



**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ**  
**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**KULAK BURUN BOĞAZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI**  
**ODYOLOJİ VE KONUŞMA SES BOZUKLUKLARI**  
**TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**60 VE ÜZERİ YAŞIN ORTA KULAK ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN**  
**MULTİFREKANS TİMPANOMETRİ İLE**  
**DEĞERLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ÜMİT YERLİ**

**ANKARA**

**2018**



**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ**  
**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**KULAK BURUN BOĞAZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI**  
**ODYOLOĞİ VE KONUŞMA SES BOZUKLUKLARI**  
**TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

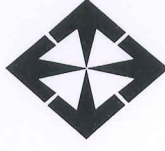
**60 VE ÜZERİ YAŞIN ORTA KULAK ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN**  
**MULTİFREKANS TİMPANOMETRİ İLE**  
**DEĞERLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Ümit YERLİ**

**Tez Danışmanı**  
**Prof. Dr. H. Seyra ERBEK**

**ANKARA, 2018**



T.C  
BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Odyoloji Tezli Yüksek Lisans Programı çerçevesinde Ümit Yerli tarafından yürütülmüş olan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 06/06/2018

Tez Konusu: “60 ve Üzeri Yaşın Orta Kulak Üzerindeki Etkisinin Multifrekans Timpanometri ile Değerlendirilmesi”

TEZ DANIŞMANI: Prof. Dr. Hatice Seyra ERBEK

TEZ JÜRİSİ ÜYELERİ

Prof. Dr. Selim S. Erbek

Başkent Üniversitesi

Prof. Dr. Hatice Seyra Erbek

Başkent Üniversitesi

Doç. Dr. Banu Müjdecı

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi

ONAY: Bu tez, Başkent Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulunun ...14. / 06... / 2018 tarih ve ...6..... Karar Sayısı ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Rengin ERDAL  
Enstitü Müdürü



BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
YÜKSEK LİSANS / DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

Tarih:18 / 05 / 2018

Öğrencinin Adı, Soyadı : Ümit YERLİ

Öğrencinin Numarası : 21410283

Anabilim Dalı : Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı

Programı : Odyoloji ve Konuşma Ses Bozuklukları Tezli Yüksek Lisans Programı

Danışmanın Unvanı/Adı, Soyadı : Prof. Dr. H. Seyra ERBEK

Tez Başlığı : 60 ve Üzeri Yaşın Orta Kulak Üzerindeki Etkisinin Multifrekans Timpanometri İle Değerlendirilmesi

Yukarıda başlığı belirtilen Yüksek Lisans/Doktora tez çalışmamın; Giriş, Ana Bölümler ve Sonuç Bölümünden oluşan, toplam 32 sayfalık kısmına ilişkin, 18 / 05 / 2018 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 13'dür.

Uygulanan filtrelemeler:

1. Kaynakça hariç
2. Alıntılar hariç
3. Beş (5) kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

“Başkent Üniversitesi Enstitüleri Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Usul ve Esaslarını” inceledim ve bu uygulama esaslarında belirtilen azami benzerlik oranlarına tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Öğrenci İmzası:.....

Onay

18 / 05 / 2018

Öğrenci Danışmanı Unvan, Ad, Soyad,

## TEŞEKKÜR

Çalışmamın gerçekleşmesinde hem bilimsel hem manevi desteğini desteğini esirgmeden, sabrıyla, anlayışıyla ve akademik kimliğiyle örnek aldığım, öğrencisi olmaktan gurur duyduğum danışmanım Prof. Dr. Hatice Seyra ERBEK'e,

Yüksek lisans eğitimim boyunca akademik duruş ve bilgi kazanmamda tüm tecrübelerini paylaşmaktan çekinmeyen Başkent Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Başkanı Sayın Prof. Dr. Levent N. ÖZLÜOĞLU'na ve değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Selim Sermed ERBEK'e ve Sayın Doç. Dr. Evren HIZAL'a,

Çalışmam süresince yardımlarını ve güler yüzlerini cömertçe paylaşan Odym. Güldeniz PEKCAN'a, Odym. Sinem KAPICIOĞLU'na, Odym. Melike KÜRKLÜ'ye ve tüm Başkent Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı çalışanlarına,

Okul içinde ve dışında hep yanımda olan ve desteklerini esirgemeyen Gözde TEOMAN ve Berk BAYTAROĞLU'na,

Geçirdiğimiz her keyifli ders ve proje arkadaşlığı için daimi arkadaşlarım The Last Ozalit grubu üyelerine (Hale HANÇER, Onur Murat MENTEŞE, Özge ŞAHİN, Ayşe Rezan BAYAT, Şule MIDİK, Sermin KUMDAKCI),

Beni büyüten, yetiştiren ve benim ben olmamı sağlayan anneannem Hatice ÜNAL ve dedem Hakkı ÜNAL'a,

Sonsuz fedakarlığı koca yüreğinde barındıran, hakkını asla ödeyemeyeceğim annem Serpil YERLİ'ye,

Gücünü her zaman arkamda hissettiğim babam Sadık YERLİ'ye,

Benim gizli kahramanım, canım kardeşim Gizem YERLİ'ye,

ÜMER'in Merve MORAN'ına,

Bazı kişilerin varlığı size anlamlandırır, ruhlarınızın bir birliği vardır. En derin arkadaşım Ahmet COŞKUN'a

Hayatıma dokunmuş, bir kelime öğrenmemi sağlamış herkese yürekten teşekkür ederim.



## ÖZET

### **60 Ve Üzeri Yaşın Orta Kulak Üzerindeki Etkisinin Multifrekans Timpanometri İle Değerlendirilmesi**

Multifrekans timpanometri, orta kulak direnç ve geçirgenliğini değerlendirmek amacıyla 226 Hz ile 2000 Hz arasında değişen probe tonlar aracılığıyla elde edilen timpanogramların değerlendirilmesini sağlayan avantajlı bir yöntemdir. Orta kulak admitans ve unsurlarının parametrelerini içeren bilgiler sunar. Bu parametrelerin en önemlilerinden biri rezonans frekansıdır (RF). Orta kulak yapılarında meydana gelen patolojiler rezonans frekansının sağlıklı kulaklara göre daha düşük veya yüksek elde edilmesine neden olur. Çalışmamızda yaşın orta kulak üzerindeki etkisini belirlemek için multifrekans timpanometri ile rezonans frekanslarının araştırılması amaçlanmıştır.

Bu amaçla, Başkent Üniversitesi Kulak-Burun-Boğaz Anabilim Dalı ve Odyoloji Ünitesi'nde, işitmesi normal olan veya sensörinöral tip işitme kaybı olan, otoskopik muayenesi normal 19-79 yaş aralığındaki 88 gönüllü (176 kulak) katılımcının rezonans frekansları ölçülmüştür.

Katılımcılar yaşlarına göre 5 gruba ayrılmıştır. Birinci gruba 18-59 yaş aralığındaki 24 kişi, ikinci gruba 60-64 yaş aralığındaki 16 kişi, üçüncü gruba 65-69 yaş aralığındaki 16 kişi, dördüncü gruba 70-74 yaş aralığındaki 16 kişi ve beşinci gruba 75-80 yaş aralığındaki 16 kişi dahil edilmiştir. Katılımcıların gruplara göre sağ kulaklarının rezonans frekans ortalamasına bakıldığında grup 1 için  $1050 \pm 146,703$  Hz, grup 2 için  $1046,88 \pm 159,655$  Hz, grup 3 için  $1062,5 \pm 160,728$  Hz, grup 4 için  $1075 \pm 136,626$  Hz, grup 5 için  $1068,75 \pm 152,349$  Hz olarak bulunmuştur. Sağ kulak gruplar arası rezonans frekansları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ( $p=0,981$ ). Grupların sol kulaklarının rezonans frekans ortalamasına bakıldığında grup 1 için  $1039,58 \pm 147,427$  Hz, grup 2 için  $1043,75 \pm 107,819$  Hz, grup 3 için  $1075 \pm 155,991$  Hz, grup 4 için  $1075 \pm 158,114$  Hz, grup 5 için  $1078,13 \pm 192,327$  Hz olarak bulunmuştur. Sol kulak gruplar arası

rezonans frekansları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ( $p=0.889$ ).

Bu çalışmada elde edilen bulgular yaşın orta kulak rezonans frekansını etkilemediğini düşündürmektedir. Orta kulak rezonans frekansı üzerine etkili olabilecek parametreler ile çalışmalara devam edilmelidir.

**Anahtar Kelimeler:** Rezonans Frekansı, Multifrekans Timpanometri, Yaş





## ABSTRACT

### **Assessment of the Effect on the Middle Ear of 60 and Older Age by Multifrequency Tympanometry.**

Multifrequency tympanometry is an advantageous method for evaluating tympanograms obtained through probe tones ranging from 226 Hz to 2000 Hz to evaluate middle ear resistance and permeability. The middle ear provides information about the admittance and its parameters. One of the most important of these parameters is the resonance frequency (RF). The pathologies that occur in the middle ear structures cause the resonance frequency to be lower or higher than in the healthy ears. In our study, it was aimed to investigate resonance frequencies with multifrequency tympanometry to determine the effect of age on the middle ear.

For this purpose, the resonance frequencies of 88 participants (176 ears) with hearing loss or sensorineural hearing loss and otoscopic examination normal range of 19-79 years were measured at the Department of Otorhinolaryngology at Başkent University.

Participants were divided into 5 groups according to their age. The first group consisted of 24 people between the ages of 18-59, the second group was 16 persons between 60-64 years, the third group was 16 persons between 65-69 years, the fourth group was between the ages of 70-74 and 16 persons were between the ages of 75-80. When the resonance frequency of the right ear according to the participants' groups was examined,  $1050 \pm 146,703$  Hz for group 1,  $1046,88 \pm 159,655$  Hz for group 2,  $1062,5 \pm 160,728$  Hz for group 3,  $1075 \pm 136,626$  Hz for group 4,  $1068,75 \pm 152,349$  Hz for group 5. No statistically significant difference was found between right ear group resonance frequencies ( $p = 0,981$ ). When the resonance frequency average of the left ears of the groups was examined,  $1039,58 \pm 147,427$  Hz for group 1,  $1043,75 \pm 107,819$  Hz for group 2,  $1075 \pm 155,991$  Hz for group 3,  $1075 \pm 158,114$  Hz for group 4,  $1078,134 \pm 192,327$  Hz for group 5. No statistically significant difference was found between the resonance frequencies of the left ear groups ( $p = 889$ ).

Findings in this setting suggest that age does not affect the middle ear resonance frequency. Studies need to continue with parameters on middle ear resonance frequency.

