

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

**GERİATRİK GRUPTA İMMİTANSMETRİK ÖLÇÜM ve**  
**ÖSTAKİ TÜP FONKSİYON TESTLERİNİN**  
**DEĞERLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Ünzüle YAMAN**

**TEZ DANIŞMANI**

**YRD. DOÇ. DR. Mustafa YÜKSEL**

**ANKARA 2015**



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

**GERİATRİK GRUPTA İMMİTANSMETRİK ÖLÇÜM ve**  
**ÖSTAKİ TÜP FONKSİYON TESTLERİNİN**  
**DEĞERLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Ünzüle YAMAN**

**TEZ DANIŞMANI**

**Yrd. Doç. Dr. Mustafa YÜKSEL**

**ANKARA 2015**

## **BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI**

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,
- Bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı beyan ederim.

26.10.2015

Ünzüle YAMAN

## ÖNSÖZ

Bu tez çalışmam ve Odyoloji eğitimim boyunca sahip olduğu bilgi ve deneyimleriyle beni yönlendiren ve desteğini esirgemeyen değerli hocam ve danışmanım Yrd. Doç. Dr. Mustafa Yüksel'e, Odyoloji eğitimim süresince gösterdikleri ilgi ve yardımlarından dolayı Sn. Prof. Dr. Mehmet Gündüz'e, Sn. Doç. Dr. Hanifi Kurtaran'a, Sn. Doç. Dr. Kadriye Şerife Uğur'a, Sn. Doç. Dr. Nebil Ark'a, Sn. Yrd. Doç. Dr. Alper Yüksel'e, Sn. Yrd. Doç. Dr. Mesut Kaya'ya, Sn. Yrd. Doç. Dr. Asuman Erdoğan'a, Sn. Uzm. Ody. Selim Ünsal'a, Turgut Özal Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Odyoloji ünitesinde çalışan arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Canım aileme; hayatımın her aşamasında yanımda olan sevgili eşim Mustafa Yaman'a, sevgilerini her zaman hissettiğim biricik annem Hayriye Uncu ve biricik babam İsmail Uncu, canım kızım Miray Liva ve canım oğlum Ahmet Giray 'a teşekkür ederim.

Sayın Yrd. Doç. Dr. Mustafa Yüksel tezimin hazırlanma sürecinde tez danışmanım olarak bilgi ve desteğini esirgemiştir. Sayın Prof. Dr. Mehmet Gündüz, yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgilerini, deneyimlerini ve manevi desteğini esirgemeyerek, içten samimiyetiyle her zaman yanımda olduğunu hissettirmiştir. Sevgili dönem arkadaşlarım; Havva Karataş, Ertuğrul Koçak ve Fatih Bal'a, Yüksek lisans eğitiminde ve tez çalışmamda katkı sağlayan, isimlerini yazdığım ve yazamadığım herkese, sonsuz teşekkürler.

Ünzile YAMAN

## ÖZET

**Amaç:** Yaşa bağlı işitsel sistemde atrofi, orta kulak kası liflerinin, fibroz doku ligamentlerinin ve kemik gelişiminin dejenerasyonu yer almaktadır. Östaki tüpünün kıkırdaksı kısmında kireçlenmeler olduğu ve östaki borusunu açmaya yardımcı kaslarda atrofi olduğu rapor edilmiştir. Yaşlandıkça kasların fonksiyonelliğinde meydana gelen azalma, özellikle yutkunurken, östaki borusunun açılmasında sıkıntı oluşturabilmektedir. Orta kulak yapısı yaşlanma ile bağıntılı olarak bazı anatomik değişimlere uğrasa da, orta kulağın fizyolojisinde ve davranışsal testler üzerindeki etkisi oldukça azdır. Orta kulak sisteminin zamanla fonksiyonelliğini kaybettiğini belirten çalışmalar yetersizdir. Bu çalışmanın amacı; geriatric grupta orta kulak sistemi ve östaki tüp fonksiyonlarını değerlendirmektir.

**Materyal Metod:** Çalışmaya 65-84 yaş arasında ortalama (74,3±5,4) 30 yaşlı birey ile 18-45 yaş arasında (30,4±4,2) 30 birey katılmıştır. Katılımcılara KBB muayenesinden sonra immitansmetrik ölçüm ve östaki tüp fonksiyon testleri yapılmıştır. İmmitansmetrik ölçümlerde kulak kanal volümü, komplians, orta kulak basıncı ve gradient (eğim) değerlendirilmiştir. Östaki tüp fonksiyonları ise valsalva ve toynbee manevraları ile incelenmiştir.

**Bulgular:** İmmitansmetrik ölçümler için gruplar arasında kulak kanal volümü ve orta kulak basıncı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ( $p > 0,05$ ). Sol komplians değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark mevcut değilken ( $p > 0,05$ ), sağ kulak komplians ve her iki kulak için gradient değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark mevcuttur ( $p < 0,05$ ). Östaki tüp fonksiyon test sonuçlarında ise valsalva ve toynbee manevraları ile elde edilen değerler gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını göstermiştir.

**Sonuç:** Geriatric grupta yaşa bağlı işitsel sistemde bazı değişimler mevcuttur. Elde edilen bulgulara göre geriatric grubun östaki fonksiyonlarının normal fonksiyon gördüğü düşünülmüştür. Buna bağlı olarak da orta kulak basınçları ile normal grup arasında herhangi bir fark gözlenmemiştir. Gradient değerleri ve sağ kulak komplians değerleri normal gruba göre yüksek elde edilmiştir. Bu da geriatric grupta

orta kulak sisteminin daha hareketli olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlara göre geriatric grupta 226 Hz prob tone yerine daha yüksek prob tone kullanılabilir. Bununla ilgili çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** İmmittansmetrik ölçüm, valsalva, toynbee, geriatric grup

## ABSTRACT

**Purpose:** In relation to age, there are atrophy in the middle ear and degeneration of muscle fibres, fibrous tissue ligaments and bone development. It has been reported that there is calcification in the cartilage part of the eustachian tube and atrophy in the muscles which assist opening the eustachian tube. The reduction in the functionality of the muscles with age may present problems in opening the eustachian tube, especially when gulping. The purpose of the present study is to evaluate the middle ear system and the functions of the eustachian tube in a geriatric group.

**Material and Method:** 30 older individuals between the ages 65-84 (74.3±5.4) and 30 younger individuals between the ages 18-45 (30.4±4.2) participated in the study. After the ENT examination, immittance measurements and eustachian tube function tests were applied to the participants. In the immittance measurements, the ear canal volume, compliance, middle ear pressure and gradient were evaluated. The eustachian tube function tests were investigated through the valsalva and toynbee manoeuvres.

**Findings:** For the immittance measurements, there is no statistically significant difference between the ear canal volume and the middle ear pressure ( $p > 0,05$ ). While there is no statistically significant difference between left compliance values ( $p > 0,05$ ), there exists a statistically significant difference between the left ear compliance and the gradient values for both ears ( $p < 0,05$ ). For the results of the eustachian tube function tests, the values obtained by the valsalva and toynbee manoeuvres demonstrate that there is no statistically significant difference between the groups.

**Conclusion:** In the geriatric group, there are some changes in the auditory system depending upon age. According to the findings obtained, it was considered that the eustachian functions of the geriatric group are normal. Thus, no difference was observed between the middle ear pressures and the control group. The gradient values and the right ear compliance values were higher compared to the control group. This shows that the middle ear system in the geriatric group is more reactive.



According to these results, a higher probe tone instead of 226 Hz probe tone may be used in the geriatric group. More studies are needed on this subject.

**KeyWords:** Immitancemetric measurement, valsalva, toynbee, geriatric group

**İÇİNDEKİLER**

<b>ÖNSÖZ.....</b>	<b>i</b>
<b>ÖZET.....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>iv</b>
<b>İÇİNDEKİLER.....</b>	<b>vi</b>
<b>KISALTMALAR DİZİNİ.....</b>	<b>viii</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ.....</b>	<b>x</b>
<b>TABLolar DİZİNİ.....</b>	<b>xi</b>
<b>1. GİRİŞ VE AMAÇ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. İŞİTME SİSTEMİ ANATOMİSİ VE FİZYOLOJİSİ.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1.1. DIŞ KULAK.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1.1.1. Dış Kulak Anatomisi.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1.1.2. Dış Kulak Fizyolojisi.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1.2. ORTA KULAK.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1.2.1. Orta Kulak Anatomisi.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1.2.2. Orta Kulak Kemikçikleri.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1.2.3. Timpanik Kaslar.....</b>	<b>9</b>
<b>2.1.2.4. Orta Kulaktaki Anatomik Noktalar.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1.3. ÖSTAKİ TÜPÜ.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1.4. İÇ KULAK.....</b>	<b>12</b>

<b>2.1.5. SANTRAL İŞİTME YOLLARI .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2. GERİATRİK GRUP.....</b>	<b>18</b>
<b>2.2.1. Geriatrik Grupta Dış Kulakta Anatomik ve Fizyolojik Değişiklikl.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.2. Geriatrik Grupta Orta Kulakta Yaşa Bağlı Değişimler.....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.3. Geriatrik Grupta İç Kulakta Yaşa Bağlı Değişimler.....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.4. Korti Organının Dejenerasyonu.....</b>	<b>26</b>
<b>2.2.5. Geriatrik Grupta Spiral Gangliyon Hücrelerinin Dejenerasyonu.....</b>	<b>26</b>
<b>2.3. AKUSTİK İMMİTANSMETRİ.....</b>	<b>27</b>
<b>2.3.1. Akustik Admittansmetri ve İmmittansmetri.....</b>	<b>28</b>
<b>2.4. TİMPANOGRAM VE ÇEŞİTLERİ.....</b>	<b>31</b>
<b>2.5. ÖSTAKİ TÜPÜ FONKSİYONUN DEĞERLENDİRİLMESİ.....</b>	<b>35</b>
<b>3. MATERYAL METOD.....</b>	<b>37</b>
<b>4. BULGULAR.....</b>	<b>40</b>
<b>5. TARTIŞMA.....</b>	<b>49</b>
<b>6. SONUÇ ve ÖNERİLER.....</b>	<b>55</b>
<b>7. KAYNAKLAR.....</b>	<b>56</b>

**KISALTMALAR DİZİNİ**

**ASHA:** American Speech Language Hearing Association

**AVCN:** Anteroventral Koklear Nukleus

**ANSI:** American National Standarts Institute

**Bc:** Komplian ssusseptansı

**Bm:** Kütle susseptansı

**daPa:** decapascal

**DKK:** Dış Kulak Kanalı

**DTH:** Dış Tüylü Hücreleri

**DCN:** Dorsal Koklear Nukleus

**EcogH:** Elektrokokleografi

**ENG:** Elektronistagmografi

**IM:** İnkudomalleor

**IS:** İnkudostapedial

**İK:** İnferior Kollikulus

**İTH:** İç Tüylü Hücreler

**İTD:** İnteraural Time Difference

**İLD:** İnteraural Level Difference

**KOM:** Kronik Otitis Media

**LL:** Lateral Lemniskus

**LSO:** Lateral Superior Olivary

**LLIN:** Lateral Lemniscus'un intermediate nukleus

**LLVN:** Lateral Lemniscusun ventral nukleusu

**LLDN:** Lateral Lemniscusun dorsal nukleusu

**MGB:** Medial Genikulat Body

**MSO:** Medial Superior Olivary

**OAE:** Otoakustik Emisyon

**PVCN:** Posteroventral Koklear Nukleus

**PVKN:** Posteroventral Koklear Nukleus

**RF:** Rezonans Frekansı

**SİY:** Santral İşitme Yolları

**SOK:** Superior Oliveri Kompleks

**SPSS:** Statistical Package for Social Sciences

**SS:** Standart Sapma

**TM:** Timpanik Membran

**TÜİK:** Türkiye İstatistik Kurumu

**WHO:** Dünya Sağlık Örgütü

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Dış, orta ve iç kulağın görünümü .....	3
Şekil 2. Orta kulak ve komşu yapılar .....	6
Şekil 3. Orta kulak kemikçikleri ve kasları .....	8
Şekil 4. Östaki borusunun çocuk ve yetişkinde görünümü.....	12
Şekil 5. İç kulak yapısı .....	13
Şekil 6. Santral işitme yolları .....	15
Şekil 7. Prob parçaları .....	26
Şekil 8. Susseptans ve konduktans vektörleri .....	27
Şekil 9. Timpanogram çeşitleri .....	29
Şekil 10. Tip D timpanogram.....	30
Şekil 11. Tip E timpanogram.....	31
Şekil 12. Valsalva testi .....	32
Şekil 13. Valsalva ve Toynbee Testi .....	33
Şekil 14. Klinik Odyometre.....	34
Şekil 15. Timpanometre.....	34
Şekil 16. Normal gruptan elde edilen örnek immitans ve ETF sonucu.....	36
Şekil 17. Geriatrik gruptan elde edilen örnek immitans ve ETF sonucu.....	37

**TABLolar DİZİNİ**

**Tablo 1.** Sağ kulak volume değerleri (ml)

**Tablo 2.** Sol kulak volume değerleri (ml)

**Tablo 3.** Normal ve geriatric grubun sağ kulak kompliance değerleri (ml)

**Tablo 4.** Normal ve geriatric grubun sol kulak kompliance değerleri (ml)

**Tablo 5.** Normal ve geriatric grubun sağ kulak pressure değerleri (daPa)

**Tablo 6.** Normal ve geriatric grubun sol kulak pressure değerleri (daPa)

**Tablo 7.** Normal ve geriatric grubun sağ kulak gradient değerleri (ml)

**Tablo 8.** Normal ve geriatric grubun sol kulak gradient değerleri (ml)

**Tablo 9.** Östaki tüp fonksiyon testinde sağ kulak P1 değerleri (daPa)

**Tablo 10.** Östaki tüp fonksiyon testinde sol kulak P1 değerleri (daPa)

**Tablo 11.** Östaki tüp fonksiyon testinde sağ kulak P2 değerleri (daPa)

**Tablo 12.** Östaki tüp fonksiyon testinde sol kulak P2 değerleri (daPa)

**Tablo 13.** Östaki tüp fonksiyon testinde sağ kulak P3 değerleri (daPa)

**Tablo 14.** Östaki tüp fonksiyon testinde sol kulak P3 değerleri (daPa)

## 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Türkiye nüfusunda yaşlı oranı her geçen gün artmaktadır. 1960 ve 2002 yılı Türkiye nüfusuna bakıldığında toplam nüfusun %25 arttığı ve bu süre zarfında yaşlı nüfusun toplam nüfus içinde %628, kendi içinde ise %240 artış gösterdiği tespit edilmiştir (Arun, 2008).

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2011 verilerine göre Türkiye'nin nüfusu 73.722,988'tir. Bunun %7,2'si 65 yaş ve üzeridir. Bu da yaklaşık olarak 5 milyon 308 bin yaşlı demektir (Ünsal, Şahin, Gündüz, 2014).

Yaşlanma bireysel farklılıklar göstermekle birlikte, yaşam tarzından, kronik hastalıklardan, fizyolojik, genetik ve çevresel faktörlerle başa çıkma yollarını kullanma durumlarından etkilenmektedir. Yaşlılıkta sıkça karşılaşılan fizyolojik değişiklikler tek bir organda olabileceği gibi birçok organı da kapsayabilmektedir (Weinstein, 2000). Geriatrik gruptaki bireylerde aşağıdaki sistemlerin bir ya da birkaçında yaşa bağlı değişimler gözlenmektedir.

- Cilt hastalıkları
- Kas iskelet sistemi
- Kardiyovasküler sistem
- Solunum sistemi
- Renal ve ürolojik sistem
- Endokrin sistem
- Sindirim sistemi
- Sinir sistemi
- Hematopoetik ve bağışıklık sistemi
- Duyu değişiklikleri

Geriatrik grupta işitsel sistemle ilgili olarak karşılaşılan en büyük problem yaşa bağlı işitme kaybı olarak da bilinen presbiakuzidir. Presbiakuzide yüksek frekans işitme kaybı görülmekte ve yaşlılar daha çok konuşulanları anlamakta zorluk çekerler. Bunun yanında yapısal değişikliklere bağlı olarak sesin akustiği ve



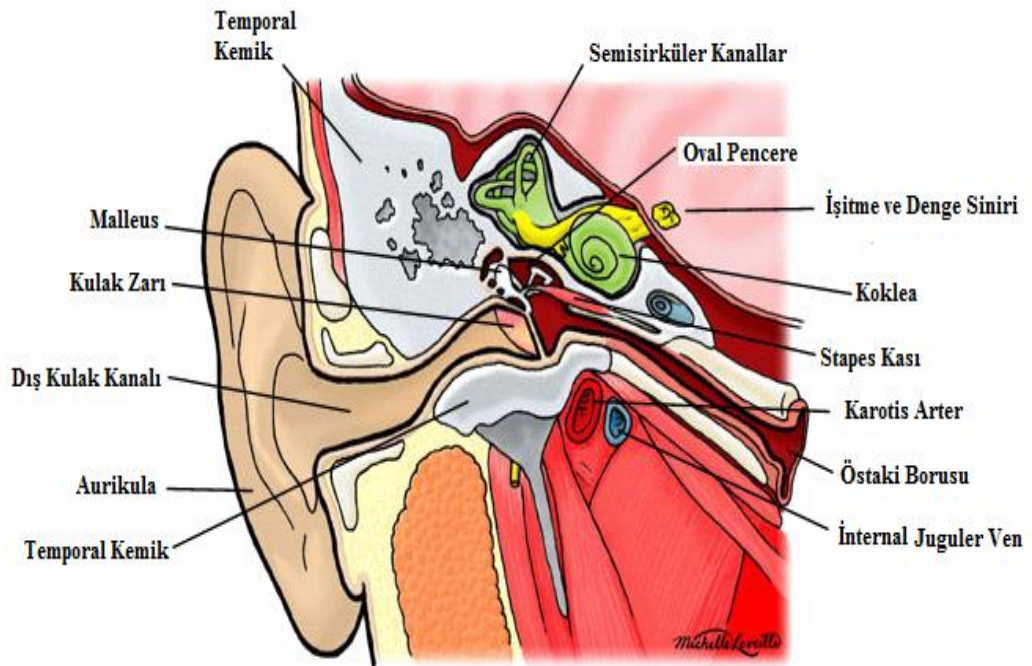
mekaniği de bozulabilmektedir. Bu durumlar ise dış ve orta kulak sistemi ile iligilidir.

**Bu çalışmanın amacı;** geriatrik grupta immitansmetrik ölçüm ve östaki tüp fonksiyon testleri ile orta kulak ve östaki tbnn yaşa bağlı nasıl etkilendiğini ortaya koymaktır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. İŞİTME SİSTEMİ ANATOMİSİ VE FİZYOLOJİSİ

Dış kulak, orta kulak, iç kulak, santral işitsel yollar ile işitsel korteksten oluşan kulak işitme fonksiyonunu yerine getirmektedir. Kulağın görevi, sesleri toplamak, iletmek ve akustik enerjiyi elektrokimyasal enerjiye çevirmektir. Elektrokimyasal enerjiye dönüştürülen ses beyinde fark edilip algılanmaktadır (Akyıldız, 1998).



Şekil 1. Dış, orta ve iç kulağın görünümü

(<http://www.doctorshangout.com/profiles/blogs/anatomy-of-first-aid-a-case-study-approach-the-external-ear>).

### 2.1.1. DIŞ KULAK

Dış kulak iki yapıdan oluşmaktadır. Bunlar; kulak kepçesi (pinna, auricula) ve dış kulak yolu (external auditory meatus) veya kulak kanalı (ear canal)' dır(Belgin, 2014) (Şekil 1).

#### 2.1.1.1. Dış Kulak Anatomisi

Dış ortamdan gelen ses dalgalarının karŐılaŐtıĐı ilk organ kulak kepçesidir (pinna, auricula). Kulak kepçesinin Şekli çevredeki seslere odaklanmaya yardımcı olurken aynı zamanda sesin lokalizasyonunda da rol oynamaktadır. Kulak kepçesi sesleri toplamaya ve dış kulak yoluna iletmeye yarar. Ayrıca yapısal özelliğı nedeniyle sesi filtreleme ve yükseltme görevini de üstlenir (Belgin,2014).

