



T.C.

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KULAK BURUN BOĞAZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

ODYOLOJİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

OSTEOPOROZUN REZONANS FREKANS DEĞERLERİ

ÜZERİNE ETKİSİ

Berk BAYTAROĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANKARA

2018



T.C.

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KULAK BURUN BOĞAZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

ODYOLOJİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

OSTEOPOROZUN REZONANS FREKANS DEĞERLERİ

ÜZERİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Berk BAYTAROĞLU

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Selim Sermed ERBEK

ANKARA, 2018



T.C
BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

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

Tez Savunma Tarihi: 03/10/2018

Tez Konusu: "Osteoporozun Rezonans Frekans Değerleri Üzerine Etkisi"

TEZ DANIŞMANI: **Prof. Dr. Selim Sermed ERBEK**

TEZ JÜRİSİ ÜYELERİ

Prof. Dr. Levent N. Özlüoğlu

Prof. Dr. Selim Sermed Erbek

Doç. Dr. Banu Müjdecı

Başkent Üniversitesi

Başkent Üniversitesi

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi

ONAY: Bu tez, Başkent Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulunun ..05 / ..10.. / 2018 tarih ve ..46..14.. Karar Sayısı ile kabul edilmiştir.


Prof. Dr. Rengin ERDAL (Y.)
Enstitü Müdürü



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

Tarih: 08/10/2018

Öğrencinin Adı, Soyadı : Berk BAYTAROĞLU

Öğrencinin Numarası : 21520118

Anabilim Dalı : Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı

Programı : Odyoloji Tezli Yüksek Lisans Programı

Danışmanın Unvanı/Adı, Soyadı : Prof. Dr. Selim Sermed ERBEK

Tez Başlığı : Osteoporozun Rezonans Frekans Değerleri Üzerine Etkisi

Yukarıda başlığı belirtilen Yüksek Lisans/Doktora tez çalışmamın; Giriş, Ana Bölümler ve Sonuç Bölümünden oluşan, toplam 44... sayfalık kısmına ilişkin, 04/09/2018 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından Tuncit'in..... adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 1.4...'dır.

Uygulanan filtrelemeler:

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

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

Öğrenci İmzası:.....

Onay

08/10/2018

Öğrenci Danışmanı Unvan, Ad, Soyad,

Başkent Üniversitesi Hastanesi
Prof. Dr. Selim Sermed ERBEK
Dip. Tıp No: 74966
Kulak Burun Boğaz Uzmanı

TEŞEKKÜR

Tez çalışma sürecimde kliniğin tüm imkanlarını bana sunan, manevi ve bilimsel desteğini esirgemeyen değerli hocam Başkent Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Başkanı Sayın Prof. Dr. Levent N. ÖZLÜOĞLU'na,

Tez danışman hocalığımı üstlenerek tez konumun belirlenmesi, çalışmamın planlanması, gerçekleştirilmesi ve sonuçlandırılması için bana yol gösteren, sabır ve güler yüzünü hiç esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Selim Sermed ERBEK'e,

Yüksek lisans eğitimimin başından itibaren bana sağladığı akademik bilgi ve klinik tecrübe katkılarından dolayı, tanımaktan onur duyduğum değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Hatice Seyra ERBEK 'e, Sayın Prof. Dr. Adnan Fuat BÜYÜKLÜ'ye, Sayın Doç. Dr. Evren HIZAL'a

Yüksek lisans eğitimim süresince bana sağladığı bilgilerinden ve tanımaktan onur duyduğum Uzm. Dr. Sabuhi JAFAROV'a, Yrd.Doç.Dr. Işıl Öz'e, Uzm. Dr. Gülfem Alp'e

Eğitimim süresince tecrübelerini esirgmeden benimle paylaşan, bunun yanında dostluklarını ve güler yüzlerini benden esirgemeyen, Odym. Güldeniz PEKCAN'a, Odym. Sinem KAPICIOĞLU'na, Odym. Melike KÜRKLÜ'ye

Okul içinde ve dışında hep yanımda olan ve desteklerini esirgemeyen Gözde TEOMAN ve Ümit YERLİ'ye,

Eğitim ve hayatım süresince hayat tecrübelerini benimle paylaşan ve yanımda olan değerli kuzenim Özcan AKENGİN'e, manevi abilerim Serdar DÖLENİYE'ye, Murat NALCI'ya

Son olarak bu süreçte eğitimim için hiçbir fedakarlıktan kaçınmayarak bana her türlü imkânı sağlayan ve her zaman destekçim olan sevgili annem Mihriban BAYTAROĞLU, sevgili babam Nail BAYTAROĞLU'na sonsuz teşekkür ederim

ÖZET

Berk BAYTAROĞLU, Osteoporozun Rezonans Frekans Değerleri Üzerine Etkisi. Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Odyoloji Programı Yüksek Lisans Tezi, 2018

Çalışmamızda postmenopozal osteoporoz hastalarında kemiğin hacmindeki mineral yoğunluğunun azalmasının orta kulak kemikçiklerini etkileyeceği düşünülerek multifrekans timpanometriyle rezonans frekanslarına bakılması amaçlanmıştır.

Bu amaçla, Başkent Üniversitesi Kulak-Burun-Boğaz Anabilim Dalı Odyoloji Ünitesi'nde, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı tarafından Postmenopozal Osteoporoz Hastalığı tanısı ile izlenen 45-65 yaşları arasında 32 gönüllü katılımcı ile yaş uyumlu 32 sağlıklı gönüllü katılımcı yer almıştır. Katılımcıların saf ses ortalamaları hesaplanmış sonrasında immitansmetrik testleri yapılmıştır. Tüm katılımcıların her iki kulaklarından (128 kulak) birden alınan rezonans frekans değerleri değerlendirilmeye alınmıştır.

Postmenopozal osteoporozlu hastaların yaş ortalaması $59,20 \pm 4,53$, kontrol grubunun yaş ortalaması $57,11 \pm 5,27$ olup fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p=0,53$). Postmenopozal osteoporozlu hastalar ile kontrol grubu saf ses ortalamaları karşılaştırıldığında postmenopozal osteoporozlu hastaların saf ses ortalamaları daha yüksek olarak hesaplandı. Bu sonuç istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,05$). Postmenopozal osteoporozlu hastaların, sağ kulak rezonans frekans ortalaması $945,58 \pm 133,35$ Hz, kontrol grubunun sağ kulak için rezonans frekans ortalaması $922,85 \pm 126,80$ Hz olarak bulunmuş ve sonuç istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=0,471$). Postmenopozal osteoporozlu hastaların sol kulak için rezonans frekans ortalaması $963,23 \pm 122,6654$ Hz ve kontrol grubunun sol kulak için rezonans frekans ortalaması $944,28 \pm 125,30$ Hz olarak bulunmuş ve sonuç istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=0,528$). Bu çalışmada postmenopozal osteoporoz hastalarının rezonans frekans değerleri ile kontrol grubunun rezonans frekans değerleri arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Anahtar Kelimeler: Rezonans Frekansı, Multifrekans Timpanometri, Osteoporoz, Postmenopozal Osteoporoz

ABSTRACT

Berk BAYTAROĞLU, Effect of osteoporosis on Resonance Frequency. Başkent University Institute of Health Sciences, Audiology Master's Thesis, 2018

In our study, it was aimed to examine the resonance frequencies of these patients with multifrequency tympanometry considering the decrease of mineral density in the unit volume of the postmenopausal osteoporosis patients will affect the middle ear ossicles.

For this purpose, 32 volunteers (64 ears) participated in the otoscopic examination of 45-65 years of age with the diagnosis of Postmenopausal Osteoporosis Patient by Physical Therapy and Rehabilitation Department at the Audiology Unit of the Department of Otorhinolaryngology, Baskent University, Age and Sex 32 (64 ears) healthy volunteers participated. Immunansmetric tests were performed after participating in an otoscopic examination by an ENT specialist. Resonance frequency values taken from both ears (128 ears) of all participants were taken into consideration.

The mean age of the patients with postmenopausal osteoporosis was 59.20 ± 4.53 , the mean age of the control group was 57.11 ± 5.27 and the difference was not statistically significant ($p = 0.53$). Pure tone averages of patients with postmenopausal osteoporosis were calculated to be higher than control group. This result was statistically significant ($p < 0.05$). In the postmenopausal osteoporosis patients, the right ear resonance frequency average was $945,588 \pm 133,3528$ Hz, the resonance frequency average for the left ear was $963,235 \pm 122,6654$ Hz and the resonance frequency average for the right ear of the control group was $922,857 \pm 126,8063$ Hz, the frequency average was found to be $944,286 \pm 125,3063$ Hz. There was no significant difference between the resonance frequency of the postmenopausal osteoporosis patients and the resonance frequency of the control group.

Key Words: Resonance Frequency, Multifrequency Tympanometry, Osteoporosis, Postmenopausal Osteoporosis

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
İÇİNDEKİLER	iv
KISALTMALAR	v
ŞEKİLLER	vi
TABLolar	vii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. KULAK ANATOMİSİ	3
2.1.1. Dış Kulak	4
2.1.2. Orta Kulak.....	5
2.2. OSTEOPOROZ HASTALIĞI.....	8
2.2.1. Osteoporozun Tarihçesi	9
2.2.2. Osteoporozda Sınıflandırma.....	9
2.2.3. Postmenopozal Osteoporoz	11
2.2.4. Postmenopozal Osteoporozda Klinik Bulgular	12
2.3. SAF SES ODYOMETRİ.....	14
2.4. AKUSTİK İMMİTANS VE TİMPANOMETRİ	15
2.4.1. Akustik İmmittans	15
2.4.2. Timpanometri.....	17
2.4.3. Timpanogram Çeşitleri ve Timpanometrik Ölçümler.....	18
2.4.4. Multifrekans Timpanometri	21
2.4.5. Multifrekans Timpanometirinin Çalışma Prensibi.....	22
3. BİREYLER VE YÖNTEM	24
4. BULGULAR.....	27
5. TARTIŞMA.....	36
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	44
7. KAYNAKLAR	45

KISALTMALAR

ANSI	: American National Standards Institute
daPa	: Decapascal
dB	: Desibel
DKY	: Dış Kulak Yolu
MFT	: Multifrekans Timpanometri
KMY	: Kemik Mineral Yoğunluğu
SSO	: Saf Ses Ortalaması
DEXA	: Dual Enerji X-Ray Absorptiometri
WHO	: World Health Organization
GSİ	: Grason Stadler Instruments
HL	: Hearing Level
Hz	: Hertz
RF	: Rezonans Frekansı
Ya	: Akustik Admittans
Za	: Akustik İmpedans
Ra	: Akustik Rezistans
Z	: Empedans
Xa	: Akustik Reaktans
Bt	: Toplam Suseptans
Ga	: Akustik Kondüktans
Ba	: Akustik Suseptans
Y	: Akustik İmmitans
mm	: milimetre
OI	: Osteogenesis Imperfecta

ŞEKİLLER

Şekil 1. Kulağın Anatomik Yapısı

Şekil 2. Orta Kulak Kemikçikleri

Şekil 3. Postmenopozal osteoporozun patogenezi

Şekil 4. Timpanogram Tipleri

Şekil 5. GSI (Grason – Stader Inc.) Tymptar Middle Ear Analyzer Version 2



TABLÖLAR

Tablo 1. Osteoporoz Sınıflandırması

Tablo 2. Osteoporozda Etiyolojiye Göre Sınıflama

Tablo 3. Riggs ve Melton Sınıflaması

Tablo 4. Oluşan semptomlar ve klinik bulgular

Tablo 5. Dünya Sağlık Örgütü'nün kemik mineral yoğunluğuna göre osteoporoz tanımı

Tablo 6. Postmenopozal osteoporozda oluşum mekanizmaları

Tablo 7. Yetişkinlerde işitme kaybının dereceleri

Tablo 8. Postmenopozal Osteoporozlu bireylerin sağ ve sol kulak 500Hz,1000Hz,2000Hz saf ses ortalamaları

Tablo 9. Sağlıklı bireylerin sağ ve sol kulak 500Hz,1000Hz,2000Hz saf ses ortalamaları

Tablo 10. Sağlıklı bireylerin İşitme Kaybı dereceleri

Tablo 11. Postmenopozal Osteoporozlu bireylerin İşitme Kaybı dereceleri

Tablo 12. Grupların İşitme Derecelerine Göre Yoğunlukları

Tablo 13. Grupların Sensörinöral İşitme Kaybı Yoğunluğu

Tablo 14. Sağlıklı Bireylerin Rezonans Frekans Değerleri

Tablo 15. Postmenopozal Osteoporoz'lu Bireylerin Rezonans Frekans Değerleri

Tablo 16. Grupların Yaşa Göre dağılımı

Tablo 17. Çalışmaya Katılan Postmenopozal Osteoporozlu Bireyler ile Kontrol Grubunun Sağ Kulak SSO değerleri

Tablo 18. Çalışmaya Katılan Postmenopozal Osteoporozlu Bireyler ile Kontrol Grubunun Sol Kulak SSO değerleri

Tablo 19. Çalışmaya Katılan Postmenopozal Osteoporozlu Bireyler ile Kontrol Grubunun Sağ Kulak RF değerleri

Tablo 20. Çalışmaya Katılan Postmenopozal Osteoporozlu Bireyler ile Kontrol Grubunun Sol Kulak RF değerleri



1. GİRİŞ

Osteoporoz, düşük kemik kitlesi ve kemik mikro mimarisinde bozulma ve buna bağlı olarak kemikte kırılabilirliğin artması, genellikle omurga, Radius ve kalçada olmak üzere fraktür riskinin yükselmesi ile tanımlanan kemik hastalığıdır (1).

İlk kez 1885'te Pommer tarafından tanımlanan osteoporozun, en önemli sağlık sorunlarından biri olduğu bilinmektedir (2). Günümüzde teknolojik gelişmelerin insan yaşamını uzatıp, yaşam kalitesini artıracak boyutlara ulaşması yaşam sürelerini uzatmaktadır. Böylece osteoporoz ve sonuçlarından etkilenen insan sayısında artış olmaktadır (3).

Postmenopozal osteoporoz ilk kez 1941 yılında Albright ve arkadaşları tarafından tarif edilmiştir. Postmenopozal dönemde kadınlar östrojen eksikliğine bağlı olarak hızlı bir şekilde kemik kaybına uğrar. Postmenopozal kadınlarda, menopoza girmemiş yaşlılarına göre kemik kaybı 3 kat daha hızlı görülebilmektedir (2-4).

Timpanometri Thomsen ve Terkildsen tarafından 1959 yılında tanıtılmıştır, orta kulak fonksiyonunun hızlı, ekonomik ve non-invaziv biçimde değerlendirilebilmesini sağlayan bir test yöntemidir. Timpanometri, dış kulak kanalındaki hava basıncının değiştirilmesiyle akustik immitansın dinamik ölçümünü vermektedir (5,6).

Alçak frekans timpanometri test yöntemi orta kulak fonksiyonu hakkında önemli bilgiler vermektedir. Bunun yanında normal orta kulak ile kemikçik zinciri patolojisi olan orta kulağı ayırt etmede başarısız olduğu durumlar bulunmaktadır. Bu nedenle alçak frekans timpanometri testiyle teşhis konulması zorlaşmaktadır. (7).

