



T.C.

KTO KARATAY ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SAĞLIKLI YETİŞKİN BİREYLERDE ETNİK KÖKENİN ORTA
KULAK FONKSİYONLARINA ETKİSİNİN GENİŞ BANT
TİMPANOMETRİ İLE ARAŞTIRILMASI**

SÜMEYYE KANDEMİR

YÜKSEK LİSANS

ODYOLOJİ ANA BİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI

Dr. Öğr. Üyesi Burak ÖZTÜRK

KONYA 2019

T.C.
KTO KARATAY ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SAĞLIKLI YETİŞKİN BİREYLERDE ETNİK KÖKENİN ORTA
KULAK FONKSİYONLARINA ETKİSİNİN GENİŞ BANT
TİMPANOMETRİ İLE ARAŞTIRILMASI**

SÜMEYYE KANDEMİR

YÜKSEK LİSANS
ODYOLOJİ ANA BİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI
Dr. Öğr. Üyesi Burak ÖZTÜRK

KONYA 2019

TEZ ONAY SAYFASI

KTO Karatay Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Öğrencisi **SÜMEYYE KANDEMİR**' in "**Sağlıklı Yetişkin Bireylerde Etnik Kökenin Orta Kulak Fonksiyonlarına Etkisinin Geniş Bant Timpanometri İle Araştırılması**" başlıklı tezi tarafımızdan incelenmiş; amaç, kapsam ve kalite yönünden Yüksek Lisans/Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

KTO Karatay Üniversitesi / 19.09.2019

Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Burak ÖZTÜRK
KTO Karatay Üniversitesi
İmzası

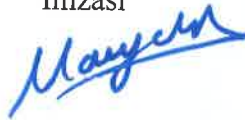
Jüri Üyesi
Doç. Dr. Meral Didem
TÜRKYILMAZ
Hacettepe Üniversitesi
İmzası

Jüri Üyesi
Dr. Öğr. Üyesi İclal ŞAN
KTO Karatay Üniversitesi
İmzası

Yukarıdaki tez, KTO Karatay Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun .../.../2019 tarih ve/..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Dr. Öğr. Üyesi Merve AYDIN TERZİOĞLU
Enstitü Müdür Vekili

İmzası



APPROVAL

We certify that we have read this dissertation entitled “*Sağlıklı Yetişkin Bireylerde Etnik Kökenin Orta Kulak Fonksiyonlarına Etkisinin Geniş Bant Timpanometri İle Araştırılması*” by “*Sümeyye KANDEMİR*” that in our opinion it is fully adequate, in scope and quality, as dissertation for the degree of *Master of Science* in the Department of “**Audiology**”, Institute of Health Sciences, University of KTO Karatay Konya, Turkey / 19.09.2019

Principal Advisor

Dr. Öğr. Üyesi Burak ÖZTÜRK

KTO Karatay Üniversitesi

Signature

Examination Committee Member

Doç Dr. Meral Didem

TÜRKYILMAZ

Hacettepe Üniversitesi

Affiliation Signature

Examination Committee Member

Dr. Öğr. Üyesi İclal ŞAN

KTO Karatay Üniversitesi

Affiliation Signature

This thesis has approved for the University of KTO Karatay Institute of Health Sciences.

Dr. Öğr. Üyesi Merve AYDIN TERZİOĞLU
Director of Institute of Health Sciences

19.09.2019 and Signature



BEYANAT

Bu tezin tamamının kendi çalışmam olduğunu, planlanmasından yazımına kadar hiçbir aşamasında etik dışı davranışımın olmadığını, tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları kaynaklar listesine aldığımı, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

Tarih 19.09.2019

Öğrencinin Adı Soyadı Sümeyye KANDEMİR

İmzası 

TEŞEKKÜR

Tez alıŐması s¼recim boyunca destek ve tavsiyeleri için danıŐmanım Dr. Öğr. Üyesi Burak ÖZTÜRK' e;

Tezimin istatistiksel araŐtırmalarını yapan ve istatistik sonuçlarını yorumlamamda yardımcı olan Doç. Dr. Mustafa Agah TEKİNDAL' a;

Tezimdeki olgulara ulaşmamda büyük yardımı olan İbrahim ALSARHİ ve KTO Karatay Üniversitesi KARDİL' de bulunan Uğur BİRKANDAN'a;

Odyolojide tanıştığımız ilk günden beri hep yanımda olan ve tezimin her aşamasında bana destek veren değerli dostum Özge ÖZKAYA' ya;

Hayatımın her döneminde gösterdikleri sonsuz emek ve sevgilerinden dolayı babam İzzet KOÇAK'a, annem Canan KOÇAK'a ve kardeşlerime;

Tüm kararlarıma destek veren ve her zaman yanımda olan sevgili eşim Samed KANDEMİR'e;

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

<i>Tez Onay Sayfası</i>	ii
<i>Approval</i>	iii
<i>Beyanat</i>	iv
<i>Teşekkür</i>	v
<i>İçindekiler</i>	vi
<i>Kısaltmalar Ve Simgeler Listesi</i>	viii
<i>Tablolar Listesi</i>	x
<i>Grafik Listesi</i>	xiii
<i>Şekiller Listesi</i>	xiv
<i>Özet</i>	xvi
<i>Abstract</i>	xviii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. <i>Orta Kulak</i>	4
2.1.1. <i>Orta Kulak Anatomisi</i>	4
2.1.2 <i>Orta Kulak Fizyolojisi</i>	11
2.1.3. <i>Orta Kulağın Kütle ve Sertlik Özelliklerinin Farklı Frekanslarda Ses İletimini Etkilemesi</i>	15
2.2 <i>Akustik İmmitansmetri</i>	16
2.2.1 <i>Akustik İmmitansmetri Birimleri</i>	18
2.3 <i>Timpanometri</i>	24
2.3.1 <i>Eşdeğer Dış Kulak Kanalı Hacmi</i>	27
2.3.2. <i>Kompanse Edilmiş Statik Akustik Admitans</i>	28
2.3.3. <i>Timpanometrik Gradyan ve Genişlik</i>	29
2.3.4. <i>Timpanometrik Tepe Basıncı</i>	30
2.3.5. <i>Multifrekans Timpanometri</i>	30
2.4. <i>Geniş Bant Timpanometri</i>	31
2.4.1. <i>Geniş Bant Reflektans Ölçümleri</i>	32
2.4.2. <i>Geniş Bant Akustik Reflex Ölçümleri</i>	38
2.4.3. <i>Absorbans Grafiği</i>	39
2.4.4. <i>Averajlanmış Geniş Bant Timpanogram</i>	39
3.GEREÇ VE YÖNTEM	41
3.1 <i>Bireyler</i>	41
3.1.1. <i>Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri</i>	42

3.1.2. Çalışmaya Dahil Etmeme Kriterleri	42
3.2.Kullanılan Testler ve Yöntem	43
3.3. İstatistiksel Yöntem	45
4.BULGULAR	46
5. TARTIŞMA	69
6. KAYNAKLAR	76
7. ÖZGEÇMİŞ.....	81
8. EKLER.....	82
<i>EK- A: Etik Kurul Onayı.....</i>	<i>82</i>
<i>EK- B: Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu.....</i>	<i>83</i>



KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

A-GBT	:	Averajlanmış Geniş Bant Timpanogram
ART	:	Akustik Refleks Eşiği
Ba	:	Akustik suseptans (Acoustic susceptance)
JBma	:	Kütle suseptansı (Mass susceptance)
JBsa	:	Sertlik suseptansı (Stiffness susceptance)
cm³	:	Santimetre Küp (Centimeter cube)
daPa	:	DekaPaskal (DecaPascals)
dB	:	Desibel
DPOAE	:	Distorsiyon Ürünü Otoakustik Emsiyon (Distortion Product Otoacoustic Emission)
ER	:	Enerji Reflektansı
EOM	:	Efüzyolu Otitis Media
Ga	:	Akustik Konduktans (Acoustic Conductance)
GAİ	:	Geniş Bant Akustik İmmitansmetri
GBA	:	Geniş Bant Absorbans
GBR	:	Geniş Bant Reflektans
GBT	:	Geniş Bant Timpanometri
MFT	:	Multifrekans Timpanometri
RF	:	Rezonans Frekansı
teSBS	:	Tepe Eşdeğer Ses Basınç Seviyesi
TEOAE	:	Transient Otoakustik Emisyon
TG	:	Timpanogram Genişliği
TTB	:	Timpanogram Tepe Basıncı
TM	:	Timpanik Membran

TPP	:	Timpanogram Tepe Basıncı (Tympanometric Peak Pressure)
Vek	:	Eşdeğer Kulak Kanalı Hacmi
Xa	:	Akustik Reaktans
VKİ	:	Vücut Kütle İndeksi
Ya	:	Akustik Admitans
Ytm	:	Kompanse Edilmiş Statik Akustik Admitans
Ytm(GBT)	:	Geniş Bant Kompanse Edilmiş Statik Akustik Admitans
Za	:	Akustik İmpedans