Auricula'nın en üst kısmına helix, onun hemen altında ve iç kısımda olan bölümüne antihelix, helix ve antihelix arasında kalan bölüme ise scaphoid fossa adı verilir. Konka (concha) dış kulak yolunun hemen girişinde bulunan çukur kısöa verilen isimdir. Epitel kaplı kıkırdak bir flep olan tragus, kulak kanalının hemen girişinde bulunurken, lobul (kulak memesi) anti tragusun hemen altına yerleşimlidir (Belgin, 2014).

Dış kulak kanalı (DKK) yaklaşık olarak 7 mm çapında, 2.5 cm uzunluğundadır. DıŐtaki 1/3'lük kısım kıkırdak, içteki 2/3'lük kısım ise kemik yapıdadır. Dış kulak kanalı S Őeklinindedir. Dış kulak kanalının kıvrımlı yapısından dolayı kulak zarı direkt olarak inspeksiyonla (bakıŐla olan muayene) görölmemektedir. Kıkırdak kısmında kıllar ve serümen bezleri yer alır. Bunların görevi kulak zarını korumaktır. Serümen aynı zamanda dış kulak kanalının yağlanması ve yüzey geriliminin azaltılmasını sağlamaktadır (Belgin, 2014).

Kulak zarının kalınlığı ortalama 0,1 mm, uzunluğu 10-11 mm ve geniŐliĐı 8 - 9 mm'dir. Kulak zarının titreşen alanı yaklaşık olarak 55 mm<sup>2</sup>'dir. Kulak zarı 3 tabakadan oluşur. En dıŐtaki tabaka, dış kulak kanalı epitelinin devamı olan dış katman, en içteki tabaka ise orta kulak mukozası ile devam eden iç mukozal katman ve bu iki epitel tabaka arasında ise fibroelastik bağ doku tarafından oluŐturulan orta fibröz katman yer alır (Belgin, 2014).

Umbo, kulak zarının en distal ve orta noktasıdır. Orta kulak kemikçiklerinden malleusun kulak zarına yapışması ile oluşmaktadır. Otoskop ışığının yansıması ile oluşan ışık üçgeninin ucu umbodadır ve anteroinferiora ilerleyen aydınlık bölgededir. Kulak zarının şeffaflığına bağlı olarak inkusun uzun kolu, stapes ve korda timpani de otoskopik muayenede görülebilir. Kulak zarının gergin olan kısmı pars tensa adını alır. Zarin üst bölgesindeki gevşek ve fibröz dokudan fakir olan alana pars flaksida denir. Pars flaksida anterior ve posterior malleolar foldlar olmak üzere malleus tarafından iki girintiye ayrılır (Belgin, 2014; Akyıldız, 1998).

Kulak zarı lateral yüzünün duysal inervasyonunu 5. (trigeminal sinir) ve 10. (vagus) kraniyel sinirlerden, iç (medial) tarafının innervasyonu ise 9. (glossofarengus) kraniyel sinirden alır.

**Timpanik membran (TM):** Ses dalgalarını karşılayan timpanik membran dış kulak ile orta kulağı birbirinden ayıran çok katmanlı oval şekilli bir yapıdır. Ortalama olarak kalınlığı 0.1 mm, vertikal uzunluğu 9-10 mm, yatay uzunluğu ise 8-9 mm civarındadır.

Timpanik membran malleus kemikçiğinin lateral çıkıntısı manibrium ile temastadır ve timpanik membranda bir çıkıntı oluşturur. Timpanik membranın medial apeksini oluşturan bu çıkıntıya umbo adı verilir. Timpanik membranın üst bölümüne pars flaksida, alt bölümüne ise pars tensa adı verilir. Pars tensa adından da belli olacağı gibi gergin bir yapıdır. Dışdan içe doğru skuamöz, fibröz ve mukozal tabakalardan oluşur. Pars tensadan daha kalın olan pars flaksidada ise fibröz yapı yok denecek kadar azdır (Canalis, Lambert, 2000; Koç, 2004). (Şekil 2).

#### **2.1.1.2. Dış Kulak Fizyolojisi**

Kulak kepçesinin asıl görevi sesleri toplamaktır. Kulak kepçesi kafanın her iki yanında yer almaktadır. Kulak kepçesine karşıdan ve yandan gelen sesler toplanarak dış kulak kanalına iletmektedirler. Dış kulak kanalı aynı zamanda rezonatör bir organdır. Yaklaşık olarak 2700 Hz civarında sesleri 15-20 dB yükseltmektedir (Akyıldız, 1998).

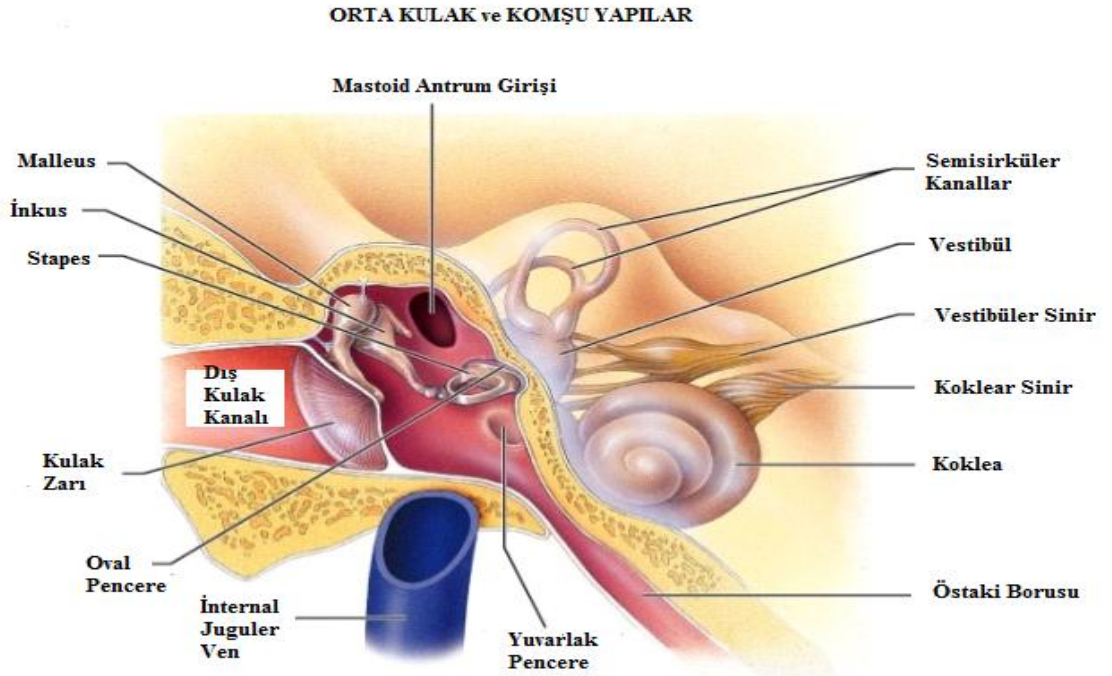
## 2.1.2. ORTA KULAK

### 2.1.2.1. Orta Kulak Anatomisi

Orta ve iç kulak yapılarının çoğu temporal kemiğin petröz parçası içerisinde yer alır. Temporal kemik, skuamöz, petröz, timpanik ve mastoid kemiklerin birleşiminden oluşan bir kemik yapıdır. Orta kulakta vücudun en küçük 3 kemiği olan malleus, inkus ve stapes bulunmaktadır. Tensör timpani ve stapedius kasları ile kulak zarının ve iç kulağın korunması sağlanır (Belgin, 2014) (Şekil 2 ve 3).

### 2.1.2.2. Orta Kulak Kemikçikleri

Orta kulakta bulunan malleus ve inkus arasında inkudomalleor (IM), inkus ve stapes arasında ise inkudostapedial (IS) eklem mevcuttur. Malleus ve inkus arasındaki eklem tipi sellar eklem tipi iken, inkudostapedial eklem ise sferoidal eklem tipidir. Kulak zarından alınan akustik enerji bu kemikçiklerin oluşturduğu zincir ile iç kulağa aktarılır (Belgin, 2014) (Şekil 2).



Şekil 2. Orta kulak ve komşu yapılar

(<https://sites.google.com/a/cms.k12.nc.us/ap-psych-2a/anxiety-disorders-ishani>)

**Malleus:** Malleus, en dışta olan ve en büyük olan kemikçiktir. Manibrium adı verilen uzun çıkıntısı timpanik membran ile temasta olup, baş, boyun ve üç kemik çıkıntından oluşmaktadır. Ağırlığı yaklaşık 23 mg, uzunluğu ise ortalama 8-9 mm'dir. Baş bölgesi inkus ile eklem yaparak anterior ve lateral çıkıntıları ligamanlara tutunmasını sağlayan inkusun 3 adet asıcı ligamanı bulunur. Anterior ve lateral çıkıntılar ligamanlar için bağlantı noktalarıdır. Anterior malleolar ligaman malleus başını orta kulak boşluğunun ön duvarına, lateral malleolar ligaman malleusun boynunu rivinius çentiğinin kenarına, superior malleolar ligaman ise malleus başını epitimpanumun tavanına bağlamaktadır (Akyıldız, 1998; Koç, 2004; Seikel, King, Drumright, 2005).

**İnkus:** Yaklaşık olarak 27 mg ağırlığında olan inkusun gövdesi uzun ve kısa proseslerden oluşmaktadır. Kemikçik zincirin ortasında ara eleman olarak bulunur. Gövdesi malleusun başı ile eklem yaparken uzun lentikular prosesi ise stapes ile temas halindedir. Kısa prosesi inkudal posterior ligaman ile desteklenir. Medial ve lateral inkudomalleolar ligamanlar inkusun gövdesini malleus başına bağlarken diğer ligaman olan superior inkudal ligamanda destekleyici bir göreve yapmaktadır (Akyıldız, 1998; Koç, 2004; Seikel, King, Drumright, 2005).

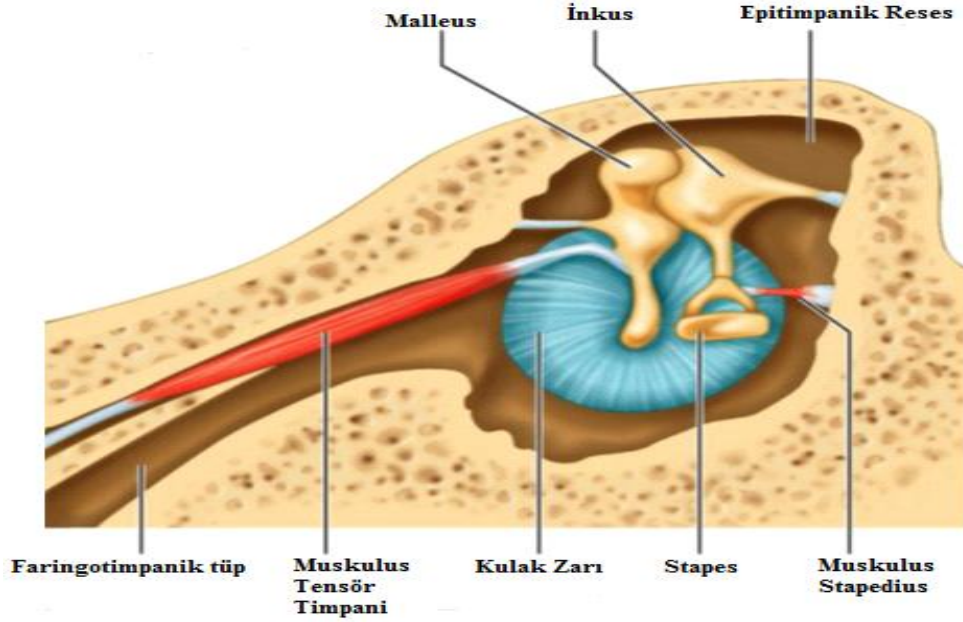
**Stapes:** Vücudun en küçük kemikçığı olan stapes ortalama 2.5 mg ağırlığında olan stapes, vestibülün lateral duvarında bulunan oval pencere üzerine oturmuştur. Taban alanı yaklaşık 3,5 mm<sup>2</sup>'dir. Baş, boynu, iki bacağı ve tabanı bulunan stapesin başı inkus ile eklem yapmaktadır. Geniş bir yapıya sahip olan ve footplate adı verilen diğer ucu iki bacak (anterior ve posterior krura ) ile desteklenir ve oval pencerenin girişini kapatmaktadır (Akyıldız, 1998; Koç, 2004; Seikel, King, Drumright, 2005).

Stapes üzengi şeklindedir ve baş inkusun lentiküler prosesi ile eklem yapar. Taban ise temporal kemik üzerindeki oval pencere üzerine anuler ligaman ile yapışıktır (Şekil 3).

**Orta Kulaktaki Anatomik Noktalar:** Orta kulak boşluğu küçük ve karmaşık bir anatomik yapıya sahiptir.

**İç (medial) duvar:** İç duvar superoposterior yerleşimli olup üzerinde oval pencere bulunmaktadır. Oval pencere skala vestibülünün girişidir. Alt kısmında ise

yuvarlak pencere yer alır ve skala timpaninin girişidir. Bu iki pencere arasındaki yapıya promontoryum adı verilir. Oval pencerenin hemen üzerinde lateral semisirküler kanalın oluşturduğu çıkıntı vardır.



Şekil 3. Orta kulak kemikçikleri ve kasları

(<http://muscular-system.blogspot.com.tr/2013/05/stapedius-muscle.html>).

**Ön (anterior) duvar:** Ön duvar östaki tüpüne açılmaktadır ve anteroinferiorunda internal karotid arter, medialinde ise musculus tensor timpani kasının tendonu izlenir. Östaki tüpü orta kulak ile nazofarenks arasında uzanan bir yapıdır. Görevi; orta kulak havalanmasını ve orta kulak basıncı ile atmosferik basıncın dengelenmesini sağlar. Östaki tüpü yaklaşık olarak 36 mm uzunluğundadır. Dış 1/3 kısmı temporal kemik içerisinde ve petröz ve skuamöz kemiklerin birleşim yerinde sonlanır. İç 2/3 alt kısmı açık kıkırdak bir tüp halindedir. Östaki tüpü orta kulaktan öne, içe ve aşağıya doğru bir rota izleyerek nazofarenkse açılır. Bu yapı tensor veli palatini kasının sayesinde tüpün genişleyebilmesini olanak sağlar. Östaki tüpü normalde kapalı olmasına rağmen yutkunma, esneme ve valsalva hareketleri ile açılır. Östaki tüpünü açmaya yönelik olarak ağız ve burnu kapayıp üfleme

çalışarak yapılan harekete valsalva manevrası denir (Akyıldız, 1998; Koç, 2004; Seikel, King, Drumright, 2005; Yetişer, 2007).

**Arka (posterior) duvar:** Arka duvarda korda timpani bulunmaktadır. Korda timpani fasiya sinirin dalı olup tat almadan sorumludur. Fasiyal sinirin oluşturduğu kabarıklık arka duvarda mevcut olup bu iç duvarda da devam edebilmektedir. Juguler bulbus orta kulak alt duvarının altında seyretmektedir. Mastoid hava hücrelerine geçiş bölgesi olan aditus ad antrum mastoid hava hücrelerini epitimpanik resese bağlar(Akyıldız, 1998; Koç, 2004; Seikel, King, Drumright, 2005; Yetişer, 2007).

**Mastoid kavite:** Orta fossa ve aditus ad antrum yolu ile orta kulakla komşuluğu mevcuttur. Ön duvarını dış kulak yolu yapar. Alt kısmı fasiyal sinirin vertikal segmenti ile komşu olup, bunun altında posterior semisirküler kanal ve önünde lateral semisirküler kanal bulunur. Arka alt bölümde lateral sinüsten, ince kortikal bir kemik lamel ile ayrılmaktadır (Akyıldız, 1998; Koç, 2004; Seikel, King, Drumright, 2005; Yetişer, 2007).

### 2.1.2.3. Timpanik Kaslar

Orta kulakta önemli iki adet kas yapı mevcuttur. Bunların kasılmalarının derecesi kemik zincirin hareket kabiliyetini etkileyerek orta kulak impedansını artırır veya azaltır.

**Muskulus Stapedius:** Stapedius kası yaklaşık 6 mm uzunluğunda, orta kulak posterior duvar içine gömülmüş, orta kulakta sadece tendonu görünen vücudun en küçük kasıdır. Tendonunun çıktığı bölgeye piramidal eminens adı verilir. Tendonu stapes başına posteriordan yapışır. Stapedius kası kasıldığında stapes posterior rotasyon yapar. İnervasyonu fasial sinir'in (7. kraniyal sinir) stapedia dalı tarafından olur (Belgin, 2014).

**Muskulus Tensör Timpani:** Orta kulağın diğer kası olan tensor timpani kası yaklaşık 25 mm uzunluğunda, orijinini östaki tüpünün kıkırdak kısmı ve sfenoid



kemiğin ala major'ünden alır. Tensor timpani kanalında ilerler, trokleariform (kohleariform) proses etrafında kıvrılarak, orta kulak ön duvarından, östaki tüpü ağzının hemen üstünde orta kulağa girer ve manubrium mallei'ye üst kısımda yapışır. Kasın inervasyonu trigeminal sinir'in (5. kraniyal sinir) otik ganglionsdan gelen dalları tarafından yapılır. Bu kasın kasılması ile malleus anteromediale doğru çekilir ve kulak zarı daha da gergin hale gelir ve esnekliği azaltılır. Her iki kasın kasılması da kemikçik zincir sistemini sertleştirir ve kohleaya iletilen akustik enerjiyi azaltır ve kohleayı akustik hasardan korur (Belgin, 2014; Akyıldız, 1998; Koç, 2004; Seikel, King, Drumright, 2005; Yetişer, 2007).

#### **2.1.2.4. Orta Kulaktaki Anatomik Noktalar**

1. Malleus ve inkus arasındaki kaldıraç şeklindeki eklem özelliği, malleus kolundaki işitsel enerjinin inkus koluna 1.3 kat fazla olarak aktarılmasına imkan sağlamaktadır.

2. Kulak zarının titreşen bölümlerinin genişliği ile stapes tabanı arasında çeşitli araştırmacılara göre 1/15 ile 1/20 değişen oranda fark vardır. (Zarın titreşen alanı 55 mm<sup>2</sup>, stapes tabanı ise 3.2 mm'dir.) Böylece kulak zarındaki ses enerjisi, kemikçik zincirinin kaldıraç etkisi ve zarın aktif bölgeleri ile stapes tabanı arasındaki farkın oluşturduğu hidrolik etki sonucu iç kulağa yaklaşık olarak 17 kat daha artırılmış olarak iletilir. Bu değer ses basıncındaki artış oranı olup, desibel olarak hesaplanırsa yaklaşık 24 dB'e karşılık gelir. Wever ve Lawrance kedilerde orta kulak iletim sistemini çıkararak koklear mikrofoniği kayıtlarla incelemiş ve 30 dB kadar ses kaybı olduğunu ortaya koymuşlardır. Bu değer insan kulağında hesaplanan 24 dB'lik şiddete yakın değerde bulunmuştur (Belgin,2014).

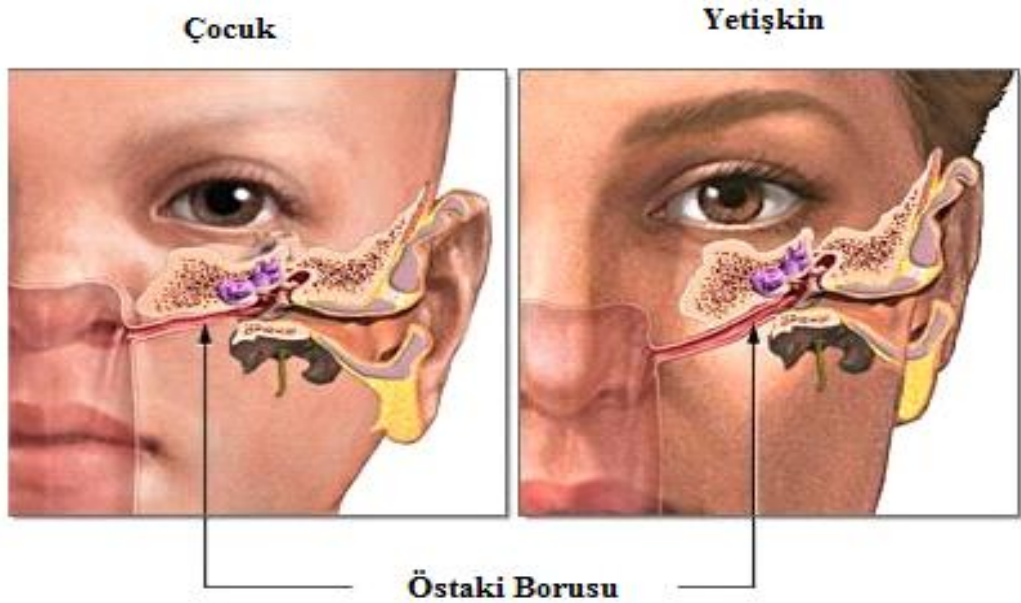
#### **2.1.3. ÖSTAKİ TÜPÜ**

Orta kulak boşluğunu nazofarinkse bağlayan östaki borusu normalde kapalıyken esneme ve yutkunma hareketleri ile açılır. Bu şekilde orta kulağın

havalanması sağlanmakta ve orta kulak basıncı ile atmosfer basıncı dengelenmektedir (Akyıldız, 1998; Koç, 2004; Seikel, King, Drumright, 2005; Yetişer, 2007).