Multifrekans timpanometri, 226 Hz ile 2000 Hz arasında değişik *probe tonlar* ile elde edilen timpanogramların analizini sağlayan bir yöntemdir. Bu yöntemde yüksek frekanslı *probetone* orta kulak sisteminin sertlik ve kütle etkisini değiştiren patolojilerin saptanmasında oldukça değerlidir (8).

Çalışmamızın amacı; postmenopozal osteoporoz hastalığında kemiğin birim hacmindeki mineral yoğunluğunun azalmasının orta kulak kemikçiklerini etkileyip etkilemeyeceğini belirlemektir.

Araştırmanın hipotezleri;

H0: Postmenopozal osteoporoz varlığı orta kulak rezonans frekansını etkilememektedir.

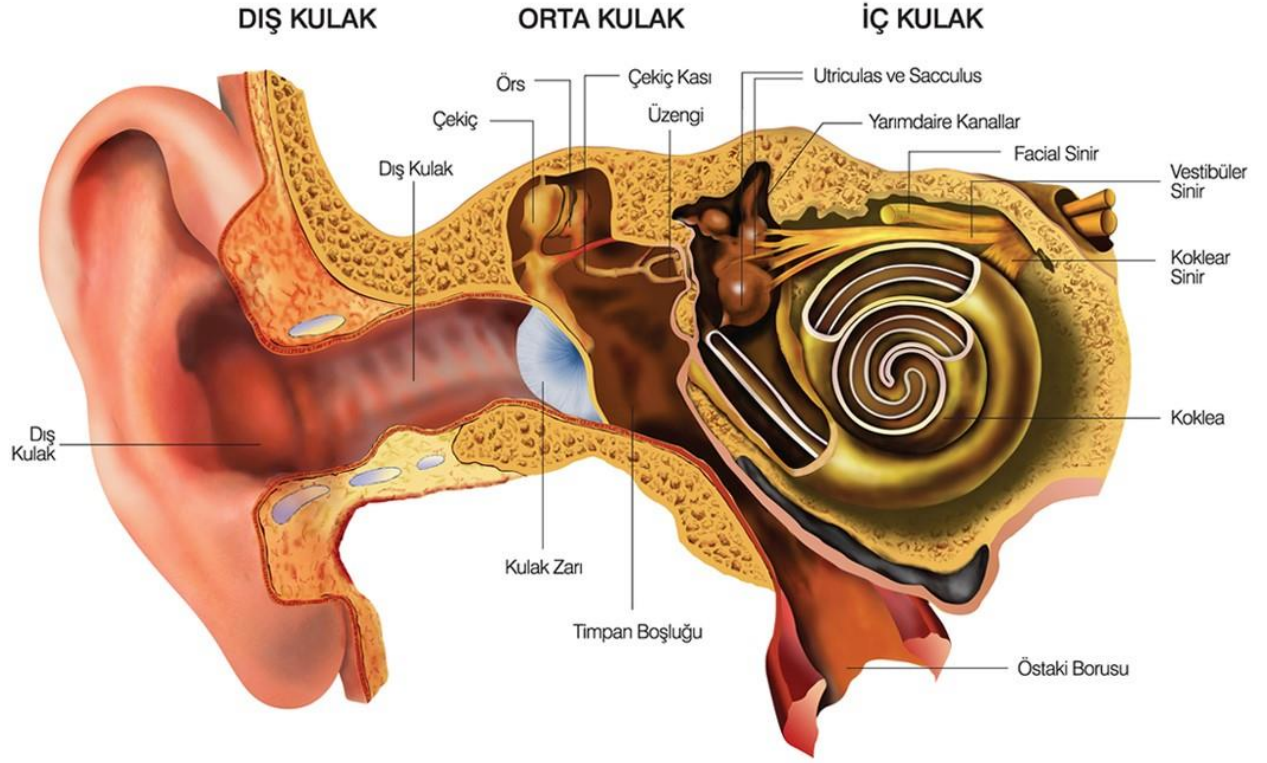
H1: Postmenopozal osteoporoz varlığı orta kulak rezonans frekansını etkilemektedir.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kulak Anatomisi

Kulak, aurikula ve dış kulak yolunu içeren dış kulak, kulak zarı, kemikçikleri, mastoid hücreleri ve Östaki borusunu içeren orta kulak ve vestibüler sistemi (semisümküler kanallar, utrikül ve sakkül), kokleayı ve internal akustik kanalı içeren iç kulak bölümlerinden oluşmaktadır.



Şekil 1. Kulağın Anatomik Yapısı

2.1.1. Dış Kulak

Sesin timpanik membrana ulaşmasını sağlar. Dış kulak, dış kulak yolu ve kulak kepçesi (aurikula)'den oluşur.

Aurikula, perikondrium ve deri ile örtülü elastik kıkırdaktan oluşan ses dalgalarını toplamaktan sorumlu yapıdır. Aurikula'nın bir diğer görevi de sesin gelme yönünün ayırt edilmesini sağlamaktır (9). Beslenmesini a. auricularis posterior ve a. temporalis sağlamaktadır. Venler, v. jugularise dökülürler. Lenfatik akımı retroauriküler, auriküler ve infraauriküler lenf düğümlerine dökülür. Aurikulanın ön bölgesinin duyarlılığı, V. kranial sinirin n. auriculatemporalis dalı, geri kalan bölgeleri ise VII. kranial sinir ve 2-3 servikal sinirler innerve etmektedir.

Dış kulak yolu (DKY) konkadan başlayıp timpanik zara kadar olan kısımdır. DKY arka duvarda 25mm, ön duvarda ise 31mm uzunluğundadır. 3'te 1'lik dış kısmı kıkırdak, 3'te 2'lik iç kısımda kemik dokudan oluşmaktadır (10). DKY kıkırdak dokunun bittiği yer ile kemik dokunun başladığı yer olmak üzere 2 yerde daralma gösterir. DKY, koruyucu olarak görev yapan serumen adı verilen madde ile kaplıdır (11).

Timpanik Membran

Kulak zarı, orta kulak ile dış kulak yolunu birbirinden ayıran çok katlı, şeffaf ve oblik yerleşimli elips şeklinde bir perdedir. 0.1 mm kalınlığında, 9-10 mm vertikal ve 8-9 mm yatay uzunluğundadır. Timpanik kemikte yerleştiği bölge olan sulkus timpanikusa "timpanik halka" denir. Manibrium mallei, kulak zarının en derin nostasının ucuna tekabül eder ve umbo adını alır (12,13,14).

Timpan zar pars flaksida ve pars tensa olmak üzere ikiye ayrılır. Timpan kemik içinde bulunan gergin kısım pars tensa, rivinius çentiği içinde bulunan gevşek kısım ise pars flaksida (1/4'lük kısım) veya Shrapnell zarı ismini alır. Pars tensa, kulak zarının büyük bir bölümünü oluşturan ve ses dalgaları ile titreşen timpanik kemik içindeki parçasıdır. Timpan zarın çukur yeri umbo adını alır ve konkavdır. Kulak zarı 3 tabakadan oluşmuştur. Pars tensada olan fibröz doku, pars flaksida da bulunmamaktadır (14,15).

2.1.2. Orta Kulak

Timpanik membran ile iç kulak arasında bulunan boşluğa orta kulak adı verilir ve timpanik kavite adını alır. İç yüzeyi mukoza ile kaplıdır. Dış kulağa kulak zarı, iç kulağada oval pencere aracılığı ile bağlantı sağlar.

Orta kulak; kulak zarı, orta kulak kavitesi, mastoid hücreler, orta kulak kemikçikleri, östaki tüpü, 2 kas ve 4 ligamentten oluşarak iletim ve amplifikasyonu sağlamak ile görevlidir.

Orta kulak boşluğunda kulak zarı ile iç kulak arasında ses dalgalarının iletimini sağlayan 3 tane hareketli kemikçik bulunur. Bunlar malleus, incus ve stapeştir. En büyük ve dışta bulunan malleus, en küçük ve içteki kemikçik ise stapeştir. Bu kemikçikler orta kulak boşluğunda kulak zarı ile oval pencere arasında bir bağlantı oluşturur (15,16).

Orta kulak, 6 adet duvardan oluşur (17).

Üst Duvar: Orta kulak boşluğunu orta kafa çukurundan ayırır.

Alt Duvar: Bu duvar enliğine daralmıştır. İnce bir kemik duvarla bulbus vena jugularisten ayrılır. Alt duvarın ön bölgesi daha geniştir ve a.carotis interna ile komşudur. Juguler ven, juguler bulbus ve stiloid çıkıntıyla komşuluk yapar. Hipotimpaniumda Jacobson sinirinin orta kulağa girdiği bir delik bulunur.

Ön Duvar: Karotisin yaptığı çıkıntı nedeni ile daralmıştır. Östaki tüpünün ağzı ve m.tensör timpani olmak üzere iki önemli oluşumunu barındırmaktadır. Üst kısımda tensör timpani kasının çıkıntısı bunun altında ise östaki tüpünün ağzı bulunur.

Arka Duvar: Stapes tendonu, eminentia pyramidalis adlı çıkıntı yapmaktadır. Bu çıkıntıdan kulak zarına paralel giden dik bir düzlemle orta kulağı ikiye ayrıldığında; içteki kısımda oval pencere, sinüs timpani ve yuvarlak pencere adında üç önemli yapı vardır. Eminentia'nın dışında fasial reses adında bir çukurluk vardır, fasial resesin dış kısmını dış kulak yolu ve çorda timpani, arka ve üst kısmını ise fossa incudus sınırlar. Burada fasial sinirin vertikal segmentinin komşuluğu önemlidir.

İç Duvar: Promontoryumun yaptığı çıkıntı ile iç kulakta komşuluk gösterir. Kokleanın bazal turunun yan duvarının yaptığı kabarıklık promontoryum adının alır ve bunun arka-üst tarafında mevcut çukurluğa fossula fenestra vestibuli (oval pencere) denir. Stapes tabanı bu bölgeye yerleşir. Promontoryumun arka-alt tarafında ise fossulafenestra cochlea (yuvarlak pencere) bulunur. Arka-üst kısmında ise processus cochleiformis vardır, buradan tensor timpani kası 90 derece dönerek malleusun boynuna yapışır

Dış Duvar: En önemli yapı timpanik membrandır

2.1.2.1. Orta Kulak Kemikçikleri

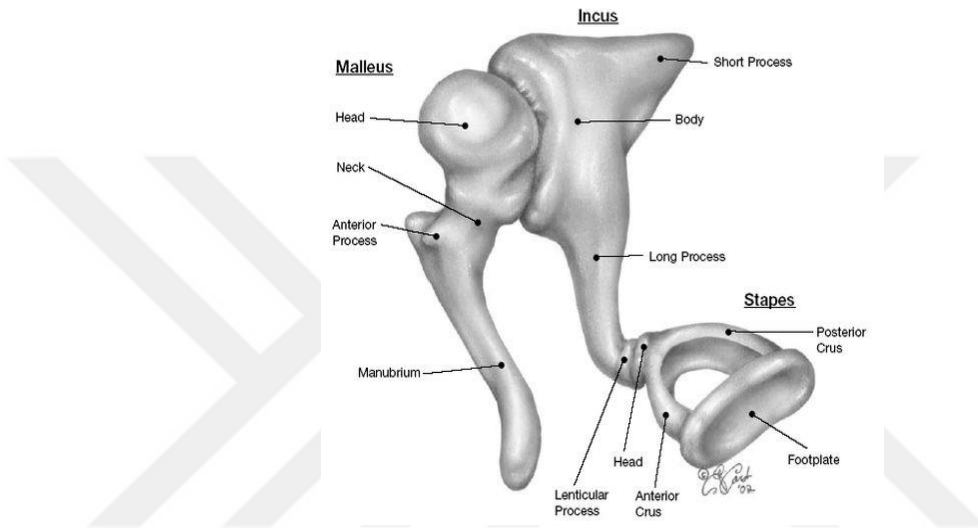
Kulak zarı ile iç kulağın arasındaki orta kulak boşluğunda 3 tane hareketli kemikçik vardır. Dıştan içe doğru malleus, inkus, stapes olarak adlandırılan kemikçikler çekiç, örs, üzengi isimleri ile de bilinirler (18).

Malleus: Orta kulak kemikçiklerinden en büyük ve dışta olanıdır. 8-9 mm uzunlukta ve 25 mg ağırlığındadır. Malleusun uzun kısmı, baş kısmından boyun şeklinde bir yapı ile ayrılmıştır. Malleusun lateral ve anterior parçaları lateral ve anterior malleolar ligament ile orta kulak kavitesine bağlanmıştır. Timpanik membran ile manubrium birleşir. Kulak zarı ile birlikte titreşir. Caput mallei epitimpanumda bulunan yuvarlak bir yapıdır. Arka-iç yüzü inkus ile eklem yapar. Malleusun boynunun hizasından korda timpani geçer (19,20).

İnkus: İki kol ve gövdeden oluşur. Crus brevis (kısa kol) ile crus longum (uzun kol) adında iki uzantıdan oluşmaktadır. İncus, malleusun baş kısmı ile eklem yapar. Crus brevis 5mm uzunluğunda olup manubrium malleinin iç ve arka tarafında ve manubriuma paraleldir. Crus longum, 7mm uzunluğundadır. Stapes başıyla eklem yapan kısmı processus lenticularis'tir (21).

Stapes: Kemikçik zincirinin en küçük ve en son olan kemikçiğidir. Yaklaşık 3,5mm uzunluğunda olup 2,5 gr ağırlığındadır. Baş (Caput stapedis), boyun (collum stapedis), iki bacak (Crus anterius, Crus posterius) ve tabandan (Basis stapedis) oluşmaktadır. Taban oval pencereye oturarak ligamentum annulare ile oval pencere kenarına sıkıca yapışmaktadır. Ön bacağı kavisli, arka bacak ise daha düzdür.

Bacakların iç taraflara bakan kısımları oluklu yapıdadır. Bacaklar arasında açıklığa foramen obturatorum denilir ve membran yapısıyla örtülmüştür. Crus anterior ve crus posterior üstte birbirleriyle birleşerek arkusu tamamlarlar. Kollum baş ve arkus arasında bulunur. Stapes kasının tendonu arka bacağın üst kısmına yapışmaktadır. Baş kısmı processus lenticularis ile eklem yapar ve hemen hemen horizontal düzlemedir. Stapesin başı bacaklar ile büyük bir açı yapmadan birleşmektedir (21).



Şekil 2: Orta Kulak Kemikçikleri

2.1.2.2. Timpanik Kaslar

Orta Kulakta M. Stapedius ve M. Tensor Timpani olarak 2 adet önemli kas bulunmaktadır. Hem sesin iletilmesine hem de işitme fizyolojisi ve odyolojik değerlendirme açısından bu 2 adet kasın kasılması büyük önem taşımaktadır (23).

M. Tensor Timpani: Malleusun boynuna yapışır. Yaklaşık olarak 25 mm uzunluğundadır. Orta kulağın ön duvarında semikanalis muskili tensor timpani boyunca ilerler ve kanalın içindeki kemik çıkıntısını dolandıktan sonra dışa ve arkaya doğru bükülür. Kasıldığı zaman manubriumu arkaya ve içe çekerek kulak zarını tespit etmektedir.

