



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



NORMAL İŞİTENLERDE İŞİTSEL EFFERENT YOLUN DEĞERLENDİRİLMESİ

Kübra BİNAY BOLAT

**KULAK BURUN BOĞAZ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Rauf Yücel ANADOLU**

**ANKARA
2021**

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**NORMAL İŞİTENLERDE İŞİTSEL
EFFERENT YOLUN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Kübra BİNAY BOLAT

**KULAK BURUN BOĞAZ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Rauf Yücel ANADOLU**

**ANKARA
2021**

ETİK BEYAN

Ankara Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü' ne

Yüksek Lisans tezi olarak hazırlayıp sunacağım “Normal İşitenlerde İşitsel Efferent Yolun Değerlendirilmesi” başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanıma ve bana aittir. Tezde yer alan araştırma tarafımdan yapılmış olup, tüm cümleler, yorumlar bana aittir.

Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Kübra Binay Bolat

Tarih:

İmza:

KABUL ve ONAY



İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN	ii
KABUL VE ONAY	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ÖNSÖZ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	vii
ŞEKİLLER	viii
ÇİZELGELER	ix

1. GİRİŞ

1.1. İşitme Sistemi	2
1.1.1. Kulak Anatomisi ve Fizyolojisi	2
1.2. Efferent İşitme Sistemi	8
1.2.1. Olivokoklear Akustik Refleksler	9
1.2.1.1. Koklea ve Olivokoklear Sistem İlişkisi	11
1.2.1.2. Hücresel Mekanizmalar	11
1.2.1.3. Olivokoklear Fizyoloji	12
1.2.1.4. İşitmede Olivokoklear Efferentlerin Rolü	12
1.2.2. Akustik Refleks	13
1.2.2.1. Akustik Refleks Arkı	14
1.3. Odyolojik Değerlendirme	16
1.3.1. Saf Ses Odyometri	16
1.3.2. Konuşma Odyometrisi	17
1.3.3. İmmitansmetrik Ölçümler	19
1.3.3.1. Timpanometri	19
1.3.3.2. Akustik Refleks Eşik Testi	20
1.3.3.3. Akustik Refleks Latans Testi	21
1.3.3.4. Akustik Refleks Eşiği ve Latans Testlerinin Uygulamaları	23
1.3.4. Otoakustik Emisyonlar	24
1.3.4.1. Spontan Otoakustik Emisyonlar	25
1.3.4.2. Uyarılmış Otoakustik Emisyonlar	26
1.3.4.3. Otoakustik Emisyon ve Kontralateral Supresyonu	29

2. GEREÇ ve YÖNTEM

2.1. Katılımcılar	32
2.1.1. Çalışmaya Dahil Olma Kriterleri	32
2.1.2. Çalışma Dışı Bırakılma Kriterleri	33
2.2. Kullanılan Testler ve Yöntem	33
2.2.1. Saf Ses Odyometri ve Konuşma Testleri	34
2.2.2. Timpanometri	35
2.2.3. Akustik Refleks Eşiği ve Refleks Latans Testleri	36
2.2.4. TEOAE ve Kontralateral Supresyon	37
2.3. İstatistik Bilgisi	40

3. BULGULAR

3.1. TEOAE ve KLS Sonuçlarının Değerlendirilmesi	41
3.2. Akustik Refleks Latans Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi	47

4. TARTIŞMA	
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	64
ÖZET	66
SUMMARY	67
KAYNAKLAR	68
EKLER	78
Ek-1: Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu	78
Ek-2: Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Karar Formu	80
ÖZGEÇMİŞ	81



ÖNSÖZ

Bu çalışma normal işiten yetişkinlerde efferent işitme sistemini değerlendirebilmek amacıyla yapılmıştır. Akustik refleks latans testi ve TEOAE' nin kontralateral supresyonu ile efferent işitme sistemi değerlendirilmiştir.

Tez hazırlama sürecim boyunca bana yol gösteren sayın tez danışmanım Prof. Dr. Rauf Yücel ANADOLU' ya;

Yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi, tecrübe ve desteğini esirgemeyen çok değerli hocam sayın Doç. Dr. Suna YILMAZ' a;

Bilgisine ve insanlığına hayranlık duyduğum, her zaman bana güvenen ve destekleyen, çok sevdiğim hocam sayın Dr. Öğr. Üyesi Burak ÖZTÜRK' e,

Tez sürecimde tecrübeleri ve neşeleri ile yanımda olan Dr. Mine BAYDAN ARAN, Odyom. Elvan YILMAZ ve Ankara Üniversitesi Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Bölümü ekibine,

İhtiyacım olduğu her an yanımda olan ve benden desteğini esirgemeyen canım arkadaşım Ayşenur AYKUL' a, tez sürecinde en büyük yardımcılardan olan Erkut BOLAT' a,

Hayatımdaki en değerli varlıklarım olan, her zaman bana güvenen ve yanımda olan canım annem ve babama, canım ablam ve kardeşime,

Sevgisini, sabrını ve desteğini hiçbir zaman eksik etmeyen hep yanımda olan sevgili eşim Cihat BOLAT' a,

En içten sevgi, saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

SİMGELER ve KISALTMALAR

ACh	Asetilkolin
ARE	Akustik Refleks Eşiğı
ARL	Akustik Refleks Latans
ARLT	Akustik Refleks Latans Testi
dB	Desibel
DPOAE	Distorsiyon Ürünü Otoakustik Emisyonlar
DTH	Dış Tüy Hücresi
HL	Hearing Level (İşitme Seviyesi)
İTH	İç Tüy Hücresi
KLS	Kontralateral Supresyon
LOK	Lateral Olivokoklear
MOK	Medial Olivokoklear
SİİB	Santral İşitsel İşleme Bozukluğu
SFOAE	Stimulus Frekansları Otoakustik Emisyon
SNR	Sinyal Gürültü Oranı
SOAE	Spontan Otoakustik Emisyon
SOK	Superior Oliver Kompleks
SPL	Sound Pressure Level (Ses Basınç Seviyesi)
SS	Standart Sapma
TEOAE	Transient Otoakustik Emisyon
OAE	Otoakustik Emisyon
ORT	Ortalama
VCN	Ventral Koklear Nukleus

ŞEKİLLER

Şekil 1.1. Kulak Anatomisi (Gelfand, 2016)	3
Şekil 1.2. Koklear Kanal (Bohne, 2004)	4
Şekil 1.3. Santral İşitme Sistemi (Pickles, 1982)	7
Şekil 1.4. Olivokoklear Yolun Temsili (Guinan, 2006)	9
Şekil 1.5. Kokleadaki Efferent Nöronlar (Lauer ve Ark., 2012)	10
Şekil 1.6. İpsilateral ve Kontralateral Akustik Refleks Yolları (Gelfand, 2016)	15
Şekil 1.7. İnteracoustics Marka AC 40 Model Klinik Odyometre	17
Şekil 1.8. GSI Marka Tymptar Pro Model Timpanometre	20
Şekil 1.9. Akustik Refleks Latans Parametreleri (Narayanan, 2017)	22
Şekil 2.1. Sessiz Kabin İçerisinde Yapılan Saf Ses Odyometri Testi	34
Şekil 2.2. 500 Hz 100 dB HL'de ARL Ölçümü	37
Şekil 2.3. TEOAE ve KLS Ölçümü	38
Şekil 2.4. TEOAE ve KLS Sonuçları	39
Şekil 2.5. TEOAE'de Klik Uyaran ve Gürültü Uyaranın Sunulduğu Problar	40

ÇİZELGELER

Çizelge 3.1.	Bireylerin yaş ve cinsiyet dağılımı	41
Çizelge 3.2.	Kadınlara ait sağ ve sol kulak TEOAE testi SNR değerleri	41
Çizelge 3.3.	Kadınlara ait sağ ve sol kulak TEOAE supresyon SNR değerleri	42
Çizelge 3.4.	Erkeklere ait sağ ve sol kulak TEOAE testi SNR değerleri	43
Çizelge 3.5.	Erkeklere ait sağ ve sol kulak TEOAE supresyon SNR değerleri	43
Çizelge 3.6.	Tüm bireylere ait sağ ve sol kulak TEOAE SNR değerleri	44
Çizelge 3.7.	Tüm bireylere ait sağ ve sol kulak TEOAE supresyon SNR değerleri	45
Çizelge 3.8.	Kadınlara ait sağ kulak ve sol kulak KLS miktarları	45
Çizelge 3.9.	Erkeklere ait sağ ve sol kulak KLS miktarları	46
Çizelge 3.10.	Kadın ve erkek KLS miktarları	47
Çizelge 3.11.	Kadınlara ait sağ kulak ARL değerleri	48
Çizelge 3.12.	Kadınlara ait sol kulak ARL değerleri	49
Çizelge 3.13.	Kadınlara ait sağ ve sol kulak ARL değerleri karşılaştırılması	50
Çizelge 3.14.	Erkeklere ait sağ kulak ARL değerleri	51
Çizelge 3.15.	Erkeklere ait sol kulak ARL değerleri	52
Çizelge 3.16.	Erkeklere ait sağ ve sol kulak ARL değerleri karşılaştırması	53
Çizelge 3.17.	Erkeklere ait sağ kulak ve kadınlara ait sağ kulak ARL değerleri karşılaştırması	53
Çizelge 3.18.	Erkeklere ait sol kulak ve kadınlara ait sol kulak ARL değerleri karşılaştırması	54

1. GİRİŞ

İşitme sistemi, dışarıdan gelen sese olan tepkisini efferent işitme sistemi yolu aracılığıyla gösterir. Efferent işitme sisteminde iki refleks bulunur. Bunlar olivokoklear refleks ve orta kulak kas refleksleridir. İnsanlarda, orta kulak kas refleksi öncelikle stapes kasını harekete geçirir. Orta kulaktaki stapes kasının kasılması, iç kulağa iletilen ses şiddetinin azalmasına neden olur. Böylece iç kulak yüksek şiddetli seslerden korunur (Moller, 2012). Olivokoklear sistemin medial bileşenine medial olivokoklear (MOK) sistem denir ve bu sistemin ses ile aktiveleşen refleksine ise medial olivokoklear refleks denir. Bu refleks dış tüy hücreleri (DTH) vasıtasıyla koklear amplifikatörün kazancını değiştirir (Cooper ve Guinan, 2003).

Medial olivokoklear liflerin aktivasyonu, çoğunlukla hızlı ve invaziv olmayan bir yöntem olan otoakustik emisyonlar (OAE) ile değerlendirilmektedir. DTH, OAE'nin inhibisyonu ile doğrudan ilişkili olan MOK sisteminden kontralateral lifler alır (Sahley ve ark., 1997). Gürültü varlığında OAE'de meydana gelen inhibisyona OAE supresyonu denir ve bu inhibisyon MOK sisteminin bütünlüğünü gösterir.

İmmittansmetrik ölçüm yöntemlerinden biri olan stapedial kas refleksinin değerlendirildiği akustik refleks latans (ARL) testi, uyarının başlangıcı ile stapes kasılmasının başlangıcı arasındaki zaman aralığına karşılık gelir. Clemis ve Sarno (1987), işitme kaybında ayırıcı tanının bir parçası olarak ARL'nin uygulanabileceğini bildirmiştir.

Çalışmamızda medial olivokoklear (MOK) refleks ve stapedial kas refleksi ölçümleri ile efferent işitme sisteminin bütünüyle değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda 50 genç erişkin bireyde medial olivokoklear refleksin

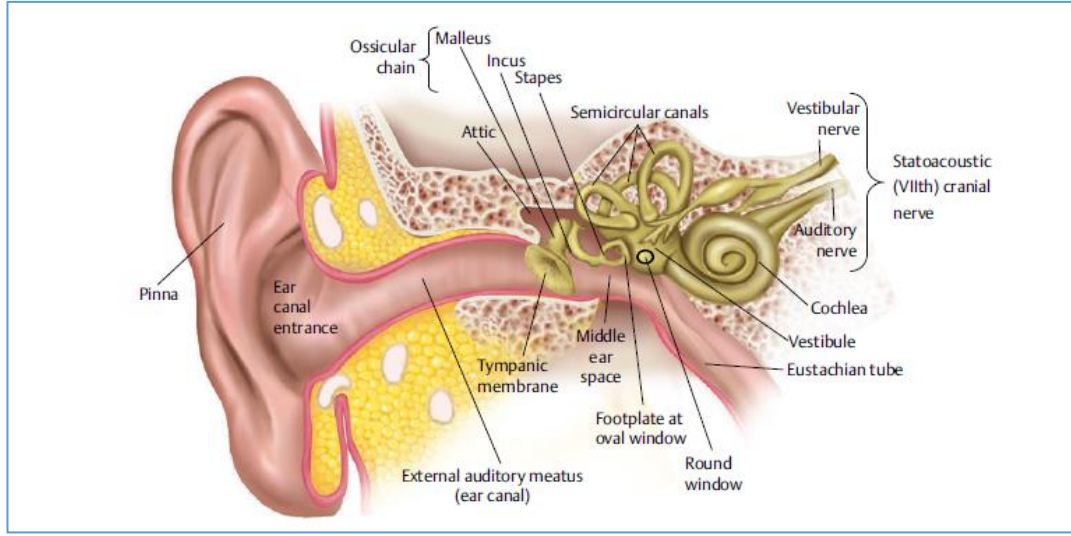
değerlendirilmesi için transient uyarılmış otoakustik emisyonun (TEOAE) kontralateral supresyonu ve stapes kas refleksi değerlendirilmesi için akustik refleks latans (ARL) ölçüm yöntemleri kullanılmıştır.

İşitsel işlemlenin değerlendirilmesinde OAE supresyonu sık kullanılan yöntemlerden biridir, ancak ARL testinin de işitsel işleme hakkında önemli bilgiler sağladığı bilinmektedir (Linares ve Mota, 2004). Ülkemizde ARL testi için oluşturulmuş normalizasyon çalışması bulunmadığı için çalışmamızın bir diğer amacı ARL normalizasyon verilerinin literatüre kazandırılmasıdır. Böylece işitsel işleme bozukluğu olan ve işitme kaybı nedeniyle otoakustik emisyon elde edilemeyeceği için OAE testi yapılamayan hastaların değerlendirilmesinde immitansmetrik ARL ölçümünün klinik kullanımının yaygınlaştırılması hedeflenmiştir.

1.1. İşitme Sistemi

1.1.1. Kulak Anatomisi ve Fizyolojisi

Kulak dış kulak, orta kulak ve iç kulak olmak üzere üç bölümden oluşur. Dış kulak, kulak kepçesi ve kulak kanalından oluşur ve kulak zarında biter. Kulak zarı, genellikle orta kulak sisteminin bir parçası olarak kabul edilir. Orta kulak, kemikçiklerin sinyali iç kulağa ilettiği oval pencerede son bulur. Dış kulak kanalı yaklaşık 9 mm yüksekliğinde, 6,5 mm genişliğinde ve 2,5 cm ila 3,5 cm uzunluğundadır. Kulak kanalı tam olarak düz değildir, hafif S benzeri bir yol oluşturan iki eğriye sahiptir. Dış kulak kanalı, kulak zarı ile yaklaşık 55° açıyla sonlanır. Kulak zarı, orta kulak kemikçiklerinden ilki olan malleusla bağlanır (Gelfand, 2016).

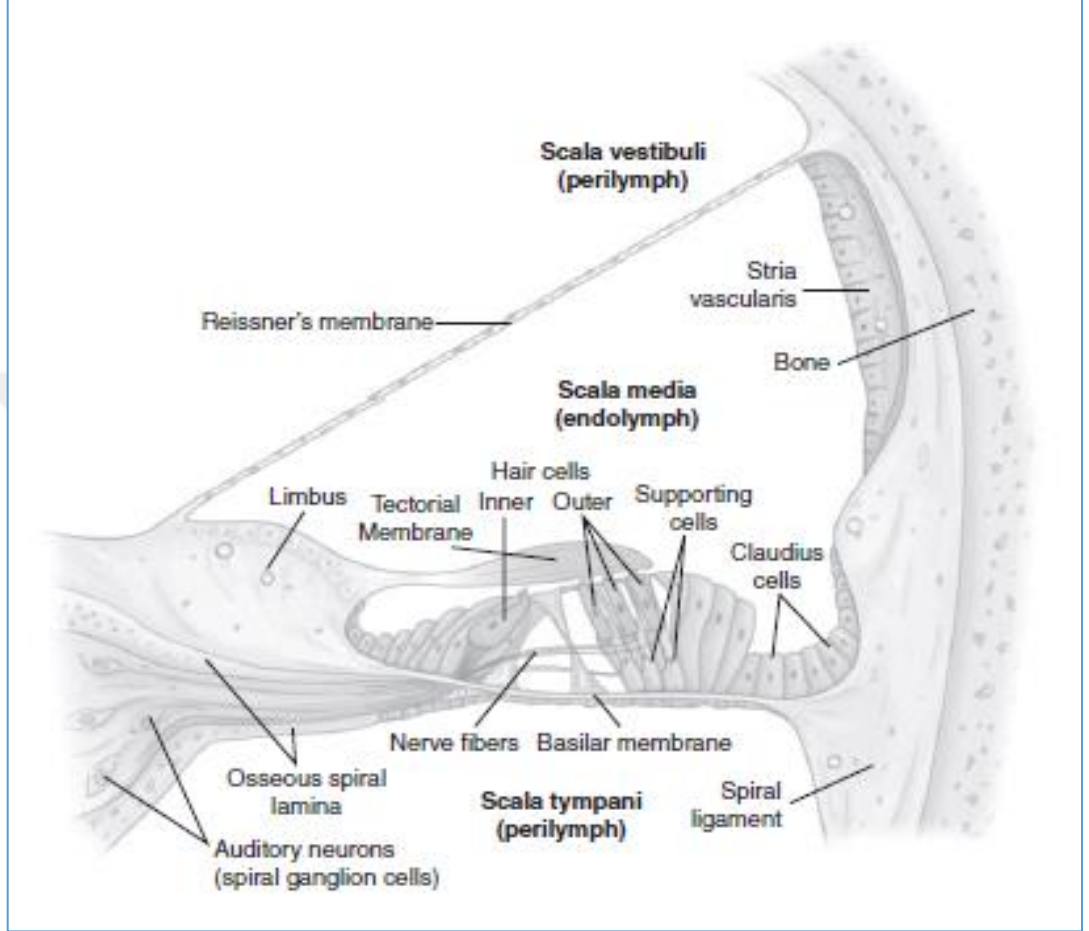


Şekil 1.1. Kulak anatomisi (Gelfand, 2016).

Orta kulakta malleus, incus ve stapes olmak üzere üç küçük kemik bulunur. Bunlar vücuttaki en küçük kemiklerdir ve kulak zarının sese bağlı titreşimlerini oval pencere aracılığıyla kokleaya iletirler. Bu kemikçik zinciri, orta kulak boşluğu içinde bağlar ve tendonların yanı sıra timpanik membrana ve oval pencereye bağlanarak asılı kalır. Orta kulakta tensör timpani ve stapes olarak adlandırılan iki kas bulunur. Tensör timpani kası, orta kulağın ön duvarında östaki tüpünün üst kısmında yer alır ve trigeminal sinir tarafından inerve edilir. Stapes kası vücuttaki en küçük iskelet kasıdır ve ortalama uzunluğu sadece 6,3 mm' dir. Timpanik boşluğun arka duvarında piramidal eminence içinde yer alır ve fasiyal sinir tarafından inerve edilir. Stapes kası akustik refleks arkının bir parçasıdır. Akustik refleks, yüksek seviyelerde ses uyarımına yanıt olarak ortaya çıkan refleksif orta kulak kas kasılmasını ifade eder (Gelfand, 2010).

Östaki tüpü, orta kulak sisteminin havalandırılmasını ve drenajını sağlar, kulak zarının her iki tarafındaki hava basıncını eşitler. Orta kulak, hava ortamından sıvı ortama enerji geçişinde empedans eşitleme görevi görür. Hava ortamında enerji akış kolaylığı sıvı ortamından farklıdır. Bu iki ortamın farklı empedanslarının bir şekilde

eşleştirilmesi gerekir. Orta kulak kemikçikleri bu enerji farkının kapatılmasına hizmet eder (Gelfand, 2016).



Şekil 1.2. Koklear kanal (Bohne, 2004).

İç kulak, işitsel ve vestibüler labirentlerden oluşur. Labirent terimi, temporal kemiğin petröz kısmındaki bağlantı yollarının karmaşık durumunu belirtmek için kullanılır. Kemik labirent kemiğin içindeki kanaldır; membranöz labirent, işitme ve vestibüler sistemlerin uç organ yapılarını içeren kemik labirentteki sıvı dolu kanallardan oluşur. İşitsel labirent, koklea olarak adlandırılır ve işitmenin duyuşal uç organıdır. Koklea, 2,5 dönüşlü bir salyangoz kabuğu şeklini andıran, temporal kemik içinde sıvı dolu bir boşluktur. Koklear kanal, skala vestibüli, skala media ve skala timpani olmak üzere üç ayrı boşluktan oluşur. Skala vestibüli ve skala timpani kokleanın apeksinde helikotrema ile birbirlerine bağlanırlar (Probst ve ark., 2011).