**Key Words:** Resonance Frequency, Multifrequency Tympanometry, Age



# İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR .....	iv
ÖZET.....	vi
ABSTRACT .....	viii
İÇİNDEKİLER .....	x
KISALTMALAR VE SİMGELER .....	xi
ŞEKİLLER .....	xii
TABLOLAR .....	xiii
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER.....</b>	<b>3</b>
2.1. Orta Kulak Anatomisi.....	3
2.1.1. Orta kulak boşluğu duvarları .....	3
2.1.2. Orta kulak kemikçik zincir .....	4
2.1.3. Timpanik kaslar .....	5
2.1.4. Östaki tüpü.....	5
2.2. Saf Ses Odyometri .....	6
2.3. Akustik İmmitans Kavramı .....	7
2.4. Timpanometri .....	9
2.5. Multifrekans Timpanometri.....	12
<b>3. BİREYLER VE YÖNTEM .....</b>	<b>16</b>
3.1. Bireyler .....	16
3.2. Kullanılan Test ve Yöntem.....	17
3.3. Verilerin Değerlendirilmesi ve İstatistikî Yöntem .....	18
<b>4. BULGULAR.....</b>	<b>19</b>
<b>5. TARTIŞMA .....</b>	<b>27</b>
<b>6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....</b>	<b>33</b>
<b>7. KAYNAKLAR .....</b>	<b>35</b>

## KISALTMALAR VE SİMGELER

<b>ANSI</b>	: American National Standart Institute
<b>Ark.</b>	: Arkadaşları
<b>Ba</b>	: Akustik Suseptans
<b>cm</b>	: santimetre
<b>daPa</b>	: Decapascal
<b>dB</b>	: Desibel
<b>DKY</b>	: Dış Kulak Yolu
<b>Ga</b>	: Akustik Kondüktans
<b>GSI</b>	: Grason Stadler
<b>Hz</b>	: Hertz
<b>IAC</b>	: Industrial Acoustic Company
<b>M</b>	: Musculus
<b>Max</b>	: Maksimum
<b>MFT</b>	: Multifrekans Timpanometri
<b>Min</b>	: Minimum
<b>ml</b>	: Mililitre
<b>mm</b>	: milimetre
<b>N</b>	: Nervus
<b>No</b>	: Numara
<b>Ra</b>	: Akustik Rezistans
<b>RF</b>	: Rezonans Frekans
<b>sn</b>	: Saniye
<b>Spl</b>	: Sound Pressure Level
<b>SSO</b>	: Saf Ses Ortalaması
<b>Std. sapma</b>	: standart sapma
<b>v.b.</b>	: ve benzeri
<b>Xa</b>	: Akustik Reaktans
<b>Y</b>	: Akustik İmmitans
<b>Ya</b>	: Akustik Admitans
<b>Z</b>	: Akustik İmpedans
<b>Za</b>	: Akustik Empedans

## ŞEKİLLER

### Şekil

2.1: Orta kulak kemikçikleri .....	4
2.2: Östaki tüpü .....	6
2.3: Timpanogram çeşitleri .....	12
2.4: Vanhuyse Modeli .....	14



## TABLULAR

### Tablo

2.1: Yetişkinlerin işitme kaybı derecelendirmesi.....	7
4.1: Katılımcıların cinsiyeti, yaşları, grup bilgileri ve sağ ve sol kulak rezonans frekansları .....	19
4.2: Katılımcıların Northern ve Downs'un 2002'de yaptığı sınıflandırmaya göre elde edilen işitme kaybı dereceleri.....	21
4.3. Grupların Cinsiyete Göre Dağılımı.....	21
4.4. . Grupların Yaşlara Göre Dağılımı .....	23
4.5. Çalışmaya katılan bireylerin gruplara göre sağ kulak rezonans frekans değerler.....	23
4.6. . Çalışmaya katılan bireylerin gruplara göre sol kulak rezonans frekans değerleri .....	24
4.7. Çalışmaya katılan bireylerin her iki kulak rezonans frekans değerleri .....	24

# 1. GİRİŞ

Yaşlanma; kronolojik, biyolojik, fizyolojik, sosyal ve psikolojik boyutları olan, doğumdan başlayıp ölüme kadar süren, kaçınılmaz olan bir büyüme ve gelişme sürecidir. Organizmanın molekül, hücre, doku, organ ve sistemler düzeyinde, zamanın ilerlemesiyle ortaya çıkan, geriye dönüşü olmayan, yapısal ve fonksiyonel değişikliklerin tümü olarak tanımlanır (1).

Sesin iç kulağa, doğru bir biçimde iletilebilmesi için sağlıklı kulak zarına, sağlıklı kemikçik zincire ve orta kulağın östaki tüpü sayesinde yeterli havalanıyor olmasına ihtiyacı vardır. Bu yapılar yaşa bağlı ortaya çıkan bir takım değişmelere duyarlıdır (2).

Orta kulak fonksiyonunu hızlı, noninvaziv (cilt ya da mukoza bütünlüğünü bozmadan yapılan tıbbi girişim) ve ekonomik şekilde değerlendirebilen bir test olan timpanometriyi ilk olarak Terkdilsen ve Thomsen 1959 yılında dünyaya tanıtmıştır (3,4). Kulak zarı, orta kulak kemik zinciriyle mekanik bir ilişki içindedir ve dış kulaktan gelen ses enerjisini iç kulağa iletmekle görevlidir. Bu yapıların mekanik hareketinin ortaya çıkardığı enerjiyi bir mikrofon aracılığı ile belirleyip bir grafik halinde (timpanogram) gösteren uygulamaya timpanometri denir (3,5). Timpanometri sayesinde orta kulak direnç ve geçirgenliği objektif bir şekilde değerlendirilir (3,4).

Kliniklerde standart alçak frekans kullanan timpanometri, normal orta kulak ile kemik zinciri patolojisi bulunan orta kulağı ayırt etmede yetersiz kalmaktadır. Bu durum araştırmacıları orta kulak hakkında daha özgül bilgi sağlayacak başka metodlar geliştirme adına arayışa sokmuştur (5).

Multifrekans timpanometrinin (MFT) gelişimi ile orta kulağın direnç ve geçirgenliği hakkında geniş bir frekans aralığında değerlendirme olanağı sağlanmıştır (6). Bu sayede geleneksel alçak frekans kullanan timpanometriye göre MFT farklı

frekanslarda kendini gösterebilecek orta kulak patolojilerinin belirlenmesinde daha avantajlıdır (7).

Çalışmamızın amacı; 60 ve üzeri yaşın orta kulak üzerindeki etkisinin MFT aracılığıyla değerlendirmektir.

Araştırmamın hipotezleri:

H0: 60 ve üzeri yaşın orta kulakta oluşturduğu değişimler 18-60 yaş aralığındaki kişilerin RF değerleriyle karşılaştırıldığında değişmeye yol açmaktadır.

H1: 60 ve üzeri yaşın orta kulakta oluşturduğu değişimler 18-60 yaş aralığındaki kişilerin RF değerleriyle karşılaştırıldığında değişmeye yol açmamaktadır.



## 2. GENEL BİLGİLER

Kulak işitme ve dengenin gerçekleştirilmesinde görevli periferik organdır (8). Odyolojide kullanılan test bataryalarından en önemlilerinden birisi olan immitansmetrik ölçümlerin işleyişini çözümlmek için orta kulak anatomini ve fizyolojisini bilmek gerekir.

### 2.1. Orta Kulak Anatomisi

Dış kulaktan gelen ses dalgalarını iç kulağa iletmekle yükümlü olan orta kulak boşluğunda, birbirleriyle eklemlerle bağlanmış üç tane kemikçik, iki adet kas, östaki tüpü ve ligamanlar bulunur (9).

**Kulak Zarı:** Ses dalgalarının titreşim yarattığı kulak zarı, dış kulakla orta kulağı birbirinden ayıran, çok bölümlü oval şekilli bir yapıdır. Bu bölümler dıştan içe doğru kutanöz tabaka, fibröz tabaka ve mukozal tabakadır (8-12). Kulak zarının kalınlığı 0.1 mm iken dikey olarak uzunluğu 9-10 mm ve yatay uzunluğuysa 8-9 mm'dir (13,14).

Kulak zarının gergin olan alt kısmı pars tensa olarak adlandırılırken, üst kısmı olan pars flaksida kulak zarının gevşek kısmını oluşturur. Ses iletimi kulak zarına geldiğinde titreşen kısım pars tensa'dır. Bu kısım malleusun manibriumu ile temastadır (9,10,14,15).

#### 2.1.1. Orta kulak boşluğu duvarları

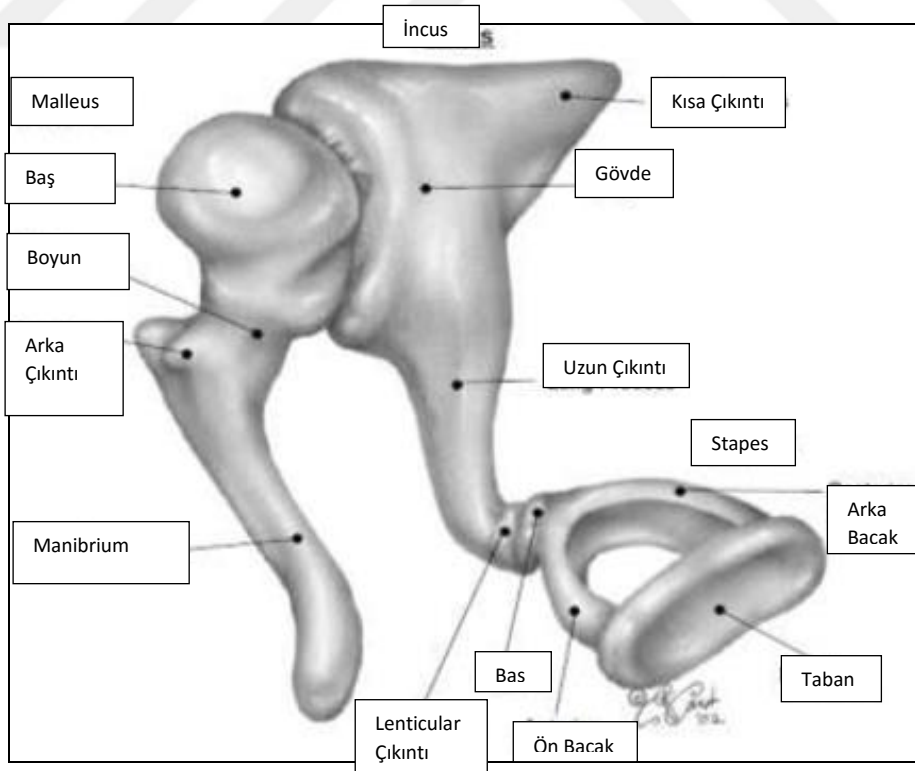
Orta kulağın altı duvarı vardır. Bu duvarlardan lateral olanını kulak zarı, medialini promontorium , üst duvarını teğmen timpani, alt duvarını jugular bulbus, ön duvarını östaki tüpü ve internal karotid arter ve arka duvarını ise mastoid hava hücreleri oluşturmaktadır (9,16).

### 2.1.2. Orta kulak kemikçik zincir

**Malleus:** Kemikçik zincirin lateral yerleşimli en büyük kemiğidir. Kulak zarı ile olan birlikteliğini manibrium adı verilen çıkıntıyla sağlamaktadır. Ortalama ağırlığı 23 mg, ortalama uzunluğu ise 8-9 mm olan malleusun baş kısmı ise incusle eklenmiştir. Malleus anterior ve lateral malleolar ligament aracılığıyla orta kulak boşluğuna asılıdır (10,11,17-19).

**İncus:** 27 mg ağırlığında ve 7 mm uzunluğunda olan incus, kemikçik zincirin ortasında bulunur ve kemikçiklerin birbirleriyle olan bağlılığını sağlar (16-20).

**Stapes:** Kemikçik zincirin en son ve en küçük kemiği olan stapes aynı zamanda vücudun da en küçük kemiğidir. Yaklaşık 3.5 mm uzunluğunda ve 2.5 mg ağırlığında olan bu kemikçik, taban olarak adlandırılan iki bacak ile oval pencereyi kapatır (10,17,19).



Şekil 2.1: Orta kulak kemikçikleri (18)

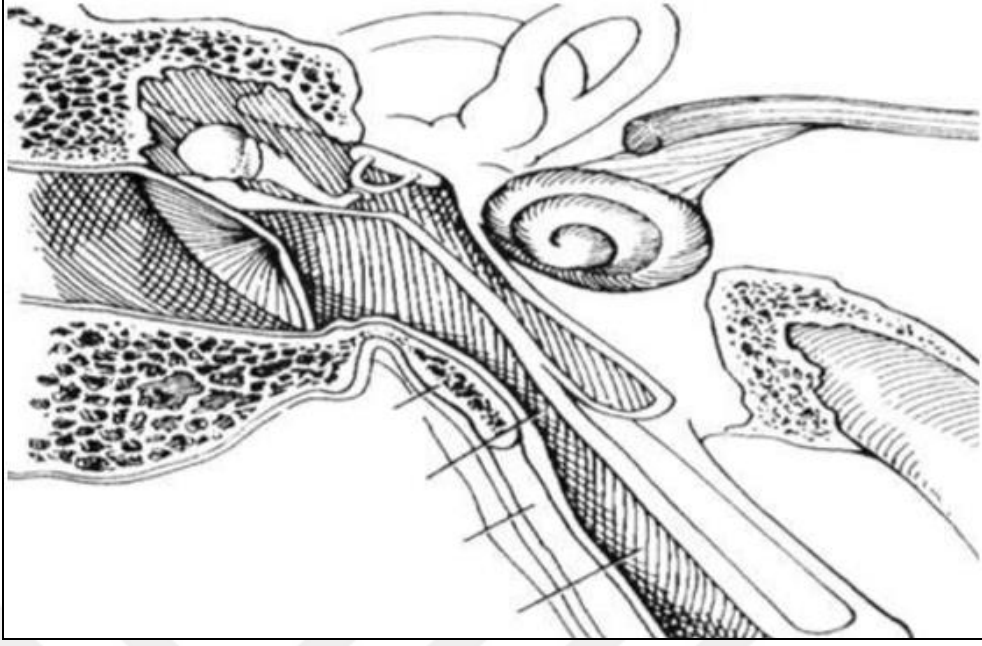
### 2.1.3. Timpanik kaslar

**M. Stapedius:** Ortalama olarak 6 mm uzunluğunda olan bu kas stapes kemiğine yapışıktır. VIII. Kranial sinir N. Fasialis tarafından uyarılan M. Stapediusun kasılmasıyla kemikçiği posteriora doğru çeker (21,22). Bu sayede 70-90 desibel ve üstü şiddetteki ses enerjisinin iletilmesine engel olup iç kulağı yüksek şiddetteki seslerden korur (11).