M. Stapedius: Stapes'in boynuna veya başına yapışır. Yaklaşık 6 mm uzunluğunda ve eminentia pyramidarumun içinde bulunur. Tendonu bu çıkıntının ucundaki

delikten çıkmaktadır. Bu kasın görevi aktivitesinde kemikçiğin posterior'a doğru çekilmesine neden olur ve böylece yüksek şiddetli seslerin iç kulağa geçişini engeller. Sinirini N. Fasialis'ten alır (22,24)

2.1.2.3. Fizyoloji

Fizyolojik olarak orta kulak ses titreşimlerini iç kulağa iletmek ile görevlidir. Ayrıca şiddetli sese maruz olduğunda timpanik kaslar kasılarak gerçekleşen refleks sayesinde iç kulağın korunmasını da sağlamaktadır. Akustik enerji orta kulaktaki hava ortamında geçip iç kulakta perilemfe ulaşır. Fakat bu iki ortam arasında direnç farklılığı bulunmaktadır. Bu farklılık akustik enerjide yaklaşık 30 dB kayıp oluşturur. Orta kulak ile kemikçik zinciri bir manivela etkisi yapar ve bu kaybı telafi eder. Enerji kaybının telafisinde stapes kemikçiğinin tabanı ile timpanik membran arasındaki boyut farkı da görev almaktadır (25).

Kulak zarının 55 mm karelik bölümü titreşime katılır. Oval pencerenin 3,2-3,5 mm karelik bölümü de titreşime katılır ve zarın titreşen bölümünün oval pencerenin yüz ölçümüne oranı 17/1 olur. Böylece titreşim etkili bir şekilde kokleaya geçmiş olur ve bu da yaklaşık olarak 25 dB'lik bir artma sağlamaktadır. Diğer artışı sağlayan ise orta kulaktaki kemikçiklerin kaldıraç etkisi yaratmasından dolayıdır. Malleusun uzun kolunun, incusun uzun koluna oranı 1,3/1 olmasından dolayı 2,5 dB'lik bir kazanç sağlar. Böylece sesin şiddetinde orta kulağın yarattığı artış yaklaşık 27,5 dB olmaktadır (26,27)

2.2. Osteoporoz Hastalığı

Osteoporoz tüm dünyada önemli bir sağlık sorunudur. Osteoporoz hastalığı kemik kalitesinin bozulması ve kemik kitlesinin azalması ile karakterizedir (28). Osteoporoz kemiğin kırılabilirliğini artırmaktadır ve ufak travmalarda bile kırığın oluşmasına sebep olmaktadır. Erkekler de ve kadınlarda genellikle 40 yaşından sonra kemiğin kütlelerinde azalma ve kalitesinde bozulma olmaktadır. Bu yaşlanmanın bir sonucudur. Kadınlarda osteoporoz erkeklere oranla daha fazla görülmektedir (29). Bunun sebepleri erkeklerdeki kısa yaşam beklentisi, kemik kaybının hızlandırıcı menopoza gibi bir sürecin olmaması ve kemik gelişimi sırasındaki yüksek kemik kütlesi olmaktadır (30,31).

2.2.1. Osteoporozun Tarihçesi

İlk olarak 1829'da "porous bone terimi ile Jean Georges Lobstein tarafından açıklanmıştır. Albright tarafından ise "kemik içinde çok az kemik" olarak tanımlaması yapılmıştır (32). 1993 Dünya Osteoporoz kongresinde açıklanan tanımlama, düşük kemik kütlesi ile kemik dokusu yapısının bozulması ile birlikte kırık olasılığının artması ve kırılabilirlik ile karakterize bir kemik hastalığı olarak tanımlanmıştır (33). 1996 yılında Amsterdam'da yapılan Dünya osteoporoz kongresinde osteoporoz tanımı yeniden gözden geçirilmiş ve Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization-WHO) tarafından Dual Enerji X-Ray Absorptiometri (DEXA) yöntemi kullanılarak bulunan değerlere ve kırık varlığına göre yapılmaktadır (34).

2.2.2. Osteoporozda Sınıflandırma

Osteoporozun farklı şekilde sınıflamasını yapmak mümkündür (Tablo 1) (32).

Yaşa Göre	Etiyolojiye Göre	Lokalizasyona Göre	Histolojik Görünüme Göre	Tutulan Kemik Dokuya Göre
Juvenil	Birincil (Primer)	Genel	Hızlı Kemik Döngülü	Trabeküler
Yetişkin	İkincil (Sekonder)	Bölgesel	Yavaş Döngülü	Kortikal
Senil				

Tablo 1. Osteoporoz Sınıflandırması

Günümüzde en sık kullanılan sınıflandırma, etiyolojik faktörlere göre yapılan sınıflandırmadır (Tablo 2) (35).

I.Primer Osteoporoz:	
▪ Tip 1 (Postmenopozal) ▪ Tip 2 (Senil) ▪ İdiopatik (Juvenil Tip, Adult Tip)	
II.Sekonder Osteoporoz	
1.Endokrin Nedenler ▪ Hipogonadizm ▪ Hipertiroidi ▪ Cushing Hastalığı ▪ Over agenezisi ▪ Hiperparatiroidi ▪ Diabetes Mellitus 2.Gastrointestinal nedenler ▪ Subtotal gastrektomi ▪ Kronik obstrüktif sarılık ▪ Malabsorbsiyon ▪ Ağır Malnütrisyon 3.Bağ Doku Hastalıkları ▪ Romatoid artrit ▪ Osteogenezis imperfekta ▪ Marfan sendromu ▪ Ehler Danlos sendromu ▪ Homosistinüri	4.Diyetle İlgili ▪ Diyetle Kalsiyum Azlığı ▪ Artmış Protein Tüketimi 5.Malign Hastalıklar ▪ Multipl Miyelom ▪ Lenfoma ▪ Yaygın Karsinom ▪ Sistemik Mastositozis ▪ Lösemi 6.İlaç Kullanımı ▪ Heparin ▪ Antikonvülzanlar ▪ Glikokortikoidler ▪ Metotreksat 7.İmmobilizasyon 8.Diğer ▪ Alkolizm ▪ Skorbüt ▪ Sigara ▪ KOAH

Tablo 2. Osteoporozda Etiyolojiye Göre Sınıflama (35)

Riggs ve Melton primer osteoporoz sınıflamasını modifiye etmiştir (Tablo 3) (32).

Tip I OP (Postmenopozal Osteoporoz)
▪ 75 Yaşın altında oluşur. ▪ El bileği ve vertebra kırıkları ile karakterizedir.
Tip II OP (Senil Osteoporoz)
▪ 75 Yaş üzerinde görülür. ▪ Kalça kırıkları ile karakterizedir.

Tablo 3. Riggs ve Melton Sınıflaması (32)

2.2.3. Postmenopozal Osteoporoz

İlk kez 1941 yılında Albright ve arkadaşları tarafından tarif edilmiştir. Postmenopozal dönemde kadınlar östrojen eksikliğine bağlı olarak hızlı bir şekilde trabeküler kemik kaybına uğrar. Postmenopozal kadınlarda, menopoza girmemiş yaşlılarına göre kemik kaybı 3 kat daha hızlı görülebilmektedir (2-4).

Tüm postmenopozal kadınlarda östrojen eksikliği olmasına karşın, kemik kaybı aynı oranda değildir. Bu da östrojen eksikliği yanında bazı faktörlerin de rol oynadığını düşündürmektedir. Bunlar; postmenopozal kalsitonin seviyesinin düşmesi, osteoklasik aktivitenin artıp osteoblastik aktivitenin azalması, beslenmenin bozulması ve fiziksel aktivitenin azalması olabilmektedir (36,37).

Postmenopozal osteoporozun en önemli bulgusu Vertebra ve Colles kırığıdır. Kırıklar kemik yoğunluğunun düşük olduğu alanlarda düşme veya travma ile tetiklenerek oluşur. Vertebra kırığı sıklıkla ani başlayıp, genellikle 4-6 haftada azalarak geçen sırt bel ağrısı ve çökme kırığı şeklinde deformite ile karakterizedir. Tip I osteoporozlu olgularda kortikal kemik kayıp hızı normalin hafifçe üzerinde iken trabeküler kemik kayıp hızı normalin 3 katı artmıştır (38,39).

2.2.4. Postmenopozal Osteoporozda Klinik Bulgular

Genellikle “sessiz hırsız” olarak tanımlanır ve kırık oluşmadığı sürece semptomsuzdur. Osteoporoz trabeküler kemik kaybı %30-40’a ulaşana kadar seyreder. En sık bulguları; ağrı, boy kısalması, spinal deformiteler ve kırıklardır (40).

- Kemiklerde ağrı ve hassasiyet
- Vertebra, kalça ve ön kol kırıkları
- Dorsal kifoz artışı
- Boy kısalması
- Karın bombeleşmesi
- Vücut imajında bozulma
- Düşme korkusu, psikolojik yakınmalar ve emosyonel problemler

Tablo 4. Oluşan semptomlar ve klinik bulgular (40)

Postmenopozal dönemde osteoporoz tanısı, kemik mineral yoğunluğu ölçümleri ve/veya majör travma olmaksızın oluşan kalça kırığı veya vertebra kırığı varlığı ile bulunur. Postmenopozal kadınlarda osteoporoz tanısı, DXA ile ölçülen kemik mineral yoğunluğu ölçümlerindeki T skoru değeri ile belirlenmektedir (41).

Sınıflama	KMY			T Skoru
Normal	Genç-erişkin ortalamasının 1 SD altında veya üzerinde olmak	referans	popülasyon	-1.0 ve üzeri
Düşük kemik kitlesi (Osteopeni)	Genç-erişkin ortalamasının 1.0 ve 2.5 SD altında olmak	referans	popülasyon	-1 ile -2.5 arası
Osteoporoz	Genç-erişkin ortalamasının 2.5 SD veya daha fazla altında olmak	referans	popülasyon	-2.5 veya daha düşük
Ciddi veya yerleşmiş Osteoporoz	Genç-erişkin ortalamasının 2.5 SD veya daha fazla altında olmak ve eşlik eden fragilite kırığı	referans	popülasyon	-2.5 veya daha düşük ve bir veya daha çok kırık

Tablo 5. Dünya Sağlık Örgütü’nün kemik mineral yoğunluğuna göre osteoporoz tanımı (42)

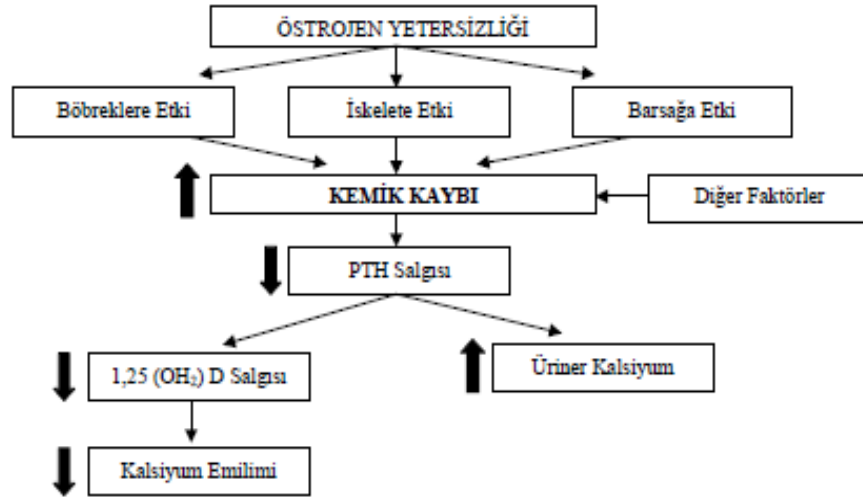
Menopozu izleyen dönemde ve yaşa bağlı olarak 1,25 (OH) Vit D (kalsitriol) düzeylerini ve bununla birlikte intestinal Ca absorpsiyonunun azaldığını belirtmektedir. Yaşlılarda kalsitriol düzeyindeki azalmanın nedeni de böbreklerdeki 1-a hidroksilaz enziminin parathormona olan cevabının azalması ile olduğu düşünülmektedir. Metabolitlerinde ve vitamin d de olan düşüklük genelde osteoporotik fraktüre neden olmuştur (43-45).

- Serum 1,25 (OH)₂ D₃ azalması
- Kalsiyumun barsaktan emilimi azalması
- Östrojen düzeyindeki azalma ve IL-I düzeyindeki artma
- İdrarla kalsiyum kaybı
- Sekonder hiperparatiroidizm gelişmesi

Tablo 6. Postmenopozal osteoporozda oluşum mekanizmaları

Dünya sağlık örgütü (WHO) osteoporozda tanı için kemik mineral yoğunluğu ölçümünün yapılmasını ve bu yöntem ile beraber aynı yöntemi kullanarak sağlıklı genç erişkin bireylerde yapılan ölçüm ile karşılaştırılması gerektiğini vurgulamıştır (46,47).

Klinik uygulamalarda femur merkezli DEXA sonuçlarında kalça kırıklarını yönünden femur bölgesi incelemeleri ile benzer sonuçlara sahip olan ve bununla beraber daha düşük inceleme hatası değerleri olduğu söylenen total kalça proksimali KMY değerleri temel alınmaktadır (48-50).



Şekil 3. Postmenopozal osteoporozun patogenezi

2.3. Saf Ses Odyometri

Odyolojik testlerden olan saf ses odyometri testi işitmenin değerlendirilmesinin en temeli ve en sık kullanılanıdır (51). Saf ses odyometri testini kullanarak hava ve kemik yolu mekanizmasını ölçerek, iletişim için gerekli olan frekanslarda işitme eşiklerinin ve duyarlılığının belirlenmesini sağlamaktadır. İşitme kaybının belirlenmesi ve tipi hakkında saf ses işitme eşikleri bilgi vermektedir.

250 Hz'ten başlayarak 8 kHz'e kadar olan frekanslarda verilen saf seslerle bulunan işitme eşiklerinin gösterildiği grafiğe odyogram adı verilir (52).

Saf ses ortalaması (SSO) işitme kaybının derecesinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. İşitme kaybının sınıflandırılması için Northern ve Downs 'ın sınıflaması kullanılmaktadır (53).

Yetişkinlerde işitme kaybının dereceleri			
İşitme Kaybının Derecesi	Goodman, 1965	Jerger ve Jerger, 1980	Northern ve Downs, 2002
Normal İşitme	<26	<21	<16
Çok Hafif	-	-	16-25
Hafif	26-40	21-40	26-30
Orta	41-55	41-60	30-50
Orta – ileri	56-70	-	-
İleri	71-90	61-80	51-70
Çok İleri	>90	>80	>70

Tablo 7. Yetişkinlerde işitme kaybının dereceleri (54)

2.4. Akustik İmmitans ve Timpanometri

2.4.1. Akustik İmmitans

Akustik immitans (iletkenlik), akustik empedans (direnç) ve akustik admitans (geçirgenlik) kavramlarının her ikisini de ifade eden bir terimdir. Akustik admitans, sistemden enerjinin belli bir biçimde geçiş kolaylığını ifade etmektedir. Akustik empedans ise sistemin bu enerjiye karşı gelen direncini ifade etmektedir (55). Bu durumda sistem, orta kulak ve enerji geçişine etki eden anatomik yapılarını ve bu yapıların fiziksel özelliklerini ifade etmektedir. Akustik impedans veya admitans orta kulağın titreşen yapılarının yani zar ve kemikçiklerin mobilitesine bağlıdır (56).

