz, 2000 Hz, ve 3000 Hz'de ise supresyon miktarı sol kulakta sağ kulağa göre daha yüksek elde edilmiştir. 4000 Hz'de supresyon miktarı sağ kulakta ve sol kulakta aynı elde edilmiştir.

9. Sağ kulak 1000 Hz-4000 Hz frekans aralığında supresyonsuz TEOAE amplitüd (dB) değerleri, supresyonsuz SNR (dB), supresyonlu TEOAE amplitüd (dB) değerleri, supresyonlu SNR (dB) ve supresyon miktarı bulguları cinsiyetler yönünden incelendiğinde; 1000 Hz-4000 Hz frekans aralığında supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüd, supresyonsuz SNR, supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüd, supresyonlu SNR değerinde ve supresyon miktarında cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000-4000 Hz frekans aralığında supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüd, supresyonsuz SNR, supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüd, supresyonlu SNR değeri kadınlarda daha yüksek erkeklerde daha düşük elde edilmiştir. 1000-4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı erkeklerde daha yüksek kadınlarda daha düşük elde edilmiştir.

10. Sol kulak 1000 Hz-4000 Hz frekans aralığında supresyonsuz TEOAE amplitüd (dB) değerleri, supresyonsuz SNR (dB), supresyonlu TEOAE amplitüd (dB) değerleri, supresyonlu SNR (dB) ve supresyon miktarı bulguları cinsiyetler yönünden incelendiğinde; 1000 Hz-4000 Hz frekans aralığında supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüd, supresyonsuz SNR, supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüd ve supresyonlu SNR değerinde cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). Supresyon miktarında cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$). İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000-4000 Hz frekans aralığında supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüd, supresyonsuz SNR, supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüd ve supresyonlu SNR değeri kadınlarda daha yüksek erkeklerde daha düşük elde edilmiştir. 1000-4000 Hz frekans aralığında supresyon miktarı erkeklerde daha yüksek kadınlarda daha düşük elde edilmiştir.

11. Çalışmanın limitasyonlarında kontralateral supresyon çalışmasında daha iyi sonuçlara ulaşılması açısından cinsiyetler için test yapılan bireylerin aynı yaştan seçilmesi sayılabilmektedir. Çalışmanın uygulanacağı bireylerin, aynı yaş aralığında olmasından ziyade aynı yaşta olması halinde daha tutarlı sonuçlar elde edilebileceği düşünülmektedir. Otoakustik emisyon ölçümlerinin doğası gereği ortamın gürültü seviyesi testin güvenilirliğini ve tutarlılığını etkileyeceğinden dolayı yapılan tüm testlerin uygulanması süreci boyunca ortam koşullarının ve ortamdaki gürültünün aynı seviyede olması gerekliliği çalışmanın limitasyonları içinde bir diğer faktörler arasındadır.