Membranöz labirent ise kemik labirentin içindedir ve skala mediayı oluşturur. Skala media, skala vestibuli ve skala timpani arasında uzanan endolenf sıvısıyla dolu bir kanaldır. Reissner membranı, skala mediayı skala vestibüliden ayırır.

Baziller membran ise skala mediayı scala timpaniden ayıran bölümün tabanı olarak hizmet eder. Baziller membran üzerinde Korti organı yer alır. Korti organında işitme için işlevi çok önemli olan iki tür duyu hücresi vardır. Bunlar dış tüy hücreleri (DTH) ve iç tüy hücreleridir (İTH). DTH koklea boyunca 3-4 sıra halindedir, V veya W şeklinde sterosilyalardan oluşurlar (Guyton ve Hall, 2013). Bu silyalar, Korti organını kaplayan tektoryal membranın içine gömülüdür.

DTH çoğunlukla sinir sisteminin efferent veya motor lifleri tarafından inerve edilir. Kokleada yaklaşık 13.000 dış tüy hücresi vardır. İTH uzun ince yapıdadır ve üstlerinde silyalar bulunur, bunlar tektoryal membranın yakınındadır ancak doğrudan temas halinde değildir. İTH çoğunlukla sinir sisteminin afferent ya da duyuşal lifleri tarafından inerve edilir. Kokleada yaklaşık 3.500 İTH vardır.

Stapesin oval pencereye doğru olan ileri ve geri hareketi, skalalarda titreşime ve baziller membranda yer değişimlerine neden olur. Buna “travelling wave” (ilerleyen dalga teorisi) denir. Bu dalga, belirli bir maksimum yer değiştirme noktasına ulaşıncaya kadar büyüyerek baziller membran boyunca ilerler. Daha yüksek frekanslar için bu, oval pencereye daha yakın, kokleanın bazal ucunun yakınında meydana gelir. Daha alçak frekanslar için, oval pencereden daha uzakta, kokleanın apikal ucunda meydana gelir. Böylelikle baziller membran, her frekansın kendi seyri boyunca farklı bir yeri uyardığı şekilde tonotopik olarak düzenlenir. Travelling wave maksimum yer değiştirme noktasına ulaştığında, İTH uyarılır ve işitme sinirine sinir uyarıları gönderilir (Stach, 2010).

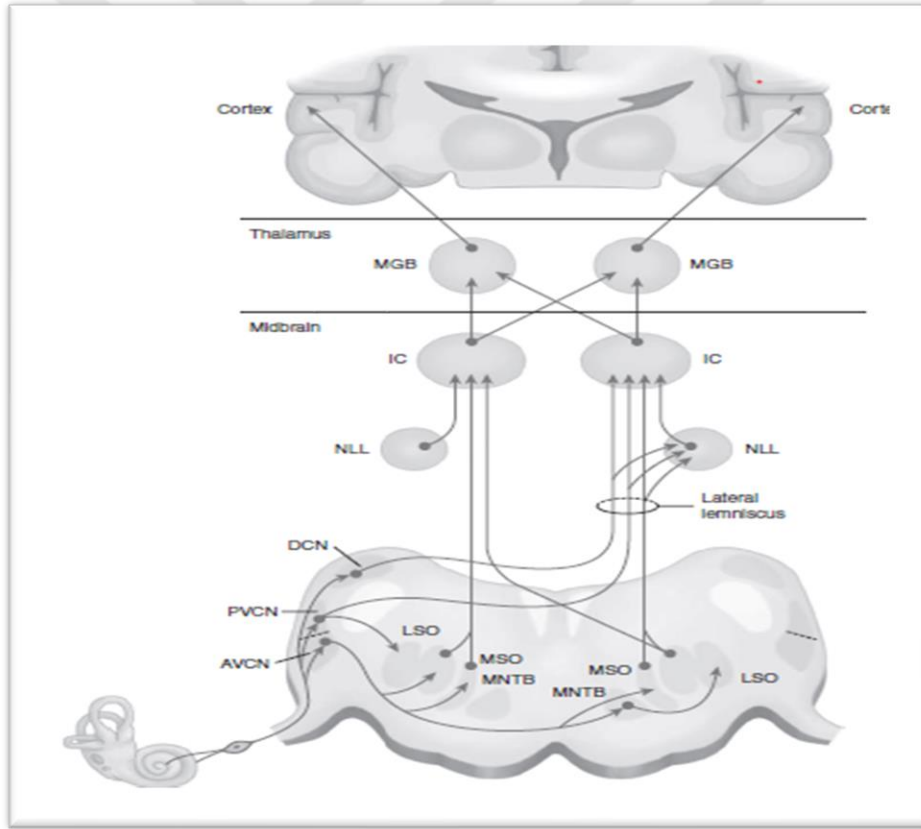
Dış ve iç tüy hücrelerinin inervasyonu önemli ölçüde farklıdır. Afferent işitme siniri liflerinin büyük çoğunluğu, kokleaya modiolus üzerinden girdikten sonra tek İTH ile bire bir bağlantılar oluşturur. Afferent nöronların küçük bir kısmı (~% 5) korti organını geçer ve dış tüy hücre gruplarıyla bağlantı kurar. Vestibulokoklear sinirin efferent lifleri kokleaya girerken çok sayıda sinir ucuna bölünür ve bunlar ya İTH altındaki afferent liflerde ya da doğrudan dış tüy hücresinde sonlanırlar (Dhar ve ark., 2012).

İşitme sinir sistemi, sinirsel sinyalleri kokleadan işitsel kortekse ileten afferent bir sistemdir. Diğer sinir sistemlerinde olduğu gibi işitsel mekanizma da işlevsel olarak çaprazlanır, böylece sağ kulaktan gelen bilgiler esas olarak sol kortekse ve sol kulaktan gelen bilgiler ise öncelikle sağ kortekse iletilir. İşitme sistemi aynı zamanda, merkezi işitme sistemi boyunca genel inhibe edici etki dahil olmak üzere birçok işlevi olan bir efferent bileşene sahiptir. Nöronlar, kokleayı oldukça düzenli bir şekilde terk eder ve alt beyin sapında sinaps yapar. Bu noktadan sonra sistem, birden fazla kesişen yol ve önemli ölçüde efferent ve intersensöriyel etkileşim ile karmaşık hale gelir. VIII. kraniyal sinirin koklear dalı modiolustan çıkar, vestibüler dala katılır ve kokleayı temporal kemiğin iç işitsel kanalından terk eder. Sinirin koklear dalı, bilgiyi beyin sapına taşıyan yaklaşık 30.000 sinir lifinden oluşur (Stach, 2010).

Çekirdekler, sinirlerin sinaps yaptığı hücre gövdesi demetleridir. Her çekirdek, koklea ve VIII. sinirden işitsel sinir sistemindeki diğer çekirdeklere ve diğer duyu ve motor sistemlerin çekirdeklerine nöral bilgi için bir istasyonu görevi görür. Merkezi işitme sisteminin birincil işitme yolunda yer alan çekirdekler şunlardır:

- Koklear çekirdek
- Superior oliver kompleks
- Lateral lemniscus
- İnferior kollikulus ve
- Medial genikülat (Stach, 2010).

Kortinin spiral ganglionundan gelen sinir lifleri medulla üst kısmında bulunan dorsal ve ventral koklear çekirdeklere girer. Bu noktada, tüm lifler sinaps yapar ve ikinci dereceden nöronlar büyük çoğunlukla beyin sapının karşı tarafına geçerek süperior oliver komplekste (SOK) son bulur. Az sayıda ikinci dereceden lif de aynı taraftaki SOK'a geçer. SOK'dan çıkan lifler lateral lemniscustan yukarı doğru çıkar. Liflerin bir kısmı lateral lemniscusun çekirdeğinde son bulur, ancak çoğu bu çekirdeği geçer ve işitsel liflerin neredeyse tamamının sinaps yaptığı inferior kollikulusa gider. Oradan, yol tüm liflerin sinaps yaptığı medial genikulat çekirdeğe geçer. Son olarak, işitsel radyasyon yoluyla, temporal lobun üst gyrusunda bulunan işitme korteksine ilerler (Guyton ve Hall, 2013, s:1214).

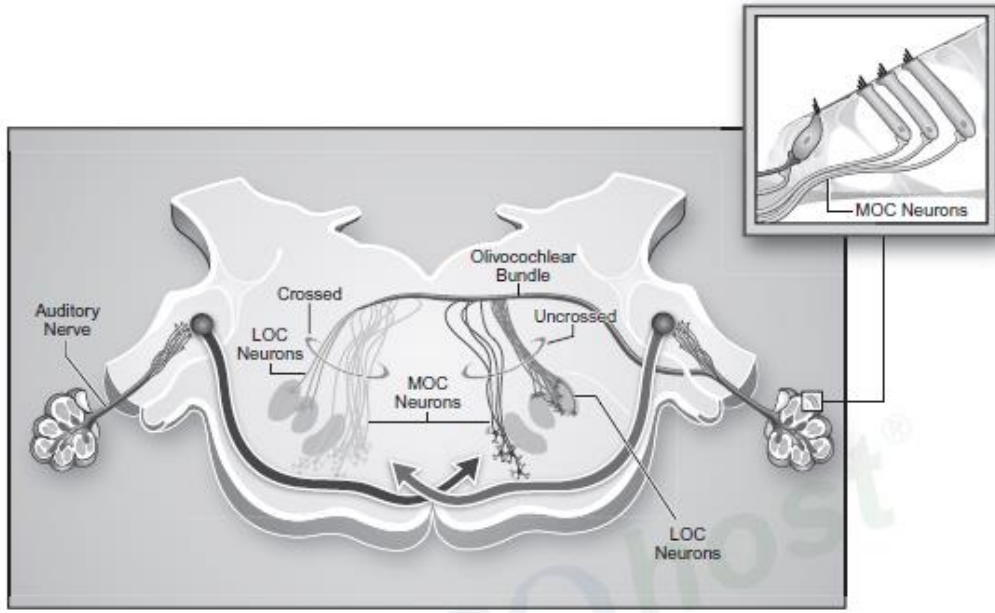


Şekil 1.3. Santral işitme sistemi (Pickles, 1982).

1.2. Efferent İşitme Sistemi

Efferent işitsel yollar kortekste başlar ve kokleada son bulur. Memelilerde olivokoklear demet, işitsel efferent sistemin son bölümünü oluşturur (Guinan, 2006). Lateral ve medial olivokoklear (OK) lifler, lateral ve medial OK çekirdeklerinden kaynaklanır ve olivokoklear demeti oluşturur. Her kokleaya giren olivokoklear demetin beyin sapının her iki tarafından Lateral Olivokoklear (LOK) ve Medial Olivokoklear (MOK) lifleri içerdiğine dikkat edilmelidir.

Başın belirli bir tarafındaki koklea perspektifinden, olivokoklear demetin hem çaprazlanmış hem de çaprazlanmamış demetleri içerdiği düşünülebilir. LOK ve MOK lifleri birbirinden farklıdır. MOK lifleri kalındır, miyelinlidir ve DTH'nin tabanında son bulur. Bunun aksine, LOK lifleri ince, miyelinsizdir ve işitme siniri lifinin dendritleri üzerinde son bulur. Hayvan çalışmalarında, elektriksel stimülasyonu takiben MOK liflerinden doğrudan kayıtlar yapılmıştır, ayrıca MOK lifleri akustik olarak da uyarılabilmektedir. Bunun tersine, bir uyarıyı takiben LOK lif aktivitesinin doğrudan kaydına dair hiçbir rapor yoktur ve bunların akustik olarak uyarılıp uyarılamayacağı açık değildir (Dhar ve Hall, 2012).



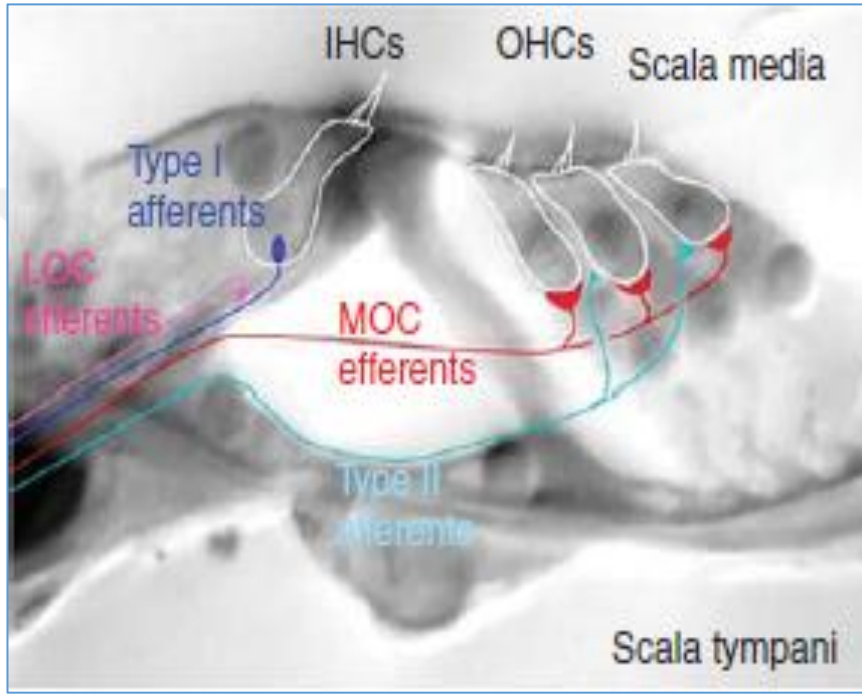
Şekil 1.4. Olivokoklear yolun temsili (Guinan, 2006).

1.2.1. Olivokoklear Akustik Refleksler

MOK refleksi iyi anlaşılmış olmasına rağmen LOK refleksi hakkında çok bilgi bulunamamaktadır. Sağ ipsilateral MOK akustik refleksi için, ana yollar şunlardır: Sağ kokleaya gelen ses, posteroventral koklear çekirdekteki refleks internöronlarını inerve eden işitsel sinir liflerini uyarır. Bu koklear çekirdek internöronların aksonları, kontralateral (sol) taraftaki MOK nöronlarını inerve etmek için beyin sapını ventral olarak geçer. Kontralateral MOK nöronları, sağ ipsilateral refleks yolunu tamamlamak için çapraz olivokoklear demetten sağ kokleaya projeksiyon yapar (Guinan, 2006).

Sağ taraftaki kontralateral MOK refleksi için ana yol: Kontralateral işitsel sinir lifleri kontralateral posteroventral koklear çekirdekte refleks internöronları inerve eder. Bu internöronların aksonları beyin sapını ventral olarak geçer (çaprazlaşır) ve aynı taraftaki (sağ) MOK nöronları inerve eder. Bu MOK nöronları, kontralateral

refleks yolunu tamamlamak için çaprazlanmamış olivokoklear demet yoluyla ipsilateral kokleaya ulaşır. Kontralateral refleks, trapezoid cisimde çaprazlanır ve çaprazlanmamış MOK lifleri kullanır. Buna karşılık, ipsilateral refleks, trapezoid cisim ve çaprazlanmış MOK liflerinde çaprazlaşarak çift çaprazlama yapar (Guinan, 2006).



Şekil 1.5. Kokleadaki efferent nöronlar (Lauer ve ark., 2012).

LOK yolu İTH'nin afferent liflerinde son bulurken MOK yolu DTH'ye gider. Başka bir deyişle, çaprazlanmamış olivokoklear demet esas olarak lateral SOK'dan İTH'nin afferent nöronlarına ve çaprazlaşmış olivokoklear demet medial SOK'dan DTH'ye uzanır (Gelfand, 2016).

1.2.1.1. Koklea ve Olivokoklear Sistem İlişkisi

Orta kulaktan kokleaya giren sesin koklea boyunca frekans analizi yapılır ve kokleada bulunan DTH elektromotolite ve sterosilya hareketi ile baziller membranın hareketini güçlendirir yani koklear amplifikatör görevi görür (Jia ve ark., 2005; Zuo ve Dallos, 2005). MOK efferentleri DTH’de sonlanır ve böylece DTH hareketliliğini değiştirebilir. Bu sayede MOK efferentleri koklear amplifikasyon kazancını kontrol edebilir (Guinan, 1996).

Baziller membranın hareketi sonucu açığa çıkan enerjinin bir kısmı orta kulağa doğru ilerler ve otoakustik emisyonlar (OAE) üretir. MOK efferentleri, koklear amplifikatörü engelleyen mekanik değişiklikler yaparak baziller membranın hareketini değiştirir ve bunun sonucu OAE’ler değişir. İTH koklear hareketi algılar ve işitsel sinir liflerini uyarır. LOK lifleri, işitsel sinir liflerini uyararak sinir liflerinin ateşlenmesini değiştirebilir. İşitsel sinir lifleri, koklear çekirdekdeki internöronları harekete geçirir ve bunlar da, olivokoklear akustik refleksleri oluşturan LOK ve MOK efferentlerini uyarır (Guinan, 2006).

1.2.1.2. Hücresel Mekanizmalar

MOK efferent sistemi, koklea üzerindeki kontrolünü nörotransmitter olan asetilkolin (ACh) aracılığıyla uygular (Eybalin, 1993). ACh, DTH’nin bazolateral yüzeyinde nikotinik reseptöre bağlanır (Elgoyhen ve ark., 2001). ACh kapılı katyon kanalından Ca^{2+} akımı, DTH’nin hiperpolarizasyonuna yol açan potasyum kanallarını açar (Oliver ve ark., 2000). Bu hiperpolarizasyon ‘hızlı MOK etkisi’ olarak adlandırılır. Hiperpolarizasyon ve iletim değişiklikleri, DTH’nin elektromotilitesini hızlı bir zaman aralığında azaltır (Cooper ve Guinan, 2003). DTH’nin

elektromotilitesini değiştirmek, baziller membranının mekaniğini ve koklear kazancı etkiler.

1.2.1.3. Olivokoklear Fizyoloji

MOK liflerinin kalın ve miyelinli olması liflerin kaydedilmesine ve uyarılmasına olanak verir. Bu sayede MOK fizyolojisi hakkında bilgi sahibi olunabilmiştir. Bunun aksine LOK lifleri ince ve miyelinsizdir bu da onları kaydetmeyi ve uyarmayı zorlaştırır. MOK efferentlerinin ana etkisi, koklear amplifikatör kazancını azaltarak koklear yanıtları inhibe etmektir (Robles ve Ruggero, 2001).

1.2.1.4. İşitmede Olivokoklear Efferentlerin Rolü

Akustik Travmadan Korunma: MOK efferent sisteminin en bilinen işlevi kokleayı akustik travmaya karşı korumasıdır. Yüksek şiddetli sese maruz kalan hayvanlarla ilgili yapılan çalışmalarda MOK'un bu işlevi gözlenmiştir. OAE'lerin daha fazla inhibisyonu ve DTH aktivitesindeki azalma, gürültü maruziyetinde daha az koklear hasar ile ilişkilidir (Di Girolamo Napolitano ve ark., 2007; Rajan, 2000).

Gürültüde İşitme: MOK efferent yollarının bir başka işlevi, arka plan gürültüsü varlığında kısa süreli (geçici) sesleri algılama ve ayırt etme kapasitesini geliştirmektir. Efferent sistemin işitme üzerindeki bu etkisini gözlemlemek için iki yaklaşım benimsenmiştir; ilk olarak efferent lifler kesilmeden önce ve sonra sesin frekansı, şiddeti veya konuşma seslerinin tespiti ve ayırımının değerlendirilmesidir. Efferent liflerin cerrahi ile kesilmesini takiben işitsel performanstaki bozulma, MOK yollarının

yararlı etkilerinin kaybına bağlanmaktadır. Diğer yaklaşım, bir akustik veya elektriksel sinyalle efferent sistemin uyarılmasından önce, uyarım sırasında ve sonrasında işitsel performansın ölçülmesidir. Bu yöntemte beklenti MOK efferent yolların aktivasyonu sırasında işitsel ayırt etmenin artmasıdır (Dhar ve ark., 2012).

Dikkatteki Rolü: MOK'un dikkat üzerindeki etkisi çeşitli araştırma grupları tarafından incelenmiştir. Yapılan bir çalışmada Transient Otoakustik Emisyonun (TEOAE) kontralateral supresyonunun (KLS), deneklerden ipsilateral OAE uyandıran uyaranlara veya kullanılan kontralateral uyaranlara katılımları istendiğinde supresyonun önemli ölçüde arttığı gösterilmiştir (Harkrider ve Bowers, 2009).

İşitsel Eğitimdeki Rolü: İşitsel eğitim ve OAE'lerin MOK modülasyonu ile arasında bir bağlantı rapor edilmiştir. Gürültüde konuşma anlaşılabilirliği için eğitilen katılımcılardan, eğitim sonrası gürültüde konuşmayı anlamada gelişme gösterenlerin eğitim sonrasında MOK kaynaklı OAE supresyonlarında artış gözlenmiştir (de Boer ve Thornton, 2007). Bu sonuç, MOK efferentlerinin yalnızca sinyal tespitinde veya gürültüde ayırt etmedeki rolünü göstermekle kalmaz, aynı zamanda MOK efferent sistemindeki plastisiteyi de gösterir.

