



**T.C.  
TURGUT ÖZAL ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ODYOLOJİ VE KONUŞMA BOZUKLUKLARI ANABİLİM DALI**

**İŞİTMEŞİ BİLATERAL NORMAL OLAN TİNNİTUSLU  
BİREYLERDE OTOAKUSTİK EMİSYON İLE  
KONTRALATERAL SUPRESYON MEKANİZMASININ  
İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HAZIRLAYAN  
Murat KAYA**

**TEZ DANIŞMANI  
Prof. Dr. Mehmet GÜNDÜZ**

**ANKARA 2015**



**T.C.  
TURGUT ÖZAL ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ODYOLOJİ VE KONUŞMA BOZUKLUKLARI ANABİLİM DALI**

**İŞİTMEŞİ BİLATERAL NORMAL OLAN TİNNİTUSLU  
BİREYLERDE OTOAKUSTİK EMİSYON İLE  
KONTRALATERAL SUPRESYON MEKANİZMASININ  
İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HAZIRLAYAN  
Murat KAYA**

**TEZ DANIŞMANI  
Prof. Dr. Mehmet GÜNDÜZ**

**ANKARA 2015**

## BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI

### Bilimsel Etik Bildirim Sayfası

Turgut Özal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı beyan ederim.

31/12/2015

Murat KAYA




**ONAY**

*Murat Kaya* tarafından hazırlanan “*İşitmesi Bilateral Normal Olan Tinnituslu Bireylerde Otoakustik Emisyon İle Kontralateral Supresyon Mekanizmasının İncelenmesi*” başlıklı bu çalışma, 26.11.2015 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oybirliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından *Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Anabilim* dalında *Yüksek Lisans* tezi olarak kabul edilmiştir.



.....  
Prof. Dr. Mehmet Gündüz (Başkan)



.....  
Prof. Dr. Yıldırım Ahmet Bayazıt



.....  
Yrd. Doç. Dr. Mesut Kaya

## ÖNSÖZ

Odyoloji yüksek lisans öğrenimim boyunca ve bu tezin hazırlanmasında her türlü destek ve katkılarını gördüğüm Turgut Özal Üniversitesi Tıp Fakültesi KBB Anabilim Dalı Başkanı ve tez danışmanım sayın Prof. Dr. Mehmet GÜNDÜZ ve Uzm. Ody. Selim ÜNSAL'a,

Odyoloji yüksek lisans öğrenimimi yapabilmem için her türlü imkan ve olanakları sağlayan Harran Üniversitesi Araş. ve Uyg. Hastanesi Başhekimi sayın Prof. Dr. İbrahim Can KÜRKÇÜOĞLU ve KBB Anabilim dalındaki tüm hocalarıma, Şanlıurfa Eğitim Araştırma Hastanesi KBB'de Dr. Osman GÜLER'e,

Öğrenimim boyunca sınırsız destek ve sabrını esirgemeyen sevgili eşim Melek ve biricik kızlarım Zümra ve Serra'ya sonsuz teşekkür ediyorum.

**Murat KAYA**

# İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No:</u>
<b>BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI</b> .....	ii
<b>ONAY</b> .....	iii
<b>ÖNSÖZ</b> .....	iv
<b>İÇİNDEKİLER DİZİNİ</b> .....	v
<b>KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	viii
<b>TABLolar DİZİNİ</b> .....	ix
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	x
<b>ÖZET</b> .....	xi
<b>ABSTRACT</b> .....	xii
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
<b>2. GENEL BİLGİLER</b> .....	4
<b>2.1. TİNNİTUS</b> .....	4
<b>2.1.1. Tanım ve Tarihçesi:</b> .....	4
<b>2.1.2. Tinnitus Epidemiyolojisi</b> .....	5
<b>2.1.3. Tinnitusun Nedenleri</b> .....	6
<b>2.1.4. Tinnitus Patofizyolojisi</b> .....	7
<b>2.1.5. Tinnitusun patofizyolojisi ile ilgili teoriler aşağıdaki gibi         gruplandırılabilir</b> .....	8
<b>2.1.5.1. Tinnitusun periferik kaynaklarıyla ilgili görüşler</b> .....	8
<b>2.1.5.2. Tinnitusun santral kaynaklarıyla ilgili görüşler:</b> .....	9
<b>2.1.6. Tinnitusun Nörofizyolojik Modeli</b> .....	10
<b>2.1.7. Tinnitusun Sınıflandırılması</b> .....	11
<b>2.1.7.1. Objektif Tinnitus</b> .....	11
<b>2.1.7.2. Subjektif Tinnitus</b> .....	11
<b>2.1.8. Tinnitus'lu Bireylerde Odyolojik Bulgular</b> .....	14
<b>2.1.8.1. Tinnitus'lu Bireylerde Saf Ses Odyometri Testi</b> .....	14

2.1.8.2. Tinnituslu Bireylerde İşitsel Uyarılmış Beyinsapı Testi (ABR) .....	15
2.1.8.3. Tinnituslu Bireylerde Otoakustik Emisyon (OAE) Testi .....	15
2.1.8.4. Otoakustik Emisyonun Tinnitus ile olan ilişkisi .....	16
2.1.10. Tinnitusun Ölçülmesi .....	17
2.1.10.1. Tinnitus Frekansının Ölçülmesi .....	17
2.1.10.2. Tinnitus Şiddetinin Ölçülmesi .....	18
2.1.10.3. Maskelenebilme Özelliğinin Araştırılması (Minimal Maskeleye Seviyesi (MMS)) .....	19
2.1.10.4. Reziduel İnhibisyon .....	19
2.2. İŞİTME ANATOMİSİ VE FİZYOLOJİSİ .....	20
2.2.1. Olivokoklear Akustik Refleksler .....	25
2.2.2. Koklea-Olivokoklea ilişkisi .....	26
2.2.3. Olivokoklear Fizyoloji .....	27
2.2.3.1. Sessiz bir arka planda hızlı MOC etkileri .....	27
2.2.3.2. Gürültülü bir arka planda hızlı MOC etkileri .....	27
2.2.4. İşitmede Olivokoklear Efferentlerin Rolü .....	28
2.3. İŞİTME TESTLERİ .....	29
2.3.1. Odyometri .....	29
2.3.1.1. Saf ses Odyometri .....	29
2.3.1.2. Konuşma Testleri .....	30
2.3.2. Timpanometri ve Akustik Refleksler .....	30
2.3.2.1. Akustik İmmittansmetri .....	30
2.3.2.2. Akustik Refleks .....	31
2.3.3. Otoakustik Emisyonlar .....	31
2.3.3.1. Otoakustik Emisyonların Sınıflandırılması .....	33
2.3.4. Otoakustik Emisyon (OAE) ve Kontralateral Supresyon (KLS) .....	41
3. GEREÇ VE YÖNTEMLER .....	44
3.1. OLGULAR .....	44
3.2. YÖNTEM .....	45

3.2.1. Odyolojik Değerlendirme .....	45
3.2.2. İmmitansmetrik İnceleme.....	45
3.2.3. Tinnitus Frekansının Ölçülmesi.....	46
3.2.4. Tinnitus Şiddetinin Ölçülmesi.....	46
3.2.5. Otoakustik Emisyon (OAE) Ölçümü .....	46
3.3. VERİLERİN TOPLANMASI VE İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRME .....	47
4. BULGULAR .....	50
5. TARTIŞMA .....	56
6. SONUÇ.....	61
KAYNAKLAR .....	62
EKLER.....	74



**KISALTMALAR DİZİNİ**

<b>ABR</b>	:	İşitsel Uyarılmış Beyinsapı Potansiyeli
<b>dB</b>	:	Desibel
<b>DKK</b>	:	Dış Kulak Kanalı
<b>DPOAE</b>	:	Distorsiyon Ürünü Otoakustik Emisyon
<b>DTH</b>	:	Dış Tüylü Hücre
<b>Hz</b>	:	Hertz
<b>İTH</b>	:	İç Tüylü Hücre
<b>KAE</b>	:	Konuşmayı Alma Eşiği
<b>KAS</b>	:	Konuşmayı Ayırtetme Skoru
<b>kHz</b>	:	Kilohertz
<b>KLS</b>	:	Kontralateral Supresyon
<b>LOC</b>	:	Lateral Olivo Coclear
<b>MMS</b>	:	Minimal Maskeleye Seviyesi
<b>MOC</b>	:	Medial Olivo Coclear
<b>OAE</b>	:	Otoakustik Emisyon
<b>SD</b>	:	Standart Sapma
<b>SFOAE</b>	:	Stimulus Frekans Otoakustik Emisyon
<b>SNİK</b>	:	Sensorinöral İşitme Kaybı
<b>SNR</b>	:	Sinyal Gürültü Oranı
<b>SOAE</b>	:	Spontan Otoakustik Emisyon
<b>TEOAE</b>	:	Geçici Uyarılmış Otoakustik Emisyon

## TABLOLAR DİZİNİ

### Sayfa No:

<b>Tablo 1.</b>	Objektif Tinnitus Nedenleri .....	12
<b>Tablo 2.</b>	Subjektif Tinnitusun Nedenleri.....	13
<b>Tablo 3.</b>	Bilateral tinnituslu bireylerin yaş ve cinsiyete göre dağılımı .....	51
<b>Tablo 4.</b>	Bilateral tinnitusu olan erkek ve kadın bireylerin sağ ve sol kulaklarının saf ses odyo ortalamaları .....	51
<b>Tablo 5.</b>	Tinnitus frekans ve şiddetinin cinsiyet ayırımı yapılmadan tüm bireylerdeki dağılımı.....	51
<b>Tablo 6.</b>	Bilateral tinnituslu bireylerde cinsiyetin frekans ve şiddet üzerindeki dağılımı .....	51
<b>Tablo 7.</b>	Bilateral tinnituslu bireylerin frekans ve şiddet değerlerinin sağ ve sol kulak için ayrı ayrı ortalama ve standart sapma değerleri.....	51
<b>Tablo 8.</b>	Tüm olgularda suprese öncesi ve sonrası total SNR değerlerinin maksimum minimum ve standart sapma değerleri .....	52
<b>Tablo 9.</b>	Bilateral tinnituslu olgularda supresyon öncesi ve supresyon uygulandıktan sonra suprese olan ve olmayan hasta sayısı .....	52
<b>Tablo 10a</b>	Bilateral tinnituslu tüm olguda sol kulak için yaşın artması ile KLS mekanizması değerleri görülmekte .....	53
<b>Tablo 10b</b>	Bilateral tinnituslu tüm olguda sağ kulak için yaşın artması ile KLS mekanizması değerleri görülmekte .....	53
<b>Tablo 11.</b>	Tüm olguların TEOAE’de frekans bazında maksimum, minimum, ortalama amplitüd ve standart sapma değerleri.....	54
<b>Tablo 12.</b>	Tüm olgularda TEOAE’de frekans bazında Sağ kulak için supresyon uygulamadan ve supresyon uygulandıktan sonra olgu sayısı ve P değeri .....	55
<b>Tablo 13.</b>	Tüm olgularda TEOAE’de frekans bazında Sol kulak için supresyon uygulamadan ve supresyon uygulandıktan sonra olgu sayısı ve P değeri .....	55

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa No:

<b>Şekil 1a.</b>	Koklea'nın kesiti ve sesin izlediği yol .....	20
<b>Şekil 1b.</b>	Koklea'nın kesiti ve sesin izlediği yol .....	22
<b>Şekil 2.</b>	İpsilateral gönderilen uyarının kontralateral kokleanın çıkışını azaltması.....	26
<b>Şekil 3.</b>	Normal işitme ile uyumlu klik ile uyarılmış TEOAE cevabı.....	36
<b>Şekil 4.</b>	Normal işitme ile uyumlu klik ile uyarılmış TEOAE cevabı sonuç formu.....	37
<b>Şekil 5.</b>	İşitme kaybı ile uyumlu klik ile uyarılmış TEOAE cevabı sonuç formu .....	38
<b>Şekil 6.</b>	DPOAE yanıt ekranı.....	40
<b>Şekil.7.</b>	Sol kulağa 75dB SPL'de klik uyarı verilirken kontra kulağa da 60 dB geniş band gürültü verilerek oluşan kontralateral supresyon cevabı .....	42

## ÖZET

KAYA, Murat. Bilateral işitmesi normal olan tinnituslu bireylerde otoakustik emisyon ile kontralateral supresyon mekanizmasının incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2015.

Literatürde Medial Olivo Koklear refleks aracılığı ile gerçekleşen kontralateral supresyon ve dış tüylü hücre fonksiyonu organizasyonu ile tinnitus arasındaki ilişki genel olarak çok fazla çalışılmamıştır. Bilateral tinnitus problemi olan normal işitmeye sahip saf ses işitme eşikleri ortalaması 25 dB'den daha iyi ve normal timpanometrik bulgular gösteren 20-50 yaş arası 40 birey toplam 80 kulak çalışma grubu olarak oluşturuldu. Bu gruba 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Hz frekanslarında saf ses odyometrisi ve yüksek frekans odyometrisi, 1000, 1414, 2000, 2828, 4000Hz frekanslarında da TEOAE ölçümleri yapıldı. Supresyon ölçümü kontralateral kulağa beyaz gürültü verilerek yapıldı. Çalışma sonucunda normal işitmeye sahip bilateral tinnituslu bireylerde sağ ve sol kulak için yapılan ölçüm ve geniş band gürültü ile yapılan ölçüm sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ( $P<0.05$ ). 38 hastanın sağ kulağında, 39 hastanın sol kulağında supresyon gözlenirken 3 kulakta gözlenmemiştir. Bu grupta yaşın artışı ile supresyon da herhangi bir değişikliğin olup olmadığına bakılmış ve herhangi bir anlamlı fark gözlenmemiştir ( $P>0.05$ ).

Sonuç olarak; Normal işitmeye sahip bilateral tinnituslu bireylerin değerlendirilen 77 kulağında supresyon gözlenirken 3 kulakta gözlenmemiştir. Bu 3 kulağın santral patoloji açısından değerlendirilmesi gerekmektedir. Yaşın artışından supresyon mekanizması etkilenmemektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Otoakustik Emisyon, Tinnitus, Kontralateral Supresyon, Beyaz Gürültü, Normal İşitme

## ABSTRACT

KAYA, Murat. Analysis on the contralateral suppression mechanism in tinnitus-sufferer individuals with normal bilateral hearing, by means of otoacoustic emission, Master Thesis, Ankara, 2015.

The relationship between contralateral suppression that takes place via Medial Olivo Cochlear reflex and outer hair cell function organization, and tinnitus has not been studied much in general. Totally 80 ears of 40 individuals between 20-50 years of age, suffering from bilateral tinnitus and with normal hearing, having better than 25 dB pure sound hearing thresholds in average and with normal tympanometric findings were collected as subject group. Pure sound audiometry and high frequency audiometry measurements at the frequencies of 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Hz; and TEOAE measurements at the frequencies of 1000, 1414, 2000, 2828, 4000 Hz were carried out on this group. Suppression measurement was performed by giving white noise to contralateral ear. As a result of the study, a statistically significant difference was detected between the measurements of right ear and left ear in the tinnitus-sufferer individuals with normal hearing, and the measurement that was performed by means of broadband noise ( $P<0.05$ ). Suppression was observed in the right ears of 38 patients and in the left ears of 39 patients, whereas it was not observed in 3 ears. Whether there was a change depending on the increase in age was tested, and no significant difference was detected ( $P>0.05$ ).

As a result; while suppression was observed in 77 of the evaluated ears of tinnitus-sufferer individuals with normal hearing, it was not observed in 3 ears. Those 3 ears are required to be evaluated in terms of central pathology. Suppression mechanism is not affected by the increase in age.

**Key Words:** Otoacoustic Emission, Tinnitus, Contralateral Suppression, White Noise  
Normal Hearing

## 1. GİRİŞ

Tinnitus; bir işitsel uyarının yokluğunda sesin algılanması, ya da kafa içinde oluşan bir sesin bilinçli bir şekilde algılanmasıdır. Latince ‘tinniere’ kelimesinden türetilmiştir ve zil, çan çalmak anlamına gelmektedir (1). Tinnitus, işitme sisteminin farklı lokalizasyonlarındaki aktivite ile modüle edilen veya başlatılan, işitme sisteminin işlev bozukluğunun sonucu olarak kabul edilmektedir. İnsanlık tarihi kadar eski bir sorun olan tinnitus insanın yaşamı boyunca farklı etkiler yapar. Yaşamın egemen kanunlarına boyun eğer ve alışmaya çalışır. Harici ve dahili etkenler kişinin çalışma mekanizmasına baskı uyguladıkça ve değiştirmeye çalıştıkça vücut isyan eder bu imdat çağrısını bazen sadece sorunu yaşayan kişi bazen de etrafında olanlar da duyar (2-5). Tinnitus oluşumunda rol oynayan ve oluşumuna katkıda bulunan birçok etken olduğu bilinse de tinnitusun hangi nedenle ve nasıl ortaya çıktığı çoğunlukla saptamak mümkün olmamaktadır. Muhtemel olarak birçok faktör aynı anda değişik mekanizmalarla temel süreci başlatan koklear bozukluğun yol açtığı nedenden daha fazla tinnitus algılanmasına neden olmaktadır. Bu grup hastalar genelde yüksek frekanslı sesler duyduğundan bahsetmektedirler. Tinnitusun ortaya çıkış yeri periferik ve merkezi sinir sisteminde olabilir. Fakat sinyalin yakalanması, algılama ve tinnitusla ilgili bilişsel aktivite santral olmalıdır (4). Tinnitusu objektif ve subjektif olarak iki gruba ayırabiliriz. Subjektif tinnitus sadece hasta tarafından duyulabilen işitme siniri ve iç kulakta meydana gelen lezyonlar sonucu oluşabileceği gibi işitsel iletim yollarından herhangi bir yerinden de görülebilir. Objektif tinnitus ise hastaların duydukları sesler doktor veya başka biri tarafından duyulabilen kulak dışı nedenlerden oluştuğu kabul edilmektedir.

Otoakustik emisyonlar kulak tarafından yayınlanan seslerdir. Bunlar dış kulak kanalına konan bir mikrofon yardımı ile saptanabilir. OAE testi koklea'nın işitsel yönden işlevini değerlendirme açısından özel bir değerlendirme yöntemi olduğu, normal işitmeye sahip tinnitus şikayeti olan bireylerde koklea'nın işlevini objektif olarak doğruladığı yapılan çalışmalar sonucunda görülmüştür (6). Son yıllarda yapılan çalışmalarda kokleanın iki özelliğinden (non lineer cevap özelliği, hassas frekans odyolojik ve ilerleyen dalga hareketinin aktif olarak amplifiye edilmesi

bahsedilmiştir (7). Akustik dalgaların şiddetindeki artışa paralel olarak baziler membran üzerinde ilerleyen dalgaların genliklerindeki artış düşük şiddetlerde doğrusal iken orta ve yüksek şiddetlerde, artış oranının düşmesine bağlı olarak doğrusal olmayan (nonlinear) bir özellik kazanmaktadır. Bu modele göre, baziler membranın bu davranışından sorumlu aktif bir mekanizma bulunmalıdır. ‘‘Koklear amplifikatör’’denilen bu mekanizma, düşük şiddetlerdeki akustik uyarıların baziler membran da oluşturduğu dalgaların amplitüdünün artmasına ve ince frekans seçiciliğinin ortaya çıkmasına sebep olur (1,4,6,7). DTH hasarları OAE’lerin elde edilmesini engelleyen en önemli faktör iken sadece iç tüylü hücre hasarlarının OAE’lar üzerinde belirgin bir etkisi saptanmamıştır. DTH’lerin hasar görmesi ile birlikte kokleanın işitsel duyarlılık, frekans seçicilik ve dinamik aralık gibi işlevleri bozulmaktadır (8,9). DTH’lerin uyarılmasının sonucunda hücre gövdelerinde uzama ve kısalma hareketi (somatik motolite özelliği) ortaya çıkar. Çok sayıda DTH’lerin aynı şekilde uyarılması hem basiler membranın ince ayarlı olarak hareketlenmesine, hem de yan ürün olarak akustik enerjinin açığa çıkmasına yol açar. Bu şekilde DTH’lerin katkısıyla, koklede düşük şiddetteki seslerin amplifikasyonu ile ilgili frekanslarda seçicilik işlevleri yerine getirilmiş olur.

OAE’ler hastanın herhangi bir katkısı olmadan objektif olarak ölçülürler, bundan dolayı da tinnitus çalışmaları açısından son derece önemlidir (10).Tinnitus herhangi bir uyarı olmadan Spontan algıyı temsil ettiği için OAE ile tinnitus arasında herhangi bir ilişki olup olmadığını araştırmak son derece mantıklıdır (11). Bu nedenle işitmesi bilateral normal tinnitus’u olan bireylerde OAE ile tinnitus arasındaki kontralateral supresyon mekanizmasının incelenmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir. Çalışmamızı gerçekleştirirken kontralateral supresyon, iç kulak kısmen de retrokoklear bölgeleri araştırmamız için otoakustik emisyon ile bazı Odyolojik test yöntemlerinden faydalanılmıştır. Medial olivokoklear demet ile DTH’ler arasındaki sinir ağı, efferent sistemlerin afferent sistem üzerinde duraklatıcı etkisi vardır. Bu da Corti organının ses algılama miktarını ihtiyaca göre düzenlemeyi ve istenmeyen uyarıların merkezi sinir sistemine gelişigüzel gitmesini ve istenmeyen seslerin DTH aracılığı ile başlatılmasını engeller. Afferent sistem ise dış ortamda bulunan uyarının algılanmasından sorumludur.

Çalışmamızda amaç, normal işitmeye sahip bilateral tinnitusu olan bireylerde bazı subjektif odyolojik test yöntemleri ile birlikte Geçici Uyarılmış Otoakustik Emisyon (Transient Evoked Otoacoustics Emission TEOAE) testi ile kontralateral supresyon mekanizmasının etkilenip etkilenmediğini değerlendirmektir.



## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. TİNNİTUS

#### 2.1.1. Tanım ve Tarihçesi:

Tinnitus; bir işitsel uyarının yokluğunda sesin algılanması, ya da kafa içinde oluşan bir sesin bilinçli bir şekilde algılanmasıdır. Latince 'tinniere' kelimesinden türetilmiştir ve zil, çan çalmak anlamına gelmektedir (1). Bazı psikiyatrik durumlarda görülen insan sesi, müzik sesi, kuş sesi gibi anlamlı seslerden oluşabilecek işitme varsanılarıyla tinnitusu karıştırmamak gerekir. Tinnitus tanımları hastaların deneyimleri ile adlandırılmış olup bunlar; çınlama vızıldama, zil çalması, dalga sesi, rüzgar sesi, kükreme, su sesi şeklinde olabilir (2). Hastaların %25'inde algılanan seslerin saf ses %70'inde algılanan seslerin daha kompleks sesler olduğu bilinmektedir. Tinnitus, işitme sisteminin farklı lokalizasyonlarındaki aktivite ile modüle edilen veya başlatılan, işitme sisteminin işlev bozukluğunun sonucu olarak kabul edilmektedir (4,5).

İnsan yaşamı boyunca farklı etkenlerin baskısı altındadır. Yaşamın egemen kanunlarına boyun eğerek ve alışmaya çalışır. Harici ve dahili etkenler kişinin çalışma mekanizmasına baskı uyguladıkça ve değiştirmeye çalıştıkça vücut isyan eder bu imdat çağrısını bazen sadece sorunu yaşayan kişi bazen de etrafında olanlar da duyar. Kulak çınlaması insanlık tarihi kadar eski olan bir sorundur (3).