Bu çalışma konusunda araştırma yapmak isteyen araştırmacılar için çalışmanın katılımcılarının, gürültülü ortamda çalışan ve gürültülü ortamda çalışmayan bireylerden oluşturularak belirlenmesi önerilmektedir. Böylelikle, MOC sistemi hakkında daha fazla bilgiye ulaşılabilecektir. Gürültü faktörünün etken olduğu, ani işitme kayıplarında kontralateral supresyonun değerlendirilmesi çalışmasının yapılması MOC sisteminin fonksiyonelliği üzerine bilgi vermesi açısından araştırmacılara önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdala, C., & Visser-Dumont, L. (2001). Distortion product otoacoustic emissions: A tool for hearing assessment and scientific study. *Volta Rev*, 103(4):281-302.
- Abdollahi, F. Z., & Lotfi, Y. (2011). Gender difference in teoaes and contralateral suppression of Teoaes in normal hearing adults. *Iranian Rehabilitation Journal*, 9(14), 22-25.
- Aktaş, M. (2013). *İşitsel nöropatili olgularda kontralateral supresyon uygulayarak efferent sistemin değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Allum, J. H. J., Allum-Mecklenburg, D. J., Harris, F. P., & Probst, R. (Ed.). (1993). *Progress in brain research: natural and artificial control of hearing and balance*. Elsevier.
- Ashmore, J. (2018). Outer hair cells and electromotility. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 9(7): a033522.
- Attias, J., Bresloff, I., & Furman, V. (1996). The Influence of the Efferent Auditory System on Otoacoustic Emissions in Noise Induced Tinnitus: Clinical Relevance. *Acta Oto-Laryngologica*, 116(4), 534–539.
- Baiduc, R. R., Lee, J., & Dhar, S. (2014). Spontaneous otoacoustic emissions, threshold microstructure, and psychophysical tuning over a wide frequency range in humans. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 135(1), 300–314.
- Benoudiba, F., Toulgoat, F., & Sarrazin, J. L. (2013). The vestibulocochlear nerve (VIII). *Diagnostic and Interventional Imaging*, 94(10), 1043–1050.
- Bess, F. H., & Humes, L. E. (2008). *Audiology: The fundamentals* (4.Bs.). Lippincott Williams & Wilkins a Wolters Kluwer business.
- Borkó, R., Batta, T. J., & Sziklai, I. (2005). Slow motility electromotility and lateral wall stiffness in the isolated outer hair cells. *Hearing Research*, 207(1-2), 68–75.
- Brownell, W. E. (1990). Outer hair cell electromotility and otoacoustic emissions. *Ear and Hearing*, 11(2), 82–92.
- Burguetti, F. A. R., & Carvallo, R. M. M. (2008). Efferent auditory system: its effect on auditory processing. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 74(5), 737–745.
- Campbell, K. C. M. (2020). *Otoacoustic Emissions*. Erişim adresi: <https://emedicine.medscape.com/article/835943-overview>. Erişim tarihi: 25 Temmuz 2021.
- Campos, U. D. P., Hatzopoulos, S., Kochanek, K., Sliwa, L., Skarzynski, H., & Carvallo, R. M. M. (2011). Contralateral suppression of otoacoustic emissions: Input-Output functions in neonates. *Medical Science Monitor*, 17(10), CR557–CR562.
- Celesia, G. G. (Ed.). (2013). *Handbook of Clinical Neurophysiology*. Elsevier.
- Ciuman, R. R. (2010). The efferent system or olivocochlear function bundle – fine regulator and protector of hearing perception. *Int J Biomed Sci*, 6(4): 276–288.

- Clarke, E. M., Ahmmmed, A., Parker, D., & Adams, C. (2006). Contralateral Suppression of Otoacoustic Emissions in Children with Specific Language Impairment. *Ear and Hearing*, 27(2), 153–160.
- Cunningham, R. F. (2011). *Otoacoustic emissions: Beyond newborn hearing screening*. Erişim adresi: <https://www.audiologyonline.com/articles/otoacoustic-emissions-beyond-newborn-hearing-838>. Erişim tarihi: 23.07.2021.
- DeBonis, D. A., & Donohue, C. L. (2020). *Survey of audiology: Fundamentals for audiologists and health professionals* (3. Bs.). SLACK Incorporated.
- Dhar, S., & Hall, J. W. (2018). *Otoacoustic emissions: Principles procedures and protocols* (2. Bs.). Plural Publishing.
- Dhingra, P. L., & Dhingra, S. (2018). *Diseases of ear nose and throat: & head and neck surgery*. (7. Bs.). Elsevier RELX India Pvt. Ltd.
- Durante, A. S., & Carvallo, R. M. M. (2002). Contralateral suppression of otoacoustic emissions in neonates: Supresión contralateral de las emisiones otoacústicas en recién nacidos. *International Journal of Audiology*, 41(4), 211–215.
- Durante, A. S., & Carvallo, R. M. M. (2006). Mudanças das emissões otoacústicas por transientes na supressão contralateral em lactentes. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*, 18(1), 49–56.
- Durante, A. S., & Carvallo, R. M. M. (2008). Contralateral suppression of linear and nonlinear transient evoked otoacoustic emissions in neonates at risk for hearing loss. *Journal of Communication Disorders*, 41(1), 70–83.
- Eggermont, J. J. (Ed.). (2017). *Hearing loss: Causes prevention and treatment*. Academic Press.
- Elmoazen, D., Kozou H., & Elabassiery, B. (2020). Otoacoustic emissions and contralateral suppression in tinnitus sufferers with normal hearing. *The Egyptian Journal of Otolaryngology*, 36(29), 1-9.
- Feher, J. (2012). *Quantitative human physiology: An introduction* (2. Bs.). Academic Press.
- Felix, D., & Oestreicher, E. (Ed.). (2002). *Rational pharmacotherapy of the inner ear*. S. Karger.
- Ferguson, M. A., O'Donoghue, G. M., & Owen, V. (2001). Contralateral Suppression of Transient Evoked Otoacoustic Emissions in Patients with Cerebello-Pontine Angle Tumor. *Ear and Hearing*, 22(3), 173–181.
- Fuchs, P. A., & Lauer, A. M. (2018). Efferent Inhibition of the Cochlea. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, a033530.
- Fuchs, P. A., & Shinn-Cunningham, B. (Ed.). (2020). *Current opinion in physiology*. Elsevier
- Fronza, A. B., Barreto, D. C. M., Tochetto, T. M., da Cruz, I. B. M., & da Silveira, A. F. (2011). Association between auditory pathway efferent functions and genotoxicity in young adults. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 77(1), 107-14.