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. 226 Hz ‘de Türk, Afrikalı ve Arap grupların ortalama absorbens değeri ve karşılaştırma sonuçları.....	46
Tablo 2. 257 Hz ‘de Türk, Afrikalı ve Arap grupların ortalama absorbens değeri ve karşılaştırma sonuçları.....	46
Tablo 3. 408 Hz ‘de Türk, Afrikalı ve Arap grupların ortalama absorbens değeri ve karşılaştırma sonuçları.....	47
Tablo 4. 500 Hz ‘de Türk, Afrikalı ve Arap grupların ortalama absorbens değeri ve karşılaştırma sonuçları.....	47
Tablo 5. 629 Hz ‘de Türk, Afrikalı ve Arap grupların ortalama absorbens değeri ve karşılaştırma sonuçları.....	48
Tablo 6. 1000 Hz ‘de Türk, Afrikalı ve Arap grupların ortalama absorbens değeri ve karşılaştırma sonuçları.....	48
Tablo 7. 2000 Hz ‘de Türk, Afrikalı ve Arap grupların ortalama absorbens değeri ve karşılaştırma sonuçları.....	49
Tablo 8. 3174 Hz ‘de Türk, Afrikalı ve Arap grupların ortalama absorbens değeri ve karşılaştırma sonuçları.....	49
Tablo 9. 4000 Hz ‘de Türk, Afrikalı ve Arap grupların ortalama absorbens değeri ve karşılaştırma sonuçları.....	50
Tablo 10. 5495 Hz ‘de Türk, Afrikalı ve Arap grupların ortalama absorbens değeri ve karşılaştırma sonuçları.....	50
Tablo 11. 7127 Hz ‘de Türk, Afrikalı ve Arap grupların ortalama absorbens değeri ve karşılaştırma sonuçları.....	51
Tablo 12. 8000 Hz ‘de Türk, Afrikalı ve Arap grupların ortalama absorbens değeri ve karşılaştırma sonuçları.....	51
Tablo 13. Türk, Afrikalı ve Arap grupların ortalama dış kulak kanalı hacim değeri ve karşılaştırma sonuçları.....	52
Tablo 14. Türk, Afrikalı ve Arap grupların ortalama rezonans frekans değeri ve karşılaştırma sonuçları.	53
Tablo 15. 2000 Hz sol kulakta Türk, Afrikalı ve Arap grupların ortalama absorbens değeri ve çoklu karşılaştırma sonuçları.	54
Tablo 16. 3174 Hz ‘de Türk, Afrikalı ve Arap grupların ortalama absorbens değeri ve çoklu karşılaştırma sonuçları.....	54

Tablo 17. 4000 Hz 'de Türk, Afrikalı ve Arap grupların ortalama absorbands değerleri ve çoklu karşılaştırma sonuçları.....	55
Tablo 18. Türk, Afrikalı ve Arap grupların ortalama dış kulak kanalı hacim değerleri ve çoklu karşılaştırma sonuçları.....	55
Tablo 19. Türk grubunun değerlendirme yapılan 12 frekanstaki sağ ve sol kulakların absorbands değerleri ve karşılaştırma sonuçları.	56
Tablo 20. Afrika grubunun değerlendirme yapılan 12 frekanstaki sağ ve sol kulakların absorbands değerleri ve karşılaştırma sonuçları.	57
Tablo 21. Arap grubunun değerlendirme yapılan 12 frekanstaki sağ ve sol kulakların absorbands değerleri ve karşılaştırma sonuçları.	58
Tablo 22. Türk, Afrikalı ve Arap grupların vücut kütle indeks kategorileri göre karşılaştırma sonuçları.	59
Tablo 23. Türk, Afrikalı ve Arap grupların vücut kütle indeks kategorileri ki-kare test sonuçları.....	59
Tablo 24. Türk, Afrikalı ve Arap grupların vücut kütle indeks değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	60
Tablo 25. Türk, Afrikalı ve Arap grupların vücut kütle indeks değerlerinin anova testi sonuçları.	60
Tablo 26. Türk, Afrikalı ve Arap grupların kütle değerlerinin karşılaştırılma sonuçları.....	61
Tablo 27. Türk, Afrikalı ve Arap grupların kütle değerlerinin anova test sonuçları.	62
Tablo 28. Türk, Afrikalı ve Arap grupların kütle değerlerinin çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	62
Tablo 29. Türk grupta 5495 Hz frekansında sol kulakta elde edilen absorbands değeri ile VKİ ve kütle korelasyonu	63
Tablo 30. Türk grupta 7127 Hz frekansında sol kulakta elde edilen absorbands değeri ile VKİ ve kütle korelasyonu	63
Tablo 31. Türk grupta 8000 Hz frekansında sol kulakta elde edilen absorbands değeri ile VKİ ve kütle korelasyonu	64
Tablo 32. Afrikalı grupta 1000 Hz frekansında sağ kulakta elde edilen absorbands değeri ile VKİ ve kütle korelasyonu	64
Tablo 33. Arap grupta 2000 Hz frekansında sağ kulakta elde edilen absorbands değeri ile VKİ ve kütle korelasyonu	65

Tablo 34. Arap grupta 2000 Hz frekansında sol kulakta elde edilen absorbands değeri ile VKİ ve kütle korelasyonu	65
Tablo 35. Arap grupta 3174 Hz frekansında sağ kulakta elde edilen absorbands değeri ile VKİ ve kütle korelasyonu	66
Tablo 36. Arap grupta 3174 Hz frekansında sol kulakta elde edilen absorbands değeri ile VKİ ve kütle korelasyonu	66
Tablo 37. Arap grupta 4000 Hz frekansında sağ kulakta elde edilen absorbands değeri ile VKİ ve kütle korelasyonu	67
Tablo 38. Arap grupta 4000 Hz frekansında sol kulakta elde edilen absorbands değeri ile VKİ ve kütle korelasyonu	67
Tablo 39. Arap grupta sağ kulak dış kulak kanalı hacminde elde edilen absorbands değeri ile VKİ ve kütle korelasyonu	68
Tablo 40. Arap grupta sol kulak dış kulak kanalı hacminde elde edilen absorbands değeri ile VKİ ve kütle korelasyonu	68

GRAFİK LİSTESİ

Grafik 1. Absorbans Grafiği (http://www.interacoustics.com 09.07.2019).....	39
Grafik 2. A-GBT (http://www.interacoustics.com 09.07.2019).	40
Grafik 3. Çalışmaya katılan bireylerin etnik kökenlerine göre dağılımları.	42
Grafik 4. Anlamlı fark elde edilen frekansların absorbans değer grafiği.....	52
Grafik 5. Tüm Grupların Sağ Ve Sol Dış Kulak Kanalı Hacimleri.	53
Grafik 6. Tüm Grupların Ortalama Kütle Değerleri.	61



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Sağ Kulak Timpanik Membran (Hamıll ve Price 2017).....	4
Şekil 2. Pars Tensanın Örümcek Ağı Görünümü (Hamıll ve Price 2017).....	5
Şekil 3. Malleus-İncus-Stapes (Gelfand 2016).	5
Şekil 4. Otoskop ile Timpanik Membran Görüntüsü (Gelfand 2016).	6
Şekil 5. Ossiküler Zincir (Drake ve ark. 2014).....	7
Şekil 6. A) Sağ Kulak Medial Duvar Şematiği, B)) Sağ Kulak Posterior Duvar Şematiği, C) Sağ Kulak Lateral Duvar Şematiği, D) Sağ Kulak Anterior Duvar Şematiği (Hamıll ve Price 2017).....	9
Şekil 7. Dönme Ekseni ve Ossitüler Zincirin Uzun (Malleus) Ve Kısa (İncus) Bacaklarının Göreceli Uzunlukları (Gelfand 2016).....	12
Şekil 8. Timpanik Membrandan Stapes Tabanına Enerji Transferi (Hamıll ve Price 2017).....	13
Şekil 9. Orta Kulağın Telafi Fonksiyonu (Kim ve Koo 2015).	14
Şekil 10. Ortalama Orta Kulak Absorbans Değerleri (Hamıll ve Price 2017).....	15
Şekil 11. Normal orta kulak fonksiyonlarına sahip kulak için akustik admitans (A) ve akustik impedans(B) (Shahnaz ve Hunter 2014).	17
Şekil 12. Admitans terminolojisi; j, imgesel bir sayının simgesidir. Bm kütle suseptansı; Bs sertlik suseptansı; Ba toplam suseptansı (Bm ve Bs' nin cebirsel toplamıdır); Y mutlak admiatns büyüklüğü; ϕ Kabul faz açısı (Hunter ve Shahnaz 2014).	19
Şekil 13. Normal İşitmeye Sahip Erişkin Kulakta Farklı Frekanslarda Saf Ses Fonksiyonu Olarak Admitans Vektörü Değişimi (Hunter ve Shahnaz 2014).....	20
Şekil 14. Farklı Frekanslarda Akustik Admitans Değerleri (Hunter ve Sanford 2015)	21
Şekil 15. Admitans Vektörünün, Saf Ses Frekansının Bir Fonksiyonu Olarak Dönüşmesi (Hunter ve Sanford 2015).....	22
Şekil 16. Orta Kulağın Mekanoakustik Modeli (Silman ve Emmer 2011).....	23
Şekil 17. Üç tip mekanik element (sertlik, kütle ve sürtünme) için uygulanan kuvvet (F) ile sonuçlanan hız (V) arasındaki ilişki (Shanks 1984).....	24
Şekil 18. Hava basıncının dış kulak kanalı, timpanik membran ve orta kulaktaki değişiminin gösterimi (Hunter ve Shahnaz 2014).....	25
Şekil 19. Jergell Sınıflandırılmasına Göre Timpanogram Çeşitleri (Hunter ve Shahnaz 2014).....	26

Şekil 20. Patolojinin kulak kanalı hacim üzerindeki etkisini gösteren, kompanse edilmemiş timpanogramlar (Hunter ve Shahnaz 2014).	27
Şekil 21. Normal 226-Hz admitans timpanogramı. TPP timpanometrik tepe basıncı; Ytm kompanse edilmiş akustik admitans; -300 daPa: eş değer dış kulak kanalı hacmi (Vea) ölçmek için kullanılan basınç değeri (Hunter ve Shahnaz 2014).....	28
Şekil 22. Timpanogramın Genişliğin Ölçümü (Gelfand 2016).	29
Şekil 23. Timpanometrik Gradyan Hesaplanması (Gelfand 2016).....	30
Şekil 24. Geniş bant timpanometri (Interacoustics, Assens, Danimarka) (Hunter ve Shahnaz 2014).....	31
Şekil 25. Enerji Reflektans Gösterimi (Hunter ve Shahnaz 2014).	32
Şekil 26. GBR Normatif Veri (Hunter ve Shahnaz 2014).	33
Şekil 27. 2012 Sonunda FDA Onayı Alan Titan Geniş Bant Timpanometri (Hunter ve Shahnaz 2014).	34
Şekil 28. Otoskleroz Hastalarında ER Bulguları (Shahnaz ve ark. 2009)	36
Şekil 29. Stapedektomi ameliyatı öncesi ve sonrası sol kulağı ameliyat olan 50 yaşında kadın hastadaki enerji reflektansı (ER) (Hunter ve Shahnaz 2014).....	37
Şekil 30. Farklı orta kulak koşulları için frekansın bir fonksiyonu olarak ortalama enerji reflektansı: normal, hafif negatif orta kulak basıncı (-100 ila -199 daPa) (Hunter ve Shahnaz 2014).....	38
Şekil 31. Video otoskop cihazı.	43
Şekil 32. Interacoustics Titan Geniş Bant Timpanometre (http://www.interacoustics.com 09.07.2019).	44
Şekil 33. Dünya Sağlık Örgütü 'nün Referans Aralığına Göre VKİ Kategorileri.....	45