Eski Mısır papirüslerinde, Babil kıl tabletlerinde, Efsanevi Hint tıp kitabı olan Ayur-Veda'da ve Corpus Hipokratı'nda anlatılmıştır. Babil tıbbında (MÖ 1700) kulak çınlaması tanrıların ve ruhların bir mesajı olduğu fikri ve görüşü hakimdi. "Çınlayan Kulak" belli karışımların büyü ve sihirli sözlerin aktarılmasıyla tedavi edilmeye çalışılmıştır. Hipokrat (MÖ 460-377) kulakta var olan sesin kaybolduğuna şaşırdığını ifade etmiştir. Bir gürültüye örneğin, bir şelaleye yaklaşıldığında, çınlamanın darbe ve çarpıntı vasıtasıyla damarlardan kaynaklandığını varsaydı. Plinius (MÖ 23-79) ilk kez "kulak çınlaması" ifadesini kullandı ve kaynatılmış gülyağı ve nar kabuğunun kulağa iyi geldiğini tavsiye etti (3). Celsus, tinnitus ve

işitme kaybı arasında ilişki olduğunu, kulakların kendi içinde zil çalar tarzda gürültü vermesine bağlı olarak dış seslerin algılanmasını önlediğini belirtmiştir. 17 yy Du Verney tinnitusun kulak ve beyin hastalıklarından kaynaklandığını ileri sürmüştü, Rivinus ve Cotugno 18. yy.'da tinnitusun orta kulak kaslarının kasılması sonucunda oluştuğunu düşünmüşlerdir. Tinnitus konusunda 19. yy.'a kadar fazla bir ilerleme olmazken, 19. yy'dan günümüze kadar bu konu ile ilgili çalışmalarda artış olduğu gözlenmiştir (12).

### 2.1.2. Tinnitus Epidemiyolojisi

Genel olarak tinnitus görülme sıklığı erişkin toplumun ortalama %10-15'i kadardır (3). Buna rağmen rahatsız edici tinnitus hastaların %3 ile %5 kadarlık bir oranını etkiler. Yaşla birlikte tinnitusun hem sıklığı hem de rahatsız edici olma özelliği artmaktadır. İşitme sisteminin en yaygın semptomlarından biri olan tinnitus genel topluluğun %17'sini yaşlı topluluğun %33'ünü etkilediği söylenmektedir. The National Study of Hearing (1987) sonuçlarına göre normal popülasyonun; %35 ile 40'ı hayatlarında herhangi bir zamanda daha önce yokken tinnitusu tarif ederken, %15'i 5 dakikadan daha fazla süren spontan tinnitusu tarif ettiğini, %8'i uykularında bile ciddi tinnitus olduğunu,%5'ide normal hayatlarını tehdit edecek derecede tinnitus olduğunu ileri sürmüşlerdir. Tinnitus yaşlılık semptomu olduğu için insidansı da yaşa bağlı olarak artış gösterir (10). 55 yaş üzerindeki topluluğun %30'unda hafif, %10'unda ileri düzeyde sıklığı %8.2 olarak bulunmuştur. Erkekler ile kadınlar arasındaki prevalans hemen hemen aynı olduğu bildirilmiştir . Ayrıca yapılan bir başka çalışmada 30'lu yaşlarda görülme sıklığı %7 iken 80'li yıllarda görülme sıklığı %21 olarak bulunmuştur. ABD'de toplumun genelinde %4.5 olan tinnitus sıklığı 55 yaşından sonra %12.3 olarak bulunmuştur (13). Başka bir çalışmada 48 ile 92 yaş arasındaki bireylerde tinnitus hemen aynıdır.

Mesleki olarak gürültüye ya da yüksek sese maruz kalmış kişilerde tinnitus riski yüksektir. Akustik travmalı hastalarda tinnitusun, işitme kaybının en fazla olduğu frekansa denk geldiği görülmüştür (9). Tinnitus ile işitme kaybı arasında yakın bir ilişki mevcuttur (14,15). Graham tinnitusun koklear patolojilerde

retrokoklear patolojilerden daha yaygın olduğunu bildirmiştir (16). Spöndlin ani sensorinöral işitme kaybı olan hastaların %50'sinde, presbiakuzi olanların %70'inde, ototoksitesisi olanların %30–90'ında, kronik akustik travması olanların %50–90'ında, ve Meniere hastalarının %100'ünde tinnitus varlığını tespit etmiştir (17). Hastalar tinnitusu unilateral veya bilateral olarak tanımlayabildikleri gibi, arkada, ortada, yanda, başın içinde, dışında şeklinde de tanımlayabilirler. Sağ ve sol kulak arasındaki tinnitus sıklığı farkı pek çok araştırmanın odak noktası olmuştur. Hazell ve ark., tinnitusun, sol kulağı sağ kulağa göre daha çok etkilediğini rapor etmiştir (18). National Study of Hearing'e ait çalışmada Coles sol kulaktaki tinnitus sıklığını daha fazla bulmuştur ve bu sonucun el becerisi ile ilgili olduğunu düşünmüştür.

Tinnitus oluşumunda rol oynayan ve oluşumuna katkıda bulunan birçok etken olduğu bilirse de tinnitusun hangi nedenle ve nasıl ortaya çıktığı çoğunlukla saptamak mümkün olmamaktadır. Muhtemel olarak birçok faktör aynı anda değişik mekanizmalarla temel süreci başlatan koklear bozukluğun yol açtığı nedenden daha fazla tinnitus algılanmasına neden olmaktadır. Bu grup hastalar genelde yüksek frekanslı sesler duyduğundan bahsetmektedirler. Tinnitusun ortaya çıkış yeri periferik ve merkezi sinir sisteminde olabilir. Fakat sinyalin yakalanması, algılama ve tinnitusla ilgili bilişsel aktivite santral olmalıdır (4).

### 2.1.3. Tinnitusun Nedenleri

Tinnitusun etiolojisinde yer aldığı iddia edilen faktörler şunlardır:

- İlaçlar (aspirin, oral kontraseptifler)
- Diyetteki değişiklikler
- Gürültüye maruz kalma
- Sistemik hastalıklar (diabet, kardiovasküler patolojiler)
- Tektorial membranın hafif fakat sürekli olarak yer değiştirmesine neden olan devamlı mekanik basınç
- Barotravma (4)

#### 2.1.4. Tinnitus Patofizyolojisi

İşitme sistemi; corti organı spiral laminanın peritektorial lifleri, çoklu afferent ve efferent yollar ve santral sinir sisteminin üst merkezlerindeki kompleks integrasyonu sağlayan pek çok santral nukleusu kapsayan karmaşık bir yapıdır.

Tinnitus direkt olarak hasarlanmış kokleada oluşan düzensiz uyarıların bir yansıması değildir. Çünkü 8. sinir kesilip kulağın uyarı alması engellense bile tinnitus hala algılanabilmektedir (19). Koklear problemler tinnitusu başlatan neden olabilmekle birlikte merkezi işitsel sistemde eşlik eden nöral değişikliklerin bu durumun devam etmesinde rol oynadığı düşünülmektedir. Araştırmacılar tinnitusun oluşumu ve algılanmasını pek çok farklı mekanizma ile açıklamaya çalışmışlardır. Bunlar;

- 1) İç ve dış tüylü hücrelerdeki hasar
- 2) Kokleadaki iyon dengesizliği
- 3) Koklear nörotransmitter sistemdeki fonksiyon bozukluğu
- 4) Koklear efferent sistemdeki heterojen aktivasyon
- 5) Tip I ve II koklear afferentlerdeki heterojen aktivasyon
- 6) Sekizinci sinir fibrilleri arasındaki çapraz bağlantılardır (20).

Dış ve iç tüylü hücre sistemindeki uyumsuz hasarlanma hipotezine göre tinnitus oluşumu, iç tüylü hücreler korunmuşken dış tüylü hücrelerin zarar gördüğü veya geçici fonksiyon kaybına uğradığı baziler membran bölgesinde gerçekleşmektedir. Bu teori işitme kaybı olmayan hastalardaki tinnitusun, dış tüylü hücrelerin %30'undan fazlasının diffuz hasarlanmasına bağlı olduğunu ve bunun da saptanabilir işitme kaybına neden olmadığını açıklamaktadır. Dış ve iç tüylü hücrelerdeki uyumsuz hasar nedeniyle koklea'nın etkilenen bölümüne uyan frekansa yakın frekansta tinnitus oluşabilir (21-24).

Santral işitsel merkezdeki nöronların spontan uyarılarındaki artış tinnitusa yol açan olasılıklardan biridir. Koklear işitme kaybı koklear sinirdeki aktiviteyi azaltmaktadır. Periferik işitme organındaki azalmış aktivite de inhibitör kortikal

uyarıları baskılamaktadır. Bu baskılanmada primer işitsel korteksi de içeren merkezi işitsel yapılarda aşırı uyarılmaya yol açar (25). Ancak spontan uyarıdaki artışın tinnitusun algılanmasıyla direkt olarak bağlı olup olmadığı açık değildir.

Koklea'nın lezyon'lu bölgesindeki spontan nöronal aktivitenin tinnitusa yol açtığını Salvi ve Ahroon dile getirmişler, gürültüye maruz kalındığı zaman akustik travmanın kokleayı etkilediğini ve kokleada yüksek frekans bölgelerinin diğer bölgelere göre daha çok spontan deşarjların oluştuğunu belirtmişler. Spontan aktivite seviyesindeki bu artışın tinnitus şeklinde algılandığını ifade etmişlerdir (26,27).

Tinnitusun oluşum sürecini üç evreye ayırarak inceleyen Jastreboff ve Hazel: (Ortaya çıkma (oluşum), saptanma (iletim) ve algılanma (değerlendirme). Tinnituslu olguların çoğunda koklea ya da koklear sinirde patoloji bulunabilir. Yani kaynak periferdedir. Burada oluşan tinnitus subkortikal merkezlere iletilir. Algı ve değerlendirme limbik sistem, prefrontal korteks ve diğer ilişkili kortikal alanların anlamlı katılımlarıyla işitsel kortekste gerçekleşir (24).

B12 vitamini eksikliğinin tinnitus üzerine etkilerini araştıran Shemesh ve arkadaşları tinnitusun sinir liflerinin demiyelinizasyonuna bağlı olduğunu desteklemişlerdir. B12 vitamini eksikliğinin santral ve nörolojik patolojiye yol açarak işitme yollarında fonksiyon bozukluğuna neden olduğu ve tinnitusa yol açtığı savunulmuştur (28).

### **2.1.5. Tinnitusun patofizyolojisi ile ilgili teoriler aşağıdaki gibi gruplandırılabilir**

#### **2.1.5.1. Tinnitusun periferik kaynaklarıyla ilgili görüşler**

Ses enerjisi koklea içinde frekansına göre yayılır. Alçak frekanslar kokleanın apeksine, yüksek frekanslar ise bazaline yerleşir. Ses sinyalinin frekans bilgisi, basiler membran boyunca maksimum yer değiştirmenin olduğu yerde kodlanır. Bu teori "Tını Algılamanın Yer Teorisi" olarak bilinmektedir (4). Koklear orjinli tinnitusla ilgili temel teori tinnitusun kesin frekansının saptandığı bölgede bir hasar

olduğu yönündedir. İşitme yollarında afferent ve efferent sinir liflerinden oluşan bir refleks arkı vardır. İstirahat halinde olsa da, elektriksel uyarı sürekli olarak, bu refleks arkı aracılığıyla tüy hücrelerinden beyinsapı ve talamus yoluyla kortekse, aynı şekilde bu arkın efferent yoluyla da korteksten tüy hücrelerine ulaşmaktadır. Kokleadaki tüylü hücrelerde ya da işitsel yolun herhangi bir yerinde oluşabilecek bir problem, bilinmeyen bir mekanizma ile ses algısının artmasına neden olmaktadır (29-31). Tinnitusun patofizyolojisine ilişkin ilk teoriler, problemin periferik kaynaklı olduğu yönündeki görüşünü güçlendirmiştir. Tanndrof; Hemen hemen tüm koklear kaynaklı işitme kayıplarına tinnitusun da eşlik ettiğini tinnitusu koklear bir patolojinin uzantısı olarak görmüştür (31). Özetle Koklear tüy hücredeki hasarı sonucu stereosilyaların tektoriyal membranla teması kaybolur. Temasın kaybolmasıyla tüy hücrelerinde intrinsik moleküler de hareketlenme artar. Artan moleküler hareketlenmenin neden olduğu uyarılar tinnitus olarak algılanır. Sekizinci sinir boyunca iletilen sinyaller kokleanın tüm bölgelerinden gelecek şekilde harmonik yapıda olmalıdır. Özellikle yüksek frekansları tutan işitme kayıplarında kokleanın bu bölgesinden gelmesi gereken elektriksel uyarılar yeterli düzeyde değildir ve bu da sekizinci sinir boyunca iletilen afferent harmonik tonik uyarılar bütünüünün beyinsapı işitme yapılarında oluşturduğu inhibisyonu ortadan kaldırmaktadır (32).

#### **2.1.5.2. Tinnitusun santral kaynaklarıyla ilgili görüşler:**

Tinnitusun ortaya çıktığı durumların çoğunda periferik işitme organında bir hasar olduğu gözlenirken bazı durumlarda periferik bölümün tamamen devre dışı kaldığı fakat yine tinnitusun devam ettiği gözlenmiştir. Bu durumun tek başına santral kaynakların tinnitus oluşumunda etkili olabileceğini düşündürmüştür.

Medial olivokoklear demet, 1'e 50 oranında dış tüy hücrelerini innerve etmektedir. Buranın uyarılması koklear mikrofonikte artma, aksiyon potansiyelinde azalma ile sonuçlanmaktadır. Bu durum kokleada meydana gelen frekansa özel bir kontrol mekanizmasının varlığını göstermektedir. Bu etki medial olivokoklear demetten dış tüy hücrelerine doğrudur ve muhtemelen çaprazlaşan olivokoklear

demet aracılığıyla afferent sinir lifi aktivitesinin modifikasyonuna neden olmaktadır. Olivokoklear demet ile birlikte ortaya çıkan etki esas olarak bir inhibisyonudur. Dış tüy hücrelerinin yavaş ve hızlı kasılma özellikleri etkilenecek basiler membranda lokal değişiklikler meydana gelmesiyle tinnitus oluşabilir. Tinnitus oluşumundan potansiyel olarak sorumlu tutulan mekanizmalara ilişkin bazı araştırmalar, akustik travma sonrası dorsal koklear nukleus ve inferior kollikulus gibi merkezi işitsel yapılarda işitsel uyarıların normalde burada meydana getirdikleri “inhibisyonun” ortadan kalktığını ve uyarının bu merkezlerde yeniden düzenlendiğini ortaya koymuştur (32).

### **2.1.6. Tinnitusun Nörofizyolojik Modeli**

Ses olmadığı durumlarda bile işitme siniri içerisinde yüksek seviyeli nöronal aktivite mevcuttur. Sinir sistemi bu aktiviteyi filtreleyerek bu aktivitenin ses olarak algılanmasını engellemektedir

Normal işitsel sistemde akustik uyarının spontan aktivitesindeki bir artış sesin kulak tarafından algılanabilmesine neden olur. Tinnitusun mekanizmasında ise akustik uyarı olmamasına rağmen nörofizyolojik modeller spontan aktivitede bir artış tespit etmişlerdir. Ve nereden kaynaklanırsa kaynaklansın tinnitusun oluşturduğu uyarı korteksin işitme merkezine iletilir ve burada spontan aktivite artışına neden olur.

Kaynağı ne olursa olsun tinnitusun işitme korteksinde algılanabilir olması gerekir (33). İşitme korteksinde tinnitus mekanizması 3 değişik yoldan kodlanır.

1. Aktivitenin artması, azalması veya seviye vermesi spontan aktivitenin artması;
2. Normal ve artmış spontan aktivite ile çapraz liflerin ilişkisi;
3. İşitme kaybının indüklediği işitsel plastisite sonrası en iyi benzer frekansı taşıyan fibril sayısının artması.

Tinnitus semptomunun, periferdeki veya santral sinir sisteminin çeşitli seviyelerdeki nöronların ateşleme paternlerindeki senkronizasyon bozukluğunun bir göstergesi olabileceği düşünülmektedir. Bu hipotez, talamokortikal yoldan gelen inputun ilişkisi ile desteklenmektedir (34).

### **2.1.7. Tinnitusun Sınıflandırılması**

Dauman ve Tyler'a göre tinnitus birkaç grup halinde sınıflandırılarak incelenebilir (35); Objektif ve subjektif tinnitus normal ve patolojik tinnitus, geçici ve devamlı tinnitus, oluştuğu yerine göre ve etyolojiye göre sınıflandırılabilir.

#### **2.1.7.1. Objektif Tinnitus**

Hastaların duydukları ses doktor veya başka biri tarafından da duyulan genellikle pulsatil karakteri olan bir sestir. Etiyolojisine göre subjektif tinnitustan daha kolay belirlenir (36-38). Hastanın duyduğu ses gerçek bir ses olmasına rağmen hekim bunu çıplak kulakla duyamayabilir ve duymak için stetoskop veya dış kulak yoluna yerleştirilmiş bir mikrofona gerekebilir. Pulsatil tinnitus frekansı, şiddeti ve süresi değişen bir sestir. Etiyolojisinde servikal venöz sesler, kalp debisinin artması, juguler bulbus anomalileri, intrakranial basınç artması gibi arter dışı sebepler bulunmaktadır (39) (Tablo 1).

#### **2.1.7.2. Subjektif Tinnitus**

Objektif tinnitusa göre daha sık gözlenir. Sadece hasta tarafından duyulur. Sebepleri arasında daha çok işitme siniri ve iç kulakta meydana gelen lezyonlar sonucu oluştuğu kabul edilmektedir (36-38).

Subjektif tinnitusun oluşum nedenlerinden bazıları Tablo 2'de gösterilmiştir.

Birçok klinik tipleri vardır.



İşitsel subjektif tinnitus: İç kulaktaki yapıların ya da santral sinir sisteminin bazı komponentlerinin bozulan fonksiyonları sonucu kişinin ses duyması;

**Tablo 1.** Objektif Tinnitus Nedenleri

<p><b>a. Vasküler Nedenler</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Arteriovenöz malformasyonlar</li> <li>• Karotisin tıkaçıcı hastalıkları</li> <li>• Vertebrobasiller yetmezlik</li> <li>• Anevrizma</li> <li>• Venöz üfürüm</li> <li>• Juguler bulbus patolojileri</li> <li>• Persistan stapedral arter</li> <li>• Glomus tümörleri</li> <li>• Hipertansiyon</li> <li>• Ektopik intratimpanik karotid arter</li> <li>• Stria vasküleriste aberan arter</li> </ul>
<p><b>b. Nöromusküler Nedenler</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Palatal myoklonus</li> <li>• Anormal östaki tüpü açıklığı</li> <li>• Stapedral kas spazmı</li> <li>• Tensor timpani kasının spazmı</li> <li>•Temporomandibulerekleme disfonksiyonu</li> </ul>
<p><b>c. Diğer Nedenler</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lokal enflamasyon</li> <li>• Benign intrakranial hipertansiyon</li> <li>• Enfeksiyonlar</li> <li>• Yüksek şiddetli spontan emisyonlar</li> </ul>

**Tablo 2.** Subjektif Tinnitusun Nedenleri

<b>1. Otolojik Faktörler</b> Lezyonun yerine göre;	<b>a. Dış kulak yolu;</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yabancı cisim</li> <li>• Buşon</li> <li>• Enfeksiyonlar</li> <li>• Benign veya malign tümörler</li> <li>• Konjenital veya travmatik Atrezi</li> </ul>
	<b>b. Kulak zarı;</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perforasyon</li> <li>• Atelektazi</li> </ul>
	<b>c. Orta kulak;</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Effüzyonlu otit</li> <li>• Kemikçik sistemde fiksasyon ve devamlılığın bozulması</li> <li>• Otokleroz</li> <li>• Kolesteatoma</li> <li>• Tümörler (Glomus tümörü, Fasiyal sinirden köken alan nörinoma, hemangioma, karsinoma)</li> </ul>
	<b>d.Koklea:</b> Sensörinöral işitme kaybına yol açan tüm olaylar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meniere hastalığı</li> <li>• Presbiakuzi</li> <li>• Kafa travması ve akustiktravma</li> <li>• Labirentitler</li> </ul>
	<b>e.Retrokoklear</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•İnternal akustik kanala,</li> <li>•Serebellopontin köşeye,</li> <li>•Santral sinir sistemine ait tümörler (Vestibuler schwannoma, kolesteatoma, fasial sinir nörinomu, meningioma) ve inflamatuvar olayları içerir.</li> </ul>
<b>2.Metabolik Hastalıklar</b>	Vitamin eksiklikleri (özellikle B vitaminleri)	Diabetes mellitus
	Eser element eksiklikleri (Bakır, Demir, Çinko)	Hiperinsülimizm Hipotiroidizm
	Hipotiroidizm	Hiperlipidem
<b>3.Nörolojik Hastalıklar</b>	Multiple skleroz	Kafa travmaları
	Menenjit sekeli	Kafa tabanı kırığı
	Temporomandibüler eklem Hastalığı	Boyunda ezilme (Kamçı travması)
<b>4. Ototoksik İlaçlar</b> Özellikle bazillar membrandaki iç ve dış tüy hücrelere, kortiorganına zarar verirler.	Aspirin	Trisiklik antidepresanlar
	NSAİD	Alkol
	Aminoglikozidler	Kafein
	Loop diüretikleri	Kokain, Mariuana
	Oral kontraseptifler	Propranolol
Ağır Metaller	Diğer ilaçlar	
<b>5. Psikojenik Faktörler</b>	Anksiyete	Depresyon

İşitsel olmayan tinnitus: İşitme sisteminin dışında herhangi bir duyu organının sisteminin bozulması sonucu kişinin ses duymasıdır.

Subklinik tinnitus: Hasta tarafından bir neden gösterilemez. Genelde uzun süreli progresif tarzda şiddeti artışlar gösteren hastalarda görülebilir.

Orta kulaktaki yapıların bozulması sonucu oluşan tinnitus orta kulak tinnitus'u olarak değerlendiriliyor. Yaygın olarak otosklerozda gözlenir.

Belkide işitme sistemi içinde tinnitusa en çok sebep olan tinnitus çeşidi koklea'nın sensor ve nöral yapılarının fonksiyon bozukluğu sonucu oluşan tinnitus çeşididir. Yapı itibarıyla klinik tiptir.

Santral tinnitus: Santral işitsel sistemdeki yapıların işlevinin bozulması sonucu oluşur.

Vestibuler tinnitus: Vestibuler labirent'teki yapıların işleyiş bozukluğu sonucu oluşur.

### **2.1.8. Tinnitus'lu Bireylerde Odyolojik Bulgular**

#### **2.1.8.1. Tinnitus'lu Bireylerde Saf Ses Odyometri Testi**

Tinnitus'lu bireylerin önemli bir kısmında işitme kaybı paralellik gösterir. Yapılan çalışmalarda tinnituslu bireylerin %13'ünde iletim tipi işitme kaybı, %39'unda ise sensorinöral tip işitme kaybı (SNİK) olduğu görülmüştür. En çok yüksek frekanslara doğru düşen slopping ya da ski slop tarzda (prezbiakuzi, gürültüye bağlı işitme kayıpları) ve daha az oranda ise düz yani flat tarzda odyogramlarla görülmekte, en az elde edilen eğri tipide alçak frekansların artış gösterdiği rising tarzındaki meniere hastalığını örnek verebileceğimiz odyolojik bulgularıdır (38). Hiç bir olguda retrokoklear patolojinin saptanmadığı başka bir çalışmada Tinnituslu bireylerin %93'ünde Sensorinöral tip, %7'sinde mixt tip işitme kaybı bulgularına rastlanılmıştır (40).

### **2.1.8.2. Tinnituslu Bireylerde İşitsel Uyarılmış Beyinsapı Testi (ABR)**

İşitme sisteminin nöral yapılarını değerlendirmek amacıyla kullanılan İşitsel Uyarılmış Beyinsapı Yanıt Odyometresi (Auditory Brainstem Response Audiometer) ile yapılan çalışmalarda, tinnitusu olan hastaların işitsel uyarılmış beyinsapı potansiyelleri normal olarak tespit edilmiştir.