- Fuente, A. (2015). The olivocochlear system and protection from acoustic trauma: A mini literature review. *Frontiers in Systems Neuroscience*, 9.9(94), 1-6.
- Ganong, W.F. (2005). *Review of Medical Physiology* (22. Bs.). The McGraw-Hill Companies.
- Garinis, A. C., Glatke, T., & Cone-Wesson, B. K. (2008). TEOAE suppression in adults with learning disabilities. *International Journal of Audiology*, 47(10), 607–614.
- Gelfand, S. A. (2010). *Hearing: An introduction to psychological and physiological acoustics* (5. Bs.). Informa Healthcare.
- Gelfand, S. A. (2016). *Essentials of audiology* (4. Bs.). Thieme Medical Publishers.
- Gil-Loyzaga, P. (2016). *Lateral Lemniscus and inferior colliculus*. Erişim adresi: <http://www.cochlea.eu/en/auditory-brain/brain-stem/lateral-lemniscus-and-inferior-colliculus>. Erişim tarihi: 23.07.2021.
- Goetz, C. (2007). *Textbook of clinical neurology* (3. Bs.). Saunders Elsevier.
- Guinan, J. J. (2006). Olivocochlear efferents: Anatomy, physiology, function, and the measurement of efferent effects in humans. *Ear and Hearing*, 27(6), 589–607.
- Guyton, A. C., & Hall, J. E. (2006). *Textbook of Medical Physiology* (11. Bs.). Elsevier Saunders.
- Gündüz, M. (Ed.). (2015). *Odyolojide temel kavramlar ve yaklaşımlar*. Nobel Tıp Kitabevleri.
- Hall, J. W. (Ed.). (2014). *Introduction to audiology today*. Pearson Education.
- Hood, L. J., Berlin, C. I., Hurley, A., Cecola, R. P., & Bell, B. (1996). Contralateral suppression of transient-evoked otoacoustic emissions in humans: intensity effects. *Hearing Research*, 101(1-2), 113–118.
- Hoth, S., Polzer, M., Neumann, K., & Plinkert, P. (2007). TEOAE amplitude growth, detectability, and response threshold in linear and nonlinear mode and in different time windows. *International Journal of Audiology*, 46(8), 407–418.
- Humphries, C., Liebenthal, E., & Binder, J. R. (2010). Tonotopic organization of human auditory cortex. *NeuroImage*, 50(3), 1202–1211.
- Interacoustics. (2019). *A Guide to Otoacoustic Emissions*. Erişim adresi: file:///C:/Users/User/Downloads/8515061_a_guide_to_oae_for_the_professional_v2_03_2019.pdf.
- Interacoustics. (2020). *AC40*. Erişim adresi: <https://www.interacoustics.com/audiometry/clinical/ac40>.
- Interacoustics. (2020). *Titan*. Erişim adresi: <https://www.interacoustics.com/tympanometry/clinical-diagnostic/titan>.
- Jedrzejczak, W. W., Pilka, E., Skarzynski, P. H., & Skarzynski, H. (2020a). Contralateral suppression of otoacoustic emissions in pre-school children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 132(109915), 1-5.