Östaki, nazofarenks ile orta kulak arasında uzanır. Yeni doğanlarda 17-18 mm iken yetişkinlerde 35 mm civarındadır. Kemik ve kıkırdak bölümlerden oluşur. Orta kulak tarafından 1/3'lük kısmı kemik, nazofarenkse açılan 2/3'lük kısmı ise kıkırdak yapıdan oluşmaktadır. Kemik ve kıkırdak bölümlerinin birleştiği nokta tüpün en dar bölümüdür. Bu noktaya isthmus adı verilir.

Östaki borusu orta kulak için çok önemli fonksiyonlara sahiptir. Orta kulağın atmosferik basınçla dengelenerek timpanik membranın iç ve dış kısmındaki basıncın eşitlenmesini sağlar. Kulak zarı en yüksek genlikte ve her iki tarafında eşit basınç olduğu zaman en iyi ses iletimi gerçekleşir. Ayrıca orta kulakta üretilen sıvıların nazofarenkse drenajını sağlar ve orta kulağı ters istikametli akıntılardan ve basınçtan korur (Akyıldız, 1998; Koç, 2004; Seikel, King, Drumright, 2005; Yetişer, 2007) (Şekil 4).



Şekil 4. Östaki borusunun çocuk ve yetişkinde görünümü

#### 2.1.4. İÇ KULAK

İç kulak, işitme organı ve denge organından meydana gelmiştir. Kemik labirent (osseous veya bony labyrinth) ve membranöz labirentten (membranous labyrinth) oluşan iç kulağın, kemik labirenti, vestibül (vestibule), semisirküler kanallar (semicircular çanak) ve kemik koklear kanaldan (osseous koklear canal) meydana gelir (Belgin, 2014).

Koklea {koklea} kemik labirentin salyangoza benzeyen kısmıdır ve iç kulağın primer işitme organıdır, giderek azalan çapı ile kendi üzerinde 2,75 kere sarılır ve apeks’de sonlanır. Merkezi dikey aksına “modiolus” adı verilir, bu yapı iç duvar olarak görev yapar (Belgin, 2014).

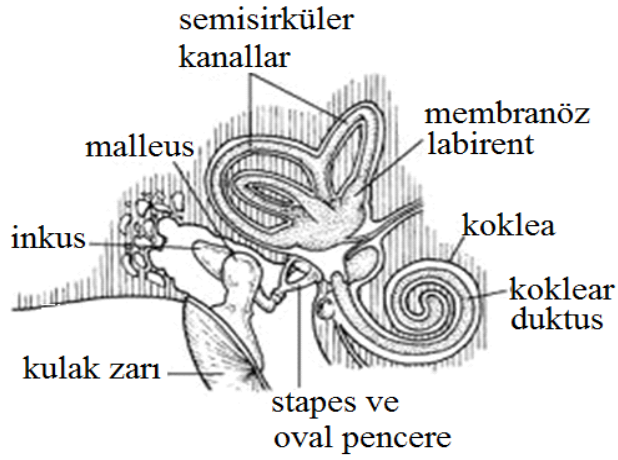
Koklea’nın spiral kanah yaklaşık 35 mm uzunluğundadır ve tüm uzunluğu boyunca iç duvara dayalı kemik spiral lamina ile ikiye ayrılır. Koklea’da içerisinde içi sıvı dolu 3 tane tüp şeklinde yapı bulunur. Kokleadan enine kesit alındığında bu yapılar yukardan aşağıya doğru şöyle sıralanır;

1. Scala Vestibuli
2. Scala Media (Koklear Duct)
3. Scala Tympani

Scala Vestibuli ve Scala Tympani en üst kısımda birleşerek helicotrema adı verilen yapıyı oluşturur. Skala media ise kapalı bir uç halinde helicotremada sonlanır (Belgin, 2014).

**Kemik labirent:** Ön labirent (koklea), vestibül ve arka labirent (yarım daire kanalları) olmak üzere 3 bölümden oluşmaktadır.

**Zar (Membranöz) labirent:** Zar labirent kemik labirentin içine yerleşmiştir. Kemik labirentin 1/3’lük kısmını doldurur. Zar ve kemik labirent arasında sodyum ( $\text{Na}^+$ ) iyonundan zengin perilenf, zar labirentte ise potasyum ( $\text{K}^+$ ) iyonundan zengin endolenf bulunmaktadır. Zar labirent; koklea, vestibülde yer alan iki otolit organ utrikulus ve sakkulus ile superior, posterior ve lateral olmak üzere üç tane yarım daire kanallarından meydana gelir (Akyıldız, 1998; Koç, 2004; Seikel, King, Drumright, 2005; Yetişer, 2007).



**Şekil 5. İç kulak yapısı**

(<http://www.yourdictionary.com/images/medical/MEDinner.jpg>.)

### 2.1.5. SANTRAL İŞİTME YOLLARI (SİY)

Santral işitme sistemi birçok gelişimsel ve patolojik durumdan etkilenen, hem basit ve sözel olmayan uyarınları, hem de lisan gibi oldukça karmaşık uyarınları tanımlayan ve ayırt eden birçok nöral yollardan oluşmuş bir sistemdir (Şahlı, 2014).

ASHA' ya (American Speech Language Hearing Association) göre Santral İşitme Sistemi'nin başlıca fonksiyonları (ASHA, 2004, 2005);

- 1.Sesin lokalizasyonu ve lateralizasyonu (sesin geldiği yönün tayini)
- 2.İşitsel ayırt etme (gelen sesin ne olduğunu anlama, farklı sesler arasından tanıma)
- 3.İşitsel şekil tanımlaması (söylenen kelimenin hafızada yarattığı anlam)

Sekizinci kranial siniri, superior ve inferior vestibüler sinir ile koklear sinir oluşturur. Bu sinirler otik kapsülü değişik kanallardan geçerek iç kulak yoluna girer. Burada fasiyal sinir ve nervus intermedius ile birlikte seyrederek. Sekizinci kranial sinirin afferent liflerinin hücre gövdeleri spiral ganglionda, efferent liflerinin hücre gövdeleri ise superior oliveri komplekste bulunur (Şekil 6).

Santral işitme yollarını dorsal ve ventral koklear çekirdekler, superior olivary kompleks (SOK), lateral lemniskus (LL), inferior kollikulus (İK), medial genikulat body (MGB) ve işitsel korteks oluşturmaktadır (Şahlı, 2014; Jamie, Christiane, 2002).

**Koklear Nukleuslar (KN):** Santral işitme sistemi, işitme sinirinin koklear nukleuslara girdiği yerden başlamaktadır. Koklear nukleus, işitme siniri lifleri için oldukça önemli bir noktadır. Çünkü işitme sisteminin fonksiyonu olan uyarım ve iletimin ilk durağıdır. Koklear sinir aracılığıyla gelen işitsel bilginin daha üst seviyelere taşınmasından sorumludur.

#### **Koklear nukleuslar;**

1. Anteroventral koklearnukleus (AVCN)
2. Dorsal koklearnukleus (DCN)
3. Posteroventral koklearnukleus (PVCN) olmak üzere 3 bölüme oluşur.

İşitme sinirinin afferent dalları koklear nukleus'a girdikten sonra, ascending (çıkan) dal, anteroventral koklearnukleus'ta, descending (inen) dal, posteroventral ve dorsal koklearnukleus'ta sonlanır. Bu nukleuslarda bulunan hücreler tonotopikal bir dağılım gösterirler. Dorsal kısımdaki hücreler koklea'nın alçak frekans bölgelerinden, ventral kısımdaki hücreler ise yüksek frekans bölgelerinden gelen lifleri alır.

İşitme siniri ile koklear nukleuslar arasındaki bağlantı ipsilateral iken, daha üst seviyelerdeki nöral yapılar arasındaki bağlantı, ipsilateral ve kontralateral olarak devam etmektedir. Koklearnukleuslar'dan başlayan ipsilateral yol, sırasıyla superior olivary kompleks, lateral lemniscus ve inferior kollikulusa kadar devam eder. Kontralateral yol ise, ventral akustik stria (trapezoid body), dorsal akustik stria (von Monakow) ve intermediate akustik stria (Held) olarak 3 şekilde devam eder.

Ventral akustik stria (trapezoid body), anteroventral koklearnukleus ile kontralateral superior olivary kompleks arasındadır. Dorsal akustik stria (von Monakow), dorsal koklear nukleus ile kontralateral superior olivary kompleks, lateral

lemniscus ve inferior kollikulus çekirdekleri arasındadır. İntermediate akustik stria (Held) ise posteroventral koklearnukleus (PVKN) ile kontralateral superior olivary kompleks ve inferior kollikulus arasındaki bağlantıyı sağlamaktadır (Şahlı, 2014).

**Superior Oliveri Kompleks (SOK):** Anatomik olarak genellikle ponsa yerleşim gösteren superior olivary kompleks, insanlarda medulla oblongata'nın rostral bölümünden orta ponsa kadar uzanır. Trapezoid body aracılığıyla anteroventral koklearnukleus'tan, intermediate Akustik stria aracılığıyla da posteroventral nukleus'tan işitsel bilgiyi alır. Koklearnukleus'tan gelen işitsel bilginin entegrasyonunda önemli bir fonksiyona sahip olan bu yapı, her iki kulaktan gelen işitsel bilginin ilk karşılaşma yeridir (Kulesza et al, 2011; Pickles, James, 2012).

#### **Superior Olivary Kompleks;**

1. Medial superior olivary (MSO)
2. Lateral superior olivary (LSO)
3. Trapezoid body'nin medial nukleus'u (TBMN) olmaküzere 3 bölümden oluşur.

Medial superior olivary (MSO), en geniş nukleustur ve insanlarda yaklaşık 15.500 nörondan oluşmuştur. Her bir MSO, sağ ve sol anteroventral koklearnukleus'tan bilateral input alırken, işitsel bilgi ipsilateral olarak lateral lemniskus aracılığıyla inferior kollikulus'a aktarılır. Medial superior olivary'nin temel fonksiyonu kulaklararası zaman farklılığının (interaural time difference-ITD) tanınması ve binaural lateralizasyondur. Bu özelliği sayesinde her bir kulaktan gelen işitsel uyarının varış zamanını hesaplayarak sesin lokalizasyonunu belirler (Şahlı, 2014).

Lateral superior olivary (LSO), ipsilateral koklear nukleus'taki spherical bushy hücrelerinden uyarıcı glutamaterjik, kontralateral trapezoid body'nin medial nukleus (TBMN)'undan ise baskılayıcı glycinergik input almaktadır. Böylelikle, ipsilateral kulaktan uyarıcı, kontralateral kulaktan ise kısıtlayıcı bilgi alınmış olur. Lateral superior olivary'nin temel fonksiyonu ses şiddeti bakımından kulaklararası seviye farklılığının (interaural level difference-ILD) ve yüksek frekans seslerin geliş açısının tanınmasıdır. Lateral superior olivary (LSO)'de yüksek frekans seslere

duyarlı sinir hücreleri de bulunmaktadır. Trapezoid body'de bulunan TBMN, bir nörotransmitter olarak glisin kullanan yuvarlak hücre gövdeli ana nöronlardan oluşmaktadır (Şahlı, 2014).

**Lateral Lemniskus (LL):** Fonksiyonu tam olarak bilinmemekle birlikte, koklear nukleuslara göre daha iyi bir zamansal çözünürlüğe (temporal resolution) sahip ve sesteki hem zamanlama hem de amplitüd değişikliklerine karşı oldukça hassas bir yapıdır. Akustik startle refleksi'te de fonksiyonu olduğu düşünülmektedir.

Lateral Lemniscus 3 bölümden oluşmaktadır;

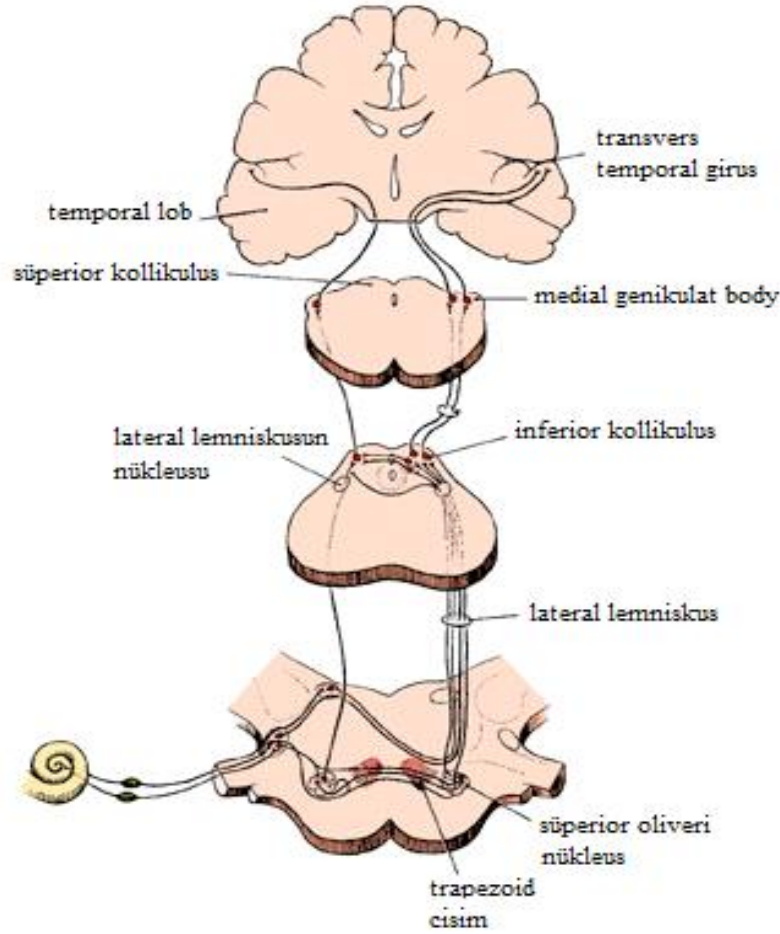
1. Lateral Lemniscus'un intermediate nukleus'u (LLIN)
2. Lateral Lemniscus'un ventral nukleus'u (LLVN)
3. Lateral Lemniscus'un dorsal nukleus'u (LLDN)

**İnferior Kollikulus (İK):** İşitsel yolun (auditory pathway) orta beyin çekirdeği olan İnferior Kollikulus, lateral lemniscus yoluyla koklear nukleus'tan indirekt input alırken, lateral superior olivary'den de bilateral uyarı alır. İnferior Kollikulus, üç bölümden meydana gelmektedir; sentral nukleus, dorsal korteks ve lateral korteks. Dorsal korteks, akustik ve somatoduyusal girdilerin alınmasında rol oynarken, Central nukleus, daha karmaşık bir yapıya sahip olup, algısal analizlerden ziyade işitsel refleks aktivitelerinde rol oynamaktadır (Şahlı, 2014).

İnferior kollikulus'ta bulunan nöronların dentritleri direkt olarak veya diğer nukleuslar aracılığıyla muhtelif sinirlerin motor nukleuslarına bağlanırlar. Bunlar göz kaslarının motor lifleri, kranial ya da spinal motor lifleridir. Santral işitsel yolun önemli istasyonlarından biri olan bu anatomik yapının, Auropalpebral refleks (göz kırpmarefleksi) gibi refleksif işlemlerde ve bazı sensör ve motor fonksiyonlarda rolü olduğu belirtilmektedir. Ayrıca, frekans analizi ve konuşmayı ayırt etme fonksiyonlarında inferior colliculus'un etkili olduğu yönünde çalışmalar bulunmakla birlikte, bu bölgede bulunan bazı nöronların kulaklararası zaman (interaural time) ve şiddet farklılıklarına (intensity differences) duyarlı olduğu da gösterilmiştir (Şahlı, 2014).

**Medial Genikulat Body (MGB):** Talamusun dorsal ve caudal bölgesine yerleşmiş olan Medial Geniculate Body (MGB), işitsel sistemin talamik durağını oluşturur ve liflerinin büyük bir bölümünü inferior colliculus'un sentral nukleusundan alır, inferior kolliculus ile işitsel korteks arasında bulunan MGB, dorsal, ventral ve medial olmak üzere 3 bölüme ayrılır. Ventral bölüm, temporal lobun primer işitsel alanı ile direkt ilişki içindeyken, medial bölüm, temporal lobun diğer alanları ile dorsal bölüm ise, cerebrum'un assosiasyon alanları ile bilgi alışverişi içindedir.

Ses lokalizasyonu ve lateralizasyonu ile ilgili temporal ve frekans bilgisinin daha detaylı olarak analiz edildiği bu bölgenin lezyonlarında, özellikle ses lokalizasyonu ve lateralizasyonu ile ilgili problemler görülür (Şahlı, 2014).



**Şekil 6. Santral İşitme Yolları**

(<http://ivertigo.net/hearing/hrfig1.html>.)



**İşitme Korteksi:** Primer işitme korteksi ve ilişkili sahalar olmak üzere iki kısma ayrılır. İlişkili sahalar hem akustik hem de duygusal girdileri alırlar. Primer işitme korteksi Brodmann 41-42 diye numaralandırılmıştır.

Temporal lobun üst kısmında yerleşmiştir ve spesifik ve nonspesifik ilişkili sahalar ile çevrelenmiştir. Bunlar Brodman'ın 22 ve 52 numaralı sahalarını oluşturur. İlişkili sahalar, primer işitme korteksini frontal ve temporo-parietal bölgeye bağlar. Bu bölgeler konuşma, kelime ve görme ile ilgilidir (Şahlı, 2014; Jamie, Christiane, 2002).

İşitme korteksi talamusa, orta beyine ve ponsa inen üç ana yol vermektedir. Kortikal işitme alanı m. genikulat cismin afferent liflerin kaynağına projeksiyon gönderir.

## 2.2. GERİATRİK GRUP

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) takvim yaşına göre yaşlılığı; 60-64 yaş arası genç yaşlı, 65-74 yaş arası yaşlıca, 75-84 yaş arası yaşlı, 85 yaş ve üzerini ise çok yaşlı olarak tanımlamaktadır. Türkiye nüfusunda yaşlı oranı her geçen gün artmaktadır. Türkiye kısa bir zaman sonra ciddi düzeylerde yaşlı nüfusla yüz yüze kalacaktır. 1960 yılında 1 milyon olan yaşlı nüfusu bugün 6 kat artmıştır. 1960 ve 2002 yılı Türkiye nüfusuna bakıldığında toplam nüfusun %25 arttığı ve bu süre zarfında yaşlı nüfusun toplam nüfus içinde %628, kendi içinde ise %240 artış gösterdiği tespit edilmiştir (Arun, 2008). Türkiye'de medyan yaş, 2000 yılında 26 iken, medyan yaşın 2020'de 34, 2040'ta ise 42 olacağı tahmin edilmektedir (Mandıracıoğlu, 2010). 2008-2040 yılları arasında Türkiye'de yaşlı nüfusta, %201'lik bir artış beklenmektedir.

Toplumsal yaşlanma, Türk toplumunda yaşlıların hızlı bir şekilde artışına neden olmaktadır. Bugün yaşı 60 ve üzerindekiilerin oranı %9 iken, 2020'de %15, 2050'de %30'lara çıkacağı tahmin edilmektedir.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2011 verilerine göre Türkiye'nin nüfusu 73.722,988'tir. Bunun %7,2'si 65 yaş ve üzeridir. Bu da yaklaşık olarak 5 milyon 308 bin yaşlı demektir (Ünsal, Şahin, Gündüz, 2014).