**M. Tensor Tympani:** Ortalama 25 mm uzunluğunda olan bu kas malleusun boynuna ve manubriumun iç ve ön yüzüne yapışıktır. V. Kranial sinir N. Trigemini tarafından uyarılan M. Tensor Tympaninin kasılmasıyla manubrium içe ve arkaya çekilir ve timpanik membran tespit edilmiş olur (16,21-23).

### 2.1.4. Östaki tüpü

Nazofarenksten orta kulağa doğru uzanan östaki tüpü yeni doğanlarda 17-18 mm uzunluğundayken yetişkinlerde ise 35 mm'dir. Kemik ve kıkırdak yapıdan oluşan östaki tüpünün orta kulak tarafındaki üçte birlik kısmı kemik, nazofarenks tarafındaki üçte ikilik kısmı kıkırdak yapıdan oluşur. Östaki tüpünün orta kulak bakımından önemli olan fonksiyonu, orta kulağı atmosferik basınçla desteklemektir. Bu durum Kulak zarının en yüksek genlikle titreşmesini sağlar ve ses iletimi en iyi gerçekleşir. Normalde kapalı olan östaki tüpü, yutma, çiğneme ve hapsirme ile açılır (10,13,15,20,24). Östaki tüpünün açılıp kapanma hareketinin sorumluluğunu M. Levator veli palatini, M. Tensor veli palatini ve M. Salpingopharyngeus üstlenir (10,25-27).



Şekil 2.2: Östaki tüpü (18)

## 2.2. Saf Ses Odyometri

İşitmenin değerlendirilmesinde değişik frekans ve şiddetlerde ses enerjisi üreten cihazla gerçekleştirilen, en sık ve en temel kullanılan odyolojik test saf ses odyometrisidir (28,29). Bu işitme testi hava ve kemik yolu işitme eşiklerinin ve bu sayede de işitme kaybının tipinin belirlenmesinde kullanılır (8,28,30). Saf ses odyometrisi 125-8000 Hz arasını kapsar. Bu frekans aralığı konuşma anlaşılabilirliğinin sağlandığı aralık olan 100-6000 Hz ile uyumludur. Hastadan alınan en alçak şiddetteki cevaplar işitme eşiklerini belirler. Bu eşikler dB cinsinden kaydedilir (31). İşitme eşiklerinin kaydedildiği grafik odyogram olarak adlandırılır (32). İşitme kaybının derecesi ve sınıflandırması saf ses ortalamasının alınmasıyla tespit edilir (33). İşitme kaybı derecesinin kategorilenmesinde kullanılan sınıflandırmalardan bir tanesi Northern ve Downs'ın 2002'de yapmış olduğu sınıflandırmadır (31).

Tablo 2.1’de yetişkinlerin işitme kaybı derecelendirilmesi belirtilmiştir.

**Tablo 2.1:** Yetişkinlerin işitme kaybı derecelendirmesi (31)

İşitme Kaybı Derecesi	Northern ve Downs, 2002
Normal İşitme	<16 dB
Çok Hafif	16-25 dB
Hafif	26-29 dB
Orta	30-50 dB
Orta-İleri	-
İleri	51-70 dB
Çok İleri	>70 dB

### 2.3. Akustik İmmitans Kavramı

Akustik immitans, akustik empedans ve akustik admitans terimlerinin ikisini de ifade eden birleşik bir terimdir. Akustik admitans bir sistemden geçen enerjinin geçiş kolaylığı olarak adlandırılırken akustik empedans karşıt bir terim olarak sistemin enerji geçişine karşı gösterdiği direnci belirtir. Bahsi geçen sistem, orta kulak ve enerji geçişine etki eden anatomik yapıları ve bu yapıların fiziksel özelliklerini ifade eder (34-36).

ANSI (American National Standards Institute) 1987 yılında terminolojideki karışıklığını gidermek ve klinikler arası bilgi paylaşımını sorunsuz hale getirmek amacıyla standardizasyon üzerine çalışmıştır. Günümüzde kullanılan terminoloji ve kısaltmaları ANSI standart hale getirmiştir. İmmitans kavramını ve alt unsurlarını, ölçü birimleriyle kısaca ifade etmek istersek:

**Akustik İmmitans:** Admitans ve Empedansın her ikisini birden ifade eden kolektif terimdir.

**Akustik Admitans (Ya):** Birimi akustik mmho’dur. Ses enerjisinin bir akustik sistemden geçiş kolaylığını ifade eder.

**Akustik Kondüktans (Ga):** Birimi akustik mmho'dur. Admitansın reel unsurudur ve rezistans ile karşılıklı ilişkisi vardır. Sistemin direnç (rezistans) gösteren unsurlarından enerjinin geçiş kolaylığını ifade eder.

**Akustik Suseptans (Ba):** Birimi akustik mmho'dur. Admitansın varsayılan unsurudur ve sistemin kütle ve yay özelliği gösteren mekanik-akustik bileşenlerinden enerjinin geçiş kolaylığını belirtir. Kütle ve komplians suseptans değerlerinin sayısal çokluklarının cebirsel toplamıdır.

**Akustik Empedans (Za):** Birimi akustik ohm'dur. Sistemin ses enerjisinin geçişi esnasında, enerjinin geçişine karşı direncini ifade eder.

**Akustik Rezistans (Ra):** Birimi akustik ohm'dur. Empedansın reel unsurudur ve enerji geçişine sistemin direncini gösterir.

**Akustik Reaktans (Xa):** Birimi akustik ohm'dur. Empedansın varsayılan unsurudur, kütle reaktans ve komplians reaktans değerlerinin cebirsel toplamıdır (37).

Orta kulak bir iletim sistemi olarak düşünüldüğünde bu sistemi zarlar, ligamanlar, kaslar, kemikçikler ve sıkışmış hava oluşturur. Tüm bu anatomik kondüktans ve suseptans değerleri vardır ve bu değerlerin toplamı orta kulağın toplam akustik admitans değerini verir. Bu değer timpanometri ile admitans değeri olarak saptanır (34).

Kompliant ve kütle suseptanslarının toplamının 0'a eşit olduğu nokta rezonans noktası olarak adlandırılır. Bu noktanın altındaki frekanslarda orta kulak kompliant suseptansın etkisinde yani sertlik özelliği yüksek anlamına gelir. RF'nin üstündeki frekanslar ise bize orta kulak sistemi kütle suseptansının etkisinde olduğunu ifade eder (38).

Orta kulak yapılarında herhangi bir patolojik durum varlığında, orta kulağın mekanik-akustik özellikleri değişir. Bu durum ise admitans değerinin farklılaşmasına neden olur. Bundan yola çıkarak immitans ölçümleri bize orta kulak fonksiyon değişiklikleri ve bunlarla ilişkili olabilecek patolojilere yönelik bilgi aktarır (33,39).

#### 2.4. Timpanometri

Timpanometri, orta kulak fonksiyonu hakkında objektif bilgi edinmeyi sağlayan, odyolojik test bataryasının en önemlilerinden biridir. Dış kulak kanalında yapılan basınç değişiklikleriyle değişken basınç noktalarından ölçülen akustik immitans ölçüm tekniğidir (33,40). İlk olarak Terkildsen ve Thomsen tarafından dünyaya tanıtılmış ve rutin bir test bataryası haline gelmiştir (41). Farklı basınç seviyelerinde timpanik membrandan yansıyan enerji timpanograma aktarılır ve sistemin katılığı ve esnekliği timpanogram eğrisine bakılarak değerlendirilir.

Timpanometrik ölçüm yapan cihazlarda beş ana unsur şu şekildedir:

1. Probe: Hoparlör, basınç pompası ve mikrofondan oluşur.
2. Pnömatik sistem: Basınç değişikliğini sağlar.
3. Akustik immitans ölçüm sistemi: Kayıt verilerini ölçen sistemdir.
4. Akustik refleks aktivatör sistemi: İpsilateral, kontralateral ya da her ikisine saf ses sinyali gönderen sistemdir.
5. Kayıt cihazı

Dış kulak yoluna yerleştirilen probe-ton aracılığıyla 226 Hz'de 85 dB sound pressure level (SPL) şiddetinde uyaran verilip akustik admitans ( $Y_a$ ) ölçülür (34,35). Dış kulak yolundaki probe ile kulak zarı arasındaki hava basıncı +200 daPa ile -400 daPa arasında değiştirilirken timpanogram denilen grafik elde edilir (42,43). Östaki tüpü fonksiyonu normal olduğu durumlarda peak noktası, dış kulak yoluna verilen basınç 0 mm H<sub>2</sub>O iken oluşacaktır. Bu durum akustik enerji iletiminin en yüksek

olduğu durumdur. Basınç pozitif ve negatif değerlerde kulak zarının hareketliliğini azaltacaktır. Dolayısıyla impedans artarken kompliyans azalır (44,45).

Timpanometrik ölçümü yorumlamak adına bazı değerlerin ifade ettiği verileri tanımak yararlı olacaktır.

**Timpanometrik Tepe Basıncı:** Timpanometrik ölçümde tepe noktasını barındıran basınç düzeyini ifade eder. Normal kulaklarda -100 ile +50 daPa arasında bir değerde elde edilir. Effüzyonlu otitlerde ve östaki tüpü disfonksiyonu bulunan kulaklarda elde edilen eğrinin tepe basıncı negatif alandadır. Akut otit başlangıcı bulunan kulaklarda ise tepe basıncı pozitif bölgede elde edilebilir (46).

**Dış kulak yolu hacmi:** Dış kulak yoluna yerleştirilen probe ve kulak zarı arasında kalan bölgenin hacmi ml cinsinden ölçülür. Bu iki yapı arasında sıkışan havanın admitansı belirlenir ve toplam değerden çıkarılır. Bu sayede sadece orta kulak sisteminin admitansı elde edilmiş olur (46,47).

**Timpanometrik genlik:** Timpanogram genişliğini ifade eder. Eğrideki tepe noktasının yüksekliğinin yarısında elde edilen genişlik olarak kaydedilir (46,48).

**Timpanogram Gradienti:** Açısal olarak tepe noktası dikliğini belirler. Orta kulakta sıvı varlığı timpanogramda elde edilen gradient değerinin düşmesine neden olur (43,48).

**Tepe Noktası (Peak) Telafili Akustik Admittans:** Dış kulak yolu hava hacminin admittansının toplam admittans değerinden çıkarılmasıyla elde edilen net orta kulak admitansını belirten terimdir (43,48).