1.2.2. Akustik Refleks

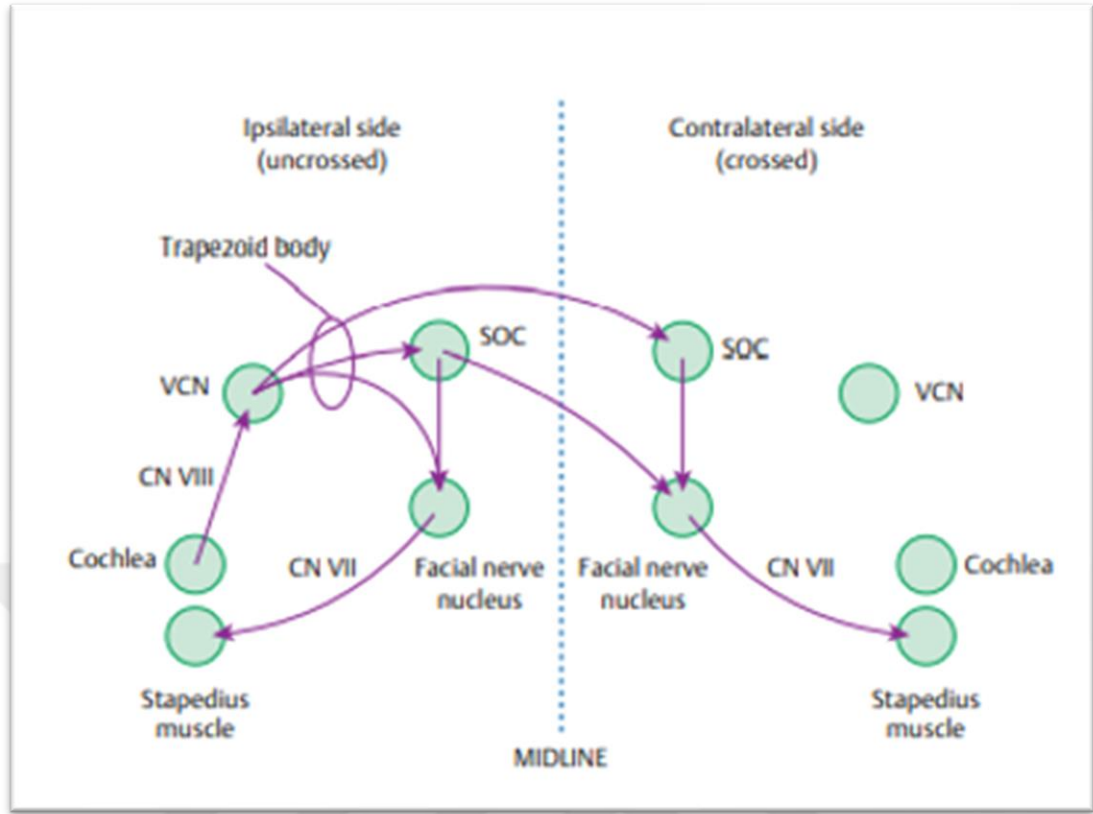
Stapes kası, insan vücudundaki en küçük iskelet kasıdır ve insanlarda klinik olarak ölçülen orta kulak kas refleksine ana katkıyı sağlar. Bu nedenle, akustik refleks 'akustik stapes refleksi' olarak da adlandırılır. Stapes kasının gövdesi, orta kulağın arka duvarında piramidal çıkıntıda bulunur. Tendon, anterior olarak stapes kasının gövdesinden stapes boynunun arka yüzeyine doğru uzanır. Stapes kası, VII. kranial sinir olan N.fasiyalisin motor dalı tarafından inerve edilir. Kulağa yoğun bir ses

verildiğinde, stapes kası kasılır ve stapesin başını kas gövdesine doğru arkadan çeker, bu da kemikçik zincirinin ve kulak zarının sertliğinin artmasına neden olur. Sertleşme, orta kulağa ses girişinde bir azalmaya neden olur ve ses iletimindeki bu değişim kulak kanalındaki bir prob ile ölçülür. Bu ölçüm klinik akustik refleks ölçümünün temelini oluşturur (Feeney ve Schairer, 2015).

1.2.2.1. Akustik Refleks Arkı

Akustik refleks ipsilateral ve kontralateral olarak elde edilebilir. İpsilateral akustik refleks için, aynı kulak hem uyaran kulağı (aktive edici sinyali alan kulak) hem de prob kulağı (akustik refleks tepkisinin izlendiği kulak) olarak görev yapar. Kontralateral akustik refleks testinde, işitsel uyaran kulaklık aracılığıyla bir kulağa sunulur ve karşı kulaktaki immitans değişikliği izlenir. Akustik refleks arkının iki ipsilateral ve iki kontralateral yol olmak üzere dört yolu vardır (Borg, 1973; Lyons, 1978). Akustik refleksin ipsilateral yollarından biri; ipsilateral kulak kanalı, orta kulak, koklea, VIII. kraniyal sinir (n.vestibulokoklearis), ventral koklear nukleus (VCN), medial SOK, fasiyal sinirin motor nuklesunu, VII. kraniyal sinir (n.fasiyalis) ve stapes kasından oluşur. İkinci ipsilateral yol, VCN ile ipsilateral fasiyal sinirin motor nukleusu arasında bir bağlantı içerir ve refleks arkını tamamlar.

Kontralateral yollardan biri; uyaranın verildiği dış kulak, orta kulak, koklea, VIII. kraniyal sinir, ventral koklear nukleus ve MSOK ile karşı taraftaki (kontralateral) fasiyal sinirin motor nukleusu, VII. kraniyal sinir ve stapes kasını içerir. İkinci kontralateral yol, aynı taraftaki VCN ile kontralateral MSOK arasındaki bir bağlantıyı içerir (Feeney ve Schairer, 2015).



Şekil 1.6. İpsilateral ve kontralateral akustik refleks yolları (Gelfand, 2016).

İpsilateral ve kontralateral akustik refleks testi birlikte kullanıldığında VIII. sinir ve işitsel beyin sapı bozukluklarının değerlendirilmesi ile ilgili bilgi sağlar (Borg, 1992). VIII. sinir lezyonunda etkilenen tarafta ipsilateral akustik refleks yoktur, ancak uyaran normal olan kulaktan verildiğinde normal bir kontralateral refleks sunar. İpsilateral yolları etkilemeyen orta hat beyin sapı lezyonu, her iki kulakta normal ipsilateral refleksler ve iki taraflı kontralateral akustik reflekslerin olmaması ile karakterizedir (Narayanan, 2017).

1.3. Odyolojik Değerlendirme

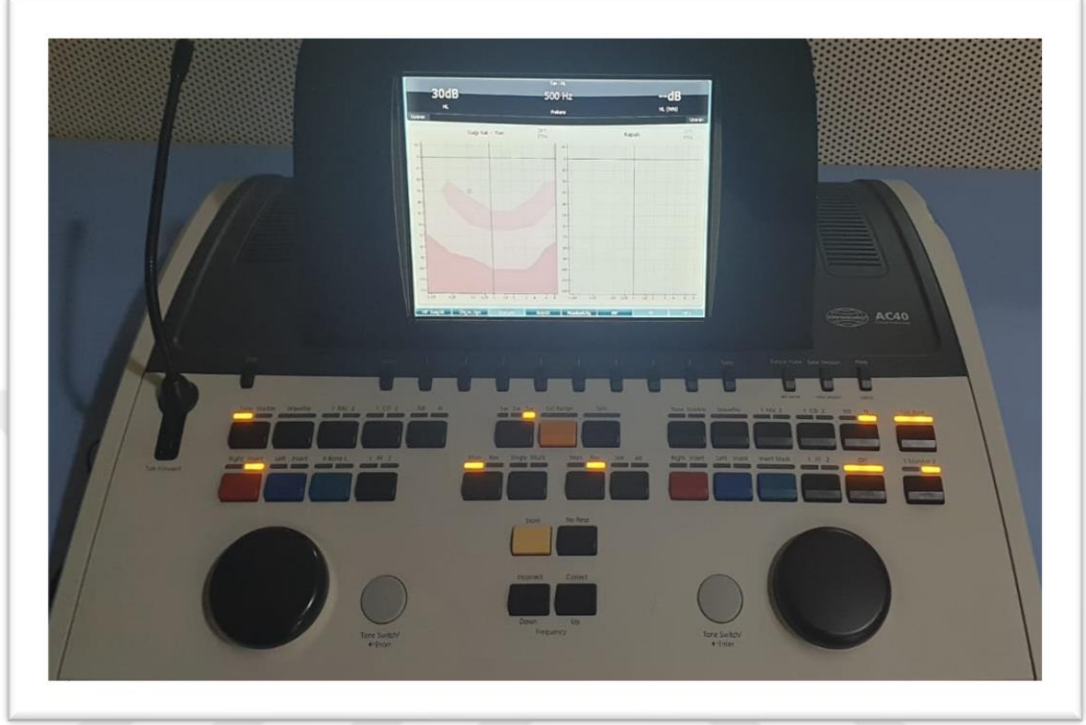
1.3.1. Saf Ses Odyometri

Hava yolu ve kemik yolu saf ses işitme ölçümleri için odyometreler kullanılır. Odyometreler içerisinde saf tonlar üretilir. Odyometre ton uyarının frekansı ve şiddetini belirlemeye, istenilen kulağa uyarın gönderilmesine olanak sağlar. Şekil 1.7.'de klinik odyometre görseli verilmiştir. Hava yolu işitme eşikleri tüm işitme sistemini değerlendirir ve genellikle kulaklık kullanılarak ölçüm yapılır. Kulaklıkla ölçüm yapıldığında her iki kulak ayrı ayrı değerlendirilebilir. Kemik yolu eşikleri kafatasına bir vibratör yerleştirilerek ölçülür ve yine her kulak ayrı ayrı değerlendirilir, genellikle test edilmeyen kulağa maske gürültüsü verilir. Kemik yolu testinin amacı dış ve orta kulağı atlayarak kokleayı doğrudan uyarmaktır. Hava yolu ve kemik yolu işitme testlerinin karşılaştırılması ile işitme kaybının tipine karar verilir (Schlauch ve Nelson, 2015).

Kişinin sesi algılaması için gereken en düşük ses şiddeti, o ses için eşik olarak adlandırılır. Klinik kullanımda hastanın sese en az %50 oranında verdiği yanıt eşik olarak kabul edilir. İşitme kaybını belirlemek için kullanılan test sesleri genellikle farklı frekanslardaki saf tonlardır. İşitme eşikleri, işitme seviyesi desibelleri yani dB HL olarak ifade edilir (ANSI, 1969).

Saf ses odyometrisinin amacı, işitilebilir frekanslar aralığında işitme eşiği hassasiyetini belirlemektir. Saf ses odyometrisinde sunulan saf ses uyarınının işitilebildiği en düşük şiddet seviyesi belirlenir. Frekanslar boyunca belirlenen eşikler ile odyogram grafiği oluşturulur. Klinik saf ses odyometrisinde, eşikler genellikle 250 Hz ile 8000 Hz aralığındaki frekanslarda ölçülür. Saf ses odyometrisinde kullanılan

frekanslar genellikle 250,500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 ve 8000 Hz'dir (Stach, 2010).



Şekil 1.7. Interacoustics marka AC 40 model klinik odyometre.

1.3.2. Konuşma Odyometrisi

Hastanın konuşulanları nasıl duyduğunu bulmak, onu konuşma uyaralarıyla test etmeyi gerektirir ve bu sürece konuşma odyometrisi denir (Gelfand, 2016). Konuşma odyometrisi odyolojik değerlendirmenin önemli bir parçasıdır. Günlük iletişimde işitsel sinyal türlerini kullandığı için, konuşma odyometrisi bize, saf tonlardan daha gerçekçi bir şekilde işitme kaybının günlük yaşamda iletişimi nasıl etkilediğini gösterir. Kişinin saf ses odyogramı ile konuşma testleri arasında öngörülebilir bir ilişki vardır. Bu sayede konuşma odyometrisi, saf ses odyometrinin çapraz kontrolünün yapılmasını da sağlar.

Küçük çocuklar genellikle konuşma uyarısına saf sestten daha iyi tepki verirler. Yetişkinlerde eşik üstü konuşma algısı, normal işitmeye sahip olsalar bile retrokoklear bozukluğun hassas bir göstergesi olabilir. Bu tür hastalarda konuşmayı anlamamanın kapsamlı bir değerlendirmesi, nörolojik hastalık tanısına yardımcı olabilir. Yaşlı bireylerde konuşma odyometrisi, hastanın iletişim işlevini anlamamızda oldukça önemlidir (Stach, 2010).

Konuşmayı tanıma eşiği, bireyin sunulan kelimelerin yaklaşık %50'sini tanımlayabildiği en düşük seviyedir, dB işitme seviyesi (HL) veya dB ses basınç seviyesi (dB SPL) olarak bildirilir. Konuşmayı tanıma-alma eşiği, saf ses eşiklerinin kontrolünü, iletişim güçlüğüne ölçülmesini ve eşik üstü testler için de referans sağlar (McArdle ve Hnath, 2015).

Konuşmayı ayırt etme testi eşik üstü yapılan bir testtir, hastanın rahat duyduğu ses seviyesinde yapılır ve genellikle yüzde olarak skor belirlenir. Kelime ayırt etme testi, hastanın eşik üstü bir seviyede sunulan tek heceli kelimeleri tanımlama ve tekrar etme becerisinin değerlendirilmesidir. Bazı santral işitme sistemi problemlerinde test edilen kulağa veya karşı kulağa sunulan gürültü uyarını varlığında konuşma testi yapılması bozukluğun ortaya çıkarılmasında önemlidir (Stach, 2010).

1.3.3. İmmitansmetrik Ölçümler

1.3.3.1. Timpanometri

Timpanometri, kapalı bir kulak kanalındaki hava basıncının bir fonksiyonu olarak orta kulağın akustik admitansının ölçüldüğü objektif bir testtir. Şekil 1.8.'de timpanometre görseli verilmiştir. Normalde kulaklarımız atmosferik basınç veya ortam basıncında en verimli şekilde çalışır. Tanısal amaçlarla orta kulak fonksiyonu, ortam basıncına kıyasla daha düşük veya daha yüksek basınçlarla ölçülür. Basınç, atmosferik basınca kıyasla pozitif ile negatif basınç aralığında değiştiğinde, orta kulak fonksiyonu üzerindeki etki grafiksel olarak gözlemlenebilir. Hava basıncındaki artışlar veya azalmalar kulak zarı ve kemikçik zincirin sertliğinin artmasına neden olur, bu değişiklik ses enerjisinin orta kulağa girişinde bir azalma ile sonuçlanabilir.

Kulak kanalının hava basıncı açısından en verimli noktası timpanogramda pik olarak görülmektedir. Timpanometri testinde kalibre edilmiş bir uyarıcı prob vasıtasıyla dış kulak kanalından sunulur. Kulak kanalındaki hava basıncı, pozitif ve negatif olarak değişir, bu da kulak zarı ve kemikçik zincirinin sertleşmesine neden olur. Basınç arttıkça veya azaldıkça orta kulağa geçen ses girişi azalır, bu nedenle kulak kanalında daha fazla ses basıncı kalır. Mikrofondan bu, prob ses basıncı seviyesinde bir artış olarak gözlenir (Hunter ve Sanford, 2015). Hava basıncı, ölçümünde decaPascal veya daPa, immitans ölçümünde milimho veya mmho birimi kullanılır (Stach, 2010).



Şekil 1.8. GSI marka Tymptest pro model timpanometre.

Timpanometrinin klinik değeri, orta kulak bozukluğunun timpanogram üzerinde oluşturduğu değişikliklerle gözlenir. Kliniklerde yaygın olarak Jerger'in sınıflandırılması kullanılır, bunlar: Tip A, A_s, A_d, B ve C'dir (Jerger, 1970).

1.3.3.2. Akustik Refleks Eşik Testi

Akustik Refleks Eşiği (ARE), orta kulak kompliyansındaki minimum değişikliğin ölçülebildiği verilen akustik uyarının en düşük şiddetidir. Stapes kasının kasılması ile oluşan orta kulak immitansındaki değişiklik akustik refleks eşiğinin temelini oluşturur (Silman, 1984). Yapılan çalışmalar, normal işiten kişilerde akustik refleksi ortaya çıkarmak için gerekli şiddet aralığının 70 ila 100 dB HL olduğunu

göstermiştir (Church ve Cudahy, 1984; Qui W.,1998). İpsilateral akustik refleks eşiği kontralateral refleks eşiğine göre daha düşük şiddette elde edilebilmektedir ancak aralarında önemli düzeyde bir farklılık yoktur.

ARE, orta kulak kompliyansında değişiklik meydana getiren minimum yoğunluğu belirlemek için 5 dB'lik arttırım ve azaltmalarla oluşturulur (Clemis ve Sarno, 1979). ARE ölçümü genellikle 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz'lik test frekanslarında yapılır.

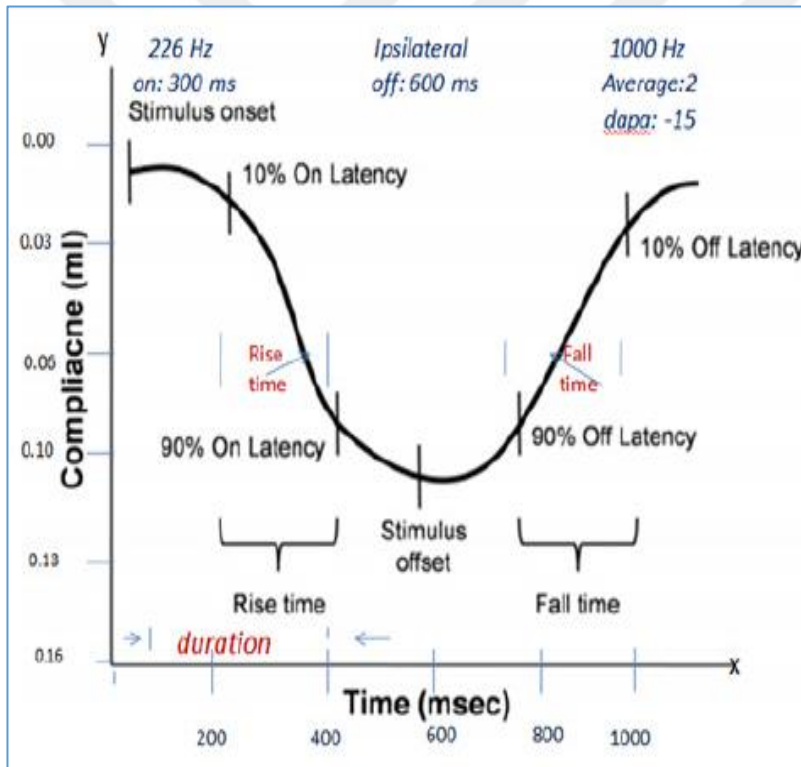
1.3.3.3. Akustik Refleks Latans Testi

Orta kulak kas kasılmaları, ses uyarının verilmesinden belli bir süre sonra ortaya çıkar. Uyarının verilmesinden sonra fark edilir bir empedans değişikliği görülmesi için bir süre gereklidir. Bu süreye "latans süresi" denir. Akustik Refleks Latans Testi (ARLT), bir akustik uyarı takiben stapes kas kasılmasından kaynaklanan ilk saptanabilir empedans değişikliğinin süresi, yani işitsel uyarının başlangıcı ile orta kulak kas kasılmasının başlaması arasındaki zaman aralığı olarak tanımlanır (Prabhu ve ark., 2015).

ARL' nin ölçülebilmesi için kişinin orta kulağının ve işitme sinirinin normal olması, koklear çekirdekler ve SOK arasındaki beyin sapı yollarının sağlam olması, fasiyal sinirin stapes dalı dahil olmak üzere normal fonksiyon göstermesi ve kişinin işitme eşiğinin 60 dB HL'den kötü olmaması gerekmektedir (Narayanan, 2017). Bu koşullardan biri veya birkaçı sağlanamadığında refleksin karakteristik anormallikleri görünebilir. Bu anormallikler, uzamış başlangıç (onset) veya bitiş (offset) latansları, genlik azalması olarak görülebilir.

Uyaran şiddeti arttığında latans süresi azalır. Kas kasılma eşiğinin hemen üzerindeki uyaran seviyelerinde latans 150 ila 250 msn değerleri arasında iken; akustik reflekste orta kulak kaslarının kasılması için en kısa latans süresi eşiğin 30-40 dB üzerindeki uyaran seviyelerinde kaydedilen yaklaşık 25 ms'dir (Perlman ve Cas, 1939; Qui ve Stucker, 1998). Orta kulak refleksinin ses şiddetiyle entegrasyon süresi eşik seviyede yaklaşık 200 ms'dir (Silman, 1984).

Akustik refleksin dalga biçiminden kaynaklı oluşan bazı latans parametreleri vardır. Şekil 1.9.'da bu parametreler gösterilmiştir.



Şekil 1.9. Akustik refleks latans parametreleri (Narayanan, 2017).