Ülkemizdeki yaşlılığın yüksek oranda artışı yaşam kalitesinin de artışı beraberinde getirmelidir. Yaşam kalitesini ve yaşlı memnuniyetini sağlarken yaşlılığı bir sorun olarak görmemek gerekmektedir (Tufan, 2007). Yaşlılıkta yaşam memnuniyetini belirleyen faktörler; fiziksel ve ruhsal sağlık, sosyal ilişki kurma imkanı, çevre ile sosyo-demografik ve sosyo-ekonomik değişkenlerden meydana geldiği ileri sürülmektedir (Tufan, 2007).

65 yaş, birisini "yaşlı" olarak tanımlamak için rastgele seçilmiş bir yaş aralığıdır. Roosevelt 65 yaş başkanlığı zamanında, Sosyal Güvenlik sebepleriyle, "yaşlı" olarak tanımlanmıştır. Roosevelt, Almanya baş hakimi Otto von Bismarck'ın yasal emeklilik kriterlerini kullanmıştır. Baş hakim Otto von Bismarck "65" yaş kararını 1889 yılında, kendi sigorta uzmanının tavsiyesi üzerine almıştır. Sigorta uzmanına göre o dönemde Almanya da insanlar 65 yaşına kadar zar zor yaşamaktadırlar, emeklilik yaşı 65 olarak belirlendiğinde, Roosevelt nadiren emekli maaşı ödemek için bu yaşı kriter olarak almıştır (Nielsen, 1998).

Geriatrik grubun yaşlılığa bağlı tüm sistemlerinde meydana gelen değişimlere bağlı olarak işitme sistemleri de araştırılması gereken durumların başında gelmektedir. Özellikle kulakta yapısal değişiklikler meydana gelmekte ve bu durum da iletişimi engellemektedir. Bu bölümde geriatrik grubun işitsel sistemlerinin, özellikle çalışmamıza konu olan ve akustik enerjinin mekanik enerjiye dönüştürüldüğü orta kulak mekanizma sistemi ile atmosfer basıncı ve orta kulak basıncının dengeleme işlevini yürüten östaki tüpü değişiklikleri incelenmeye çalışılacaktır. Her ne kadar orta kulak ve östaki tüp fonksiyonlarını değerlendirilmeye çalışılsa da işitsel sistemi bir bütün olarak ele alıp değerlendirmek gerekmektedir. Belli başlı otolojik durumlar gençlere göre, yaşlılarda daha fazla görülür.

### 2.2.1. Geriatrik Grupta Dış Kulakta Anatomik ve Fizyolojik Değişiklikler

Dış kulak kanalını kaplayan deri 2/3 kemiksi yapıda 1/3 kıkırdaksı kısımda olduğundan daha incedir. Özellikle kıkırdaksı kanalı sınırlayan deri, üzerinde papillose kabarcıkları olan epidermisten (dış deri), iyi gelişmiş dermisten (alt deri) ve bir deri altı katmanından oluşmaktadır. Epidermis, bazal hücre, yassı hücre, granüler hücre ve boynuzsu katmanlar olmak üzere dört katmandan meydana gelmektedir. Bu katmanlar, yaşlılarda yaygın olan tümürlü hücrelere neden olmaktadır. Kemiksi kanalı sınırlayan deri papillerden yoksundur ve deri altı dokusu yoktur. Kemiksi kanalda salgı bezleri ya da kıl folikülleri bulunmamaktadır. Ancak kıkırdaksı kanalın derisinde kıl folikülleri, apokrin ve yağ bezleri vardır.

Kemiksi kanalın derisi oldukça incedir ve 0,2 mm'lik bir kalınlığa sahiptir. Kulak kiri temizlemesi veya işitme cihazının aşırı derine itilmesi gibi herhangi bir işlem durumunda oluşan herhangi bir travmaya duyarlıdır (Ballachanda, 1995).

Kulak kiri ya da kulak salgısı yağ ve apokrin bezi salgılarından, toz parçacıklarından, pul pul dökülen epitel bezlerden ve kıl foliküllerinden oluşur (Ballachanda, 1995). Birçok yağdan, aminoasitlerden ve çeşitli minerallerden oluşan kulak salgısı, kanalın kıkırdaksı kısmının epitel sınırlaması için bir koruma görevi görür (Ballachanda, 1995). Böylece, kanalı sınırlayan deriyi kayganlaştırır, su itici görevi görür ve böcek gibi istenmeyen madde ve nesnelere yakalayarak kulağı korur. Genelde epitel geçişler tarafından temizlenir. Bazı durumlarda, özellikle daha yaşlı insanlarda, ya gereğinden fazla kulak salgısı üretilir ya da epitel geçişler yetersiz kalır ve bu durum kulak salgısının birikip sıkışmasına neden olur (Miyamoto, Miyamoto, 1995).

Dış kulak daha birçok işlevden sorumludur. Genel olarak kulak kepçesi (pinna) ve dış kulak kanalının görevi, orta kulağa havadan taşınan ses dalgalarını eşleştirmektir. Kulak kanalının, konka ile birleşimi, kulak zarına ulaşan sinyallerin spektral içeriğini değiştirmektedir. Özellikle, ek olarak gelen seslerde yankılayıcı ya da jeneratör görevi görerek, gelen sesleri modifiye eder (Staab, 1995). İşitme cihazının işlevselliği açısından tamamlayıcı rol oynar ve kullanılan herhangi bir işitme cihazının yerleştirildiği konum görevini görür (Staab, 1995). Kulak kanalı,

davranışsal ve elektro fizyolojik testler için önem arz eder. Genelde mevcut durum hem bu değerlendirmelerde elde edilen sonuçları, hem de seçili testleri uygulamayı etkiler. Dolayısıyla odyologlar, dış kulağın işlevinin ve yapısının, yaşlanmaya bağlı olarak etkilendiğini bilmelidirler.

Yaşa bağlı olarak kulak yapısında gelişen başlıca değişimler arasında, esnek liflerin dejenerasyonu ve esneklik ve kuvvet kaybına sebep olan kolajen azalması yer alır. Aslında, epitel dokunun yüzeyinde incelmeye ve deri altı dokusunda atrofi meydana gelir. Bunun yanı sıra, kulak kanalının, özellikle de yağ ve kulak salgısı bezinin içinde yer alan salgı bezlerinin yapısı, salgılayıcı özelliğinin bir kısmını kaybeder. Kanalın içindeki yağ oranı azalırken, fibrokartilaj (bağ ve kıkırdak dokusu) kısmın içindeki kıl foliküllerinin uzunluğu ve kalınlığı artar. Bunun sonucunda kuruyan deri, travmalara ve bozulmalara meyilli olur. Kulak salgısı daha yoğun, sert bir hal alır ve birikerek sıkışır (Ballachanda, 1995). Kemiksi kanalın derisi oldukça ince olduğu için, kulak kirinin temizlenmesi gibi uygulamalardan dolayı travmaya daha yatkın hale gelir (Ballachanda, 1995). Kulak kanalında oluşan değişiklikler, sert maddelere karşı toleransın azalmasına yol açmaktadır ki bu da işitme cihazlarına adaptasyonu etkileyebilir. Bu yüzden, çene hareketleri esnasında kulakta meydana gelebilecek değişimlere ayak uydurabilmesi için, işitme cihazının dış kaplamasının yumuşak olmasına dikkat edilmelidir. Bu durum, işitme cihazının uzun vadede rahatlıkla kullanılmasına olanak sağlayacaktır (Staab, 1995).

Kulak salgısı üretimi, birçok kişide, kulak kalanının daha derin kısımlarındaki normal epitel geçişten dolayı kesintisiz işlemektedir. Kulak salgısı sıkışmaları birçok sebeple meydana gelebilir. En çok görülen sebeplerden biri, kulak salgı bezlerinin aşırı çalışmasından meydana gelen, kulağın gereğinden fazla kulak salgısı üretmesidir. Kulak salgısı sıkışmasına neden olan fizyolojik olmayan değişimler kapsamında, işitme cihazından kaynaklanan fiziksel tıkanma, sık kullanılan kulak çubukları veya kulak kanalının şekli ve boyutu gibi anomaliler vardır. Yaşlılarda kulak salgısının sıkışmasına daha sık rastlanır. Bunun en önemli sebebi aktif olarak işleyen kulak salgı bezlerinin sayısında, yaşlanmayla doğru orantılı olan azalma meydana gelmesidir. Bu durum daha kuru ve yapışkan kulak salgısına işaret eder.

Tüm bunlar bir de zamanla kalınlaşan ve kulak zarına doğru uzayan kulak kılı folikülleri ile birleşince, kulak kiri birikmesi kaçınılmaz olur (Ruby, 1986).

Kulak kiri sıkışması yaşlanma ile artış göstermektedir. Yani, yaş arttıkça kulak kiri sıkışması daha sık görülmektedir. Kulaklarında kir sıkışması olan yetişkinlerin %34'ünün, 65 ile 75 yaş aralığında olduğu, %22sinin ise 75 ile 84 yaş aralığında çıkmış olması dikkat çekicidir. Mahoney (1987), kendi çalışmasında da kulak kiri birikmesinin yaygınlığının %34 oranında çıktığını bildirmiştir.

Yaşlanma sürecinde, özellikle erkeklerde, kulak kepçesi bölgesinde en sık karşılaşılan durum, tragusta ve heliksin aşağı kısımlarında meydana gelen gereğinden fazla kıl büyümesidir. Ek olarak, kulak kepçesinde büyüme, esneklik kaybı, kuruluk, yüzeyde incelme ve bazı durumlarda atrofi gibi, derinin fiziksel özelliklerinde değişimler gözlenmiştir.

Kulağın heliks ya da antiheliks kısmında, kondrodermatitis adı verilen, acılı ya da hafif pembe ülserleşme meydana gelebilir. Bu duruma dermis (alt deri) ve epidermisin (dış deri) dejenerasyona uğraması ve/veya travma ve kronik güneşe maruz kalmak sebep olur (Young, Newcomer, Kligman, 1993). Eğer odyometri esnasında, kulak salgısı düzenlemesi ya da işitme cihazı hazırlanırken, odyolog kulakta bir lezyon saptarsa, kişi mutlaka bir doktor ya da dermatoloğa yönlendirilmelidir.

Kulak kepçesi, radyasyon ya da güneşe maruziyetten dolayı yassı hücreli bir tümör (kanser) olan, kırmızı-kahve tonlarında görünen bu nodül için potansiyel bir yerleşim yeridir (Young, Newcomer, Kligman, 1993). Açık tenli kişilerde çıkan yassı (sküamoz) hücreli tümörlerin %90'ından fazlası, özellikle yaşı daha büyük olanlarda, kulakta ya da yüzde meydana gelmektedir (Steigleder, Maibach, 1993).

Erkeklerde daha çok kulak kepçesinin posterosuperior tarafında, kadınlarda ise tümör daha çok kulak kanalına yakın yerlerde oluşmaktadır (Abrams, Beers, Berkow, 1995).

Kulak kepçesinde ikinci en sık meydana gelen kötü huylu tümör, epitelin bazal hücre tabakasında gelişen tümördür. Erkeklerde daha sık görülür. Yassı hücreli

tümör gibi, güneşe maruz kalma durumunda sekonderdir. Bazal hücre tümörü, kabarık, yüzeyi parlak, ortasında yara olan yumrular halinde ortaya çıkar (Abrams, Beers, Berkow, 1995).

Dış kulak kanalında, epitel yüzeyin incilmesi, deri altı dokusunun atrofiye uğraması ve salgı işlevlerinin azalması gibi, yaşa bağlı olarak meydana gelen değişikliklerin ışığında, yaşlıların cilt kurumasına daha yatkın olduğunu görülmektedir. Kulak kanalında meydana gelen bu değişiklikler yaşlıları travmalara, bozulmalara ve pıhtılaşmış kir sıkışmasına daha duyarlı hale getirir (Ballachanda, 1995). Yaşlılar, aynı zamanda belli fonksiyonel ve patolojik durumlara da duyarlıdırlar.

Kulak kanalının en sık rapor edilen fonksiyonu, çökmüş kulak kanalıdır. Bu gibi durumlarda, odyometrik testler esnasında kulaklıkların uyguladığı baskı kulak kanalının içeriye doğru göçmesine sebep olur. Daha sonra da kıkırdak destekleyicisinde meydana gelen atrofi, kulak kanalının kıkırdaksı kısımda esnekliğin kaybolmasına sebep olabilir. Sonuç olarak, özellikle yüksek frekanslarda "yapay hava aralıkları" meydana getirerek, hava iletme eşiğinde değişikliklere neden olabilir. 15 dB ve üstü aralıklarda eşik değişimleri bildirilmiştir (Ballachanda, 1995).

Yapılan araştırmalarda, yaşlılarda çökmüş kulak kanallarının yaygınlığı %30 ila %40 arasında bildirilmiştir. Ancak geçmişte kanal çökmesi önemli bir değerlendirme hatası olarak görülmekteydi. Test esnasında geleneksel supra-aural kulaklıklar yerine, insert kulaklıklar kullanmak sorunu bir miktar çözebilmektedir.

Odyometrik test esnasında yüksek frekanslı hava boşluğu olması, zayıf test-retest güvenilirliği ve immitans test sonuçları arasındaki uyumsuzluk, potansiyel bir kulak çökmesine işaret edebilir. Tüm bu belirtiler ışığında hekim kulak çökmesi ihtimalini göz önünde bulundurmalıdır. Sound-field (serbest alan) testi, kulağa yerleşen kulaklıklar, kulaklıkları yerleştirmeden önce pinnanın üstte ve arkada tutulması gibi teknikler, kulak kanalının çökmemesinde etkili ve yardımcı bir rol oynayabilir (Silman, Silverman, 1991).

Kulak kiri sıkışmasının, çoğu zaman kalıcı olan, çok ciddi tıbbi ve odyolojik sonuçları olabilir. Kulak kiri sıkışmasında en sık rastlanan patolojik değişimler;

kulak çınlaması, ağrı, kulak dolgunluğu, dış kulak iltihabı ve daha az görülen vertigodur (Ballachanda, 1995). Kulak kirinin kulakta zamanla birikmesinin odyolojik sonucu işitme kaybıdır. Kulak salgısının kulak kanalında birikmesi, odyologların işini zorlaştırır. Kulak kiri odyologların tanısallık testleri veya iyileştirici prosedürleri yapmalarını zorlaştırır. Örneğin, immitansmetrik incelemeler, otoakustik emisyon (OAE), Elektrokokleografi (ECoChG) ve Elektronistagmografi (ENG) ölçüm sonuçlarını etkiler. Kulak içinde biriken salgılar iyice temizlendikten sonra testler yapılabilir. Odyolog işitme cihazı takan hastaları da dikkatli olmaları konusunda uyarmalıdır. İşitme cihazı takan yaşlılarda, bloke olmuş bir işitme cihazı kulak kiri sıkışmasının işareti olabilir.

Pruritus veya kaşıntı yaşlılarda en sık görülen dermatolojik rahatsızlıktır ve daha çok dış işitsel meatusta rastlanmaktadır. Kuruluk, inflamasyon, tahriş gibi deriden kaynaklı uyaranlar pruritus oluşumuna sebebiyet verebilir. Yaşla yakından ilişkili olan atrofi durumlarında kanalı sınırlayan deri travmalara daha yatkındır. Örneğin yaşlıların pamuk çubuk kullanmamaları gerekmektedir. Bu gibi maddeler daha fazla kaşıntı ve potansiyel inflamasyonlara neden olabilir (Rees, Duckert, 1995).

Otitis eksterna, kulak kanalının epitel sınırında oluşan dış kulak yolu iltihabıdır (Miyamoto, Miyamoto, 1995). Kulakta kaşıntı, şiddetli ağrı gibi belirtiler gösterir. Kulakta dolgunluk hissi, deride kızarma ve akıntı da görülebilir. Belirtilerin ciddiyeti patojene ve durumun sürekliliğine bağlıdır. Otitis eksterna'nın en şiddetli biçimi, doku ölümüne sebep olan (necrotizing), kötü huylu otitis eksterna, yaşlı diyabet hastalarında ya da immünitesi zayıflamış kişilerde görülebilmektedir (Miyamoto, Miyamoto, 1995). Herhangi bir kulak kanalı incelemesinde böyle bir durumla karşılaşıldığı takdirde bir hekime başvurulması gerekir.

### **2.2.2. Geriatrik Grupta Orta Kulakta Yaşa Bağlı Değişimler**

Kulak zarı, kemikçik zinciri, IM ve IS eklem yüzeyindeki kıkırdaklar, orta kulak kasları ve fibroz doku şeritleri (ligaman), yaşa bağlı ortaya çıkan bir kısım değişikliklere duyarlıdır. Covell (1952), Rosenwasser (1964), Etholm ve Belal

(1974) orta kulağın yapısı ile ilgili histolojik çalışmalar yapmış ve bir çok yaşa bağlı değişiklikler gözlemlemişlerdir. Kulak zarı, yaşlandıkça, daha katı, daha ince, ve daha az vasküler olmaktadır. Kronik otitis media (KOM) geçmiş olan yaşlıların kulak zarında sklerotik değişimler olabilmektedir (Weinstein, 2013).

30 yaşın üzerindeki hastaların orta kulaklarında, yaş arttıkça ciddiyeti artan romatizmal hastalıklara bağlı değişimler gözlenmiştir. Romatizmal hastalıklara bağlı değişimler arasında kıkırdaksı IM ve IS eklemlerinin incilmesi ve kireçlenmesi gözlenmiştir (Covell, 1952; Rosenwasser, 1964). Etholm ve Belal (1974) histolojik çalışmalarına dayanarak, 70 yaşın üzerindeki insanların romatizmaya bağlı hastalıklarının hafiften ileriye doğru değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Yaşa bağlı gelişen diğer değişiklikler arasında atrofi ve orta kulak kası liflerinin, fibroz doku şeritlerinin ve kemik gelişiminin dejenerasyonu yer almaktadır (Covell, 1952; Rosenwasser, 1964). Östaki borusunun kıkırdaksı desteğinin kireçlendiği ve kas oluşumunda atrofi olduğu rapor edilmiştir. Yaşlandıkça kasların fonksiyonelliğinde meydana gelen azalma, özellikle yutkunurken, östaki borusunun açılmasında sıkıntı yaratabilmektedir (Weinstein, 2013).

Orta kulak yapısı yaşlanma ile bağıntılı olarak bazı anatomik değişimlere uğrasa da, orta kulağın fizyolojisinde ve davranışsal testler üzerindeki etkisi oldukça azdır. Orta kulak aktarım sisteminin zamanla katılaştığını ön gören bilgi ve delil azdır (Wiley, Cruickshanks, Nondahl, 1999).

### **2.2.3. Geriatrik Grupta İç Kulakta Yaşa Bağlı Değişimler**

İç kulak yaşlanmanın etkilerine karşı savunmasız olan birçok fonksiyonel bileşenden oluşur. Bu bileşenler duyusal, sinirsel, vasküler, destekleyici, sinaptik ve/veya mekaniktir (Willot, 1991). Mekanik enerjinin sinirsel enerjiye dönüştürüldüğü yer olan korti organı mekanik enerjinin elektriksel enerjiye dönüştürüldüğü yerdir. Korti organı iç kulakta baziler membranın üzerine yerleşiktir ve duyusal hücreler, destekleyici hücreler, reissner's membranı, tektoriyal membran ve stria vaskularis gibi yapılardan oluşur. Normal işitsel sistemde tonotopik organizasyon mevcuttur ve bu tonotopik organizasyon kokleadan, merkezi işitme



sistemi içinde bulunan bölgelerde yer alan anatomik bağlantılara bağlıdır (Willott, 1996).

İç kulak, saf ses ve kelimeleri tanıma testlerinde görülen sonuçların yaşlanma ile değişimler geçirmektedir. Örneğin kokleanın bazal dönüşleri içindeki yüksek frekans bölgeleri, bu bölgelerdeki bir takım nöronlar tarafından, merkezi işitsel sinir sisteminde yer alan yüksek frekanslı tonotopik bölgelere bağlanmaktadır.

#### **2.2.4. Korti Organının Dejenerasyonu**

İşitm ile ilgili risk faktörlerini belirlemek için, çok değişkenli olarak tasarlanan çalışmalarda, yaşlı insanlarda işitme kaybı, her ne kadar cinsiyet, aile geçmişinde işitme kaybı ve yüksek sese maruz kalma gibi bazı bireysel farklılıklar göstermektedir. Yine de en önemli risk faktörünün yaş olduğunu ortaya konmuştur (Moscicki, Elkins, Baum, McNamara, 1985).