Saf ses odyometrisi işitme fonksiyonlarındaki kaybın tipini, derecesini ve lezyonun yerini göstermektedir ancak kulak zarı, kemikçik zinciri, orta kulakta effüzyonun olup olmadığı ve orta kulak hava basıncı gibi parametreler hakkında bir bilgi vermez. Bu yüzden klinikte hem tarama hem de santral ve periferik bozuklukları sınıflamak için tanıya yardımcı olmaktadır (56).

American National Standards Institute (ANSI) 1987 yılında klinik akustik immitans sisteminin özelliklerini tanımlayan ve standartlaştırmayı amaçlayan bir yayın yapmıştır. Bu sistemin üreticileri genellikle standartlara uymak için kendi araçlarını tasarlamışlardır. Standardın amacı ise; işitsel akustik immitans ölçümlerinin 226 Hz *probe tone* kullanılarak standart özellikleri karşılayan herhangi bir araç ile ölçüldüğünde eşdeğerlik sağlayabilmektedir. Ayrıca oluşturulan standart ortak, tek yönlü terminolojinin geliştirilmesine ve formatın planlanmasına yardımcı olmaktadır (57).

ANSI'ye göre immitans kavramını ve kapsadığı unsurlarını, ölçü birimleri cinsinden ifade edecek olursak;

Akustik İmmitans: Empedans ve Admitansın ikisini birden ifade eden kolektif bir terimdir.

Akustik Admitans (Ya): Birimi mmho'dur. Ses enerjisinin bir akustik sistemden geçiş rahatlığını ifade etmektedir.

Akustik Kondüktans (Ga): Birimi mmho'dur. Admitansın gerçek unsurudur ve rezistans ile karşılıklı ilişki içindedir. Sistemin rezistans (direnc) gösteren enerjinin sistemden geçiş rahatlığıdır.

Akustik Suseptans (Ba): Birimi mmho'dur. Admitans'ın varsayılan unsurudur ve sistemin kütle ve yay özelliği gösteren akustik-mekanik unsurlarından enerjinin geçiş rahatlığını ifade etmektedir. Kütle ve komplians suseptans değerlerinin sayısal çokluklarının matematiksel toplamıdır.

Akustik Empedans (Za): Birimi ohm'dur. Sistemin ses enerjisinin geçişi sırasında, bu enerjinin geçişine karşı oluşturulan direnci ifade eder.

Akustik Rezistans (Ra): Birimi ohm'dur. Empedansın gerçek değeri ve enerjinin geçişine sistemin gösterdiği direnci ifade etmektedir.

Akustik Reaktans (Xa): Birimi ohm'dur. Empedansın varsayılan unsurudur. Kütle reaktansı ve komplians reaktansın sayısal çokluklarının matematiksel toplamıdır (57).

Orta kulak bir iletim sistemi olarak zarlar, ligamanlar, kemikçikler, kaslar ve sıkışmış havadan oluşmaktadır. Tüm bu anatomik yapıların kondüktans ve suseptans değerleri vardır. Bu değerlerin tümü orta kulağın akustik admitans değerini verir. Bu değer timpanometri ile ölçtüğümüz admitans değerini ifade eder.

Orta kulak sisteminde patolojik bir durum olduğunda orta kulağın mekanik – akustik özelliklerinde birtakım değişiklikler olmaktadır. Bu değişiklikler admitans değerinin farklılaşmasının göstergesidir. İmmitans ölçümleri bize orta kulak fonksiyonlarındaki değişiklikler ve bunlar ile ilgili olabilecek patolojilere dair bilgi vermektedir (57).

Timpanometrik ölçümleri yapan cihazların 5 unsuru bulunur (58):

1. Probe: sinyal veren bir hoparlör, yansıyan basıncı kayda alan mikrofon ve basınç pompasından meydana gelmektedir.
2. Pnömatik sistem: Basınç değişikliğini sağlayan sistemdir.
3. Akustik immitans ölçüm sistemi: Kayıt edilen değerleri ölçen sistemdir.
4. Akustik refleks aktivatör sistemi: İpsilateral, kontralateral ya da her ikisine birden saf ses sinyalinin verildiği sistemdir.
5. Kayıt cihazı

Günümüzde pratik uygulamada kullanılan ölçüm cihazları aslında sadece akustik admittansı ölçmektedir. Ölçüm tek bir *probe tone* frekans (220/226Hz) ile gerçekleştirir. Jerger'in tip A, B ve C tanımlarını yayınladığı 1970 yılı ve sonrasında 220Hz *probe tone* ile yaygın bir şekilde kullanılan timpanometridir.

2.4.2. Timpanometri

Timpanometri, orta kulak fonksiyonlarının objektif ölçümüdür. Timpanometri, dış kulak kanalındaki hava basıncı değiştirilerek bu değişken basınç noktalarından alınan akustik admitans ölçümüdür (59). Klasik timpanometreler de alçak frekansın yani 226 Hz *prob tone* uygulanmasının asıl nedeni yüksek frekanslarda oluşacak mikrofon

düzensizliklerinin önüne geçmek ve ölçüm sırasındaki akustik refleksi engellemektir (60).

Testi yaparken sondaya bağlı olan manometre ile DKY'ye +200 daPa ile -400 daPa (dakapascal, 1 daPa = 1.02 mm H₂O) arasında basınç değiştirilerek verilir ve her verildiğinde kulak zarı kompliansı değişir ve bu değişme ölçülerek timpanogram adı verilen bir grafik ile gösterilmektedir (61).

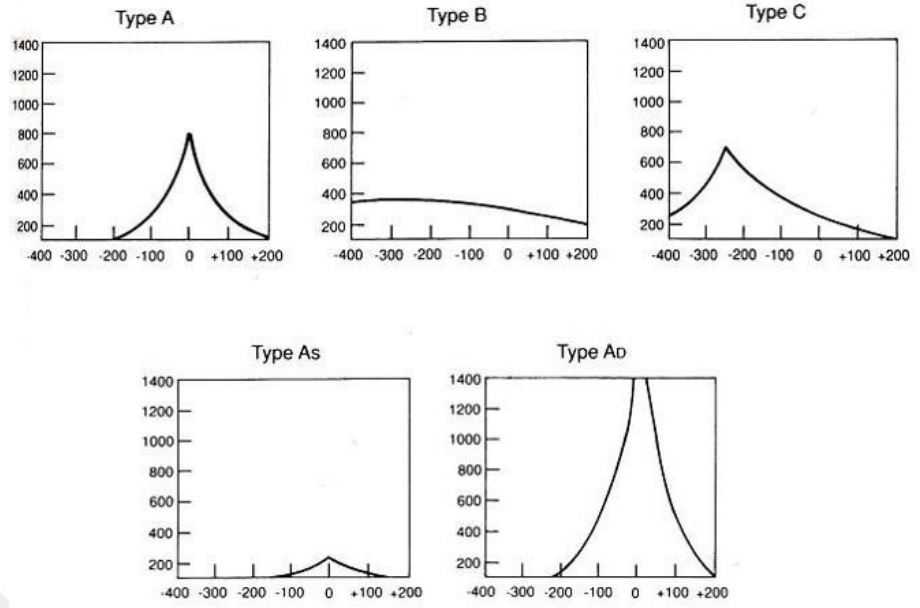
Dış kulak yoluna yerleştirilen proba en yakın mesafede timpanik membran olası sebebiyle timpanometrik veriyi en çok etkileyen timpanik membran olacaktır. Diğer var olan patolojiler ise ölçülen admitans değerine pek yansıyamayacaktır.

İmmittans ölçümlerin ayırt etmeyi sağlayacak aralıklı değerler sağlayamaması sebebiyle normal orta kulak ile patolojik orta kulağı ayırmak zaman zaman mümkün olmamaktadır. Bu eksiklik ve kısıtlamalara rağmen otoskopi, timpanometri, saf ses odyometri, akustik refleks ile birlikte kullanıldığında orta kulak sorunlarının tespitinde önemli rol oynamaktadır (60).

Alçak frekans timpanometri testi orta kulak fonksiyonuna dair önemli bilgiler vermekle birlikte bazı eksiklikler de mevcuttur. Orta kulak patolojisi için ayrı bir sonuç sunmadığından timpanometri değerlendirilmesinin sonucuna dayanarak net bir karar vermenin, teşhis koymanın mümkün olmadığıdır. Akustik immitans kavramından söz edilirken orta kulak sisteminin anatomik unsurlarının her birinin toplam admitans değerlerine farklı katkıları vardır. Timpanometri bu farklılıkların katkılarının toplamını ölçmektedir. Dolayısı ile timpanik membran perforasyonu ve otoskleroz gibi farklı verilere neden olabileceği gibi benzer timpanometrik veriler birbirinden farklı orta kulak rahatsızlıklarını kayıt etmektedir (59,62).

2.4.3. Timpanogram Çeşitleri ve Timpanometrik Ölçümler

Timpanogram incelenirken, timpanogram eğrisinin peak yaptığı basınç değerine ve peakın amplitüd değerine bakılarak sınıflamalar yapılmaktadır. İlk kez Jerger ve Linden tarafından belirlenen ve en sık kullanılan 5 temel eğri (A, Ad, As, B, C) bulunmaktadır (61).



Şekil 4. Timpanogram Tipleri

Tip A : $0 (\pm 50 \text{ mm})$ H₂O basınçta tepe yapan ve bu tepenin amplitüdünün normal sınırlarda (ortalama 0,6 ml) olduğu timpanogram eğrisidir ve sıklıkla normal kulaklarda

elde edilen timpanogram tipidir. A tipi timpanogramların As ve Ad olmak üzere iki alt sınıfı vardır.

Tip As: Eğri yine $0 (\pm 50)$ mm H₂O basınçta tepe yapar. Ancak amplitüd 0,3 ml'den daha azdır. Orta kulakta sıvı birikimi veya kemikçik fiksasyonu olması durumunda görülür.

Tip Ad: Eğrinin tepe noktası yine $0 (\pm 50)$ mm H₂O basınçta izlenir ancak Tip As'nin tersine amplitüd yüksektir. Tip Ad timpanogram timpanik membran hasarları ya da kemikçik kopukluğunda görülmektedir (58).

Tip B: Timpanogram eğrisi tepe noktası oluşturmamaktadır. Düz, yatay bir çizgi şeklindedir. Timpan zar perforasyonu, orta kulak efüzyonu, serümen sebebiyle probun tıkanması, tüpün ağzının dış kulak yoluna dayanması, probun düzgün yerleştirilmemesi gibi durumlarda tip B timpanogram elde edilir (58).

Tip C: Amplitüd olarak normal tepe yapan ancak tepe basıncının -50 daPa'dan düşük değerlerde olduğu timpanogram grafiğidir. Orta kulakta negatif basıncın olduğu durumlarda gözlenmektedir (6).

Tip D: Timpanogram eğrisi 'w' şeklinde, çift tepe noktalıdır. Timpanik membran'da skar veya normal ancak hiper mobil kulak zarı varlığında görülür. (63)

Tip E: Birden fazla alçak tepe noktalarına sahip timpanogram eğrisidir.

Timpanometri sonuçları hastaya, cihaza ya da uygulayana bağlı olarak hata verebilir. Hastanın yutkunması veya hareket etmesi, cihaza bağlı voltaj veya kalibrasyon bozukluğu, uygulayana bağlı probun yanlış yerleştirilmesi, buşonun iyi temizlenmemesi gibi hatalar sonuçları olumsuz etkilemektedir. Son yıllarda, 10 frekanslı prob tone kullanılabilen çoklu frekans timpanometreler geliştirilmiştir (64).

Timpanogramlar kullanılarak ortak kulağı iletim sisteminin bütünlüğü (kemikçik zincir, kulak zarının durumu), orta kulağın basıncı, hacmi, östaki tüpü fonksiyonu ve stapes kas refleksinin durumu ile ilgili sonuçlar veya bulgular vermektedir. Timpanogram mmho birimi olarak ifade edilen akustik admitansın grafiğidir. Grafikte akustik admitans, dış kulak yolu ile +200 daPa ile -400 daPa arasında değişken basınç verilerek bu esnadaki kayıt edilen verileri göstermektedir. Timpanogram tepe noktası normal orta kulakta 0 daPa ya da atmosfer basıncındadır çünkü akustik enerjinin geçişinin en iyi olduğu durumdur. Basıncın pozitif ya da negatife doğru kayması timpanik membran ve orta kulak sistemindeki katılaşmadan dolayıdır. Katılaşma akustik admitansın azalması durumudur. Bu durumda fazla olan enerjinin dış kulaktan yansımaya sebep olmaktadır. Basıncın negatif veya pozitif değerler aldığı durumlarda dış kulak yolu sert ve katı bir hal alır, bu neden ile admitans en düşük durumda kalır (65).

Timpanometrenin yorumlanmasında önemli parametreler bulunmaktadır.

Timpanogram Tepe Basıncı: Timpanogram basıncının en tepede bulunduğu seviyedir. Normal kulakta -100 ile +50 daPa arasında değişim göstermektedir.

Dış Kulak Yolu Hacmi: Orta kulak sisteminin admitans değerinin bulunması için prob ucu ve timpanik membran arasında kalan havanın admitansı ölçülerek toplam değerden çıkartılır.

Timpanogram Gradienti: Timpanogram tipinin belirlenmesinde önemli değerlerden birisidir. Tepe noktasının dikliğini belirleyen açıdır ve daPa cinsinden elde edilmektedir. Orta kulak tepe noktası ile ortalama değer arasındaki farktır.

Tepe Noktası akustik admitans: Orta kulak admitansı olarakta adlandırılabilir. Dış kulak yolundaki hava hacminin toplam admitans değerinden çıkarılarak bulunması ile değerlendirilir. Timpanogram değerinin yüksekliği bu değeri verir. Direkt olarak timpanogram yüksekliği bazı orta kulak rahatsızlıkları ile ilişkili olmaktadır.

2.4.4. Multifrekans Timpanometri



Şekil 5. GSI (Grason – Stader Inc.) Tympstar Middle Ear Analyzer Version 2

Günümüzde kullanılmakta olan timpanometreler genelde 226 Hz *probe ton* ile uygulanmaktadır. Multifrekans timpanometri ise 226 ile 2000 Hz arasında değişik *probe tonlar* kullanılarak sonuçlanan timpanogramların analizini sağlayan bir yöntemdir.

Multifrekans timpanometrinin değişik *probe ton* uygulaması özellikle orta kulak patolojilerinin tanısında yarar sağlamaktadır. Orta kulak tümörleri, orta kulak malformasyonlar, fibröz displazinin ayırıcı tanısında ve otoskleroz gibi rahatsızlıklarda multifrekans timpanometri önem taşımaktadır (66).

Multifrekans timpanometriyi avantajlı bir test yapan özelliklerden en önemlisi orta kulak sistemi admitansını ve bunu belirlemeye yardımcı olan faktörleri ayrı ayrı ölçmesi ve detaylı bilgi vermesidir.