Tamamı normal işiten bireylerden yapılan bir araştırmada Barnea ve ark., tinnituslu bireylerde ABR testlerinden bir fark bulamamışlardır (41).

### **2.1.8.3. Tinnituslu Bireylerde Otoakustik Emisyon (OAE) Testi**

Tinnitus olgularında işitsel yetersizliğin ve olası tinnitus mekanizmalarının anlaşılması için koklear yeterlilik ve kokleayı etkileyen efferent yolların yeterliliği araştırılmalıdır. Tyler 25 sensorinöral tinnituslu hastanın yalnız birinde SOAE bulmuştur (42). Bu sonuçlara göre SOAE ile tinnitusun perde ve şiddeti arasında hiçbir ilişki bulunmadığı söylenmiştir (42). TEOAE (Uyarılmış Otoakustik Emisyon) ile ilgili yapılan araştırmada tinnitus bireylerinde elde edilen cevapların bozuk olduğu bildirilmiştir (11,24,43). Sol kulağında tinnitus şikayeti olan bireylerin emisyonlarının, sağ kulağında tinnitusu olanlara göre daha düşük olduğu bulunmuş bu durum McKEE ve Stephens yaptığı çalışmasında tinnitus şikayeti olan bireylerin TEOAE dalga formları kontrol grubuna göre anlamlı derecede bozuk olduğu görülmüştür (44).

KLS'da (Kontralateral Supresyon) Graham ve ark., yaptıkları çalışmada tinnituslu bireylerde anlamlı fark bulmuşlardır. Lind TEOAE da KLS'u incelemiş tinnituslu bireylerde bir fark bulamamıştır (45). Kayıkçı yaptığı çalışmasında tinnitus şikayeti olan bireylerde DPOAE (Distorsiyon Ürünü Otoakustik Emisyon) amplitüdüleri kontrol grubuna göre daha düşük olduğu görülmüştür (46). İşitmesi normal tinnitus şikayeti olan bireylerden kaydedilen DPOAE, tinnitus şikayeti olmayanlara göre anlamlı derecede düşük gözlenmiş, ayrıca DPOAE amplitüdünde tinnitus frekansına bağlı olarak azalma olduğu görülmüştür (46).

OAE testi koklea'nın işitsel yönden işlevini değerlendirme açısından özel bir değerlendirme yöntemi olduğu, normal işitmeye sahip tinnitus şikayeti olan bireylerde koklea'nın işlevini objektif olarak doğruladığı yapılan çalışmalar sonucunda görülmüştür (46).

#### **2.1.8.4. Otoakustik Emisyonun Tinnitus ile olan ilişkisi**

Otoakustik emisyonlar kulak tarafından yayımlanan seslerdir. Bunlar dış kulak kanalına konan bir mikrofon yardımı ile saptanabilir, spontan olarak meydana gelirler. Korti organı normal fonksiyon görüyorsa OAE üretilebilir. Dış kulak yolu ve orta kulakta herhangi bir problem (Buşon, otit vs) yoksa OAE kaydedilebilirler (47). Normal işiten kişilerin odyogramları incelendiğinde işitme durumları çok küçükte olsa yapısal farklılıklar göstermekte bazen hassasiyetin tepe noktaları tonal tinnitüsle ilişkilendirilmektedir. Çok az olguda SOAE'nin rahatsız edici tinnitus ile objektif ilişkisi olduğu gösterilebilmektedir (34). Çalışmalar OAE'nin üretilmesinde afferent nöral katılımın olmadığını ve OAE'lerin olivokoklear efferent sistemin uyarılmasından etkilendiğini göstermiştir (11).

OAE'ler hastanın herhangi bir katkısı olmadan objektif olarak ölçülürler, bundan dolayı da tinnitus çalışmaları açısından son derece önemlidir (10). Tinnitus herhangi bir uyarı olmadan spontan algıyı temsil ettiği için OAE ile tinnitus arasında herhangi bir ilişki olup olmadığını araştırmak son derece mantıklıdır (11). Bu nedenle işitmesi bilateral normal tinnitüsü olan bireylerde OAE ile tinnitus arasındaki kontralateral supresyon mekanizmasının incelenmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir.

#### **2.1.9. Tinnitüslü Bireylerde Yüksek Frekans Odyometri Testi**

Özellikle subjektif tinnitus kökenli iç kulaktaki yapıların ve santral sinir sisteminin bazı yapılarının bozulması, gürültüye bağlı iş yerlerinde çalışanlarda belli bir süreden sonra ortaya çıkan tinnitus frekanslarının ölçümünde faydalı olacağı

belirtilmiştir. Türkkahraman ve Gök ‘Uzun süre mesleki gürültüye maruz kalan işçilerde standart ve yüksek frekans odyometri bulgular’ isimli çalışmalarında gürültünün konvansiyonel frekanslar da olduğu gibi yüksek frekanslarda da (özellikle 14-16 kHz) işitme kaybı üzerine etkili olduğunu; risk altındaki bireylerin belirlenmesi ve takibinde, standart odyometri ile birlikte yüksek frekans odyometrisinin de kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir (48).

Fausti ve ark., gürültünün 8000-20000 Hz işitme eşik düzeyleri üzerine etkilerini araştırmışlar, aynı düzeyde gürültüye sürekli maruz kalan kıdemli askerlerin 13-20 kHz’deki işitme eşiklerinde belirgin yükselme olduğunu belirtmişler. Bu çalışmalar bizlere gürültüye bağlı işte çalışan bireylerde iç kulaktaki hasar sonucu meydana gelen tinnitusun frekans ve şiddetini ölçmek açısından da önem kazanmaktadır (49).

### **2.1.10. Tinnitusun Ölçülmesi**

Hastaların büyük bir kısmı tinnitusu kendi kulaklarında duyduğu sese göre tarif ederler, oysaki psikoakustik yöntemlerle verilen yanıtlar arasında oldukça büyük farklılıklar vardır. Bir hastadaki tinnitusun şeklini belirlemenin amacı; Tinnitus hakkında temel bilgi üretmek, tedaviyi kolaylaştırmak, tedavinin etkilerini araştırmaktır (50).

Tinnitusun ölçülmesi; Tinnitus frekansının, şiddetinin ölçülmesi, maskelenebilme özelliğinin araştırılması ve rezidüel inhibisyon şeklinde olmaktadır.

#### **2.1.10.1. Tinnitus Frekansının Ölçülmesi**

Araştırmalara göre; işitme kaybının maksimum olduğu frekans aralığı ya da işitme kaybının başladığı alan ile işitmenin normal olduğu alan arasında tespit edilmektedir (50,51). Buna karşılık Donaldson’da tinnitus frekansının işitme eşikleri ile alakalı olmadığını belirtmiştir. (52). Birçok hastanın tinnitus frekansı 4-6 kHz aralığındadır. Başka bir araştırmada Vernon, hastalarının %83 kadarının 3000 Hz

üzerinde frekansta eşleme yaptıklarını bildirmiştir (53). Tinnitus frekansının belirlenmesinde birçok yöntem kullanılmakta bunlar arasında en çok kullanılanı; tını eşleme ve frekans ayarlama yöntemidir.

(a) Hastanın tinnitus frekansı ile eşitleninceye kadar tüm frekansların taranmasıdır (50). Bu yöntemde tinnitus şikayeti tek taraflı olan hastalarda ölçüm şikayetin olmadığı karşı kulaktan yapılır. Hastanın karşı kulağına ses verilerek tinnitüsü ile karşılaştırması istenir. Hastaya verilen ses artırıp azaltılarak hastadaki tinnitusa benzeyip benzemediği sorulur. Verilen sesin, tinnitusun şiddetine eşit olduğu seviye tinnitusun şiddetini belirler, birimi dB SL dir. 1, 2, 4, 6, 8 kHz test edilir (13, 49). 1000 Hz'e göre daha kalın bir ses olduğunu belirttiği zaman 500 ve 250 Hz'de bakılır. 8 kHz'den daha tiz ses olduğunu belirttiğinde yüksek frekans bakılır. Tinnitus şikayeti her iki kulağında olan hastalarda ise ölçüm tinnitusun olduğu kulaktan gerçekleştirilmektedir (54).

(b) Tinnitus frekansını belirlemede kullanılan bir başka yöntemde; hastaya farklı frekanslarda iki ses verilmekte ve bu iki frekanstan hangisinin kendi tinnitüsüne benzediği sorulmaktadır (55,56). Hasta kendi tinnitüsünü bulana kadar sesin frekansını ayarlamaya çalışmaktadır.

### **2.1.10.2. Tinnitus Şiddetinin Ölçülmesi**

Tinnitusun gürültüsünden rahatsız olan hastalar hayatları üzerindeki etkisinden oldukça rahatsızlık duyarlar. Sesin şiddetindeki azalış çoğalmaları tanımlayan anlamlı bir grup hasta üzerinde yapılan çalışmada tinnitus şiddetinin genellikle stabil olduğu, ancak hastaların tinnitüsle başa çıkabilmelerindeki yeteneklerinin şiddetteki farklılıklar şeklinde yansıdığı sonucuna varmışlardır. Stouffer (57) hastalarının yarısından fazlasında, Meikle (58) ise yaklaşık %80'inde tinnitus şiddetinde dalgalanmalar olduğunu, bunun da büyük oranda stresle ilişkili olduğunu bildirmişlerdir.

Tinnitus şiddetinin psikoakustik ölçümü hastanın kulağındaki tinnitus ile verilen uyarının eşitlenmesi ilkesine dayanır. Tinnitus frekansının bulunmasındaki

yöntemler gibi düzeltme yöntemi, limit yöntemleri kullanılabilir. Her iki kulağında da tinnitus şikayeti olan hastanın tinnitusunun ölçümü hastanın tinnitusu algıladığı en şiddetli kulaktan ya da eşit hissediyorsa sol kulaktan başlanarak yapılmaktadır (50).

Klinik ortamda tinnitusun değerlendirilmesinde ise kontralateralden verilen uyarının hastanın tinnitusuyla karşılaştırması yöntemiyle yapılır. Odyometrelerin multifrekans modülü ile yapılan bu değerlendirmelerde önce tinnitus frekansı belirlenir. Daha sonra tinnitus şiddeti ilgili frekanstaki işitme eşiğinin altından başlanarak, saf ses uyarının 1 dB'lik artımlarıyla saptanmaktadır (50, 59, 60).

### **2.1.10.3. Maskelenebilme Özelliğinin Araştırılması (Minimal Maskeleme Seviyesi (MMS))**

Maskeleme aslında dışarıdan verilen sesin işitme sistemi içinde oluşan sesi yani tinnitusu işitmez hale getirmesidir. Bir başka deyişle bir sesin nöral aktivitesinin bir başka sesle baskılanmasıdır. Bazı hastalarda pür ton veya gürültü ile tamamen ortadan kaldırılabilir. Tinnitus frekansında maskelemenin yapılabilmesi için ses sırasıyla, fark etme, eşik şiddet seviyesi ve tinnitusu maskeleyecek seviyeye çıkarılmaktadır. Bu seviye minimal maskeleme seviyesidir (MMS) ve birimi dB SL'dir. MMS 5 dB SL veya altında ise maskelenmeye uygun olduğuna, 15 dB SL üzerindeyse maskelenmenin yapılamayacağına karar verilir (61). MMS tinnitus seviyesinden çok yüksek ise, hasta maskeleme sesini tinnitusunu baskılamak için kullanmayı kabul etmemekte, daha düşük veya eşitse de kabul etmektedir (50,59, 60).

### **2.1.10.4. Reziduel İnhibisyon**

Total reziduel inhibisyon tinnitusun kaybolmasıdır. Parsiyel reziduel inhibisyon maskeleme periyodundan sonra tinnitus şiddetinin düşmesidir. Bu etkilenmenin santral mekanizmalarla ilişkili olabileceği düşünülmektedir (50). Tinnitusa daha çok etkilenen kulağa minimal maskeleme seviyesinden 10 dB daha fazla şiddette ses 60 sn. süre ile verilir. Tinnitusta azalma veya kaybolma olup



olmadığı sorulur. Kişilere göre farklılık gösterir (59,60). Hastaların %35'inde total rezidüel inhibisyon, %43'ünde parsiyel rezidüel inhibisyon görülmekte ve genellikle 30 saniye sürmektedir (60). Tinnitusun oluşum mekanizmalarının aşamalarını objektif olarak araştıran yöntemlerin yaygınlaşması (Örneğin tomografi ve MRI gibi) ile maskelemenin neden olduğu rezidüel inhibisyonun altında yatan nöral mekanizmaların çözümlenebileceği düşünülmektedir. Vermont ve Pres (1995)'in yaşlı ve genç hastalar arasındaki tinnitus karakteristiklerini karşılaştırmak için yaptıkları çalışmada, tinnitus frekansının ve şiddetinin yaşlılarda daha alçak, minimal maskeleme seviyesi ve rezidüel inhibisyonun da daha iyi olduğu ortaya çıkmıştır (62).

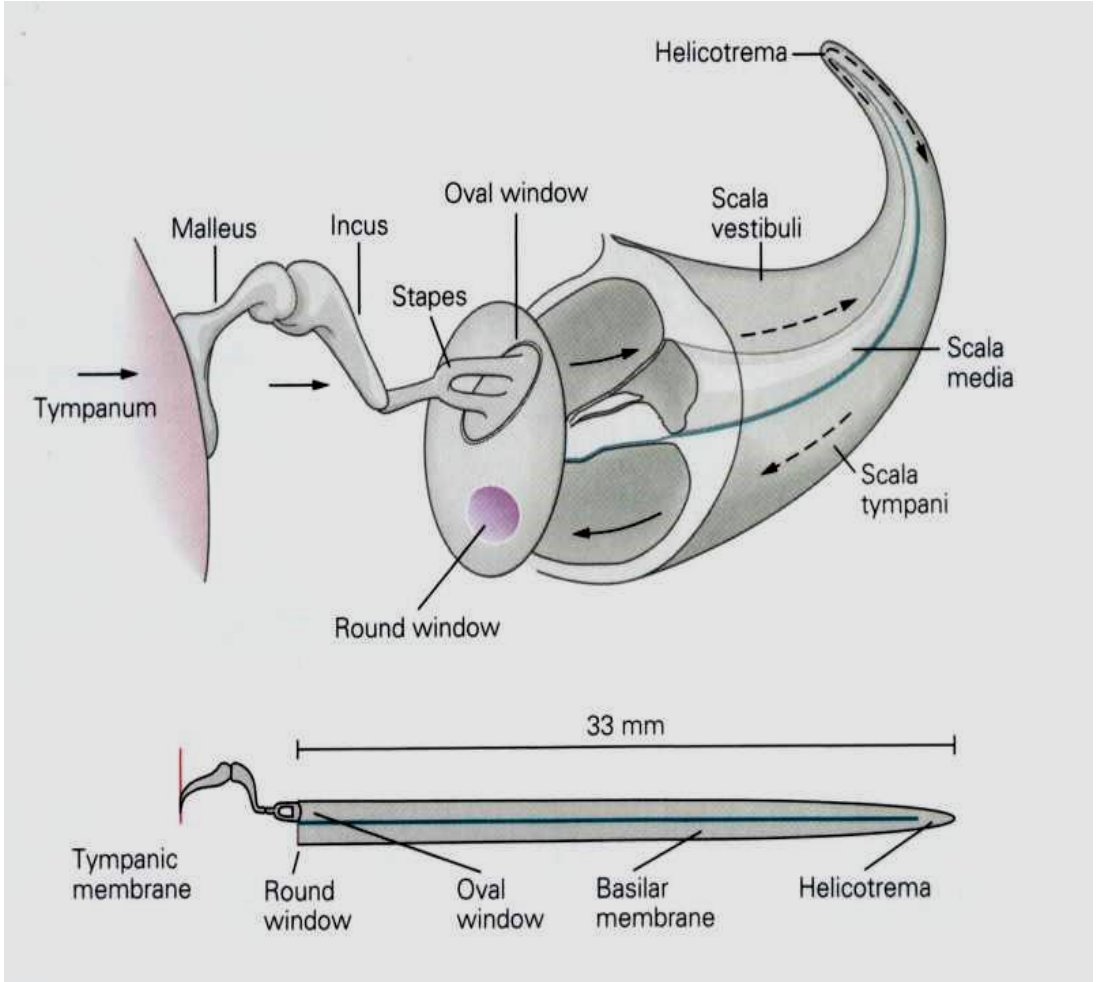
## 2.2. İŞİTME ANATOMİSİ VE FİZYOLOJİSİ

İç kulak yuvarlak ve oval pencereler yolu ile orta kulakla, koklear ve vestibüler duktuslar yolu ile kafa içiyle bağlantılı olup biri diğerinin içine yerleşmiş kemik labirent ve zar labirent denen iki kısımdan oluşmuştur. Kemik labirent temporal kemiğin petröz kısmında yer alan çeşitli kanal ve boşluklardan oluşur. Bu kanalların içinde perilenf denen sıvı ile etrafını kaplayan zarsı (membranöz) labirent vardır. Membranöz labirentin içinde endolenf ile dolu olup, endolenfa ile perilenfa arasında herhangi bir iletişim bulunmaz (63,64).

Koklea giderek azalan çapı ile kendi üzerine yaklaşık  $2^{3/4}$  defa kıvrılıp kör olarak sonlanan bir sarmal kemik sistemidir. İçerisinde içi sıvı dolu 3 tane tüp bulunur. Koklea'dan enine kesit alındığında bu tüpler yukarıdan aşağıya doğru sırasıyla 'skala vestibüli', 'skala media' ve 'skala timpani' şeklinde sıralanırlar. Skala media, skala timpani ve skala vestibüliyi birbirinden ayırır ancak koklea'nın sonunda 'helikotrema' denen yerde tekrar birleştirir. Burası koklea'nın apeks bölgesidir. Orta kulakta skala vestibüli oval pencere ile irtibat halindeyken skala timpani'de yuvarlak pencere ile orta kulakla ilişki içindedir. Skala media ise orta kısımda yer alır ve helikotremada sonlanır .

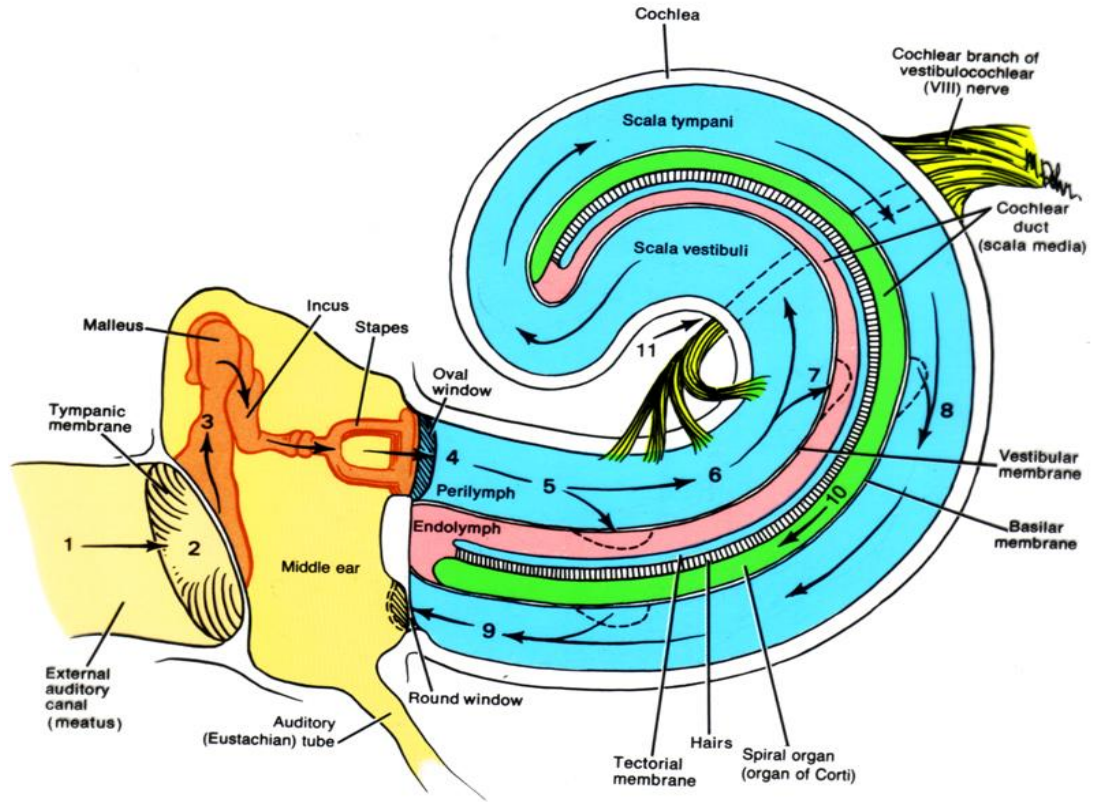
Oval pencereden giren ses, skala vestibüli içinde seyrederken, helikotremada skala timpaniye geçer ve bu sırada frekansına bağlı olarak Corti organının frekansına uygun bölgesini uyarırlar.

Skala vestibul ile skala timpani arasında yer alan skala media koklea boyunca 35 mm yol alır ve duvarlarını'da reissner membran, baziler membran ve stria vaskularis oluşturur (64,65). Reissner membran skala vestibul ile skala media arasında, basiler membranda skala media ile skala timpani arasında yer alır ve bunlar birbirinden farklıdır. Stapes kemikçığının oval pencereyi itmesi ile reissner membranı, skala vestibulde bulunan perilenf sıvısında oluşturduğu dalgayı skala mediada bulunan endolenf sıvısına iletebilme özelliğine sahiptir. (66). Baziler zarda oldukça kompleks bir yapıya sahiptir ve üzerinde "Corti organı"nın taşır Corti organı baziler membranın skala media yüzünde yer alan, duyu (tüy) ve destek hücrelerinden oluşan reseptör organıdır. (Şekil 1a ve 1b) (63,65).



Şekil 1a. Koklea'nın kesiti ve sesin izlediği yol ([www.cochlea.org](http://www.cochlea.org))

Corti organındaki tüy hücreleri üst kısımlarından ‘tektoryal zar’denilen bir yapı ile ilişki içindedir. Tüylü hücreler iç tüylü hücreler (İTH) ve dış tüylü hücreler (DTH) olmak üzere iki gruba ayrılır. Her insan kokleasında yaklaşık olarak 20 000 dış tüy hücresi ile 3500 iç tüy hücresi vardır. Korti organındaki bu tüy hücreleri biri iç, diğer üçü dış olmak üzere dört sıra halinde dizilmişlerdir (67). Bu tüy hücrelerinin temel görevi mekanik enerjinin elektriki potansiyel enerjiye dönüştürülmesidir (67). Skala mediada bulunan korti organı üzerindeki baziler zarda bulunan nöronal yapılar sesin iletilmesinde görev alırlar. Bu görevi korti organının vibrasyon sonucu uyarılması ile yaparlar (65,68). Baziler membranın vibrasyonuna cevap olarak sinirsel uyarılar oluşturan korti organı gerçek duyuşsal reseptörlerdir.



**Figure 17-11**  
Tortora/Anagnostakos: Principles of Anatomy and Physiology, 5/e  
Copyright © 1987 by Harper & Row, Publishers, Inc. All rights reserved.

**Şekil 1b.** Koklea'nın kesiti ve sesin izlediği yol.

(<http://tuningpp.com.forsearch.net/ear-diagram-cochlea>)

İki farklı sinir hücresi tipi içerirler. İç tüy hücreleri tek sıra halinde yaklaşık 3500 adet yaklaşık 12 mikrometre, dış tüy hücreleri üç yada dört sıra halinde 12 000 ile 15 000 adet civarında ve yaklaşık çapları 8 mikrometredir. Tabanlarından ya da yanlarından sinaps yaparak koklear sinir sonlarıyla bir bilgi ağı oluştururlar. Bu sinir sonlarının %90-95'i sesin algılanmasında önemli olan iç tüy hücrelerinde sonlanır (64,65).