Timpanogram çeşitlerini ilk olarak Liden 1969 yılında belirlemiştir. Sonrasında Jerger 1970 yılında ve 1974 yılında Liden ve arkadaşları revize etmiştir ve günümüzde kullanılan haline getirmiştir (34,49,50)



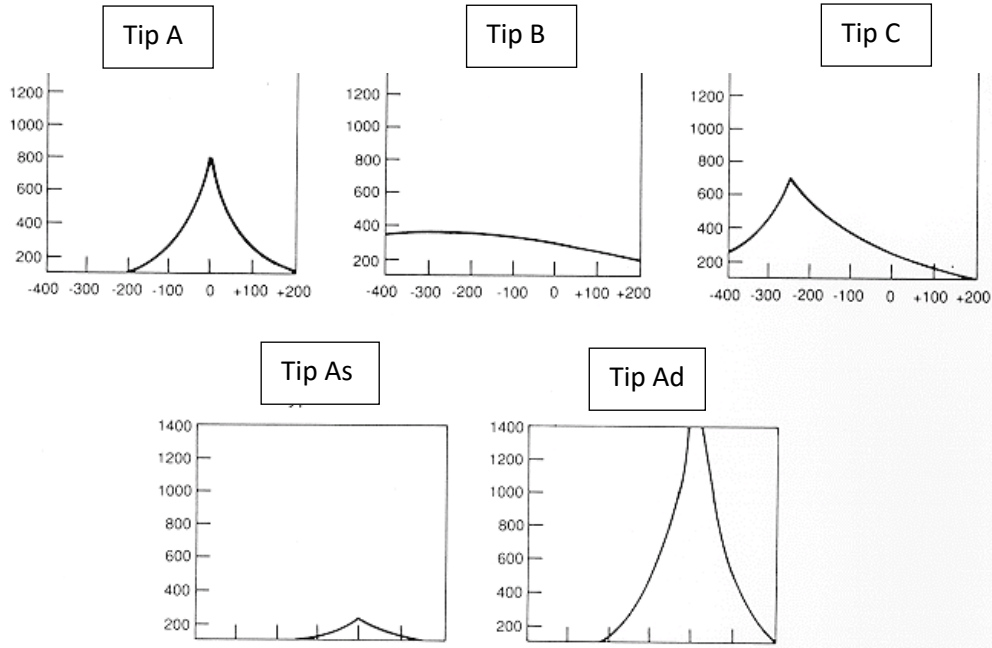
**Tip A:** A tipi timpanogramın 3 alt tipi vardır. Tip A timpanogram, kulak zarının  $0 \pm 50$  mm H<sub>2</sub>O atmosfer basınçta maksimum komplians değerine ulaştığı ve peak yaptığı ve peak amplitüdünün ortalama 0,6 ml olduğu timpanogram çeşididir. Orta kulak sistemi normal olan kişilerde elde edilmesi beklenir. Tip Ad timpanogramda eğri normal basınç alanında peak yapar ancak normalden daha yüksek amplitüd de tepe noktası gözlemlenir. Kemikçik zinciri ayrılmalarında elde edilebilir. Tip As ise normal basınç altında 0,3 ml'den düşük amplitüdü tepe veren timpanogram çeşididir. Orta kulakta sıvı birikimi, sertleşmiş ve kalınlaşmış kulak zarında, otoskleroz ve kemikçik zincir fiksasyonunda elde edilir (33,37,39,42,51,52).

**Tip B:** Tip B timpanogramda peak elde edilmez. Bunun yerine düz ve yaygın tepeli, düşük amplitüdü, yere paralel düz çizgi şeklinde bir timpanogram elde edilir. Orta kulak herhangi bir nedenle oluşan negatif basınç veya probun yanlış yerleştirilmesi bu timpanogramın elde edilmesine neden olur.

**Tip C:** Östaki disfonksiyonu veya orta kulak negatif basıncı varlığında elde edilen bu timpanogram çeşidinde tepe noktası normal amplitüdüdür ancak peak -50 daPa'dan daha aşağıdadır (39,42,51).

**Tip D:** Skarlı veya artrofik timpanik membran varlığında elde edilen ve “w” şeklinde görüntü veren Tip D timpanogram çift peak ya da çentikle karakterize bir sonuç şeklinde gözlemlenir (53).

**Tip E:** Kemik zincir devamsızlığında elde edilen Tip E timpanogram iki veya daha çok alçak tepe noktaları barındırır ve geniş alçalıp yükselen tepe noktalarıyla karakterizedir (3,53).



Şekil 2.3: Timpanogram çeşitleri (54)

Tek başına tanı koymada eksikliklerine rağmen timpanometri; saf ses odyometrisi ve akustik refleks ölçümü gibi testlerle birleşince orta kulak patolojilerinin tanılanmasında önemli rol oynar (34).

## 2.5. Multifrekans Timpanometri

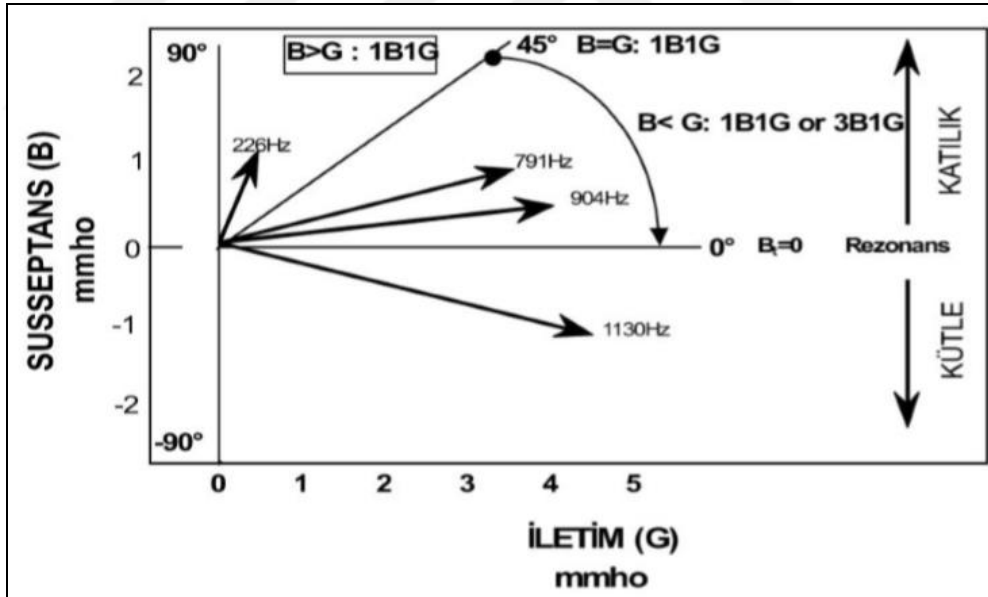
Günümüzde yaygın olarak kliniklerde yerini alan klasik timpanometri çoğunlukla 226 Hz probe tone ile uygulanmaktadır. Ancak farklı frekanslarda probe tone ile uygulanan testin özellikle orta kulakta meydana gelen patolojiler hakkında tanıyı kolaylaştırdığı bilinmektedir. Multifrekans timpanometri de bu amaçla geliştirilmiş olup, değişik probe tone uygulaması sayesinde orta kulak patolojilerinde tanıyı belirlemede yarar sağlamaktadır (3,4). Multifrekans timpanometri 226 Hz-2000 Hz arasında ölçüm yapabilen, farklı probe tonelarla orta kulağın admitans değeri hakkında geniş bir yelpazede bilgi veren objektif bir testtir. Klasik timpanometriye göre multifrekans timpanometrenin avantajı orta kulak sisteminin admitansını ve bunu belirleyen faktörleri ayrı ayrı ölçmesidir (55). Multifrekans timpanometri statik admitansın tespitinde, 45 derece faz açısında admitansın değerlendirilmesinde, Vanhuyse paterninin saptanmasında ve rezonans frekansının bulunmasında kullanılmaktadır (56,57).

Multifrekans timpanometri ile elde edilen en önemli verilerden birisi rezonans frekans olarak bilinmektedir. İmmitans kavramlarından sistemin enerji iletme becerisini ifade eden admitansın iki unsuru vardır. Bunlar kondüktans ve suseptanstır. Enerji kaybına uğramadan sistemden geçişi ifade eden kondüktans frekans farklılıklarından etkilenmeyen bir değeri ifade eder. Enerjinin komplians ve kütle elemanlarından geçişinin kolaylığını ifade eden suseptans ise frekans değerinden etkilenerek farklılıklar gösterir. Kütle suseptansının ve komplians suseptansının cebirsel toplamı toplam suseptansı verir. Toplam suseptans değeri sıfır olduğunda sistemin doğal frekansında titreştiği frekans elde edilmiş olur ve bu değer bize rezonant frekansı verir. Kütle ve komplians unsurları aynı fazda hareket etmeye başlayacağından dolayı bu frekansta direnç en alt seviyededir. Direnç sadece sürtünmeyle oluşur çünkü bu etki frekanstan bağımsızdır (34, 46).

Multifrekans timpanometrinin çalışma prensibini incelemek istersek teste öncelikli olarak 226 Hz'lik probe ton ile timpanogram ve statik admittans değerlerinin kaydedilmesiyle başlanır. Testin kaydı; hava basıncı +200 ile -400 daPa aralığında 200 daPa/sn.ölçüsünde değiştirilip alınır. Devamında orta kulağın rezonans frekansı, probe tonu 200 Hz 2000 Hz aralığında 50 Hz'lik aşamalar şeklinde taranır ve DKY'na +200 daPa basınç verilerek ölçüm sağlanır. Aynı zamanda faz açısı kaydedilir. Diğer bir probe ton uyararı ise timpanometrinin peak noktasındaki basınç kadar dış kulak yoluna verilir. Bu iki ölçüm farkları frekansiyel fonksiyonlu bir grafik ile değerlendirilir. Alçak frekans probe tonlu timpanogramlarda tek tepe noktası elde edilirken, yüksek frekans probe tonlu timpanogramlarda çok sayıda tepe noktaları elde edilir. Akustik immitans (Y), akustik impedansın (Z) tersi olarak belirtilir. Akustik immitans şu şekilde formüle edilir (58).

Akustik immitans  $(Y)=1/[c+j(2fm-k/2f)]$  c: kondüktansı, m: orta kulak kütle kütle, k: kemikçik ve kulak zarı ligamentlerinin sertliğini, 2fm: kütle suseptansını, k/2f: komplians ya da sertlik suseptansını belirtmektedir (59).

1975 yılında Vanhuyse, Creten ve Van Camp farklı frekanslarda timpanometrik verileri incelemişler, suseptans (B) ve kondüktans (G) timpanogramlarını sınıflandırırken değişik frekanslarda oluşan tepe sayılarına dikkate almış ve referans modellerini oluşturmuşlardır. Bu model şekil 2.4'de belirtilmiştir. 1B1G paterninde faz açısı 45-90 derece arasındadır. 226 Hz geleneksel düşük frekans timpanometri 1B1G paternindedir. Orta kulak komplians etkisindedir. Admittans orta kulakta katılık etkisi varken düşük frekanslı uyarılarda meydana gelir. 3B1G paterninde faz açısı 0-45 derece arasındadır. Suseptans eğrisinin üç tepe noktası vardır. Orta kulak yine katılık etkisindedir; ancak  $0^\circ$  rezonans durumundaki kulaktaki admittansı ifade eder. 3B3G paterninde ise faz açısı -45 ile 0 derece aralığındadır buna ek olarak kondüktans ve suseptans timpanogramlarında üç tepe noktası vardır. Suseptans eğrisinde oluşan çentik daha derinleşir. 5B3G paterninde faz açısı -90 ve -45 derece arasındadır ve suseptans eğrisinde beş tepe noktası vardır. Orta kulak artık tümüyle kütle etkisindedir (60).



Şekil 2.4: Vanhuyse Modeli

Suseptans eğrisinde çentik oluşmasına bakıldığında (3B'nin oluşması); çentik aşağı noktasının eğrinin pozitif uç kısmıyla ilişkisi önem taşır. Çentiğin alt noktası pozitif uç düzeyinin üstünde ise orta kulak katılık etkisinde, alt nokta bu düzeyin altındaysa kütle etkisindedir. Alt nokta pozitif uçla aynı düzeydeyse rezonans

durumu meydana gelmiştir. Sonuçta bu çeşit bir suseptans eğrisinin elde edildiği frekans RF değeri olarak belirlenecektir (61).

Multifrekans timpanometrinin kliniklerde fazla kullanılmıyor olsa da ayırıcı tanıda oldukça avantajlıdır. Ancak multifrekans timpanometri ile ilgili yeterli çalışmanın olmayışı, geleneksel timpanometriye göre karmaşık olması ve standart sonuçların azlığı kliniklerde kullanımının önüne engel koymaktadır (34).



### 3. BİREYLER VE YÖNTEM

Bu araştırma, Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu tarafından onaylanmış olup (Proje no: KA18/18) ve maddi desteği Başkent Üniversitesi Araştırma Fonunca sağlanmıştır. Çalışmamız, Başkent Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı ve Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Ünitesinde otoskopik muayenesi normal kabul edilen 88 bireyde gönüllülük esasınca gerçekleştirilmiştir.