Multifrekans timpanometrinin değerlendirdiği önemli parametrelerden biri de rezonans frekansıdır. Admitans, sistemin enerjiiyi iletme yeteneğidir. Admitansın iki temel unsuru bulunmaktadır. Bunlardan biri suseptans, enerjinin komplians ve kütle elemanlarından geçiş rahatlığını ifade ederken ikincisi olan kondüktans ise frekans değerinden bağımsız olarak enerji kaybı olmadan geçişini ifade etmektedir.

Suseptansın da iki tane alt unsuru bulunmaktadır. Bunlar kütle suseptansı ve komplians suseptansıdır ve bunlar cebirsel olarak toplandığında toplam suseptansı vermektedir. Rezonans frekans toplam suseptansın (Bt) sıfıra eşıit olduğu ve sistemin doğal frekansında titreşim yaptığı frekanstır. Patoloji varlığında ise bu değer sağlıklı bir kulağa göre aşığı ya da yukarı değerler almaktadır (60). Örneğin kemikçik zincir bütünlüğü bozukluklarında RF değeri normal değerin altına düşerken, otoskleroz varlığında ise RF normal değerin üzerine çıkmaktadır.

2.4.5. Multifrekans Timpanometrinin Çalışma Prensibi

226 Hz'lik *probe tone* kullanılarak statik admittans ve timpanogram kaydedilmektedir. Timpanogram kaydedildiği sırada hava basıncı +200 daPa ile -400 daPa aralığında 200 daPa/saniye oranlamasında değişerek uygulanır. Orta kulağın rezonans frekansı, *probe tonu* 250 Hz ile 2000 Hz arasında 50 Hz'lik aralıklar ile değiştirilerek taranır ve kulak kanalına +200 dapa basınç uygulanarak incelenir. Bu ölçümlerde saptanan faz açısı ölçümleri kaydedilir. Diğer bir *probe tone* ise timpanometrinin tepe değerindeki basıncı kulak kanalına verilir ve her iki ölçüm arasındaki farklılıklar fonksiyonlu bir grafikte değerlendirilir.

Düşük frekanslı timpanometrilere tek tepe noktası incelenmektedir. Fakat yüksek frekanslı timpanometrilere birden çok tepe noktası içermektedir.

Normal orta kulakta sesin gazdan önce katıya, sonra sıvıya transferi akustik admitans kuralları ile ayarlanır (67). Akustik immitans (Y), akustik empedansın (Z) tersi olarak tanımlanmaktadır. Akustik immitans aşağıdaki formül ile açıklanmıştır.

$Y = 1 / [c + j(2fm - k/2f)]$. Bu formülde m: orta kulağın kütlesini, k: kemikçik zincir ve timpanik ligamentlerin sertliğini, 2fm: kütle susseptansını, k/2f: kompliansı ve c: kondüktas. Sesin frekansı azaldıkça sistem daha çok komplianstan etkilenir, frekans artıkça ise daha çok kütleden etkilenir.

Vanhuyse, Creten ve Van Camp birden farklı frekanslarda timpanometrileri inceleyerek suseptans (B) ve kondüktans (G) değerlerinin değişik frekanslardaki modellerini açıklamışlardır (68). 1B1G paterninde orta kulak kompliansına bağlıdır. Standart frekans timpanometriler 1B1G paternine bağlıdır. 3B1G paterninde 3 tane tepe noktası içerir ve faz açısı 0 ile 45 derece arasındadır, 5B1G paterninde ise faz açısı -90 ile -45 derece arasındadır ve 5 tepe noktası içermektedir. Orta kulak patolojilerinde Vanhuyse patern frekansları değişebilmektedir. Otoklerez gibi rezonans frekansını artıran durumlarda Vanhuyse eğrileri yüksek frekanslarda görülecektir (69). Multifrekans timpanometrinin klinikte sağlayacağı yararlar üzerine gün geçtikçe yeni araştırmalar yapılmaktadır.

3. BİREYLER VE YÖNTEM

Bu araştırma, Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık bilimleri Araştırma Kurulu tarafından onaylanmış (Proje no: KA 17/289) ve Başkent Üniversitesi Araştırma Fonunca desteklenmiştir. Çalışma, Başkent Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı'nda Odyoloji Ünitesi'nde Fizik Tedavi Ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı tarafından Postmenopozal Osteoporoz tanısı ile izlenen hastalar ile yaş uyumlu sağlıklı gönüllüleri içermektedir.

BİREYLER

Gerçekleştirilen biyoistatistiksel güç analizinde çalışmanın gücünün 0.90 ve üstünde olabilmesi için örneklem sayısının deney grubu için en az 32 ve kontrol grubu için en az 32 olması gerekliliği hesaplanmıştır.

Araştırmanın evreni 45-65 yaş arasında değişen 68 bireyden (136 kulak) oluşmaktadır.

Çalışmaya dahil edilmesinde;

- Yapılan otoskopik muayene sonucunda herhangi bir dış kulak yolu ve/veya timpanik membran patolojisinin bulunmamış olması,
- Postmenopozal Osteoporoz teşhisi almış olması ve daha önce kemik metabolizmasını etkileyen tedavi almamış olması,
- Elektroakustik immitansmetri değerlendirilmesinde, orta kulak basıncının ± 50 daPa sınırlarında olması ve Tip A timpanogram elde edilmesi,

Çalışmaya alınmama için aşağıdaki kriterler belirlenmiştir.

- Anatomik olarak dış kulak ve orta kulak ile ilgili problemi olan olgular,
- Kulak ameliyatı öyküsü,
- Timpanogramı tip A olmayan olgular,
- Kemik metabolizmasını etkileyen ilaç kullananlar ve yaşam tarzı olanlar (steroidler, bifosfonatlar, alkol, sigara vb),
- Kronik hastalık varlığı (böbrek hastalığı, kalp hastalığı, karaciğer hastalığı vb)

Çalışmaya katılmak için gönüllü olunması gerektiğinden ötürü katılımcılara “Gönüllü Denek Bilgilendirme ve Onam Formu” nu doldurmaları ve imzalamaları istenmiştir.

Kullanılan Test ve Yöntem

Katılımcılara ilk önce bir KBB uzmanı tarafından kulak burun boğaz muayenesi yapılmıştır. Muayene sonucunda çalışmaya uygun olan hastalara saf ses odyometri, timpanometri ve multifrekans timpanometri testleri uygulanmıştır.

İşitme eşikleri; *Industrial Acoustic Company (IAC) Inc.* standardındaki sessiz odalarda *Clinical Audiometer AC40 (Interacoustics, Assens, Denmark)* cihazı kullanılarak yapılmıştır.

İşitme kaybının derecesi ve cinsinin belirlenmesinde saf ses ortalaması (SSO) esas alınmıştır. Saf ses ortalaması 500, 1000, 2000 Hz’deki hava yolu işitme eşiklerinin ortalaması bulunularak her iki kulak için ayrı ayrı elde edilmiştir. İşitme kaybının sınıflandırılması için *Northern ve Downs*’ın (53) sınıflaması kullanılmıştır. Saf ses ortalamasının 15 dB ve altında olması normal işitme eşiği olarak kabul edilmiştir.

İmmittansmetrik Değerlendirme

Çalışmaya katılan bireylerin immitansmetrik ölçümleri *GSI Tympstar Version 2 (Grason Stadler Inc., MN, USA)* elektroakustik immitansmetre ile yapılmıştır. 226 Hz’lik prob ton kullanılarak timpanogram ve statik admittans değerleri kaydedilmiştir. Timpanogram kaydı, hava basıncı +200 ile -400 daPa arasında ve 200 daPa /saniye oranında değiştirilerek kaydedilmiştir. Timpanogramları Tip A olarak saptanan bireylerde multifrekans timpanometri ölçümüne geçilmiştir. Cihaz, multifrekans timpanometri ölçümünü iki basamakta yapmaktadır. Birinci basamak, sabit frekansta *probe tone* vererek +200 ile -400 daPa arasında basıncı değiştirerek statik admittans, timpanometrik tepe basıncı ve gradient değeri gibi standart timpanometri verilerini araştırmış ve timpanogram elde edilmiştir. İkinci basamakta ise basıncı sabit tutarak bireyin kulağına 250-2000 Hz frekans aralığında ardışık olarak 50 Hz aralıklarla uyarı vererek orta kulak rezonans frekans değeri tespit

edilmiştir. Test bitiminde diğer immitansmetrik değerlerle beraber çıktıları kayıt altına alınmıştır.

Verilerin Değerlendirilmesi ve İstatistiksel Yöntem

Verilerin istatistiksel analizi SPSS for Windows 22.0 paket programı ile yapılmıştır. Tüm veriler kaydedilmiştir. Aritmetik ortalamalar, standart sapmalar, minimum ve maximum değerler hesaplanmıştır. Değişkenler normallik, homojenliği kontrolü Levene Testi ile değerlendirilmiştir. Veri analizi yapılırken ortalamaların karşılaştırılması, grup karşılaştırmaları için Student t testi ile yapılmıştır. P değerinin 0,05'in altında olması istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Çalışmaya Postmenopozal Osteoporoz teşhisi konulan 34 (68 kulak) birey dahil edilmiştir. Bireylerin yaş aralığı 45-65 arasındadır. Hasta ve kontrol grubu katılımcılarının sağ ve sol kulak 500Hz, 1000Hz, 2000Hz saf ses ortalamaları (SSO) Tablo 8 ve 9 da özetlenmiştir.

Hasta Sıra No	Sağ Kulak SSO	Sol Kulak SSO	Hasta Sıra No	Sağ Kulak SSO	Sol Kulak SSO
1	20	13	18	20	15
2	18	25	19	20	20
3	20	30	20	30	40
4	23	23	21	20	18
5	21	28	22	25	15
6	16	10	23	20	15
7	18	15	24	15	25
8	15	10	25	10	18
9	35	33	26	15	20
10	15	20	27	30	35
11	25	25	28	15	10
12	20	18	29	15	15
13	20	18	30	10	20
14	25	37	31	21	28
15	18	19	32	18	28
16	17	17	33	25	30
17	20	18	34	27	32

Tablo 8. Postmenopozal Osteoporozlu bireylerin sağ ve sol kulak 500Hz,1000Hz,2000Hz saf ses ortalamaları

Hasta Sıra No	Sağ Kulak SSO	Sol Kulak SSO	Hasta Sıra No	Sağ Kulak SSO	Sol Kulak SSO
1	25	30	18	10	10
2	15	10	19	10	15
3	10	10	20	12	13
4	32	28	21	10	10
5	20	14	22	13	10
6	30	30	23	18	25
7	15	16	24	20	30
8	15	8	25	18	19
9	13	12	26	20	15
10	5	5	27	10	16
11	13	10	28	20	20
12	18	11	29	10	15
13	12	5	30	25	45
14	18	30	31	10	13
15	16	12	32	8	5
16	10	13	33	20	20
17	8	12	34	5	10

Tablo 9. Sağlıklı bireylerin sağ ve sol kulak 500Hz,1000Hz,2000Hz saf ses ortalamaları

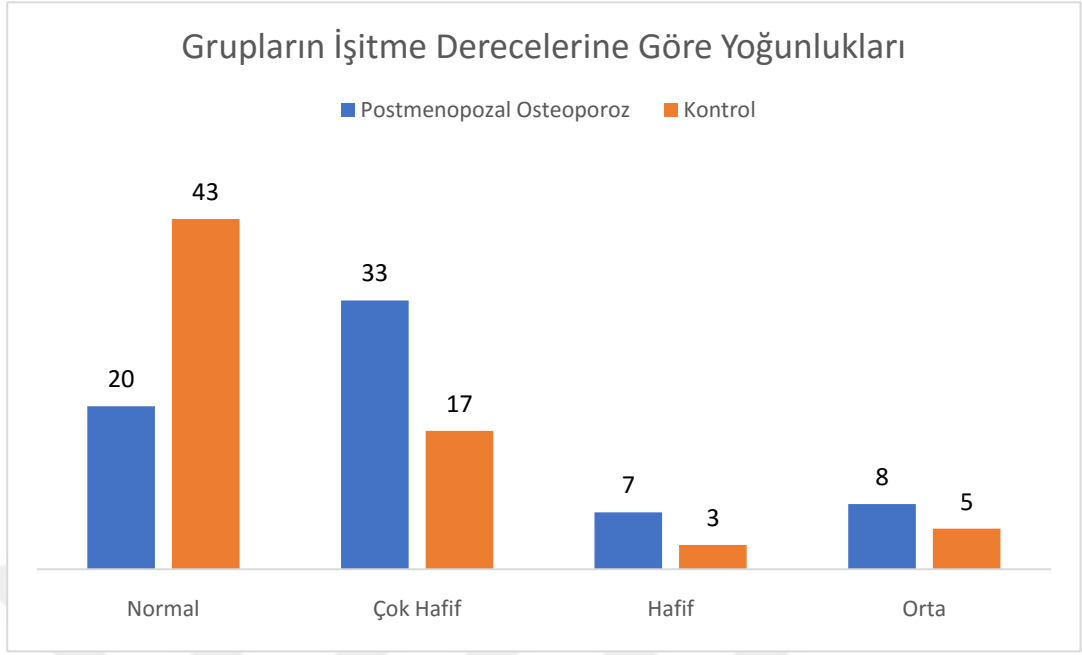
Çalışmaya katılan 34 sağlıklı gönüllü bireyin (Tablo 10) ve 34 Postmenopozal Osteoporoz hastasının (Tablo 11) sağ ve sol kulak işitme kayıp dereceleri aşağıda gösterilmiştir.