Koklear çekirdekler yaklaşık 30 000 fibrilden oluşmaktadır. Bunların çoğu afferent lifler çok az kısmında efferent liflerdir. Yapılan çalışmaların bir çoğunda bu fibrillerin %90-95'nin İTH'ni innerve ettiği görülmüş ve bunlara "tip I"ya da "radial fibriller"denmiş, kalan %5-10'luk kısmını da DTH'ni innerve etmiş bunlarada "tip II"yada "dış spiral lifler"denmiştir. Her bir sinir fibrillerinin karakteristik bir frekansa sahip olduğu, düşük frekansa sahip lifler koklea'nın apikal bölgesinde yüksek frekansa bağlı fibrillerin de koklea'nın bazal bölgesinde tüylü hücreleri innerve ettiği görülmüştür (68).

Fonksiyonel olarak afferent innervasyonun %95'inden fazlası İTH'den çıkarken, efferent innervasyonu DTH'de sonlanır. Yani işitmeyi sağlayan hücreler İTH'iken DTH'leri ses enerjisinin algılanması aşamasında korti organının akord edilmesini, böylece kokleanın inanılmaz genişlikte bir frekans ve şiddet ayırımını yapabilmesini sağlar. DTH'leri iki yönlü (elektro-mekano, mekano-elektro) transducer olarak modülatör görevini yaparken, iç tüylü hücreler işitme bilgilerini taşır. Bu amaçla DTH'lerinin kasılarak hareket edebildikleri ve İTH'lerinin belli frekans da hassaslaşabilmeleri için korti organının ideal zamanlama sağladığı düşünülmektedir.

Her ne kadar iç tüy hücreleri işitmede daha fazla görev alıyor olsa da dış tüy hücrelerinin de önemli fonksiyonları vardır. Dış tüy hücreleri hasarlı olup iç tüy hücreleri sağlam olan kulaklarda önemli ölçüde işitme kaybı oluşur. Farklı ses tonlarında reseptör sistemlerinin ayarının yapılması için dış tüy hücreleri görev alırlar. Dış tüylü hücrelerin uyarılıp kısılmasına ve sertlik derecelerinin artmasına neden olan sinir lifleri dış tüylü hücrelerin aktive edilmesi ile farklı seslerin kulağın hassasiyetini kontrol eden mekanizmalar için çalışan bir sinir mekanizmasının

olduğunu desteklemektedir (64). Spiral ganglion'daki korti organına ulaşan lifler daha sonra medullanın yukarısındaki dorsal ve ventral nukleuslara ulaşırlar. Burada tüm lifler sinaps yaparak ikinci nöronlardan beyin sapının diğer tarafına geçer. Superior olivari nukleusta sonlanan bu lifler çoğunlukla karşı taraftan gelmiş olmalarının yanında az bir miktarı da aynı taraftan gelir. Bazı lifler superior olivari nukleustan oditori yol ile lateral lemniscusa geçer. Bazıları da lateral lemniscustaki çekirdekte sonlanır. Ancak birçoğu bu çekirdeği pas geçer ve inferior kollikulusa doğru gider. Burası hemen hemen tüm işitsel liflerin iletişimde bulunduğu yerdir. Talamusun medial genikulat çekirdeklerinde tüm lifler sinaps yapar ve sonuçta oditori radyasyon ile tempolar lobun superiorunda yer alan işitsel kortekse ulaşırlar (64).

Eferent olivokolear system 1946'da keşfedilmiştir. Olivokolear sistem superior olivari kompleksten köken alan ve kokleaya uzanan iki alt sistemden oluşur (69,70). Olivokolear sistemin lifleri medial ve lateral çekirdeklerden oluşur. Superior olivokoleardan kaynaklanır. Lateral olivokolear lifler (LOC) miyelinsiz olduğu için, demetinin aksonu doğrudan demyelinizasyon sürecini etkilemez. Medial olivokolear (MOC) lifler miyelinli olduğundan elektrofizyolojik test yöntemleri ile test edilebilmiş fonksiyonu biraz daha anlaşılabilmiştir. Beyin sapında superior olivari kompleksten köken alan efferent sinir lifleri koklear mekanikleri etkiler (71). Nöronların hücre gövdeleri medial superior olivari nukleus yakınında yerleşir ve oradan çaprazlaşarak karşı kulağın dış tüy hücrelerinde sonlanırlar. Hem afferent hem de efferent lifler korti organı ve habenula perforata da myelin kılıflarından ayrılırlar (72).

Olivococlear (OC) sisteminin fonksiyonel rolünün anlaşılması hala sınırlıdır. Genel olarak, OC yolu işitsel sinyallerin işlenmesi ayarlama ve geliştirilmesi için işitsel efferent geri besleme sisteminin bir parçası olarak kabul edilebilir (73).

Birçok deneysel veriler MOC sistemin doğrudan doğruya inhibe edici bir etkiye sahip olduğunu DTH'ler ile koklea mikromekanik aktivitelerini kontrol ettiği söylenmektedir (73). MOC sistem bölgesel geri besleme döngüsü gibi davranır;

- Koklea otomatik kazanç kontrolü sağlar.

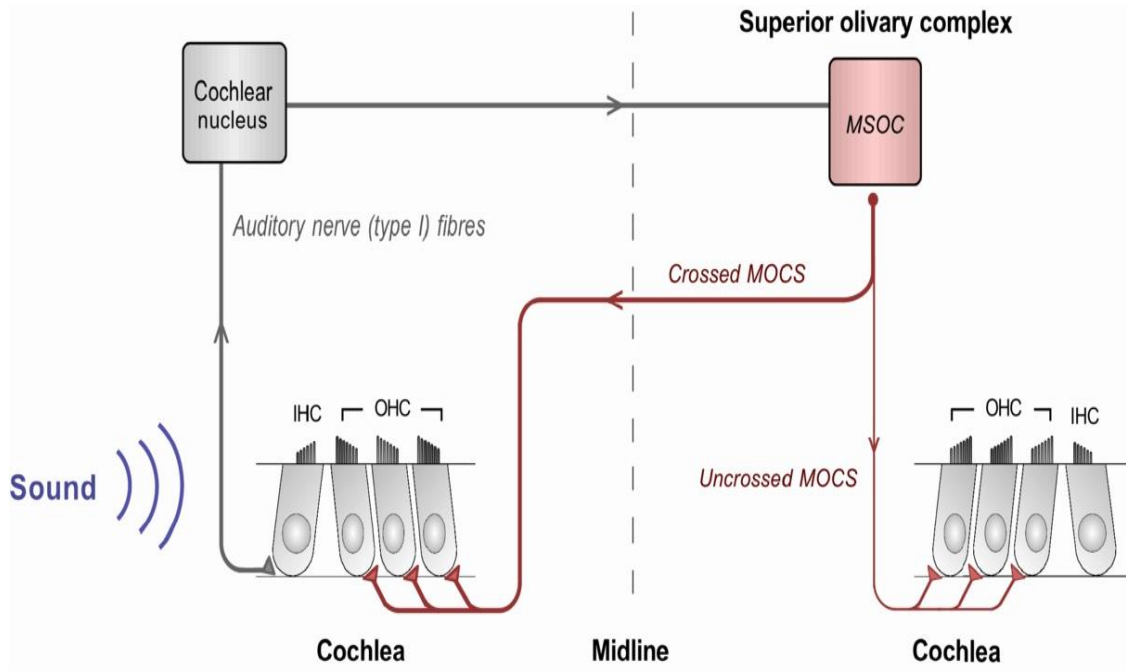
- Sesin lokalizasyonu ve lateralizasyonu
- İşitsel ayırtetme (Gelen sesin ne olduğunu anlama sesi farklı sesler arasında tanıma)
- İşitsel şekil tanımlaması (Söylenen kelimenin hafızada oluşturduğu anlam)
- Temporal maskeleye tempolar sıralamayı kapsayan işitmenin tempolar özellikleri (Arka arkaya verilen uyarıların beyinde sıralanması)
- Bir başka uyaran varlığında işitsel performans (İki uyaran verildiğinde istenen sesi anlama ve ayırt etme)
- Bozulmuş akustik uyaran varlığında işitsel performans (Gelen sinyalin özelliği bozulduğunda ayırt edebilme becerisi) ASHA, (2004, 2005) (74)

Olivokolear sistemin elektriksel uyarılması ile OAE amplitüdlerinde azalma gözlenir. Baziler membrandaki frekansa bağımlı vibrasyon hareketinin azalması efferent olivokolear sistemin uyarılması ile gerçekleşir (71,75,76). Bu sonuçlar MOC aktivasyonun dış tüy hücrelerindeki iletim potansiyelini azaltarak koklear amplifikasyonu ve baziler membran vibrasyonunu azalttığını düşündürmektedir (71).

### **2.2.1. Olivokolear Akustik Refleksler**

MOC refleksi aktivitesi işitsel sinir sistemimizin sürekli bir gürültü varlığına tepkisini azaltarak bu gürültüye alışmamızı ve dinamik işitme aralığımızı mevcut ortam şartlarına uygun hale getirmemizi sağlar (77). MOC refleksin koklea üzerinde direkt etkisi vardır. SOC'deki nöronlar koklear nukleusdan afferent iletimleri alıp hem ipsilateral hemde kontralateral kulaklara çaprazlama yapan ve yapmayan demet ile gönderirler. Dış tüy hücreleri hiperpolarizasyona uğramasından dolayı MOC refleksi koklea'nın amplifikasyon kazancını düşürür kokleanın çıkışını azaltır.

Hem MOC hemde LOC işitsel innervasyonları olarak akustik refleksin son aşamasını gösterir. MOC akustik refleks en iyi anlaşılardır.



Şekil 2. İpsilateral gönderilen uyarının kontralateral kokleanın çıkışını azaltması.

[http://en.wikipedia.org/wiki/file:olivocochlear\\_reflex.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/file:olivocochlear_reflex.jpg)

### 2.2.2. Koklea-Olivokoklea ilişkisi

Ses dış kulak yolundan girerken bazı işitsel yolları geçerek koklea'ya ulaşır. Koklea boyunca ses analizi yapılarak koklea boyunca yerleşmiş olan DTH baziller membran hareketini amplifiye eder. MOC eferentleri DTH'inde sonlandığından DTH'ni hareketlendirerek koklear amplifikasyonu kontrol eder. Baziller membran hareketiyle oluşan enerjinin bir kısmı geri yansiyarak orta kulaktan çıkarak otoakustik emisyon oluşur. MOC eferentleri mekanik değişiklikler yaparak koklear amplifikasyonu inhibe eder, baziller membran hareketlerini değiştirerek OAE'da da değişiklikler oluşturur. İç tüy hücreleri akustik bilgiye beyne ulaştırmak için koklear hareketi başlatarak işitsel sinir liflerini uyarır. Böylelikle İşitsel nöronlar koklear çekirdekteki internöronları uyararak olivokoklear akustik refleksleri oluşturan MOC ve LOC eferentleri uyarır (75). MOC sistem bölgesel geri besleme döngüsü gibi davranır ve koklea otomatik kazanç kontrolü sağlar daha sonra koklear çekirdekler

ince frekans ayarı, sinyal algılama, seçici dikkat, ayrımcılık ve sesin lokalizasyonu da dahil olmak üzere olan konularda fonksiyon görürler (70).

### **2.2.3. Olivokoklear Fizyoloji**

MOC lifleri kalın ve miyelinli lifler oldukları için bunlar hakkında araştırma yapmak ve bilgi sahibi olmak daha kolay olmuştur. Ama LOC lifleri daha ince ve miyelinsizdir o yüzden LOC hakkında yeterli araştırma yapılamamıştır (69). MOK sisteminin işleme sistemi üzerine hızlı ve yavaş olmak üzere başlıca iki etkisi vardır.

#### **2.2.3.1. Sessiz bir arka planda hızlı MOC etkileri**

MOC efferentleri koklear amplifikasyonun kazancını azaltarak koklear yanıtın etkisini azaltmaktadır. Baziler membranın vibrasyonu frekansa karakterize koklear amplifikasyon kazancının en iyi olduğunu karakteristik frekansın altında ya da üstünde yavaş yavaş sıfıra düştüğünü göstermiştir. Ses dalgalarının uç bölgesinde, MOC ile başlayan koklear amplifikasyon kazanç düşüşü, ses seviye fonksiyonlarında yukarı doğru bir kayma ile kendini gösterir. Bu nedenle düşürülen kazancı telafi etmek için daha çok ses gerekir.

#### **2.2.3.2. Gürültülü bir arka planda hızlı MOC etkileri**

Her ne kadar MOC sistem aktivasyonu sessiz bir arka planda işitsel sinir cevaplarını engellese'de bizler çok az sessiz ortamlarda bulunmaktayız. Gürültülü ortamlarda MOC aktivitesi kısa süreli seslere işitsel sinirin verdiği cevabı artırabilir (77). Devam eden gürültüye karşı sinir liflerinin cevabı, iç tüy hücrelerindeki nöral transmitter deposunu bitirir. Böylece yüksek şiddetteki seslere yanıt oluşturmak zorlaşır. Bu şekilde, arka plandaki gürültü, işitsel seslere verdiği cevabı azaltmaktadır. Dolayısıyla gürültülü ortam ses uyarısını baskılamakta, MOC stimülasyonu ile arka plan gürültüsüne verilen cevap azalmaktadır. Arka plan



gürültüsünde kısa süreli seslerin işitilebilirliği MOC efferentlerinin temel fonksiyonudur (75).

Yapılan birçok çalışma MOC efferentlerinin akustik travmayı azalttığı ve arka plandaki sesleri baskılayarak gürültülü ortamda konuşmayı ayırt etmeyi sağladığını göstermektedir. MOC yolunun değerlendirilmesinde OAE kayıt tekniklerinin geliştirilmesi ile mümkün olmuştur. 1978'de Kemp'in OAE'ların dış tüy hücrelerinin aktif hareketliliği sonucu oluştuğunu kanıtlamasından sonra DTH aktivasyonu efferent MOC sistem tarafından kontrol edildiğinden OAE'ın koklear mekaniği efferent kaynaklı değişiklikleri ölçmek için kullanılabilir. MOC sistemi hakkında bilgiyi sağlayan taraf ses uyarılması sırasında kontralateral kulağa daha düşük yoğunlukta bir uyarı vererek OAE'ların kayıt edilmesi ile elde edilirler. (78,79). Ama MOC etkisini ortaya çıkartmak için orta kulak kaslarında herhangi bir problem olmamalıdır. Bunun için yeterliliği sağlayacak testler OAE testinden önce yapılmalıdır (80).

#### **2.2.4. İşitmede Olivokoklear Efferentlerin Rolü**

LOC efferentler dengeli binaural koklear aktivasyon üretiminde akustik travmaya karşı koruma görevini üstlenebilirler. Ancak LOC hakkında az çalışma vardır. MOC efferentlerin ise maskelemeyi azalttığı, işitmede dinamik aralığın değiştirmesi, akustik travmadan koruması ve seçici dikkate yardımcı olduğu fonksiyonları olduğu öne sürülmüştür (81). MOC maskesinin düşürülmesi ile MOC fonksiyonunun gürültülü bir ortamda kısa süreli seslerin diskriminasyonunun arttırma olduğu hipotezi öne sürülmüştür. Olivokoklear lifleri kesilen kediler üzerinde yapılan bir hayvan çalışması bu hipotezi desteklemektedir (82). İnsanlarda böyle olmadığını kanıtlayan çalışmalar vardır (83). Hayvanlardaki çalışmalar MOC efferentlerinin güçlü sese maruz kalan kulaklarda oluşan hasara karşı koruyuculuğunda göstermiştir. Bu koruyuculukta yavaş MOC etkileri, hızlı MOC etkilerine göre daha önemlidir (84). İnsanlarda MOC efferentlerinin rolünü araştırmada başka bir yaklaşım: Sağlam kulağın kontrastındaki kulağa gürültü vererek MOC aktivasyonunu arttırmaktır. Güçlü MOC refleksi olanların gürültüde sesi tespit

etmede daha yeteneklidirler. Bu durum gürültülü ortamlarda MOC efferentlerin rolü olduğu hipotezini desteklemektedir (75).

## **2.3. İŞİTME TESTLERİ**

Hastanın otoskopik muayenesinden sonra işitme kaybı, derecesi, yeri hakkında bilgi sahibi olabilmek için odyolojik değerlendirme yapılır. Rutin test bataryası arasında şimdiye kadar odyometri, timpanometri, akustik refleks (80,85,86) testleri bulunsa da son yıllarda Otoakustik emisyon testide rutin testler arasına girmiştir.

### **2.3.1. Odyometri**

Subjektif test yöntemleri arasındadır. Verilen uyarı sonrası işitme sisteminin bu uyarıya verdiği cevabı grafik halinde gösteren test tekniğidir. Saf ses ve konuşma odyometrisi olarak iki grupta incelenebilirler

#### **2.3.1.1. Saf ses Odyometri**

Her iki kulağın değişik frekanslardaki duyabildiği en az ses şiddet seviyesini belirler. Odyologlar için kullanılan en temel test teknikleri arasında bulunur. Hastanın kulağına takılan kulaklık aracılığı ile verilen sese işitsel cevap olarak hastanın elindeki buton ile ya da elini kaldırıp indirerek verdiği yanıt ile yapılan, uygulaması kolay test teknikleri arasında yer alır. Saf ses odyometri testi işitme cihazı endikasyonunda (87), gürültülü endüstriyel alanlarda çalışan bireylerin işitmesinin rutin kontrolünde, kulak cerrahisi öncesi ve sonrasında işitmenin durumu hakkında bilgi sahibi olabilmek ve tanısal amaçlı elektrofizyolojik testler arasında bulunan işitsel beyin sapı potansiyelleri ve otoakustik emisyon testlerinin doğru yorumlanmasında yardımcı olabilmesi için yapılır. Hastanın kulağına değişik şiddet ve frekanslarda sesler vererek yapılır. Frekans birimi Hertz, şiddet birimi de dB (desibel) olarak kullanılmakta ve 125Hz-8000 Hz (125-250-500-1000-2000-4000-

8000) frekansında saf ses verilerek havayolu işitme eşikleri, 500Hz-4000Hz (500-1000-2000-4000) frekansında saf ses vererek kemik yolu eşikleri test edilir (80).

### **2.3.1.2. Konuşma Testleri**

Odyolojik değerlendirmenin en önemli ve ikinci adımı konuşmayı anlama ve konuşmayı ayırt etmenin değerlendirilmesidir (88). Uyarı olarak saf ses yerine insan sesi kullanılır. Kullanılan materyaller, daha önceden kaydedilmiş olan veya uygulayıcı tarafından okunan kelimelerden oluşur. Hastanın konuşmayı nasıl algıladığını için duyduğunu tekrar etmesi istenir. Bu değerlendirme yöntemi, orta kulak, koklea, işitme yolları, primer işitme merkezi patolojilerinin tanısında yararlı bilgiler sağlar.

### **2.3.2. Timpanometri ve Akustik Refleksler**

#### **2.3.2.1. Akustik İmmitansmetri**

Dış kulak yoluna akustik uyarı verilerek kulak zarının katılığının ölçülmesi sonucu orta kulak fonksiyonunun değerlendirilmesi için kullanılır. Dış kulak yolundan kulak zarı ve orta kulağa gelen akustik enerjiye orta kulak bir direnç gösterir. Bu dirence akustik empedans adı verilir. Akustik empedansın tersi olan akustik komplians ise kulak zarı ve orta kulağın akustik enerjiye gösterdiği geçirgenliktir. Hem direncin hem de geçirgenliğin her ikisinin de uygulandığı çoğu cihazlarda akustik immitansmetri terimi kullanılır Dış kulak kanalındaki (DKK) basınç değişikliği sırasında kulak zarının akustik uyarana cevabının hareketi ölçülerek timpanogram adı verilen grafik çizdirilir. Timpanogram kulak zarı ve orta kulakla ilgili objektif bilgi verir. DKK'ya yerleştirilen prob ile 226 Hz ya da 1000 Hz'de 85 dB SPL şiddetinde uyarı verilerek ölçülür. Jerger (1970) sınıflandırmasına göre Tip (A, A<sub>s</sub>, A<sub>d</sub>, B, C) grafikleri elde edilir (89).

### 2.3.2.2. Akustik Refleks

Objektif test yöntemlerindedir. Stapes kasını kasacak en düşük ses şiddetini bulma temeline dayanır. Akustik refleks testi bize orta kulak patolojilerinde, fasial sinir paralizinde, koklear - retrokoklear ayırımında klinik yönden yardımcı olabilecek tanısal amaçlı testler arasındadır (90).

### 2.3.3. Otoakustik Emisyonlar

Odyolojinin objektif testler sınıfındadır. Kokleada dış tüylü hücrelerden kaynaklanan ve dış kulak kanalına konulan mikrofon aracılığı ile kaydedilebilen çok küçük şiddetteki ses dalgaları olarak tanımlanabilir. Normal yada normale yakın kokleadaki dış tüylü hücreler (DTH) akustik enerji ile uyarıldıklarında aynı zamanda otoakustik emisyon (OAE) adı verilen düşük şiddette sesler belirir. Bu seslerin kokleadaki DTH'in kısalıp uzaması sonucu olduğu kabul edilmektedir (91)

1960'lı yıllarda George Von Bekesy'nin tempolar kemik kadavraları üzerine yaptığı çalışmaların sonucunda ilerleyen dalga teorisinde kokleaya pasif bir rol biçmiştir. .Bekesy'nin Nobel ödülü kazandığı bu zamanda Thomas Gold, adındaki başka genç bir fizikçide kokleaya aktif bir modelin daha uygun olduğunu söylese de Nobel ödüllü Bekesy'nin bu görüşüne karşı durmak mümkün değildir (92). Zaten zamanın teknolojik gelişmeleri de bunu kanıtlamaya yeterli değildir. 1948 yılında Tomas Gold kokleanın aktif mekanizma olduğu görüşünü ortaya atmış koklea da ses üretimi olduğunu savunmuş ama bu görüşü hiçbir zaman kanıtlanamamıştır (93). Daha sonra teknolojik gelişmeler sonucunda ingiliz sinyal işlemcisi David Kemp'in OAE'leri keşfetmesiyle birlikte ancak 1970'li yılların sonunda kokleanın aktif bir organ olduğu ve beyin gibi büyük oranda nonlinear ilişkiler sergilediği doğrulanmıştır (94).

Johnstone ve Patuzzi son yıllarda yapılan çalışmalarında kokleanın iki özelliğinden (non linear cevap özelliği, hassas frekans seçiciliği ve ilerleyen dalga hareketinin aktif olarak amplifiye edilmesi özelliğinden) bahsetmişlerdir (95).

Akustik dalgaların şiddetindeki artışa paralel olarak baziler membran üzerinde ilerleyen dalgaların genliklerindeki artış düşük şiddetlerde doğrusal iken orta ve yüksek şiddetlerde, artış oranının düşmesine bağlı olarak doğrusal olmayan (nonlinear) bir özellik kazanmaktadır. Bu modele göre, baziler membranın bu davranışından sorumlu aktif bir mekanizma bulunmalıdır. ‘‘Koklear amplifikatör’’ denilen bu mekanizma, düşük şiddetlerdeki akustik uyarıların baziler membran da oluşturduğu dalgaların amplitüdünün artmasına ve ince frekans seçiciliğinin ortaya çıkmasına sebep olur (91).