ÖZET

T.C. KTO KARATAY ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Sağlıklı Yetişkin Bireylerde Etnik Kökenin Orta Kulak Fonksiyonlarına Etkisinin
Geniş Bant Timpanometri İle Araştırılması

Sümeyye KANDEMİR

Odyoloji Anabilim Dalı

YÜKSEK LİSANS TEZİ / KONYA-2019

AMAÇ: Orta kulak değerlendirme tekniğinde yeni olan geniş bant timpanometri (GBT), dış kulak kanalında yansıyan (reflektans) veya soğurulan (absorbans) ses enerjisini, geniş bir frekans aralığında ölçebilmektedir. Çalışmanın amacı normal işitmeye sahip etnisite açısından birbirinden farklı (Türk, Arap, Afrikalı) sağlıklı yetişkin bireylerde, Geniş Bant Timpanometri test sonuçlarını karşılaştırarak etnik kökene göre orta kulak fonksiyonlarında farklılık olup olmadığını incelemektir.

GEREÇ ve YÖNTEM: Çalışmada, 18-30 yaş aralığında dahil etme kriterlerine uymayan katılımcıların çıkarılması sonucunda her grupta 25 kişi olmak üzere 3 grupta toplamda 75 kişi değerlendirilmiştir. Normal işitmeye sahip yetişkinlere 226-8000 Hz aralığında GBT, averajlanmış geniş bant timpanometri (A-GBT), eş değer dış kulak kanalı hacmi ve rezonans frekans ölçümleri yapılmıştır. Bireylerin kütle ve boy bilgileri de alınarak vücut kütle indeksi (VKİ) hesaplamaları yapılmıştır. Geniş Bant Absorbans, eş değer dış kulak kanalı hacmi ve rezonans frekans sonuçları ile bireylerin VKİ ve kütleleri arasındaki korelasyon incelenmiştir.

BULGULAR: Gruplar arası 2000 Hz sol kulak, 3174 Hz sol kulak ve sağ kulak, 4000 Hz sol kulak ve sağ kulak Geniş Bant Absorbans (GBA) değerleri arasında, sağ ve sol kulak için eş değer dış kulak kanalı hacim değerleri arasında ve kütle değerleri arasında farklılık bulunmuştur ($p < 0.05$). Türklerde VKİ veya kütle ile 5495 Hz, 7127 Hz, 8000 Hz sol kulak GBA sonuçları arasında; Afrikalılarda VKİ ile 1000 Hz sağ kulak GBA sonuçları arasında; Araplarda VKİ ve kütle ile sağ ve sol kulak eş değer dış kulak kanalı hacim değerleri arasında pozitif yönde korelasyon sonuçları bulunmuştur. Araplarda VKİ veya kütle ile 2000 Hz, 3174 Hz ve 4000 Hz sağ kulak ve sol kulak GBA sonuçları arasında anlamlı derece negatif yönde korelasyon bulunmuştur.

SONUÇ: Çalışma sonucunda en düşük kütlede Türk grubunun olduğu ve bu grubun yüksek frekanslarda en yüksek GBA değerine sahip olduğu elde edilmiştir. En yüksek kütlede Arap grubunun olduğu ve bu grubun alçak frekanslarda en yüksek GBA değerine sahip olduğu elde edilmiştir. Farklı frekanslarda elde edilen GBA sonuçları etnik kökene göre değişiklik olabileceğini göstermektedir. Yapılan çalışmalarda, artan vücut kütlesi sebebiyle orta kulak sisteminin kütle ve

katılık özelliklerinde değişiklik olduğu ve bunun sonucunda frekans geçirgenliğinde farklılık olduğu belirtilmiştir. Sonuçlar, etnik kökene göre normatif veri oluşturulması patolojik durumun ayırt edilmesinde ve erken tedavide olumlu katkı sağlayabileceğini düşündürmektedir. Bu farklılıkların nedenlerinin belirlenebilmesi için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Absorbans; etnisite; geniş bant timpanometri; orta kulak.



ABSTRACT

T. C. KTO KARATAY UNIVERSITY
HEALTH SCIENCES INSTITUTE

Investigation of the Effects of Ethnicity on Middle Ear Functions by Wideband Tympanometry in Healthy Adult Individuals

Sümeyye KANDEMİR

Department of Audiology

MASTER OF SCIENCE / KONYA-2019

OBJECTIVE: Wideband tympanometry (WBT), which is a middle ear evaluation technique, is able to measure reflected sound energy or absorbed sound energy in the external ear canal over a wide frequency range. The aim of this study is to compare the results obtained by using wideband Tympanometry test in Turkish, Arab, African healthy adult individuals to determine whether there is a difference in middle ear functions according to ethnicity.

MATERIAL and METHODS: In the study, as a result of the exclusion of participants who did not meet the inclusion criteria in the 18-30 age range, 25 people in each group and 75 people in 3 groups were evaluated. Adults with normal hearing were measured average wideband tympanometry (A-WBT), equivalent outer ear canal volume and resonance frequency, GBT measurement in the frequency range 226-8000 Hz. Body mass index (BMI) calculations were made by taking mass and height information of the individuals. The correlation between absorbance values, equivalent outer ear canal volumes and resonance frequency results and BMI and mass of the individuals were examined.

RESULTS: Between the groups 2000 Hz left ear, 3174 Hz left ear and right ear, 4000 Hz left ear and right ear Wideband Absorbance (WBA) values, between the outer ear canal volume values for right and left ear, and between mass values differences were found ($p < 0.5$). Significant correlation between BMI or mass and 5495 Hz, 7127 Hz, 8000 Hz left ear WBA results in Turks, BMI and 1000 Hz right ear WBA results in Africans, Arabian BMI and mass and right and left ear equivalent external ear canal volume values It was found. A significant inverse correlation was found between BMI or mass in Arabs and 2000 Hz, 3174 Hz and 4000 Hz right ear and left ear WBA results.

CONCLUSION: As a result of the study, it was found that the Turkish group had the lowest mass and this group had the highest GBA value at high frequencies. It was found that Arab group had the highest mass and this group had the highest GBA value at low frequencies. GBA results obtained at different frequencies indicate that there may be changes according to ethnicity. In studies, it was stated that there is a change in the mass and stiffness properties of middle ear system due to increased

body mass and as a result there is a difference in frequency transmittance. The results suggest that the formation of normative data according to ethnicity may make a positive contribution in distinguishing the pathological condition and early treatment. Further studies are needed to determine the causes of these differences.

Key Words: Absorbance; ethnicity; wideband tympanometry; middle ear.



1. GİRİŞ

Orta kulak, ses iletim sisteminin ikinci basamağı olup çeşitli yapılar içeren bir alandır. Görevi, hava yolu ile dış kulaktan gelen sesi iç kulağı dolduran sıvılara iletmektir (Bess ve Humes 2008; Hamıll ve Price 2017). Orta kulak kemikçikleri, timpanik zardan iç kulağa orta kulak boşluğunu kaplayan ve ossiküler zincir olarak adlandırılan üç küçük kemikten (malleus, incus ve stapes) oluşan bir köprü veya zincirdir (Gelfand 2016; Hamıll ve Price 2017).

Hafif olmasına rağmen orta kulak kemikçiklerinin ve içindeki havanın belli kütlesi vardır. Orta kulak, ossiküler zincir ve orta kulak boşluğunu duvarlarına tutan ligamentler tarafından sertleştirilir. Kütlesi ve sertliği olan herhangi bir titreşen nesne, tercih edilen bir titreşim frekansına (rezonans frekans) sahiptir ve bu durum orta kulak için de geçerlidir (Harrell 2014; Hamıll ve Price 2017).

İnsan orta kulak sisteminin rezonansı 800 ile 1200 Hz arasındadır. Orta kulak sisteminin sertleşmesine neden olan patolojik bir değişiklik olursa, orta kulağın rezonans frekansı yüksek frekanslara kayar. Artan katılık orta kulağın genel ses iletimini düşürmektedir, ancak en çok düşük frekanslardaki absorban değerlerinde azalma olmaktadır. Orta kulaktaki kütle artışı, düşük frekanslı ses iletimini engellemez ancak yüksek frekanslı ses iletimini engeller; bu nedenle kütle artışı, orta kulak rezonans frekansını düşük frekanslara kaydırmaya ve yüksek frekanslı ses absorbanını azaltma etkisine sahiptir (Shanks 1984; Aibara ve ark. 2001; Voss ve Shera 2004; Hamıll ve Price 2017).

Akustik immitans; impedans, admitans ve bunların bileşenlerini kapsayan genel bir terimdir. Mevcut olan immitansmetri cihazları genel olarak admitans parametrisini ölçmektedir. İmpedanstan ziyade admitans ölçmek için iki önemli neden vardır. İlk olarak, prob ucu ile timpanik membran arasındaki kulak kanalı hacmi, admitans timpanogramlarının şeklini etkilemez; ancak impedans timpanogramlarının şekli kulak kanalı hacminden büyük oranda etkilenmektedir (Shanks 1984). İkinci olarak, admitans timpanogramlarının şekli, impedans timpanogramlarına kıyasla orta kulak durumundaki değişikliklere karşı daha hassastır; bu nedenle, timpanometrik şekillerin daha iyi sınıflandırılmasını sağlamıştır (Fowler ve Shanks 2002).