Korti organı histopatolojik değişimlere en yatkın olan yapıdır. Yaşa bağlı gelişen atrofi, sesin iletilmesinde tamamlayıcı rol oynayan bilgi aktarımına engel olur. Hem dış hem de iç tüy hücreleri yaşlanma ile dejenerasyona uğramaktadır. Ancak dış tüylü hücreleri (DTH), iç tüy hücrelerine (İTH) göre dejenerasyona daha meyillidir. Bundan dolayı yaşla oluşan işitme bozukluğunun sebebi de budur (Willott, 1991).

Tüylü hücrelerinin her iki tipi de bazal dönüşünde dejenere olur. Yaşı 70' in üzerinde olanların tüy hücrelerinde düşüş gözlenmektedir. Yani, tüylü hücre sayısı, özellikle dış tüy hücrelerine bakılacak olursa yaşlılarda daha azdır. Dış ve iç tüy hücrelerinin birbirinden bağımsız olarak dejenerasyona uğrayabileceklerini de unutmamak gerekir.

#### **2.2.5. Geriatrik Grupta Spiral Gangliyon Hücrelerinin Dejenerasyonu**

Yaklaşık 30.000 nöron, sekizinci sinirin iletken işitme kısmını oluşturmak üzere bir araya gelir. Nöron dendritleri tüylü hücrelerinin hemen altında bulunur,

koklear nöronların (spiran gangliyon hücreleri) hücre gövdeleri kokleanın merkezi çekirdeğinde (modiolus) bulunur. Aksonlar ise merkezi olarak işitsel beyin sapının içinde yer alan çekirdeğe doğru bir rota çizer. Yani, işitsel sinir, kokleanın duyusal kıl hücrelerini beyin sapına bağlayan, birinci derece nöronlardan oluşmaktadır. İşitsel sinir, Tip I aksonlar ve Tip II spiral gangliyon hücrelerden oluşur. Tip I hücreleri spiral gangliyon hücrelerinin büyük çoğunluğunu oluşturan iki uçlu, geniş nöronlardır. Bu myelinli hücreler iç kıl hücreleriyle birleşir. Geriye kalan spiral gangliyon nöronlarının %5 ila %10'u Tip II hücreleridir (Becker, Naumann, Pfaltz, 1994).

Bu hücreler, myelinli olmayan küçük hücrelerdir ve diğer dış tüy hücreleriyle birleşir. Tip I aksonları ve Tip II spiral gangliyon hücreleri, tonotopik olarak düzenlenmiş spiral kümeler halinde, işitsel sinirin merkezine yansır. Merkez, kokleanın apik kısmını hareketlendiren spiral gangliyon hücreleri içerir. Spiral kümenin çevresi ise, tabanı hareketlendiren spiral gangliyon hücrelerinden aksonlar içerir (Becker, Naumann, Pfaltz, 1994).

Sinir, iç işitsel meatustan meydana gelir ve her aksonun artarak yükselen ve alçalan dallarını oluşturmak için iki kola ayrıldığı ipsilateral koklear çekirdeğe girmektedir. Gangliyon hücrelerin, merkeze doğru yönlendirilmiş olan aksonları, sekizinci sinir sayesinde, işleme tabi tutmak amacıyla, çevreden merkezi işitsel sisteme duyusal bilgi aktarmaktadır (Willot, 1991).

### 2.3. AKUSTİK İMMİTANSMETRİ

**Tarihçe:** Bugün kullandığımız akustik immitansmetri ölçümleri ile ilgili kavramlar ve aletler yaklaşık 100 yıl öncesinden gelişerek günümüze kadar gelmiştir. 1820 yılında Wollaston orta kulak fonksiyonu ile ilgili çalışmalar yapmıştır. Negatif orta kulak basıncının timpan zarı üzerinde gerginliğe sebep olduğunu ve duyma hassasiyetini değiştirdiğini rapor etmiştir. Wollaston' un çalışması 1827 yılında Wheatstone ve 1869 yılında Politzer tarafından doğrulanmıştır.

İnsanlarda kulak zarının ve orta kulak karakteristiğinin ilk akustik ölçümü 1867 yılında Lucae yapmıştır. Araştırmacı intereferans otoskobu adına verdiği bir aletle bu ölçümleri yapmıştır. Bu alet hastanın her iki kulağına alternatif olarak ses gönderip kanaldan yansıyan ses dalgalarının seviyesini ölçmek, prensibi üzerine dizayn edilmiştir. Lucae 200 kişide, normal kulağa sahip ve kulak patalojisi olan 200 kişide bu kulak kanalından yansıyan ses seviyelerini karşılaştırmıştır. İmpedans terimi ise ilk olarak 1892 yılında Heaviside tarafından kullanılmıştır. 1819 yılında Webster elektrik impedans kurallarını akustik analiz sistemleri için uygulamıştır.

İnsan kulağına yerleştirilen gerçek prob tüp ile yapılan ilk akustik impedans ölçümü ile 1930 yılında Trüger tarafından yapılmıştır. Ancak ölçüm sadece bir tek kişide uygulanmıştır.

Normal ve patolojik kulaklardaki akustik ölçüm bilgileri ilk olarak 1846 yılında Metz tarafından yayınlanmıştır. Otto Metz ölçümleri, Schuster'in eski alet dizaynına dayalı akustik impedans köprüsü (bridge) ile yapılmıştır.

Zwislocki 1963 yılında Schuster köprüsü bilgilerine dayanarak insan kulağına akustik impedans ölçümleri yapabilmek için mekano akustik köprüyü dizayn etmiştir. Zwislocki tarafından dizayn edilen mekanoakustik köprüsü Grason-Stadler şirketi tarafından imal edilmeye başlanarak klinik anlamda kullanılan ilk akustik immittansmetri ölçüm aleti olmuştur (Katz, 2015).

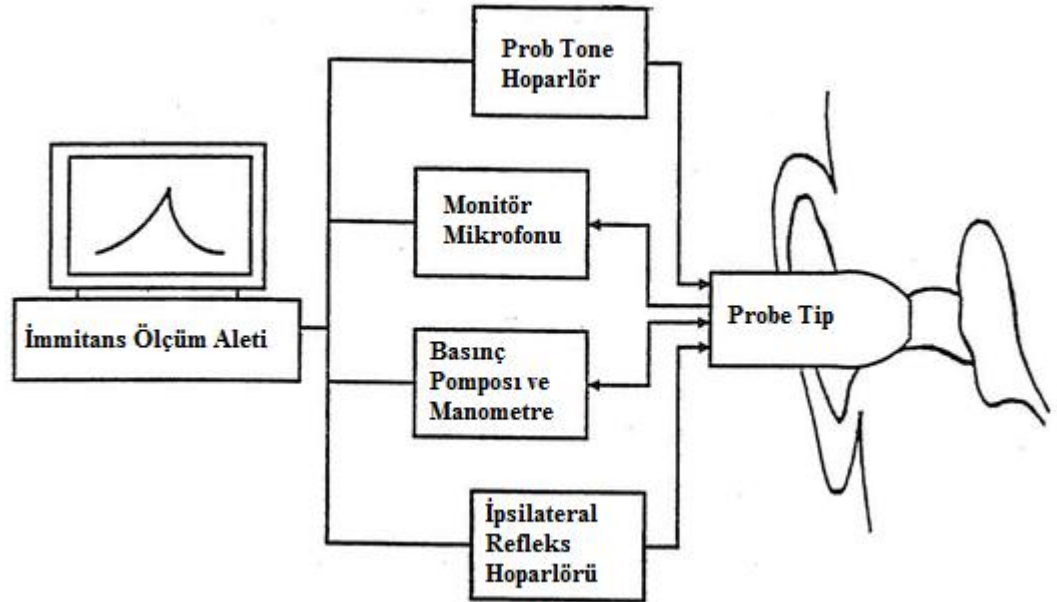
1970 yılında Jerger 400 hastası üzerinde uyguladığı klinik impedans ölçüm sonuçlarını "Clinical Experince with Impedance Audiometri" adlı kitabında yayınlamıştır.

### **2.3.1. Akustik Admittansmetri ve İmmittansmetri**

Akustik admittans, akustik enerji akışına orta kulak sisteminin ne ölçüde izin verdiğinin hesaplanmasıdır. 1987 yılında ANSI (American National Standarts Institute) tarafından kabul edilen tanıma göre timpanometri, dış kulak kanalı içindeki hava basıncının bir fonksiyonu olarak dış kulak kanalında akustik immittansın ölçülmesi işlemidir (Özgirgin, Çelik, 2002).

Akustik immitans, admittans veya impedans yerine kullanılabilen karışık bir terimdir. İmpedansın "im" ve admitansın "mitans" kısımlarının birleşimi ile türetilmiştir. Akustik impedans ise akustik enerjinin orta kulak iletim sistemi içerisindeki akışına karşı gösterilen direncin ölçümüdür. Teknik olarak doğru olmasa da admitans yerine komplians da kullanılmaktadır. Günümüzdeki tüm ölçüm cihazları aslında admittansı ölçmektedir. İmpedans (akustik ohm), akustik enerjinin akışına orta kulak sisteminin gösterdiği dirençtir. Admittans (akustik mmho) ise bunun tersi olarak orta kulak sisteminin kendi üzerinden enerji geçişine gösterdiği geçirgenliktir (Shahnaz, Polka, 1997). Akustik impedansı ölçen alete impedansmetre denir. İmpedansmetre, dış kulak yoluna yerleştirilmek üzere bir prob içerir.

Probu 3 ana parçası vardır. Bilinen bir frekansta sinüzoid sinyal veren bir hoparlör, kulak zarından geri dönen sinyali toplayan bir mikrofon ve prob ile timpanik membran arasında kalan dış kulak yolu basıncını değiştirebilen bir manometredir (Şekil 7).



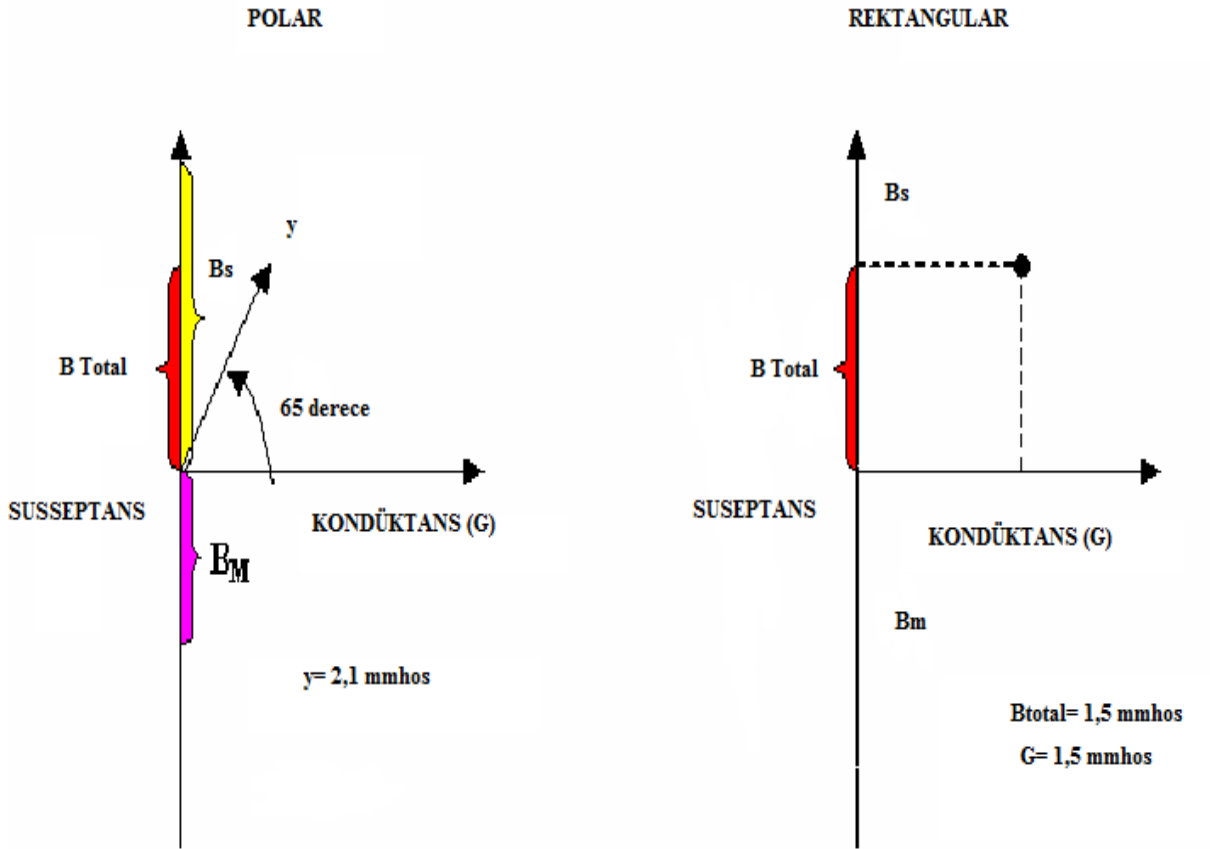
Şekil 7. Prob parçaları (Martin, 1981)

Dış kulak kanalı ve orta kulak iletim sistemi mekanik ve akustik elemanlar taşır. Üç tip eleman admitansın belirlenmesinde rol alır. Bunlar, komplians, kütle ve

sürtünme elemanlarıdır. Komplians elemanları tarafından önerilen admitansa komplians susseptansı "Bc" ve kütle elemanları tarafından önerilen admitansa kütle susseptansı "Bm" denir (Şekil 8). Komplians ve kütle susseptansları tam olarak eşit olduğunda toplam susseptans 0 akustik mmhos'a eşit olur ve orta kulak iletim sistemi rezonanstadır. Orta kulakta kütle ve komplians vektörlerinin birbirleri ile aynı büyüklükte oldukları frekansa rezonans frekansı denir (Shahnaz, Polka, 1997) (Şekil:8).

$$B_{total} = B_m + B_c \text{ (Admitans terminolojisi)}$$

$$X_{total} = X_s + X_m \text{ (İmpedans terminolojisi)}$$



Şekil 8. Susseptans ve konduktans vektörleri (Shahnaz, Polka, 1997)

Klasik timpanometri sıklıkla 226 Hz prob tone ile uygulanmaktadır. Düşük frekanslı prob ton kullanılarak yapılan timpanometride orta kulak kompliansın etkisi altındadır. Kütle susseptansı frekans ile doğru orantılıdır. Ancak komplians

susseptansı frekans ile ters orantılıdır. Rezonans frekansı kütle ve kompians susseptansının birbirine eşit olduğu yani toplam susseptansın 0 olduğu frekans değeri olarak tanımlanmaktadır (Shahnaz, Polka, 1997).

Sürtünme komponenti frekansa bağımlı bir parametre değildir. Rezonans frekansında orta kulak admittansını belirleyen komponent sürtünme komponentidir.

## 2.4. TİMPANOGRAM VE ÇEŞİTLERİ

Timpanogram milimho birimi (mmho) ile ifade edilen akustik admitansın yansıdığı grafikdir. Şekil 9'daki grafikte akustik admitans, dış kulak yolundan probe marifeti ile +200 daPa ile -400 daPa arasında değiştirilen basınç düzeyleri esnasında kayıt edilen verileri göstermektedir. Timpanogramın tepe noktası normal orta kulaklarda 0 daPa ya da atmosfer basıncındadır ki bu da akustik enerji geçişinin en yüksek olduğu durumdur.

Basınç pozitif ya da negatife doğru kaydıka timpanik membran ve orta kulak sistemi katılaşıır. Katılaşıma akustik admitansın düşmesi anlamına gelir, bu da daha fazla enerjinin dış kulak yoluna yansması demektir. Basıncın ileri derecede pozitif ve negatif değerler aldığı her iki durumda da dış kulak yolu katı, sert bir duvara dönüşür ve admitans en düşük seviyede kalır (Jerger, Northern, 1970). İmmitansmetrik incelemede ölçülen değerler aşağıda belirtilmiştir.

**a) Dış Kulak Yolu Hacmi:** Daha öncede belirtildiği gibi timpanometri ölçümü dış kulak yoluna yerleştirilen probe ile yapılmaktadır. Ancak bu durumda klinik kullanımı ve değeri pek fazla olmayan kulak zarı ile probe ucu arasında sıkışan havanın da orta kulak sistemi ile beraber akustik admitansı ölçülmektedir. Dolayısıyla sadece orta kulak sisteminin admitansını elde edebilmek için öncelikle probe ucu ile timpanik membran arasında sıkışan havanın admitansı ölçülür ve toplam değerden çıkarılır (Gelfand, 2001).

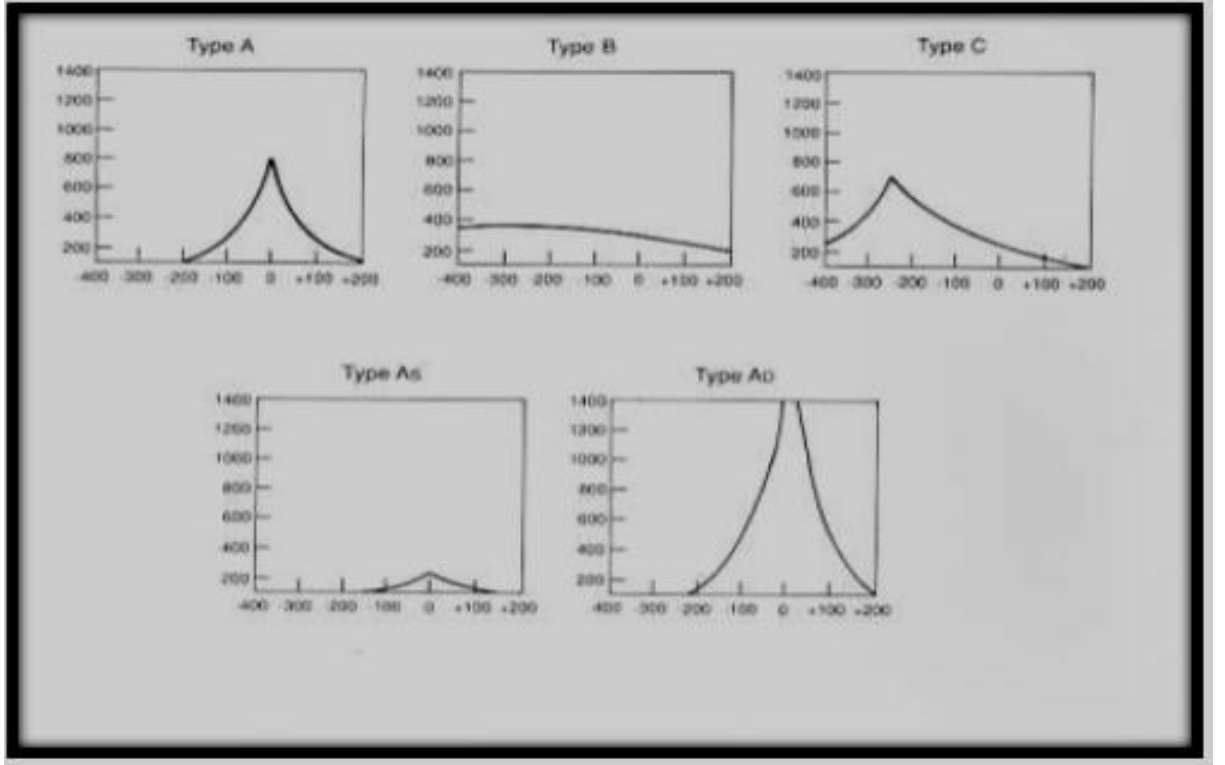
**b) Timpanometrik Tepe Noktası (Peak) Akustik Admitans:** Orta kulak admittansı (kompians) olarak da adlandırılabilir. Dış kulak yolundaki hava hacminin admitansının toplam admittansı değerinden çıkarılmasıyla bulunan değerdir. Timpanogram değerinin yüksekliği bu değeri verir. Bazı orta kulak rahatsızlıkları,

direkt olarak timpanogramın yüksekliği ile ilişkilidir. Oldukça güvenilir bir değerdir. Yükseklik ölçüsü hastanın ölçüm esnasındaki yutkunmasından ya da nefes örüntüsünden etkilenmez (Gelfand, 2001).