Başlangıç/ 10% On Latans: Uyaranın başlangıcından refleks yanıtının maksimum genliğinin %10'una ulaştığı noktaya kadar geçen süredir, aynı zamanda başlangıç latansı olarak da adlandırılır.

90% On Latans: Uyaranın başlangıcından refleks yanıtının maksimum genliğin % 90'ına ulaştığı noktaya kadar geçen süredir, aynı zamanda geç latans olarak da adlandırılır.

90% Off Latans: Uyaran dengelenmesinden refleks yanıtının maksimum genliğinin % 90'ına düştüğü noktaya kadar geçen süredir.

10% Off Latans: Uyaran dengelenmesinden refleksin maksimum genliğin %10'una düştüğü noktaya kadar geçen süredir.

Yükselme Zamanı: L10% ve L90% on latansları arasında geçen süredir.

Düşme Zamanı: L90% off latans ile L10% off latansı arasındaki süredir (Narayanan, 2017; Qui ve Stucker, 1997).

Uyaran parametreleri ARL'yi etkiler. Uyaranın şiddeti ne kadar fazla olursa latans o kadar kısalmır (Bosatra ve ark., 1984; Jerger ve ark., 1974). İpsilateral uyarm sırasında artefaktlardan kaçınmak için uyaran şiddeti 100 dB SPL'i geçmemelidir (Holmes ve Woodford, 1977).

1.3.3.4. Akustik Refleks Eşiği ve Latans Testlerinin Uygulamaları

İletim patolojilerinde akustik refleksler anormaldir. Uyaran verilen kulakta iletim tipi kayıp varsa, kokleaya ulaşan uyaranın etkin seviyesi bu kayıp miktarı kadar azalacaktır; dolayısıyla karşı kulaktan alınan ARE yükselecektir. İkinci olarak, prob (ölçüm alınan kulak) kulağında orta kulak patolojisinin varlığında, akustik immitanstaki değişikliği izlemek mümkün olmayacağından refleks elde

edilemeyecektir. İki taraflı bir iletim patolojisinin varlığı, kokleaya giden sinyalin azalmasına ve bilateral refleks yanıtının alınamamasına neden olur (Silman, 1984). İletim patolojilerinde refleks eşiğinin yükselmesi ARL testi yapmayı zorlaştırır.

Sensörinöral kayıp 50-55 dB HL'den daha kötü olmadığında ARE' nin sabit olduğu konusunda genel bir fikir birliği vardır (Gelfand, 1984; Keith, 1977). İşitme kaybı bu aralığın ötesinde arttığında, ARE' lerin düzenli bir şekilde artması beklenebilir. Koklear patolojilerde ARL normaldir. Clemis ve Sarno (1980), tarafından yapılan bir çalışmada, koklear işitme kayıplılarda ARL, normal işitenler için ölçülen latanslarla yaklaşık olarak aynı elde edilmiştir. Retrokoklear patoloji vakalarında ARE elde edilemeyebilir veya yükselebilir. Bu vakalarda ARL önemli ölçüde artar. Bu artış, yapılan çalışmalarda gözlemlenmiştir (Jerger ve ark., 1974). Retrokoklear patoloji vakalarında (lezyon tek taraflıysa) kontralateral uyarım için latans değerleri 200 ms' yi aşabilir. Retrokoklear patoloji vakalarında artmış ARL ve kulaklar arası latans farkı çok belirgindir (Metz, 1946).

1.3.4. Otoakustik Emisyonlar

Otoakustik emisyonlar (OAE'ler), kulak kanalına yerleştirilen bir mikrofona kaydedilen, kokleadan orta kulağa doğru iletilen titreşimlerin kulak zarı tarafından alındığında ortaya çıkan koklear kaynaklı seslerdir. Bu titreşimler, "koklear amplifikatör" olarak bilinen ve işitme hassasiyeti ve diskriminasyona büyük ölçüde katkıda bulunan koklear mekanizmanın yan ürünü olarak ortaya çıkar (Kemp, 2002).

OAE'ler ilk olarak 1978'de David Kemp tarafından tanımlanmıştır ve işitmenin değerlendirilmesinde test bataryasının standart bir parçası haline gelmiştir (Prieve ve Fitzgerald, 2015). OAE'ler kulağa sunulan sinyallere yanıt olarak ve herhangi bir uyarı olmadan kendiliğinden üretilebilmektedir (Gelfand, 2016).

OAE'ler, sinyal işitme sinirine iletilmeden önce meydana geldiği ve normal koklea duyarlılığı ile ince ayarının altında yatan fizyolojik süreçlerle ilgili olduğu için prenöraldır (Kiang, 1986). OAE'ler klinik olarak değerlidir çünkü;

- İşitme kaybı varlığına duyarlıdır,
- Kokleanın bütünlüğünü özellikle de DTH'yi etkileyen sorunlara duyarlıdır.
- Doğası gereği prenöraldır, bu da onları sinir aktivitesini içeren ölçümlerden farklı kılar.
- Ek olarak, OAE'ler oldukça pratiktir çünkü herhangi bir invaziv prosedür olmadan elde edilmeleri hızlı ve kolaydır (Gelfand, 2016).

OAE'ler kayıt paradigmasına göre spontan ve uyarılmış olmak üzere ikiye ayrılır. Adından da anlaşılacağı gibi, spontan OAE'ler (SOAE), herhangi bir harici uyaran olmadan kaydedilir. Uyarılmış OAE'ler, akustik bir uyarının kulağa sunulması ile ölçülür. Uyarılmış OAE'ler ayrıca kullanılan uyaran türüne ve ilgili ölçüm prosedürüne göre alt kategorilere ayrılır (Prieve ve Fitzgerald, 2015).

1.3.4.1. Spontan Otoakustik Emisyonlar

Spontan OAE'ler, uyarı olmadan kulaktan yayılan dar bantlı seslerdir. Kulak kanalında bulunan bir prob mikrofonu ile izlenen ses spektrumunun incelenmesiyle tanımlanırlar. SOAE'ler genellikle 1000 ile 3000 Hz arasındaki bir veya birkaç frekansta ve bazen yaklaşık 500 Hz kadar düşük frekanslarda oluşurlar. SOAE'ler,

normal işiten çocukların ve yetişkinlerin yaklaşık %50'sinde ölçülebilir (Bright ve Glatke, 1896). Normal işiten kulakların yalnızca %50'sinde ölçülebildikleri için kullanışlı bir klinik test değildirler. Bir kişide SOAE yoksa, klinisyen o kulakta normal işitme veya işitme kaybı olup olmadığını ayırt edemez. Gruplandırılmış verilere dayalı istatistiksel analizler, SOAE prevalansının kadınlarda erkeklere göre ve sağ kulakta sol kulağa göre daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bir kulakta bir SOAE olması, diğer kulakta bir SOAE bulunma olasılığını artırır (Bilger ve ark., 1990).

1.3.4.2. Uyarılmış Otoakustik Emisyonlar

Uyarılmış OAE'ler, akustik uyarının kulağa sunulması esnasında ya da akustik uyarının kulağa sunulması sonrasında kulaktan yayılan seslerdir (Prieve ve Fitzgerald, 2015). Temel olarak;

- Stimulus Frekansları OAE (SFOAE)
- Transient Uyarılmış OAE (TEOAE)
- Distorsion Ürünü OAE (DPOAE)

olmak üzere üç tip uyarılmış otoakustik emisyon alt kategorisi mevcuttur (Gelfand, 2016).

Stimulus Frekansları Otoakustik Emisyonlar (SFOAE): SFOAE'ler saf tonlar kullanılarak kaydedilir. SFOAE klinik bataryada kullanılmamaktadır ancak OAE'lerin üretimi ve yayılmasından sorumlu mekanizmaları anlamada çok önemli rol oynamıştır. Klinik protokole dahil edilmemeleri SFOAE'lerin doğru ölçümleriyle ilişkili zorluktur. SFOAE, uyarın tonuyla tam olarak aynı frekansta üretilir bu nedenle emisyon cevabı kulak kanalındaki uyarın tonundan güvenli bir şekilde ayırt edilememektedir (Dhar ve Hall, 2012).

Transient Uyarılmış Otoakustik Emisyonlar (TEOAE): TEOAE'ler, kulağa klik uyaran gibi geçici ve kısa süreli uyarının sunulması sonucu ölçülen uyarılmış emisyon türüdür (Gelfand, 2016). TEOAE, bir klik uyaran sunumundan birkaç milisaniye sonra kulak kanalından alınan sinyalin analiz sisteminde görüntülenen dalga formudur. TEOAE'yi ortaya çıkarmak ve ölçmek için kullanılan ekipmanda, klik uyaranlar sunmak için bir hoparlör ve kulak kanalındaki sesleri izlemek için bir mikrofon içeren prob bulunur.

OAE'ler arka plan gürültüsünden ayırt edilemeyecek kadar küçük amplitüde sahip olduklarından dolayı, arka arkaya çok sayıda klik uyaran sunulur ve kulak kanalından alınan sinyaller amplifikatörden geçerek sinyal analiz sistemiyle filtrelendirir. Ardından bu sinyaller ortalanan ve TEOAE dalga formu elde edilir. Klinik TEOAE'ler genellikle 82-83 dB peSPL'de klik uyaran sunularak ortaya çıkarılır. TEOAE dalga formunda zaman skalası, uyarının (klik) sunulduğu andan itibaren yanıtın latansını gösterir. TEOAE dalga formu latansı 5-20 ms arasındadır. Bu dalga formundaki belirli bir latans, klik uyarının koklea boyunca belirli konuma ulaşması ve geri dönen koklear yanıtın dış kulak kanalına yerleşmiş prob mikrofonu tarafından alınması için geçen süreyi temsil eder. TEOAE zaman skalasında ilk 2.5 ms de uyarın artefaktı elimine edilir (Gelfand, 2016).

TEOAE'ler genellikle uyarın seviyesi, tekrarlanabilirlik ve sinyal gürültü oranı (SNR) açısından değerlendirilir. TEOAE seviyesi genellikle dB SPL birimi ile gösterilir. Yüzde olarak gösterilen tekrarlanabilirlik, iki TEOAE trasesinin birbiriyle ne kadar uyumlu olduğunu ifade eder. Emisyon cihazının analiz yazılımı, her frekans bandındaki dalgalar arası korelasyonu hesaplar ve bunları yüzde olarak gösterir. SNR, TEOAE seviyesinin dB cinsinden ifade edilen gürültü seviyesine oranıdır. SNR, genel TEOAE cevabı için ya da ayrı frekanslarda gösterilebilir (Prieve ve Fitzgerald, 2015). TEOAE'nin varlığı genellikle, yanıtın dalga formunun tekrarlanabilirliği ve SNR'nin değerlendirilmesine bağlıdır.

Distorsion Ürünü Otoakustik Emisyonlar (DPOAE): DPOAE, kulağa eş zamanlı olarak farklı frekanslarda “primerler” olarak adlandırılan iki uyaran tonu sunularak ortaya çıkar. Alçak frekanslı uyaran tonuna f_1 ve yüksek frekanslı uyaran tonuna f_2 primeri denir ($f_1 < f_2$). Elde edilen yanıt, kokleada sunulan iki uyaran kompleksinde bulunmayan bir ton sinyali olarak ortaya çıktığı için distorsiyon olarak tanımlanır (Robinette ve Glatke, 2007). f_1 ve f_2 temel frekanslarının sunulması ile ortaya çıkan OAE’nin frekansı, temel frekanslardan farklı ancak aritmetik olarak ilişkilidir. Koklea tarafından üretilen bu enerji çıkışının frekansları $f_2 - f_1$, $2f_1 - f_2$, $3f_1 - 2f_2$, $2f_2 - f_1$ ‘dır (Prieve ve Fitzgerald, 2015). Diğer DPOAE’lerle kıyaslandığında $2f_1 - f_2$ insan ve diğer memeli kulaklarında en yüksek seviyeye sahiptir. Bu nedenle klinik amaçlarda $2f_1 - f_2$ en yaygın kullanılan DPOAE’dir (Gaskill ve Brown, 1990).

DPOAE’ler çeşitli uyaran parametrelerinden etkilenir. En güçlü DPOAE’ler, f_1 ve f_2 primer frekansları 1000 ile 4000 Hz arasında olduğunda ve frekansları oranı f_2 / f_1 1.22 olduğunda elde edilir. DPOAE $2f_1 - f_2$ frekansında meydana gelse de, kokleadaki konumu dolayısıyla test edilen frekans primer tonların yakınındadır ve genellikle f_1 ve f_2 ’nin geometrik ortalaması olarak alınır (Gelfand, 2016).

DPOAE iki primer tonun (L_1 ve L_2) şiddet seviyelerinden etkilenir ve genellikle $L_1 = 65$ dB ve $L_2 = 55$ dB gibi L_1 , L_2 ’den 10 dB daha yüksek olacak şekilde sunulur. Buna ek olarak, genellikle yüksek uyaran seviyeleri kullanılırken (örn; 75 dB SPL) iki primer tonun eşit olması ve daha düşük seviyelerde test edilirken L_1 ’in, L_2 ’den 10 dB daha büyük olması (örn; L_1 60 dB SPL ve L_2 50 dB SPL) tercih edilir (Gelfand, 2016).

DPOAE Input / Output fonksiyonu ve DP-gram olmak üzere iki tür DPOAE ölçümü mevcuttur. DPOAE input /output fonksiyonu, belirli bir frekansta DPOAE genliğinin uyaran seviyesinin bir fonksiyonu olarak ölçülmesiyle elde edilir. DP-gram, uyaran tonlarının sabit seviyelerde (örneğin, 65 dB SPL’de L_1 ve 55 dB SPL’de L_2) bir

frekans aralığı boyunca elde edilir. Başka bir deyişle, DPOAE genliğini frekansın bir fonksiyonu olarak gösterir (Gelfand, 2016).

1.3.4.3. Otoakustik Emisyon ve Kontralateral Supresyonu

OAE'lerin efferent inhibisyonunu ölçerken amaç yalnızca MOK efferentlerini uyandırmaktır. Ancak efferent yanıtı uyandıran herhangi bir akustik uyaran potansiyel olarak orta kulak kas refleksini de uyandırabilir. Bu yüzden verilen uyaran orta kulak kas refleksini uyandırmayacak şiddette olmalıdır. İnhibitör uyaran ipsilateral olarak sunulduğunda, OAE uyararı ile baziller membranda mekanik etkileşime neden olabilir. İpsilateral ve bilateral uyaran sunumları için ölçüm, potansiyel olarak MOK efferentlerinin, orta kulak kas refleksinin ve mekanik baskılamanın etkisini yansıtabilir (Dhar ve Hall, 2012).

Kontralateral uyaran (gürültü) kullanmak, mekanik supresyonun etkisini ortadan kaldırırsa da, orta kulak kas refleksini aktive etme sorunu devam etmektedir. Kontralateral uygulamada, klinisyenin OAE'leri ölçerken herhangi bir ses kaynağından (bir odyometre gibi) kontralateral sinyali sunması da kolaylaşır. Bilateral uyaran ile yapılan ölçümde MOK efferent nöronlarının tümü veya çoğu aktive edildiğinden en büyük MOK etkisi gözlenir (Berlin ve ark., 1993).

Kontralateral supresyon ölçümü, yalnızca bir OAE cihazı ve diğer kulağa inhibitör sinyali iletmek için bir cihaz gerektirir. Kontralateral uyaran genellikle geniş bantlı gürültüdür. OAE'ler ilk olarak her zamanki gibi sessiz bir durumda kaydedilir. Daha sonra, OAE kaydı tekrar gerçekleştirilir, bu arada sürekli bir geniş bant gürültü, karşı kulağa sunulur. Analiz, her koşul altında (sessiz ve kontralateral gürültü)

OAE'lerin ölçülmesini ve gürültü koşulu altında OAE cevaplarındaki (dB cinsinden) olası bir azalmanın (supresyonun) hesaplanmasını içerir.

Gürültü sinyalinin bilateral sunumu, her zaman en yüksek miktarda OAE (10 dB'ye kadar) supresyonu üretir. İpsilateral inhibisyon, etkinlik açısından bir sonraki aşamadır. OAE'lerin kaydedildiği kulağın kontralateralindeki kulağa bir inhibitör sinyalinin sunulması, yalnızca 1 ila 4 dB'lik inhibisyonla en az etkili moddur (Dhar ve Hall, 2012).

Kontralateral supresyon testi çift kanallı bir OAE cihazı ile de yapılabilir. İpsilateral OAE cevapları alınırken kontralateralden aralıklı olarak verilen gürültü ile supresyon yanıtları alınır. Böylece hem OAE hem de supresyon yanıtları elde edilmiş olur.

Gürültü, saf tonlara göre inhibitör olarak daha etkilidir. Geniş bant gürültü, özellikle TEOAE'in inhibisyonunda, dar bant gürültüden daha etkili bir inhibitördür. DPOAE'ler için, dar ve geniş bant gürültünün etkinliği, DPOAE uyaran frekansının bir fonksiyonu olarak değişir (Dhar ve Hall, 2012).

Emisyon supresyon testi klinikte çocuklarda ve yetişkinlerde birçok hastalıkta kullanılabilir. Çocuklarda işitsel nöropati, santral işitsel işleme bozuklukları, öğrenme güçlüğü ve diabette birçok çalışma yapılmıştır. Kontrol grubuna kıyasla tip I diyabetli çocuklar için TEOAE inhibisyonunun büyüklüğü, "diyabetik nöropatinin erken merkezi belirtileri" olasılığını düşündürmüştür (Uğur ve ark., 2009). Yetişkinlerde de birçok bozuklukta emisyon supresyon çalışmaları mevcuttur. Lisowska ve ark. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada kontrol grubuna kıyasla multipl sklerozlu hastalarda azalmış TEOAE supresyonu gözlenmiştir.

Çalışmamızda medial olivokoklear (MOK) refleks ve stapedial kas refleksi ölçümleri ile efferent işitme sisteminin bütünüyle değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda 50 genç erişkin bireyde medial olivokoklear refleksin değerlendirilmesi için transient uyarılmış otoakustik emisyonun (TEOAE) kontralateral supresyonu ve stapes kas refleksi değerlendirilmesi için akustik refleks latans (ARL) ölçüm yöntemleri kullanılmıştır.



2. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışma Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi İbn-i Sina Hastanesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Odyoloji, Denge ve Konuşma Bozuklukları Tanı ve Rehabilitasyon Merkezi'nde işitme seviyeleri normal olan bireylerden çalışmaya katılmayı kabul edenler ile gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların tümüne bilgilendirilmiş gönüllü onam formu okutulup, imzalatılmıştır (Ek-1). Çalışma Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 14 Ocak 2021 tarihinde İİ-14-21 kayıt numarasıyla onaylanmıştır (Ek-2).

2.1. Katılımcılar

Çalışmaya otoskopik değerlendirmeleri yapılmış, yaş ortalaması $27,82 \pm 4,33$ olan 18-35 yaş aralığındaki işitme seviyeleri normal 25'i erkek, 25'i kadın 50 kişi (100 kulak) katılmıştır.

2.1.1. Çalışmaya Dahil Olma Kriterleri

Kulak Burun Boğaz muayenesi normal olan bireylerin;

- Saf ses işitme testinde 125-8000 Hz arasında bilateral işitme eşikleri 20 dB ve daha iyi olanlar,
- Konuşmayı ayırt etme skoru %92 ve daha iyi olanlar (Gelfand, 2016 syf:225),
- Gürültüde konuşmayı anlama skoru %88 ve üzeri olanlar,

- Bilateral normal (Tip A) timpanograma sahip olanlar,
- İpsilateral ve kontralateral akustik refleksleri elde edilenler,
- Nörolojik ve metabolik tanısı olmayanlar

2.1.2. Çalışma Dışı Bırakılma Kriterleri

- Gürültüde konuşmayı anlama problemi olduğunu beyan edenler,
- Ototoksik ilaç kullanmış olanlar,
- Otolojik hastalık veya operasyon öyküsü olanlar,
- Kemoterapi, radyoterapi öyküsü olanlar,
- Herhangi bir nörolojik hastalık tanısı olanlar
- Gürültülü ortamda çalışanlar
- Akustik refleks eşikleri 95 dB ve üzeri olanlar çalışma dışı bırakılmıştır.

2.2. Kullanılan Testler ve Yöntem

Çalışmaya katılan tüm bireylere Kulak Burun Boğaz muayenesinden sonra saf ses odyometri, konuşma testleri, timpanometri, ARE ve ARL testleri, TEOAE ve KLS testleri yapılmıştır.

2.2.1. Saf Ses Odyometri ve Konuşma Testleri

Katılımcıların 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 6000 ve 8000 Hz' de hava yolu işitme eşikleri 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz'de kemik yolu işitme eşikleri belirlenmiştir. İşitme testi Interacoustic AC40 klinik odyometre ile sessiz kabin içerisinde yapılmıştır. Hava yolu işitme eşikleri için TDH 39 supra-aural kulaklık, kemik yolu eşik değerlendirilmesi için RadioEar B71 kemik vibratör kullanılmıştır. Şekil 2.1'de sessiz kabin içerisinde Interacoustics marka AC 40 odyometre ile yapılan hava yolu saf ses işitme testi görseli yer almaktadır. Hava ve kemik yolu saf ses işitme eşikleri Hugson-Westlake Prosedürü ile test edilmiştir. Test edilen her frekansta işitme eşiği 20 dB ve daha iyi olanlar ve hava-kemik aralığı bulunmayanlar normal işitme olarak kabul edilmiştir.