Timpanogramları değerlendirmek için dört temel timpanometrik özellik kullanılır. Bu özellikler şunlardır: eş değer dış kulak kanalı hacmi (Vea), kompanse edilmiş statik akustik admitans (Ytm), timpanometrik tepe basıncı (TPP) ve timpanometrik genişlik (TG) ve gradyan (Hunter ve Shahnaz 2014; Hunter ve Sanford 2015).

Orta kulak değerlendirilmesinde yeni olan geniş bant timpanometri (GBT), dış kulak kanalındaki yansıyan veya absorbe edilen ses enerjisini, geniş bir frekans aralığında ölçebilmektedir. Geniş bant reflektans (GBR), 200 ile 10.000 Hz arasındaki frekanslarda olan kompleks seslerin kulak kanalına gönderildiği ve orta kulaktan geri yansıyan enerji miktarının hesaplandığı orta kulak değerlendirme tekniğidir. Enerji reflektansı, geri gelen ve ileri giden ses dalgalarının oranıdır (Liu ve ark. 2008). 0 değeri, tüm ses enerjisinin orta kulak tarafından absorbe edildiği, 1 değeri ise tüm enerjinin orta kulaktan geri yansıdığı anlamına gelmektedir (Stinson 1990).

Son çalışmalar, standart 226 Hz timpanometri ile GBT karşılaştırıldığında GBT' nin, orta kulak hastalıklarının ve iletim tipi işitme kaybının daha hassas tanınmasını sağlayabildiğini göstermiştir (Feeney, Grant ve Marryott 2003; Keefe ve Levi 1996; Keefe ve Simmons 2003; Piskorski ve ark. 1999). GBT' nin pratik kullanımlarında klinisyenleri yönlendirmek için çok sayıda normatif çalışma yayınlanmıştır. Ancak etnik köken etkisi için fazla çalışma yapılmamıştır. Bu, günümüzdeki giderek çok kültürlü toplumlarda araştırılması gereken önemli bir konudur (Shahnaz ve Bork 2006).

Önceki çalışmalarda farklı etnik kökenlerin işitsel hassasiyeti ve orta kulak mekano-akustik özelliklerindeki değişiklikler kokleadaki melanin düzeyindeki farklılıklara (Garber ve ark. 1982); genetik farklılıklara (Yanz ve ark. 1985); anatomik ve vücut büyüklüğü farklılıklarına (Robinson ve ark. 1988; Chan ve McPherson 2001; Shahnaz ve Davies 2006) bağlanmıştır. Birçok araştırma sonuçları, hayvan modellerinde vücut büyüklüğünün kulak kanalındaki büyüklük, orta kulak hacmindeki büyüklük ve timpanik membran alanı ile ilişkili olduğunu göstermiştir (Werner ve ark. 1998; Huang ve ark. 2000; Werner ve ark. 2005).

Bu çalışmanın sonunda orta kulak fonksiyonları geniş bant timpanometri ile değerlendirilerek etnik kökene göre farklılık incelenmesi hedeflenmektedir.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Orta Kulak

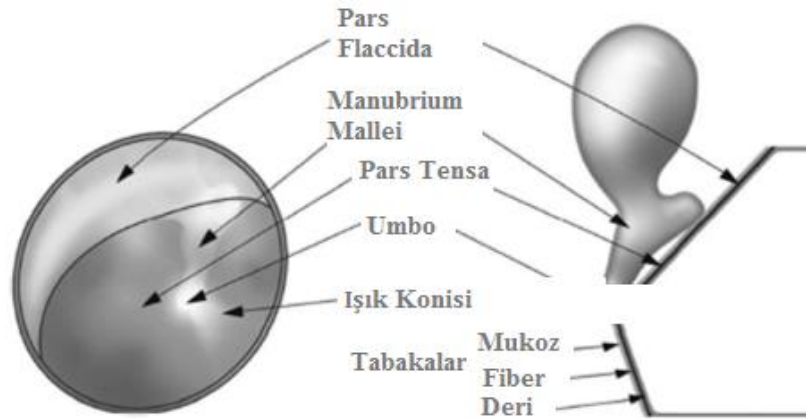
2.1.1. Orta Kulak Anatomisi

Orta kulak, ses iletim sisteminin ikinci basamağı olup çeşitli yapılar içeren bir alandır. Görevi, hava yolu ile dış kulaktan gelen sesi iç kulağı dolduran sıvılara iletmektir. Orta kulak düzensiz şekilli bir alan olup ve mukoz zarla kaplanmış hava ile doldurulmuş boşluktan (2 cm³) oluşur. Lateral duvar timpanik zarı barındırır; medial duvar orta kulağı iç kulaktan ayırır. Timpanik membran ve iç kulak arasındaki boşluk, kemikçik zinciri olarak bilinen üç kemik (malleus, incus ve stapes) ile kaplıdır. Orta kulağın iki kası vardır: stapedius kası ve tensör timpani kasıdır. Ek olarak, fasiyal sinirin bir dalı (VII. kranial sinir) orta kulak boşluğundan geçmektedir (Bess ve Humes 2008; Hamıll ve Price 2017).

2.1.1.1. Timpanik Membran

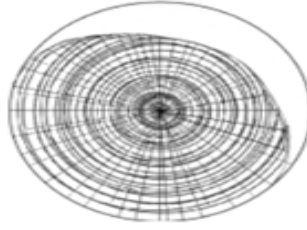
Timpanik membran, dış ve orta kulağı ayıran hafif koni şeklinde bir yapıdır. Membranın düzlemi dış kulak kanalına dik değildir: alt kenar üst kenara göre oldukça medialde durmaktadır. Zarın kalınlaştırılmış halkası (anulus) kulak zarını yerinde tutmak için kanal duvarındaki kemik çizgiye (sulcus) oturmaktadır. Kulak zarının üst kenarında anulus ve sulcus yoktur (Hamıll ve Price 2017).

Şekil 1, sağ timpanik bir zarın bir çizimini göstermektedir. Membran, fiziksel yapısına göre iki bölüme ayrılmıştır. Membranın yaklaşık dörtte üçü, iki kat doku ve seyrek lif içermektedir (Hamıll ve Price 2017).



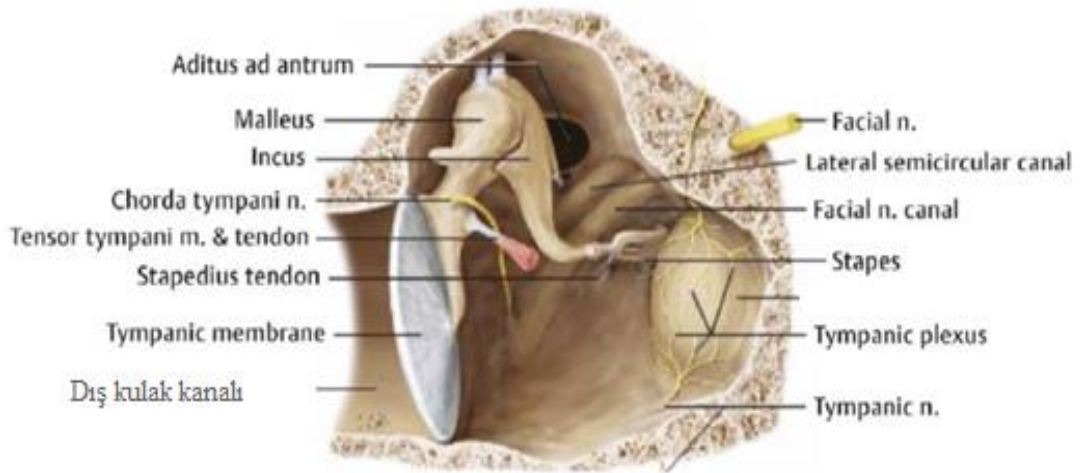
Şekil 1. Sağ Kulak Timpanik Membran (Hamıll ve Price 2017).

Dış tabakası, dış kulak kanalı derisinin devamıdır ve mukoza tabaka, orta kulağın mukoz tabakası ile aynıdır. Membranın bu yumuşak kısmı pars flaccida olarak bilinir; bu, timpanik zarı kanal duvarına bağlayan, anulus ve sulkusun olmadığı kısımdır. Zarın geriye kalan dörtte üçlük bölgesine pars tensa denir. Deri ve mukoza tabakaları arasında kalan elastik liflerden oluşan üçüncü (orta) bir tabakaya sahiptir. Bu orta katman, kulak zarı orta noktasından etrafına kadar uzanan radyal liflerden ve membranın çevresini takip eden konsantrik liflerden oluşmaktadır. Bu, Şekil 2' de gösterildiği gibi bir örümcek ağı etkisi yaratmaktadır. Bu radyal ve konsantrik lifler, zara elastikiyeti özelliğini vermektedir. Membranın bu elastik kısmı ses aktarımından sorumludur (Bess ve Humes 2008; Hamill ve Price 2017).



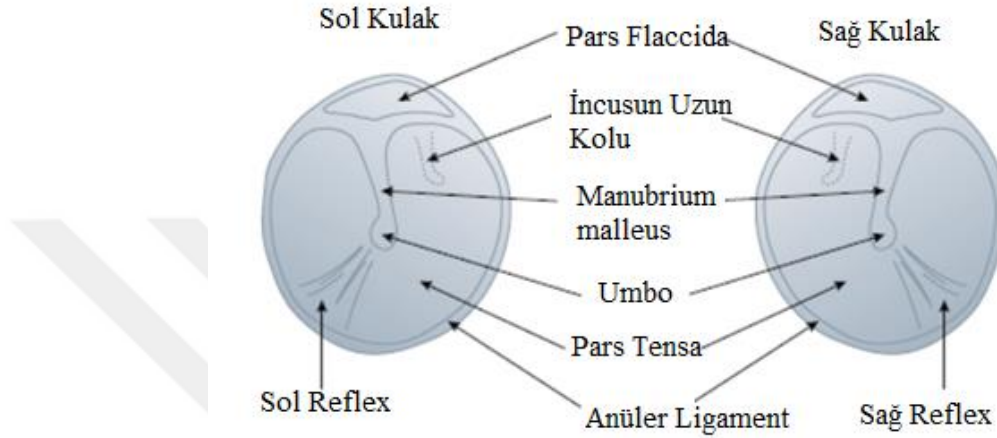
Şekil 2. Pars Tensanın Örümcek Ağı Görünümü (Hamill ve Price 2017).