Son yıllarda etkin mekanizmanın özellikle DTH’in ürünü olduğunu gösteren çalışmalarda yapılmış, DTH hasarları OAE’lerin elde edilmesini engelleyen en önemli faktör iken sadece iç tüylü hücre hasarlarının OAE’lar üzerinde belirgin bir etkisi saptanmamıştır. DTH’lerin hasar görmesi ile birlikte kokleanın işitsel duyarlılık, frekans seçicilik ve dinamik aralık gibi işlevleri bozulmaktadır (91). DTH’lerin koklear amplifikatör mekanizmasında oynadığı role ilişkin iki varsayım bulunmaktadır. Bunlar DTH’lerin somatik motilite ve DTH stereosilya demetlerinin nonlinear mekanik özellikleridir. DTH’lerin uyarılmasının sonucunda hücre gövdelerinde uzama ve kısalma hareketi (somatik motilite özelliği) ortaya çıkar. Çok sayıda DTH’lerin aynı şekilde uyarılması hem basiler membranın ince ayarlı olarak hareketlenmesine, hem de yan ürün olarak akustik enerjinin açığa çıkmasına yol açar. Bu şekilde DTH’lerin katkısıyla, kokleada düşük şiddetteki seslerin amplifikasyonu ile ilgili frekanslarda seçicilik işlevleri yerine getirilmiş olur. Sonuç olarak güncel araştırmalar, OAE adı verilen akustik enerjinin kısmen DTH’lerin kısalma ve uzamasının sonucunda açığa çıkan enerjinin sonucu olduğuna işaret etmektedir.

OAE’lar klik uyarılarla ya da benzer saf ses uyarılarla elde edilebileceği gibi hiç uyarı olmadan da alınabilirler. Kemp, Ototoksik ilaç kullananlarda ve uzun süre gürültüye maruz kalanlarla sensorinöral işitme kaybı olanlarda OAE alınamayacağını göstermiştir (94). OAE alınmasının kokleanın ve sesin iletimindeki yolların sağlamlığı ile doğrudan ilgili olduğunu göstermektedir. OAE testi normal elde edildiği takdirde uyarının dış ve orta kulaktan geçerek kokleaya, aynı şekilde gerisin geriye aynı kanaldan geçerek DKK’na eriştiğini gösterdiği için dış ve orta

kulaklarında normal olduklarına işaret eder. Dolayısıyla uyarılmış OAE yanıtları, akustik immitansmetre'nin çapraz sağlamasını yapan bir test olarak da kabul edilir. Böylece normal dış ve orta kulağın varlığında, özellikle DTH'lerin işlevini yansıttığından dolayı, OAE testi kokleanın işlevinin frekansa özgü olarak değerlendirilmesini sağlar. OAE testinin diğer işitme testlerinden farkını birkaç madde halinde sıralayabiliriz:

- OAE test süresi kısa olduğundan kısa sürede geniş hasta kitlesi taranabilir.
- DTH hakkında bilgi verir.
- Hastaya ait değişkenlerden etkilenmez.
- Objektif bir testtir, o yüzden güvenilirliği yüksektir.
- Çocuk grubu hastalarda ve diğer odyolojik testlerin uygulanamadığı mental retarde hastalarda rahatlıkla uygulanabilecek bir testtir.

### **2.3.3.1. Otoakustik Emisyonların Sınıflandırılması**

İngiliz sinyal işlemcisi David Kemp 1978'te OAE'leri keşfetmesi ile birlikte fizyolojik olarak aktif bir organ olan koklea tarafından üretilen, sorunsuz bir orta kulaktan geçerek dış kulak kanalı9nda kaydedilen seslerdir (94). Otoakustik emisyonlar, işitme sınırı öncesi dış tüylü hücreler düzeyinde koklea fonksiyonlarını anlamamıza yarayan objektif testlerdir.

OAE'ler ortaya çıkış yollarına göre ikiye ayrılırlar. Birincisi akustik bir uyararla ortaya çıkan uyarılmış OAE'ler, ikincisi ise akustik bir uyarandan olmaksızın beliren spontan OAE'lerdir (96).

Uyarılmış OAE'ler akustik bir uyarının varlığında ortaya çıkarlar. Farklı uyarın tiplerine göre çeşitli türlerde uyarılmış OAE'ler bulunmaktadır. Bunlar anlık uyarılmış OAE'ler, distorsiyon ürünü OAE'ler ve uyarın frekansı OAE'lerdir. Anlık uyarılmış yanıtlar tek bir uyarının ardı ardına verilmesiyle elde edildiği halde,

distorsiyon ürünü OAE'ler farklı frekanslardaki iki saf sesin sürekli olarak verilmesi sonucunda kaydedilmektedir.

### **2.3.3.1.1 Spontan Otoakustik Emisyonlar (SOAE)**

Spontan OAE'ler dışkulak yoluna konulan bir mikrofon aracılığı ile elde edilirler. Herhangi bir uyaran olmaksızın kaydedilebilen OAE'lerdir. Uyarılmış OAE'lerin normal dış, orta, içkulak fonksiyonuna sahip fonksiyonuna sahip hemen hepsinde gözlenmesi beklenirken spontan OAE'lerde bu oran %40-60 kadardır. Bu durum spontan OAE'lerin klinik yararını düşürmekte 30 dB'i aşan işitme kayıplarında elde edilemediği gözlenmektedir. Bir kulakta spontan OAE'lerin saptanmasının nasıl yorumlanması gerektiği henüz tartışmalıdır. Daha önceleri bu tür emisyonların tinnitus ile bağlantılı olarak ortaya çıktığı sanılmaktaydı, ancak bu görüş daha sonradan yapılan araştırmalarda desteklenmemiştir (8,13).

SOAE amplitüdü genellikle -15 ile 0 dB SPL (ses basınç seviyesi) arasındadır. SOAE'lar DKK içindeki mevcut gürültü içinden 800 ile 4000 Hz arasında dar pikler olarak ortaya çıkarlar. SOAE'nin en fazla ortaya çıktığı frekans aralığı 1-2 kHz arasındadır. Bu orta kulağın ters iletim fonksiyonunun en etkili olarak 1-2 kHz aralığında olmasına bağlanabilir.

### **2.3.3.1.2. Uyarılmış Otoakustik Emisyonlar**

Uyarılmış OAE'ler akustik bir uyarının varlığında ortaya çıkarlar. Farklı uyaran tiplerine göre çeşitli türlerde uyarılmış OAE'ler bulunmaktadır.

- Anlık Uyarılmış Otoakustik Emisyon (TEOAE)
- Stimulus Frekanslı Otoakustik Emisyon (SFOAE)
- Distorsiyon Ürünleri Otoakustik Emisyon (DPOAE)

### 2.3.3.1.3. Anlık Uyarılmış Otoakustik Emisyonlar (Transient Evoked OAE (TEOAE))

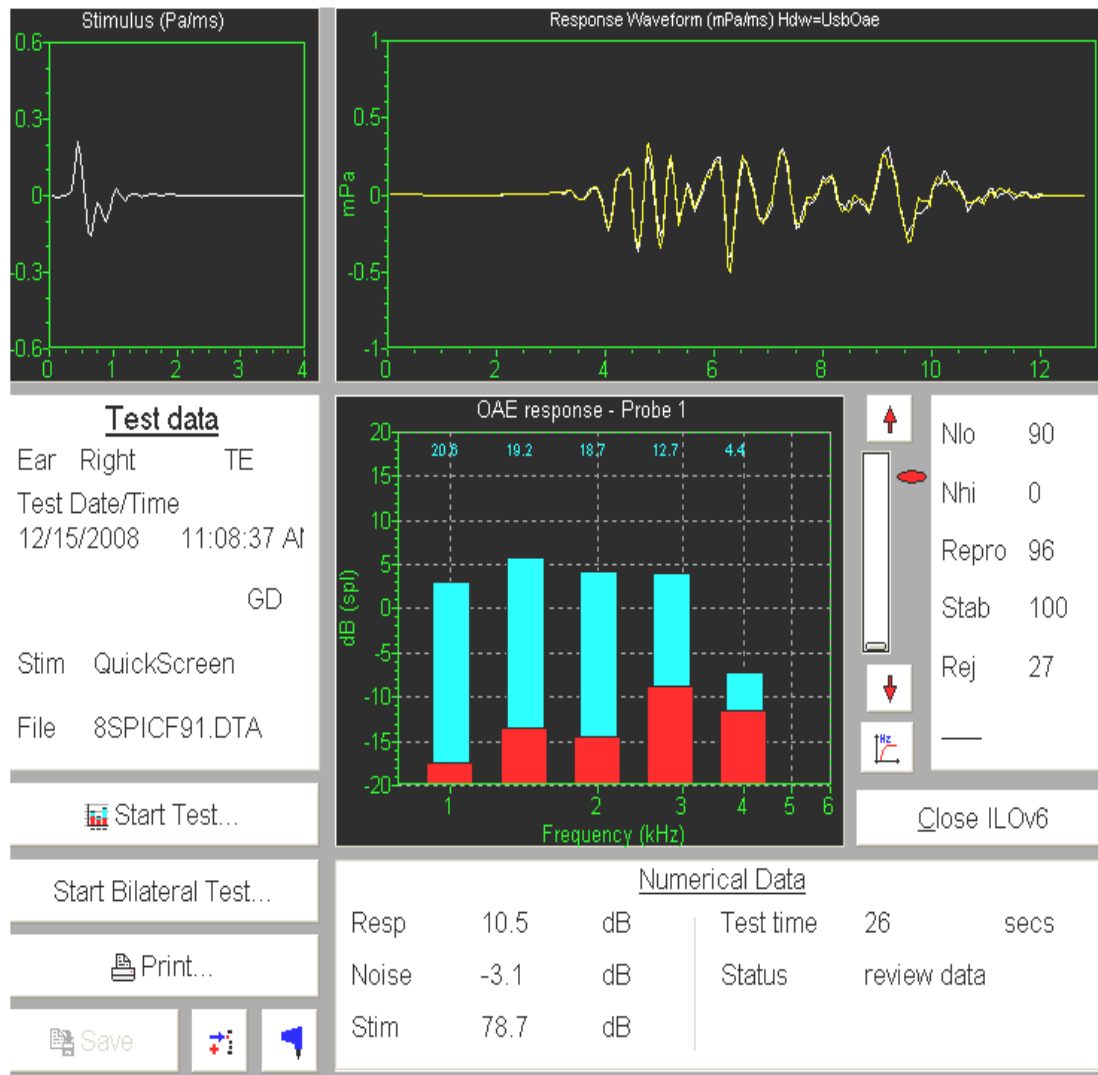
Anlık uyarılmış OAE'ler, çok kısa süreli bir uyarının verilmesiyle ortaya çıkar. Geniş bantlı (klik) veya sınırlı bir frekansa sahip (ton burst) uyarın kullanılabilir. Klik uyarınla ortaya çıkan OAE'lerin frekans aralığı oldukça geniştir. Tonal uyarınlarla ise frekansa özgü yanıtlar elde edilir. Bununla birlikte klik uyarınla elde edilen OAE'lerin spektral çözümü yapılarak yanıtların frekansa özgü dağılımını görmek mümkündür.

Anlık uyarılmış OAE tekniği, kliniklerde ve araştırmalarda en fazla kullanılan teknikler arasında yer alır. Normal dış orta ve iç kulak işlevine sahip kulaklarda otoakustik emisyonun gözlenmesi beklenir. Ancak 30-40 dB'i aşan koklear kayıplarda OAE elde edilemeyebilir. TEOAE'ler test edilen kulakta orta kulak patolojilerinin olduğu durumda alınamayabilir. Orta kulak patolojilerinde OAE'ların elde edilemeyişleri patolojinin yeri ve şiddeti ile alakalı olabilir (96,97)

Genellikle 30 dB HL'in üzerindeki işitme kayıplarında TEOAE'lar gözlenmemektedir.

0-10 dB kayıpta	TEOAE %100
10-20 dB kayıpta	TEOAE %99
20-30 dB kayıpta	TEOAE %11
30-35 dB kayıpta	TEOAE %8
40 dB üstünde ise	TEOAE %0 saptanır.



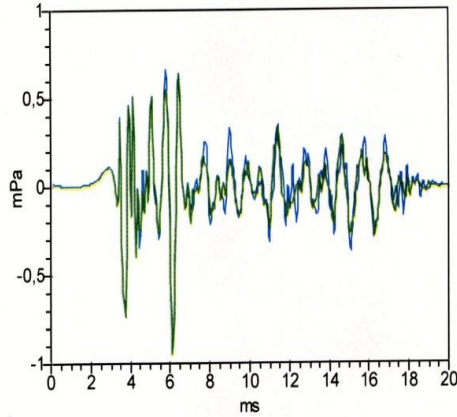


**Şekil 3.** Normal işitme ile uyumlu klik ile uyarılmış TEOAE cevabı

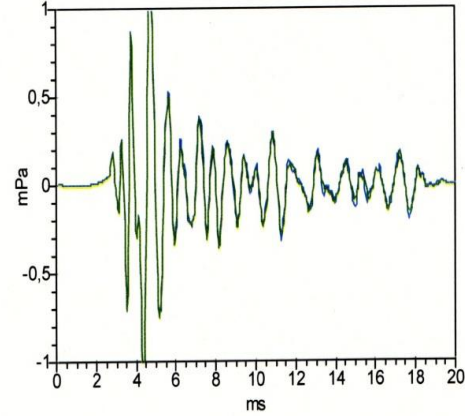
Ear: **Left**  
 Date/Time: **24.03.2015 08:58:45**  
 Test type: **TE - Linear-Bilateral**  
 Stimulus: **84,0dBpe**  
 Mode: **Gen Screen**  
 Tester ID: **123**  
 Data file: **5RRP3O38.DTA**  
 Notes:

Ear: **Right**  
 Date/Time: **24.03.2015 08:56:05**  
 Test type: **TE - Linear-Bilateral**  
 Stimulus: **84,1dBpe**  
 Mode: **Gen Screen**  
 Tester ID: **123**  
 Data file: **5RRP3O36.DTA**  
 Notes:

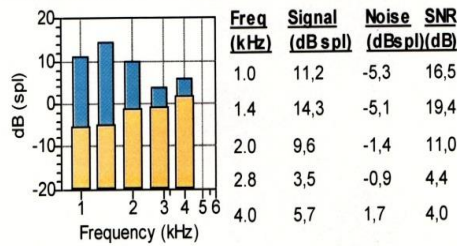
Response waveform



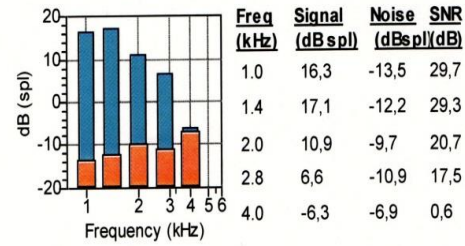
Response waveform



Half octave band OAE power



Half octave band OAE power



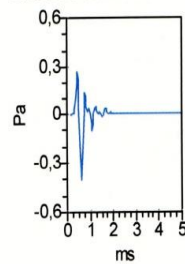
Test Summary

Total OAE response = 17,4dBspl Total Noise = 6,0dBspl

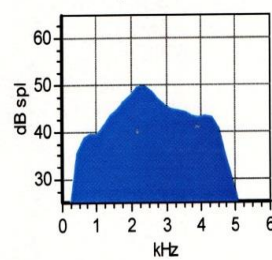
Test Summary

Total OAE response = 20,4dBspl Total Noise = -2,1dBspl

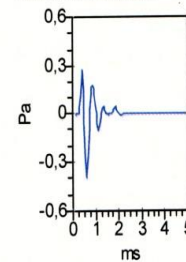
Checkfit stimulus



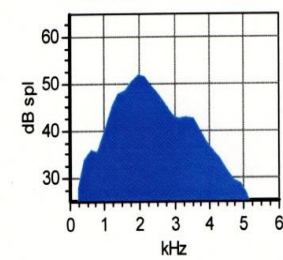
Ear canal response



Checkfit stimulus



Ear canal response



Test Environment

NLo = 173 NHi = 19 Test time = 81s  
 RejLev = 52,0dBspl Repr = 94% Stim stab = 99%  
 Hardw are= JSBOAE Probe = Probe 1

Test Environment

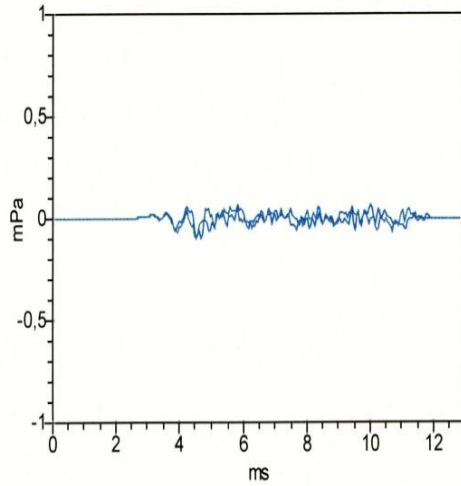
NLo = 158 NHi = 2 Test time = 69s  
 RejLev = 52,0dBspl Repr = 99% Stim stab = 99%  
 Hardw are=USBOAE Probe = Probe 1

Şekil 4. Normal işitme ile uyumlu klik ile uyarılmış TEOAE cevabı sonuç formu

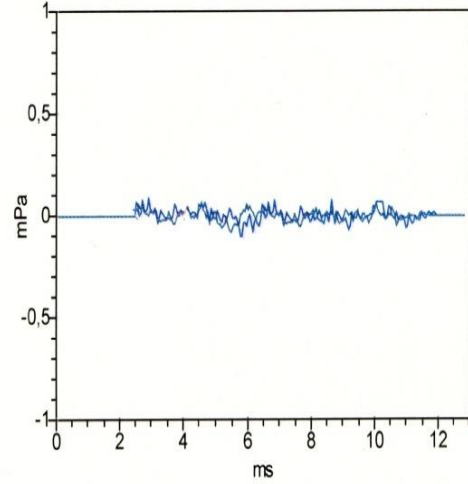
Ear: **Left**  
 Date/Time: **26.06.2013 11:33:48**  
 Test type: **TE - QuickScreen**  
 Stimulus: **84,3dBpe**  
 Mode: **Gen Diag**  
 Tester ID: **123**  
 Data file: **5RRN6Q33.DTA**  
 Notes:

Ear: **Right**  
 Date/Time: **26.06.2013 11:30:57**  
 Test type: **TE - QuickScreen**  
 Stimulus: **84,1dBpe**  
 Mode: **Gen Diag**  
 Tester ID: **123**  
 Data file: **5RRN6Q32.DTA**  
 Notes:

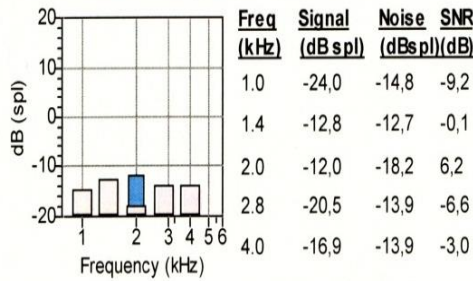
Response waveform



Response waveform



Half octave band OAE power



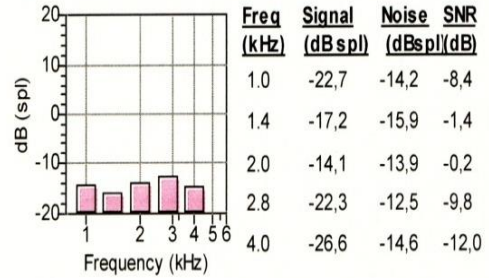
Test Summary

Total OAE response = -12,0dBspl Total Noise = -3,6dBspl

Checkfit stimulus

Ear canal response

Half octave band OAE power



Test Summary

Total OAE response = -50,0dBspl Total Noise = -2,9dBspl

Checkfit stimulus

Ear canal response

**Şekil 5.** İşitme kaybı ile uyumlu klik ile uyarılmış TEOAE cevabı sonuç formu

(Şekillerin tümü Otodynamics İLO V6 yazılımı ve ilgili donanımla yapılan kayıtlardır.)

OAE testinde 1000Hz, 1414Hz, 2000Hz, 2828Hz ve 4000Hz frekanslarının en az üçünde sinyal-gürültü oranının 3 dB ve üstü olması test sonucu pozitif yani emisyonların olduğunu, üç bantta sinyal gürültü oranı 3 dB'den küçükse negatif yani emisyon yok diyebiliriz.

#### 2.3.3.1.4. Stimulus Frekansı Oto akustik Emisyon (SFOAE)

Bu çeşit OAE'ler klinik bilgi sağlayabilir fakat teknoloji ve yorumlamadaki zorluklar nedeni ile klinik kullanımı engellenmektedir. Kulağa verilen devamlı saf ses uyarı sonucunda ortaya çıkarlar. Yanıtlar, stimulus şiddeti ile nonlineer olarak artmaktadır. Cevap ve stimulusu birbirinden ayırmak zordur. Koklear amplifikatörden kulak kanalına doğru yayılan enerjinin sonucu olarak da tanımlanabilmektedir.

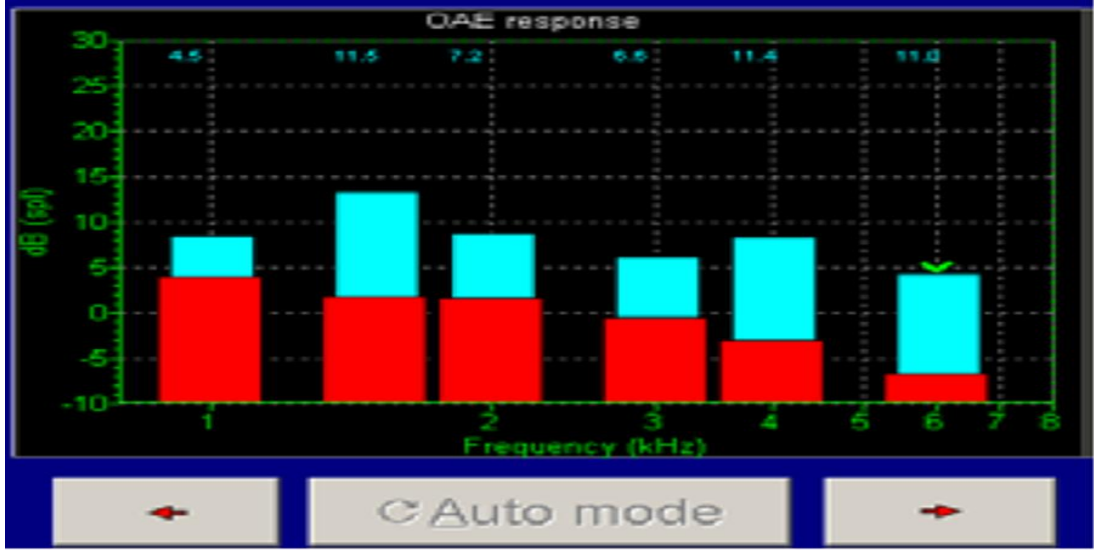
#### 2.3.3.1.5. Distorsiyon Ürünü Otoakustik Emisyonlar (DPOAE)

Distorsiyon ürünü OAE'lar eş zamanlı farklı frekanslardaki iki saf sesin kokleaya sunulmasının ardından ortaya çıkar. Bu iki saf ses ( $f_1$  ve  $f_2$ ), temel frekanslar olarak adlandırılır ( $f_2 > f_1$ ). Ortaya çıkan OAE'nin ( $f_3$ ) frekansı uyarıcı temel frekanslardan farklı, ancak aritmetik olarak ilişkilidir. Bu ilişkinin fonksiyonları  $f_2 - f_1$ ,  $2f_1 - f_2$  ve başka biçimlerde olabilir. Distorsiyon ürünü OAE'lerin elde edilmesinde temel frekansların arasındaki oranın önemi büyüktür. Ayrıca uyarıcı şiddetleri ( $L_1$  ve  $L_2$ ) arasındaki oranın da DPOAE amplitüdü üzerine etkisi vardır. İnsanlarda en yüksek amplitüdü Distorsiyon product otoakustik emisyon  $f_2/f_1$  oranı 1.22 ve bu iki primer saf sesler arası farkı ( $L_1 > L_2$ ) 0 ve 15 dB arasında olduğunda kayıt yapılır (96)

Distorsiyon ürünü OAE'ler 50 dB HL'i aşan sensorinöral işitme kayıplarında elde edilemez. Anlık uyarılmış OAE'lerde olduğu gibi distorsiyon ürünü OAE'lerde bu sınır kullanılan uyarıcı şiddetiyle bağlantılıdır. Distorsiyon ürünü OAE'leri etkileyen çok sayıda uyarıcı parametresi bulunmaktadır. Klinik uygulamalarda parametre seçiminde henüz bir standart oluşturulamamıştır. İki farklı DPOAE ölçüm yöntemi tanımlanmıştır.