Şekil 2.1. Sessiz kabin içerisinde yapılan saf ses odyometri testi.

Saf ses değerlendirmesi sonrası konuşmayı anlama ve ayırt etme testleri yapılmıştır. Konuşmayı anlama eşiği testinde 3 heceli kelime listesi çalışmayı yapan kişi tarafından okunarak söylenen kelimenin en az %50'sinin bilindiği en düşük seviye eşiğ olarak kabul edilmiştir. Konuşmayı ayırt etme skoru testi ise katılımcının rahat ettiği ses seviyesinde 25 kelimelik tek heceli kelime listesi kullanılarak yapılmıştır. Gürültüde konuşmayı anlama problemi olanları belirleyebilmek ve çalışma dışı bırakabilmek için +10 dB sinyal gürültü oranında (TDH39 supraaural kulaklık ile bilateral beyaz gürültü) gürültü ve konuşma uyaranı aynı kulağa verilerek konuşmayı ayırt etme testi yapılmıştır ve test skoru %88 ve üzeri olanlar çalışmaya dahil edilmiştir.

2.2.2. Timpanometri

Katılımcıların immitansmetrik lmleri GSI Tymptar Version 2 (Grason Stadler INC., MN, USA) immitansmetre ile yapılmıştır. 226 Hz ve 85 dB SPL de prob ton uyararı kullanılarak +200 ve -400 daPa arasında timpanogram elde edilmiştir ve timpanogram değerleri (orta kulak basıncı, komplians değeri, dış kulak kanalı hacmi) kaydedilmiştir.

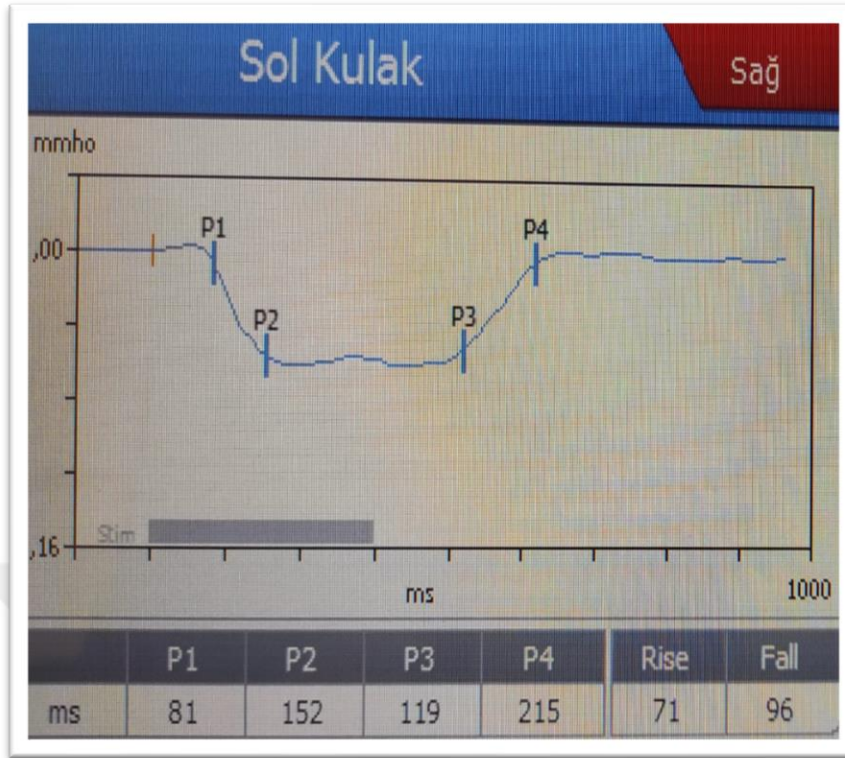
2.2.3. Akustik Refleks Eşiğı ve Refleks Latans testleri

Timpanogram tipi Jerger sınıflandırmasına göre Tip A olarak tespit edilenlere akustik refleks testi yapılmıştır. AR testi 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz frekanslarında tonal uyaran kullanılarak yapılmıştır.

Akustik refleks testinde, yanıtın 0,03 ml'den büyük veya eşit miktarda olması akustik refleks eşiğinin var olduğunun kriteri olarak kabul edilmiştir. 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz frekanslarında ipsilateral refleks eşiğı bulunan bireylerin akustik refleks eşiğinin bulunduğu seviyenin 95 dB HL'den büyük olmamasına dikkat edilmiş ve büyük olanlar çalışmaya alınmamıştır. İpsilateral refleks eşiğı 95 dB HL seviyesi ve altında olan bireylere, eşik üstü 10 dB SL seviyesinde ARL testi uygulanmıştır.

Refleks latans parametreleri L10 % on, L90% on, L90% off ve L10% off değerleri ile yükselme /düşme zamanları kaydedilmiştir. Uyaran durasyonu, 5 ms yükselme / düşme süresiyle 300 ms olarak ayarlanmıştır. Zaman çizgisi 1.000 ms'ye ve dalga formlarının görüntülenmesi için duyarlılık ölçeğı -16 ml'ye ayarlanmıştır. Test boyunca katılımcılardan yutkunmamaları ve başlarını oynatmamaları istenmiştir.

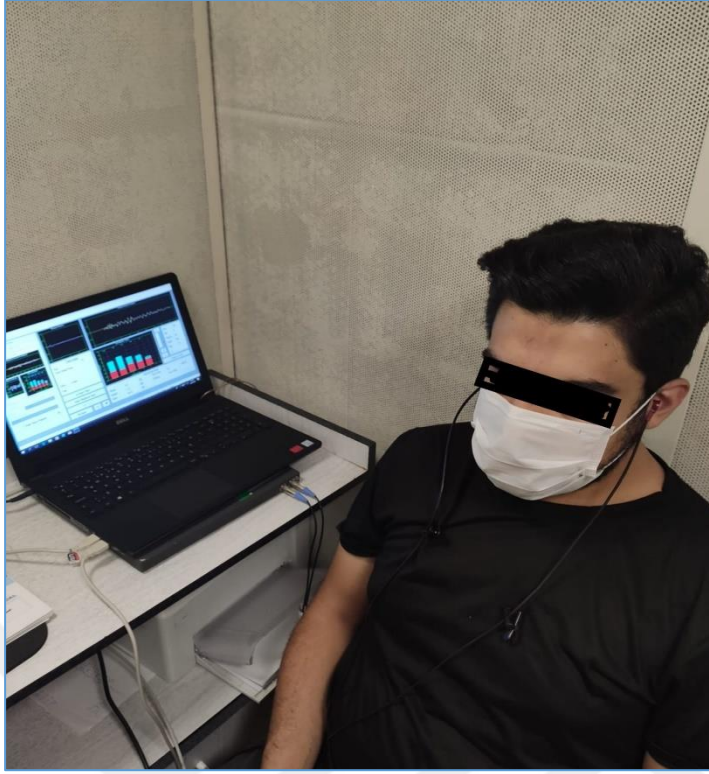
Şekil 2.2.'de 500 Hz 100 dB HL'de yapılan ARL testinin sonucu yer almaktadır. P1 değeri 10% on latansını, P2 değeri 90% on latansını, P3 değeri 90% off, ve P4 değeri 10% off latansını göstermektedir. P1 ve P2 değerleri refleks amplitüdünde meydana gelen artışa bağlı değerler iken, P3 ve P4 değerleri refleks amplitüdünde meydana gelen azalmaya bağlı değerlerdir.



Şekil 2.2. 500 Hz 100 dB HL’de ARL ölçümü.

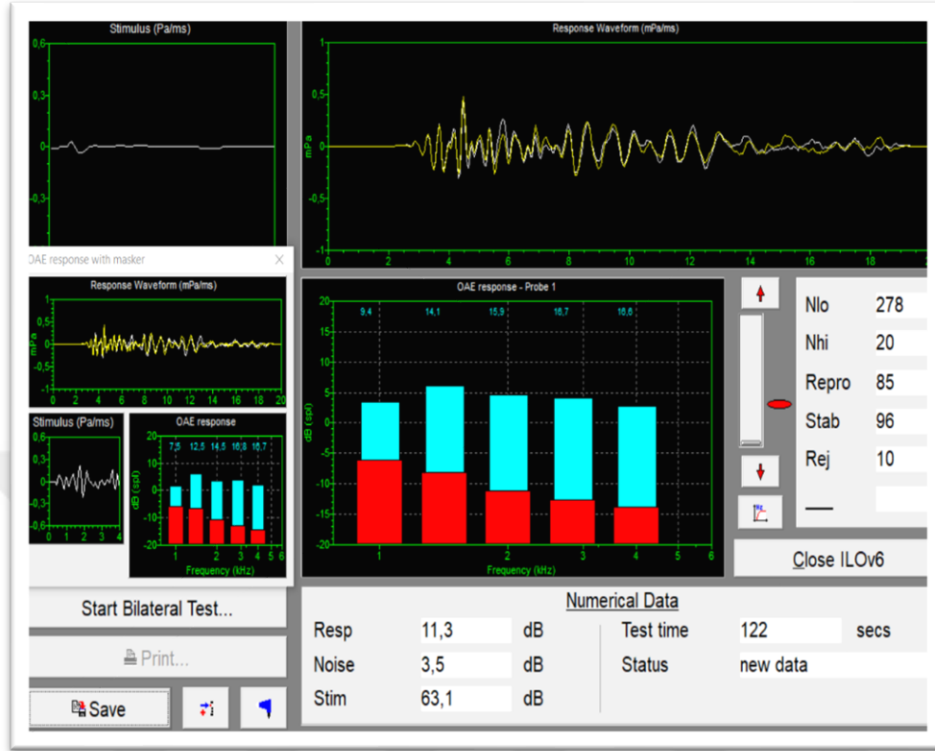
2.2.4. TEOAE ve Kontralateral Supresyon

Çalışmaya alınan tüm bireylerin TEOAE ve KLS ölçümleri bilgisayar tabanlı Otodynamics Echoport ILO 292 II cihazı ILO V6 yazılım versiyonu kullanılarak yapılmıştır. Her iki kulağa aynı anda uygun prob yerleştirilerek ölçüm yapılmıştır. Cihaz gürültü varlığında ve yokluğunda olmak üzere iki adet emisyon ölçümü kaydı almaktadır. Emisyon ölçümü 1,0 kHz, 1,5 kHz, 2,0 kHz, 2,8 kHz, 4,0 kHz merkez frekanslarında yapılmıştır.



Şekil 2.3. TEOAE ve KLS ölçümü.

TEOAE kontralateral supresyon ölçümü için test edilen kulağa 65 dB peSPL klik uyarı verilirken karşı kulağa 50 dB SPL şiddetinde geniş bant (Broadband) gürültü verilerek aynı anda ve linear modda ölçüm yapılmıştır. Kontralateral verilen gürültü uyarının şiddeti, emisyon kaydedilen kulağa geçerek orta kulak kas refleksi oluşturacak seviyenin altında verilmiştir. Dalga tekrarlanabilirliğinin %70 ve üzerinde, uyarı stabilitesinin %80 ve üzerinde olmasına dikkat edilmiştir. Gürültü reddetme seviyesi (Noise rejection level) 54 dB SPL ve 260 klik uyarı ortalama ile test yapılmıştır. Şekil 2.3. de TEOAE ve kontralateral supresyon ölçümü yapılan hasta gösterilmiştir.



Şekil 2.4. TEOAE ve KLS sonuçları.

Şekil 2.4.'de TEOAE cevapları ve kontralateral gürültü varlığında elde edilen TEOAE cevapları gösterilmiştir. Büyük olan emisyon grafiği TEOAE cevaplarını gösterirken, yanında bulunan küçük grafik kontralateral gürültü varlığında elde edilen TEOAE cevaplarını göstermektedir.

Her iki kulakta ölçümler yapıldıktan sonra gürültü varlığında ve yokluğunda elde edilen TEOAE cevapları her bir frekans için karşılaştırılmıştır. Her bireyde, frekanslara ait TEOAE ve TEOAE supresyonun sağ ve sol kulak ortalama SNR değerleri verilmiştir. Kadın ve erkeklerde sağ ve sol kulakta ilgili frekanslarda meydana gelen supresyon miktarları değerlendirilmiştir.



Şekil 2.5. TEOAE’de klik uyararı ve gürültü uyararının sunulduğu problemler.

Şekil 2.5.’de TEOAE ölçümünde kullanılan problemler gösterilmiştir. Şekilde mavi prob ucu takılı olan gri problemler klik uyararı verilirken, beyaz prob ucu takılı olan bordo problemler kontralateral gürültü uyararını verilmektedir.

2.3. İstatistik Bilgisi

Çalışmanın istatistiksel değerlendirilmesinde, öncelikle veriler Microsoft Office Excel programına aktarılmıştır. Verilerin analizi SPSS 21.0 (Statistical Package for Social Science) programı ile yapılmıştır. Tanımlayıcı istatistikler ortalama, standart sapma değerleri ile sunulmuştur. Sayısal değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro Wilk testi ile değerlendirilmiştir. Bağımsız iki grupta sayısal değişkenlerin karşılaştırılmasında normal dağılım koşulu sağlandığından Student t testi kullanılmıştır. Kategorik değişkenler arasında anlamlı fark olup olmadığı Ki Kare testi ile yapılmıştır. $p < 0,05$ değeri istatistiksel anlamlılık seviyesi olarak kabul edilmiştir.

3. BULGULAR

Bu çalışmada dahil edilme kriterlerini taşıyan, işitmesi normal 50 birey ve toplam 100 kulak değerlendirilmiştir. Çalışmaya dahil edilen bireylerin cinsiyet ve yaş dağılımları Çizelge 3.1’de gösterilmiştir. Kadın ve erkek yaş ortalamaları arasında farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$).

Çizelge 3.1. Bireylerin yaş ve cinsiyet dağılımı

Cinsiyet	Sayı	Cinsiyet Dağılımı (%)	Min./Max	Yaş (Ort.+ - SS)
Kadın	25	50	18y/35y	27.68 ± 4.73
Erkek	25	50	19y/34y	28.07 ± 3.65

3.1. TEOAE ve KLS Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Çalışmaya katılan kadınların sağ kulak ve sol kulak TEOAE’ de frekans bazında ortalama SNR değerleri Çizelge 3.2.’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Kadınlara ait sağ ve sol kulak TEOAE testi SNR değerleri

TEOAE SNR (dB)		SAĞ					SOL				
		1,0 kHz	1,4 kHz	2,0 kHz	2,8 kHz	4,0 kHz	1,0 kHz	1,4 kHz	2,0 kHz	2,8 kHz	4,0 kHz
25 kişi	Ort.	11,41	14,21	15,74	14,74	12,29	10,66	13,32	13,49	15,00	10,71
	SS(±)	4,71	6,05	5,71	4,86	5,97	6,10	8,70	6,43	6,10	5,34

Kadınlarda her bir frekans için yapılan sağ kulak ve sol kulak TEOAE SNR karşılaştırmasında frekanslar arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Çalışmaya katılan kadınların sağ kulak ve sol kulak TEOAE’de frekans bazında ortalama TEOAE supresyon SNR’leri ise Çizelge 3.3’de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Kadınlara ait sağ ve sol kulak TEOAE supresyon SNR değerleri

TEOAE Supresyon SNR (dB)		SAĞ					SOL				
		1,0 kHz	1,4 kHz	2,0 kHz	2,8 kHz	4,0 kHz	1,0 kHz	1,4 kHz	2,0 kHz	2,8 kHz	4,0 kHz
25 kişi	Ort.	10,64	14,11	15,15	14,22	12,01	9,91	13,38	12,76	13,79	10,79
	SS(±)	6,72	6,39	5,88	5,06	6,04	7,59	8,43	6,81	6,21	5,53

Kadınlarda her bir frekans için yapılan sağ kulak ve sol kulak TEOAE supresyon SNR karşılaştırmasında 2,0 kHz’de sağ kulak SNR anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Diğer frekanslarda ise sağ ve sol kulak TEOAE supresyon SNR karşılaştırılmasında anlamlı farklılık gözlenmemiştir.

Çalışmaya katılan erkeklerin sağ kulak ve sol kulak TEOAE’de frekans bazında ortalama SNR değerleri Çizelge 3.4.’de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Erkeklerle ait sağ ve sol kulak TEOAE testi SNR değerleri

TEOAE SNR (dB)		SAĞ					SOL				
		1,0 kHz	1,4 kHz	2,0 kHz	2,8 kHz	4,0 kHz	1,0 kHz	1,4 kHz	2,0 kHz	2,8 kHz	4,0 kHz
25 kişi	Ort.	10,28	13,18	12,14	12,98	10,18	9,56	10,94	11,58	11,61	9,60
	SS(±)	4,40	6,70	5,40	4,94	5,10	3,82	6,09	4,68	4,97	6,03

Erkeklerde her bir frekans için yapılan sağ kulak ve sol kulak TEOAE SNR karşılaştırmasında 1,4 kHz’de sağ kulak SNR anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p<0,05$).

Çalışmaya katılan erkeklerin sağ kulak ve sol kulak TEOAE’de frekans bazında ortalama TEOAE supresyon SNR’leri ise Çizelge 3.5’de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Erkeklerle ait sağ ve sol kulak TEOAE supresyon SNR değerleri

TEOAE Supresyon SNR (dB)		SAĞ					SOL				
		1,0 kHz	1,4 kHz	2,0 kHz	2,8 kHz	4,0 kHz	1,0 kHz	1,4 kHz	2,0 kHz	2,8 kHz	4,0 kHz
25 kişi	Ort.	9,46	12,76	11,53	11,98	9,71	8,93	9,73	11,84	10,99	9,30
	SS(±)	4,48	5,97	4,37	4,74	5,56	5,07	6,53	4,88	4,71	5,78

Erkeklerde her bir frekans için yapılan sağ kulak ve sol kulak TEOAE supresyon SNR karşılaştırmasında 1,4 kHz’de sağ kulak SNR anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Diğer frekanslarda ise sağ ve sol kulak TEOAE supresyon SNR karşılaştırılmasında anlamlı farklılık gözlenmemiştir.

Her bir frekans için tüm bireylere ait sağ ve sol kulak TEOAE SNR miktarları Çizelge 3.6.’da verilmiştir.

Çizelge 3.6. Tüm bireylere ait sağ ve sol kulak TEOAE SNR değerleri

TEOAE SNR (dB)		SAĞ					SOL				
		1,0 kHz	1,4 kHz	2,0 kHz	2,8 kHz	4,0 kHz	1,0 kHz	1,4 kHz	2,0 kHz	2,8 kHz	4,0 kHz
50 kişi	Ort.	10,84	13,70	13,94	13,86	11,23	9,86	12,11	12,54	12,96	10,01
	SS(±)	4,60	6,39	5,85	4,98	5,66	5,23	7,64	5,72	5,94	5,73

Her bir frekans için yapılan tüm bireylere ait sağ kulak ve sol kulak TEOAE SNR karşılaştırmasında frekanslar arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Her bir frekans için tüm bireylere ait sağ ve sol kulak TEOAE supresyon SNR miktarları Çizelge 3.7.’de verilmiştir.

Çizelge 3.7. Tüm bireylere ait sağ ve sol kulak TEOAE supresyon SNR değerleri

TEOAE Supresyon SNR (dB)		SAĞ					SOL				
		1,0 kHz	1,4 kHz	2,0 kHz	2,8 kHz	4,0 kHz	1,0 kHz	1,4 kHz	2,0 kHz	2,8 kHz	4,0 kHz
50 kişi	Ort.	10,05	13,43	13,34	13,10	10,86	9,07	11,66	12,41	12,10	9,94
	SS(±)	5,68	6,16	5,45	4,99	5,86	6,44	7,66	5,87	5,71	5,66

Her bir frekans için yapılan tüm bireylere ait sağ kulak ve sol kulak TEOAE supresyon SNR karşılaştırmasında frekanslar arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Her bir frekans için kadınlara ait sağ ve sol kulak KLS miktarları Çizelge 3.8.'de verilmiştir.

Çizelge 3.8. Kadınlara ait sağ kulak ve sol kulak KLS miktarları

	SAĞ SUPRESYON MİKTARI (dB)					SOL SUPRESYON MİKTARI (dB)				
Frekans	1,0 kHz	1,4 kHz	2,0 kHz	2,8 kHz	4,0 kHz	1,0 kHz	1,4 kHz	2,0 kHz	2,8 kHz	4,0 kHz
Ort.	2,04	1,60	1,41	1,44	1,26	1,91	1,85	1,78	1,80	1,50
SS(±)	1,37	1,10	0,98	1,06	0,86	1,34	1,35	0,88	0,83	0,67

Kadınların sağ kulak ve sol kulak her bir frekansın KLS karşılaştırılmasında kulaklar arası frekanslarda anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$).

Her bir frekans için erkeklere ait sağ ve sol kulak KLS miktarları Çizelge 3.9.'da verilmiştir.