Şekil 3, malleusun uzun kolunun, manubrium mallei, timpanik membrana dayandığını ve buna bağlı olduğunu göstermektedir. Manubrium kulak zarı dışından beyazımsı bir sırt olarak görünmektedir (Hamill ve Price 2017).



Şekil 3. Malleus-İncus-Stapes (Gelfand 2016).

Kulak zarı içinde görünebilen kısım, membranın ortasına göre sağ kulak için yaklaşık saat 1 yönünde (sol kulak için saat 11 yönünde) aşağıya doğru, manubrium mallei gölgesidir. Malleusun uzun kolunun zarın en orta noktasına bağlandığı nokta umbo olarak bilinmektedir. Bir otoskopla bakıldığında, ışık konisi olarak adlandırılan bir ışık yansıması, kulağın alt ön kadrana yansımaktadır (Şekil 4) (Gelfand 2016; Hamill ve Price 2017).



Şekil 4. Otoskop ile Timpanik Membran Görüntüsü (Gelfand 2016).

2.1.1.2. Orta Kulak Kemikçikleri

Kemikler, timpanik zardan iç kulağa orta kulak boşluğunu kaplayan ve ossiküler zincir olarak adlandırılan üç küçük kemikten oluşan bir köprü veya zincirdir. Şekil 5’ de gösterildiği gibi bunlar malleus, incus ve stapes’ den oluşmaktadır. Malleus, 8-9 mm uzunluğundadır ve ~ 25 mg ağırlığındadır (Gelfand 2016; Hamill ve Price 2017).

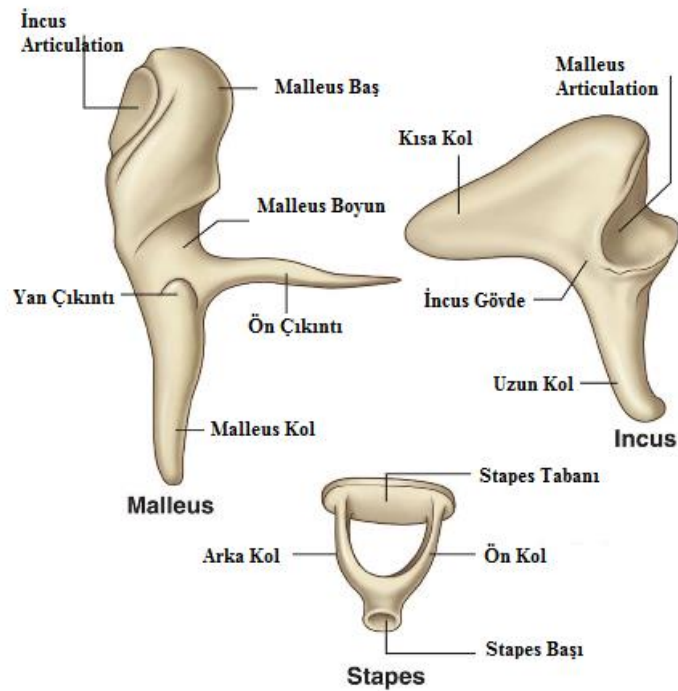
Stapes, 3-4 mg ağırlığındadır ve ~ 3,5 mm uzunluğundadır. Tabanı yaklaşık 3,2 mm² alana sahiptir ve oval pencereye halka şeklindeki ligament tarafından bağlanır ve bu, kemikçik zincirinin medial bağlantısını oluşturur (Gelfand 2016; Hamill ve Price 2017).

Malleus ile stapes arasında incus bulunmaktadır. İncus, ~ 7 mm uzunluğunda ve ~ 30 mg ağırlığındadır. Malleus ve incus birbirine bağlanmaktadır ve bir öge olarak hareket ederler. Incus ve stapes arasındaki bağlantı, incudostapedial eklem,

oldukça kırılğan eklemidir, kafa travması bu yerde kırılmaya neden olabilmektedir (Gelfand 2016; Hamill ve Price 2017).

Ses, timpanik zarı titreştirir ve malleusun manubrium bağlantısından malleus titrer. Bu titreşim güçlü şekilde bağlanmış olan incus'a gönderilir. Daha sonra stapes oval pencerede titrer. Bu, koklear sıvıların iç kulakta hareketine neden olur ve bu işitmeye sebep olan harekettir. Yuvarlak pencere, orta duvarda ve oval pencerenin altında olan zar kaplı iç kulakta bulunan bir açıklıktır (Hamill ve Price 2017).

Stapes tabanı oval pencerede içeri doğru hareket ettiğinde, basınç akışı yuvarlak pencerenin dışı doğru bir hareketine sebep olacaktır. Stapes tabanı dışı, orta kulağa doğru hareket ettiğinde, yuvarlak pencere içeri doğru hareket edecektir. Stapes tabanının bu dışarıdan hareketi, ses dalgasının frekansıyla aynı oranda gerçekleşmektedir. 1000 Hz' lik bir ses, stapes tabanının saniyede 1000 kez hareketini sağlamaktadır (Hamill ve Price 2017).



Şekil 5. Ossiküler Zincir (Drake ve ark. 2014).

2.1.1.3 Orta Kulak Kasları

Orta kulağın iki kası vardır, bunlar tensör timpani kası ve stapedius kasıdır. İkii kasında orta kulak boşluğunda giren tendonları vardır. Tensör timpani kası,

trigeminal (V. Kranial Sinir) sinir tarafından inerve edilmektedir. Orta kulağın anterior duvarındaki östaki borusunun üstünde olan tensör timpani semicanalisin içine yerleşik durumdadır. Bu kas ~ 25 mm uzunluğundadır. Malleus manubriuma bağlanmaktadır (Gelfand 2016; Hamill ve Price 2017).

Stapedius kası, ortalama uzunluğu 6,3 mm olan vücuttaki en küçük iskelet kasıdır. Cavitas tympaninin posterior duvarında eminentia pyramidalis içinde bulunur ve fasiyal (VII. Kranial) sinir tarafından inerve edilmektedir. Orta kulağın posterior duvarından geçerek medial duvarında bulunan stapes boynuna yapışmaktadır. Bu kaslar kasıldığında, kemikçik zincirini ters yönlere çekerler, tensör timpani malleusu timpanik zardan uzağa çeker ve stapedius ise stapesi iç kulaktan uzağa çeker. Bu kaslardan birinin veya her ikisinin kasılması kemikçiklerin hareketini engelleyerek, ossiküler zinciri sertleştirmektedir (Gelfand 2016; Hamill ve Price 2017).

2.1.1.4. Orta Kulak Boşluğu

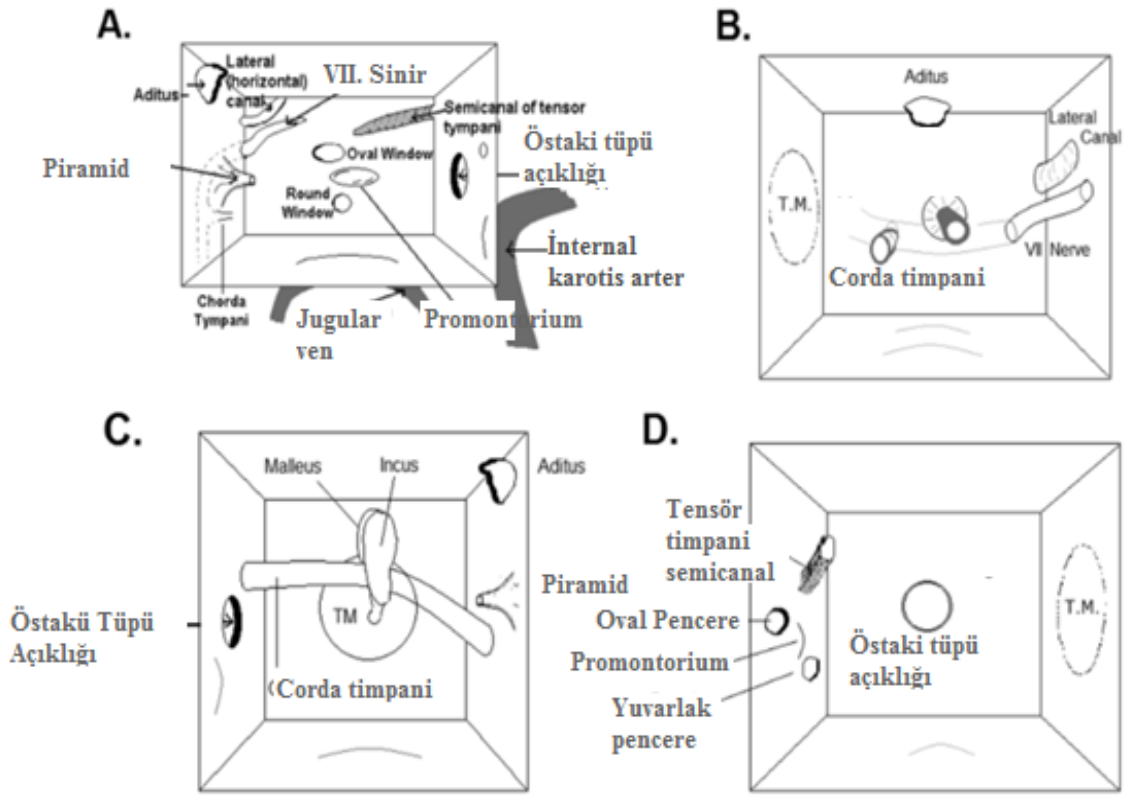
Timpanik membranın arkasındaki temporal kemikteki boşluğa orta kulak, tympanium veya cavitas tympani denir (Gelfand 2016). Orta kulak yüksekliği, timpanik membranın boyutundan daha büyüktür. (Hamill ve Price 2017). Cavitas tympani seviye olarak üçe ayrılır: timpanik membran seviyesine mesotympanium, timpanik membran seviyesinin üstüne epitympanium, timpanik membran seviyesinin altına hipotympanium denilmektedir (Probst ve ark. 2017).