#### 3.1. Bireyler

Yapılan istatistiki analiz neticesinde çalışma gücünün 0.95 ve üstünde olmasını sağlaması bakımından örneklem sayısı her bir deney grubu için en az 16 olması gerektiği hesaplanmıştır. Çalışmamızda 5 adet grup bulunmaktadır. Birinci gruba 18-59 yaş aralığındaki kişiler, ikinci gruba 60-64 yaş aralığındaki kişiler, üçüncü gruba 65-69 yaş aralığındaki kişiler, dördüncü gruba 70-74 yaş aralığındaki kişiler ve beşinci gruba 75-80 yaş aralığındaki kişiler dahil edilmiştir. Her grupta eşit sayıda kadın ve erkek katılımcı bulunmaktadır. Çalışmamızın araştırma evreni 18-80 yaş arası bireyler olarak belirlenmiş ancak çalışmadan çıkarılma kriterleri doğrultusunda 19-79 yaş aralığındaki bireylerden oluşmuştur. Çalışmamıza toplamda 88 kişi (176 kulak) dahil edilmiştir.

Araştırmamıza katılan çalışma grubumuza dahil olan kişilerin belirlenmesinde aşağıdaki kriterlere sahip olmasına dikkat edilmiştir;

- Araştırmaya katılabilmek için 18 ve üzeri yaşta olması gerekmektedir.
- Gerçekleştirilen otoskopik muayenede timpanik membranda perforasyon, adezyon gibi anormal otolojik görünüm olmamalıdır.
- İletim veya mikst tip işitme kaybı olmamalıdır.
- Timpanometrik ölçüm sonrası Tip A timpanogram elde edilmiş olmalıdır.

Çalışmamıza katılım gönüllülük esasına dayandığından katılımcılardan ilk olarak, “Gönüllü Denek Bilgilendirme ve Onay Formu” nu doldurmaları ve imzalamaları istenmiştir.

### **3.2. Kullanılan Test ve Yöntem**

Araştırma katılımcılarına ilk olarak Kulak Burun Boğaz hekimi tarafından muayene yapılmıştır. Muayene sonucu çalışmaya uygun olan hastalara saf ses odyometri ve multifrekans timpanometri uygulamaları yapılmıştır.

Katılımcıların hava ve kemik yolu işitme eşiklerini saptamak için; Industrial Acoustic Company (IAC) Inc. Standartlarını sağlayan sessiz odalarda Interacoustics-Clinical Audiometer AC40 odyometri cihazı kullanılmıştır. Hava yolu işitme eşiğini belirlemek için 125-8000 Hz arasındaki frekans değerlerinde TDH-39P Telephonic HB-7 kulaklık aracılığıyla ölçüm gerçekleştirilmiştir. Kemik yolu işitme eşiklerini belirlemek 250-4000 Hz arasındaki frekans değerlerinde Radioear B71 kemik vibratörü aracılığıyla ölçüm gerçekleştirilmiştir.

İşitme kaybı türünün ve derecesinin belirlenmesi için 500, 1000, 2000 Hz frekans değerlerindeki hava yolu ve kemik yolu işitme eşikleri toplanıp ortalaması alınarak saf ses ortalamaları (SSO) hesaplanmış ve her kulak için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. İşitme kaybı derecesinin saptanması için Northern ve Downs'ın 2002 de yaptığı sınıflandırmadan yararlanılmıştır.

Orta kulak hakkında bilgi edinmek için immitansmetrik ölçümler Grason Stadler (GSI) Tymptar Version 2 elektroakustik immitansmetre ile gerçekleştirilmiştir. Test öncelikle +200 ile -400 daPa basınçta sabit frekansta probe tone verilerek gradient değeri, statik admitans ve timpanometrik tepe basıncının timpanograma yansıtılmasıyla başlamıştır. Sonraki aşamada katılımcıların her iki kulağına ayrı ayrı sabit basınçta 250-2000 Hz aralığında 50 Hz'lik ardışık uyarın

verilerek orta kulağa ait rezonans frekansı elde edilmiş ve diğer immitansmetrik değerlerle birlikte çıktı halinde kaydedilmiştir.

### 3.3. Verilerin Değerlendirilmesi ve İstatistiki Yöntem

60 ve üzeri yaşın orta kulak üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla 44'ü kadın 44'si erkek olmak üzere 88 bireyden veriler sağlanmıştır.

Bu çalışmada elde edilen veriler IBM SPSS Statistics Version 21 paket programı ile analiz edilmiştir.

Normal dağılımlı bir seride üç veya daha fazla bağımsız ortalama arasındaki farkın anlamlılığını saptamak adına One-Way ANOVA testi kullanılmıştır.

İki sayısal ölçüm arasında doğrusal bir ilişkinin olup olmadığını belirlemek için Pearson Korelasyon Testi uygulanmıştır.

Sonuçlar yorumlanırken anlamlılık düzeyi olarak 0,05 kullanılmış olup;  $p < 0,05$  olması durumunda anlamlı bir farklılığın olduğu,  $p > 0,05$  olması durumunda ise anlamlı bir farklılığın olmadığı belirtilmiştir.



## 4. BULGULAR

Çalışmamıza, rezonans frekanslarını belirlemek için grup 1'e 18-59 yaş aralığında 24 kişi, grup 2'ye 60-64 yaş aralığında 16 kişi, grup 3'e 65-69 yaş aralığında 16 kişi, grup 4'e 70-74 yaş aralığında 16 kişi, grup 5'e 75-80 yaş aralığındaki 16 kişi olmak üzere toplamda ise 88 kişi dahil edilmiştir. Kişilerin 44 (%50) 'ü kadın, 44 (%50)'ü erkektir. Katılımcıların cinsiyeti, yaşı grup bilgileri ve sağ-sol kulak RF değerleri Tablo 4.1'deki gibidir.

**Tablo 4.1:** Katılımcıların cinsiyeti, yaşları, grup bilgileri ve sağ ve sol kulak rezonans frekansları

SAYI	CİNSİYET	YAŞ	GRUP	SAĞ KULAK RF DEĞERİ	SOL KULAK RF DEĞERİ
1	KADIN	20	GRUP 1	850	1150
2	KADIN	23	GRUP 1	1150	1000
3	KADIN	28	GRUP 1	1000	1300
4	KADIN	22	GRUP 1	950	1250
5	KADIN	26	GRUP 1	1250	1000
6	KADIN	31	GRUP 1	1200	750
7	KADIN	33	GRUP 1	850	1100
8	KADIN	28	GRUP 1	950	900
9	KADIN	32	GRUP 1	1200	1100
10	KADIN	44	GRUP 1	1100	800
11	KADIN	50	GRUP 1	900	950
12	KADIN	55	GRUP 1	1000	1100
13	ERKEK	19	GRUP 1	1250	900
14	ERKEK	22	GRUP 1	900	950
15	ERKEK	21	GRUP 1	950	1250
16	ERKEK	26	GRUP 1	1050	1050
17	ERKEK	24	GRUP 1	1000	1100
18	ERKEK	28	GRUP 1	1300	1200
19	ERKEK	26	GRUP 1	1150	950
20	ERKEK	30	GRUP 1	1050	1150
21	ERKEK	35	GRUP 1	750	1000
22	ERKEK	39	GRUP 1	1150	850
23	ERKEK	45	GRUP 1	1050	1200
24	ERKEK	51	GRUP 1	1200	950
25	KADIN	60	GRUP 2	1200	1100
26	KADIN	60	GRUP 2	1150	1000
27	KADIN	60	GRUP 2	800	950
28	KADIN	61	GRUP 2	1150	1150
29	KADIN	62	GRUP 2	1200	1000

30	KADIN	62	GRUP 2	1250	1100
31	KADIN	64	GRUP 2	1000	1150
32	KADIN	64	GRUP 2	750	900
33	ERKEK	60	GRUP 2	900	900
34	ERKEK	60	GRUP 2	950	1000
35	ERKEK	61	GRUP 2	1050	1150
36	ERKEK	62	GRUP 2	1050	950
37	ERKEK	62	GRUP 2	1300	1100
38	ERKEK	63	GRUP 2	900	1100
39	ERKEK	63	GRUP 2	1000	900
40	ERKEK	64	GRUP 2	1100	1250
41	KADIN	65	GRUP 3	950	800
42	KADIN	65	GRUP 3	1100	1200
43	KADIN	65	GRUP 3	950	1200
44	KADIN	66	GRUP 3	850	950
45	KADIN	67	GRUP 3	1250	900
46	KADIN	67	GRUP 3	1300	1250
47	KADIN	69	GRUP 3	900	1150
48	KADIN	69	GRUP 3	1100	1000
49	ERKEK	65	GRUP 3	1150	900
50	ERKEK	66	GRUP 3	1300	1150
51	ERKEK	66	GRUP 3	1200	1350
52	ERKEK	66	GRUP 3	1000	950
53	ERKEK	67	GRUP 3	1050	1200
54	ERKEK	67	GRUP 3	1000	1200
55	ERKEK	67	GRUP 3	750	1000
56	ERKEK	68	GRUP 3	1150	1000
57	KADIN	70	GRUP 4	1050	1000
58	KADIN	70	GRUP 4	1200	1200
59	KADIN	70	GRUP 4	1050	1200
60	KADIN	73	GRUP 4	1000	950
61	KADIN	73	GRUP 4	1000	950
62	KADIN	74	GRUP 4	1250	1250
63	KADIN	74	GRUP 4	900	750
64	KADIN	74	GRUP 4	1050	1250
65	ERKEK	71	GRUP 4	1050	950
66	ERKEK	71	GRUP 4	1200	950
67	ERKEK	72	GRUP 4	750	900
68	ERKEK	72	GRUP 4	1000	1250
69	ERKEK	72	GRUP 4	1300	1200
70	ERKEK	72	GRUP 4	1150	1100
71	ERKEK	73	GRUP 4	1100	1050
72	ERKEK	73	GRUP 4	1150	1250
73	KADIN	76	GRUP 5	1050	800
74	KADIN	76	GRUP 5	750	850
75	KADIN	77	GRUP 5	1150	1250
76	KADIN	77	GRUP 5	1300	1050
77	KADIN	78	GRUP 5	900	1000
78	KADIN	78	GRUP 5	1200	1300
79	KADIN	79	GRUP 5	1350	1300
80	KADIN	79	GRUP 5	900	1150
81	ERKEK	75	GRUP 5	1100	1300

82	ERKEK	76	GRUP 5	1150	750
83	ERKEK	77	GRUP 5	1250	1150
84	ERKEK	78	GRUP 5	1200	1150
85	ERKEK	78	GRUP 5	1050	1250
86	ERKEK	78	GRUP 5	800	800
87	ERKEK	78	GRUP 5	1000	1150
88	ERKEK	78	GRUP 5	950	1000

Katılımcıların sağ ve sol kulak 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz ve 4000 Hz saf ses ortalamaları ve Northern ve Downs'un 2002'de yaptığı sınıflandırmaya göre elde edilen derecesine göre işitme kayıpları Tablo 4.2'te verilmiştir.