Çizelge 3.9. Erkeklere ait sağ ve sol kulak KLS miktarları

	SAĞ SUPRESYON MİKTARI (dB)					SOL SUPRESYON MİKTARI (dB)				
Frekans	1,0 kHz	1,4 kHz	2,0 kHz	2,8 kHz	4,0 kHz	1,0 kHz	1,4 kHz	2,0 kHz	2,8 kHz	4,0 kHz
Ort.	2,24	1,91	1,87	1,61	1,10	2,08	1,84	1,16	1,40	1,45
SS(±)	1,53	1,60	1,27	1,23	0,59	2,18	1,00	1,15	0,51	1,05

Erkeklerin sağ kulak ve sol kulak her bir frekansın KLS karşılaştırılmasında 2,0 kHz' de sağ kulakta KLS miktarı anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p<0,05$).

Kadınların sağ kulağına ait ortalama KLS miktarı $1,55 \pm 1,10$ dB iken, sol kulağına ait ortalama KLS miktarı $1,78 \pm 1,02$ dB olarak bulunmuştur. Sağ ve sol kulak KLS miktarı karşılaştırılmasında kulaklar arası anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$).

Erkeklerin sağ kulağına ait ortalama KLS miktarı $1,71 \pm 1,29$ dB iken sol kulağına ait ortalama KLS miktarı $1,65 \pm 1,36$ dB olarak bulunmuştur. Sağ ve sol kulak KLS miktarı karşılaştırılmasında kulaklar arası anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$).

Kadınlara ait ortalama KLS miktarı $1,66 \pm 1,07$ dB olarak elde edilmişken, erkeklere ait ortalama KLS miktarı $1,68 \pm 1,33$ dB olarak elde edilmiştir. Kadın ve erkeklerin ortalama KLS miktarları arasında anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$). Çizelge 3.10.'da kadın ve erkek ortalama KLS değerleri verilmiştir.

Çizelge 3.10. Kadın ve erkek KLS miktarları

	Ortalama (dB)	Standart Sapma
Kadın	1,66	1,07
Erkek	1,68	1,33

3.2. Akustik Refleks Latans Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Çalışmaya katılan 25 kadının 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz frekanslarındaki sağ kulak akustik refleks latans değerleri latans parametreleri ile birlikte Çizelge 3.11.'de, sol kulak değerleri ise Çizelge 3.12.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.11. Kadınlara ait sağ kulak ARL değerleri

ARL Parametreleri	500 Hz Ipsilateral ARL (ms)	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
L 10% - on Ortalama	80,76	85,16	105,56	134,71
SS	15,14	17,34	32,62	30,01
95% limit	74,50-87,01	74,32-89,67	86,69-113,00	119,30-147,59
L 90% - on Ortalama	165,2	191,2	266,76	296,23
SS	55,37	70,45	64,46	50,38
95% limit	134,46-186,93	148,31-203,78	225,15-282,54	271,66-320,03
L 10% - off Ortalama	248,04	253,28	284,68	300,45
SS	58,51	52,96	85,69	59,05
95% limit	225,71-277,08	234,39-282,80	243,77-324,82	272,81-328,08
L 90% - off Ortalama	127,56	141,32	155,68	149,85
SS	28,33	59,13	60,82	25,91
95% limit	111,64-138,75	113,61-158,08	129,28-178,71	137,72-161,97

Çizelge 3.12. Kadınlara ait sol kulak ARL değerleri

ARL Parametreleri	500 Hz Ipsilateral ARL (ms)	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
L 10% - on Ortalama	79,04	88,44	111,52	132
SS	10,48	24,28	30,64	32,07
95% limit	74,71-83,36	78,41-98,46	98,87-124,16	118,76-145,23
L 90% - on Ortalama	169,44	184,44	261,32	293,68
SS	48,54	58,02	52,08	49,36
95% limit	149,40-189,47	160,48-208,39	239,81-282,82	273,30-314,05
L 10% - off Ortalama	248,48	254,16	265,88	274,08
SS	44,07	39,27	59,06	68,58
95% limit	230,28-266,67	237,94-270,37	241,50-290,26	245,76-302,39
L 90% - off Ortalama	128,04	129,56	143,32	165,28
SS	36,31	23,66	32,44	41,45
95% limit	113,05-143,02	119,79-139,32	129,92-156,71	148,16-182,39

Çalışmaya katılan kadınların sağ ve sol kulaklarına ait ARL değerlerinin karşılaştırılması Çizelge 3.13.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.13. Kadınlara ait sağ ve sol kulak ARL değerleri karşılaştırılması

ARL	Her bir frekans için “p” değerleri			
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
L 10% - on	0,643	0,585	0,509	0,770
L 90% - on	0,775	0,713	0,744	0,863
L 10% - off	0,976	0,947	0,371	0,180
L 90% - off	0,959	0,361	0,374	0,154

Kadınların sağ ve sol kulak ARL değerleri karşılaştırmalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$).

Çalışmaya katılan 25 erkeğin 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz frekanslarındaki sağ kulak akustik refleks latans değerleri latans parametreleri ile birlikte Çizelge 3.14.’de, sol kulak değerleri ise Çizelge 3.15.’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.14. Erkeklerle ait sağ kulak ARL değerleri

ARL Parametreleri	500 Hz Ipsilateral ARL (ms)	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
L 10% - on Ortalama	79,57	87,35	92,14	128,5
SS	15,41	16,63	17,06	36,75
95% limit	70,67-88,46	77,75-96,96	82,29-101,99	107,27-149,72
L 90% - on Ortalama	164,07	201,42	255,07	243,64
SS	49,24	72,78	52,38	56,38
95% limit	135,63-192,50	159,40-243,45	224,82-285,32	211,08-276,20
L 10% - off Ortalama	263,85	241,42	245,35	242,92
SS	39,62	42,46	54,72	71,06
95% limit	240,97-286,73	216,90-365,94	213,75-276,95	201,89-283,95
L 90% - off Ortalama	128,07	116,14	136,07	164,64
SS	16,17	15,22	46,59	57,43
95% limit	118,73-137,41	107,63-124,93	109,16-162,97	131,48-197,80

Çizelge 3.15. Erkeklerle ait sol kulak ARL değerleri

ARL Parametreleri	500 Hz Ipsilateral ARL (ms)	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
L 10% - on Ortalama	80,85	84,78	94,21	130,21
SS	13,02	17,07	22,93	43,76
95% limit	73,33-88,37	74,92-94,64	80,96-107,45	104,94-155,48
L 90% - on Ortalama	150,14	221,42	276,64	242,64
SS	25,13	69,44	57,15	69,04
95% limit	135,62-164,65	181,33-261,52	243,64-309,64	202,77-282,50
L 10% - off Ortalama	254,28	255,14	266,85	237,85
SS	32,64	41,09	44,33	56,98
95% limit	235,43-273,13	231,41-278,86	241,25-292,45	204,95-270,76
L 90% - off Ortalama	126,42	122,71	131	155,07
SS	19,95	16,65	13,19	53,59
95% limit	114,90-137,94	113,09-132,33	123,38-138,61	124,12-186,01

Çalışmaya katılan erkeklerin sağ ve sol kulaklarına ait ARL değerlerinin karşılaştırılması Çizelge 3.16.'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.16. Erkeklerle ait sağ ve sol kulak ARL değerleri karşılaştırması

ARL	Her bir frekans için “p” değerleri			
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
L 10% - on	0,813	0,690	0,788	0,911
L 90% - on	0,355	0,464	0,307	0,967
L 10% - off	0,492	0,393	0,264	0,837
L 90% - off	0,813	0,286	0,698	0,652

Erkek sağ ve sol kulak ARL karşılaştırmalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Erkeklerle ait sağ kulak ve kadınlara ait sağ kulak ARL değerleri karşılaştırması Çizelge 3.17.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.17. Erkeklerle ait sağ kulak ve kadınlara ait sağ kulak ARL değerleri karşılaştırması

ARL	Her bir frekans için “p” değerleri			
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
L 10% - on	0,817	0,703	0,162	0,587
L 90% - on	0,950	0,670	0,566	0,007*
L 10% - off	0,374	0,478	0,131	0,015*
L 90% - off	0,951	0,128	0,303	0,316

Çizelge 3.17.'de erkeklere ait sağ kulak ve kadınlara ait sağ kulak karşılaştırmalarında 4000 Hz L90 % on, L10 % off değerleri kadınlarda anlamlı olarak uzun bulunmuştur ($p<0,05$).

Erkeklere ait sol kulak ve kadınlara ait sol kulak ARL değerleri karşılaştırması Çizelge 3.18.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.18. Erkeklere ait sol kulak ve kadınlara ait sol kulak ARL değerleri karşılaştırması

ARL	Her bir frekans için “p” değerleri			
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
L 10% - on	0,637	0,622	0,074	0,885
L 90% - on	0,175	0,083	0,401	0,011*
L 10% - off	0,670	0,942	0,957	0,102
L 90% - off	0,879	0,346	0,184	0,511

Çizelge 3.18.'de erkek sol kulak ve kadın sol kulak karşılaştırmalarında 4000 Hz L90% on değeri kadınlarda anlamlı olarak uzun bulunmuştur ($p<0,05$).

4. TARTIŞMA

İşitme sistemi, hem afferent hem de efferent yolları içeren karmaşık bir sinir sistemidir. Afferent yol, akustik sinyalin kulaktan kortekse iletilmesinden sorumluyken, efferent yol beyin sapı ile iç kulak arasında bir geri bildirim devresi oluşturur (Lieberman ve Liberman, 2019).

İç kulağın uyarana karşı cevabı, orta kulaktaki stapes kası ve olivokoklear efferent sistemler tarafından düzenlenir. Sistemlerin her ikisi de bir veya iki kulağa iletilen akustik uyarılarla refleks olarak etkinleştirilir. Stapedial kas refleksi, akustik sinyallerin orta kulak yoluyla iletimini kontrol ederken, olivokoklear sistem refleks aktivasyonunu koklear mekaniği modüle ederek sağlar (Marks ve Siegel, 2017).

Medial olivokoklear refleks, koklear amplifikatörün kazancını azaltarak, stapedial kas refleksi ise orta kulağın empedansını arttırarak İTH'nin sese bağlı uyarılmasını azaltır. Her iki refleks de kokleayı zararlı seslerden korur (Borg, 1966; Rajan, 1995; Reiter ve Liberman, 1995). Ayrıca hem MOK refleks hem de orta kulak kas refleksi gürültüde sinyal tespitini arttırır, bu reflekslerin zayıflaması ise gürültüde kelime tanımayı zorlaştırır (Kawase ve ark., 1993; Pang ve Guinan, 1997).

Efferent işitme sisteminin bütünüyle değerlendirilmesinin amaçlandığı çalışmamızda, normal işiten 50 genç erişkin bireyde efferent işitme sisteminin iki refleksi olan medial olivokoklear refleks ve stapedial kas reflekslerinin değerlendirilmesi için TEOAE'nin kontralateral supresyonu ve ARL testi kullanılmıştır. Ayrıca ülkemizde normatif değerleri bulunmayan ipsilateral ARL testine ait normatif değerler oluşturulmuştur.

Medial olivokoklear sistem liflerinin aktivasyonu, hızlı ve invaziv olmayan bir yöntem olduğu için çoğunlukla OAE'ler ile değerlendirilmektedir. Dış tüy hücreleri, OAE'nin inhibisyonu ile doğrudan ilişkili olan medial olivokoklear sistemden kontralateral lifler alır (Sahley ve ark., 1997).

Yapılan çalışmalar dış tüy hücreleri kontraksiyonunun kontralateral kulağın gürültüye maruz bırakılarak inhibe edildiğini ve bunun da OAE cevaplarının azalmasıyla sonuçlandığını göstermiştir. Gürültü varlığında OAE cevaplarında azalma, OAE'nin supresyonu olarak bilinir (Collet ve ark., 1990; Veuillet ve ark., 1991). OAE'nin supresyonunda, supresyon miktarı hakkında literatürde farklı çalışmalar mevcuttur. Bazı çalışmalar 1 dB ve üzeri değişimi supresyon olarak kabul ederken (James, 2011), 0,1 dB'lik değişimi de istatistiksel olarak anlamlı bulan çalışmalar da mevcuttur (Abdala ve ark., 1999; Gkoritsa ve ark., 2006). Angrisani ve ark. (2009) ise 0,5 ila 1 dB SPL'lık bir supresyon etkisinin medial olivokoklear sistemin bütünlüğünün normal olduğunu gösterdiğini raporlamıştır. Çalışmamızda TEOAE'de kadınlarda ve erkeklerde sağ ve sol kulak olmak üzere her bir frekans için SNR'de meydana gelen tüm azalma (supresyon) miktarları kaydedilmiştir.

MOK refleksinin doğru ölçümü için, stapes kasının eş zamanlı aktivasyonundan kaçınmak önemlidir. Bu nedenle kontralateral verilen gürültü uyarınının şiddeti, test edilen kulağa geçerek stapediaal refleks arkını çalıştıracak şiddetin altında olmalıdır (Velenovsky ve Glatke, 2002).

İnsanlarda MOK refleksiyle ilgili yapılan çalışmalar, kokleada görülen en büyük MOK etkisinin geniş bant uyarılar tarafından üretildiğini göstermektedir (Lisowska ve ark., 2002; Micheyl ve ark., 1999). Geniş bant gürültünün, dar bantlı gürültü, tonal uyarılar ve klik uyarana kıyasla inhibitör etkisinin yüksek olduğu gözlenmiştir (Berlin ve ark., 1999; Lisowska ve ark., 2002). TEOAE'de, 80 dB peSPL civarındaki sık kullanılan yüksek seviyeli klik uyarılar yerine, 55 ve 60 dB peSPL arasındaki klik

uyaranların inhibisyon etkisi daha yüksektir (Dhar ve Hall, 2012, s:172). Çalışmamızda TEOAE kontralateral supresyon ölçümü için test edilen kulağa 65 dB peSPL klik uyararı verilirken, karşı kulağa 50 dB SPL şiddetinde geniş bant gürültü uyararı verilerek ölçüm yapılmıştır.

Bireylerin işitme eşikleri ve suprese edici gürültünün şiddeti supresyon miktarını etkilemektedir (Elmoazen ve ark., 2020). Parthasarathy ve ark. (2001), gürültü seviyesi 40 dB'den 70 dB SPL'ye yükseldikçe, supresyon büyüklüğünde 0.5 - 3.5 dB'lik ortalama artış bulmuştur. Kontralateral supresyon ölçümünde 50 dB SPL geniş bant gürültü uyararı kullanarak yaptığımız çalışmada, kadınlarda ortalama supresyon miktarının $1,66 \pm 1,07$ dB, erkeklerde ise $1,68 \pm 1,33$ dB olduğu bulunmuştur. Kadın ve erkek bireylerden elde edilen kontralateral supresyon miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p < 0,05$).

Bazı çalışmalar normal işitenlerde TEOAE baskılanmasının erkeklere kıyasla kadınlarda daha fazla olduğunu bildirmiştir (Keefe, 2012; Robinette, 1992). Aynı şekilde Brashears ve ark. (2013) yaptığı çalışmada kadınlarda erkeklere kıyasla daha fazla OAE supresyonu gözlenmiştir. Stuart ve ark. (2018) ise kontralateral supresyon çalışmasında supresyonun cinsiyet ve kulak açısından bir farklılığı olmadığını bulmuştur. Bizim çalışmamızda kadın ve erkek supresyon miktarları arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Ayrıca kadın ve erkeklerin kendi içerisinde değerlendirilmesinde kulaklar arası supresyon miktarında da anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p < 0,05$).

Çalışmamızda KLS miktarının en yüksek değerleri kadınlarda ve erkeklerde alçak frekanslarda (1.0 kHz, 1.4 kHz) gözlenmiştir ve genellikle frekans arttıkça supresyon miktarında azalma görülmüştür. Bu sonuç, Lilaonitkul ve Guinan (2009), yüksek frekanslara (4000 Hz) kıyasla düşük uyararı ve ölçüm frekanslarında (500 ve 1000 Hz) OAE'lerin daha fazla bastırıldığı bulgusunu desteklemektedir. DPOAE ile

yapılan supresyon çalışmasında da 1000-2000 Hz'de daha fazla miktarda supresyon gözlenmiştir (Abdala ve ark., 2009; Atcherson ve ark., 2008). Özel öğrenme güçlüğü olan ve olmayan çocuklarla yapılan KLS çalışmasında, kontrol grubunda en düşük supresyon miktarı 4.0 kHz'de 0.62 ± 1.54 dB, en yüksek supresyon miktarı ise 1.0 kHz'de 1.62 ± 4.43 dB olarak elde edilerek en düşük supresyon 4.0 kHz'de gözlenmiştir (Aksoy ve ark., 2019).

Yapılan birçok çalışmada yaşı MOK sistemini etkilediği ve yaşla birlikte supresyon miktarında düşüş gözlemlendiği bildirilmiştir (Angeli ve ark., 2008; Kepler ve ark., 2010; Kim ve ark., 2002; Yılmaz, 2004). MOK refleksi üzerine yaşı etkisini değerlendiren çalışmada, 20-25, 26-40 ve 41-60 yaş aralıklarında toplam 146 normal işiten bireye, kontralateral 50 dB SL geniş bant gürültü vererek TEOAE ve DPOAE testleri yapılmıştır. Çalışma sonuçları, normal işitme eşiklerine sahip kişilerde yaşla birlikte MOK kaynaklı supresyon miktarının azaldığını göstermiştir. Supresyon etkisinin en zayıf olduğu grup en yaşlı grup olarak bulunmuştur (Lisowska ve ark., 2014). Castor ve arkadaşları (1994) tarafından yapılan çalışmada da yaşlı kişilerde (70-78 yaş) 20-39 yaşlarındakilere göre KLS miktarı önemli ölçüde daha düşük elde edilmiştir. Çalışmamızdaki yaş aralığı, supresyon değerlerine yaşı etkisini gösterebilecek büyüklükte değildir. Bu nedenle çalışmamızda yaşı supresyona etkisi değerlendirilememiştir.

KLS üzerine literatürde birçok çalışma mevcuttur. İşitsel nöropatili hastalarda yapılan KLS çalışmasında normal OAE cevapları elde edilmesine rağmen bu hastalarda supresyon gözlenmemiştir (Abdala ve ark., 2000). MOK sisteminin kulağı akustik travmadan koruduğu düşünülmektedir (Guinan ve Gifford, 1988). Çalışılan ortam gürültüsünün supresyona olan etkisinin araştırıldığı çalışmada özellikle DPOAE supresyonunun gürültüye bağlı işitmede meydana gelebilecek hasarın erken tespitinde kullanılabileceği bildirilmiştir (Mckee ve ark., 1992).

Brashears ve ark. tarafından yapılan KLS çalışmasında, klasik müzik sanatçıların ve müzisyen olmayanların KLS sonuçları karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda müzisyen grubun KLS sonuçları her iki kulakta müzisyen olmayan gruba göre yüksek bulunmuştur ve yine müzisyen grubun akustik refleks eşik değerleri normal gruba göre anlamlı derecede düşük bulunmuştur (Brashears ve ark., 2003). Yaptığımız çalışma sonucunda elde ettiğimiz normatif değerler sonrası, ARL ve KLS testleri farklı patolojili gruplar için birlikte kullanılarak Brashears ve ark. çalışmasında olduğu gibi aralarındaki ilişki incelenebilir.

Efferent işitme sistemi sadece olivokoklear demeti içermemektedir. Efferent sinyallerin stapes ve tensör timpani kaslarını inerve ederek orta kulağın iletim sistemini etkilediği bilinmektedir (Gelfand, 2016).

Orta kulaktaki stapes kas refleksini değerlendiren akustik refleks testi genellikle 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz test frekanslarında yapılır. Normal işitenlerle yapılan akustik refleks çalışmalarında, çeşitli uyaranlar için refleks eşiğinde oldukça küçük değişiklikler bulunmuştur. Yapılan çalışmalar akustik refleksin stabil bir işitsel sistem özelliği olduğunu düşündürmektedir (Clamis ve Sarno, 1979). Bu nedenle afferent ve efferent işitme sisteminin değerlendirilmesinde akustik refleks testi güvenilir bir testtir.

Akustik refleks latans testi, uyaranın başlangıcı ile stapes kas kasılmasının başlangıcı arasındaki zaman aralığına karşılık gelir. ARL testi üzerinde 50 yılı aşkın süredir çalışılmıştır (Qui ve Stucker, 1986) ve bu test otonörolojik tanıda bir gösterge olarak önerilmiştir (Moller, 1984; Silman, 1984). ARL ölçüm sonuçları deney hayvanlarında, normal işitenlerde ve sensörinöral işitme kaybı olan hastalarda (Qui ve Stucker, 1998) bildirilmiştir. Klinik olarak, Clamis ve Sarno (1987), ayırıcı tanının bir parçası olarak ARL'nin uygulanabileceğini bildirmiştir. Ancak, ARL testinin klinik uygulamada kullanılabilmesi için normal yanıtın ne olduğunu içeren bir

normalizasyon değeri olması gerekmektedir. Hasta bireylerden elde edilen ARL test verilerini değerlendirebilmemiz için yaş, cinsiyet açısından eşleşen normal değerlerin bilinmesi gerekmektedir. Bu çalışma ile normal işiten 50 bireyde (25 kadın/25 erkek) ARL testi için normatif değerler belirlenmiştir.