- Jedrzejczak, W. W., Pilka, E., Skarzynski, P. H., & Skarzynski, H. (2020b). Reliability of contralateral suppression of otoacoustic emissions in children. *International Journal of Audiology*, 1–8.
- Jenison, R. L. (2001). Auditory system. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences* (1. bs.) içinde (Cilt 27, s. 946-952). Pergamon.
- Joffily, L., de Melo Tavares de Lima, M. A., Vincent, M. B., & Frota, S. M. M. C. (2016). Assessment of otoacoustic emission suppression in women with migraine and phonophobia. *Neurological Sciences*, 37(5), 703–709.
- Kaas, J. H. (2017). *Evolution of nervous systems* (2. Bs.). Academic Press.
- Kalluri, R., & Shera, C. A. (2007). Comparing stimulus-frequency otoacoustic emissions measured by compression suppression and spectral smoothing. *Acoustical Society of America*, 122(6), 3562–3575.
- Kang H. W., Shim, H. J., Song, S. J., Lee, S. H., & Yoon, S. W. (2012). Time course of the suppression effect on transient evoked otoacoustic emissions by prolonged contralateral acoustic stimulation. *The Korean Audiological Society*, 16, 114-119.
- Kemp, D. T. (2002). Otoacoustic emissions, their origin in cochlear function, and use. *British Medical Bulletin*, 63(1), 223–241.
- Kemp, D. T. (2009). Otoacoustic emissions. *Encyclopedia of neuroscience*, (1. bs.) içinde (Cilt 1, s. 317–326). Academic press is an imprint of Elsevier.
- Kim, S., Frisina, D. R., & Frisina, R. D. (2002). Effects of Age on Contralateral Suppression of Distortion Product Otoacoustic Emissions in Human Listeners with Normal Hearing. *Audiology and Neurotology*, 7(6), 348–357.
- King, A. J., Teki, S., & Willmore, B. D. B. (2018). Recent advances in understanding the auditory cortex. *F1000Research*, 7, 1555.
- Le Prell, C. G., Shore, S. E., Hughes, L. F., & Bledsoe, S. C. (2003). Disruption of lateral efferent pathways: Functional changes in auditory evoked responses. *Journal of the Association for Research in Otolaryngology*, 4(2), 276–290.
- Lilaonitkul, W., & Guinan, J. J. (2009). Human medial olivocochlear reflex: Effects as functions of contralateral, ipsilateral, and bilateral elicitor bandwidths. *Journal of the Association for Research in Otolaryngology*, 10(3), 459–470.
- Lonsbury-Martin, B. L., Harris, F. P., Hawkins, M. D., Stagner, B. B., & Martin, G. K. (1990). Distortion Product Emissions in Humans. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*, 99(5), 3–14.
- Lopez-Poveda, E. A. (2018). Olivocochlear efferents in animals and humans: From anatomy to clinical relevance. *Frontiers in Neurology*, 9(197), 1-18.
- Lotti, M., & Bleecker, M. L. (Ed.). (2015). *Handbook of Clinical Neurology*. Elsevier.
- Maico Diagnostics. (2009). *A guide to otoacoustic emissions (oaes) for physicians*.
Erişim adresi:
https://www.schoolhealth.com/media/pdf/51057_Physicians_Guide_to_OAEs.pdf