- Uyarıcının şiddeti aynı tutulurken DPOAE verileri alçak frekanstan yükseğe doğru farklı frekans bölgelerinde kaydedilirler. Bu metoda distorsiyon ürünü odyogram (DP-gram) denir.
- Frekans sabit tutulurken uyarıcının şiddeti yükseltilir. Bu yönteme input/output yöntemi denir.

DPOAE testi TEOAE testinden daha kompleks bir testtir. DPOAE testini yapabilmek için kulak kanalına iki ayrı frekansta ses verebilmek için iki küçük hoparlör, ile bir küçük mikrofon konulabilir. DPOAE testi 500 Hz ile 8000 Hz arasındaki frekanslarda yapılabilir. Artefakt seviyesinin 20 dB'nin üzerinde olması cihaz otomatik olarak veri toplamayı durdurur. Test edilen frekanstaki emisyon cevabının S/N oranının +6 dB ve üzerinde olması durumunda o frekansta emisyon cevabı olduğu kabul edilmektedir.



Şekil 6 a. DPOAE yanıt ekranı (Grafik Olarak)

Numerical Data			
L1 Stim	65.0	dBspl	Test time 19 secs
L2 Stim	55.0	dBspl	Status review data
DP Level	14.7	dBspl	

Şekil 6.b. DPOAE yanıt ekranı.

( $L_1$ - $f_1$  frekansındaki ses değişikliği,  $L_2$ - $f_2$  frekansındaki ses değişikliği).

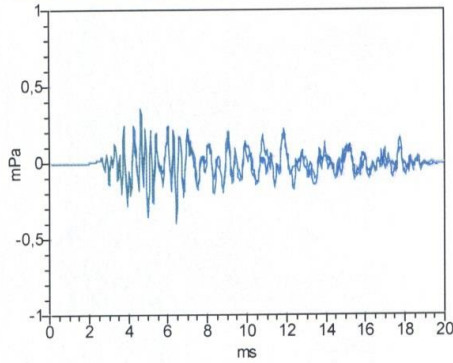
### 2.3.4. Otoakustik Emisyon (OAE) ve Kontralateral Supresyon (KLS)

OAE'lerin bir başka kullanım amacı da kontralateral uyarım verilerek otoakustik emisyonun suprese edilmesinde yardımcı araç olarak kullanılmasıdır (98). Supresyon, normal işiten bir kulağa ipsilateral yada kontralateral bir sesin verilmesiyle kaydedilen otoakustik emisyon amplitüdlerinin azalması olarak tanımlanır. Supresyon efferent işitsel sistem yoluyla ortaya çıkar. Supresyonun belirmediği durumlar ise efferent işitsel sistemin fonksiyon bozukluğunu gösteren patolojik olayları gösterir. Kontralateral gürültü uyarımı ile efferent sistemin uyarılmasının karakteristik etkisi dış tüylü hücre fonksiyonunun inhibisyonu, buna bağlı olarak da OAE amplitüdlerinin azalmasıdır.

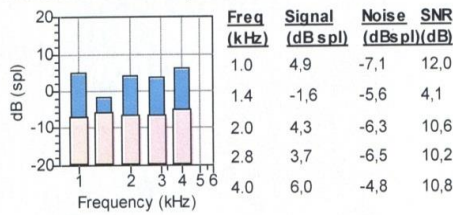
OAE'nin supresyonunda kontralateral sinyal, düşük seviyelerde verilmektedir. Verilen sinyal seviyesi, test edilen kulak tarafından algılandığında, stapedial refleks arkını çalıştıracak şiddet düzeyinin altında olmalıdır. Kontralateral sinyal verilerek yapılan efferent sistemin uyarılmasının sonrasında emisyon amplitüplerinde en az 1 dB azalmanın olması "Supresyon var", ancak değişiklik yoksa "Supresyon yok" şeklinde yorumlanır. Kontralateral uyarıcı ile otoakustik emisyon ölçümünün retrokoklear işitsel patolojilerde kullanışlı bir araç olduğu bildirilmiştir (98,99). Abdala ve ark. yaptıkları çalışmada işitsel nöropatili hastaları DPOAE kontralateral supresyon (KLS) testi ile değerlendirmiş ve sonucunda normal DPOAE değerleri elde edilmesine karşın bu hastalarda supresyon gözlenmediğini belirtmişlerdir (100). OAE'nin supresyonunda kontralateral sinyal, düşük seviyelerde verilmektedir. Verilen sinyal düzeyi, test edilen kulağa geçerek stapedial refleks arkını çalıştıracak şiddet düzeyinin altında olmalıdır.

Ear: **Left**  
 Date/Time: 30.07.2015 14:55:21  
 Test type: TE - Linear-Bilateral  
 Stimulus: 74,0dBpe  
 Mode: Gen Screen  
 Tester ID: 123  
 Data file: 5RRP7U42.DTA  
 Notes:

#### Response waveform



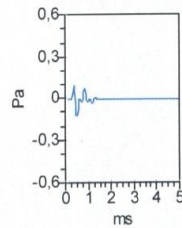
#### Half octave band OAE power



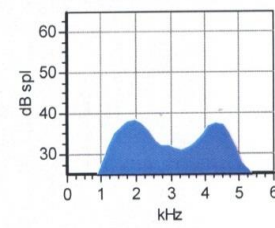
#### Test Summary

Total OAE response = 11,1dBspl Total Noise = 3,1dBspl

#### Checkfit stimulus



#### Ear canal response

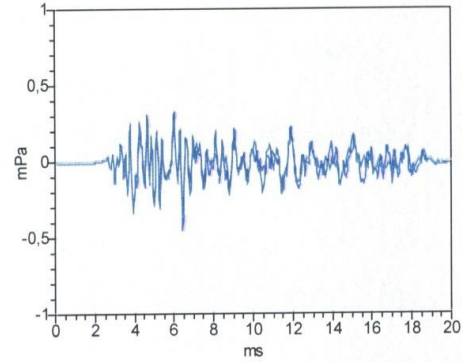


#### Test Environment

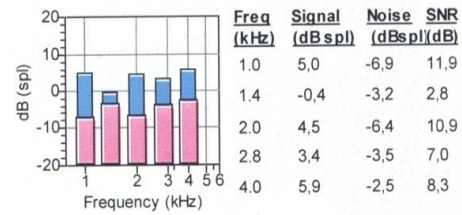
NLo = 33 NHi = 0 Test time = 14s  
 RejLev = 52,0dBspl Repr = 86% Stim stab = 99%  
 Hardware=JSBOAE Probe = Probe 1

Ear: **Left**  
 Date/Time: 30.07.2015 14:55:21  
 Test type: TE - Lin, mask=BB, 60dBspl  
 Stimulus: 58,2dBspl  
 Mode: Gen Screen  
 Tester ID: 123  
 Data file: 5RRP7U43.DTA  
 Notes:

#### Response waveform



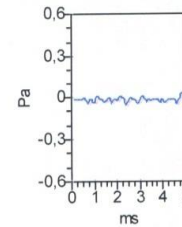
#### Half octave band OAE power



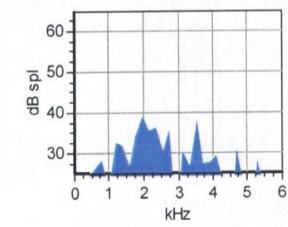
#### Test Summary

Total OAE response = 11,1dBspl Total Noise = 4,3dBspl

#### Checkfit stimulus



#### Ear canal response



#### Test Environment

NLo = 28 NHi = 0 Test time = 14s  
 RejLev = 52,0dBspl Repr = 83% Stim stab = 99%  
 Hardware=USBOAE Probe = Probe 1

**Şekil 7.** Sol kulağa 75dB SPL'de klik uyarı verilirken kontra kulağa da 60 dB geniş band gürültü verilerek oluşan kontralateral supresyon cevabı

Kontralateral supresyon testi iki kanallı OAE cihazı gerektirir. Kontralateralden genişbant gürültü gönderilir. Araştırma amaçlı alternatif olarak klik yada ton uyarı kullanılabilir. İpsilateralden emisyon kaydı alınırken kontralateralden

3 sn aralıklarla gönderilen uyarı sonucunda OAE cihazı otomatik olarak gürültü varlığında ve yokluğunda ki 2 grup emisyon yanıtlarını 2 farklı pencerede toplar. Test bittiğinde gürültü varlığında ve yokluğunda olmak üzere 2 adet emisyon tablomuz olur.



### 3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

#### 3.1. OLGULAR

Bu çalışma, Turgut Özal Üniversitesi Tıp Fakültesi klinik araştırmaları etik kurulunun 28.05.2015 tarihli 99950669/135 sayılı kararı ile etik kurul onayı alındıktan sonra (EK-1). Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Kulak Burun Boğaz (KBB) Anabilim Dalı Odyoloji kliniğinde yapılmıştır. Çalışmaya çınlama şikayeti ile başvuran 20-50 yaş arası 40 tinnituslu (20 Kadın, 20 Erkek) toplam 80 kulak dahil edildi. Katılımcıların yaş ortalaması, kadınlar 32.80, erkekler 34.45 'tir.Kulak Burun Boğaz muayenesi normal olan bireylere öncelikle saf ses odyometri, immitansmetrik ölçüm ve akustik refleks testleri yapılmıştır. Bireylerin;

Çalışmaya dahil edilme kriterleri;

- Bilateral normal (Tip A) timpanograma sahip olanlar,
- İpsi ve kontralateral akustik refleksleri elde edilenler,
- Saf ses ortalaması (SSO) 4 frekansta (500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz) 25 dB ya da daha iyi olanlar,
- Konuşmayı ayırtetme skoru (KAY) %80 ya da daha iyi olanlar
- En az 6 aydır bilateral tinnitusu olan bireyler çalışmaya dahil edilmiştir.

Çalışma dışı bırakılma kriterleri;

- Dış ve orta kulakta problemi olanlar,
- Kulak zarı perfore olanlar,
- Kafa travması geçirenler,
- Metabolik hastalığı ve ototoksik ilaç kullanımını olan hastalar çalışma dışı bırakılmıştır

## 3.2. YÖNTEM

### 3.2.1. Odyolojik Değerlendirme

Odyolojik incelemeler Interacoustics marka AC40 model klinik tip Hibrit odyometre ile DD 45 Telephonics kulaklıklar kullanılarak IAC (Industrial Acoustic Company) sessiz kabininde gerçekleştirilmiştir. Saf ses havayolu işitme eşikleri 125-8000 Hz arasında tespit edilmiş ve konuşmayı anlama ve ayırtetme testleri yapılmıştır. Kemik yolu işitme ölçümleri yapılırken Radioear B-71 model kemik vibratör kullanılmış ve 500-4000 Hz işitme eşikleri bulunmuştur. Yüksek frekans işitme eşikleri (Interacoustics AC40, Assens Denmark) HDA 200 kulaklıklar kullanılarak 8000-20000 Hz arasında tespit edilmiştir. Çalışmaya dahil edilen bireylerin konuşmayı anlama eşikleri ve konuşmayı ayırt etme yüzdeleri belirlenmiş, konuşmayı anlama eşik testi (KAE), Marmara Üniversitesi Odyoloji Ünitesi'nde Türkçe için geliştirilen üç heceli kelime listelerinden 25 kelimelik listenin araştırmayı yapan kişi tarafından okunması ile yapılmıştır. Konuşmayı ayırt etme yüzdesi (KAY) testi, KAE üzerine 40 dB eklenerek elde edilen eşikte yapılmıştır. Bu değer Türkçe için geliştirilmiş ve standardize edilmiş olan tek heceli fonetik dengeli kelime listesinden 25 kelimelik listenin testi yapan tarafından okunması ile elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan cihazların kalibrasyonları yetkili firma tarafından yapılmıştır.

### 3.2.2. İmmitansmetrik İnceleme

İmmitansmetrik ölçümler ve akustik refleks testleri Interacoustics AZ26 timpanometre cihazı ile yapılmıştır. İmmitansmetrik ölçümlerde 226 Hz ve 85 dBSPL şiddet seviyesinde prob tone kullanılmıştır. İmmitansmetrik ölçümlerde kulak kanal volümü, komplians, orta kulak basıncı ve gradient değerlendirilmiştir. Akustik refleks eşikleri ipsi ve kontralateral olarak ayrı ayrı belirlenmiştir. Kontralateral uyaranlar TDH 39 supraaural kulaklıklar ile verilmiştir.

### 3.2.3. Tinnitus Frekansının Ölçülmesi

Tinnitus frekansı hastanın kulağında mevcut olan sesin odyometre cihazından gönderilen sesle eşitleninceye kadar tüm frekansların taranması ile belirlenir (50). Bu yöntemde tinnitus şikayeti tek taraflı olan hastalarda ölçüm şikayetin olmadığı karşı kulaktan yapılır. Hastanın karşı kulağına ses verilerek tinnitusu ile karşılaştırması istenir. Hastaya verilen ses arttırıp azaltılarak hastadaki tinnitusa benzeyip benzemediği sorulur. Verilen sesin, tinnitusun şiddetine eşit olduğu seviye tinnitusun şiddetini belirler, birimi dB SL dir. 1, 2, 4, 6, 8 kHz test edilir (60). 1000 Hz'e göre daha kalın bir ses olduğunu belirttiği zaman 500 ve 250 Hz'de bakılır. 8000 Hz'den daha tiz ses olduğunu belirttiğinde yüksek frekans bakılır. Tinnitus şikayeti her iki kulağında olan hastalarda ise ölçüm tinnitusun az ya da çok olduğu olduğu kulaktan gerçekleştirilmektedir (54).

### 3.2.4. Tinnitus Şiddetinin Ölçülmesi

Tinnitusun değerlendirilmesinde ise kontralateralden verilen uyarının hastanın tinnitusu ile karşılaştırması yöntemiyle yapılır. Tinnitus frekansı belirlenen bireylerin işitme eşiklerinin altındaki şiddet seviyesinden başlanarak 1 dB' lik artırımlarla tinnitusun minimum ve maksimum olduğu şiddet seviyesi belirlenir (50,59,60).

### 3.2.5. Otoakustik Emisyon (OAE) Ölçümü

Çalışma grubundaki tüm bireylerin TE-OAE ölçümleri bilgisayar tabanlı Otodynamics Echoport ILO 292 USB II cihazı ILO V6 versiyonu kullanılarak yapılmıştır. Cihazın kalibrasyonu periyodik zamanlarda 2cc kavitede yapılmıştır.

TEOAE ölçümü, bilateral olarak; Quick Screen modunda yapılmıştır. Ölçümde nonlinear 80  $\mu$ sn süreli 75 dB SPL şiddet seviyesindeki 260 klik uyarın averajlanması ile yapıldı. "Noise rejection level" 47 dB, dalganın yeniden üretilme yüzdesinin (Wave Reproducibility) %70 ve üzerinde, uyarın stabilitesinin %80'den

daha büyük olması dikkate alındı. Her bir uyarın ile elde edilen eşikler (1000 Hz, 1414 Hz, 2000 Hz, 2828 Hz, 4000 Hz) ve Total Sinyal-Gürültü Oranı (SNR) değerleri çalışma parametresi olarak kullanıldı.

TEOAE kontralateral supresyon ölçümü için TEOAE probu ile karşı kulaktan 60 dB SL beyaz gürültü (White noise) verilerek aynı taraf kulaktan emisyon amplitüdü ölçümü yapıldı. Emisyon değerlerinde gürültü verilmeden önce (supresyon öncesi) elde edilen değerlerde düşme olması beklenmekte. Her bir frekansta önceki değerlere göre daha düşük değer elde edilmesi Supresyonun sağlandığı anlamına gelmektedir. Ayrıca, her bir bireyde en az 3 frekansta supresyon saptananların sayısı da bir çalışma parametresi olarak kullanıldı.

Supresyon tetsinden önce normal prosedürle TE-OAE ölçümleri yapıldı. Daha sonra TEOAE kontralateral supresyon ölçümü için karşı kulaktan 60 dB SL beyaz gürültü (White Noise) verilerek aynı taraftan otoakustik emisyon amplitüd ölçümleri yapıldı. supresyon öncesi ve sonrası elde edilen 1 dB ve üzeri değişimler anlamlı olarak kabul edildi. Ayrıca, her bir bireyde en az 3 frekansta supresyon saptananların sayısı da çalışma parametresi olarak kullanıldı.

Tüm TEOAE ölçümlerinde prob bir defa takılarak ve sırasıyla TEOAE ve kontralateral supresyon testleri uygulandı. Testler bir kulak için yaklaşık olarak 5 dk. sürdü. Daha sonra aynı işlemler sıra ile diğer kulak için uygulandı.

### **3.3. VERİLERİN TOPLANMASI VE İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRME**

Bu çalışma sırasında toplanan veriler bilgisayarda istatistiksel analizler için SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for windows 20.0 software istatistik paket programı kullanıldı. İstatistiksel değerlendirme sırasında bilateral tinnituslu tüm bireyler iki grup halinde incelendi.

Bilateral tinnituslu bireylerde erkek ve kadınlarda Pür ton odyo ortalamasının yaş ve cinsiyete göre sağ kulak ve sol kulak ayrı ayrı değerlendirildiği istatistik

analiz programında non parametrik testlerden t testi kullanıldı. P değerinin 0.05'ten küçük olması halinde sonuçların anlamlı olduğu kabul edildi.

Bilateral tinnituslu tüm olguda cinsiyetin, tinnitus şiddeti ve frekansına göre anlamlı olup olmadığına bakmak için non parametrik testlerden t testi kullanıldı Mann Whitney U istatistiksel analiz programında P değerinin 0.05'ten küçük çıkması halinde sonuçlar anlamlı kabul edildi.

Çalışmalarımızda kullandığımız bilateral tinnituslu olan tüm olguları yaş olarak iki gruba ayırdık. 35 yaşından küçük olanlarla, 35 yaşından büyük olanları, tinnitus frekans ve şiddetine göre şiddet ve frekanstaki değişimlerin anlamlı olup olmadığına non parametrik testlerden Mann Whitney U istatistik analizi testi ile bakıldı. P değerinin 0.05'ten küçük çıkması halinde sonuçlar anlamlı olduğu kabul edildi.

Bilateral tinnituslu olan tüm olguda tüm frekanslarda (TEOAE 1000Hz, TEOAE 1414Hz, TEOAE 2000Hz, TEOAE 2828Hz, TEOAE 4000Hz) supresyon öncesi ve supresyon uygulandıktan sonra sağ ve sol kulakların amplitüd değerleri arasında anlamlı bir fark olup olmadığı, non parametrik testlerden wilcoxon istatistiksel analiz programı ile karşılaştırıldı. P değerinin 0.05'ten küçük olması halinde sonuçlar anlamlı kabul edildi.

Bilateral tinnituslu tüm olguda, Total SNR (Sinyal-Gürültü Oranı) değerlerine göre supresyon öncesi ve supresyon uygulandıktan sonra sağ ve sol kulağın amplitüd değerlerinin ayrı ayrı karşılaştırıldığı çalışma non parametrik testlerden wilcoxon istatistiksel analiz programı ile karşılaştırıldı. P değerinin 0.05'ten küçük çıkması halinde sonuçlar anlamlı kabul edildi.

Bilateral tinnituslu tüm olgularda, supresyonun yaşla etkilenip etkilenmediğine bakmak için olguları iki gruba ayırdık. 35 yaşına kadar olanlarla 35 yaşından büyük olanların sağ ve sol kulakları için suprese olup olmama durumlarına bakmak için ki-kare istatistiksel analiz testi kullanıldı. P değerinin 0.05'ten küçük çıkması halinde sonuçlar anlamlı kabul edildi.

Bilateral tinnituslu tüm olguda her iki kulağın cinsiyete göre supresyon öncesi ve supresyon uygulandıktan sonraki durumlarına bakmak için non parametrik testlerden Mann Whitney U istatistiksel analiz programı kullanıldı. P değerinin 0.05'ten küçük çıkması halinde sonuçlar anlamlı kabul edildi.

## 4. BULGULAR

Bu çalışmaya kriterleri karşılayan bilateral tinnituslu 40 hasta toplam 80 kulak dahil edildi. Tabloda bireylerin yaş ve cinsiyet dağılımı gösterildi.

**Tablo 3.** Bilateral tinnituslu bireylerin yaş ve cinsiyete göre dağılımı

Hasta Sayısı	Cinsiyet		Yaş (Ort±SD) E/K	Toplam
	Erkek	Kadın		
40	20	20	34.45±10.96/ 32.80±10.49	33.625±10.72

**Ort:** Ortalama, **SD:** Standart Deviasyon, **E/K:** Erkek / Kız

Bilateral Tinnituslu Bireylerde Erkek ve Kadınlarda saf ses odyo ortalamasının yaş ve cinsiyete göre sağ kulak ve sol kulak ayrı ayrı değerlendirilmiş ve bilateral tinnituslu bireylerde yaş ve cinsiyet açısından P değeri 0.56 ( $P>0.05$ ) olduğundan anlamlı bir fark bulunamamıştır.

**Tablo 4.** Bilateral tinnituslu olan erkek ve kadın bireylerin sağ ve sol kulaklarının saf ses odyo ortalamaları

Cinsiyet	Hasta Sayısı	Sağ kulak saf ses odyo ort.	Sol kulak saf ses odyo ort.
Erkek	20	16.05±5.15	14.95±4.74
Kadın	20	13.90±4.88	14.15±4.36

**Tablo 5.** Tinnitus frekans ve şiddetinin cinsiyet ayırımı yapılmadan tüm bireylerdeki dağılımı

	N	Minimum	Maximum	Ortalama	Standart Deviasyon
Tinnitus frekans sağ Hz	40	2376,00	8000,00	4946,3000	1514,12422
Tinnitus frekans sol Hz	40	2378,00	8668,00	4906,8250	1517,82579
Tinnitus şiddeti sağ dB	40	22,00	78,00	39,8750	14,03692
Tinnitus şiddeti sol dB	40	20,00	72,00	38,4000	13,02424

Bilateral tinnituslu bireylerde cinsiyetin tinnitus frekans ve şiddeti üzerindeki dağılımının etkisine bakılmış ve anlamlı bir fark bulunamamıştır.

**Tablo 6.** Bilateral tinnituslu bireylerde yaşa göre tinnitusun frekans ve şiddeti değerlendirilmektedir

	Yaş	Tin. Fre. Sağ Hz	Tin Fre. Sol Hz.	Tin. Şid Sağ dB	Tin. Şid. Sol dB
P Değeri	0.56	0.393	0.132	0.284	0.171

**Tablo 7.** Bilateral tinnituslu bireylerin frekans ve şiddet değerlerinin sağ ve sol kulakiğin ayrı ayrı ortalama ve standart sapma değerleri

Cinsiyet	Olgu Sayısı	Tinnitus Fre. Sağ Ort±SD	Tinnitus Fre. Sol Ort±SD	Tinnitus Şid. Sağ Ort±SD	Tinnitus Şid. Sol Ort±SD
Erkek	20	5172±1614	5259±1513	42.4±15.4	41.6±14.8
Kadın	20	4720±1411	4554±1475	37.3±12.3	35.2±10.2



Bilateral tinnituslu 40 bireyin sağ ve sol kulaklarının Total SNR (Sinyal-Gürültü Oranı) değerlerine göre suprese öncesi ve supresyon uygulandıktan sonra ayrı ayrı değerlendirildiği çalışmada grubun sağ ve sol kulağı suprese öncesi ve supresyon uygulaması sonrası ortalama ve standart sapma değerleri tablodaki gibidir.