**d) Timpanogram Tepe Basıncı:** Timpanogramın tepe noktasının bulunduğu basınç seviyesidir. Normal kulaklarda -100 ila + 50 daPa arasında değişkenlik göstermektedir. Östaki disfonksiyonu ve efüzyonlu otitlerde tepe basıncı negatif alana kaymaktadır. Akut otit başlangıcında ise tepe basıncı pozitif alanda bulunabilmektedir (Gelfand, 2001).

**d) Timpanogram Gradienti:** Timpanogramın şeklini belirleyen en önemli değerlerden biridir. Tepe noktasının dikliğini belirleyen açıdır. Bu değer daPa cinsinden elde edilir ve orta kulak admitansının tepe noktası ile ortalama değer arasındaki farktır. Bazı çalışmalar orta kulakta bulunan sıvının gradient değerini düşürdüğünü ortaya koymuştur (Gelfand, 2001; Nozza, Bluestone, Kardatzke, 1994).

Timpanogram tiplerini ilk sınıflandıran kişi Liden (1969) olmuştur. Sonraları Jerger (1970), Jerger ve diğerleri (1972) ve Liden ve diğerleri (1974) katkı sağlamışlar ve günümüzde en yaygın kullanılan ve kabul gören sınıflandırma şeması haline getirmişlerdir (Katz, 2002; Jerger, 1970; Liden, Harford, Hallen, 1974).



Şekil 9. Timpanogram çeşitleri(<http://ivertigo.net/vertigo3.html>)

Yukarıdaki şekilde de görüldüğü gibi A tipi timpanogramın 3 alt tipi bulunmaktadır. Tip A timpanogramlar normal orta kulaklardan kayıt edilir. Komplians değeri 0,39 ml ile 1,60 ml arasında değişmektedir. Tip A timpanogramın 0 daPa basınçta normal yüksekliğe sahiptir.

Tip As alçak tepe noktalıdır ve orta kulakta sıvı birikimi ya da kemikçik fiksasyonu olması halinde görülür. Tip As timpanogram için normal basınç aralığında ve kompliansının 0,39 ml'den düşük olması gerekmektedir. Tip Ad'nin ise tersine tepe noktası çok yüksektir. Yine normal basınç aralığında ve komplians değerinin 1,60 ml'den yüksek olması gerekmektedir. Bu tip timpanogram kemikçik kopukluğu ya da timpanik membran hasarlarında görülür (Stach, 2010).

Tip B timpanogramın tepe noktası bulunmaz. Yatay düz bir çizgi şeklindedir ve efüzyonlu orta kulak, timpanik membran perforasyonu, serümen varlığı ya da probe ucunun dış kulak yolu duvarına dayandığını gösterir (Stach, 2010).



Tip C timpanogramların ise tepe noktası negatif basınçta bulunur. Bunun sebebi orta kulakta negatif basınç bulunmasıdır (Stach, 2010).

Jerger'in 1970 yılında sunduğu bu şekiller özellikle klinik ortamlarda geçerliliğini korumaktadır. Ancak bu analiz şekli sadece Y-226 Hz ile ölçüm yapan alçak frekans timpanometrisi için geçerlidir. Jerger (1970) tarafından 220 Hz probe ton için bildirilen bu üç timpanogram çeşidine (A, B ve C tipleri) ek olarak yüksek frekans probe ton için iki ilave timpanometrik kalıp daha ortaya çıktı. D tipi ve E tipi olarak adlandırılan bu kalıplar birden fazla tepe noktalıdır (Stach, 2010).



**Şekil 10. Tip D timpanogram**(Jerger, Northern, 1970).

Tip D timpanogram “w” şeklindedir, timpanik membranın atrofik, skarlı ya da flasid olmasına işaret eder. Tip E timpanogram ise birden fazla ancak alçak tepe noktalarına sahiptir ve geniş, inişli çıkışlı tepe noktalarıyla karakterizedir. Jerger ve Northern (1970) tip E timpanogramın kemikçik zincir devamsızlığına işaret ettiğini ileri sürmüşlerdir.



**Şekil 11. Tip E timpanogram**(Jerger, 1970).

Daha önce de belirtildiği gibi timpanometrinin ve görsel çıktısı olan timpanogramın tek başına kullanımı orta kulak patolojilerinin teşhisini koyabilmek için yeterli değildir. Klinik uygulamada anemnez, saf ses odyometrisi ve otoskopik

muayene sonuçları ile beraber bir hastalığın teşhisi mümkün olabilir (Tahincioğlu, 2003).

## 2.5. ÖSTAKİ TÜPÜ FONKSİYONUN DEĞERLENDİRİLMESİ

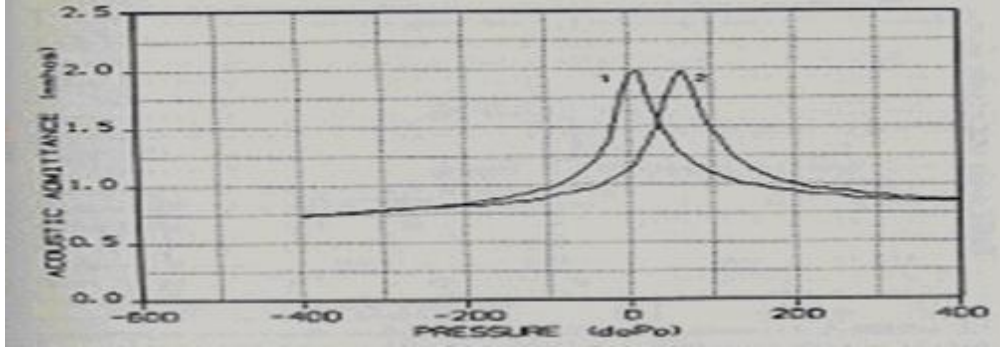
Östaki tüpü ilk olarak 1563'de anatomist Bartolomea Eustachio tarafından tanımlanmıştır. Östaki tüpü, insanlarda orta kulak ön duvarından nazofarenks lateral duvarına doğru uzanır. Lateral 1/3'ü (timpanik bölüm) kemik dokudan, medial 2/3'ü (faringeal bölüm) ise kıkırdak dokudan oluşur. Orta kulak orifisi faringeal orifisinden 2-2.5 cm daha süperiorudur (Di Bartolomeo, Henry, 1992).

Östaki tüpünün en önemli fonksiyonu kulak zarının iki tarafındaki hava basıncını eşitlemektir. Ayakta iken östaki tüpünü açabilen minimal basınç 20 mmHg'dir. Fiziksel egzersiz durumunda tüpün rezistansı önemli ölçüde azalmaktadır. 1853'de Toynbee östaki tüpünün faringeal ucunun normalde kapalı olduğuna, yutkunma sırasında hava geçişine izin vermek için açıldığına dikkat çekmiştir. 1861'de Politzer dış kulak yoluna manometre yerleştirerek, östaki tüpünde yutkunma esnasında gerçekleşen basınç değişikliklerinden kaynaklanan timpanik membran hareketlerini kaydetmiştir. 1864'de Schwartze solunum esnasında timpanik membran hareketlerini ilk kez klinik olarak tanımlamış ve yayınlamıştır (Di Bartolomeo, Henry, 1992). Östaki tüpü başlıca iki kategoride değerlendirilebilir:

**Pasif açılma kapasitesi:** Orta kulak veya nazofarinks basıncı arttığında östaki tüpünün pasif olarak açılıp açılmadığını gösterir. "Patency test of the inflation-deflation test", "Tubo tympano aerodynamic graphy" ve valsalva manevrası gibi testlerle bu kapasiteyi değerlendirmek mümkündür (Iwano, Kinoshita, Kamada, 1993).

**Valsalva testi:** Orta kulaktaki basıncın artırılması esasına dayanır. Hastanın ağız ve burnunu kapatarak orta kulağa hava geçişi sağlanır. Yapılışı;

- Test öncesi timpanogram alınır.
- Hastadan ağızını ve burnunu sıkıca kapatarak üflemesi istenir.
- Test sonrası timpanogram alınır.

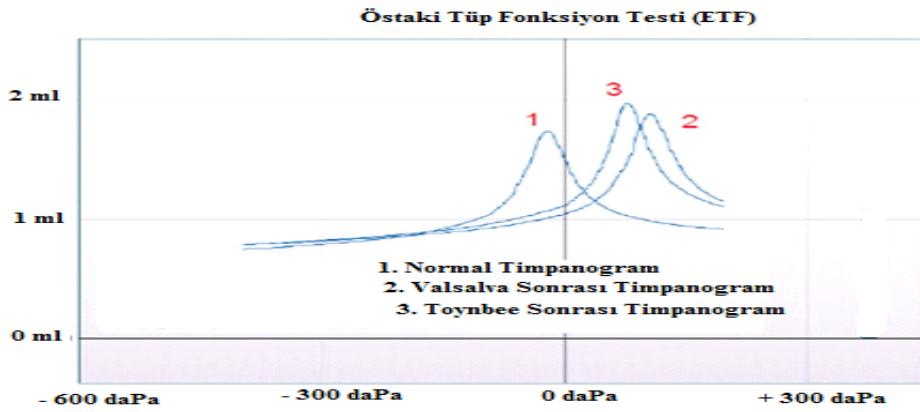


Şekil 12. Valsalva testi (Riedel, Wiley, 1987)

**Aktif açılma kapasitesi:** Östaki tüpünün yutkunmakla aktif olarak açılıp açılmadığını gösterir. "Pressure equilibration test of the inflation-deflation test" sonotubometri ile değerlendirilir (Iwano T, Ushiro K, Yukawa, 1993).

**Toynbee test (Swallowing):** Orta kulaktaki basıncın azaltılması için yapılan manevradır. Yutkunma ya da su içirilerek hastanın orta kulağından hava çıkışı sağlanır. Yapılışı;

- Başlangıç timpanogramı alınır.
- Hastadan burnunu sıkması ve yutkunması istenir.
- Test sonrası timpanogram alınır.



Şekil 13. Valsalva ve Toynbee Testi (Riedel, Wiley, 1987)

(<http://www.hearingreview.com/2009/04/tympanometry-and-akustik-refleks-innovation-review-and-application/>)

### 3. MATERYAL METOD

Bu çalışma Turgut Özal Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları kliniğinde yapılmıştır. Turgut Özal Üniversitesi İlaç Dışı Klinik Araştırmalar Etik Kurulunun 26/09/2014 tarihli 99950669/289sayılı kararıyla etik onay alınmıştır. Çalışmaya katılan bireylere “Gönüllü Olur Formu” imzalatılmıştır.

Çalışmaya 65-84 yaş arasında ortalama (74,3+5,4) 30 yaşlı birey ile 18-45 yaş arasında (30,4+4,2) 30 birey katılmıştır. Hastalara Kulak Burun Boğaz Muayenesinden sonra saf ses odyometri (Interakustiks AC 40 Audiometer Assens, Denmark) (Şekil 13), immitansmetrik inceleme, östaki tüp fonksiyon testleri (ETF) (Interakustiks AZ26 tympanometer Assens, Denmark) yapılmıştır (Şekil 14).



Şekil 14. Klinik Odyometre



Şekil 15. Timpanometre

Bu cihazların kalibrasyonu her yıl cihazların dağıtımçı şirket tarafından periyodik olarak yapılmaktadır.

Rutin KBB muayenesi normal ve otolojik bir problem olmayan, işitme eşiklerinin saf ses ortalamasına göre <15 dB ya da daha düşük olanlar ile hava ve kemik yolu işitme eşik değerleribulunanlar çalışmaya dahil edilmiştir.

Çalışma grubunu oluşturan 60 kişinin çalışmaya dahil edilmemesinde aşağıdaki kriterler dikkate alınmıştır;

- Kulakla ilgili herhangi bir cerrahi işlem görenler,
- Valsalva ve Toynbee manevralarını yapamayanlar,
- İşitme cihazı kullananlar,
- Mevcut dış ve orta kulak problemi olanlar (kulak enfeksiyonu vb.)
- Kulak zarı perfore olanlar,
- Gürültüye maruz kalanlar,
- Ototoksite, otolojik travma öyküsü gibi işitme kaybı yaratabilecek kulak hastalığı olanlar,

**İmmitansmetrik ölçümlerde;** kulak kanalına uygun olarak seçilen prob vasıtasıyla dış kulak kanalı tıkanıp, ölçüm otomatik olarak yapıldı. +200 daPa ve – 400 daPa arasında basınç uygulanarak 226 Hz ve 85 dB SPL şiddet seviyesinde probe tone ile;

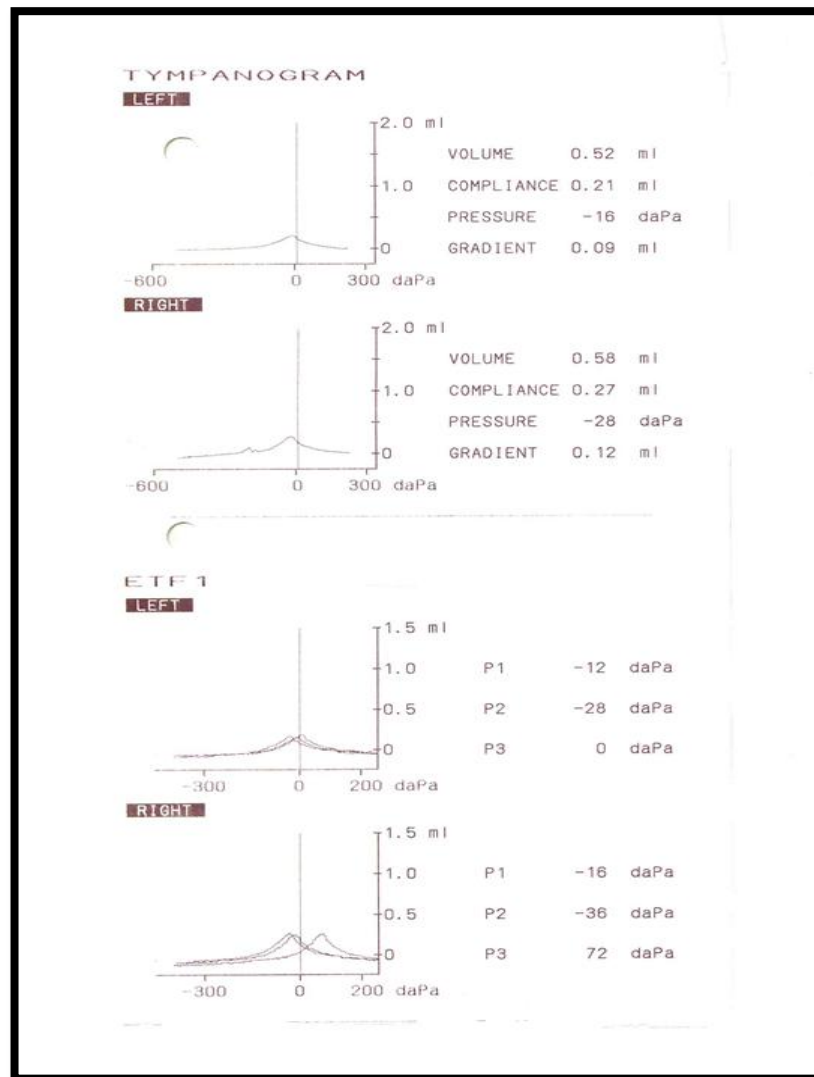
- Ear canal volume (Dış Kulak Kanal Hacmi)
- Komplians (Esneklik)
- Middle Ear Pressure (Orta Kulak Basıncı) ve
- Gradient (Eğim) değerlerine bakıldı.

**Östaki Tüp Fonksiyon Testinde;** kulaktan prob çıkarılmadan normal timpanogram (P1) çizdirildi. Daha sonra hastanın Toynbee manevrası (yutkunma hareketi) yapıp tekrar timpanogramı (P2) çizdirildi. Toynbee manevrasından sonra valsalva manevrası (ağız ve yanakların şişirilerek kulağa hava pompalanması) yaptırılıp üçüncü kez timpanogram (P3) çizdirilip test sonlandırıldı.

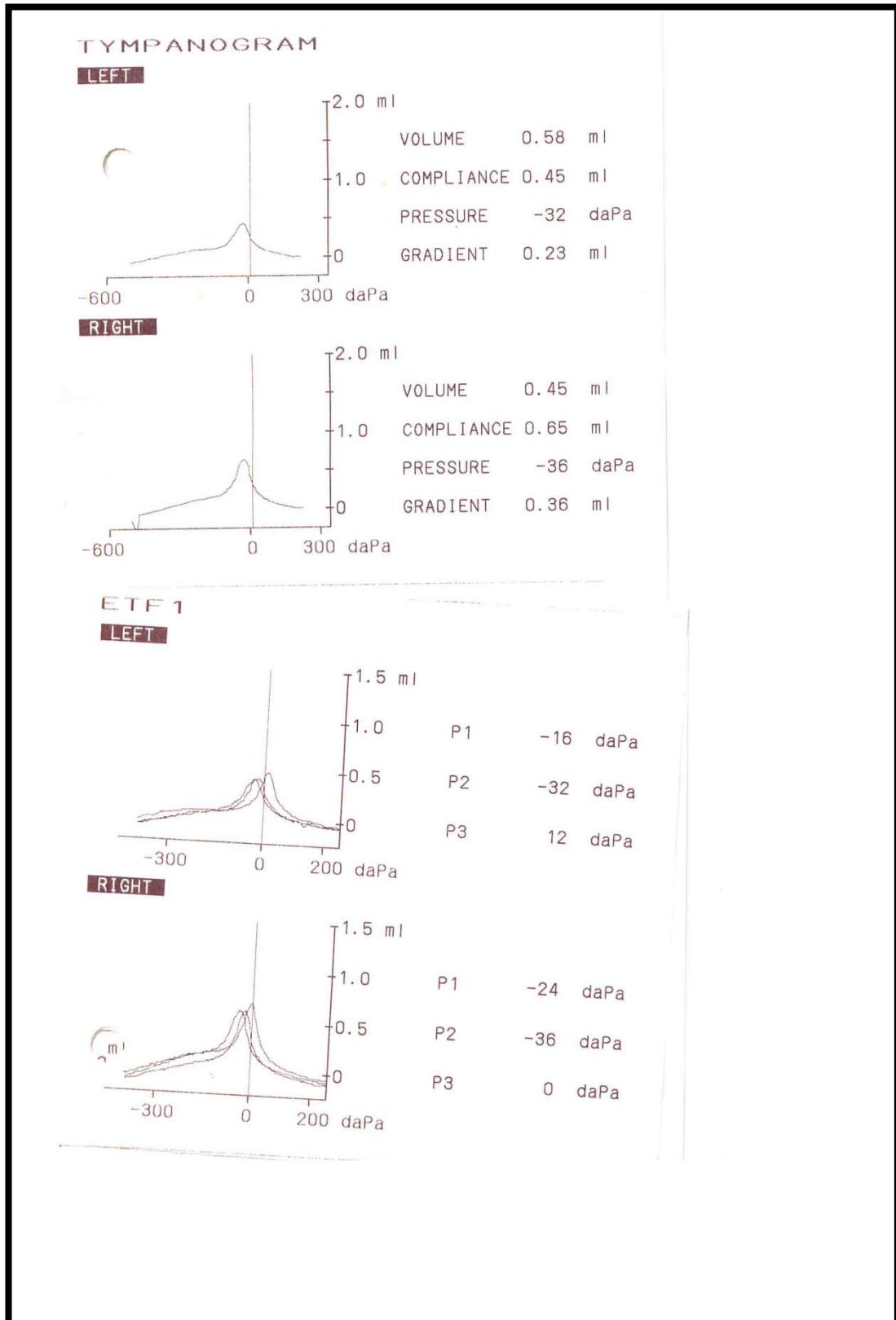
**İstatistiksel Analiz:** İstatistiksel analizler için SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for Windows 20.0 software paket programı kullanıldı. Normal ve geriatric grupların normal dağılım gösterip göstermediği Kolmogorov Simirnov testi ile yapıldı. Normal dağılım gösteren grupların sağ ve sol kulak değerlendirmesinde Paired t testi, normal dağılım göstermeyen gruplar arası değerlendirmede ise Wilcoxon testi yapıldı. Östaki tüp fonksiyon değerlendirmesi için P1, P2 ve P3 değerleri sağ ve sol kulak farkları (P1-P2, P1-P3ve P2-P3) gruplar arasında “Bağımsız İki Örneklem t testi” ile yapıldı.