- McPherson, B., Li, S. F., Shi, B. X., Tang, J. L. F., & Wong, B. Y. K. (2006). Neonatal Hearing Screening: Evaluation of Tone-Burst and Click-Evoked Otoacoustic Emission Test Criteria. *Ear and Hearing*, 27(3), 256–262.
- Meena, R. S., Meena, D., Babu, D., Singh, B. K., & Verma, P. C. (2012). Role of Transient Evoked Otoacoustic Emission Beyond Screening of Hearing Impairment: A Study of 400 Cases. *Indian Journal of Otolaryngology and Head & Neck Surgery*, 65(2), 134–139.
- Middlebrooks, J. C. (2009). Auditory system: Central pathways. *Encyclopedia of Neuroscience* (1. Bs.) içinde (Cilt 1, s. 745-752). Academic Press is an imprint of Elsevier.
- Mio, K., Kubo, Y., Ogura, T., Yamamoto, T., Arisaka, F., & Sato, C. (2007). The motor protein prestin is a bullet-shaped molecule with inner cavities. *Journal of Biological Chemistry*, 283(2), 1137–1145.
- Møller, A. R. (2006). *Hearing: anatomy physiology and disorders of the auditory system* (2. Bs.). Academic Press is an imprint of Elsevier.
- Murkin, L., & Davies, R. (2008). Otoacoustic emission suppression testing: A clinician's window onto the auditory efferent pathway. *Audiological Medicine*, 6(4), 238–248.
- Natus Medical Denmark ApS. (2019). *Madsen capella² ve otosuite otoakustik emisyonlar modülü kullanıcı kılavuzu*. Erişim adresi: https://partners.natus.com/asset/resource/file/otometrics/asset/2019-07/7-50-1310-TR_09.PDF.
- Neely, S. T., Johnson, T. A., Garner, C. A., & Gorga, M. P. (2005). Stimulus-frequency otoacoustic emissions measured with amplitude-modulated suppressor tones. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 118(4), 2124–2127.
- Novanta, G., Sampaio, A., Augusto Oliveira, C., Granjeiro, R., Braga, S., & Serra, L. (2014). The Study of Otoacoustic Emissions and the Suppression of Otoacoustic Emissions in Subjects with Tinnitus and Normal Hearing: An Insight to Tinnitus Etiology. *International Archives of Otorhinolaryngology*, 19(02), 171–175.
- Otoacoustic Emissions. (t.y.). Erişim adresi: <https://www.asha.org/public/hearing/otoacoustic-emissions/>. Erişim tarihi: 05 Mart 2021.
- Otoacoustic Emissions Testing. (2021, 01 Temmuz). Erişim adresi: <https://www.uhcprovider.com/content/dam/provider/docs/public/policies/signatur-evalue-mm/otoacoustic-emissions-testing-sv.pdf>. Erişim tarihi: 05 Mart 2021.
- Petersen, L., Wilson, W. J., & Kathard, H. (2018). Towards the preferred stimulus parameters for distortion product otoacoustic emissions in adults: A preliminary study. *South African Journal of Communication Disorders*, 65(1), 1-10.
- Probst, R., Coats, A. C., Martin, G. K., & Lonsbury-Martin, B. L. (1986). Spontaneous, click-, and toneburst-evoked otoacoustic emissions from normal ears. *Hearing Research*, 21(3), 261–275.
- Probst, R., Lonsbury-Martin, B. L., & Martin, G. K. (1991). A review of otoacoustic emissions. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 89(5), 2027–2067.

- Robinette, M. S., & Facer, G. W. (1991). Evoked otoacoustic emissions in differential diagnosis: a case report. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 105(1), 120–123.
- Ricci, A. J., Kachar, B., Gale, J., & Van Netten, S. M. (2006). Mechano-electrical transduction: new insights into old ideas. *The Journal of Membrane Biology*, 209(2-3), 71–88.
- Roeser, R. J., Valente, M., & Hosford-Dunn, H. (2007). *Audiology diagnosis* (2. Bs.). Thieme Medical Publishers.
- Rüttiger, L., Zimmermann, U., & Knipper, M. (2017). Biomarkers for hearing dysfunction: Facts and outlook. *ORL*, 79(1-2), 93–111.
- Sanches, S. G. G., & Carvallo, R. M. (2006). Contralateral suppression of transient evoked otoacoustic emissions in children with auditory processing disorder. *Audiology and Neurotology*, 11(6), 366–372.
- Schapira, A. H. V. (Ed.). (2007). *Neurology and Clinical Neuroscience*. Elsevier.
- Singh, V. (2014). *Textbook of anatomy: head neck and brain* (2. Bs.). Reed Elsevier India Private Limited.
- Snow, J. B., & Ballenger, J. J. (2003). *Ballenger's otorhinolaryngology head and neck surgery* (16. Bs.). BC Decker Inc.
- Soh, L. J. M., & Chan, Y. M. (2015). Revisiting Oto-Acoustic Emissions. *Proceedings of Singapore Healthcare*, 24(2), 86–93.
- Stach, B. A. (2010). *Clinical audiology: An introduction* (2. Bs.). Delmar Cengage Learning.
- Stuart, A., & Butler, A. K. (2012). Contralateral Suppression of Transient Otoacoustic Emissions and Sentence Recognition in Noise in Young Adults. *Journal of the American Academy of Audiology*, 23(9), 686–696.
- Stuart, A., & Cobb, K. M. (2015). Reliability of measures of transient evoked otoacoustic emissions with contralateral suppression. *Journal of Communication Disorders*, 58, 35–42.
- Stuart, A., & Kerls, A. N. (2018). Does contralateral inhibition of transient evoked otoacoustic emissions suggest sex or ear laterality effects. *American Journal of Audiology*, 1-11.
- Stuart, A., & Preat, J. L. (2012). Contralateral Suppression of Transient-Evoked Otoacoustic Emissions in Children With Sickle Cell Disease. *Ear and Hearing*, 33(3), 421–429.
- Suckfüll, M., Schneeweiß, S., Dreher, A., & Schorn, K. (1996). Evaluation of TEOAE and DPOAE Measurements for the Assessment of Auditory Thresholds in Sensorineural Hearing Loss. *Acta Oto-Laryngologica*, 116(4), 528–533.
- Torrico T. J., & Munakomi S. (2020). *Neuroanatomy Thalamus*. Erişim adresi: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK542184/>. Erişim tarihi: 02 Ağustos 2021.