**Tablo 4.2.** Katılımcıların Northern ve Downs'un 2002'de yaptığı sınıflandırmaya göre elde edilen işitme kaybı dereceleri

SAYI	SAG KULAK SSO	SAG KULAK İŞITME KAYBI DERECESİ	SOL KULAK SSO	SOL KULAK İŞITME KAYBI DERECESİ
1	15	NORMAL	12	NORMAL
2	12	NORMAL	15	NORMAL
3	15	NORMAL	15	NORMAL
4	0	NORMAL	2	NORMAL
5	0	NORMAL	5	NORMAL
6	10	NORMAL	5	NORMAL
7	8	NORMAL	0	NORMAL
8	15	NORMAL	10	NORMAL
9	10	NORMAL	5	NORMAL
10	0	NORMAL	5	NORMAL
11	5	NORMAL	5	NORMAL
12	5	NORMAL	5	NORMAL
13	10	NORMAL	15	NORMAL
14	10	NORMAL	10	NORMAL
15	0	NORMAL	0	NORMAL
16	2	NORMAL	8	NORMAL
17	10	NORMAL	2	NORMAL
18	5	NORMAL	5	NORMAL
19	15	NORMAL	15	NORMAL
20	12	NORMAL	10	NORMAL
21	0	NORMAL	5	NORMAL
22	5	NORMAL	10	NORMAL
23	0	NORMAL	0	NORMAL
24	15	NORMAL	15	NORMAL
25	15	NORMAL	15	NORMAL
26	15	NORMAL	10	NORMAL
27	20	ÇOK HAFİF	0	NORMAL
28	10	NORMAL	0	NORMAL
29	5	NORMAL	5	NORMAL
30	12	NORMAL	10	NORMAL

31	15	NORMAL	15	NORMAL
32	10	NORMAL	15	NORMAL
33	20	ÇOK HAFİF	20	ÇOK HAFİF
34	23	ÇOK HAFİF	5	NORMAL
35	10	NORMAL	15	NORMAL
36	15	NORMAL	10	NORMAL
37	15	NORMAL	10	NORMAL
38	10	NORMAL	15	NORMAL
39	5	NORMAL	18	ÇOK HAFİF
40	15	NORMAL	5	NORMAL
41	20	ÇOK HAFİF	23	ÇOK HAFİF
42	25	ÇOK HAFİF	15	NORMAL
43	20	ÇOK HAFİF	15	NORMAL
44	20	ÇOK HAFİF	20	ÇOK HAFİF
45	25	ÇOK HAFİF	20	ÇOK HAFİF
46	20	ÇOK HAFİF	10	NORMAL
47	25	ÇOK HAFİF	38	ORTA
48	20	ÇOK HAFİF	30	ORTA
49	30	ORTA	20	ÇOK HAFİF
50	15	NORMAL	35	ORTA
51	15	NORMAL	15	NORMAL
52	25	ÇOK HAFİF	20	ÇOK HAFİF
53	25	ÇOK HAFİF	20	ÇOK HAFİF
54	15	NORMAL	25	ÇOK HAFİF
55	25	ÇOK HAFİF	25	ÇOK HAFİF
56	30	ORTA	28	HAFİF
57	28	HAFİF	25	ÇOK HAFİF
58	50	ORTA	45	ORTA
59	20	ÇOK HAFİF	25	ÇOK HAFİF
60	25	ÇOK HAFİF	30	ORTA
61	20	ÇOK HAFİF	25	ÇOK HAFİF
62	18	ÇOK HAFİF	25	ÇOK HAFİF
63	28	HAFİF	30	ORTA
64	20	ÇOK HAFİF	38	ORTA
65	30	ORTA	20	ÇOK HAFİF
66	50	ORTA	28	HAFİF
67	25	ÇOK HAFİF	30	ORTA
68	20	ÇOK HAFİF	20	ÇOK HAFİF
69	20	ÇOK HAFİF	42	ORTA
70	30	ORTA	40	ORTA
71	30	ORTA	38	ORTA
72	32	ORTA	25	ÇOK HAFİF
73	30	ORTA	25	ÇOK HAFİF
74	20	ÇOK HAFİF	25	ÇOK HAFİF
75	50	ORTA	48	ORTA
76	25	ÇOK HAFİF	30	ORTA
77	30	ORTA	25	ÇOK HAFİF
78	28	HAFİF	30	ORTA
79	35	ORTA	42	ORTA
80	20	ÇOK HAFİF	32	ORTA
81	25	ÇOK HAFİF	28	HAFİF

82	35	ORTA	20	ÇOK HAFİF
83	38	ORTA	35	ORTA
84	42	ORTA	40	ORTA
85	40	ORTA	40	ORTA
86	20	ÇOK HAFİF	25	ÇOK HAFİF
87	25	ÇOK HAFİF	38	ORTA
88	38	ORTA	25	ÇOK HAFİF

### Temel İstatistiklerin İncelenmesi

**Tablo 4.3.** Grupların Cinsiyete Göre Dağılımı

Cinsiyet		Kadın	Erkek	Toplam
Gruplar	Grup 1	12	12	24
	Grup 2	8	8	16
	Grup 3	8	8	16
	Grup 4	8	8	16
	Grup 5	8	8	16
Toplam		44	44	88

Katılımcıların cinsiyetlere göre dağılımı Tablo 4.3.'te belirtilmiştir.

**Tablo 4.4.** Grupların Yaşlara Göre Dağılımı

Yaş Grupları	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Grup 1	31,583	10,47	19	55
Grup 2	61,75	1,52	60	64
Grup 3	66,56	1,31	65	69
Grup 4	72,12	1,40	70	74
Grup 5	77,37	1,14	75	79

Katılımcıların yaşlara göre dağılımı Tablo 4.4.'te belirtilmiştir.

**Tablo 4.5.** Çalışmaya katılan bireylerin gruplara göre sağ kulak rezonans frekans değerleri

Yaş Grupları	N	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Grup 1	24	1050,00	146,703	750	1300
Grup 2	16	1046,88	159,655	750	1300
Grup 3	16	1062,50	160,728	750	1300
Grup 4	16	1075,00	136,626	750	1300
Grup 5	16	1068,75	175,950	750	1350
Total	88	1059,66	152,349	750	1350

Katılımcıların gruplara göre sağ kulak rezonans frekans değerleri ile ilgili bilgiler Tablo 4.5.'te belirtilmiştir. Sağ kulak RF değerleri bakımından gruplar arası farklılıkları karşılaştırmak için yapılan One-Way ANOVA testi sonucunda p değeri 0,981 elde edilmiştir. Bu sonuca göre gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır.

**Tablo 4.6.** Çalışmaya katılan bireylerin gruplara göre sol kulak rezonans frekans değerleri

Yaş Grupları	N	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Grup 1	24	1039,58	147,427	750	1300
Grup 2	16	1043,75	107,819	900	1250
Grup 3	16	1075,00	155,991	800	1350
Grup 4	16	1075,00	158,114	750	1250
Grup 5	16	1078,13	192,327	750	1300
Total	88	1060,23	151,460	750	1350

Katılımcıların gruplara göre sol kulak rezonans frekans değerleri ile ilgili bilgiler Tablo 4.6.'da belirtilmiştir. Sol kulak RF değerleri bakımından gruplar arası farklılıkları karşılaştırmak için yapılan One-Way ANOVA testi sonucunda p değeri 0,889 elde edilmiştir. Bu sonuca göre gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır.

**Tablo 4.7.** Çalışmaya katılan bireylerin her iki kulak rezonans frekans değerleri

Yaş Grupları	N	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Grup 1	48	1044,79	145,58	750	1300
Grup 2	32	1045,31	134,01	750	1300
Grup 3	32	1068,75	155,93	750	1350
Grup 4	32	1075,00	145,35	750	1300
Grup 5	32	1073,43	181,38	750	1350
Total	176	1059,94	151,47	750	1350

Katılımcıların gruplara göre her iki kulak rezonans frekans değerleri ile ilgili bilgiler Tablo 4.7.'de belirtilmiştir.

Sağ kulak işitme kaybı derecesi ile sağ kulak RF değerleri arasındaki korelasyona Pearson Korelasyon Testi ile bakılmıştır. Test sonucunda p değeri 0,231 olarak elde edilmiştir ve iki değişken arasında korelasyon saptanmamıştır.

Sol kulak işitme kaybı derecesi ile sol kulak RF değerleri arasındaki korelasyona Pearson Korelasyon Testi ile bakılmıştır. Test sonucunda p değeri 0,188 olarak elde edilmiştir ve iki değişken arasında korelasyon saptanmamıştır.



## 5. TARTIŞMA

Orta kulak hakkında bilgi edinmek için kullanılan MFT ile elde edilen RF değerlerindeki farklılıklar ırklara, orta kulak patolojilerine, cinsiyete, hastalıklara, erkeklerde yaşa, kalıtımsal özelliklere göre araştırılmıştır. Literatür incelendiğinde her iki cinsiyette ve her iki kulakta 60 yaş üzerindeki kişilerin rezonans frekanslarının yaş ile değişimini belirten çalışma bulunmamaktadır. Araştırmamız sonucunda her iki kulak için yaş grupları arasında RF değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Organizmanın molekül, hücre, doku, organ ve sistemler düzeyinde, zamanın ilerlemesiyle ortaya çıkan, geriye dönüşü olmayan, yapısal ve fonksiyonel değişikliklerin tümü yaşlılık olarak adlandırılır (1). Vücudun diğer yapıları gibi orta kulakta yaşın getirdiği değişikliklere duyarlıdır (2).

226 Hz ya da 678 Hz'lik probe tone ile uygulanan geleneksel timpanometri, girişimsel olmayan, maliyeti düşük ve basit oluşu sayesinde yaygın olarak kullanılmakta beraber, kemik zincir bütünlük patolojileri, oteskleroz gibi patolojilerin saptanmasında yetersiz kalması nedeniyle multifrekans timpanometri kullanımı ayırıcı tanıda önemli bir rol oynar (51).

Literatüre baktığımızda 1970'de Liden ve ark. tarafından yapılan çalışmada 220 Hz, 625 Hz, 800 Hz frekansındaki prob tonlarında 100 normal 29 otosklerotik ve 27 sensörinöral kayıplı kulakta timpanometrik değerlendirmede bulunmuşlardır. Bu araştırma sonucunda daha yüksek frekanslarda yapılan timpanogramların statik empedans, timpanometrik tepe basıncı ve timpanometrik genişlik değerlendirmesinde, düşük frekanslarda yapılanlardan istatistiksel olarak anlamlı fark elde etmemişlerdir (3,5).

Geleneksel timpanometri bu tür durumlarda yetersiz kalmış ve çeşitli probe tone frekanslar içeren multifrekans timpanometri kullanılmaya başlanmıştır.



Multifrekans timpanometri sayesinde admitans ve unsurlarına ait bilgi elde edebiliriz. Akustik immitans admitans, empedans ve bileşenlerini içine alan genel bir terimdir. Admitans ve unsurları sürtünme, sertlik ve kütle olmak üzere üç değişkenle belirlenir. Kütle değişkeni kütle suseptansı, sertlik değişkeni ise sertlik suseptansı ile belirlenir. Rezonans frekansın elde edilmesi için toplam suseptans 0 olmalıdır. Rezonans frekans değerinin üstünde kalan frekanslar kütle, rezonans frekans değerinin üstünde kalan değerlerde sistem sertlik kontrolü altındadır. Kemik zincir bütünlük patolojileri, kolesteatoma gibi durumlarda orta kulak kütle etkisi altındayken, timpanoskleroz, osteoskleroz gibi durumlarda ise orta kulak sertlik etkisi altındadır (51). Avantajlı bir test olmasına rağmen yeterli verilerin olmaması multifrekans timpanometrinin klinik uygulamalarda yaygınlaşmasına engel olmuştur (3,40).

Dış ve orta kulak yapılarının kalıtsal özelliklerinin yaşa göre farklılık göstermesi rezonans frekansının çok geniş bir aralıkta değerler almasına neden olur (61). Orta kulaktaki yapılar ırka ve diğer birçok özelliğe göre de farklılıklar göstermektedir. Bu farklılıklar orta kulak admittansı üzerinde etkilidir. Bu nedenden dolayı normatif değerler birbirinden farklı elde edilebilir. Araştırmacılar bu amaçla hem klinikleri için hem de farklı topluluklar üzerinde normatif data elde etmek için çalışmalarda bulunmuşlardır. Farklı insan ırkları arasındaki değişiklikleri saptamak adına, Kafkas ve Çinli genç yetişkinlerin multifrekans timpanometri değerlendirme sonuçlarını incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda Çinli popülasyonun Kafkas popülasyonuna göre; daha düşük statik admittansa sahip olduğu, yine çalışmaya katılan Çinli bireylerin Kafkas bireylere göre daha geniş timpanometrik genişlik, daha pozitif timpanometrik tepe basıncı ve daha düşük kulak kanalı volümüne sahip olduğunu kanıtlayan sonuçlar elde edilmiştir. Çinlilerin rezonans frekansları değerlerinin Kafkaslara göre daha yüksek değerde olduğu belirlenmiştir (62).

Uluslararası çalışmalarda seksenlerin sonuna doğru yapılan araştırmaların sonuçları değişkenlik göstermektedir.

1984, 1988 yılında Funasaka rezonans frekansını üzerine yoğunlamış ve çalışmalar yürütmüştür. 220-2000 Hz arasında prob-ton ile yaptığı çalışmada birçok parametreyi incelemiş ve bu parametrelerden en çok fark yaratanın değerin ses basınç seviyesi değişiminin 0 olduğunda elde edilen frekans değerleri olduğunu belirtmiştir (63). 1984 yılında Lutman ve arkadaşları teorik olarak orta kulak admitans bileşenlerini tanılamıştır ve 67 normal kulağın rezonans frekans ortalamasını 871 Hz olarak elde etmiştir (64). Başka bir çalışmada 1989 yılında Wada normatif RF değerini ortalama 1000 Hz olarak bulmuştur (65).