**Tablo 8.** Tüm olgularda supresyon öncesi ve sonrası total SNR değerlerinin maksimum minimum ve standart sapma değerleri

	<b>Olgu sayısı</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>Ortalama</b>	<b>Std. Deviasyon</b>
Önce OAE sağ TSNR	40	-,20	15,00	8,0175	3,59878
Sonra OAE sağ TSNR	40	-1,00	18,40	5,6565	3,56204
Önce OAE sol TSNR	40	-3,90	18,40	5,4900	4,14987
Sonra OAE sol TSNR	40	-3,90	18,40	7,6725	3,72056

Bilateral tinnituslu tüm olguda, Total SNR (Sinyal-Gürültü Oranı) değerlerine göre supresyon öncesi ve supresyon uygulandıktan sonra sağ ve sol kulağın amplitüd değerlerinin ayrı ayrı karşılaştırıldığı çalışmada yapılan istatistiksel analizde her iki kulak için  $P < 0.05$  çıktığından sonuçlar bakımından anlamlıdır diyebiliriz.

**Tablo 9.** Bilateral tinnituslu olgularda supresyon öncesi ve supresyon uygulandıktan sonra suprese olan ve olmayan hasta sayısı

	<b>KLS Var</b>	<b>KLS Yok</b>	<b>Toplam Olgu</b>	<b>P Değeri</b>
Sağ Kulak	38	2	40	0.001
Sol Kulak	39	1	40	0.001

**KLS:** Kontralateral Supresyon

Normal işitmeye sahip bilateral tinnituslu bireylerde supresyonun yaşla etkilenip etkilenmediği değerlendirilmiştir. Bireylerin yaşa göre her iki kulağında suprese olup olmadığı durumuna bakmak için ki-kare istatistiksel analiz testi kullanılmıştır ve anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür (P değeri; sol kulak 0.236, sağ kulak 0.508).

**Tablo 10a.**Bilateral tinnituslu tüm olguda sol kulak için yaşın artması ile KLS mekanizması değerleri görülmekte

Tablo A		Sol Kulak KLS		Toplam	P Değeri
		KLS Var	KLS Yok		
Yaşgrup	35 den küçük	24	0	24	0.236
	35den büyük	15	1	16	
Toplam		39	1	40	

**Tablo 10b.**Bilateral tinnituslu tüm olguda sağ kulak için yaşın artması ile KLS mekanizması değerleri görülmekte

Tablo B		Sağ Kulak KLS		Toplam	P Değeri
		KLS Var	KLS Yok		
Yaşgrup	35 den küçük	22	2	24	0.508
	35den büyük	16	0	16	
Toplam		38	2	40	

**Tablo 11.** Tüm olguların TEOAE’de frekans bazında maksimum, minimum, ortalama amplitüd ve standart sapma değerleri

	Olgu Sayısı	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
önceOAEsol1khz	40	-9,50	28,00	12,3900	6,07567
önceOAEsol14khz	40	3,30	22,50	11,5625	5,37180
önceOAEsol2khz	40	1,50	20,80	9,0150	4,87193
önceOAEsol28khz	40	-7,70	19,40	4,5125	6,49533
önceOAEsol4khz	40	-8,70	20,20	1,6475	6,29701
sonraOAEsol1khz	40	-14,40	30,30	10,2475	7,26643
sonraOAEsol14khz	40	-2,20	24,70	10,0100	5,65299
sonraOAEsol2khz	40	-2,50	16,30	6,7650	5,09316
sonraOAEsol28khz	40	-5,80	18,90	3,2300	5,84537
sonraOAEsol4khz	40	-10,50	17,50	,0925	6,26346
önceOAEsağ1khz	40	3,50	22,20	12,2450	4,97645
önceOAEsağ14khz	40	3,30	20,50	12,2075	4,77001
önceOAEsağ2khz	40	,30	19,30	10,4325	4,84426
önceOAEsağ28khz	40	-6,80	21,40	5,4875	5,87525
önceOAEsağ4khz	40	-7,40	16,00	1,3025	5,23408
sonraOAEsağ1khz	40	,30	22,90	10,7075	5,16295
sonraOAEsağ14khz	40	-2,60	18,50	9,6425	4,80186
Toplam	40				

Normal işitmeye sahip bilateral tinnituslu tüm olguda TEOAE’de frekans bazında TEOAE 1000Hz, TEOAE 1414Hz, TEOAE 2000Hz, TEOAE 2828Hz,

TEOAE 4000Hz supresyon uygulamadan ve supresyon uyguladıktan sonra sağ ve sol kulak için ayrı ayrı değerlendirilmesinin yapıldığı çalışmada;

Her kulak kendi arasında değerlendirildiğinden supresyon uygulamadan ve supresyon uyguladıktan sonra frekans bazında bütün değerlerin anlamlı çıktığı gözlemlendi.

**Tablo 12.** Tüm olgularda TEOAE’de frekans bazında Sağ kulak için supresyon öncesi ve sonrası suprese olan-olmayan parametreler ve P değeri

SAĞ KULAK	Olgu Sayısı	Frekans	KLS Var	KLS Yok	Toplam	P Değeri
	40	1000Hz	27	13	40	0.007
		1414Hz	32	8	40	0.001
		2000Hz	35	5	40	0.001
		2828Hz	24	16	40	0.003
		4000Hz	25	15	40	0.017

**Tablo 13.** Tüm olgularda TEOAE’de frekans bazında Sol kulak için supresyon öncesi ve sonrası suprese olan-olmayan parametreler ve P değeri

SOL KULAK	Olgu Sayısı	Frekans	KLS Var	KLS Yok	Toplam	P Değeri
	40	1000Hz	26	14	40	0.002
		1414Hz	27	13	40	0.014
		2000Hz	31	9	40	0.001
		2828Hz	28	12	40	0.009
		4000Hz	28	12	40	0.001

## 5. TARTIŞMA

Üzerinde son yıllarda birçok çalışma yapılan tinnitus, bireyler üzerinde pek çok sorunlara yol açan bir semptomdur. Tinnitus çok boyutlu özelliği nedeni ile kişinin üzerinde etkilerinin belirlenebilmesi için işitsel sistemle psikolojik ve sosyal etkilerine birlikte bakılmalıdır.

Otoakustik emisyonun klinik kullanıma girmesiyle tinnitusa yönelik çalışmalar farklı bir boyut kazanmıştır. Tinnitusun koklear bir patolojiye bağlı olup olmamasının araştırıldığı çalışmalarda TEOAE amplitüdlerinin düşük çıktığı görülmüştür. Tinnitus insan yaşamı boyunca ağırlıklı olarak 30-80 yaşları arasında görülmekle birlikte endüstri toplumunda gürültüye sürekli maruz kalınması ya da koklear patolojiye yol açabilecek yeni iş sahalarında çalışılması halinde dış tüy hücre hasarına bağlı olarak daha erken yaşlarda görülebilmektedir (32,101). Bizim çalışmamızda, çalışmaya katılan tüm bireylerin yaş ortalaması  $33.62 \pm 10.72$  olup kabul gören sınırlar içindedir.

Tinnitus %50 oranında bilateraldir (32). Stouffer ve Tyler, hastalarının %52'sinin bilateral, %37'sinin unilateral olduğundan bahsetmişlerdir (102). Çalışmamızda tüm olgular bilateral tinnitusu olan bireylerden seçilmiştir. Görülme sıklığı erişkin toplumun ortalama %10-15'i kadardır (3). Buna rağmen rahatsız edici tinnitus hastaların %3 ile %5 kadarlık bir oranını etkiler. Yaşla birlikte tinnitusun hem sıklığı hem de rahatsız edici olma özelliği artmaktadır. İşitme sisteminin en yaygın semptomlarından biri olan tinnitus genel topluluğun %17'sini, yaşlı topluluğun %33'ünü etkilediği söylenmektedir. The National study of Hearing (1987) sonuçlarına göre normal popülasyonun %35 ile 40'ı hayatlarında herhangi bir zamanda daha önce yokken tinnitusu tarif ederken, %15'i 5 dakikadan daha fazla süren spontan tinnitusu tarif ettiğini, %8'i uykularında bile ciddi tinnitus olduğunu, %5'i de normal hayatlarını tehdit edecek derecede tinnitus olduğunu ileri sürmüşlerdir. Tinnitus yaşlılık semptomu olduğu için insidansıda yaşa bağlı olarak artış gösterir (10). 55 yaş üzerindeki topluluğun %30'unda hafif, %10'unda ileri düzeyde sıklığı %8.2 olarak bulunmuştur (13). Erkekler ile kadınlar arasındaki

prevelans hemen hemen aynı olduğu bildirilmiştir (13). Ayrıca yapılan bir başka çalışmada 30'lu yaşlarda görülme sıklığı %7 iken 80'li yaşlarda görülme sıklığı %21 olarak bulunmuştur. ABD'de toplumun genelinde %4.5 olan tinnitus sıklığı 55 yaşından sonra %12.3 olarak bulunmuştur (13). Başka bir çalışmada 48 ile 92 yaş arasındaki bireylerde tinnitus hemen aynıdır. Mesleki olarak gürültüye ya da yüksek sese maruz kalmış kişilerde tinnitus riski yüksektir. Akustik travmalı hastalarda tinnitusun, işitme kaybının en fazla olduğu frekansa denk geldiği görülmüştür (9). Tinnitus ile işitme kaybı arasında yakın bir ilişki mevcuttur (14,15). Graham (1981) tinnitusun koklear patolojilerde retrokoklear patolojilerden daha yaygın olduğunu bildirmiştir (16). Spoendlin (1987) ani sensorinöral işitme kaybı olan hastaların %50'sinde, presbiakuzi olanların %70'inde, ototoksitesisi olanların %30-90'ında, kronik akustik travması olanların %50-90'ında, ve Meniere hastalarının %100'ünde tinnitus varlığını tespit etmiştir (17). Hastalar tinnitüsü unilateral veya bilateral olarak tanımlayabildikleri gibi, arkada, ortada, yanda, başın içinde, dışında şeklinde de tanımlayabilirler. Bazı otologlar tinnitus frekansının 2000 Hz olduğunu 3000 ile 4000 Hz'de pik yaptığını genelde 4000 Hz ve üzerinde olduğunu kabul etmişlerdir (101,103,104). Tinnitus frekansı genelde geniş spektrum göstermektedir. Bu durum tinnitus frekansını belirlemeyi zorlaştırmaktadır. Araştırmaya göre hastaların %60 civarı oktav karıştırması yapmaktadır. Yılmaz ve arkadaşları tinnitus frekans ile ilgili çalışmasında başlangıçta tinnitus frekanslarının ortalamasını  $5796.67 \pm 3017.89$  Hz olarak bulmuşlardır (105). Vermont ve Meikle yaptıkları çalışmada tinnitus frekansının önceki çalışmalarda olduğu gibi 3000 Hz'in üzerinde olduğunu söylemişlerdir (60). Bizim çalışmamızda bilateral tinnitüsü olan bireyler kadın ve erkek, sağ-sol kulak ayrı ayrı değerlendirilmiş. Kadınlarda sağ-sol kulak ortalama 4000 Hz ile 5000 Hz, erkeklerde ise sağ-sol kulak ortalama 5000 Hz ile 6000 Hz aralığında bulunmuştur. Sonuçlardaki bu farklılıkların, erkeklerde tinnitus frekansının kadınlara göre yüksek çıkması iş hayatında gürültüye maruz kalması ile açıklanabilir.

Yapılan çalışmalarda tinnitus şiddet eşleştirme 33-47 dB aralığında değişkenlik gösterdiği söylenmiştir (5). Fowler dahil birçok araştırmacı 3-4 dB SL olduğunu bulmuşlardır (104). Bizim çalışmamızda kadın ve erkekler, sağ ve sol

kulak ayrı ayrı ölçüm yapılmış; Kadınlarda sağ-sol kulak ortalama 35 dB ile 37 dB erkeklerde sağ-sol kulak ortalama 41 dB ile 43 dB aralığında bulunmuştur.

Kokleanın frekansa spesifik olması nedeni ile yüksek frekans yanıtı alçak frekans yanıtından daha önce oluşmaktadır. Bu frekans organizasyonu baziler membran boyunca olan frekans kodlaması ile uyumludur. Bu durum, belirli bir frekansa ait emisyonun bu frekansa ait baziler membran bölgesinden kaynaklandığını gösteren hipotezi desteklemektedir (106). OAE cevaplarında alçak frekansların daha çok etkilenmesi orta kulağın esnekliği ile ilgili olabileceği söylenebilir (107).

Tinnitusun oluşmasına yönelik herhangi bir sebebin bulunamaması, tinnitusun başlangıcını tüm işitsel yollarla alakalı olabileceğini düşündürmektedir (11). Tinnitusun özellikle periferik kaynaklı olarak tanımlanan lokalizasyonuna karşı olan en önemli tartışma, destrüktif cerrahi sonuçlarına dayanmasıdır. Lenarz ve ark. (5) stapedektomi sonrası tinnitus gelişen hastalarda primer hasarın kesinlikle koklea da olduğu sonucuna varmıştır. Fakat farklı destrüktif cerrahi yaklaşımların (labirentektomi, nörektomi) tinnitusu geçirmediği gözlenmiştir.

Efferent sistemin hem medial olivokoklear demet, hem de lateral olivokoklear demet yolu ile DTH'lerin koklear fonksiyonunu kontrol edici bir fonksiyonu vardır. İnsanlarda kontralateral kulağa düşük şiddetli akustik uyarın verilerek çaprazlaşan efferent lifleri uyarılabilir. Bu uyarı ile klik TEOAE'de, koklear mikrofoniklerde ve tüm sinir aksiyon potansiyellerinde değişiklikler oluşmaktadır. Efferent sistemin koklear aktiviteyi etkilemede önemli bir rolü olduğu gibi afferent sinir liflerinde üretilen paternleri etkilemesi de mümkündür.

OAE'lerin meydana geliş yerlerinin koklea içerisinde olduğunu OAE'lerin işitme eşiklerine ve test frekanslarına bağlı olmasıyla açıklanabilir (11). Yapılan çalışmalarda OAE'nin koklear işitsel disfonksiyon için özel bir değerlendirme yöntemi olduğu ve normal işitmesi ve tinnitus şikayeti olan bireylerde koklear disfonksiyonu objektif olarak doğruladığı düşünülmektedir. OAE'nun tinnituslu bireylerde amplitüd değerlerinin düşük çıkması koklear patolojilerin varlığında tinnitusun koklear disfonksiyonun bir göstergesi olabileceği hipotezini

desteklemektedir (106). Semptomun tanısı tedavi açısından önemli olduğundan tinnitusun lokalizasyonunun belirlenmesi gerekir.

OAE ve kontralateral supresyon ile ilgili olarak yapılan çalışmalarda (27, 50, 81, 84) medial olivokoklear sistemi içeren santral yollardaki bozukluk varlığı araştırılarak gösterilmiştir (106, 108, 109). Yapılan çalışmalarda yaş ile kontralateral amplitüdler ilişkisi araştırılmıştır. Çalışmalarda yaş ile birlikte medial olivokoklear sistem fonksiyonlarında bozulma saptanmıştır (110). Parthasarathy ve ark. (108) tarafından yapılan çalışmada kontralateral supresyon ile yaş arasındaki ilişki araştırılarak, 20-79 yaş arası 30 bireyde kontralateral geniş band gürültü kullanılarak kontralateral supresyon yapılmıştır. Çalışma sonucunda kontralateral geniş band gürültünün medial olivokoklear sistemi aktive ettiği ve yaşın bir fonksiyonu olarak TEOAE amplitüdlерinin suprese ettiği gösterilmiştir. Normal işitmesi olan 20-72 yaş arası 52 bireyde efferent supresyon ve OAE'lerde yaşın etkisi araştırılmış, çalışma sonucunda ortalama TEOAE amplitüdlерinin yaşa bağlı olarak azaldığı, ama bu faktörün supresyon miktarını etkilemediği belirtilmiştir (110). Çalışmamızda normal işitmesi olan bilateral tinnitüslü 20-50 yaş arası 40 bireyde supresyonun yaşla etkilenip etkilenmediğine bakmak için olguları iki gruba ayırdık. 35 yaşına kadar olanlarla 35 yaşından büyük olanların sağ ve sol kulakları için suprese olup olmama durumu çalışma sonunda amplitüdlерinin azaldığı gözlenmiş fakat supresyon açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır.

OAE'nin supresyon ölçümünde kontralateral kulağa verilecek sinyal ya da gürültü düşük seviyede verilmelidir. Verilen sinyal seviyesi, test edilen kulağa geçecek ve stapedial refleks arkını çalıştıracak şiddet seviyesinde olmamalıdır. Kontralateral sinyal verilerek yapılan efferent sistemin uyarılmasının karakteristik etkisi DTH'lerin supresyonudur ve elde edilen OAE amplitüdün de azalma olarak saptanır (111).

Tinnitus olgularında TEOAE ile yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçların anlamlı derecede bozuk olduğu bildirilmiştir (43,11). McKee ve Stephens'e göre tinnitus şikayeti olan kişilerin TEOAE dalga formları, kontrol grubuna göre anlamlı derecede bozuk elde edilmiştir (44). Sol kulağında tinnitus şikayeti olan bireylerin



emision amplitüdüleri, sağ kulak tinnitus olanlarınkine göre daha düşük olduğu gözlenmiştir. Graham ve ark. yaptıkları çalışmada tinnituslu bireylerde KLS açısından anlamlı bir fark bulmuşlardır (112). Lind tinnituslu bireylerde TEOAE ile KLS incelemiş anlamlı bir fark bulamamıştır (45). Bizim çalışmamızda normal işitmeye sahip bilateral tinnituslu 40 olguda TEOAE ile konralateral supresyon incelendi ve sonuçlar anlamlı bulundu.

Yapılan çalışmalara göre OAE'nin kokleanın işitsel fonksiyonu için özel bir değerlendirme yöntemi olduğu, işitmesi normal tinnitus şikayeti olan bireylerde kokleayı objektif olarak doğruladığı düşünülmektedir (6).

## 6. SONUÇ

Tinnitusun koklear bir patolojiye bağlı olup olmamasının araştırıldığı çalışmalarda TEOAE amplitüdlerinin düşük çıktığı görülmüştür. Tinnitus insan yaşamı boyunca ağırlıklı olarak 30-80 yaşları arasında görülmekle birlikte endüstri toplumunda gürültüye sürekli maruz kalınması ya da koklear patolojiye yol açabilecek yeni iş sahalarında çalışılması halinde dış tüy hücre hasarına bağlı olarak daha erken yaşlarda görülebilmektedir.

Çalışmamızda normal işitmeye sahip bilateral tinnituslu bireylerde supresyonun yaşla etkilenip etkilenmediği değerlendirilmiş ve anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür.

Cinsiyetin tinnitus frekans ve şiddeti üzerindeki etkisine bakılmış ve sonuçta anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bu da bize cinsiyetin tinnituslu kulaklar üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığını göstermiştir.

Bilateral tinnituslu tüm olgularda yaşın artmasıyla frekans ve şiddetteki artış değişimine bakılmış ve sonuçlar anlamlı bulunmuştur. Bu durum bize insanlarda yaşın artmasıyla tinnitus frekans ve şiddetinde artış olduğunu ve yaşla birlikte tinnitusun hem görölme sıklığı hem de rahatsız edici özelliğinin arttığını göstermektedir.

Çalışmamızda TEOAE yanıtları ile santral işitme sistemi değerlendirilmektedir. Supresyon görölmeyen hastalarda mevcut tinnitusun etkilediği santral işitsel sistemin araştırılması gerektiği düşünölmektedir.

## KAYNAKLAR

1. KELLERHALS B, ZOGG R (1999). Tinnitus Rehabilitation by Retraining, Switzerland, Krager, Basel, p:12-25/46-47
2. NOEL CA, MEYER WL (2003). Tinnitus, Diagnosis and Treatment of this Elusive Symptom. *Feriatrics*; 58 (2):28-32
3. AĞAÇ ME (2013) Pedaukustiker Tinnitus Sava P (Ed.) *İşitme Cihazları ve Uyarlama Metotları* (s:359), İstanbul, Mega basım yayın.
4. FELDMANN, H. Mechanisms of tinnitus. "Mechanisms of Tinnitus" (Ed. Vermont, J.A.,Moller, A.R.)'da, Allyn and Bacon, 1995, 35-49.
5. LENARZ, T., SCHREİNER, C., SNYDER, R. L., ERNST, A., Neural mechanisms of tinnitus. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 1993; 249: 441-446.
6. GOODWIN, P.E., JOHNSON, R.M. The Loudness of Tinnitus. *Acta Otolaryngol*. 1980;Stockh (90): 353.
7. JOHNSTONE, BM., PATUZZİ, R., YATES, GK.: Basilar membrane measurements and travelling wave. *Hear Res*, 1986; 22:147-153.
8. ŞERBETÇİOĞLU B, DİZDAR H. (2015). Otoakustik Emisyonlar. Belgin E, Şahlı S (Ed). *Temel Odyoloji Kitabı* (s. 113). Ankara, Güneş Tıp Kitapevi.
9. ŞERBETÇİOĞLU B, DİZDAR H. (2015). Otoakustik Emisyonlar. Belgin E., Şahlı S (Ed). *Temel Odyoloji Kitabı* (s. 114). Ankara, Güneş Tıp Kitapevi
10. TYLER, RS. BABİN, R. W. Tinnitus. "Otolaryngology- Head and Neck Surgery" (Ed.Cumminh, C.W.)'da, Mosby Year Book St. Louis, Missouri, 1993; 3031 3054.

11. LONSBURY-MARTİN, B.L., MARTİN, G.K., TELİSHİ, F.F., Otoacoustic emissions in clinical practice.“Contemporary Perspectives in Hearing Assessment” (Ed. Musiek, F.E.,Rintelmann, W.F.)’da, Allyn and Bacon 1999; 167-190.
12. FELDMANN, H. History of tinnitus research. “Tinnitus Diagnosis and Treatment”, (Ed. Shulman, A., Aran, J. M., Tonndorf, J., Feldman, H., Vermont, J.A.)’da, Lea and Febiger, Philadelphia, 1991, 3-37.
13. ÖĞÜT. M, TURHAL.G, (2015). Tinnitus ve Hiperakuzi. Belgin E, Şahlı S (Ed). *Temel Odyoloji Kitabı*, (s:437) Ankara, Güneş Tıpkitapevi
14. DAUMAN R, CAZALS Y. Auditory Frequency Selectivity and Tinnitus. Arch Otorhinolaryngol. 1989; 246: 252–255.
15. LUCENTE FE, SOBOL S.M. Essentials of Otolaryngology., New York: Raven Pres; 1983;113–117.
16. GRAHAM JM. Tinnitus and Defness of Sudden Onset: Electrocochleographic Finding in 100 Patients. J.Laryngol. Otol. (suppl.), 1981; 4: 111–116.
17. SPOENDLİN H. Inner Ear Pathology and Tinnitus. In: Proceedings of The Third International Tinnitus Seminar. Ed. Feldmann H, Munster, 1987: 42-51.
18. HAZELL JWP. Patterns of Tinnitus: Medical Audiologic Findings. J.Laryngol. Otol. (suppl.) 1981; 4: 39–47.
19. HOUSE JW, BRACKMANN DE, Tinnitus: surgical treatmant. Ciba Found Symo 1981;85:204-16
20. JASTREBOFF, PJ., HAZELL, J. W. P., A neurophysiological approach to tinnitus: Clinical implications. British Journal of Audiology,1993, 27: 7-17.