- Urnau, D., & Tochetto, T. M. (2012). Occurrence and suppression effect of Otoacoustic Emissions in normal hearing adults with tinnitus and hyperacusis. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 78(1), 87–94.
- Yongbing, S., & Martin, W. (2006). Spontaneous Otoacoustic Emissions in Tinnitus Patients. *Journal of Otology*, 1(1), 35–39.
- Zhao, W., Dewey, J. B., Boothalingam, S., & Dhar, S. (2015). Efferent Modulation of Stimulus Frequency Otoacoustic Emission Fine Structure. *Frontiers in Systems Neuroscience*, 9(168), 1–12.



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Zeynepnur IŞIK
Doğum Yeri – Tarihi : (KVKK gereği silinmiştir)

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : 2019, KTO Karatay Üniversitesi, Sağlık Bilimleri
Yüksekokulu, Odyoloji
Yüksek Lisans Öğrenimi : 2021, KTO Karatay Üniversitesi, Sağlık Bilimleri
Enstitüsü, Odyoloji
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

İŞ DENEYİMİ

Stajlar : 2018, Stajyer, D.P.Ü. Kütahya Evliya Çelebi Eğitim ve
Araştırma Hastanesi
Çalıştığı Kurumlar : 2020, Odyolog, Eruğurlular İşitme Cihazı Merkezi

Tarih: 13 Eylül 2021

EK 1. BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

T.C.

KTO KARATAY ÜNİVERSİTESİ

İLAÇ VE TIBBİ CİHAZ DIŞI ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Çalışmanın Adı : Geçici Uyarılmış Otoakustik Emisyonlarda (TEOAE) Cinsiyetin Supresyon Üzerindeki Etkisi

Bir araştırma çalışmasına katılmanız istenmektedir. Çalışmaya katılıp katılmama kararı tamamen size aittir. Katılmak isteyip istemediğinize karar vermeden önce araştırmanın neden yapıldığını bilgilerinizin nasıl kullanılacağını çalışmanın neleri içerdiğini ve olası yararlarını, risklerini ve rahatsızlık verebilecek konuları anlamanız önemlidir. Lütfen aşağıdaki bilgileri dikkatlice okumak için zaman ayırınız. Eğer çalışmaya katılmaya karar verirsiniz imzalamanız için size bu Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu verilecektir. Çalışmadan herhangi bir zamanda ayrılmakta özgürsünüz.

Çalışmanın Konusu ve Amacı :

Cinsiyetin efferent sistemin supresyonu üzerindeki etkisini TEOAE testi ile cevap amplitüdleri, sinyal/gürültü oranı ve gürültü seviyesi parametreleri bulguları üzerinden ortaya koymak çalışmanın konusudur. Bu çalışmanın amacı; normal işiten bireylerde cinsiyetin emisyon üzerine etkisinin bildirilmesi üzerine cinsiyetin kontralateral supresyon üzerindeki etkisini araştırmaktır. Yapılan tez çalışmasının sonucunda istatistiksel yöntemlerle cinsiyetin supresyon üzerinde farkı varsa bunu ortaya koyarak gündelik hayatta gürültü baskılama ve akustik travma maruziyetinde ne kadar zarar görüldüğüne dair cinsiyete göre ön bilgi sağlanmasıdır.