Doksanlı yılların başında multifrekans timpanometri üzerine yapılan çalışmalarda genellikle rezonans frekansını saptama üzerine ve orta kulak admitans bileşenlerini belirlemek üzerine sonuçlar elde edilmiştir. Doksanların sonuna doğru çalışmaların konusunda ise patolojiler ve kişisel farklılıklar ön plana çıkmıştır.

1991 yılında Holte üzerinde çalıştığı 23 yenidoğanda rezonans frekansını başlarda 450-710 Hz aralığında bulmuş ve doğumun 100. gününden sonra bir erişkinin kulak karakteristiğiyle benzer sonuçlar elde edildiğini belirlemiştir (66). 1991 yılında Russolo işitmesi normal 54 birey üzerinde rezonans frekans değerini  $834 \pm 153$  Hz olarak saptarken, 31 otosklotik bireyi dahil ettikleri çalışmasında aynı değeri  $1282 \pm 188$  Hz olarak bulmuştur (67). 1993 yılında Colletti ve arkadaşları 73 otosklerotik ve 50'si total stapedektomi olan 138 opere kulağı üzerinde ve 70 normal kişide multifrekans timpanometre uygulaması yapmışlardır. W şeklinin görüldüğü frekans rezonans frekans olarak belirtmişler ve ortalama RF değerlerini normal kulaklarda 1000 Hz ve otosklerotik kulaklarda 1400 Hz olarak elde etmişlerdir. Opere kulakların rezonans frekansını ise 630 Hz olarak belirtmişlerdir (68). 1994'te Valvik ve arkadaşları Russolonun çalışmasını geliştirmişler ve hasta grubunu daha geniş sayıda tutmuşlardır. Çalışmalarının sonucunda orta kulak RF normatif değerini  $1049 \pm 261$  Hz, otosklerotik kulakların ortalama RF değerlerini ise  $1238 \pm 209$  Hz ve postoperatif stapedektomili kulakların RF ortalamasını  $692 \pm 127$  Hz olarak elde etmiştir. Cinsiyette, rezonans frekansını faz açısından ve interaural farkta istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edememişlerdir (69). Biasi ve arkadaşları gerçekleştirdikleri Romatoid Artritli hastalardaki çalışmada normal kulaklarda

rezonans frekansını 800-1250 Hz aralığında elde etmişlerdir. %21 hastada ise bu değerlerden sapmalar gözlemlenmiştir. Bunların %6'sında düşme, %15'inde ise yükselme bulunmuştur. Yazarlar normal rezonans frekansından sapmayı Romatoid Artritin yaptığı tutulumla göre değiştiği şeklinde yorumlamışlardır (70). 1996 yılında Bianchedi 15 Meniere Hastası ve 10 normal insan üzerinde gerçekleştirdiği çalışmada hastaların %70'inde rezonans frekansında artış elde etmiştir (71).

2014 yılında İçmen yaşları 2-10 arasında değişen seröz otitli ve normal kulağa sahip 131 çocuk üzerinde yaptığı çalışmada, seröz otitli çocukların sağ kulak RF ortalamalarını 502,3 Hz sol kulak RF ortalamalarını 494,9 Hz elde etmiştir. Kontrol grubunun sağ kulak RF ortalamasını ise 924,3 sol kulak RF ortalamasını 921,3 olarak belirlemiştir. Çalışmanın sonucunda her iki kulakta da çalışma ve kontrol grubunun RF değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde etmiştir (72).

Başkent Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Odyoloji Kliniğinde gerçekleştirilen çalışmada Sezin ve arkadaşları 21-46 yaş arasında normal işitmeye sahip 60 birey üzerinde yaptığı çalışmada (73) katılımcıların iki kulağının RF ortalaması  $999.6 \pm 134.9$  Hz, sağ kulak RF değerleri ortalamasını  $1020.8 \pm 140.6$  Hz, sol kulak RF değerleri ortalamasını  $978.3 \pm 180.5$  Hz olarak bulmuştur.

60 yaş ve üzeri yaşın orta kulak üzerindeki etkisinin multifrekans timpanometri ile değerlendirilmesi adlı çalışmamıza, yaşları 19 ile 79 arasında değişen, 88 gönüllü (44 kadın, 44 erkek) kişi katılmıştır.

Tüm katılımcıların iki kulağından da alınan RF ortalaması 1059,94 Hz (std. sapma 151,47 Hz), sağ kulak RF ortalaması 1059,66 Hz (std. sapma 152,349 Hz), sol kulak RF ortalaması 1060,23 Hz (std. sapma 151,46 Hz) olarak elde edilmiştir. .

2016 yılında Mentşe “Adenoid Hipertrofisinin Orta Kulak Rezonans Frekansına Etkisi” adlı çalışmada, çalışmasına dahil ettiği 14 kontrol, 14 deney

grubundan oluşan örneklemeden elde ettiği sonuçlarda iki grubun sağ ve sol kulakları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edememiştir (74). 2016 yılında Sözen “Vücut Kitle İndeksinin Orta Kulak Rezonans Frekansına Etkisi” adlı çalışmasında, 18-40 yaşları arasında 78 gönüllü (156 kulak) katılımcıyı vücut kitle indeksine göre üç gruba ayırmış ve RF değerlerini karşılaştırmıştır. Yapılan çalışma sonucunda vücut kitle indeksinin  $25 \text{ kg/m}^2$  olan grup ile diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde etmişlerdir (75). 2016 yılında Mıdık “Ratlarda Multifrekans Timpanometri Normalizasyon Değerleri” adlı çalışmasında erkek ratlar için ortalama RF değerlerini  $426,56 \pm 193,01$  Hz olarak bulurken, dişi ratlar için  $496,88 \pm 132,55$  Hz olarak belirlemişlerdir. Erkek ve dişi ratlar arasında RF değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edememişlerdir. Tüm ratlar için ortalama RF değerini de  $461,7 \pm 168,02$  Hz olarak bulmuşlardır (76). 2017 yılında Teoman parkinson hastalarının aynı yaştaki normal kişilerle orta kulak bulgularını multifrekans timpanometri ile karşılaştırdığı çalışmasında RF değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamıştır (75).

Literatüre baktığımızda elde edilen veriler bu yönde araştırılmamıza kullandığımız GSI Tymptstar Version 2 model multifrekans timpanometri ölçümü sağlayan elektroakustik immitansmetre cihazının dağıtımçı firması Meder’in internet sitesindeki broşürde Normal kulakta elde edilmesi beklenen RF değerleri aralığının 800 Hz – 1200 Hz aralığında olduğu belirtilmiştir (76).

Ayrıca literatürde de rastladığımız gibi hayvan modeli çalışmalarında da multifrekans timpanometri, araştırmacılar tarafından kullanılan bir test yöntemidir.

Literatürde rezonans frekansı ortalamalarının farklılık göstermesi, dış ve orta kulağın yaşa, kalıtsal özelliklere, cinsiyete göre farklılık gösterebildiği için farklı popülasyonlardan elde edilen farklı değerler olası karşılanmaktadır (77).

2000 yılında yapılan çalışmada Liu ve Chen eksternal kulak rezonansının kadınlarda daha yüksek bulunmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç

ulaşamamıştır (78). 1999 yılında yapılan çalışmada Wiley ve arkadaşları orta kulak rezonans değerlerinin kadınlarda anlamlı derecede yüksek bulmuşlardır (79).

Holte'nin 1996 yılında 20-79 yaş arasındaki 136 erkek üzerinde yaptığı “Aging Effects in Multifrequency Tympanometry” adlı çalışmasında yaş dekadları arasında rezonans frekansı bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamıştır (80). Çalışmamızda rezonans frekansı değerleri bakımından yaş grupları arasında katılımcıların sağ ve sol kulakları için istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanamamıştır. Araştırmamızda işitme kaybı dereceleri ile rezonans frekansları arasında korelasyon bulunamamıştır.

Sonuç olarak elde ettiğimiz bulgulara göre 60 ve üzeri yaş orta kulak üzerinde RF değerleri bakımından farklılık göstermemektedir. Yaptığımız alışma toplumun bir kısmını yansıtılmaktadır, katılımcı sayısı arttırılarak çalışma örneklemini büyütülebilir. Ayrıca multifrekans timpanometrinin sunduğu diğer parametrelerin (Vanhuysen kalıpları, çoklu frekanslarda statik admitans, admitans faz açısının 45 olduğu durumdaki frekans (F45)) ile ilgili normatif ve patolojileri inceleyen ileri araştırmalar yapılabilir.

## 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışmamızda elde edilen sonuçları şu şekilde ifade edebiliriz:

- 60 ve Üzeri Yaşın Orta Kulak Üzerindeki Etkisinin Multifrekans Timpanometri İle Değerlendirilmesi isimli çalışmamıza katılan 19-79 yaş aralığındaki 44'ü kadın 44'ü erkek toplam 88 bireyin her iki kulaktan elde edilen RF değerleri ortalaması 1059,94 Hz (std. sapma 151,47 Hz) olarak elde edilmiştir. Katılımcıların sağ kulak RF değeri ortalaması 1059,66 Hz (std. sapma 152,349 Hz), sol kulak RF değeri ortalaması ise 1060,23 Hz (std. sapma 151,46 Hz) olarak bulunmuştur.
- Grupların sağ kulaklarının rezonans frekans ortalamasına bakıldığında grup 1 için 1050±146,703 Hz, grup 2 için 1046,88±159,655 Hz, grup 3 için 1062,5±160,728 Hz, grup 4 için 1075±136,626 Hz, grup 5 için 1068,75±152,349 Hz olarak bulunmuştur. Sağ kulak gruplar arası rezonans frekansları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ( $p>0.05$ ).
- Grupların sol kulaklarının rezonans frekans ortalamasına bakıldığında grup 1 için 1039,58±147,427 Hz, grup 2 için 1043,75±107,819 Hz, grup 3 için 1075±155,991 Hz, grup 4 için 1075±158,114 Hz, grup 5 için 1078,13±192,327 Hz olarak bulunmuştur. Sol kulak gruplar arası rezonans frekansları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ( $p>0.05$ ).
- Çalışmamızda işitme kaybı derecesi ile rezonans frekansı arasında her iki kulakta da korelasyon bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).
- Bu verilerle ileride yapılacak daha kapsamlı çalışmalara bir alt yapı sağlanması umut edilmektedir. Avantajlı bir test olmasına rağmen multifrekans timpanometri klinikte rutin olarak kullanılmamaktadır. Bu durumun en önemli nedeni multifrekans timpanometri üzerinde yapılan çalışma sayısının azlığıdır.

## 7. KAYNAKLAR

1. Saygılı S. Yaşlılık Psikolojisi. 1. Baskı, İstanbul, Türdav Yayın Grubu s. 152, 2011.
2. Weinstein BE. Geriatric Audiology, Aging of the Outer, Middle, and Inner Ear, and Neural Pathways, Thime, 2000.
3. Margolis RH, Van Camp KJ, Wilso RH, Creten WL. Multifrequency Tympanometry in Normal Ears, J. Audiology 24: 4453, 1985.
4. Ogut F, Serbetcioglu B, Kirazli T, Kirkim G, Gode S. Results of Multi-Frequency Tympanometry Measures in Normal and Otosclerotic Middle Ears. International Journal of Audiology 47: 615-620, 2008.
5. Shahnaz N, Linda P. Standard and Multifrequency Tympanometry in Normal and Otosclerotic Ears. Ear Hear 18: 326-341, 1997.
6. Colletti V. Tympanometry from 200 Hz to 2000 Hz Probe Tone. Audiology 15: 106-119, 1976.
7. Margolis RH, Saly GL. Wideband Reflectance Tympanometry in Normal Adults. Journal Acoustical Society of America 106:265-280, 1999b
8. Akyıldız N. Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi. Cilt 1. Ankara, Bilimsel Tıp Yayınevi, 1998.
9. Canalis RF, Lambert PR, Jeffrey T. The Ear: Comprehensive otology. The Laryngoscope, Philedelphia, 39-51, 110:1588, 2000.
10. Koç C. Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş-Boyun Cerrahisi. Ankara, Güneş Kitabevi, 52-56, 2004.
11. Panksy B, Gest TR. Lippincott Açıklamalı İnsan Anatomisi Atlası Baş & Boyun (Tüccar E. editör), Ankara, Güneş Tıp Kitapevleri, 3:218-226, 2015.
12. Janfaza P, Nadol JB. Temporal Kemik. Bas Boyun Cerrahi Anatomisi. (In Janfaza P, Nadol JB, Gala R, Fabian RL, Montgomery WW, editörler), (Cansız H, çev. ed.). İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri, 1:420-79, 2002.
13. Cingi C. Kulak Burun Boğaz Enfeksiyonları. Senk Matbaacılık, 2008.
14. Pearson AA. Development of anatomy of the ear. In: English GM: Otolaryngology. Philadelphia: Harperand Row Publishers, 1-68, 1984.
15. Akyıldız AN. Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi I. Ankara, Bilimsel Tıp Yayınevi, 77-99, 2002.