Hasta Sıra No	Sağ Kulak İşitme Derecesi	Sol Kulak işitme Derecesi	Hasta Sıra No	Sağ kulak İşitme Derecesi	Sol Kulak İşitme Derecesi
1	Çok Hafif	Hafif	18	Normal	Normal
2	Normal	Normal	19	Normal	Normal
3	Normal	Normal	20	Normal	Normal
4	Orta	Hafif	21	Normal	Normal
5	Çok Hafif	Normal	22	Normal	Normal
6	Orta	Orta	23	Çok Hafif	Çok Hafif
7	Normal	Normal	24	Çok Hafif	Orta
8	Normal	Normal	25	Çok Hafif	Çok Hafif
9	Normal	Normal	26	Çok Hafif	Normal
10	Normal	Normal	27	Normal	Çok Hafif
11	Normal	Normal	28	Çok Hafif	Çok Hafif
12	Çok Hafif	Normal	29	Normal	Normal
13	Normal	Normal	30	Çok Hafif	Orta
14	Çok Hafif	Hafif	31	Normal	Normal
15	Çok Hafif	Normal	32	Normal	Normal
16	Normal	Normal	33	Çok Hafif	Çok Hafif
17	Normal	Normal	34	Normal	Normal

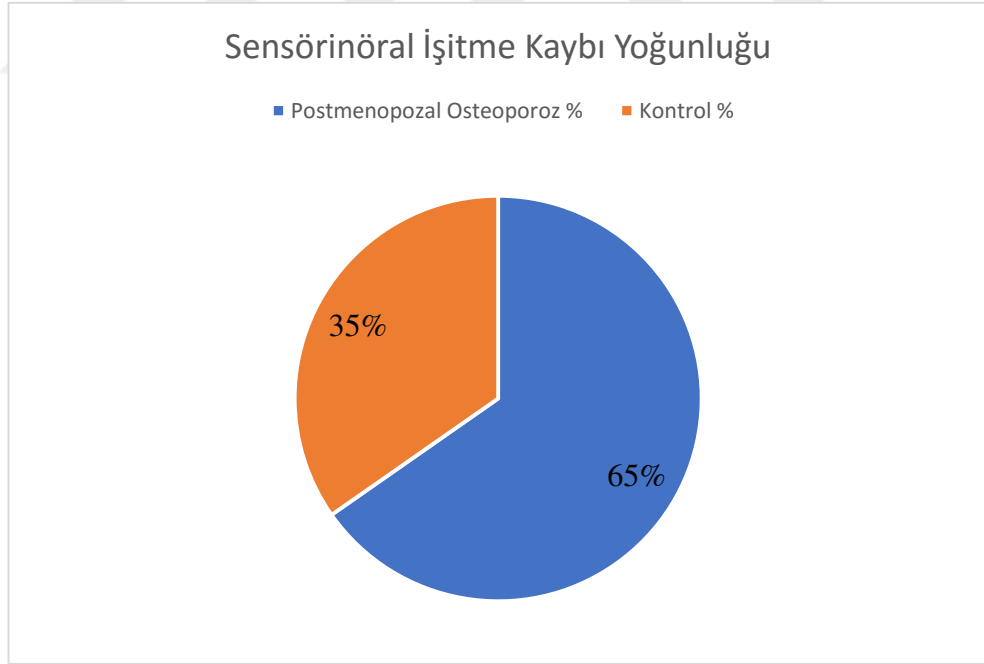
Tablo 10. Sağlıklı bireylerin İşitme Kaybı dereceleri

Hasta Sıra No	Sağ Kulak İşitme Derecesi	Sol Kulak işitme Derecesi	Hasta Sıra No	Sağ kulak İşitme Derecesi	Sol Kulak İşitme Derecesi
1	Çok Hafif	Normal	18	Normal	Normal
2	Çok Hafif	Çok Hafif	19	Çok Hafif	Çok Hafif
3	Çok Hafif	Hafif	20	Orta	Orta
4	Çok Hafif	Çok Hafif	21	Normal	Çok Hafif
5	Çok Hafif	Hafif	22	Çok Hafif	Normal
6	Normal	Normal	23	Çok Hafif	Normal
7	Çok Hafif	Normal	24	Normal	Çok Hafif
8	Normal	Normal	25	Normal	Çok Hafif
9	Orta	Orta	26	Normal	Çok Hafif
10	Normal	Çok Hafif	27	Orta	Orta
11	Çok Hafif	Çok Hafif	28	Normal	Normal
12	Çok Hafif	Çok Hafif	29	Normal	Normal
13	Çok Hafif	Çok Hafif	30	Normal	Çok Hafif
14	Çok Hafif	Orta	31	Çok Hafif	Hafif
15	Çok Hafif	Çok Hafif	32	Çok Hafif	Hafif
16	Çok Hafif	Çok Hafif	33	Hafif	Hafif
17	Çok Hafif	Çok Hafif	34	Hafif	Orta

Tablo 11. Postmenopozal Osteoporozlu bireylerin İşitme Kaybı dereceleri



Tablo 12. Grupların İşitme Derecelerine Göre Yoğunlukları



Tablo 13. Grupların Sensörinöral İşitme Kaybı Yoğunluğu

Çalışmaya katılan 34 sağlıklı gönüllü bireyin (Tablo 14) ve 34 Postmenopozal Osteoporozlu bireylerin (Tablo 15) Rezonans Frekans değerleri aşağıda verilmiştir.

Hasta Sıra No	Sağ Kulak RF değeri	Sol Kulak RF değeri	Hasta Sıra No	Sağ Kulak RF değeri	Sol Kulak RF değeri
1	750	750	18	900	900
2	1100	950	19	1100	900
3	900	1000	20	900	1100
4	750	1250	21	900	1000
5	950	1000	22	1050	950
6	850	800	23	850	800
7	850	750	24	1200	950
8	800	1000	25	1000	1050
9	950	950	26	750	1050
10	850	1000	27	900	900
11	900	800	28	1000	1150
12	1050	900	29	850	950
13	900	850	30	1200	850
14	850	900	31	750	900
15	850	850	32	950	1100
16	900	950	33	1150	950
17	1000	1250	34	700	800

Tablo 14. Sağlıklı Bireylerin Rezonans Frekans Değerleri

Hasta Sıra No	Sağ Kulak RF değeri	Sol Kulak RF değeri	Hasta Sıra No	Sağ Kulak RF değeri	Sol Kulak RF değeri
1	950	750	18	750	1200
2	800	950	19	850	750
3	950	1000	20	1250	1100
4	800	900	21	1050	1050
5	1050	950	22	750	900
6	1050	950	23	800	1000
7	950	750	24	950	1200
8	1000	950	25	900	950
9	900	950	26	900	1050
10	1100	950	27	1000	900
11	950	900	28	900	1000
12	850	950	29	900	800
13	850	900	30	950	1100
14	900	1150	31	800	750
15	1250	1000	32	950	1050
16	850	800	33	1300	1050
17	950	1000	34	1000	1100

Tablo 15. Postmenopozal Osteoporoz’lu Bireylerin Rezonans Frekans Değerleri

Çalışmaya katılan bireylerin yaşlara göre dağılımı aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Gruplar	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	P Değeri
Sağlıklı	57,114	4,2756	48	65	
Hasta	59,206	4,5379	48	65	

Tablo 16. Grupların Yaşa Göre dağılımı

Postmenopozal osteoporozlu bireyler ile sağlıklı bireylerin sağ kulak SSO değerleri ortalaması ve standart sapmaları aşağıda verilmiştir (Tablo 17).

POSTMENOPAZAL OSTEOPOROZ SAĞ KULAK SSO		KONTROL SAĞ KULAK SSO		P Değeri
Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	
20,059	5,4380	14,771	6,7436	

Tablo 17. Çalışmaya Katılan Postmenopozal Osteoporozlu Bireyler ile Kontrol Grubunun Sağ Kulak SSO değerleri

Postmenopozal osteoporozlu bireyler ile sağlıklı bireylerin sol kulak SSO değerleri ortalaması ve standart sapmaları aşağıda verilmiştir (Tablo 18).

POSTMENOPAZAL OSTEOPOROZ SOL KULAK SSO		KONTROL SOL KULAK SSO		P Değeri
Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	
21,853	7,9587	15,771	9,0686	

Tablo 18. Çalışmaya Katılan Postmenopozal Osteoporozlu Bireyler ile Kontrol Grubunun Sol Kulak SSO değerleri

Postmenopozal osteoporozlu bireyler ile sağlıklı bireylerin sağ kulak RF değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (Tablo 19).

POSTMENOPOZAL OSTEOPOROZ SAĞ KULAK RF		KONTROL SAĞ KULAK RF		P Değeri 0.471
Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	
945,588	133,3528	922,857	126,8063	

Tablo 19. Çalışmaya Katılan Postmenopozal Osteoporozlu Bireyler ile Kontrol Grubunun Sağ Kulak RF değerleri

Postmenopozal osteoporozlu bireyler ile sağlıklı bireylerin sol kulak RF değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (Tablo 20).

POSTMENOPOZAL OSTEOPOROZ SOL KULAK RF		KONTROL SOL KULAK RF		P Değeri 0.528
Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	
963,235	122,6654	944,286	125,3063	

Tablo 20. Çalışmaya Katılan Postmenopozal Osteoporozlu Bireyler ile Kontrol Grubunun Sol Kulak RF değerleri

5. TARTIŞMA

Postmenopozal kadınlarda osteoporoz düşük kemik kitlesi ve bozuk kemik mikro mimarisi ile kırık riskinde artmaya sebep olan yaygın bir hastalıktır (1). Postmenopozal dönemde kadınlar östrojen eksikliğine bağlı olarak hızlı bir şekilde kemik kaybına uğrar ve menopoza girmemiş yaşlılarına göre kemik kaybı 3 kat daha hızlı görülebilmektedir. Çalışmamızda postmenopozal osteoporoz hastalarında kemiğin birim hacimdeki mineral yoğunluğunun azalmasının orta kulak kemikçiklerini etkileyeceği düşünülerek multifrekans timpanometri ile bu hastaların orta kulak rezonans frekanslarına bakılması amaçlanmıştır. Bazı araştırmacılar KMY düşüklüğünün postmenopozal hastalarda işitme kaybını incelediklerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamış olsa da yüksek frekanslarda anlamlı farklılıklar saptamışlardır. Türkiye’de postmenopozal osteoporozlu hastaların orta kulak rezonans frekansına bakılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu sebeplerden dolayı postmenopozal osteoporozlu hastaların odyolojik değerlendirilmesinin yapılmasını ve orta kulak kemikçiklerinin kütle ve sertlik etkisinin etkilenimi hakkında bilgi sahibi olmak amacı ile bu çalışma yapılmıştır. Çalışmamızda postmenopozal hastaların rezonans frekansı ile kontrol grubunun rezonans frekansı arasında farklılık bulunmamıştır.

Timpanometri testi orta kulağın patolojileri ayırma amacı ile geliştirilmiş olan, invaziv olmayan ve maliyeti düşük basit bir test yöntemidir. Kemikçik zincir bütünlük bozukluğu tanısındaki hassasiyet sebebi ile yüksek frekanslı problemler kullanılmaya başlanmıştır. Standart timpanometri uygulamasında kullanılan 226 Hz yada 678 Hz’lik *probe ton* kullanılan timpanometreler ile kesin ayırıcı tanı yapılamayan durumlarda multifrekans timpanometri klinik koşullarda ayırıcı tanı için kullanılmakta ve uygun ölçümlerin gerçekleşmesinde büyük önem taşımaktadır (70).

Multifrekans timpanometri avantajlı bir test olmasına rağmen, araştırmacılar tarafından yaygınlaşmamış bir yöntem olduğu bildirilmektedir. MFT kullanımının yaygınlaşmamasının en önde gelen sebeplerinden biri yeterli verilerin var olmamasıdır (59,66). Multifrekans timpanometri kullanımının kliniklerde yaygınlaşmamış olması ve bu konuda yeterli çalışma bulunmaması göz önüne alındığında, patolojik kulaklarda elde edilen değerler ile, sağlıklı kulaklardan elde

edilen değerlerin doğru bir şekilde kıyaslanabilmesi ve klinik uygulamalarda yaygınlaşmanın sağlanabilmesi için normatif değerlere ihtiyaç duyulmaktadır (71,72). Birçok araştırmacı tarafından farklı klinikler ve popülasyon için normalizasyon çalışmaları yapılmıştır. Rezonans frekansı değerleri çok geniş bir frekans dağılımı gösterir. Bunun en önemli nedenlerinden biri orta kulak ve dış kulak yapılarının kalıtsal özellikleri, yaşa göre farklılık göstermesidir. Bu durumun farklı toplumlara özgü RF normalizasyon değerlerine neden olduğu yapılan çalışmalarla desteklenmiştir (71,73).

Kanada British Columbia Üniversitesinde 2006 yılında yapılan çalışmada Kafkas ve Çinli genç yetişkinlerin MFT bulgularını karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda Çinli popülasyonun Kafkas popülasyonuna göre; daha düşük statik admittans, daha geniş timpanometrik genişlik, daha pozitif timpanometrik tepe basıncı ve daha düşük kulak kanalı volümüne sahip olduğu tespit edilmiştir. Çinlilerin RF değerlerinin Kafkaslıların RF değerlerinden daha yüksek olduğu belirtilmiştir (72).

Multifrekans timpanometriyle rezonans frekans değerlerinin belirlendiği benzer çalışmalar mevcut olmakla birlikte çalışma sonuçlarının değişkenlik gösterdiği bilinmektedir. 1984'te Lutman ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada orta kulak admitans komponentleri mekanizmasını teorik olarak açıklamış, çalışmaya dahil edilen 67 normal kulakta rezonans frekansını ortalama 871 olarak bulmuştur (74). Kliniğimizde Sezin ve arkadaşlarının yaptığı yaşları 21 – 46 arasında olan normal işitmeye sahip 60 gönüllü birey içeren çalışmada sağ kulak RF değerlerinin ortalaması 1020.8 ± 140.6 Hz, sol kulak RF ortalaması ise 978.3 ± 180.5 Hz olarak belirlenmiştir (75). Bir başka araştırmacı, Wada (1989) çoklu frekans timpanometri normatif değerini 1000 Hz civarında bulurken (76), 1991'de Russolo ,54 katılımcı ile yürüttüğü çalışmasında normal kulaklarda çoklu frekans timpanometri değerini 834 ± 153 , 31 otosklerotik kulaklarda ise 1282 ± 188 olarak saptamıştır (77). Yapılan çalışmaya benzer şekilde çalışmamızda sağlıklı gönüllü bireylerin orta kulak rezonans frekansı sırası ile sağ kulak için $922,857 \pm 126,8063$, sol kulak için $944,286 \pm 125,3063$ olarak saptanmıştır.

1993 yılında Colletti ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, 73 otosklerotik ve 50'si total stapedektomi olan 138 opere kulağı üzerinde ve 70 normal kişide multifrekans timpanometre uygulaması yapılmıştır. W şeklinin görüldüğü frekansı rezonans frekans olarak belirtilmiş ve ortalama RF değerlerini normal kulaklarda 1000 Hz ve otosklerotik kulaklarda 1400 Hz olarak elde edilmiştir. Opere kulakların rezonans frekansı ise 630 Hz olarak belirtilmiştir (85). Valvik ve arkadaşlarının 1994 yılında yaptığı çalışmada daha geniş bir hasta grubu ele alınmış ve orta kulakta çoklu frekans timpanometri normatif değeri 1049 ± 261 Hz olarak belirlenmiştir (78). Yapılan çalışmalarda rezonans frekans değerlerinin farklılık gösterdiği görülmüştür. Farklı değerlerin oluşmasının sebepleri olarak orta kulak ve dış kulak yapılarının kalıtsal özellikleri, yaşa göre oluşan farklılıklar ve cinsiyet gösterilmiştir (87). Bizim çalışmamızda hasta ile sağlıklı bireyler arasındaki orta kulak rezonans frekans değerlerine bakıldığında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Yaptığımız çalışmada kullandığımız GSI Tymptar Version 2 model multifrekans timpanometri ölçümü yapan elektroakustik imitansmetre cihazının dağıtımçı firması Meders'in internet sitesinde yayınladığı broşüründe ise patolojisi bulunmayan, normal kulaklardan elde edilmesi beklenen multifrekans timpanometri değerlerinin 800Hz-1200Hz aralığında olduğu belirtilmektedir.