Çalışma İşlemleri:

Çalışmaya katılmayı kabul ettiğiniz takdirde öncelikle video otoskop ile dış kulak yolunun ve kulak zarı otoskopik muayene ile değerlendirilecektir. İşitme eşikleri (hava ve kemik yolu) belirlemek için saf ses

işitme testi ile belirlenecektir. Bu test ile katılımcının işitme kaybı olup-olmadığı belirlenecektir. Normal işitmeye sahip olan katılımcıların orta kulak basıncını, compliance değerlerini ve akustik reflex eşiğini belirlemek amacıyla akustik immitans ölçümleri ile yapılacaktır. Sonuçlar değerlendirilerek timpanogramı ve akustik reflex eşiği normal olan katılımcılara tez çalışmamızın ana testi olan otoakustik emisyon testi uygulanacaktır. Kontralateral supresyonda test edilen kulağa emisyon sinyali, test edilmeyen kulağa geniş band gürültü (supresyon) verilerek, her iki kulak için ayrı ayrı emisyon ölçümleri TEOAE (geçici uyarılmış otoakustik emisyon) testi ilk değerlendirmede supresyonsuz emisyon değerleri sonra supresyonlu emisyon değerleri ölçülecektir.

Çalışmaya Katılmamanın Olası Yararları Nelerdir?

Yapılan çalışmaya katılımınız durumunda, cinsiyet faktörünün kontralateral supresyon Testi üzerinde farklı sonuçlar verip vermeyeceği böylelikle cinsiyet gibi patolojik olmayan bir faktörün işleyen fizyolojik sürece etkisinin olup olmadığını ortaya koymakta katkı sağlayacaktır. Bu konu ülkemizde çalışma yapılarak verilerin literatüre geçmesi gereken bir konudur. Katılımlarınızla ülkemizde Odyoloji biliminin daha da ilerlemesine katkı sağlamış olacaksınız.

Çalışmaya Katılmamanın Olası Riskleri Nelerdir?

Yapılan çalışmaya katılmanız durumunda herhangi bir olası risk bulunmamaktadır.

Kişisel Bilgilerim Nasıl Kullanılacak?

Bu formu imzalayarak araştırmaya katılım için onay vermiş olacaksınız. Bununla birlikte kimlik bilgileriniz çalışmanın herhangi bir aşamasında açıkça kullanılmayacaktır. Doldurduğunuz anketlere verdiğiniz cevaplar ve araştırma süresince görsel/işitsel cihaz kullanılarak edinilen her türlü bilgi yalnızca bilimsel amaçlar için kullanılacaktır. Bilgileriniz hiçbir kimse ile ya da ticari bir amaç için paylaşılmayacaktır.

Gönüllünün Araştırmaya Devam Etmesi İçin Öngörülen Süre:

Tüm değerlendirmeler için öngörülen süre ortalama 45 dakikadır.

Gönüllünün araştırmaya katılımının isteğe bağlı olduğu ve gönüllünün istediği zaman, herhangi bir cezaya veya yaptırıma maruz kalmaksızın, hiçbir hakkını kaybetmeksizin araştırmaya katılmayı reddedebileceği veya araştırmadan çekilebileceği, çalışmaya katılıp katılmama kararı tamamen katılımcıya aittir. Çalışmadan herhangi bir zamanda ayrılma özgürlüğüne sahip olmaktadır. Böyle bir durum söz konusu olduğunda herhangi bir cezaya veya yaptırıma maruz kalmaksızın, hiçbir hakkınızı kaybetmeksizin araştırmaya katılmayı reddedebilir veya araştırmadan çekilebilirsiniz.

Soru ve Problemler İçin Başvurulacak Kişiler :

Başta proje yöneticisinin ismi olmak üzere, anketleri uygulayacak araştırmacılardan seçilen iki tanesinin unvan, isim soyadı, çalıştığı kurum ve cep telefon numaraları paylaşılmalıdır.

Sorumlu Araştırmacının;

Adı- Soyadı: Burak Öztürk

Ünvanı: Dr. Öğr. Üyesi

Çalıştığı kurum: KTO Karatay Üniversitesi / Odyoloji Bölümü

E-posta: (KVKK gereği silinmiştir)

Cep tel.: (KVKK gereği silinmiştir)

İmza:

Yardımcı Araştırmacının;

Adı- Soyadı: Zeynepnur IŞIK

E-posta: (KVKK gereği silinmiştir)

Cep tel.: (KVKK gereği silinmiştir)

İmza:

Çalışmaya Katılma Onayı

Bu bilgilendirilmiş olur belgesini okudum ve anladım. Bu araştırmaya katılmayı kabul ediyorum ve bu onay belgesini kendi hür irademle imzalıyorum. Bu onay, ilgili hiçbir kanun ve yönetmeliği geçersiz kılmaz. Araştırmacı saklamam için bu belgenin bir kopyasını çalışma sırasında dikkat edeceğim noktaları da içerecek şekilde bana teslim etmiştir.