Orta kulağın tepesi ince kemikli bir plakadır. Orta kulağın hemen üstünde kranial kavite vardır. Yani, orta kulağın çatısı, temporal kemiğin petroz kısmıdır (Hamill ve Price 2017).

2.1.1.4.1. Medial Duvar (Paries Labyrinthicus)

Orta kulağın medial duvarı, orta ve iç kulak arasındaki kemikli sınırdır. Şekil 6'de biçimleri ile adlandırılmış iki açıklık gösterilmektedir, yuvarlak pencere adı verilen yuvarlak bir açıklık ve oval pencere adı verilen oval bir açıklık vardır. Bu pencereler zarla örtülüdür. Stapes tabanı, oval pencereye halka şeklindeki ligament tarafından bağlıdır. Medial duvarda promontorium adı verilen yuvarlatılmış bir alan vardır. Bu çıkıntı koklear sarmalın başlangıcıdır; kokleanın tabanı bu konumda orta kulağa hafifçe çıkıntı yapmaktadır (Hamill ve Price 2017; Probst ve ark. 2017).

Medial duvarda tünel benzeri üç kanal vardır. Bunlardan biri, posterior duvarda da bulunan yüz sinirini (7. Kranial Sinir) barındırır. Sinir ince kemikli bir örtü ile korunur, ancak yaklaşık insanların üçte birinde yoktur. İkinci bir kanal, hareketi algılamak ve dengeyi kontrol etmek için iç kulak yapılarından biri olan lateral semisircüler kanalıdır. Lateral kanal, koklea tabanının promontoriumdaki çıkıntıya sebep olmaktadır. Medial duvardaki üçüncü kanala, tensör timpani kasını barındıran tensör timpani semicanal adı verilir (Hamıll ve Price 2017). Tensör timpani semicanal ve östaki borusu kemiksi bir tabaka veya septum ile ayrılmıştır (Gelfand 2016).



Şekil 6. A) Sağ Kulak Medial Duvar Şematiği, B) Sağ Kulak Posterior Duvar Şematiği, C) Sağ Kulak Lateral Duvar Şematiği, D) Sağ Kulak Anterior Duvar Şematiği (Hamıll ve Price 2017).

2.1.1.4.2 Posterior Duvar (Paries Mastoideus)

Şekil 6' da gösterildiği gibi, posterior duvarda aditus, orta kulağı mastoid hava boşluklarına bağlayan açıklıktır. Posterior duvarda küçük bir piramit şekilli çıkıntı, eminentia pyramidalis, stapedijs kasını barındıran bölgedir. Stapedijs kas tendonu bu bölgeden ortaya çıkmaktadır (Hamill ve Price 2017; Probst ve ark. 2017).

Posterior duvarda bilinmesi gereken bir bölge de chorda tympani olarak bilinen sinir dalının geçtiği küçük bir deliktir. Chorda tympani, dilin ön üçte ikisinden sorumlu (çoğunlukla) duyuşal bir sinirdir. Chorda tympani ön duvardan çıkar ve orta kulak boşluğunu geçerek, malleus ile incusun arkasında konumlanır. Fasiyal sinirin diğer bölümleri (chorda tympani olmayan kısımlar), yüz ve kulağın çevresinde hem duyuşal hem de motor innervasyon sağlar; fasiyal sinir orta kulaktan geçmez (Hamill ve Price 2017; Probst ve ark. 2017).

2.1.1.4.3 Lateral Duvar (Paries Membranaceus)

Timpanik membran lateral duvarı oluşturmaktadır (Gelfand 2016).

2.1.1.4.4 Anterior Duvar (Paries Caroticus)

Östaki borusu anterior duvarda bulunan belirgin açıklıktır. Östaki tüpü normalde kapalıdır, ancak esneme veya yutma durumlarında kolayca açılabilir. Yetişkinlerde, östaki borusu hafif aşağı doğru bir yönelim alır. Bu, sıvıların orta kulak boşluğundan nazofarinks içine drenajını kolaylaştırmaktadır (Bess ve Humes 2008; Hamill ve Price 2017).

Bu duvarın bölümleri, mukusların temizlenmesine yardımcı olabilecek hareketli tüyleri olan cilia hücrelerle kaplanmıştır. Karotis arter de bu bölgede bulunmaktadır. Orta kulak boşluğuna girmez, fakat orta kulağın anterior tarafında bulunmaktadır (Bess ve Humes 2008; Hamill ve Price 2017).

2.1.1.4.5 Superior Duvar (Paries Tegmantalis)

Orta kulağın tepesi kranium tabanıdır. Timpanik membranın üstündeki orta kulak boşluğunun segmentine epitympanic girinti denir (Hamill ve Price 2017).

2.1.1.4.6 İnförior Duvar (Paries Jugularis)

Orta kulak boşluğunun kemikli tabanının altında, yüz ve boyunda dolaşan kanı tekrar kalp ve akciğerlere taşıyan juguler ven bulunur. Bu alanda anormal büyümeler (glomus tympanicum tümörleri/glomus jugulare tümörleri) ortaya çıkabileceği için ve orta kulak boşluğuna geçebileceği için önemlidir (Hamill ve Price 2017).

2.1.2 Orta Kulak Fizyolojisi

2.1.2.1 Hava ve Koklear Sıvılar Arasındaki İmpedans Uyuşmazlığı

Su altında yüzerken duymak zor olduğu gibi, hava yoluyla taşınan sesin iç kulak sıvılarına aktarılması zor olmaktadır. Orta kulak, temel olarak havadaki ses enerjisinin doğrudan iç kulak sıvılarına çarpması durumunda ortaya çıkacak olan enerji kaybını en aza indirmek için çalışmaktadır. Orta kulak yapıları hafif ve kolayca hareket ettirilebildiği gibi iç kulak sıvılarının taşınması oldukça fazla enerji gerektirir; sıvılarda havadan daha büyük atalet özelliği vardır (Bess ve Humes 2008; Hamill ve Price 2017; Probst ve ark. 2017).

Havadan deniz suyuna ses iletildiğinde bir impedans uyumsuzluğu meydana gelmektedir. Deniz suyu koklear sıvılara benzer özelliklere sahiptir. Eğer orta kulak mekanizması aktif değilse, havadaki ses enerjisinin sadece küçük bir kısmı (~% 0,1) kokleaya iletilmektedir. Havadaki sesin timpanik membrandan iç kulağa gitmesi için doğrudan bir yol oluşturan orta kulağın cerrahi olarak çıkarılması, yaklaşık 30 dB işitme kaybına neden olmaktadır. Havadan akışkanlığa giden bu enerji kaybı, orta kulağın impedans uyumsuzluğu olarak adlandırılır ve hava ile su arasındaki impedans farklılığından kaynaklanmaktadır (Gelfand 2016; Hamill ve Price 2017).

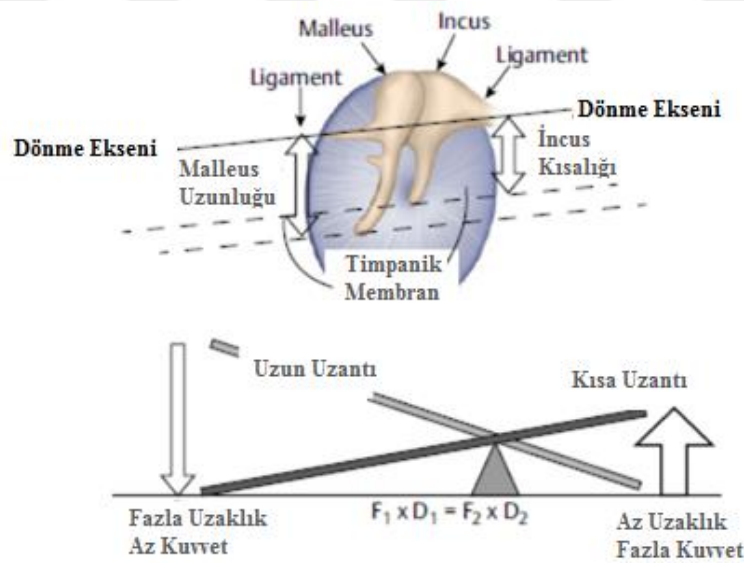
2.1.2.2. Orta Kulağın Telafi Mekanizmaları

Orta kulağın temel amacı, sesin kokleadaki sıvıya çarpınca ortaya çıkacak olan bu enerji kaybını ortadan kaldırmaktır. Orta kulak, stapes tabanının titreşim kuvvetini artıran iki mekanik özelliğe sahiptir. Bu iki sistem (1) ossiküler zincirinin kaldıraç etkisi ve (2) timpanik membranın ve oval pencerenin alansal oranıdır (Bess ve Humes 2008; Hamill ve Price 2017; Probst ve ark. 2017).

2.1.2.2.1. Ossiküler Zincirin Kaldıraç Etkisi

Daha önce belirtildiği gibi, malleus ve incus, bir dizi ligament tarafından sıkıca birbirine bağlanır, böylece bir birim olarak hareket etme eğilimindedirler. Kütleleri bir “dönme eksenini” veya dayanak noktası etrafında eşit bir şekilde dağılma eğiliminde olacak şekildedir. Bu kütlelerin dayanak etrafındaki merkezlenmesi, kemikçiklerin minimum ataleti ile sonuçlanır, bu da kolayca harekete geçebilme eğiliminde oldukları gibi itici güç çıkar çıkmaz hareketi durdurma eğiliminde oldukları anlamına da gelir (Bess ve Humes 2008; Hamill ve Price 2017).