21. JASTREBOFF PJ, GRAY WC, MATTOX DE. Tinnitus and hyperacusis, in Cummings CW (ed):Otolaryngology Head and Neck Surgery (3rd ed.). Mosby-Year Book, 1998, pp 3198-222.
22. AKYILDIZ N, Tinnitus, Kulak hastalıkları ve mikrocerrahisi II, Bilimsel tıp yayınevi. Ankara, 2002: 67-81.
23. CELİK O, Tinnitus, Kulak burun boğaz hastalıkları ve baş boyun cerrahisi, Turgut yayıncılık, İstanbul, Ozluoğlu L, Ataş A, 2002; 1.5:88-98.
24. JASTREBOFF PJ, HAZELL JW. A neurophysiological approach to tinnitus: clinical implications. Br J Audiol 1993; 27:7-17.
25. ÖĞÜT.M, TURHAL.G, (2015). Tinnitus ve Hiperakuzi. Belgin E, Şahlı S (Ed). *Temel Odyoloji Kitabı*, (s:439) Ankara, Güneş Tıpkitapevi
26. AHROON RJ. Tinnitus and neural activity. Journal of speech and hearing research,1983;26: 629-32.
27. PERUCCA E, JACKSON P. A controlled study of the supression of tinnitus by lidocaine infusion (Relationship of therapeutic effect with serum lidocaine levels). The Journal of Laryngology and Otology 1985 July; 99:657-61.
28. SHEMESH Z. Vitamin B12 deficiency in patients with chronic tinnitus and noise induced hearing loss. Am J Otol 1993; 14:94-9.
29. MITCHELL SM, MITCHAEAL JC. Subspecialty Clinics: Otorhinolaryngology, Tinnitus. MayoClin. Proc. 1991; 66: 614–620.
30. STEPHENS D. Adult Audiology. In: Scolt-Browns Otolaryngology, Ed. Kerr, A.G., V. Baskı, Durban, Singapore, Sydney, Toronto, Wellington, Butterworth co., Boston, London,1987: 368–414.

31. TONNDORF, J. The origin of tinnitus. "Tinnitus Diagnosis and Treatment", (Ed. Shulman, A., Aran, J.M., Tonndorf, J., Feldman, H., Vermont, J.A.)'da, Lea and Febiger, Philadelphia, 1991; 41-49.
32. MEYERHOFF WL, COOPER JC. Tinnitus. In: Paparella, M.M., Shumrick, D.A., Gluckman, J.L., Meyerhoff, W.L., editors. Otolaryngology (2)., III. Baskı. Philadelphia: W.B. Saunder Comp.; 1991: 1169-1179.
33. TYLER RS, CONRAD-ARMES D. Spontaneous acoustic cochlear emissions and sensorineural tinnitus, Br J Audiol 1982; 16:193.
34. SHULMAN A. Tinnitus models. "Tinnitus Diagnosis and Treatment", (Ed. Shulman, A., Aran, J.M., Tonndorf, J., Feldman, H., Vermont, J.A.)'da, Lea and Febiger, Philadelphia, 1991; 67-98.
35. DAUMAN R, TYLER RS. Some Considerations on the Classification of Tinnitus. In: Proceedings of The Fourth International Tinnitus Seminar., Ed. Aran JM, Dauman R, France: Bordeaux; 1992; 225-229.
36. Buckingham. Tinnitus. UTMB, Grand Round, England, 1999; 1-11.
37. SHULMAN A. Introduction, Definition and Classification of Tinnitus. In: Kithara, M., editors. Tinnitus Pathophysiology and Management. Tokyo: Igaku-Shoin Ltd.; 1988: 1-6.
38. SMURZYNSKI, J., KIM, DO.: Distortion product and click-evoked otoacoustic emissions of normally-hearing adults. Hear Res, 1992; 58:2, 227-240.
39. CENİK Z, YÖNDEMLİ Y, GÜL O. Pulsatil Tinnitus. Türk ORL Arşivi 1990; 28: 27-29.

40. MARCIANO E VE ARK. Psychiatric Comorbidity in A Population of Out Patients Affected by Tinnitus. *International Journal of Audiology* 2003; 42 (1): 4–9.
41. BARNEA G, ATTÍAS J, GOLD S, SHAHAR A. Tinnitus with Normal Hearing Sensitivity: Extended High Frequency Audiometry and Auditory-Nerve Brain Stem-Evoked Response. *Audiology* 1990; 29: 36–45.
42. TYLER RS, CONRAD-ARMES D. Spontaneous acoustic cochlear emissions and sensorineural tinnitus, *Br J Audiol* 1982; 16:193.
43. CHERY-CROZE S, MOULÍN A, COLLET L, MORGON A. Is the test of medial efferent system function a relevant investigation in tinnitus? *Br J Audiol*. 1994 Feb; 28 (1): 13–25.
44. MCKEE GJ, STEPHENS SDG. An Investigation of Normally Hearing Subjects With Tinnitus. *Audiology* 1992; 31: 313–317.
45. LİND, O. Transient-Evoked Otoacoustic Emissions and Contralateral Suppression in Patients With Unilateral Tinnitus. *Scandinavian Audiology* 1996, 25: 167–172.
46. KULAK KAYIKÇI, M.E. Tinnituslu Hastalarda Otoakustik Emisyon Cevaplarının Araştırılması. *Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Bilim Uzmanlığı Tezi*. Ankara, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2000.
47. KEMP DT. Otoacoustic Emissions in Perspective, *Otoacoustic Emissions: Clinical Applications* (Robinette MS, Glatke TJ Ed.), Thieme, New York, 1997; 1-21.
48. TÜRKKAHRAMAN S VE GÖK Ü ‘Uzun süre mesleki gürültüye maruz kalan işçilerde standart ve yüksek frekans odyometri bulgular.’*KBB İhtisas Dergi*. 2003;10 (4):137-142

49. FAUSTI SA, ERICKSON DA, FREY RH, The effect of noise upon human Hearing sensitivity from 8000 to 20000 Hz j Acoust secom 1981
50. TYLER RS. The Psychoacoustical Measurement of Tinnitus. In: Tyler R, editors. Tinnitus Handbook. San Diego, USA: Singular Pub.; 2000; 149-172.
51. PENNER, M.J. Two-Tone Forward Masking Patterns and Tinnitus. Journal of Speech and Hearing Research 1980; 26: 263–267.
52. DONALDSON, I. Tinnitus: A Theoretical View and a Therapeutic Study Using Amylobarbitone. Journal of Laryngology and Otology 1978; 92: 123–130.
53. VERNON JA. Current use of masking for the relief of tinnitus. In Kitahara M, editor: Tinnitus: pathophysiology and management, New York, 1988, Igaku-Shoin.
54. HENRY, J.A., MEIKLE, M.B. Psychoacoustic Measures of Tinnitus. J. of Am. Acad. Of Audiol. 2000; 11: 138–155.
55. KANOPKA W, ZALEWSKI J, OLSZEWSKA-ZIABER, PIETKIEWICZ P. Tinnitus Suppression by Electrical Promontory Stimulation (EPS) in Patients with Sensorineural Hearing Loss. Auris Nasus Larynx. 2001; 28: 35–40.
56. VERMONT, J.A., MEIKLE, M.B. Measurement of Tinnitus: An Update. In: Kitahara, M., editors. Tinnitus Pathophysiology and Management. Tokyo: Igaku-Shoin; 1988: 36-52.
57. STOUFFER JL, TYLER RS. Characterization of tinnitus by tinnitus patients, J Speech Hear Dis 1990; 439:55.
58. MEIKLE M, SCHUFF N, GRIEST S. Intra-subject variability of tinnitus: observations from tinnitus clinic. In Feldmann H, editor: Proceedings of the III International Tinnitus Seminar, Karlsruhe, Germany, 1987, Harsch Verlag.



59. GOLDSTEİN B.,SHULMAN A. Tinnitus Evaluation. In: VERMONT, J.A., MOLLER, A.R., editors. Tinnitus Diagnosis and Treatment. Philadelphia: Lea and Febiger Pres; 1991; 293-318.
60. VERMONT, J.A., MEİKLE, M.B. Tinnitus Masking. In: Taylor, R., editors. Tinnitus Handbook. San Diego, USA: Singular Pub.; 2000; 313-356.
61. JOHNSON, RM., FENWİCK, J. Masking Levels (Minimal Masking Levels) and TinnitusFrequency. J Laryngol Otol (Suppl) 1984; 9: 63–66.
62. VERMONT, J., PRES, L.Tinnitus in The Elderly. In: Proceedings of The Fifth International Tinnitus Seminar. Ed. Reich, G., Vermont, J., Portland, OR: The American Tinnitus Association, 1995; 289-297.
63. GANONG WF. Hearing and Equilibrium, Ch 9. Review of Medical Physiology, Twenty-Second Edition Newyork, The McGraw-Hill Companies. 2005: 171- 185.
64. GUYTON AC, HALL JE. The Sense of Hearing Ch 52. Textbook of Medical Physiology, 11.th ed. Elsevier Inc; 2006: 651- 660.
65. RUBİNSON K, LANG ERİC J. Nervous System. The Special Sense Chapter 8, Bern and Levy Physiology eds. Koeppen BM, Stanton BA. 6th ed. Elseiver Mosby; 2008: 123- 156.
66. WİDMAİER EP, RAFF H, STRANG KT. Sensory Physiology. In Vander et al's Human Physiology: The Mechanisms of Body Function. 9th ed. The Mc Graw Hill Companies; 2003: 205- 243.
67. BELGİN E, (2015). Periferik işitme sisteminin anatomi ve fizyolojisi. Belgin E, Şahlı S (Ed). Temel Odyoloji Kitabı (s. 33). Ankara, Güneş Tıp Kitapevi.
68. AKYILDIZ AN. Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi. 1.cilt. Ankara, Bilimsel Tıp Yayınevi, 1998.

69. GUINAN JJ, WARR WB, NORRIS BE. Differential olivocochlear projections from lateral vs. medial zones of the superior olivary complex. *J Comp Neurol* 1983; 221: 358- 370.
70. WARR WB, GUINAN JJ. Efferent innervation of the organ of corti: two separate systems. *Brain Res* 1979; 173: 152- 155.
71. GOODMAN SS, KEEFE DH. Simultaneous measurement of noiseactivated middle-ear muscle refleks and stimulus frequency otoacoustic emissions. *Journal of the Association for Research in Otolaryngology* 2006; 7 (2):125- 39.
72. YOST WA. Peripheral Audotory Nervous System and Hair celss. *Fundamentals of hearing*. Fourth ed. Academic Pres. 2000. p105- 126
73. SUGA, N., GAO, E., ZHANG, Y., et al. (2000). The corticofugal system for hearing: Recent progress. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*; 97, 11807–11814.
74. ŞAHLI S, (2015). Santral işitme sisteminin anatomi ve fizyolojisi. Belgin E, Şahlı S (Ed). *Temel Odyoloji Kitabı* (s. 47). Ankara, Güneş Tıp Kitapevi.
75. GUINAN JJ. Olivocochlear efferents: Anatomy, physiology, function and the measurement of efferent effects in humans. *Ear Hearing* 2006; 27: 589- 607.
76. MAISON S, DURRANT J, GALLINEAU C, MICHEYL C, COLLET L. *Ear Hearing* 2001; 22: 65- 74.
77. DOLAN DF, NUTTALL AL. Masked cochlear whole-nerve response intensity functions altered by electrical stimulation of the crossed olivocochlear bundle. *Journal of the Acoustical Society of America* 1988; 83: 1081- 1086.
78. BERLİN, C. I., HOOD, L., WEN, H, ET AL. (1993). Contralateral suppression of non-linear click-evoked otoacoustic emissions. *Hearing Research*, 71, 1–11.

79. COLLET, L., KEMP, D. T., VEUILLET, E, ET AL. (1990). Effects of contralateral auditory stimuli on active cochlear micromechanical in human subjects. *Hearing Research*, 43, 251–262. de Ceulaer, G., Yperman, M., Daemers, K., Van Driessche, K., Somers, T., Offeciers, F. E., Govaerts, P. J. (2001). Contralateral suppression of transient-evoked otoacoustic emissions: Normative data for a clinical set-up. *Otology and Neurotology*, 22, 350–355
80. ÇELİK O, ŞERBETÇİOĞLU B, GÖKTAN C. Otoloji ve nöro-otolojide öykü, muayene ve değerlendirme. İçinde: Çelik O, *Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve baş Boyun Cerrahisi*, 2. Baskı. İzmir: Asya Tıp Kitabevi; 2007. 1- 35.
81. GKORİTSA E, KORRES S, SEGAS I, XENELİS I, APOSTOLOPOULOS N, FEREKİDİS E. Maturation of the auditory systems: 2. Transient otoacoustic emission suppression as an index of the medial olivocochlear bundle maturation. *International Journal of Audiology* 2007; 46: 277- 286.
82. DOLAN DF, NUTTALL AL. Masked cochlear whole-nerve response intensity functions altered by electrical stimulation of the crossed olivocochlear bundle. *Journal of the Acoustical Society of America* 1988; 83: 1081- 1086
83. WAGNER W, HEPPELMANN G, KUEHN M, TİSCH M, VONTHEİN R, ZENNER H. Olivocochlear activity and temporary threshold shift-susceptibility in humans. *The Laryngoscope* 2005; 115: 2021- 2028.
84. RAJAN R. Centrifugal pathways protect hearing sensitivity at the cochlea in noisy environments that exacerbate the damage induced by loud sound. *Journal of Neuroscience* 2000; 20: 6684- 6693.
85. RAPPAPORT JM, PROVENÇAL C. Neuro-otology for audiologists. In: Katz J. *Handbook of Clinical Audiology*. Fifth edition. Philadelphia: Lippincott Williams-Wilkins; 2002. 9- 32.
86. PECK JE. LEE KJ. *Essential Otolaryngology*. Budak G, Böke B (çev), 8. Baskı. Ankara: Güneş Kitabevi; 2004.

87. HARREL RW. behavioral tests. in: KATZ J. Handbook of Clinical Audiology. Fifth edition. Philadelphia: Lippincott Williams-Wilkins; 2002. 71- 87.
88. BELGİN E, (2015). Konuşma odyometrisi. Belgin E, Şahlı S (Ed). *Temel Odyoloji Kitabı* (s. 77). Ankara, Güneş Tıp Kitapevi.
89. JERGER J, JERGER S, MAULDİN L. Studies impedance audimetry. I. Normal and sensorineural ear. Arch Otolarngol 1970;96(6):513-23
90. KIRKIM G (2015). İmmitansmetrik Değerlendirme Yöntemleri. Belgin E., Şahlı S (ED). *Temel Odyoloji Kitabı* (s. 105). Ankara, Güneş Tıp Kitapevi
91. ŞERBETÇİOĞLU B, DİZDAR H. (2015). Otoakustik Emisyonlar. Belgin E, Şahlı S (ED). *Temel Odyoloji Kitabı* (s. 113). Ankara, Güneş Tıp Kitapevi.
92. BEKESY GV. Hearing Theoris and Complex sounds, journal of Acustical Society of America 1963; 35:558-601.
93. GOLD T. Hearing II: The physical Basis of the action of the coclea,proceedinngs of Royal Society of Biology 1948;135:492-8
94. KEMP DT Stimulated Acoustic Emissions from Within the Human Auditory System. J Acoust Soc Am (1978) 64:1386-1391
95. JOHNSTONE, BM., PATUZZİ, R., YATES, GK.: Basilar membrane measurements and travelling wave. Hear Res, 1986; 22:147-153.
96. ŞERBETÇİOĞLU B, DİZDAR H. (2015). Otoakustik Emisyonlar. (Spontan OAE) Belgin E, Şahlı S (Ed). *Temel Odyoloji Kitabı* (s. 117). Ankara, Güneş Tıp Kitapevi
97. ŞERBETÇİOĞLU B, DİZDAR H. (2015). Otoakustik Emisyonlar. (Transient OAE) Belgin E, Şahlı S (Ed). *Temel Odyoloji Kitabı* (s. 115). Ankara, Güneş Tıp Kitapevi

98. BİLGİN V., ERDEM T., BİLGİN C., CENKÇİ A., HAKKI A.: Gürültüye bağlı koklear frajilite değerlendirilmesinde Otoakustik Emisyon ve Bekesy odyometrisinin yeri. 24. Türk Otolaringoloji ve Baş-Boyun Cerrahisi Ulusal Kongresi, 1997.
99. ŞERBETÇİOĞLU B, DİZDAR H. (2015). Otoakustik Emisyonlar. (Spontan OAE) Belgin E, Şahlı S (Ed). *Temel Odyoloji Kitabı* (s. 119). Ankara, Güneş Tıp Kitapevi
100. ABDALA C. et al Distortion Product Otoacoustic Emission Suppression in Subjects with Auditory Neuropathy, *Ear & Hearing*: December 2000; V:21 Issue 6,542-553
101. JASTREBOFF PJ, GRAY WC, MATTOX DE. Tinnitus and hyperacusis, in Cummings CW (ed): *Otolaryngology Head and Neck Surgery* (3rd ed.). Mosby-Year Book, 1998, 198-222
102. STOUFFER JL, TYLER RS. Characterization of Tinnitus By Tinnitus Patients. *Journal of Speech and Hearing Disorders* 1990; 55: 439-453.
103. ÇELİK, O. (ed.) ÖZLÜOĞLU L., ATAŞ A.: *Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş Boyun Cerrahisi*, Turgut Yayıncılık, İstanbul, 2002; 86-97.
104. FOWLER EP. Head noises: significance, measurement and importance indiagnosis and treatment, *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1940; 903:32.
105. YILMAZ İ, AKKUZU B, ÇAKMAK Ö, ve ark. Misoprostol in the treatment of tinnitus: a double-blind study. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2004 May; 130 (5):604-10.
106. NORTON, S. J., STOVER, L. J., Otoacoustic emissions:An emerging clinical tool. '*Handbook of Clinical Audiology*' 4. Baskı (Ed. Katz, J.)'da, Williams and Wilkins 1994, 448-46

107. PLINKERT, PC K., BOOTZ, F., VOBIECK, T., Influence of static middle ear pressure on transiently evoked otoacoustic emissions and distortion products. *Eur. Arch. Otorhinolaryngol*, 1994; 251: 95-96.
108. PARTASARATHY TK. Aging and Contralateral Suppression Effects on Transient Evoked Otoacoustic Emissions, *J Am Acad Audiol*, 2001; 12 (2): 80.
109. QUARANTA A, GANDOLFÌ A, FAVA G, QUARANTA N, ZINI C. Paradoxical Effects of Contralateral White Noise on Evoked Otoacoustic Emissions in ears with Acoustic Neuroma, *Acta Otolaryngol*, 2001;120 (2): 227-30.
110. QUARANTA N, DEBOLA S, DÌ GIROLAMOS. Effect of Ageing on OAE and Efferent Suppression in Humans, *Audiol*, 2001;40 (6): 308-12.
111. HALL JW. *Handbook of Otoacoustic Emissions*, Singular Publishing Group, Thomson Learning, 2000; 2-269.
112. GRAHAM RL, HAZELL JW. Contralateral suppression of transient evoked otoacoustic emissions: intra-individual variability in tinnitus and normal subjects. *Br J Audiol*. 1994 Aug-Oct; 28 (4-5): 235-45.

## EKLER



**TURGUT ÖZAL ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ  
KLİNİK ARAŞTIRMALARI  
ETİK KURULU KARAR ÖRNEĞİ**

SAYI : 99950669/135

28.05.2015

KONU : Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Kararı

## SAYIN PROF.DR. MEHMET GÜNDÜZ

Fakültemiz Klinik Araştırmalar Etik Kurulunun 28 Mayıs 2015 tarih ve 07 Sayılı toplantısında sunulan “İşitmesi Bilateral Normal olan Tinnituslu Bireylerde Otoakustik Emisyon İle Kontralateral Supresyon Mekanizmasının İncelenmesi” başlıklı araştırma projesi öneriniz incelenmiş, etik ve bilimsel ilkelere uygun olduğuna oybirliğiyle karar verilmiştir.

Prof.Dr. Osman ÖZCAN  
Başkan

Prof. Dr. Ali AKÇAY

Doç. Dr. Esra GÜNDÜZ

Doç. Dr. Bülent BOZKURT  
Başkan Yardımcısı

Doç. Dr. Ayşe Esra YILMAZ

Doç. Dr. Özlem EVLİYAĞLU

Doç. Dr. Nurhayat BAYAZIT

Doç. Dr. Hilmi DEMİRİN

Doç. Dr. Mehmet KAYA

Doç.Dr.Rüveyda İrem DEMİRCİOĞLU

Yrd.Doç. Dr. Ayşe GÜREL  
Raportör

Yrd.Doç.Dr. Duygu AYDIN

Avukat Meltem BAĞCI

Yasin GÜR SOY

T.C  
**TURGUT ÖZAL ÜNİVERSİTESİ**  
**İnsan Araştırmaları Etik Kurulu**  
**Gönüllü Katılım (Bilgilendirilmiş Onay) Formu**

**Araştırmacılar:** Prof. Dr. Mehmet GÜNDÜZ KBB Anabilim Dalı Başkanı

Murat KAYA Odyoloji Ses ve Konuşma Bozuklukları Yüksek Lisans Öğrencisi

**Araştırmacıların Kurumu:** Turgut Özal Üniversitesi Tıp Fakültesi KBB Anabilim Dalı Başkanı

Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Odyoloji laboratuvarı ve Turgut Özal Üniversitesi Odyoloji Ses ve Konuşma Bozuklukları Yüksek Lisans Öğrencisi.

**Araştırmanın Amacı:** İşitme yolları tüm düzeylerde tonotopik (koklea'nın frekans seçiciliği) organizasyon gösterir ve sadece sesin iletilmesiyle değil ayırt edilmesiyle de görevlidir. Bir kulağa gelen ses, sinir yollarının merkezi sinir sisteminde çaprazlaşmasından dolayı kontralateral yol baskın hale gelmekle birlikte, her iki tarafa iletelebilmektedir. Yapılan birçok çalışmadaki gibi Oto Akustik Emisyonların üretilmesi normal koklear fonksiyonu gerektirir. Kokleadaki keskin frekans seçiciliği Oto Akustik Emisyonların yüksek sensitivite fonksiyonlarının bir göstergesidir. Biz bu çalışmada her iki kulak işitmesi normal, fakat çınlaması olan hastaların Oto Akustik Emisyon testi ile kontralateral supresyon, iç kulağı kısmında daha ileriki bölümlerini incelemek amacıyla yapılmakta ve odyolojik test yöntemlerinden (Odyometre, A.İmmitansmetre ve Oto Akustik Emisyon) faydalanmayı planlamaktayız.

**Katılımın olası yararları ve (varsa) potansiyel risk:** Çalışmada kullanılacak test yönteminin insan sağlığı üzerinde herhangi bir etki yapmamaktadır. Çalışmada kullanılan testler girişimsel olmayan (non-invazive) yöntemler olduğu için herhangi bir potansiyel risk ve komplikasyon ihtimali bulunmamaktadır. Herhangi bir girişim ve müdahale içermediği için katılımcının fiziksel ve zihinsel gelişimine risk oluşturmamaktadır.

**Katılımcılardan beklenen:** Turgut Özal Üniversitesi veya Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi KBB Anabilim Dalı Odyoloji ve konuşma bozuklukları ünitesinde işitme testi ve Oto Akustik Emisyon testlerini yaptırmalarını beklemektir.

Katılım gönüllülük esasına dayanmaktadır ve katılmamaktan ötürü yada katılımdan vazgeçme sonunda olumsuz hiçbir sonuç olmayacaktır.

**Araştırmaya yönelik oluşabilecek sorularla ilgili olarak iletişime geçilebilecek kişi**

**Murat KAYA 0507 273 0014**

**Katılacağım çalışmanın amacı, şekli uygulayıcılar ve riskleri konusunda bilgilendirildim.**

**Bu çalışmaya katılımım kendi rızam dahilindedir.**

**KATILIMCININ**

**AÇIKLAMAYI YAPAN**

**Adı Soyadı:**

**Adı Soyadı:**

**Telefon :**

**İmza :**

**İmza :**