<i>Gönüllü Adı Soyadı:</i>		<i>Tarih ve İmza:</i>
<i>Adres ve Telefon:</i>		

<i>Veli / Vasinin Adı Soyadı:</i>		<i>Tarih ve İmza:</i>
<i>Adres ve Telefon:</i>		

<i>Tanık¹ Adı Soyadı:</i>		<i>Tarih ve İmza:</i>
<i>Adres ve Telefon:</i>		

<i>Araştırmacı² Adı Soyadı:</i>		<i>Tarih ve İmza:</i>
<i>Adres ve Telefon:</i>		

1: Gönüllünün bilgilendirilme işlemine başından sonuna dek tanıklık eden kişi

2: Gönüllüyü araştırma hakkında bilgilendiren kişi

EK 2. TEOAE ÖLÇÜMLERİNDE VE SUPRESYONLU TEOAE ÖLÇÜMLERİNDE KULLANILAN KAYIT TABLOSU

SAĞ KULAK

1. Ölçüm (/ / 2021)										
Test Frekansı	TEQ 1	SNR 1	TEN 1	SNR 1.1	İNHİBİSYON MİKTARI 1	TEQ 2	SNR 2	TEN 2	SNR 2.1	İNHİBİSYON MİKTARI 2
1000 Hz										
1500 Hz										
2000 Hz										
3000 Hz										
4000 Hz										

2. Ölçüm (/ / 2021)										
Test Frekansı	TEQ 3	SNR 3	TEN 3	SNR 3.1	İNHİBİSYON MİKTARI 3	TEQ 4	SNR 4	TEN 4	SNR 4.1	İNHİBİSYON MİKTARI 4
1000 Hz										
1500 Hz										
2000 Hz										
3000 Hz										
4000 Hz										

SOL KULAK

1. Ölçüm (/ / 2021)										
Test Frekansı	TEQ 1	SNR 1	TEN 1	SNR 1.1	İNHİBİSYON MİKTARI 1	TEQ 2	SNR 2	TEN 2	SNR 2.1	İNHİBİSYON MİKTARI 2
1000 Hz										
1500 Hz										
2000 Hz										
3000 Hz										
4000 Hz										

2. Ölçüm (/ / 2021)										
Test Frekansı	TEQ 3	SNR 3	TEN 3	SNR 3.1	İNHİBİSYON MİKTARI 3	TEQ 4	SNR 4	TEN 4	SNR 4.1	İNHİBİSYON MİKTARI 4
1000 Hz										
1500 Hz										
2000 Hz										
3000 Hz										
4000 Hz										

TEQ: TEOAE supresyonsuz ölçüm, TEN: TEOAE supresyonlu ölçüm, SNR: Sinyal/Gürültü Oranı

ETİK KURUL

T.C.

KTO KARATAY ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
İLAÇ VE TIBBİ CİHAZ DIŞI ARAŞTIRMALAR ETİK KURUL KARARI

Toplantı Sayısı: 4

Toplantı Tarihi: 27.04.2021

Karar Savışı: 2021/003 Dr. Öğr. Üyesi Burak ÖZTÜRK' ün, "Geçici Uyarılmış Otoakustik Emisyonlarda (TEOAE) Cinsiyetin Supresyon Uzerindeki Etkisi" başlıklı araştırma projesi çalışması ile ilgili 18.03.2021 tarih dilekçesi ve ekleri görüşüldü.

Görüşme sonucunda araştırma projesi çalışmasının Dr. Öğr. Üyesi Burak ÖZTÜRK 'ün sorumluluğunda yürütülmesinin uygun olduğuna oy birliği ile karar verildi

Not: Çalışma ile ilgili gerekli izin ve yasal sorumluluk araştırmacılara aittir.

Sorumlu Araştırmacı: Dr. Öğr. Üyesi Burak ÖZTÜRK

Yardımcı Araştırmacı: Odyolog Zeynepnur IŞIK

ASLI GİBİDİR
27.04.2021

Prof. Dr. Taner ZİYLAN

İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmalar Etik Kurul Başkanı