#### 4. BULGULAR

Bu çalışmada geriatric grup ve normal grup olmak üzere iki grubun immittansmetrik ve östaki tüp fonksiyon testleri değerlendirilmiştir. İmmittansmetrik inceleme kulak kanal volümü, komplians, orta kulak basıncı ve gradient değerleri incelenmiştir. Östaki tüp fonksiyon değerleri ise toynbee ve valsalva manevraları ile elde edilmiştir.



Şekil 16. Normal gruptan elde edilen örnek immittans ve ETF sonucu



Şekil 17. Geriatrik gruptan elde edilen örnek immitans ve ETF sonucu



Geriatrik ve normal grubun sağkulak volume değerleri katılımcı sayısı (n), minimum, maksimum, mean (ortalama), median (ortanca), standart sapma (SS) değerleri Tablo 1’de gösterilmiştir.

**Tablo 1. Sağ kulak volume değerleri (ml)**

	n	Minimum	Maksimum	Ortalama	Ortanca	SS
<b>Normal Grup</b>	30	0,16	0,96	0,52	0,52	0,218
<b>Geriatrik Grup</b>	30	0,27	1,23	0,54	0,49	0,212
<b>Toplam katılımcı</b>	60	0,16	1,23	0,53	0,49	0,214

Geriatrik ve normal grubun sol kulak volume değerleri katılımcı sayısı (n), minimum, maksimum, mean (ortalama), median (ortanca), standart sapma (SS) değerleri Tablo 2’de gösterilmiştir.

**Tablo 2. Sol kulak volume değerleri (ml)**

	n	Minimum	Maksimum	Ortalama	Ortanca	SS
<b>Normal Grup</b>	30	0,22	,92	0,47	0,47	0,190
<b>Geriatrik Grup</b>	30	0,22	1,01	0,54	0,56	0,213
<b>Toplam katılımcı</b>	60	0,22	1,01	0,51	0,51	0,204

Kulak kanal volume değerleri için normal grup kendi içinde karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p > 0,05$ ). İki grup volume değerleri karşılaştırmasında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark mevcut değildir ( $p > 0,05$ ).

Geriatrik ve normal grubun sağ kulak kompians değerleri katılımcı sayısı (n), minimum, maksimum, mean (ortalama), median (ortanca), standart sapma (SS) değerleri Tablo 3’ de gösterilmiştir.

**Tablo 3. Normal ve geriatric grubun sağ kulak komplians değerleri (ml)**

	n	Minimum	Maksimum	Ortalama	Ortanca	SS
Normal Grup	30	0,22	1,11	0,43	0,41	0,191
Geriatric Grup	30	0,11	1,89	0,50	0,45	0,334
Toplam katılımcı	60	0,11	1,89	0,47	0,42	0,272

Geriatric ve normal grubun sol kulak komplians değerleri katılımcı sayısı (n), minimum, maksimum, mean (ortalama), median (ortanca), standart sapma (SS) değerleri Tablo 4' de gösterilmiştir.

**Tablo 4. Normal ve geriatric grubun sol kulak komplians değerleri (ml)**

	n	Minimum	Maksimum	Ortalama	Ortanca	SS
Normal Grup	30	0,24	,82	0,45	0,42	0,152
Geriatric Grup	30	0,19	1,63	0,50	0,45	0,288
Toplam katılımcı	60	0,19	1,63	0,47	0,43	0,230

Sağ ve sol kulak komplians değerleri grup içi karşılaştırmalarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p > 0,05$ ).

Normal grubun komplians değerleri geriatric grupla karşılaştırıldığında sağ kulak için istatistiksel olarak anlamlı bir fark mevcutken ( $p < 0,05$ ), sol kulak karşılaştırmasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark mevcut değildir ( $p > 0,05$ ).

Geriatric ve normal grubun sağ kulak pressure değerleri katılımcı sayısı (n), minimum, maksimum, mean (ortalama), median (ortanca), standart sapma (SS) değerleri Tablo 5' de gösterilmiştir.

**Tablo 5. Normal ve geriatric grubun sağ kulak pressure değerleri (daPa)**

	n	Minimum	Maksimum	Ortalama	Ortanca	SS
<b>Normal Grup</b>	30	-64,00	48,00	28,66	32,00	22,775
<b>Geriatric Grup</b>	30	-60,00	-4,00	33,46	32,00	14,873
<b>Toplam katılımcı</b>	60	-64,00	48,00	31,06	32,00	19,223

Geriatric ve normal grubun sağ kulak pressure değerleri katılımcı sayısı (n), minimum, maksimum, mean (ortalama), median (ortanca), standart sapma (SS) değerleri Tablo 6' da gösterilmiştir.

**Tablo 6. Normal ve geriatric grubun sol kulak pressure değerleri (daPa)**

	n	Minimum	Maksimum	Ortalama	Ortanca	SS
<b>Normal Grup</b>	30	-64,00	-12,00	33,46	32,00	12,272
<b>Geriatric Grup</b>	30	-64,00	24,00	25,46	26,00	18,834
<b>Toplam katılımcı</b>	60	-64,00	24,00	29,46	30,00	16,268

Normal grup için pressure değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p > 0,05$ ). Sağ ve sol kulak pressure karşılaştırmasında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark mevcut değildir ( $p > 0,05$ )

Geriatric ve normal grubun sağ kulak gradient değerleri katılımcı sayısı (n), minimum, maksimum, mean (ortalama), median (ortanca), standart sapma (SS) değerleri Tablo 7' de gösterilmiştir.

**Tablo 7. Normal ve geriatric grubun sağ kulak gradient değerleri (ml)**

	n	Minimum	Maksimum	Ortalama	Ortanca	SS
<b>Normal Grup</b>	30	0,15	0,75	0,27	0,24	0,113
<b>Geriatric Grup</b>	30	0,17	1,33	0,33	0,27	0,220
<b>Toplam katılımcı</b>	60	0,15	1,33	0,30	0,25	0,175

Geriatric ve normal grubun sol kulak gradient değerleri katılımcı sayısı (n), minimum, maksimum, mean (ortalama), median (ortanca), standart sapma (SS) değerleri Tablo 8' de gösterilmiştir.

**Tablo 8. Normal ve geriatric grubun sol kulak gradient değerleri (ml)**

	n	Minimum	Maksimum	Ortalama	Ortanca	SS
<b>Normal Grup</b>	30	0,16	0,49	0,27	0,25	0,829
<b>Geriatric Grup</b>	30	0,17	1,24	0,33	0,29	0,197
<b>Toplam katılımcı</b>	60	0,16	1,24	0,30	0,27	0,152

Normal grup için gradient değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p > 0,05$ ). Normal grubun gradient değerleri geriatric grupla karşılaştırıldığında sağ kulak ve sol kulak için anlamlı bir fark mevcuttur ( $p < 0,05$ ).

### **Sağ ve sol kulak için östaki tüp fonksiyon değerlendirilmesi**

Östaki tüp fonksiyon değerlendirmesinde öncelikle bazal timpanogram (P1), daha sonra toynbee manevrası sonrası elde edilen timpanogram (P2) ve valsalva sonrası elde edilen timpanogram (P3) değerlendirilmiştir.

Geriatric ve normal grubun sağ kulak P1 değerleri katılımcı sayısı (n), minimum, maksimum, mean (ortalama), median (ortanca), standart sapma (SS) değerleri Tablo 9' da gösterilmiştir.

**Tablo 9. Östaki tüp fonksiyon testinde sağ kulak P1 değerleri (daPa)**

	n	Minimum	Maksimum	Ortalama	Ortanca	SS
<b>Normal Grup</b>	30	-60,00	52,00	17,33	-20,00	23,141
<b>Geriatric Grup</b>	30	-64,00	8,00	-23,60	24,00	18,022
<b>Toplam katılımcı</b>	60	-64,00	52,00	-20,46	-22,00	20,805

Geriatric ve normal grubun sol kulak P1 değerleri katılımcı sayısı (n), minimum, maksimum, mean (ortalama), median (ortanca), standart sapma (SS) değerleri Tablo 10' da gösterilmiştir.

**Tablo 10. Östaki tüp fonksiyon testinde sol kulak P1 değerleri (daPa)**

	n	Minimum	Maksimum	Ortalama	Ortanca	SS
<b>Normal Grup</b>	30	-56,00	-4,00	21,73	20,00	11,249
<b>Geriatric Grup</b>	30	-68,00	28,00	18,66	18,00	20,991
<b>Toplam katılımcı</b>	60	-68,00	28,00	20,20	-20,00	16,768

Geriatric ve normal grubun sağ kulak P2 değerleri katılımcı sayısı (n), minimum, maksimum, mean (ortalama), median (ortanca), standart sapma (SS) değerleri Tablo 11' de gösterilmiştir.

**Tablo 11. Östaki tüp fonksiyon testinde sağ kulak P2 değerleri (daPa)**

	n	Minimum	Maksimum	Ortalama	Ortanca	SS
<b>Normal Grup</b>	30	-88,00	4,00	-37,86	36,00	19,524
<b>Geriatrik Grup</b>	30	-108,00	0,00	-39,46	36,00	21,159
<b>Toplam katılımcı</b>	60	-108,00	4,00	-39,66	-36,00	20,186

Geriatrik ve normal grubun sol kulak P2 değerleri katılımcı sayısı (n), minimum, maksimum, mean (ortalama), median (ortanca), standart sapma (SS) değerleri Tablo 12' de gösterilmiştir.

**Tablo 12. Östaki tüp fonksiyon testinde sol kulak P2 değerleri (daPa)**

	n	Minimum	Maksimum	Ortalama	Ortanca	SS
<b>Normal Grup</b>	30	-76,00	12,00	-37,20	-36,00	11,514
<b>Geriatrik Grup</b>	30	-68,00	-20,00	-35,20	-32,00	16,668
<b>Toplam katılımcı</b>	60	-76,00	12,00	-36,20	-32,00	14,250

Geriatrik ve normal grubun sağ kulak P3 değerleri katılımcı sayısı (n), minimum, maksimum, mean (ortalama), median (ortanca), standart sapma (SS) değerleri Tablo 13' de gösterilmiştir.

**Tablo 13. Östaki tüp fonksiyon testinde sağ kulak P3 değerleri (daPa)**

	n	Minimum	Maksimum	Ortalama	Ortanca	SS
<b>Normal Grup</b>	30	-54,00	72,00	-6,60	14,00	30,213
<b>Geriatrik Grup</b>	30	-72,00	36,00	20,20	-20,00	22,310
<b>Toplam katılımcı</b>	60	-72,00	72,00	-13,40	-16,00	27,209

Geriatrik ve normal grubun sol kulak P3 değerleri katılımcı sayısı (n), minimum, maksimum, mean (ortalama), median (ortanca), standart sapma (SS) değerleri Tablo 14' de gösterilmiştir.

**Tablo 14. Östaki tüp fonksiyon testinde sol kulak P3 değerleri (daPa)**

	n	Minimum	Maksimum	Ortalama	Ortanca	SS
<b>Normal Grup</b>	30	-72,00	36,00	-4,13	-12,00	30,760
<b>Geriatrik Grup</b>	30	-68,00	36,00	14,66	-16,00	22,488
<b>Toplam katılımcı</b>	60	-72,00	36,00	-9,40	-12,00	27,237

Normal grubun P1, P2, P3 değerleri geriatrik grupla karşılaştırıldığında sağ kulak ve sol kulak için anlamlı bir fark bulunamamıştır( $p > 0,05$ )

Östaki tüp fonksiyon değerlendirmesinde toplam 60 kulak değerlendirilmiştir. Sağ kulak için ortalama değerler P1, P2 ve P3 olarak sırasıyla; 20,46 daPa, 39,66 daPa, ve 13,40 daPa'dır. Sol kulak için 20,20 daPa, 36,20 daPa ve -9,40 daPa'dır. Elde edilen değerlerin karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark mevcut değildir ( $p > 0,05$ ).

## 5. TARTIŞMA

Kulak zarı, kemikçik zinciri eklem yüzeyindeki kırkırdaklar, orta kulak kasları ve fibröz doku ligamanları yaşa bağlı ortaya çıkan bir kısım değişikliklere duyarlı olan orta kulak bölümleridir. Covell (1952), Rosenwasser (1964), Etholm ve Belal (1974) orta kulağın yapısı ile ilgili birçok yaşa bağlı değişiklikler gözlemlemişlerdir. Kulak zarı, yaşlandıkça daha katı, daha inceve daha az vasküler olmaktadır (Weinstein, 2013).

Orta kulak yapısı yaşlanma ile bağlantılı olarak bazı anatomik değişimlere uğrasa da, orta kulağın fizyolojisinde ve davranışsal testler üzerindeki etkisi oldukça azdır. Orta kulak aktarım sisteminin zamanla katılaştığını ön gören bilgi ve deliller azdır (Wiley, Cruickshanks, Nondahl, 1999).

Akustik immitansmetre cihazlarının üretim ve ölçüm standartları ANSI S3.39-1987'e göre yapılmaktadır. İmmitans ölçümleri dış ve orta kulağın mekanik etkilerinin gösterilmesinin yanı sıra orta kulaktaki kas cevaplarını, işitsel sinir ve beyin aktivitelerini göstermektedir (Katz, 2015). Orta kulak sistemi akustik enerjiyi mekanik enerjiye dönüştüren bir sistemdir. Mekanik sistem değerlendirmesinin yaklaşımı sistem üzerinde bilinen etkininin direk gözlenmesidir (Wiley, Fowler, 1997).

Akustik immitansmetri ölçümünden önce kesinlikle kulak burun boğaz muayenesi gereklidir. Tek başına immitansmetrik incelemenin tanı değeri yoktur. Dış kulak kanal hacminin düşük olması bu bölgenin buşon ya da benzeri bir madde ile dolu olduğunu ya da probun dış kulak kanalında bir duvara dayandığını gösterir. Dış kulak kanalı hacminin çok büyük olması da kulak zarı perforasyonuna işaret eder. Çünkü kulak zarındaki bir perforasyon nedeniyle orta kulak ve dış kulak kanalı bir bütün haline gelmiştir. Bu yüzden de hacim olduğundan daha yüksek çıkacaktır. Akustik immitans, akustik impedans ile akustik admitansın komponentlerine verilen genel bir isimdir. Akustik terimi ölçüm yapılan enerji sisteminin özelliğini belirlemektedir (Musiek, Rintelman, 1999).



Timpanometrik ölçüm, orta kulak enfeksiyonları, basınç değişiklikleri, kulak zarı perforasyonu ve retraksiyonu gibi orta kulak sistemi hakkında bilgi vermektedir (Son ve ark., 2011).

Orta kulak mekanoakustik bir sistemdir. Kulak, mekanik enerjiyi hidrolik ve elektrokimyasal enerjiye dönüştürür. Orta kulak hastalıklarını saptamada timpanometri kısa, noninvaziv, güvenilir bir yöntemdir.

Orta kulağa verilecek sesin frekansı kütle ve katılıktan etkilenmektedir. Kütleli yoğunluk arttıkça gelen ses enerjisine karşı impedans artmaktadır (Öztürk, 2012). İmpedans artışında kütle, katılık ve sürtünme katsayıları belirleyici olup, impedans bu üç faktörün sonucu olarak ortaya çıkmaktadır (Ünlüer, 2007).

Akustik immitansmetri ölçümleri timpanometre cihazı ile yapılmaktadır. Akustik immitansmetri ölçümleri dış kulak yolundaki hava basıncının fonksiyonel değişiklikleri ile akustik immitansın dinamik ölçümüdür. Timpanometri uygulamasının en önemli nedeni orta kulak hastalıklarının varlığını ve potansiyel nedenini belirlemektir. Timpanometri 1970'lerden beri kliniklerde rutin olarak uygulanmaktadır (Wiley, Fowler, 1997).

Timpanogram değerlendirmesinde 2 önemli kriter vardır: Bunlar, timpanometrik tepe noktasının amplitüdü (komplians) ile tepe noktasının basınç değeri (orta kulak basıncı)'dır (Katz, 2015).

Jerger ve ark. (1972) yaptıkları çalışmada normal komplians değerlerinin 0.3 ml-1.6 ml arasında olduğunu göstermişlerdir. Brooks ve ark. (1969) yaptıkları çalışmada komplians değerlerini 0.35 ml-1.4 ml arasında olduğunu belirtmişlerdir. Orta kulak basıncı ise -100 daPa ile +50 daPa arasındadır. Normal otoskopik muayenede orta kulak basıncının -150 dapa'ya kadar kabul edilebilir olduğunu belirtmişlerdir.

Yaptığımız çalışmada, geriatric grubun komplians değerleri 0,26 ml ve 1,89 ml arasında ve ortalama 50,18 ml idi. Normal grupta ise 0,24 ml ile 1,12 ml arasında ve ortalama 44,45 ml idi.

Geriatric grup ve normal grubun sağ kulakları arasında komplians değerleri açısından anlamlı bir fark mevcuttur. Bu durum geriatric grubun sağ kulakları için orta kulak sistemlerinin normal gruba göre daha hareketli olduğunu göstermektedir.

Orta kulak basıncı ise geriatric grupta -60 daPa ile +12 daPa arasında, normal grupta ise -64 daPa ile + 48daPa arasında değişmektedir. Bu sonuçlar Jerger ve ark.

(1972) ile Brooks ve ark. (1969)'nın yaptıkları çalışmalar ile benzerlik göstermektedir. Yaptığımız çalışmada orta kulak fonksiyonları açısından gruplar arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir.

Ayrıca immitansmetrik ölçümlerde gradient değeri de orta kulak fonksiyonları hakkında bilgi vermektedir. Bazı durumlarda orta kulak basıncı normal sınırlar içerisinde olsa bile gradient değerinin düşük olması orta kulakta bir efüzyonu ya da sıvı birikimini düşündürmektedir. Brooks ve ark. (1969) yaptıkları çalışmada 0,15 ml'nin altındaki gradient değerinin yoğun bir efüzyonu ya da sıvıyı gösterdiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada geriatric grupta gradient değerleri 0,17 ml ile 1,24 ml arasında ortalama 0,33 ml, normal grupta ise 0,18 ml ile 0,75 ml arasında ortalama 0,27 ml olarak elde edilmiştir.

Bu çalışmada normal grup ve geriatric grup arasında gradient değerleri açısından anlamlı derecede istatistiksel olarak anlamlı bir fark mevcuttur. Geriatric grubun gradient değerleri normal gruba göre daha yüksek elde edilmiştir. Bu sonuç sağ kulakta gözlenen komplians değerlerinin yüksek olması ile de uyumludur. Geriatric grupta elde edilen timpanogramların tepe noktası için eğim değerlerinin daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır.

Östaki tüpünün açık olduğu durumlarda kulak zarı perfore ise immitansmetrik inceleme yapılamamaktadır. Kapalı olduğu durumlarda ise dış kula kanal hacmi 2,5 ml'nin üzerinde çıkmaktadır. Timpanogram eğrisi olarak düz (Tip B) timpanogram çizdirilir. Otoskopik muayenede görülemeyen veya üzeri kapalı küçük perforasyonlar, immitansmetri testi ile tespit edilebilir. Bu durumda hekime verilecek bilgi ile kulak zarının mikroskop altında tekrar muayene edilmesi ve perforasyonun saptanması mümkün olacaktır. (Katz, 1994; Jerger, Jerger, Mauldin, 1972).

226 Hz probe tone frekansında katılık etkisi görülüp, katılığın baskın olduğu orta kulak sistemleri daha iyi değerlendirilir. Orta kulak sistemindeki kulak zarı, yuvarlak pencere zarının katılığı, ligament ve kaslar katılık etkisi gösterir. Yüksek frekans probe tone'lar kullanıldığında ise, orta kulak sisteminde katılık etkisi azalırken kütle etkisi artmakta ve kütle etkisinin baskın olduğu orta kulak sistemleri daha iyi değerlendirilmektedir. Orta kulak sistemindeki kemikçiklerin kütlesi ve orta kulak boşluklarındaki havanın kütleli yoğunluğu kütleli etkiyi oluşturur (Meyer ve ark., 2012).

İşitme fonksiyonunun her ölçümü uyarının frekansına bağlıdır. İşitme hassasiyetinin frekansa bağlı olmasının en önemli nedeni orta kulağa iletilecek ses transferinin frekansla ilişkili olmasıdır. Kütle ve katılık ilişkili olan immitans önemli ölçüde frekansa bağlıdır. (Musiek, Rintelman, 1999).