ARL testi dört farklı parametre içermektedir. Bunlar refleks yanıtının maksimum genliğine ulaşmasına kadar geçen sürelerin değerlendirildiği 10% on ve 90% on latanslar ve refleksin genliğinin düşmeye başladığı süreyi değerlendiren 10% off ve 90% off latanslarıdır. Bu parametrelerden 10% on latansı başlangıç latansı olarak bilinir ve ARL için oldukça önemli bir parametredir (Qui ve Stucker, 1998).

Frekans, şiddet, bant genişliği gibi uyaran özellikleri ARL'yi etkiler (Prabhu ve ark., 2015). Verilen uyaran ne kadar şiddetli ise ARL o kadar kısa olarak elde edilir (Bosatra ve ark., 1984; Silman, 1984). Genel olarak, uyaran şiddeti arttıkça başlangıç latansının azaldığı yaygın olarak kabul edilmektedir (Rintelmann,1991; Wilson ve Margolis, 1991). ARL testi ARE + 10 dB SL'de yapılır ve tüm frekanslarda ve kişilerde akustik refleks eşik kabulü için aynı kriter kullanılmalıdır. Sonuçların güvenilir olması için ARE'nin doğru belirlenmesi önemlidir.

Bazı araştırmacılar yüksek frekanslarda düşük frekanslara göre daha uzun ARL elde etmişlerdir (Moller,1984; Qui ve Stucker, 1984; Silman, 1984). Narayanan'nın (2017) yaptığı ARL çalışmasında, frekans arttıkça başlangıç latanslarında uzama görülmüştür. Borg (1992), tarafından yapılan bir çalışmada, 2000 Hz'de 500 Hz'den daha uzun bir ARL bulunmuştur. Fertitta ve Martin (1973), yaptıkları bir çalışmada, frekansta artışla birlikte latansta da kademeli bir artış bulmuşlardır. Bizim çalışmamızda da literatürle uyumlu olarak kadınlarda ve erkeklerde her iki kulakta frekans arttıkça başlangıç latansının uzadığı görülmüştür.

Akustik refleks üzerine yapılan araştırmalarda, bazı genç yetişkinlerde 4000 Hz'de ARE'nin bulunmadığı veya yüksek şiddette bulunduğu (Silman ve Silverman, 1991), uyarının frekansının ARE'yi etkilediğı (Green ve Margolis, 1984) bu nedenle 500, 1000 ve 2000 Hz frekanslarında daha kararlı ARL sonuçları elde edileceğı belirtilmiştir. Yaptığımız çalışmada frekanslara göre kadın ve erkek ARL değerlendirmesinde alt parametrelerde görölen anlamlı farklılıklar yalnızca 4000 Hz frekansında gözlenmiştir ($p<0,05$). 4000 Hz için elde ettiğimiz bu bulgu ile ARL değerlendirmesinde 4000 Hz latansının diğer frekanslara göre kararlılığının düşük olduğu sonucuna varılmıştır.

Başlangıç latans değeri ARL için önemli bir parametredir, ancak diğer ARL değişkenleri de tanı için AR paterninin dinamik özellikleri ile ilgili tamamlayıcı bilgi sağlar (Rintelmann, 1991). Normal işiten ve sensörinöral işitme kayıplı grupla yapılan bir çalışmada, gruplar arası başlangıç latansında anlamlı bir farklılık elde edilmezken, refleks genliğinin azalmaya başladığı offset latanslarında istatistiksel olarak önemli farklılıklar gözlenmiştir (Bowling ve ark., 1974). Norris ve arkadaşlarının (1974) alışma sonuçları da ARL testi için alt parametrelerin önemini göstermektedir.

Literatürdeki araştırmalar, ARL'de kulak etkisinin ve cinsiyet farklılığının olmadığını göstermiştir (Awang ve ark., 2019; Gelfand, 1998; Silman, 1984). 20-30 yaşları arasında normal işiten 30 kadın katılımcı ile yapılan ve bizim çalışmamızda kullandığımız impedans cihazı ve test ölçüm parametrelerinin kullanıldığı çalışmada, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz ve 4000 Hz için latans parametreleri sağ ve sol kulak olarak karşılaştırılmıştır (Narayanan, 2017). Bu karşılaştırmada her bir frekans için latans parametreleri arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Güncel olan bu çalışma ile bizim çalışma sonuçlarımız birbirini desteklemektedir. Yaptığımız çalışmada kadın ve erkeklerde 500 Hz'den 4000 Hz'e kadar kadar sağ ve sol kulak refleks latans değerlerine bakılmıştır. Çalışma sonucunda tüm frekanslarda herhangi bir parametre için sağ ve sol kulaklar arasında anlamlı bir fark olmadığı bulunmuştur. Çalışmamızda

tüm frekanslar için kadın-erkek başlangıç latanslarında da anlamlı farklılık gözlenmemiştir.

ARL değeri üzerine yapılan çalışmalar başlangıç latansının 68 ms' den (Silman,1984) 200 ms'ye (Qui ve Stucker, 1998) kadar değiştiğini bildirmiştir. Jerger ve ark. (1986), 1000 Hz ve 2000 Hz'deki ARL ortalamasının 106 ms olduğunu bildirmiştir. Yaptığımız çalışmada başlangıç latansının (10% on) en düşük değeri 79.4 ms, en yüksek değeri ise 134.71 ms olarak bulunmuştur. Çalışmamızdan elde ettiğimiz bu sonuç literatürdeki latans değerleri aralığındadır.

ARL, retrokoklear patolojileri tanımlamak için kullanılabilen bir akustik refleks testidir (Church ve Cudahy, 1984; Stucker, 1998). ARL, işitmesi normal olan kişiler ve sensörinöral işitme kaybı olanlarda ölçülmüştür ve koklear ile retrokoklear patolojinin ayırıcı tanısında da kullanılmıştır (Bosatra ve Russolo,1984; Chiverals ve ark.,1976; Clemis ve Sarno,1979). Önceki araştırmalar, normal işitenlerde ipsilateral uyarımda kulaklar arası latans farkının 40 ms'yi aşmadığını göstermektedir. Clemis ve Sarno tarafından yapılan çalışmada ise, ortalama kulaklar arası latans farkının normal işitenler için <25 ms olduğu bulunmuştur. Retrokoklear patoloji vakalarında ARL'nin önemli ölçüde arttığı ve retrokoklear patolojisi olan hastalarda ortalama kulaklar arası latans farkının 90 ms'den büyük olduğu gözlenmiştir (Gelfand, 1984).

ARL testi, kullanılan impedans cihazının zamansal özelliklerinden etkilenmektedir. Jerger ve Hayes (1983), ölçümler akustik refleks eşiklerinin 10 dB üzerinde yapıldığında normal işitenler için 78 ms latans bildirdirken, Clemis ve Sarno (1984) 93 ms ila 105 ms olarak bildirmiştir. Bu sonuçlardaki farklılığın farklı enstrümantasyon ve test prosedürlerinden kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Bu nedenle ARL'yi belirlemede test enstrümanına özgü normatif verileri kullanmak daha doğru olacaktır.

İşitsel işleme bozuklukları (SİİB) olan ve olmayan çocuklarda akustik refleks latansını araştırmak için bir çalışma yapılmıştır. Latans çalışması 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz frekanslarında ipsilateral ve kontralateral olarak refleks eşik seviyesinin 10 dB üzerinde verilen uyararla gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonunda, işitsel işleme bozukluğu olan çocuklarda refleks latans değerlerinde uzama görülmüştür (Linares ve Mota, 2004). Bu çalışmanın sonuçları, işitsel işleme bozukluğu olan çocuklarda akustik refleks latans sonuçlarının önemini vurgulayarak, işitsel yollardaki iletim zamanlaması ile işitsel işleme arasındaki ilişkiyi güçlendirmektedir. Çalışmamız sonucunda elde ettiğimiz normal işiten genç erişkinlerdeki ARL değerleri, yaş aralıkları genişletilerek yapılan refleks latans çalışmaları sonrası, refleks latansın yaşa göre normal değerleri belirlendikten sonra patolojik gruplarla da yapılabilir. SİİB gibi patolojilerde yaygın olarak kullanılan KLS testinin yanı sıra bu bireylerin işitsel değerlendirilmesinde odyolojik test bataryasının bir parçası olarak ARL testinin de kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Çalışma sonucunda elde ettiğimiz veriler ile efferent işitme sisteminin değerlendirilmesinde kliniğimize ait normatif değerler elde edilmiştir. Böylece gürültüde konuşmayı anlama problemi olanlar ve/veya SİİB bozukluğu olan hastaların değerlendirilebilmesi için odyolojik test bataryası oluşturulmuştur. ARL testi ile işitme kaybı nedeniyle OAE cevapları elde edemediğimiz hastaların işitsel işlemlerinin değerlendirilmesi de sağlanacaktır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Efferent işitme sisteminin refleksleri olan MOK refleksi ve orta kulak kas refleksi işitme sisteminin çeşitli patolojileri hakkında önemli bilgiler sağlamaktadırlar. ARL testi uygulaması kolay bir test olmasına rağmen kliniklerde yaygın olarak kullanılan bir test değildir. Ancak ARL test parametreleri işitme sistemi patolojilerinde önemli bilgiler sağlamaktadır. Retrokoklear patoloji vakalarında ARL'nin önemli ölçüde arttığı ve kulaklar arası latans farkının 90 ms' den büyük olduğu gözlenmiştir (Gelfand, 1984).

Çalışmamızda ülkemizde normatif değerleri olmayan ARL testinin belli bir yaş grubu için normatif değerleri sağlanmıştır. Normatif değerlerini oluşturduğumuz ARL testi özellikle ülkemizde yapılacak diğer araştırmalara referans olacaktır. ARL testinin yaygın olarak kullanılabilmesi için yaş gruplarının genişletilerek, yaş gruplarına göre normatif değerlerinin belirlenmesi gerekmektedir.

KLS testi efferent sistemi değerlendirmede yaygın olarak kullanılan önemli bir testtir. Literatürdeki yapılan birçok çalışma, işitsel işleme bozukluğu olan çocuklarda medial olivokoklear sisteminin aktivitesinin azaldığını göstermektedir. SİİB bozukluğunda yapılan ARL testlerinde de latanslarda uzama gözlenmiştir. Bu iki test işitsel işleme hakkında güçlü bilgiler vermektedir. SİİB gibi patolojilerde yaygın olarak kullanılan KLS testinin yanı sıra bu bireylerin işitsel değerlendirilmesinde odyolojik test bataryasının bir parçası olarak ARL testi de kullanılabilir. Ayrıca işitsel işleme bozukluğu olan ve işitme kaybı nedeniyle otoakustik emisyon elde edilemeyeceği için OAE testi yapılamayan hastaların değerlendirilmesinde ARL testi kullanılabilir.

Çalışmamızda ARL testinin tüm parametreleri ile birlikte kadınlarda ve erkeklerde sağ kulak ve sol kulak değerleri belirlenmiştir. Aynı şekilde TEOAE ve supresyon için SNR değerleri de kadın ve erkeklerde sağ ve sol kulak olarak ayrı ayrı verilmiştir. Böylece KLS ve ARL testleri için kulaklara ve cinsiyetlere özgü değerler elde edilmiştir.

Çalışmamızda ARL ve KLS testlerinde anlamlı cinsiyet farklılıkları ve kulaklar arası farklılıklar gözlenmemiştir ($p<0,05$). Frekans arttıkça kadınlarda ve erkeklerde ARL'de başlangıç latanslarında uzama gözlenmiştir. TEOAE'de meydana gelen kontralateral supresyon miktarının en fazla olduğu frekanslar alçak frekanslar (1.0 kHz, 1.4 kHz) olarak gözlenmiştir.

ARL ve KLS testleri, kullanılan uyarının tipinden, şiddetinden ve testin yapıldığı cihazın özelliklerinden etkilenmektedir. Normatif değerlerini oluşturduğum ARL testi özellikle ülkemizde yapılacak diğer araştırmalara referans olacaktır. Akustik refleks latans ve kontralateral supresyon testi ölçüm parametrelerinden ve cihaz özelliklerinden etkilendiği için her kliniğin kendi normal değerlerini belirlemesi hasta sonuçlarını yorumlarken daha doğru bilgiler edinilmesini sağlayacaktır.

ÖZET

Normal İşitenlerde İşitsel Efferent Yolun Değerlendirilmesi

İşitme sistemi, kulağa verilen akustik sinyallerin kortekse iletilmesinden sorumlu afferent yol ve beyin sapından kokleaya uzanan efferent yolları içeren karmaşık bir sistemdir.

İç kulağın sunulan uyarana karşı cevabı, orta kulaktaki stapes kası ve olivokoklear efferent sistemler tarafından düzenlenir. Medial olivokoklear refleks koklear amplifikatörün kazancını azaltarak, stapedial kas refleksi ise orta kulağın empedansını arttırarak iç tüy hücrelerinin sese bağlı uyarılmasını azaltır. Her iki refleks de kokleayı zararlı seslerden korur.

Efferent işitme sisteminin bütünüyle değerlendirilmesinin amaçlandığı çalışmamızda, normal işiten 50 genç erişkin bireyde efferent işitme sisteminin iki refleksi olan medial olivokoklear refleks ve stapedial kas reflekslerinin değerlendirilmesi için TEOAE'nin kontralateral supresyonu ve akustik refleks latans testi kullanılmıştır. Ayrıca ülkemizde normatif değerleri bulunmayan ipsilateral akustik refleks latans testine ait normatif değerler oluşturulmuştur.

Çalışma sonucunda kontralateral supresyon ve akustik refleks latans testleri için cinsiyete ve kulaklara ait normal değerler bulunmuştur. Her iki testte de cinsiyet ve kulaklar arası farklılık gözlenmemiştir. ARL testinde frekans arttıkça latanslarda uzama görülürken, kontralateral supresyon testinde genellikle frekans arttıkça supresyon miktarlarında azalma görülmüştür.

Her iki test için değerler kullanılan uyaran özelliklerine ve test prosedürlerine göre değiştiği için her kliniğin kendi normal değerlerini belirlemesi hasta sonuçlarını yorumlarken daha doğru bilgiler edinilmesini sağlayacaktır.

Anahtar Sözcükler; Akustik Refleks Latans, Efferent İşitme Sistemi, Kontralateral Supresyon, Medial Olivokoklear Refleks, TEOAE.

SUMMARY

Evaluation of the Auditory Efferent Pathway in Normal Hearing People

The auditory system is a complex system that includes the afferent pathway responsible for transmitting acoustic signals to the ear to the cortex, and efferent pathways extending from the brainstem to the cochlea.

The inner ear's response to the presented stimulus is regulated by the stapes muscle in the middle ear and the olivocochlear efferent systems. The medial olivocochlear reflex decreases the gain of the cochlear amplifier and the stapedial muscle reflex increases the impedance of the middle ear, reducing the stimulation of the inner hair cells due to sound. Both reflexes protect the cochlea from high intensity sounds.

In our study, we aimed to evaluate the efferent hearing system completely. The contralateral suppression of TEOAE and acoustic reflex latency test were used to evaluate the medial olivocochlear reflex and stapedial muscle reflexes, which are two reflexes of the efferent hearing system, in 50 young adults with normal hearing. In addition, normative values were established for the ipsilateral acoustic reflex latency test, which does not have normative values in our country.

As a result of the study, normal values for gender and ears were found for contralateral suppression and acoustic reflex latency tests. No difference was observed between gender and ears in both tests. In the acoustic reflex latency test, as the frequency increased, the latencies increased, whereas in the contralateral suppression test, generally, as the frequency increased, the amount of suppression decreased.

Since the values for both tests vary according to the stimulus properties and test procedures used, each clinic's determination of its own normal values will provide more accurate information when interpreting the patient results.

Keywords: Acoustic Reflex Latency, Efferent Auditory System, Contralateral Suppression, Medial Olivocochlear Reflex, TEOAE.

KAYNAKLAR

- ABDALA C, MA E, Sininger YS (1999). Maturation of medial efferent systemfunction in humans. *J Acoust Soc Am*; **105(4)**:2392-402.
- ABDALA C, MISHRA SK, WILLIAMS TL (2009). Considering distortion product otoacoustic emission fine structure in measurements of the medial olivocochlear reflex. *J. Acoust. Soc. Am* **125(3)**:1584-94. doi: 10.1121/1.3068442.
- ABDALA C, SİNİNGER YS, STARR A (2000). Distortion Product Otoacoustic Emission Suppression in Subjects with Auditory Neuropathy. *Ear Hear* **21(6)**:542-553. doi: 10.1097/00003446-200012000-00002.
- AKSOY DE, CULHAOGLU B, ÖCAL FCA, ERBEK SS,ERBEK HS (2019). Does the Efferent Auditory System Have a Role in Children with Specific Learning Disabilities? *Turk Arch Otorhinolaryngol* , **57(1)**: 30-3.
- ANGRİSANİ RMG, AZEVEDO MF, PEREİRA LD, LOPES C, GARCİA MV, (2009) Carriers of vitiligo: study of otoacoustic emissions and suppression effect. *Rev Bras Otorinolarinol, 75(1)*:111–115.
- ATCHERSON SR, MARTİN MJ, LİNDVETH R (2008). Contralateral noise has possible asymmetric frequency-sensitive effect on the 2F1-F2 otoacoustic emission in humans. *Neurosci. Lett.*, **438 (1)**:107-110.
- AWANG M, NURLİYANA NZ, ROMLİ M, SALİM R, ZAKARİA M (2019). Acoustic Reflex Latency (ARL) Assessment in Malaysian Adults: The Effects of Age, Gender and Stimulus Frequency. *Neuroquantology*, **17**:91-96.

- BERLÍN C, HOOD LJ, HURLEY A, WEN H, KEMP D (1995). Bilateral noise suppresses click-evoked otoacoustic emissions more than ipsilateral or contralateral noise. *Hearing Research*, **7(1-2)**:96-103. doi: 10.1016/0378-5955(95)00082-f.
- BERLÍN CI, HOOD LJ, WEN H (1993) Contralateral suppression of non-linear click-evoked otoacoustic emissions. *Hear Res*, **71(1-2)**:1–11. doi:10.1016/0378-5955(93)90015-s.
- BILGER R, MATTHIES M, HAMMEL D, DEMOREST M (1990). Genetic implications of gender differences in the prevalence of spontaneous otoacoustic emissions. *J Speech Hear Res.*, **33** :418-432.
- BORG E (1973). On the neuronal organization of the acoustic middle ear reflex. *Brain Res.* **49(1)**:101-23. doi: 10.1016/0006-8993(73)90404-6.
- BORG E (1992). Time course of the human acoustic stapedius reflex. *Scandinavian Audiology*, **11(4)**: 237-242.
- BOSATRA A, RUSSOLA M, SILVERMAN C (1984). Acoustic Reflex Latency: State of the Art. *Medicine*, DOI:10.1016/B978-0-12-643450-7.50014-7 Corpus ID: 63204359
- BRASHEARS SM, MORLET TG, BERLÍN CI, HOOD LJ (2003). Olivocochlear efferent suppression in classical musicians. *J Am Acad of Audiol*, **14(6)**:314-24.
- CASTOR X, VEUÏLLET E, MORGON A, COLLET L (1994). Influence of aging on active cochlear micromechanical properties and on the medial olivocochlear system in humans. *Hear Res*. **77(1-2)**:1–8.
- CHIVERALS K, FITZ SR, BECK GB, KERNOHAN H (1976). The diagnostic significance of the stapedius reflex. *British Journal of Audiology*, **10**: 122-128.
- CHURCH G, CUDAHY E (1984). The time course of the acoustic reflex. *Ear Hear* **5**: 235-242.

- CLEMIS J, SARNO C (1979). Acoustic stapedial reflex latency versus BERA wave I latency in the detection of eighth nerve lesions. *Journal of Acoustic Society of America*, **66(34)**:1-12.
- CLEMIS J, SARNO CN (1980). The Acoustic Reflex Latency Test: Clinical Application. *The Laryngoscope* **90**: 601-611.
- COLLET L, KEMP DT, VEUÏLLET E (1990). Effect of contralateral auditory stimuli on active cochlear micro-mechanical properties in human subjects. *Hear Res* **43**:251–261.
- COLLET L, VEUÏLLET E, BENE J, MORGON A (1992). Effects of contralateral White noise on click-evoked emissions in normal and sensorineural ears: towards an exploration of the medial olivocochlear system. *Audiology* **31(1)**:1–7.
- COLLINS M, GLATTKE T , HARKER L (2003). Sensorineural Hearing Loss, *J Physiol*. **548**:307-12. doi: 10.1113/jphysiol.2003.039081.
- DE BOER J, THORNTON A (2007). Effect of subject task on contralateral suppression of click evoked otoacoustic emissions. *Hearing Research*, **233(1-2)**: 117-123.
- DE SANT'ANA ANGELI M, L DE ALMEIDA CIR, SENS PM (2008) Comparative study between school performance on first grade children and suppression of otoacoustic transient emission. *Braz J Otorhinolaryngol*, **74(1)**:112-7.
- DHAR S, HALL J (2012). Otoacoustic Emissions:Principles, Procedures, and Protocols,1th Ed.
- DÌ GIROLAMA S, NAPOLITANO B, ALESSANDRINI M, BRUNO E (2007). Experimental and clinical aspects of the efferent auditory system. *Acta Neurochirurgie Supplement*, **97**: 419-424.
- ELGOYHEN A, VETTER D, KATZ E, ROTHLIN C, HEINEMANN S (2001). $\alpha 10$: a determinant of nicotinic cholinergic receptor function in mammalian vestibular and cochlear mechanosensory hair cells. *Proc Natl Acad Sci USA*, **98(6)**:3501-6 doi: 10.1073/pnas.051622798.