Uluslararası literatüre bakıldığında osteoporozlu hastalarda denge ve işitme sistemini inceleyen çeşitli çalışmalar yapılmıştır. ABD'de 1997 yılında yapılan bir çalışmada, osteoporozlu hastalarda denge bozukluğu ve artmış postural salınımın düşme yada bireyin düşmesi durumunda iki önemli risk faktörü olmasından yola çıkarak, sağlıklı kontroller ile osteoporozlu hastalar karşılaştırılmıştır. Bilgisayarlı dinamik posturografi (CDP) ile osteoporozu olan ve olmayan kadınların denge özellikleri ölçülmüştür ve osteoporozlu hastalarda postural salınımın daha fazla olduğu bildirilmiştir (79). 2011 yılında yayınlanan osteoporotik kadın hastalarda postural dinamik dengeyi değerlendirmek ve denge üzerine etkili faktörleri araştırmak amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Çalışmaya katılan tüm bireylerin biodeks stabilite sistem ile antero-posterior, mediolateral ve genel stabilite indeksleri değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlarda sağlıklı kadınlara göre osteoporotik kadınlarda postural dengenin bozulduğu ve dengeyi etkileyen en önemli faktörün

quadriceps kas gücü olduğu kanısına varılmıştır. Bu yüzden osteoporotik kadınlarda düşmeleri önlemek için denge ve quadriceps kuvvetlendirme egzersizlerine önem verilmesi gerektiği bildirilmiştir (80).

Çalışmamızda postmenopozal osteoporozlu bireylerdeki sensörinöral işitme kaybı kontrol grubuna göre daha yüksek bulunmuştur. Literatüre bakıldığında osteoporozlu hastalar ile işitme sistemi arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar da bulunmaktadır. Yoon Kim ve arkadaşlarının 2015 yılında yayınladıkları çalışmada primer osteoporoz tanısı almış postmenopozal kadınlarda KMY ile işitme kaybı arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Osteoporoz hastaların %56'sında, osteopenik hastaların %47,6'sında ve normal KMY olan hastaların %29,9'unda sensörinöral işitme kaybı saptanmıştır. Osteoporoz ve osteopenisi olan hastalarda sensörinöral işitme kaybı sıklığı normal bireylere göre yüksek saptanmıştır. Demineralize olmuş temporal kemiğin yaşa bağlı kemik kütle kaybı ile birlikte yaşa bağlı işitme kaybının gelişimine katkıda bulunabileceğini düşünmüşlerdir. Östrojen eksikliği daha çok trabeküler kemiği etkilediğinden, omurga kemiği daha çok trabeküler kemik içerdiği için temporal kemiği daha iyi temsil etmektedir ve bu sebeple kemik resorbsiyonun postmenopozal kadınlarda sensörinöral tipte işitme kaybına sebep olacağını östrojen ve kalsiyum iyonları değişikliğinin kemik mineralindeki azalmadan dolayı sensörinöral tipte işitme kaybı ile ilişkilendirmişlerdir (82).

Yaptığımız çalışmaya benzer şekilde 2015 yılında Tayvan da yapılan nüfus tabanlı çalışmada osteoporotik hastalarda sensörinöral işitme kaybı riski araştırılmış osteoporozlu hastaların osteoporozlu olmayan hastalara kıyasla daha fazla sensörinöral tipte işitme kaybı olduğu bulunmuştur (83). Osteoporoz ile sensörinöral tip işitme kaybı arasındaki ilişkiyi açıklayan mekanizma karmaşık olsada yapılan bir araştırmada koklear kapsülün demineralizasyonu ile sensörinöral tip işitme kaybı arasında anlamlı bir ilişki olabileceğini ileri sürmüşlerdir (92). Osteoporoz sistemik bir hastalık olduğundan sistemik demineralizasyonun koklear kapsülü ve iletken sistemi içeren temporal kemiği etkileyeceği ve bu sebeple sensörinöral tip işitme kaybına neden olabileceği düşünülmüş ancak hem osteoporoz hemde sensörinöral tip

işitme kaybı karmaşık bozukluklar olduğu için ek çalışmalar yapılması gerektiği bildirilmiştir.

2017 yılının sonunda Gargeshwari ve arkadaşları Hindistanda yaptıkları bir ön çalışmada osteoporozlu bireylerin sağlıklı bireylere göre daha yüksek saf ses eşiklere sahip olduğunu saptanmışlardır ve istatistiksel olarak anlamlı sonuç bulunmuştur. Yaptıkları timpanogram sonucunda istatistiksel fark saptanmamıştır. Yapılan immitansmetrik incelemede statik komplians ve kulak kanalı hacmi bakımından anlamlı farklılık saptanmamıştır. Düşük KMY sahip bireylerin OAE'lerinin olmamasının kalsiyum iyonlarının kullanımının azalmasına bağlı olabileceğini ileri sürmüşlerdir ayrıca endolenfteki kalsiyum seviyelerindeki değişikliğin kokleanin işleyişinde değişime uğrayıp odyolojik testler üzerinde farklı sonuçlara yol açabileceğini düşünmüşlerdir (91).

2013 yılında Özkiriş ve arkadaşlarının KMY düşüklüğünün postmenopozal hastalarda işitme kaybı üzerine etkisini inceledikleri çalışma toplam 120 postmenopozal kadın hastayla yürütülmüştür. Düşük frekanslarda (0.25, 0.5, 1 ve 2 kHz) ortalama eşik değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Yüksek frekanslarda ise osteopenik ve kontrol grubunda istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamış ancak osteoporoz ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır. Ancak hem kemik iletiminde hem de hava iletim eşiğinde kontrol grubuna göre yüksek frekanslarda daha kötü işitme seviyelerine sahip olduklarını bildirmişlerdir (90). Çalışmamızda postmenopozal osteoporoz hastaları ve kontrol grubu saf ses ortalamalarına bakıldığında, hem sağ kulak saf ses ortalamaları hemde sol kulak saf ses ortalamaları kontrol grubuna göre daha yüksek bulunmuştur. Hasta grubun sağ kulak saf ses ortalaması $20,059 \pm 5,4380$, sol kulak saf ses ortalaması $21,853 \pm 7,9587$ olarak bulunurken kontrol grubu sağ kulak saf ses ortalaması $14,771 \pm 6,7436$, sol kulak saf ses ortalaması $15,771 \pm 9,0686$ olarak saptanmıştır. Bu fark istatistiksel olarak anlamlıdır. Çalışmamıza benzer şekilde Özkiriş ve arkadaşları düşük frekanslarda farklılık bulamamaları da hava iletim eşiklerinde yüksek frekanslarda daha kötü işitme seviyelerine sahip olduklarını bildirmişlerdir. Ancak bunun altında yatan patofizyoloji net değildir. Bunun sebebi kalsiyum iyonlarının metabolizmadaki değişimine bağlanabilir (81, 83, 90). Kalsiyum iyonlarının saçlı hücrelerdeki kanal transduksiyonu mekanosenstif stereosilia

hareketiyle sağlanmaktadır (93). Bu nedenle kalsiyum seviyelerindeki artış veya azalma kokleanın işlevini olumsuz yönde etkiyeleri osteoporozu bulunan hastalarda işitme kaybına sebep olacağını bildirmişlerdir.

2014 yılında yapılan Kahveci ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada osteoporozlu hastaların sensörinöral işitme kaybı ve kulak burun boğaz belirtilerini değerlendirmişlerdir. Bireylere saf ses odyometri, konuşmayı anlama testi ve distorsiyon ürünü OAE yapılmıştır. Hasta ve kontrol grubunda yüksek oranda sensörinöral işitme kaybı saptanmış ve konuşmayı anlama testinde ve DPOAE sonuçlarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır. Anormal DPOAE bulguları kokleanın dış saçlı hücrelerinin kaybıyla yakından ilişki olabileceğini söylemişlerdir. Çalışmada yüksek frekanslarda DPOAE elde edilememiştir ve koklea tonotopik olarak düzenlendiğinden kokleanın taban ucunun yüksek frekanslı seslere yanıt vermesinden ötürü DPOAE sonuçlarına göre osteoporozun esas olarak kokleanın tabanını etkilediğini düşünmüşlerdir. DPOAE sonuçlarına baktıklarında yüksek frekanslardaki sensörinöral işitme kaybının koklear disfonksiyonuna bağlı olabileceğini ileri sürmüşlerdir (81). Ancak orta frekanslardaki işitme kaybının nedenini açıklayamamışlardır. Ayrıca osteoporozlu hastalarda sensörinöral tip işitme kaybının patolojisini ortaya çıkarmak için OAE, ABR ve bilgisayarlı tomografi çalışmaları yapılmasını önermişlerdir.

Çalışmamızda postmenopozal osteoporozlu bireylerin sensörinöral işitme kaybı yoğunluğu %65 kontrol grubunun sensörinöral işitme kaybı yoğunluğu %35 olarak bulunmuş ve daha önceki çalışmalara benzer şekilde hasta grubunun kontrol grubuna kıyasla daha fazla sensörinöral tipte işitme kaybı olduğu saptanmıştır. Azalmış kemik kitlesi, östrojen eksikliğinden kaynaklanan kemik mineral yoğunluğundaki azalma, kırıklara olan yatkınlık osteoporoz ve yaşlanmanın en sık görülen sebeplerinden biridir. Ayrıca kafatasının demineralizasyonu osteoporozlu hastalarda bildirilmiştir (82). Postmenopozal osteoporozlu hastalarda koklear kapsülün kemik mineral yoğunluğundaki azalmadan dolayı sensörinöral işitme kaybı ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Yaşlanma veya kemik rezorpsiyonunun osteoporozlu hastalarda denge kaybına ve yüksek frekanslarda sensörinöral işitme kaybına neden olabileceği düşünülebilir.

Çalışmamız diğer iskelet bölgesindeki kemik mineral yoğunluğundaki azalmanın temporal kemik tarafından da yansıtılacağı düşünülerek postmenopozal osteoporoz tanısı almış bireylerde osteoporozdan kaynaklı kemik mineral yoğunluğunun düşmesi ile kulak kemikçiklerinin etkilenme durumunda rezonans frekansında bir değişikliğe sebep olup olmayacağını araştırmak üzere planlanmıştır. Yaptığımız çalışmada postmenopozal osteoporoz tanısı alan bireylerin saf ses ortalaması karşılaştırıldığında, postmenopozal osteoporoz tanısı almış bireylerin, kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu bulunmuştur ve işitme eşikleri 4 kHz'ten sonra daha yüksek düşüş göstermiştir. SSO karşılaştırıldığında sonuçlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Temporal kemiğin mineral yoğunluğunu direkt ölçmeden kemik mineral yoğunluğundaki azalmanın işitme kaybı ile ilgili olduğunu açıklayamayız. Ancak düşük kemik mineral yoğunluğunun postmenopozal osteoporozlu bireylerde işitme kaybı risk faktörü olabileceği ve işitme kaybının sensörinöral tipte kayıp olabileceğini düşündürmüştür.

Çalışmaya dahil ettiğimiz postmenopozal osteoporoz tanısı almış bireylerin yaş ortalaması $57,206 \pm 4,5379$ ve kontrol grubunun yaş ortalaması $57,114 \pm 4,2756$ olarak bulunmuştur. Postmenopozal osteoporozlu bireylerin sağ kulak saf ses ortalaması $20,059 \pm 5,4380$, sol kulak saf ses ortalaması $21,853 \pm 7,9587$ olarak bulunurken kontrol grubu sağ kulak saf ses ortalaması $14,771 \pm 6,7436$, sol kulak saf ses ortalaması $15,771 \pm 9,0686$ olarak saptanmıştır. Postmenopozal osteoporoz tanısı almış bireylerin sağ kulak RF $945,588 \pm 133,3528$ ve sol kulak RF $963,235 \pm 122,6654$ olarak belirlenirken, sağlıklı gönüllü bireylerin sağ kulak RF $922,857 \pm 126,8063$ ve sol kulak RF $944,286 \pm 125,3063$ olarak saptanmıştır.

Sonuç olarak Postmenopozal osteoporozlu bireyler ile sağlıklı bireyler arasında RF değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır. Yaptığımız bu çalışma toplumun bir kısmını yansıtmaktadır. MFT'nin sunduğu diğer veriler kullanılarak, çalışmamızdan elde edilen veriler ile ileride yapılacak daha kapsamlı çalışmalara alt yapı sağlanabilir. Yaptığımız çalışmada sadece postmenopozal osteoporozlu bireyler değerlendirilmiştir. Osteoporozun birçok çeşidi mevcuttur. Diğer osteoporoz çeşitleri ve bu çalışmada ele alınmayan yüksek çözünürlüklü bilgisayarlı tomografi cihazı kullanılarak yeni çalışmalar planlanılabilir.

Sonuç olarak postmenopozal osteoporozlu bireylerde sensörinöral tipte işitme kaybı yoğunluğundan dolayı bu tip hastaların işitme kaybını doğru tanımlayarak uygun işitme cihazı verilerek yaşam kalitesinin olumlu yönde yükseltilmesi amaçlanmalıdır.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda elde ettiğimiz değerler şöyledir:

1. Yaşları 45-65 arasında, Postmenopozal Osteoporozlu bireylerin yaş ortalaması $59,20 \pm 4,53$ sağlıklı bireylerin yaş ortalaması $57,11 \pm 4,27$ olup, istatistiksel anlamlı fark yoktur.
2. Multifrekans timpanometri testinde sağ kulak RF değerleri ortalaması postmenopozal osteoporozlu bireyler için $945,588 \pm 133,3528$ Hz, sağlıklı bireyler için $922,857 \pm 126,8063$ Hz olarak bulunmuştur. Gruplar arası RF'leri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır.
3. Multifrekans timpanometri testinde sol kulak RF değerleri ortalaması postmenopozal osteoporozlu bireyler için $963,235 \pm 122,6654$ Hz, sağlıklı bireyler için $944,286 \pm 125,3063$ Hz olarak bulunmuştur. Gruplar arası RF'leri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır.
4. Saf Ses Ortalamaları olarak postmenopozal osteoporozlu hastaların sağ kulak saf ses ortalaması $20,059 \pm 5,4380$ dB, sağlıklı bireylerin ise $14,771 \pm 6,7436$ dB olarak bulunmuştur.
5. Postmenopozal osteoporozlu hastaların sol kulak saf ses ortalaması $21,853 \pm 7,9587$ dB, sağlıklı bireylerin $15,771 \pm 9,686$ dB olarak bulunmuştur.

Bu verilerden yola çıkılarak şu önerilerde bulunabilir;

1. Yaptığımız bu çalışma toplumun bir kısmını yansıtmaktadır. Daha geniş örneklem grupları ile MFT'nin sunduğu diğer veriler kullanılarak, çalışmamızdan elde edilen veriler ile ileride yapılacak daha kapsamlı çalışmalara alt yapı sağlanması umut edilmektedir
2. Çalışmamızda sadece postmenopozal osteoporozlu bireyler değerlendirilmiştir. Osteoporozun birçok çeşidi mevcuttur ve hastalığın sınıflandırılmasına göre diğer osteoporoz çeşitleri de aynı şekilde değerlendirilmeye alınıp yeni çalışmalar planlanabilir.