Tahterevallinin uzun ucunda oturan daha hafif bir kişi, kısa ucunda oturan ağır kişiyi kaldıracak kadar kuvvet oluşturabilir. Orta kulağın, sesin koklear sıvıya girerken ortaya çıkacak olan enerji kaybının üstesinden gelme yollarından biri, malleus ve incusun kaldıraç hareketidir. Kaldıraç etkisi, malleusun manubrium parçasının incusun uzun parçasından daha uzun olması nedeniyle oluşmaktadır (Hamill ve Price 2017).



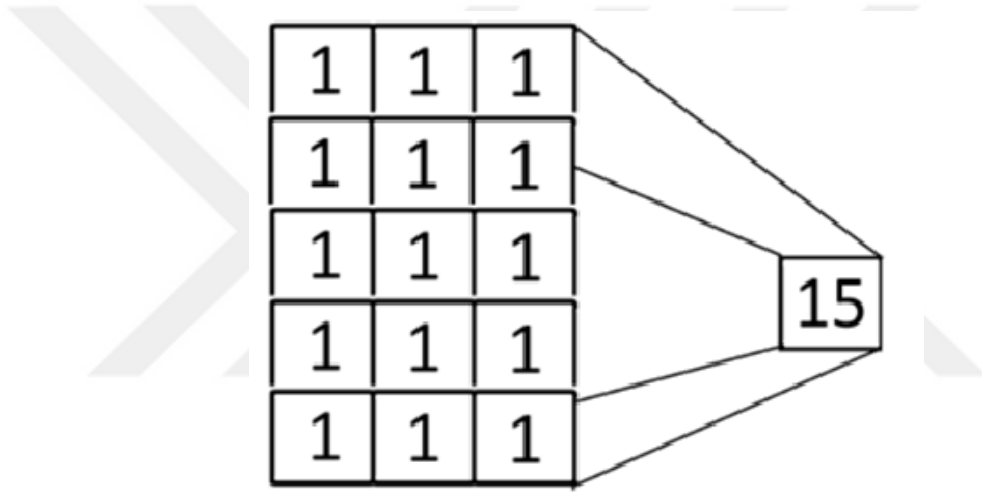
Şekil 7. Dönme Eksenini ve Ossiküler Zincirin Uzun (Malleus) Ve Kısa (İncus) Bacaklarının Göreceli Uzunlukları (Gelfand 2016).

Şekil 7' de şematik olarak gösterilmiş olduğu gibi, malleusun manubriumu, incusun uzun kolunun yaklaşık 1,3 katıdır. Bu iki yapı, dönme ekseninde bir dayanak noktası etrafında hareket eden basit bir kol olarak görülüyorsa, malleusa uygulanan

kuvvet incusta daha büyük bir kuvvete neden olmaktadır (Bess ve Humes 2008; Hamıll ve Price 2017).

2.1.2.2.2. Alan Oranı

Timpanik membran alanının stapes taban alanına oranı enerji aktarımında önemlidir. İnsanda timpanik membran alanı ortalama olarak yaklaşık 85 mm^2 ve ortalama stapes taban alanı yaklaşık 3.2 mm^2 'dir. Bu, yaklaşık 26: 1'lik bir alan oranına neden olur. Bununla birlikte, pars flaccida' nın ses aktarımına çok az katkıda bulunduğunu göz önüne alındığında, "etkili" boyut oranı tartışılmaktadır. Bu sebeple etkili alana göre işlem yapıldığında oranın 15: 1 olduğunu söylemek daha doğru olacaktır (Bess ve Humes 2008; Hamıll ve Price 2017; Probst ve ark. 2017).



Şekil 8. Timpanik Membrandan Stapes Tabanına Enerji Transferi (Hamıll ve Price 2017).

Alan oranının anlamı, nispeten büyük bir yüzey üzerinde toplanan enerjinin daha küçük bir yüzeye iletilmesidir. Bu, toplam bir enerji kazanımıyla sonuçlanmaz, ancak birim alan başına düşen enerji miktarında artışına neden olur. Şekil 8 bunu göstermektedir: Eğer timpanik membrandaki her alan birimine bir birim kuvvet uygulanırsa, stapes tabanındaki etki alan başına 15 birim güçtür. Bu, stapes tabanında birim alanda timpanik zara göre 15 kat daha büyük olan bir basınçla sonuçlanmaktadır (Bess ve Humes 2008; Hamıll ve Price 2017).

Kemikçik kaldıraç etkisi ve timpanik membranın stapes tabanına alan oranı bize iki mekanik avantaj sağlamaktadır. Sıra halinde çalışan mekanik avantajlar için toplam avantaj, ikisinin toplamıdır. Böylece, orta kulağın sağladığı toplam avantaj

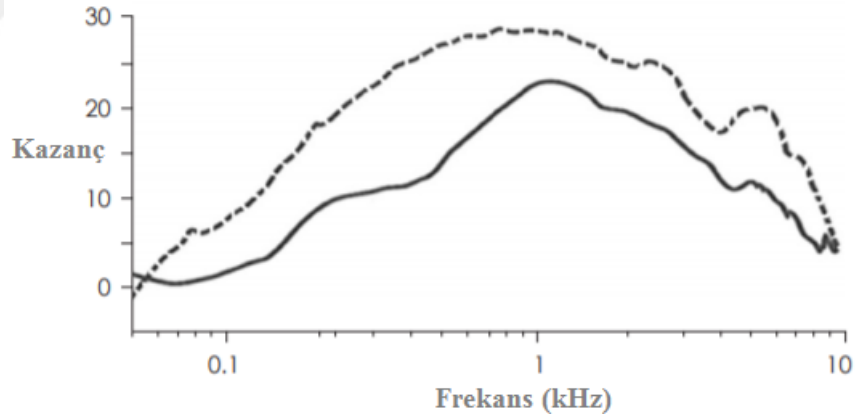
$1.3 \times 15 = 19.5$ tir; yani, stapes tarafından koklea'nın oval penceresine birim alan başına uygulanan kuvvet, timpanik zar da alınandan yaklaşık 20 kat daha fazladır. Basınç birim alan kuvveti ile eşit olduğu için, oranı desibel formülüne yerleştirerek basınçtaki artışı desibellerde belirlemek mümkündür.

Böylece:

$$\begin{aligned} \text{dB gain} &= 20 \log 20/1 \\ &= 20 \log 20 \\ &= 20 \times 1.30 \\ &= 26 \text{ dB.} \end{aligned}$$

Orta kulağın mekanik avantajının, yaklaşık 26 dB' lik bir "kazanç" sağladığı görülmektedir (Hamill ve Price 2017).

Orta kulağın telafi mekanizmasının en yüksek kazancı 1-2 kHz' de olmaktadır ve alçak ve yüksek frekanslara doğru azalmaktadır. Bu durum orta kulak yapısının kütle ve sertlik özelliklerinden dolayıdır (Şekil 9) (Kim ve Koo 2015).

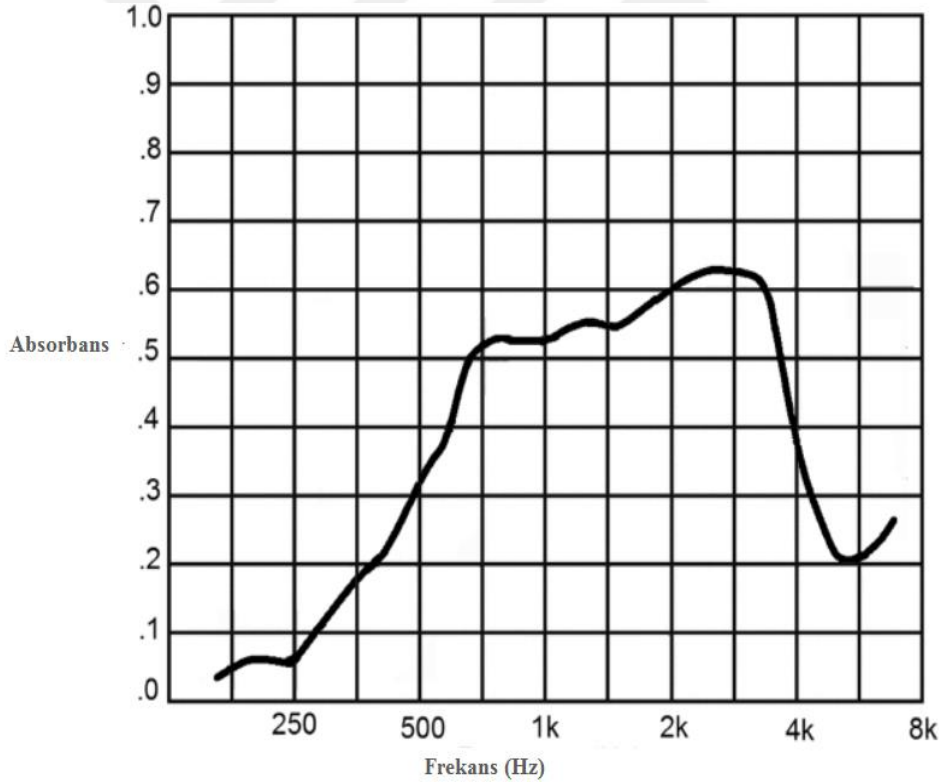


Şekil 9. Orta Kulağın Telafi Fonksiyonu (Kim ve Koo 2015).

2.1.3. Orta Kulağın Kütle ve Sertlik Özelliklerinin Farklı Frekanslarda Ses İletimini Etkilemesi

Hafif olmasına rağmen orta kulak kemikçiklerinin ve içindeki havanın belli kütlesi vardır. Orta kulak, ossiküler zincir ve orta kulak boşluğunu duvarlarına tutan ligamentler tarafından sertleştirilir. Kütlesi ve sertliği olan herhangi bir titreşen nesne, tercih edilen bir titreşim frekansına (rezonans frekans) sahiptir ve bu durum orta kulak için de geçerlidir (Harrell 2014; Hamill ve Price 2017).