- ELMOAZEN D, KOZOU H, ELABASSIERY B (2020). Otoacoustic emissions and contralateral suppression in tinnitus sufferers with normal hearing. *The Egyptian Journal of Otolaryngology*, **36**: 29-36. DOI:10.1186/s43163-020-00030-4 Corpus ID: 227318131
- EYBALÍN (1993), Neurotransmitters and neuromodulators of the mammalian cochlea. *Physiol Rev.*, **73**(2):309-73. doi: 10.1152/physrev.1993.73.2.309.
- FEENEY M, SCHÄIRER K (2015). Handbook of Clinical Audiology ,New York: Wolters Kluwer, 7th Ed., s. 172.
- FERTITTA S, MARTÍN FN (1973). The latent period of the intra aural muscle reflex in normal and pathological ears. *J Aud Res* **13**: 157-161.
- GASKILL S, BROWN A (1990). The behavior of the acoustic distortion product, 2f1-f2, from the human ear and its relation to auditory sensitivity. *J Acoust Soc Am*, **88**: 821-839.
- GELFAND S (2016). Essentials of Audiology, New York:Thieme. 4th Ed., (s. 63-64).
- GKORITSA E, TSAKANIKOS M, KORRES S, DELLAGRAMMATICAS H, APOSTOLOPOULOS N, FEREKIDIS EL (2006). Transient otoacoustic emissions in the detection of olivocochlear bundle maturation, *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, **70**(4):671-6.
- GREEN KW, MARGOLIS RH (1984) The Acoustic Refleks, Orlando, Fla: Academic Press Inc, s.275-299.
- GUINAN JJ, GIFFORD ML (1988). Efferentolivocochlear neurons on cat auditory-nerve fibers. *Hear Res*, **33**: 97- 113.
- GUINAN JJ, (2006). Olivocochlear efferents: Anatomy,physiology,function, and measurement of efferent effects in humans. *Ear and Hearing*, **27**(6): 589-607.

GUYTON, HALL (2013). The Textbook of Medical Physiology, 13rd Ed.,s. 1203.

HARKRIDER A, BOWERS C (2009). Evidence for a cortically mediated release from inhibition in the human cochlea. *Journal of the American Academy of Audiology*, **20(3)**: 208-215.

HOLMES D, WOODFORD C (1977). Acoustic reflex threshold and loudness discomfort level: relationships in children with profound hearing losses. *Journal of the American Audiological Society*, **2(6)** 193-196.

HUNTER L, SANFORD C (2015). Tympanometry and Wideband Acoustic Immitance. *Handbook of Clinical Audiology*, 7th Ed. (s. 132).

JAMES ALJ (2011). The assessment of olivocochlear function in neonates with realtime distortion product otoacoustic emissions. *Laryngoscope*, **121(1)**:202-13.

JERGER J, HARFORD E, CLEMIS J, ALFORD B (1974). The acoustic reflex in eighth nerve disorders. *Archives of Otolaryngology*, **99(6)**: 409-413.

JERGER J, HAYES D (1983) Latency of the acoustic reflex in eighth nerve tumor. *Arch Otolaryngol* **109**: 558. doi: 10.1001/archotol.1983.00800150005001

KAWASE T, DELGUTTE B, LIBERMAN MC (1993). Antimasking effects of the olivocochlear reflex. II. Enhancement of auditory-nerve response to masked tones. *J. Neurophysiol.* **70(6)**:2533-49. doi: 10.1152/jn.1993.70.6.2533.

KEEFE DH (2012). Moments of click-evoked otoacoustic emissions in human ears: group delay and spread, instantaneous frequency and bandwidth. *J Acoust Soc Am.* **132(5)**:3319-50. doi: 10.1121/1.4757734.

KEITH R (1977). An evaluation of predicting hearing loss from the acoustic reflex. *Archives of Otolaryngology* **103**: 419-424.

KEMP D, (1979). Evidence of mechanical nonlinearity and frequency selective wave amplification in the cochlea. *Arch Otorhinolaryngol.* **224**: 37-45.

- KEMP D, (2002). Otoacoustic emissions, their origin in cochlear function, and use. *British Medicine Bulletin*, **63**:223-41. doi: 10.1093/bmb/63.1.223.
- KIANG NY, LIBERMAN MC, SEWELL WF, GUINAN JJ (1986). Single unit clues to cochlear mechanisms. *Hear Res*, **22**:171-82. doi: 10.1016/0378-5955(86)90093-6.
- KIM S, FRISINA DR (2002). Effects of Age on Contralateral Suppression of Distortion Product Otoacoustic Emissions in Human Listeners with Normal Hearing intensity effects of monaural and binaural teoae suppression. *Audiol and Neurootol*, **7(6)**:348-57. doi: 10.1159/000066159.
- LILAONITKUL W, GUINAN JJ (2009). Human medial olivocochlear reflex: effects as functions of contralateral, ipsilateral, and bilateral elicitor bandwidths. *J. Assoc. Res. Otolayrngol*, **10(3)**:459-70. doi: 10.1007/s10162-009-0163-1.
- LIBERMAN LD, LIBERMAN MC (2019). Cochlear efferent innervation is sparse in humans and decrease with age. *J. Neurosci*. **39 (48)**: 9560-9569.
- LINARES AE, MOTA CR (2004) Acoustic reflex latency in children with auditory processing alteration. *International Archives of Otorhinolaryngolog*, **8(1)**:257-263.
- LISOWSKA G, SMURZYNSKI J, MORAWSKI K, NAMYSLOWSKI G, PROBST R (2002) Influence of contralateral stimulation by two-tone complexes, narrow-band and broad-band noise signals on the 2f1–f2 distortion product otoacoustic emission levels in humans. *Acta. Otolaryngol*. **122**:613–619.
- LISOWSKA G, NAMYSLOWSKI G, MIŚIOLEK M, ŚCIERSKI W, ORECKA B, CZECIOR E, DZIENDZIEL A (2008). Efferent suppression test--sensitivity and specificity. *Otolaryngology Polska*, **62(6)**: 747-754.
- LISOWSKA G, NAMYSLOWSKI G, ORECKA B, MIŚIOLEK M (2014). Influence of aging on medial olivocochlear system function. *Clinical Interventions in Aging*, **10(9)**: 901-914.

- LYONS M (1978). The central location of the motor neurons to the stapedius muscle in the cat. *Brain Res.*, **143**:437-444.
- MASIÒN S, ADAMS J, LIBERMAN M (2003). Olivocochlear innervation in the mouse: immunocytochemical maps, crossed versus uncrossed contributions, and transmitter colocalization. *J Comp Neurol.*, **455**(3):406-16. doi: 10.1002/cne.10490.
- MARKS K, SIEGEL J (2017). Differentiating Middle Ear and Medial Olivocochlear Effects on Transient-Evoked Otoacoustic Emissions. *Association for Research in Otolaryngology*, **18**(4):529-542.
- MCKEE GJ, STEPHENS SD (1992). An Investigation of Normally Hearing Subjects With Tinnitus. *Audiology*, **31**: 313–317.
- METZ O (1946). The acoustic impedance measured on normal and pathological ears. *Acta Otolaryngologica* **39**: 397-405.
- MICHEYL C, MAISON S, CARLYON RP, ANDEOL G, COLLET L (1999). Contralateral suppression of transiently evoked otoacoustic emissions by harmonic complex tones in humans. *J. Acoust. Soc. Am.* **105**:293–305
- MOLLER AR (2012). Hearing Anatomy, Physiology and Disorders of the Auditory System. Plural Publ, San Diego, s. 241–256
- MOLLER AR (1984). The Acoustic Reflex. Neurophysiological basis of the acoustic middle ear reflex, s.162
- NARAYANAN R (2017). Characterization of Acoustic Reflex Latency in Females. *Global Journal of Otolaryngology*, **11**(2):1-20.
- NORRIS T, STELMACHOWICZ P, Taylor O (1974) Acoustic reflex relaxation to identify sensorineural hearing impairment. *Archives of Otolaryngology*, **99**: 194-197.
- PANG XD, GUINAN JJ (1997). Effects of stapedius-muscle contractions on the masking of auditory-nerve responses. *J. Acoust. Soc. Am.*, **102**(6):3576-86.

- PARTHASARATHY TK (2001). Aging and contralateral suppression effects on transient evoked otoacoustic emissions. *Journal of the American Academy of Audiology*, **12(2)**: 80–85
- PERLMAN H, CASE T (1939). Latent period of the crossed stapedius reflex in man. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, **48(3)**: 663-675.
- PRABHU P, DIVYASHREE K, NEERAJA R, AKHILANDESHWARİ S (2015). Effect of Contralateral Noise on Acoustic Reflex Latency Measures. *Journal of International Advanced Otolology*, **11(3)**: 243-247.
- QUI W, STUCKER F (1997). Characterization of Acoustic Reflex Latency in Normal-Hearing Subjects. *Scandinavian Audiology*, **27(1)**:43-9.
- RAJAN R (2000). Centrifugal pathways protect hearing sensitivity at the cochlea in noisy environments that exacerbate the damage induced by loud sound. *Journal of Neuroscience*, **20(17)**: 6684-6693.
- RAJAN R (1995). Involvement of cochlear efferent pathways in protective effects elicited with binaural loud sound exposure in cats. *J. Neurophysiol.*, **74(2)**:582-97.
- REİTER ER, LIBERMAN MC (1995). Efferent-mediated protection from acoustic overexposure: relation to slow effects of olivocochlear stimulation. *J. Neurophysiol.* **73**:506-14.
- RİNTELMANN WF (1991). Hearing Assessment , 2nd Ed, s.247-310.
- ROBLES L, RUGGERO M (2001). Mechanics of the mammalian cochlea. *Physiological Reviews*. **81(3)**:1305-52.
- ROBİNETTE M, GLATTKE T (2007). Otoacoustic Emissions Clinical Applications. New York: Thieme, 3rd Ed.

- ROBINETTE M (1992). Clinical observations with transient evoked otoacoustic emissions with adults. *Semin Hear*, **13**:23–36
- ROSSI G, SOLERO P, ROLANDO M (1985). Relationships between acoustic reflex patterns elicited by unfiltered white noise and narrow band noise stimuli of different duration but of the same intensity. *Journal of Laryngology Otology*, **99(9)**:857-863.
- SAHLEY TI, NODAR RH, MUSIEK FE (1997) Efferent auditory system, structure and function. Singular Publishing Group, San Diego, 1st Ed.
- SIMMONS FB (1960). Middle ear muscle protection from the acoustic trauma of loud continuous sound. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.*, **72**:528-548.
- STACH BA (2010). Clinical Audiology, Delmar Cengage Learning, 2nd Ed.,s.61-66
- STACH BA, JERGER JF (1987) Acoustic reflex patterns in peripheral and central auditory system disease. *Seminars in Hearing* **8(4)**: 369-376.
- STRICKLAND A, BURNS E, TUBIS A (1985). Incidence of spontaneous otoacoustic emissions in infants and children. *J Acoust Soc Am.*, **78**: 931-935.
- STUART A, KERLS A (2018). Does contralateral inhibition of transient evoked otoacoustic emissions suggest sex or ear laterality effects? *Am J Audiol.*, **27(3)**:272-82.
- TALMADGE C, LONG G, MURPHY W, TUBIS A (1993). New off-line method for detecting spontaneous otoacoustic emissions in human subjects. *Hear Res.*, **71**:170-182.
- UGUR A, KEMALOGLU Y, UGUR M, GUNDUZ B, (2009). Otoacoustic emissions and effects of contralateral white noise stimulation on transient evoked otoacoustic emissions in diabetic children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, **73(4)** : 555-559.
- VELENOVSKY DS, GLATTKE TJ (2002). The effect of noise bandwidth on the contralateral suppression of transient evoked otoacoustic emissions. *Hear. Res.* **164(1-2)**:39-48. doi: 10.1016/s0378-5955(01)00393-8.

VEUÏLLET E, COLLET L, DUCLAUX R (1991). Effect of contralateral acoustic stimulation on active cochlear micromechanical properties in human subjects: dependence on stimulus variables. *J Neurophysiol* **65**:724–735

YILMAZ S, (2004). Normal işiten kişilerde maskeleme seviye farkı testi ve kontralateral supresyona yaşın etkisi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Doktora Tezi.

ZUO J, DALLOS P (2005). The cochlear amplifier: is it hair bundle motion of outer hair cells? *Auditory Mechanisms:Processes and Models*, CD-ROM.



EKLER

Ek-1 Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu

BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

Bu araştırmada “Normal İşitenlerde İşitsel Efferent Yolun Değerlendirilmesi” araştırılmaktadır. Araştırmanın yürütücüsü Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı öğretim üyesi Prof. Dr. Rauf Yücel Anadolu’dur. 18-35 yaşları arasında normal işitmeye sahip olan 50 katılımcı çalışmaya dahil edilecektir. Bu araştırmanın gereklerini yerine getirebilmek için harcayacağımız süre 60 dakikadır.

Gerçekleştirilecek olan çalışmaya dair açıklamalar:

Yapılan testlerin size herhangi bir zararı olmaksızın işitme sisteminizi değerlendirmeye yönelik testlerdir. İlk olarak dış kulak ve orta kulağınızı değerlendirmek için kulağınıza yumuşak silikon bir uç(prob) yerleştirilerek kulağınızın fonksiyonel durumu değerlendirilecektir(Timpanometri ve refleks testleri). Bu test sırasında sadece sessiz olmanız gerekmektedir. Sonrasında saf ses işitme testi için sessiz kabin içerisinde kulağınıza kulaklık takılarak verilen seslerde elinizde bulunan butona basmanız gerekmektedir. Yine aynı kulaklıklar kulağınızda iken konuşma testi için ise size söylediğim kelimeleri tekrar etmeniz gerekecektir.

İç kulağınızın durumunu değerlendirmek için yapılacak olan testte ise (emisyon-supresyon testi) yine kulak kanalınıza yumuşak silikon bir uç (prob) yerleştirilecek ve sessiz kalmanız istenicektir. Kulağınıza düşük şiddette sesler gelicek ve bu test yaklaşık 5 dk sürecektir.

Yapılan testlerin size ve sigorta kurumunuza hiçbir mali yükü yoktur ve yapılan bu testler sizin tedavi sürecinizi etkilememektedir.

Bilgilendirilmiş gönüllü onam formundaki bütün açıklamaları okudum. Yazılı ve sözlü olarak tarafıma sunulan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anladım. Bana, yukarıda konusu ve amacı belirtilen araştırmayla ilgili yazılı ve sözlü açıklama, aşağıda adı belirtilen araştırmacı tarafından yapıldı. Bu çalışmayı istediğim zaman ve herhangi bir neden belirtmek zorunda kalmadan bırakabileceğimi ve bıraktığım

takdirde herhangi bir olumsuzluk ile karşılaşmayacağımı anladım. Çalışma süresince beni tehlike veya riske sokabilecek bir durum söz konusu değildir. Söz konusu araştırmaya, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla katılmayı kabul ediyorum. Bu araştırmada kullanılan bilgilerin:

- ☐ yalnızca yukarıda adı geçen çalışmada kullanılmasına izin veriyorum.
- ☐ ileride yapılması planlanan tüm çalışmalarda kullanılmasına izin veriyorum.

Gönüllünün;

Adı Soyadı:

Adresi:

Tarih:

İmza:

Telefon:

Araştırmacının;

Adı Soyadı:

Adresi:

Tarih:

İmza:

Telefon:

Ek-2 Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Karar Formu

İNSAN ARAşTIRMALARI ETİK KURULU KARAR FORMU				
ETİK KURULUN ADI	ANKARA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ İNSAN ARAşTIRMALARI ETİK KURULU			
AÇIK ADRES	Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Morfoloji Binası 06100 Sıhhiye/ANKARA			
TELEFON	0312 595 82 27			
FAKS	0312 310 63 70			
E-POSTA	tipinsanetik@ankara.edu.tr			
BAşVURU BİLGİLERİ	ARAşTIRMANIN AÇIK ADI	Normal İşitenlerde İşitsel Efferent Yolun Değerlendirilmesi		
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAşTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Prof.Dr.Rauf Yücel ANADOLU		
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAşTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Kulak Burun ve Boğaz Hastalıkları		
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAşTIRMACININ BULUNDUğU MERKEZ	Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun ve Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı		
	ARAşTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒	ÇOK MERKEZLİ ☐	
KARAR BİLGİLERİ	Karar No:İ-14-21	Tarih: 14 Ocak 2021		
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplanıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir.			
İNSAN ARAşTIRMALARI ETİK KURULU				
CALIşMA ESASI	İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu			
BASKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	Prof.Dr.Nuray YAZIHAN			
Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Araştırma ile İlişki	
Prof.Dr.Nuray YAZIHAN	Fizyopatoloji	A.Ü.Tıp Fakültesi	E ☐	H ☒
Prof.Dr.Serenay ELGÜN ÖLKAR	Tıbbi Biyokimya	A.Ü.Tıp Fakültesi	E ☐	H ☒
Prof.Dr.Hakan ERGÜN	Tıbbi Farmakoloji	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐	H ☒
Prof.Dr.Hatice İLGİN RUHI	Tıbbi Genetik	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐	H ☒
Prof.Dr.Sevim AYDIN	Histoloji ve Embriyoloji	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐	H ☒
Prof.Dr.Berna SAVAş	Tıbbi Patoloji	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐	H ☒
Prof.Dr.Yasemin YAVUZ	Biyoistatistik	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐	H ☒
Prof.Dr.Deniz BALCI	Genel Cerrahi	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐	H ☒
Prof.Dr.M.Kürşat GÖKCAN	Kulak, Burun ve Boğaz Hastalıkları	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐	H ☒
Doç.Dr.Yüksel ÜRÜN	Tıbbi Onkoloji	A.Ü.Tıp Fakültesi	E ☐	H ☒
Doç.Dr.Cihangir AKYOL	Genel Cerrahi	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐	H ☒
Doç.Dr.Başak Ceyda MEÇO	Anesteziyoloji ve Reanimasyon	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐	H ☒
Doç.Dr.Halil ÖZDEMİR	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐	H ☒
Doç.Dr.Emel OKULU	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐	H ☒
Doç.Dr.Mustafa Volkan KAVAS	Tıp Tarihi ve Etik	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐	H ☒

ÖZGEÇMİŞ

Bireysel Bilgiler

- Adı Soyadı: Kübra Binay Bolat
- Doğum Yeri ve Tarihi:
- Uyruğu: T.C
- Medeni Durumu: Evli
- İletişim Adresi ve Telefonu:

Eğitim

- Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı, Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları, Yüksek Lisans Programı (2018 – 2021)
- Üsküdar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Odyoloji, Lisans (2014 - 2018)

Ünvan

- Odyolog

Mesleki Deneyim

- KTO Karatay Üniversitesi Lisansüstü Proje Asistanı (2019-2020)
- Selçuk Üniversitesi SBF Odyoloji Bölümü Araştırma Görevlisi (2020- Devam ediyor)

Üye Olduğu Bilimsel Kuruluşlar

Bilimsel İlgi Alanları

- Kübra Binay, Covid-19 Pandemi Sürecinde İşitme Kayıplı Bireye Yaklaşım (Selçuk Sağlık Dergisi, Derleme, 2020)
- Mine Baydan, Özge Selen Avcı, Seçil Yeğin, Kübra Binay, Gülçin Hançer, Seher Öztaş, Zahide Çiler Büyükkatalay, Suna Yılmaz, Etiological and Demographic Characteristics of Patients with Vestibular Symptoms, Retrospective Analysis (Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası, 2020)

Bilimsel Etkinlikler

- Koklear İmplant ve İşitsel Rehabilitasyon Sempozyumu (Online, 2020)
- Kulak İzi ve Kulak Kalıbı Sempozyumu (2019)
- Ankara Tıp KBB Anabilim Dalı 4. Alumni (2018)
- BVÜ İşitsel Rehabilitasyon Sempozyumu (2018)

- Odyolojide Güncel Ve Mesleki Gelişmeler Paneli, Üsküdar Üniversitesi Panelisti (2016)
- Ulusal İstanbul Odyoloji Kongresi (2018)
- KTO Karatay Üniversitesi Odyolojide Vestibüler ve Elektrofizyolojik Uygulamalar (2019)
- Medipol Üniversitesi Vertigo Kursu (2016)
- Hacettepe Üniversitesi Öğrenci Kongresi (2015)