7. KAYNAKLAR

1. Osteoporozda Tanı Ve Tedavi (ed)Göksoy T.2000
2. Looker A. onwoll E. johnston CC. et al. Prevalence of low femoral bone density in older US adults from NHANES III J Bone Miner Res 1997;12:176
3. Koloğlu S., Osteoporoz Ankara 1998
4. Birdwood G., Understanding Osteoprosis and its treatment, the Pathnon Publishing Groups, Newyork, London.1996 OP:44-92
5. Pabuşçu Y. Bilgisayarlı Tomografi. 23. Ulusal Radyoloji kongresi, Nurol Matbaacılık A.Ş. Ankara, 2002: 52-73.
6. Weissleder R, Wittenberg J, Harisinghani MG. Primer of Diagnostic Imaging, 3th edition. Philadelphia, Mosby Inc.2003:590-597
7. Akyıldız AN: Çocukluk Çağı Kulak Burun Boğaz Hastalıkları-1, Otitis Media, Ankara, Bilimsel Tıp Yayınevi, 2000: 15-24
8. Akyıldız AN. Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi I. Ankara: Bilimsel Tıp Yayınevi, 2002: 77-99.
9. <http://koklea.tripod.com/kulak.htm>
10. A. Fuat Büyüklü Kulak Burun Boğaz ve Baş Boyun Cerrahisi cilt I
11. Moller, 2000, Seikel et al, 2010, Lee, 2012.
12. Cingi C. Kulak Burun Boğaz Enfeksiyonları Senk Matbaacılık
13. Pearson AA. Devolopment of anatomy oftheear. In: English GM. Otolaringology. Philadelphia: HarperandRowPublishers 1984; 1- 68
14. Austin DF. Anatomy of The Ear. In: Ballenger J. Diseases of the Nose, Throat, Ear, Head an Neck. 14ed. Philadelphia: Lea and Febiger 1991; 922 – 947
15. Akyıldız AN. Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi I. Ankara: Bilimsel Tıp Yayınevi 2002; 77-99
16. Uygur K, Kılıçkaya M, Tüz M. Kronik Otitis Media Cerrahisinde Fonksiyonel Sonuçlarımız, Türkiye Klinikleri KBB 2001; 1: 148-52

17. Karasalihoğlu A. Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş Boyun Cerrahisi. Ankara: Güneş Tıp Kitap Evi 2003.
18. Uygur K, Kılıçkaya M, Tüz M. Kronik Otitis Media Cerrahisinde Fonksiyonel Sonuçlarımız, Türkiye Klinikleri KBB 2001; 1: 148-52
19. Moller, M. Hearingits Physiology and Pathophysiology, ch. AcademicPress. 2000; 74-75
20. Akyıldız N. Kulak Hastalıkları ve mikroşirürjisi. Cilt I, Ankara: Ongün Kardeşler Matbaacılık, 1986:118-163, 313-334
21. Swartz JD, Harnsberger RH. Imaging of theTemporal Bone, 3th edition. New York, Thieme Medical Publishers Inc. 1998; 47-107,
22. Moller A.R. Hearing: Anatomy, Physiology and Disorders of the Auditory System, San Diego; California: Elseiver 2006; 6-10
23. Belgin E. Temel Odyoloji. Güneş Tıp Kitabevleri, 2015.
24. Som PM, Curtin HD. HeadandNeckImaging, 4th edition. St. Louis, Mosby Inc 2003; 1058-1071
25. Passali D, Bellussi L, De Lauretis A. Relapsing infective-phlogistic pathology of Waldeyer's ring and its relationship with secretory otitis media. Arch Otolaryngol 1996; 523:138-41
26. Cingi E. Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Cilt I, Eskişehir: Etam Matbaacılık, 1995; 12-19
27. Greg R. Licameli. The Eustachian tube update on anatomy, development and Function. Otolaryngol Clin N Am.2002; 35:803–9.
28. Morgan SL, Saag KG et al. Osteoporotic bone diseases. In: Kopman WJ, ed. Arthritis and Allied Conditions. Lippicott Williams, Wilkins, Philadelphia, 2001:2449-2513.
29. Yao WJ, Wu CH, Wang ST, Chang CJ, Chiu NT, YuCY. Differential changes in regional bone mineral density in healthy Chinese: age related and sex-dependent. Calcif Tissue Int 2001; 68 (6): 330-336.
30. Gökçe-Kutsal Y. Erkeklerde Osteoporoz. Gökçe-Kutsal Y Ed. Modern Tıp Seminerleri. Güneş Kitapevi, Ankara, 2001;143-155.
31. Ahlborg HG, Johnell O, Nilsson BE, Jeppsson S, Rannevik G, Karlsson MK. Bone loss in relation to menopause: a prospective study during 16 years. Bone 2001; 28 (3):327-331.

32. Sarıdoğan ME. Osteoporozun Tanımı, Sınıflandırılması ve Epidemiyolojisi Yeşim Gökçe Kutsal (ed). Osteoporoz (2.baskı). Ankara. Güneş Kitabevi. 2005: 1-36
33. Anon B. Consensus development conference: diagnosis, prophylaxis and treatment of osteoporosis. Am J Med 1993; 94: 645-650.
34. World Healthy Organization. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis. WHO technical report serious 843. WHO 1994, Geneva.
35. Fitzpatrick LA. Secondary causes of osteoporosis. Mayo Clin Proc 2002; 77(5): 453 68.
36. Çetir Ö., Osteoporozda Mortalite.Atuel Tıp Dergisi 23.24
37. Ketenci A: Türkiyede Vertebral osteoporozun sıklığı ve risk faktörleri, Uzmanlık tezi 1992 istanbul tıp fakültesi)
38. AACE Medical Guidelines for clinical practice fort he diagnosis and treatment of postmenopausal osteoporosis. Endocrine Practice 2010; 16(Supl 3): 1-37.
39. Parfitt AM. The coupling of bone formation to bone resorption: A critical analysis of the concept and of its relevance to the pathogenesis of osteoporosis. Metab Bone Dis Relat Res. 1982;4(1):1-6.
40. Hodgson SF, Watts NB, Bilezikian JP et al. American Association of Clinical Endocrinologists medical guidelines for clinical practice for the prevention and treatment of postmenopausal osteoporosis: 2001 edition, with selected updates for 2003. Endocr Pract 2003; 9(6): 544-64.
41. Cosman F, de Beur SJ, LeBoff MS, Lewiecki EM, Tanner B, Randall S, Lindsay R. Clinician's guide to prevention and treatment of osteoporosis. Osteoporosis Int 2014; Oct;25(10):2359-81
42. AACE Medical Guidelines for clinical practice fort he diagnosis and treatment of postmenopausal osteoporosis. Endocrine Practice 2010; 16(3): 1-37.
43. Cohen RD: Metabolik kemik hastalıkları In: Currey HLF (ed.) Rheumatic Disease Clinics of North America, Philadelphia, Wb Saunders Company, 1994: 535-59
44. Hanh BH: Osteopenic bone diseases. In: Koopman Wj (ed.) Arthritis and Allied Conditions. 13th Ed. William & Wilkins, Philadelphia, 1997; (2): 2203-2232

45. Le Boff MS: Metabolic bone diseases. In: Kelley WN, Harris ED, ruddy S, Sledge CB (eds): Textbook of Rheumatology, WB Saunders Company, London, 1997; 5th ed, (2): 1563-80
46. National Osteoporosis Foundation. Osteoporos Int 1998; (4): S7-S80.
47. Kanis JA, Melton LJ 3rd, Christiansen C, et al. The diagnosis of osteoporosis. J Bone Miner Res 1994; 9: 1137-41.
48. Chen Z, Maricic M, Lund P, et al. How the new Hologic hip normal reference values affect the densitometric diagnosis of osteoporosis. Osteoporos Int 1998; 8(5):423-7
49. Takada M, Grampp S, Ouyang X, et al. A new trabecular region of interest for femoral dual X-ray absorptiometry: short-term precision, age-related bone loss, and fracture discrimination compared with current femoral regions of interest. J Bone Miner Res 1997; 12(5):832-8.
50. Lu Y, Fuerst T, Hui S, et al. Standardization of bone mineral density at femoral neck, trochanter and Ward's triangle. Osteoporos Int 2001; 12(6):438-44.
51. Goodman A. Reference zero levels for pure tone audiometers. ASHA; 1965 7: 262-263.
52. Hall JW, Mueller HG. Audiologists' Desk Reference, Diagnostic Audiology Principles, Procedures and Protocols. San Diego: Singular Publishing 1997;1,104
53. Schlauch RS, Nelson P. Puretone evaluation. In: Katz J, Burkhardt R, Medwetzky L, Hood L, eds. Handbook of Clinical Audiology, Williams and Wilkins, 2009; (6),30-50,
54. Schlauch RS, Nelson P. Puretone Evaluation. In Katz J, Medwetsky L, Burkard L (eds): Handbook Clinical Audiology. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins 2009; 30-49.
55. Shahnaz N, Polka L. Standard and multifrequency tympanometry in normal and otosclerotic ears. EarHear 1997; 18:326±41
56. Akyıldız AN. Kulak hastalıkları ve mikroirürüjisi. Cilt I, Ankara: Ongün Kardeler Matbaacılık, 1986:118-163
57. Shanks, E. Janet. "Tympanometry", American Speech-Language-Hearing Association 1984; (5):268-80.
58. Stach B.A, Clinical Audiology: An Introduction, New York: Delmar, 2010; 313-331.

59. Tahincioğlu, Z. “Orta Kulak Patolojilerinde Multifrekans Timpanometri Bulguları”, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2003).
60. Katz, J. Handbook of Clinical Audiology, Maryland: Williams & Wilkins, , 2002; 159- 175
61. AKYILDIZ N. Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi cilt 1, bilimsel tıp yayınevi, 1998
62. Baldwin, M. Choice of probe tone and classification of trace patterns in tympanometry undertaken in early infancy. International Journal of Audiology 2006; 45, 417-427
63. Martin, F.N ve Clark, J.G. Introduction to Audiology eighth edition. United States of America; 2003.
64. Ogut F. Serbetcioglu B. Kirazli T. Kirkim G. & Gode S. Results of Multi-Frequency Tympanometry Measures in Normal and Otosclerotic Middle Ears”, International Journal of Audiology 2008; 47: 615-620
65. Jerger J, Northern J. Clinical impedance audiometry. Stuttgart, Thieme, 1970; 18-64
66. Margolis RH. Van Camp KJ. Wilso RH. & Creten WL. “Multifrequency Tympanometry in Normal Ears”, J. Audiology 1985; 24:44-53
67. Koç C, Arıkan O. Pediatrik seröz otitler. Klinik Pediatri 2002; 1: 93-98
68. Graney DO, Rice DH. Anatomy, Otolaryngology—Head & Neck Surgery, Ed: Cummings CW ve ark. 3. ed., Vol:2, Bölüm:55, Mosby CD-Online.
69. Kumral T.L., Efüzyonlu Otitis Media Tanısı Konan Hastalarda pre-op ve post-op Erken Dönem İşitmenin Değerlendirilmesi, TC. Sağlık Bakanlığı Haseki Eğitim ve Araştırma Hastanesi, KBB ve Baş Boyun Cerrahisi Kliniği, İstanbul 2007
70. Ögüt F. Multifrekansiyel Timpanometri Ölçümlerinin Otosklerotik ve Normal Kulaklarda Karşılaştırılması. Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı, İzmir, 2006.
71. Margolis, R. & Shanks, J. E. Tympanometry: Principles and Procedures In W. F. Rintelmann (Ed.), Hearing Assessment, Pro-Ed., Texas: Austin 1991; 179-246
72. Shahnaz N, Davies D, Standart and mutlifrequency tympanometric norms for caucasion and chinese young adults. Ear & Hearing 2006; 27:75-90

73. Shanks J.E., & Shelton, C. Basic Principles and Clinical Applications of Tympanometry, Otolaryngology Clinics of North America 1991; 24: 299-328.
74. Lutman ME. "Phasor admittance measurements of the middle ear: I. Theoretical approach." Scand Audiol 1984; 13: 253–264,
75. Rıza Korhan Sezin, Evren Hızal, Seyra Erbek, Levent Naci Özlüoğlu. Normal işiten yetişkinlerde orta kulak rezonans frekansı normatif değerleri Kulak Burun Bogaz Ihtis Derg. 2013; 23(6):331-5.
76. Wada H, Kobayashi T, Suetake M, Tachizaki H. Dynamic Behavior of Middle Ear Based on Sweep Frequency Tympanometry. International Journal of Audiology 1989; 28 (3), s. 127-134
77. Russolo M., Bianchi M., Miani C. La timpanometria multifrequenziale nella diagnosi di otosclerosi fenestrata. Audiol Ital, 1991; 8: 87–94.
78. Valvik B.R., Johnsen M., Laukli E. Multifrequency tympanometry. Preliminary experiences with a commercial available middle-ear analyzer." Audiology 1994; 33: 245–253.
79. Lynn SG, Sinaki M, Westerlind KC; Balance characteristics of persons with 68 osteoporosis. Arch Phys Med Rehabil 1997; 78:273-77.
80. Ünlüsoy D, Aydoğ E, Tuncay R, Eryüksel R, Ünlüsoy İ, Çakıcı A. Postural Balance in women with osteoporosis and effective factors. Turkish Journal Of Osteoporosis 2011
81. Kahveci, O.K, Demirdal; U.S., Yücedag, F. & cerci, U Patients with osteoporosis have higher incidence of sensorineural hearing loss. Clinical Otolaryngology 2014; 39: 145-149.
82. Ji Yoon Kim, Sun Bin Lee, Chang Ho Lee, Hyoung-Mi Kim. Hearing loss in postmenopausal women with low bone mineral density 2016; 43:155-160.
83. Mei-Chen Yeh, Shih-Feng Weng, Yuan-Chi Shen, Chien-Wen Chou, Chwen-Yi Yang, Jhi-Joung Wang, and Kai-Jen Tien. Increased Risk of Sudden Sensorineural Hearing Loss in Patients With Osteoporosis: A Population-based, Propensity Score-matched, Longitudinal Follow-Up Study. J Clin Endocrinol Metab 2015; 100(6):2413–2419
84. Atan D., Atan T., Özcan K.M., Ensari S., Dere H. Relation of otosclerosis and osteoporosis: A bone mineral density study" Auris Nasus Larynx 2015; 43:400-403.
85. Colletti V, Fiorino FG, Sittoni V, Policante Z. Mechanism of the middle ear in otosclerosis and stapedoplasty. Acta Otolaryngol 1993;113: 637–41.

86. Khan A, Lore J. Osteoporosis relative to head and neck. J Med 1984;279–84.
87. Teoman G. Parkinson Hastalarında Orta Kulak Bulguları. Yüksek lisans Tezi. . Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı, Ankara, 2017.
88. Erişim:(<http://www.meders.com.tr/tr/gsi-odyolojik-tani-cihazlari/diagnostik-tanicihazlari/tympstar-middle-ear-analyzer.html>). Erişim tarihi: 25.01.2018.
89. Margolis R, Shanks JE. Tympanometry: Principles and Procedures. In W. F. Rintelmann (Ed.), Hearing Assessment, Pro-Ed. 1991; 179-246,
90. Ozkiriş M., Karaçavuş S., Kapusuz Z., Balbaloglu O., Saydam L. Does bone mineral density have an effect on hearing loss in postmenopausal patients. The Annals of otology, rhinology and laryngology. 2013;122(10):648-52
91. Gargeshwari A., Singh N.K., Kumar P., Jha R.H. Effect of Lowered Bone Mineral Denstiy on the Outcomes of Audiological Test: A Preliminary Study. J Indian Speech Language Hearing Assoc 2017; 31:29-35.
92. Petasnick JP. Tomography of the temporal bone in paget's disease. Am J Roentgenol. 1969;105(4):838–843.
93. Cheung EL, Corey DP. Ca²⁺ changes the force sensitivity of the hair cell transduction channel. Biophys J 2006; 90:124-39.