Ses enerjisinin iletiminde yoğunluğun ortaya çıkardığı kütle etkisi önemli rol oynamaktadır. Ortamın kütleli yoğunluğu arttıkça gelen ses enerjisine karşı impedansı yükselmektedir. İmpedans artışında kütle, katılık ve sürtünme katsayıları belirleyici olup impedans bu üç faktörün sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. 226 Hz probe ton frekansında orta kulak sisteminde katılık etkisi görülmektedir ( (Wiley, Fowler, 1997; Grason, Stadler, 2003).

Admitans kompleks bir nicelik ve vektörel bir büyüklüktür. Admitans ve unsurlarını belirleyen 3 değişken vardır: Bunlar; sertlik, kütle ve sürtünmedir. Sertlik değişkeni admitansın kendisiyle aynı adı taşıyan unsur sertlik susseptansını, kütle değişkeni ise admitansın diğer unsuru olan kütle susseptansını belirler. Daha önce de belirtildiği gibi rezonans frekansta (RF) total suseptans 0'dır. RF değerinin altında kalan frekanslarda sistem sertlik kontrollü üstünde kalan frekanslarda ise kütle kontrollüdür. Sonuçta kondüktansdan bağımsız olarak yüksek rezonans frekansı olan sistemler yüksek sertliği olan, düşük rezonans frekansı olan sistemler ise yüksek kütle etkisi altındaki sistemlerdir. Kütle etkisi altındaki orta kulaklara kolesteatoma veya kemikçik zincir kopukluğu, sertlik etkisi altındaki kulaklara da otoskleroz ve timpanoskleroz örnek olarak verilebilir (Öğüt, 2006).

Orta kulak ve dış kulak yapıları yaşa ve kalıtsal özelliklere göre değişkenlik göstermektedir. Bu farklılıklar orta kulak admitansı ve ilgili değerleri de etkilemekte ve normatif değerlerin değişkenlik göstermesine sebep olmaktadır. (Margolis, Shanks, 1991; Shanks, Shelton, 1991).

Holte (1996) 136 erkek hastada yaptığı çalışmada admitans ve rezonans frekansı değerlerin de yaşa bağlı bir farklılık saptamamışlardır. Bu çalışmanın sonucunda da kadın ve erkekler arasında immitansmetrik ölçüm açısından herhangi farklı bir sonuç elde edilmemiştir. Yaptığımız çalışma sonucunda geriatric grubun admitans yani komplians değerlerinde değişkenlik göze çarpmaktadır.

Liu ve Chen (2000) geriatric popülasyonda yaptıkları çalışmada eksternal kulak rezonansını kadınlarda erkeklere oranla daha yüksek bulmalarına rağmen

istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlememişlerdir. Wiley ve ark (1999) çalışmalarında yine orta kulak rezonans frekans değerini kadınlarda anlamlı derecede yüksek elde etmişlerdir.

Colletti 1975 yılında yaptığı çalışmada normal kişilerde 3 tip timpanogram elde etmiştir. Düşük frekanslarda V şeklinde timpanogram, orta frekanslarda, rezonans frekansına yakın yerlerde W şekilli timpanogram ve yüksek frekanslarda da ters V şekilli timpanogramlar elde etmiştir. Normal kişilerde W paterni 650-1400 Hz arasında bulunmaktadır, otosklerozlu hastalarda bu aralık 860-1650 olarak saptanmıştır. Kemik zincir kopukluğu ve stapedektomili hastalarda 500-1000 Hz arasında bulunmaktadır. Miringoplasti yapılanlarda W paterninin bulunduğu frekans aralığı ise 1000-1400 Hz'dir. Kolesteatoma veya seröz otitis media düşük frekanslarda düz çizen bir timpanogram oluşumuna neden olurlarken, kolesteatoma durumunda 500-900 Hz arasında W paterni elde edilmektedir. Geriatrik grup ve normal gruptaki tüm bireylerde normal timpanogram bulguları elde edilirken, değişik grafikler elde edilmemiştir.

Funasaka (1984, 1988) rezonans frekansını belirleme konusunda yoğunlaşan ilk yazarlardan birisidir. 220-2000 Hz arasında prob tone kullanarak yaptığı çalışmasında birçok parametreyi incelemiş ve bu parametrelerden en çok fark oluşturanın ses basınç seviyesi değişiminin 0 olduğu frekans değerleri olduğunu göstermiştir.

Lutman 1984'te orta kulak admitans komponentleri mekanizmasını teorik olarak açıklamıştır. Bu çalışmada 67 normal kulakta ortalama rezonans frekansını 871 Hz olarak bulmuştur. Wada (1989) normal kulaklarda rezonans frekansını ortalama 1000 Hz civarında bulmuştur.

Sonuç olarak, immitansmetrik inceleme odyolojik test bataryasının en önemli testlerinden birisidir. Dış ve orta kulak hakkında verdiği bilgiler ile yapılan diğer test (OAE, ABR vb.) sonuçlarının güvenilirliğini de etkilemektedir. Bu nedenle öncelikle immitansmetrik incelemenin hassas kontroller altında yapılması gerekmektedir.

Aslında geriatrik grupta orta kulak fonksiyonlarını değerlendiren güncel çalışmalara çok rastlanmamaktadır. Yapılan çalışmalar daha çok 1970'li yıllara dayanmaktadır. Bu nedenle bu konu hakkında bir fikir birliğine varılamamıştır. Bu çalışma sonuçları

itibariyle hem normal grup açısından hem de geriatric grup açısından önemli normal değerler içermektedir.

Orta kulak fonksiyonlarını etkileyen diğer bir durum da östaki tüpüdür. Bu tüp dış atmosfer basıncı ile orta kulak basıncını dengelemekle görevlidir. Östaki tüp fonksiyon testleri valsalva ve toynbee manevraları ile değerlendirilebilmektedir. Kulak zarı sağlam kişilerde statik orta kulak basıncı ile valsalva manevrası ile artırılıp, toynbee manevrası ile azaltılmaktadır. Bu östaki tüpü vasıtasıyla orta kulağa hava giriş çıkışının olduğunu göstermektedir.

Bernstein (1992) yaptığı çalışmada östaki tüpünün valsalva manevrası ile 10 daPa değişiklik gösterirse normal östaki fonksiyonu olduğunu belirtmiştir. Ayrıca normal fonksiyon olarak değerlendirebilmek için maksimum ve minimum değerler arasında 15 daPa'lık değişikliğin normal sınırlar olduğu vurgulamıştır.

Orta kulakta en fazla görülen tümörlerden glomus jugularede pulsatil fluktuasyonlar, palatal miyolonusda düzensiz fluktuasyonlar ve patent östaki tüpünde solunumla birlikte kulak zarı hareketi izlenmektedir. Kilo kaybı sonrası veya üfleli çalgı çalan müzisyenlerde patülöz (genişlemiş) östaki tübü olup, solunumla eş zamanlı timpan membran hareketi görülür. (Silman, Silverman, 1991).

Östaki tüp fonksiyon değerlendirmesinde, hem normal grupta, hem de geriatric grupta en düşük basınç değişikliği 4 daPa olarak gözlemlendi. Bu değer Bernstein (1992)'in bulduğu değerden 6 daPa daha düşüktür. Bu çalışmanın sonuçlarına göre östaki tüpünün normal fonksiyon gördüğünü söyleyebilmek için valsalva ve toynbee manevraları ile en az 4 daPa'lık bir basınç değişikliğinin elde edilmesi gerekmektedir.

Ayrıca östaki disfonksiyonu olan bireylerde valsalva ve toynbee ile basınçta hiçbir değişiklik olmadığının gösterildiği çalışmalara ihtiyaç vardır.

Sonuç olarak, hem immitanmetrik ölçüm hem de östaki tüp fonksiyon testlerinin (ETF) tüm hastalara uygulanarak elde edilen sonuçların diğer test sonuçları ile doğrulanması doğru tanı ve tedavi için gereklidir. Özellikle immitansmetrik ölçümler geriatric gruba uygulanırken yüksek probe tone kullanılması da gerekebilir. Bu da araştırılması gereken konuların başında gelmektedir.

## 6. SONUÇ ve ÖNERİLER

- Geriatrik grup özel olarak değerlendirilmesi gereken bir popülasyondur.
- Geriatrik grupta odyolojik değerlendirme yaparken tüm testlerin uygulanması gerekmektedir.
- Elde edilen bulguların birbiri ile uyumlu olması gerekmektedir.
- İmmittansmetrik ölçüm ve östaki tüp fonksiyon testleri tüm hastalara rutin olarak uygulanmalıdır.
- İmmittansmetrik ölçüm ve östaki tüp fonksiyon testlerinin tek başlarına klinik değerleri yoktur.
- Geriatrik grubun orta kulak sistemlerinin hareketliliği normal gruba göre daha fazladır.
- Geriatrik grubun östaki fonksiyonları yaşa bağlı olarak fazla bir değişim göstermemektedir.
- Östaki disfonksiyonu olmadığını göstermek için valsalva ve toynbee manevraları ile en az 4 daPa'lık değişimin gösterilmesi gerekmektedir.
- Geriatrik grupta kanal volumü normal sınırlardadır.
- Geriatrik grupta gradient değerleri daha yüksektir. Bu timpanogram eğrisinin daha dik eğimli olduğunu göstermektedir.

## 7. KAYNAKLAR

1. **Abrams W, Beers M, Berkow R.** Merck manual of geriatrics. Second Edition. Whitehouse Station, NJ: Merck, 1995.
2. **Akyıldız N.** Kulak hastalıkları ve mikrocerrahisi. 1. Baskı, Ankara, Bilimsel Tıp Yayınevi. Ankara 1998.
3. **Arun Ö.** Yaşlı Bireyin Türkiye Serüveni: Kaliteli Yaşlanma İmkânı Üzerine Senaryolar. Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi 2008; 7: 2-5.
4. **Ballachanda B.** Cerumen and the ear canal secretory system. In: Ballachanda B (Ed). Introduction to the human ear canal. San Diego: Singular, 1995.
5. **Bedher W, Naumann H, Pfaltz C.** Ear, nose, and throat diseases (2nd ed.). New York: Thieme. 1994.
6. **Belgin, E.** Periferik İşitme Sisteminin Anatomi ve Fizyolojisi (Bölüm 3), Editörler: Belgin E, Şahlı AS. Temel Odyoloji. Güneş Tıp Kitabevi, 2014. Sayfa: 19-27.
7. **Bernstein JM.** The role of Ig E-mediated hypersensitivity in the development of otitis media with effusion, Otolaryngol, Clin North Am 1992; 25: 197-211.
8. **Canalis RF, Lambert PR.** The Ear: Comprehensive Otology, Philadelphia: Williams&Wilkins, 2000; 39-51.
9. **Colletti V.** Methodological observations on tympanometry with regard to the probe tone frequency. Acta Otolaryngol (Stockh) 1975; 80: 54–60.
10. **Colletti V.** Tympanometry from 200 to 2000 Hz probe tone. Audiology 1976; 15: 106–19.
11. **Di Bartolomeo JR, Henry DF.** A new medication to control patulous eustachian tube disorders. Am J Otol. 1992; 13: 323-327.
12. **Funasaka S, Funai H, Kumakawa K.** Sweep-frequency tympanometry: its development and diagnostic value. Audiology 1984; 23: 366–79.
13. **Gelfand SA.** Essentials of Audiology, New York: Thieme, 2001; 226-236.
14. **Hall JW, Chandler D.** Tympanometry in Clinical Audiology, chapter 20. In: Katz J. Editör. Handbook of Clinical Audiology. 4 th ed. Baltimore: Williams&Wilkins; 1994: 283-99.

15. **Holte L.** Aging effects in multifrequency tympanometry. *Ear Hear* 1996; 17: 12–8.
16. <http://ivertigo.net/vertigo3.html> (Erişim Tarihi: 09.04.2015)
17. <http://www.yourdictionary.com/images/medical/MEDinner.jpg>. Erişim Tarihi: 05. 08. 2015.
18. **Iwano T, Kinoshita T, Kamada E, Doit, Ushiro K, Kumazawa T.** Otitis media with effusion and eustachian tube dysfunction in adults and children, *Acta Otolaryngol.* 1993; 500: 66-69.
19. **Iwano T, Ushiro K, Yukawa N, Doi T, Kinoshita T, Hamada E, Kumazawa T.** Active Opening Function of the Human Eustachian Tube: Comparison Between Sonotubometry and Pressure Equilibration Test, *Acta Otolaryngol.* 1993; 500: 62-65.
20. **Jamie MR, Christiane P.** Neuro-otology for audiologists. In: Katz J. (Editor). *Hanbook of clinical audiology.* 5. Baskı, Philadelphia: Lippincott Williams&Wilkins 2002: 9-15.
21. **Jerger J, Jerger S, Mauldin L.** Studies in impedance audiometry. I. Normal and sensorineural ears. *Arch Otolaryngol* 1972; 96: 513-23.
22. **Jerger J, Northern J.** *Clinical Impedance Audiometry,* Stuttgart: Thieme, 1970; 18-64.
23. **Jerger J.** *Clinical Experience With Impedance Audiometry,* *Arch Otolaryngol,* 1970; 92: 311-324.
24. **Katz J.** *Handbook of Clinical Audiology,* Maryland: Williams&Wilkins, 2002; 159-175.
25. **Koç C.** *Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş-Boyun Cerrahisi,* Ankara: Güneş Kitabevi, 2004; 52-56.
26. **Liden G, Harford E, Hallen O.** Tympanometry For The Diagnosis Of Ossicular Disruption, *Arch Otolaryngol,* 1974; 19: 23-29.
27. **Liu TC, Chen YS.** “Aging and External Ear Resonance.” *Int J Aud,* 2000; 39: 235-237.
28. **Lutman ME.** Phasor admittance measurements of the middle ear. I. Theoretical approach. *Scand Audiol* 1984;13: 253–64.



29. **Mahoney DF.** One simple solution to hearing impairment. *Geriatric Nursing*, 1987; 8: 242-245.
30. **Mandıracıoğlu A.** Dünyada ve Türkiye’de yaşlıların demografik özellikleri. *Ege Tıp Dergisi*, 49: 3, 2010.
31. **Margolis R, Shanks JE.** Tympanometry: Principles and Procedures. In Rintelmann WF (Ed.), *Hearing Assessment*, Pro-Ed, Texas: Austin, 1991; 179: 246-48.
32. **Martin FN.** Introduction to audiology. The University of Texas at Austin. John Greer Clark, University of Cincinnati, 1981.
33. **Meyer S, Jardine C, Deverson W.** Developmental changes in tympanometry: A case study. *Br J Audiol*. 1997; 31: 189-195.
34. **Miyamoto R, Miyamoto R.** Anatomy of the ear canal. In: Ballachanda B (Ed). *Introduction to the human ear canal*. San Diego: Singular, 1995.
35. **Moller AR.** *Hearing: Anatomy, Physiology and Disorders of the Auditory System*, San Diego; California: Elseiver, 2006; 6-10.
36. **Moller AR.** *Hearing: It’s Physiology and Pathophysiology*, San Diego CA: Academic Press, 2000; 9-15.
37. **Moscicki EK, Elkins, EF, Baum, HM, McNamara, PM.** Hearing loss in the elderly: An epidemiologic study of the Framingham Heart Study Cohort. *Ear and Hearing*, 1985; 6: 184-190.
38. **Musiek, FE, Rintellmann WF.** *Contemporary Perspectives in Hearing Assessment*. Allyn and Bacon, 1999, USA.
39. **Nielsen N.** Who said 65 was old? *New York Times*, 1998; 30: 22.
40. **Nozza RJ, Bluestone CD, Kardatzke D, Bachman R.** Identification of Middle Ear Effusion by Aural Akustik Admittance and Otoscopy, *Ear and Hear*, 1994; 15: 310-323.
41. **Öğüt F.** Multifrekansiyel Timpanometri Ölçümlerinin Otoklerotik ve Normal Kulaklarda Karşılaştırılması. Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, 2006, İzmir.
42. **Özgirgin N, Çelik O.** Otokleroz: Kulak Burun Boğaz ve Baş Boyun Cerrahisi. Turgut Yayıncılık İstanbul, 2002; 1/12: 217-230.

43. **Rees T, Duckert, L.** Auditory and vestibular dysfunction in aging. In Hazzard W, Andres R, Bierman E, Blass J. (Eds.), Principles of geriatric medicine and gerontology, Second Edition. New York: McGraw-Hill, 1995.
44. **Riedel CL, Wiley TL, Block MG.** Tympanometric Measures of Eustachian Tube Function. *J Speech Hear Res.* 1987; 30: 207-14.
45. **Ruby RR.** Conductive hearing loss in the elderly. *J Otolaryngol*, 1986; 15: 245-247.
46. **Sana M, Russo A, De Donato G.** Color Atlas of Otoscopy, Stuttgart; New York: Thieme, 1996; 5-8.
47. **Seikel JA, King DW, Drumright DG.** Anatomy and Physiology for Speech, Language and Hearing, New York: Delmar Learning Press, 2005; 441-447.
48. **Shahnaz N, Polka L.** Standard and multifrequency tympanometry in normal and otosclerotic ears. *Ear Hear* 1997; 18: 326–41.
49. **Shanks JE, Shelton C.** Basic Principles and Clinical Applications of Tympanometry. *Otolaryngol Clin North Am*, 1991; 24: 299- 328.
50. **Silman S, Silverman CA.** Auditory Diagnosis. San Diego: Academic Press; 1991:2:11-4.
51. **Son EJ, Park YA, Kim JH, Hong SA, Lim HY, Choi JY, Lee WS.** Classification of Trace patterns of 226 and 1000 Hz tympanometry in healthy neonates. *Auris Nasus Larynx.* 2012; 39: 455-60.
52. **Staab W.** Deep canal hearing aids. In: Ballachanda B (Ed). Introduction to the human ear canal. San Diego: Singular, 1995.
53. **Stach BA.** Clinical Audiology: An Introduction, New York: Delmar, 2010; 313-331.
54. **Steigleder G, Maibach H.** Pocket atlas of dermatology New York: Thieme, 1993.
55. **Şahlı, AS.** Santral İşitme Sisteminin Anatomi ve Fizyolojisi (Bölüm 4), Editörler: Belgin E, Şahlı AS. Temel Odyoloji. Güneş Tıp Kitabevi, 2014. Sayfa: 27-39.
56. **Tahincioğlu Z.** Orta Kulak Patolojilerinde Multifrekans Timpanometri Bulguları. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2003. Tufan İ. Birinci Türkiye Yaşlılık Raporu. Antalya: Gero Yay, 2007.

57. **Ünlüer NÖ.** Yenidoğan ve infantta multifrekans timpanometri bulguları. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Programı Yüksek Lisans Tezi, 2007.
58. **Ünsal S, Şahin H, Gündüz M.** Geriatrik Grupta İşitme Cihazı Seçimi ve Uygulamaları. Editörler: Belgin E, Şahlı AS. Temel Odyoloji. Güneş Tıp Kitabevi, 2014. Sayfa: 479-480.
59. **Weinstein BE.** The Aging Auditory System. Ed: Weinstein BE. Geriatric Audiology. Second Edition. Thieme. 2013.
60. **Wiley TL, Cruickshanks KJ, Nondahl DM, Tweed TS.** Self- Reported Hearing Handicap and Audiometric Measures in Older Adults.” J Am Academy Audi, 1999; 10: 173-179.
61. **Wiley TL, Stoppenbach DT.** Basic principles of akustik immitance measures. Katz J. Handbook of Clinical Audiology. 5 th ed. Lippincott Williams & Wilkins. 2002; 202-440.
62. **Willott JF.** Aging and the auditory system. San Diego: Singular, 1991.
63. **Willott JF.** Anatomic and physiologic aging: A behavioral neuroscience perspective. J Am Academy of Audiol 1996; 7: 141-151.
64. **Yetişer S.** Kafa tabanı, temporal kemik, dış kulak ve orta kulak anatomisi. In: Cummings CW et al. (Editors). Koç C. (Çeviri Editörü). Cummings otolaringoloji ve baş boyun cerrahisi. 4th ed. Ankara: Güneş Tıp Kitabevi 2007: 2801-2815.
65. **Young E, Newcomer V, Kligman A.** Geriatric dermatology. Philadelphia: Lea&Febiger, 1993.