16. Belgin E, Odyolojik Değerlendirme, 21, Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş Boyun Cerrahisi ( Gerçeker M. Editör ), Ankara, Akademisyen Tıp Kitabevi, 2014.
17. Seikel JA, King DW, Drumright DG. Anatomy and Physiology for Speech, Language and Hearing, New York: Delmar Learning Press, 441-447, 2005.
18. Moller M. Hearing Its Physiology and Pathophysiology, ch. Academic Press, 74-75, 2000.
19. Swartz JD. Harnsberger RH. Imaging of the Temporal Bone, 3th Edition. New York, Thime Medical Publishers Inc., 47-107, 1998.
20. Belgin E, Periferik İşitme Sisteminin Anatomi ve Fizyolojisi, Temel Odyoloji (Belgin E., Şahlı, A.S., editörler), Ankara, Güneş Tıp Kitapevleri, 29, 2015.
21. Moller AR. Hearing Anatomy, Physiology and Disorders of The Auditory System, San Diego CA, 6-10, 2006.
22. Som PM, Curtin HD. Head and Neck Imaging, 4th Edition. St. Louis, MosbyInc., 1058-1071, 2003.
23. Pabuşçu Y. Bilgisayarlı Tomografi. Ankara, NuroL Matbaacılık, 52-73, 2002.
24. Ataş A, Belgin E. Kulak Anatomisi ve İşitme Fizyolojisi. Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş-Boyun Cerrahisi. Ankara, Güneş Tıp Kitabevi, 45-71, 2004.
25. Çelik O. Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş Boyun Cerrahisi, Kulak, 2. Baskı, Cilt 1, Asya Tıp Kitabevi.
26. Cingi E. Kulak Burun Boğaz Hastalıkları, Cilt I, Eskişehir, Etam Matbaacılık, 12-19, 1995.
27. Bluestone CD. Anatomy and Physiology of The Eustachian Tube. Otolaryngology Head & Neck Surgery. (Cummings CW, Fredrickson JM, Harker LE, editörler). 3, St. Louis, Mosby, 1998.
28. Akdaş FV. Çocuklarda sensörinöral işitme kayıpları. Çelik O. (Editör). Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş Boyun Cerrahisi. 2. Baskı, İzmir: Asya Tıp Kitapevi, 63-76, 2007.
29. Googman A. Reference Zero Levels For Pure Tone Audiometers. ASHA 7: 262-263, 1965.
30. Hall JW, Mueller HG. Audiologist' Desk Reference, Vol. 1. Diagnostic Audiology Principles, Procedures and Protocols. San Diego: Singular Publishing, 104, 1997.



31. Schlauch RS, Nelson P. Puretone Evaluation. Editor: Katz J. Handbook of Clinical Audiology. Seventy Edition. Wolters Kluwer, 2015.
32. Martin FN, Clark JG. Introduction to Audiology. Pearson/ Allyn and Bacon, 2006.
33. Stach BA. Clinical Audiology An Introduction. Second Edition. Delmar, 2010.
34. Katz J. Handbook of Clinical Audiology, Maryland: Williams & Wilkins, 159-175, 2002.
35. Martin FN. Principles of Audiology: A Study Guide, Maryland: University Park Press, 3, 1984.
36. Akyıldız AN. Kulak Hastalıkları ve Mikroiririjisi. Cilt I, Ankara Ongün Kardeler Matbaacılık, 118-163, 1986.
37. Shanks E, Janet & Diğerleri. Tympanometry. American Speech Language-Hearing Association, August 1988.
38. Akar M, Şahinler S. İstatistik. Adana: Ç.Ü.Ziraat Fakültesi, Genel Yayın No: 74. Ders Kitapları Yayın, 17:15-21, 1993.
39. Esmer N, Akıner MN, Karasalihoğlu AR, Saatçi MR. Klinik Odyoloji. Ankara, Özışık Matbaacılık, 92-93, 1995.
40. Tahincioğlu Z. Orta Kulak Patolojilerinde Multifrekans Timpanometri Bulguları. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2003.
41. Iacovou E, Vlastarakos PV, Ferekidis E, Nikolopoulos TP. Multi-frequency tympanometry: Clinical applications for the assessment of the middle ear status, Indian J Otolaryngol Head Neck Surgery 65(3): 283-7, 2013.
42. Kırkım G. İmmitansmetrik Değerlendirme Yöntemleri, Temel Odyoloji (Belgin E., Şahlı, A.S., editörler), Ankara, Güneş Tıp Kitapevleri, 105-107, 2015.
43. Jerger J, Northern J. Clinical Impedance Audiometry. Stuttgart, Thieme 18-64, 1970.
44. Lalwani AK. Current Diagnosis and Treatment: Otolaryngology Head and Neck Surgery, New York, 2004.
45. Baldwin M. Choice of probe tone and classification of trace patterns in tympanometry undertaken in early infancy. International Journal of Audiology 45:417-427, 2006.
46. Gelfand SA. Essentials of Audiology. New York: Thieme, 226-236, 2001.

47. Stanley A. Gelfand, Essentials of Audiology. 2, Chapter 7, New York, 219-255, 2001.
48. Nozza RJ, Bluestone CD, Kardatzke D. Identification of middle ear effusion by aural acoustic admittance and otoscopy. Ear and Hearing 15(4): 31023, 1994.
49. Jerger J. Clinical Experience With Impedance Audiometry. Arch. Otolaryngol 92:311-324, 1970.
50. Liden G, Harford E, Hallen O. Tympanometry For The Diagnosis Of Ossicular Disruption. Arch. Otolaryngol 19:23-29, 1974.
51. Ögüt F. Multifrekansiyel Timpanometri Ölçümlerinin Otoklerotik ve Normal Kulaklarda Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı, İzmir, 2006.
52. Martin FN, Clark JG. Introduction to Audiology eight edition. United States of America, 2003.
53. Roeser RJ, Valente M, Hosford-Dunn H. Audiology Diagnosis. 2, New York, Thieme 5:381-402, 2000.
54. Erişim: (<http://ivertigo.net/vertigo3.html>). Erişim tarihi: 05.01.2018.
55. Öztürk N, Ayvazoğlu B, Kılıç C, Öztürk EK, Orman HO, Çetin M. Süt Çocuğu Dönemi Sağlıklı Çocuklarda Multifrekans Timpanometri İle Orta Kulak Rezonansı Normatif Değerlerimiz, Başkent Üniversitesi, Ankara.
56. Schönfelder J, Rother P, Zschäckel M. Morphologische Untersuchungen ü ber die postnatale Veränderungen des Schallantransportapparates im Mittelohr bei Mensch und Kaninchen. Anatomische Anzeiger 170:213–19, 1990.
57. Stieve M, Mojallal H, Battmer RD, Winter M, Lenarz T. Multifrequency tympanometry: Experimental application after implantation of ossicular replacement prosthesis in rabbits. Otolology and Neurotology 28:875-877, 2007.
58. Koç C, Arıkan O. Pediatrik seröz otitler. Klinik Pediatri 1:93-98, 2002.
59. Gok U, Bulut Y, Keles E, Yalcın S, Doymaz S., Bacteriological and PCR analysis of clinical material aspirated from otitis media with effusions. Int J Ped Orl 60: 49-54, 2001.
60. Vanhuysse V.J, Creten WL, Van Camp KJ. On the wnotching of tympanograms. Scand Audiol. 4: 45-50, 1975.
61. Shanks JE, Shelton C. Basic Principles and Clinical Applications of Tympanometry. Otolaryngology Clinics of North America, 24:299-328, 1991.

62. Shahnaz N, Davides D. Standart and multifrequency tympanometric norms for caucasians and chinese young adults. *Ear&Hearing* 27:75-90, 2006.
63. Funasaka S, Funai H, Kumakawa K. Sweep-frequency tympanometry: its development and diagnostic value. *Audiology* 1984;23:366-79.
64. Lutman ME. Phasor admittance measurements of the middle ear: I. Theoretical approach. *Scand Audiol* 13:253-264, 1984.
65. Wada H, Kobayashi T, Suetake M, Tachizaki H. Dynamic Behavior of Middle Ear Based on Sweep Frequency Tympanometry. *International Journal of Audiology* 28(3): 127-134, 1989.
66. Holte L, Margolis RH, Cavanaugh RM Jr. Developmental changes in multifrequency tympanograms. *Audiology* 1991;30:1-24.
67. Russolo M, Bianchi M, Miani C. La timpanometria multifrequenziale nella diagnosi di otosclerosi fenestrata. *Audiol Ital* 8:87-94, 1991.
68. Colletti V, Fiorino FG, Sittoni V, Policante Z. Mechanism of the middle ear in otosclerosis and stapedoplasty. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1993;113: 637-41.
69. Valvik BR, Johnsen M, Laukli E. Multifrequency tympanometry. Preliminary experiences with a commercial available middle-ear analyzer. *Audiology*, 33: 245-253, 1994.
70. Biasi D, Fiorino F, Carletto A, Caramaschi P, Zeminian S, Bambara LM. Middle ear function in rheumatoid arthritis: a multiple frequency tympanometric study. *Clin Exp Rheumatol* 1996;14:243-7.
71. Bianchedi M, Croce A: [Multifrequency tympanometry in Meniere's disease: preliminary results]. *Acta Otorhinolaryngol Ital.* 1996 Feb;16(1):1-5. Italian.
72. İçmen D. Multifrekans Timpanometri Ölçümlerinin Seröz Otitli ve Sağlıklı Çocuklarda Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı, Ankara, 2014.
73. Sezin RK, Hızal E, Erbek S, Özlüoğlu LN. Normal işiten yetişkinlerde orta kulak rezonans frekansı normatif değerleri PMID: 24283807, 331-335.
74. Menteşe O. Adenoid Hipertrofinin Orta Kulak Rezonans Frekansına Etkisi. Yüksek lisans Tezi. . Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı, Ankara, 2016.
75. Sözen M. Vücut Kitle İndeksinin Orta Kulak Rezonans Frekansına Etkisi. Yüksek lisans Tezi. Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı, Ankara, 2016.

76. Mıdık Ş. Ratlarda Multifrekans Timpanometri Normalizasyon Değerleri (Hayvan Modeli). Yüksek lisans Tezi. Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı, Ankara, 2016.
77. Teoman G. Parkinson Hastalarında Orta Kulak Bulguları. Yüksek lisans Tezi. . Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı, Ankara, 2017.
78. Erişim: (<http://www.meders.com.tr/tr/gsi-odyolojik-tani-cihazlari/diagnostik-tanicihazlari/tympstar-middle-ear-analyzer.html>). Erişim tarihi: 25.01.2018.
79. Margolis R, Shanks JE. Tympanometry: Principles and Procedures. In W. F. Rintelmann (Ed.), Hearing Assessment, Pro-Ed., Texas: Austin, 179-246, 1991.
80. Liu TC, Chen YS. Aging and External Ear Resonance. International Journal of Audiology 39(5):235-237, 2000.
81. Wiley TL, Cruickshanks KJ, Nondahl DM, Tweed TS. Self- Reported Hearing Handicap and Audiometric Measures in Older Adults. Journal of the American Academy of Audiology 10:173-179, 1999.
82. Holte L. Aging effects in multifrequency tympanometry. Ear Hear 17(1):12-8, 1996.