Sert nesnelere düşük frekanslarda iyi titreşmez. Orta kulak sistem katılığında artma meydana geldiği zaman alçak frekanslar orta kulaktan etkili bir şekilde geçemez. Ancak, orta kulak aşırı sert olmadığından dolayı çok yüksek frekanslar da kolayca iletilemez. Orta kulağın kütlesi de yüksek frekansların orta kulağa etkili bir şekilde aktarılmasını önlemektedir (Guinan ve Peake 1976; Kim ve Koo 2015; Hamill ve Price 2017).



Şekil 10. Ortalama Orta Kulak Absorbans Değerleri (Hamill ve Price 2017).

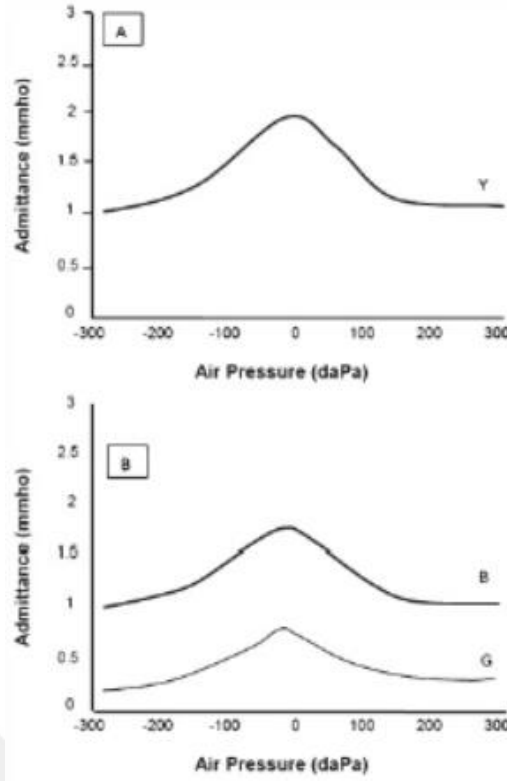
Şekil 10, sesin normal orta kulaktaki geçirgenlik değerlerini gösterir. Orta kulak tarafından absorbe edilen ses, timpanik membrandan iç kulağa doğru gider. Şekil 10, orta kulağın ~ 750 ile ~ 3500 Hz ses enerjisini nispeten daha iyi absorbe ettiğini, daha düşük ve çok yüksek frekanslı sesin daha az absorbe ettiğini göstermektedir. Maksimum ses absorpsiyonu 3000 Hz' e yakındır ve tanım gereği en yüksek rezonans frekansı olacaktır. Bununla birlikte, kulağın rezonans frekansı iyi absorbe ettiği en düşük frekanstır. Şekil 10' da gösterilen ortalamalar bir bireyin rezonans frekansı olarak düşünülürse, orta kulak rezonans frekansı yaklaşık 750 Hz olarak gösterilmektedir (Hamill ve Price 2017).

İnsan orta kulak sisteminin rezonansı 800 ile 1200 Hz arasındadır. Orta kulak sisteminin sertleşmesine neden olan patolojik bir değişiklik olursa, orta kulağın rezonans frekansı yüksek frekanslara kayar. Artan katılık orta kulağın genel ses iletimini düşürmektedir, ancak en çok düşük frekanslardaki absorpsiyon değerlerinde azalma olmaktadır. Orta kulaktaki kütle artışı, düşük frekanslı ses iletimini engellemez ancak yüksek frekanslı ses iletimini engeller; bu nedenle kütle artışı, orta kulak rezonans frekansını düşük frekanslara kaydırmaya ve yüksek frekanslı ses absorpsiyonunu azaltma etkisine sahiptir (Shanks 1984; Aibara ve ark. 2001; Voss ve Shera 2004; Hamill ve Price 2017).

2.2 Akustik İmmitansmetri

İmmitans; impedans, admitans ve bunların bileşenlerini kapsayan genel bir terimdir. Timpanometri, kulak kanalı hava basıncının bir fonksiyonu olarak kulağın akustik immitansmetri ölçümüdür (ANSI S3.39 1987; ANSI R2012).

Hava basıncının bir fonksiyonu olarak akustik admistans grafiği, Şekil 11' de gösterilmektedir (Hunter ve Shahnaz 2014).



Şekil 11. Normal orta kulak fonksiyonlarına sahip kulak için akustik admitans (A) ve akustik impedans(B) (Shahnaz ve Hunter 2014).

Orta kulak sistemindeki impedans (Z , akustik ohm), bu sistemin akustik enerji akışına tam karşıt olarak tanımlanır. Admitans (Y , akustik mmho), orta kulak sistemine aktarılan akustik enerji miktarıdır (Silman ve Emmer 2011; Hunter ve Shahnaz 2014).

Akustik suseptans, B_a , birimi mmho' dur. Kütle ve katılık unsurlarından oluşan bir sistemdeki admitanstır; akustik reaktansın karşıtıdır (Margolis ve Hunter 2000).

Akustik kondüktans, G_a , birimi mmho. Sürtünme nedeniyle bir sistemdeki admitanstır; akustik rezistans karşıtıdır (Margolis ve Hunter 2000).

Akustik reaktans, X_a , birimi ohm' dur. Kütle ve katılık elementlerinden oluşan sistemdeki impedanstır; akustik suseptans karşıtıdır (Margolis ve Hunter 2000).

Akustik rezistans, R_a , birimi ohm' dur. Sürtünme nedeniyle bir sistemdeki impedanstır; akustik kondüktansın karşıtıdır (Margolis ve Hunter 2000).

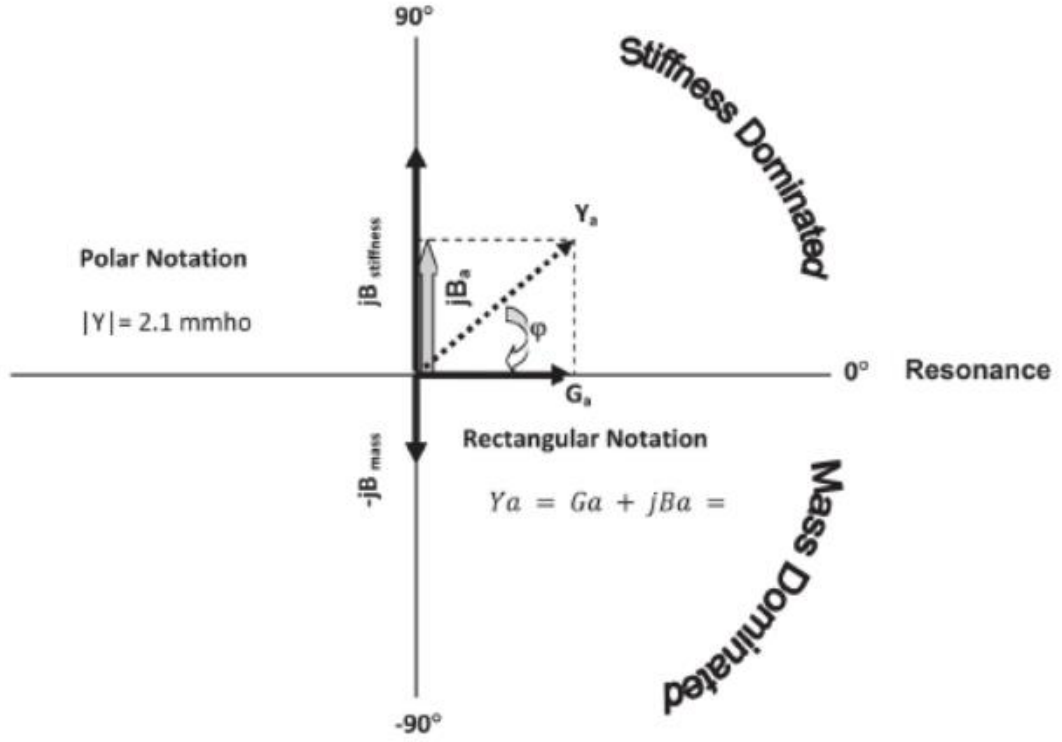
Mevcut olan immitansmetri cihazları genel olarak admitans parametrisini ölçmektedir. İmpedanstan ziyade admitans ölçmek için iki önemli neden vardır. İlk olarak, prob ucu ile timpanik membran arasındaki kulak kanalı hacmi, admitans timpanogramlarının şeklini etkilemez; ancak impedans timpanogramlarının şekli kulak kanalı hacminden büyük oranda etkilenmektedir (Shanks 1984). İkinci olarak, admitans timpanogramlarının şekli, impedans timpanogramlarına kıyasla orta kulak durumundaki değişikliklere karşı daha hassastır; bu nedenle, timpanometrik şekillerin daha iyi sınıflandırılmasını sağlamıştır (Fowler ve Shanks 2002).

2.2.1 Akustik İmmitansmetri Birimleri

Akustik admitansı belirleyen üç değişken vardır, bunlar sertlik, kütle ve sürtünmedir. İlk değişken, orta kulak sistemindeki sertlik unsurları tarafından oluşturulan, sertlik suseptansı olarak adlandırılan ve jB_{sa}^1 ile ifade edilen kabuldür. İkinci değişken, kütle suseptansı olarak adlandırılan ve $-jB_{ma}$ ile ifade edilen, orta kulak sisteminde kütle unsurları tarafından elde edilen değişkendir (Silman ve Emmer 2011; Hunter ve Shahnaz 2014).

Akustik enerjii biriktiren toplam suseptans (impedans terimindeki toplam reaktans), Şekil 12' de y eksenini boyunca çizilen jB_{ma} ve jB_{sa} elemanlarının cebirsel toplamıdır (gri ok). Toplam suseptans (B_a) pozitif ise, orta kulak sertlik değişkeni tarafından kontrol edilmektedir (Şekil 12 'deki gibi 0 ile 90 ° arası); eğer bu değer negatif ise, orta kulak kütle tarafından kontrol edilmektedir (Şekil 12' de olduğu gibi 0 ile -90 ° arası) (Silman ve Emmer 2011; Hunter ve Shahnaz 2014).

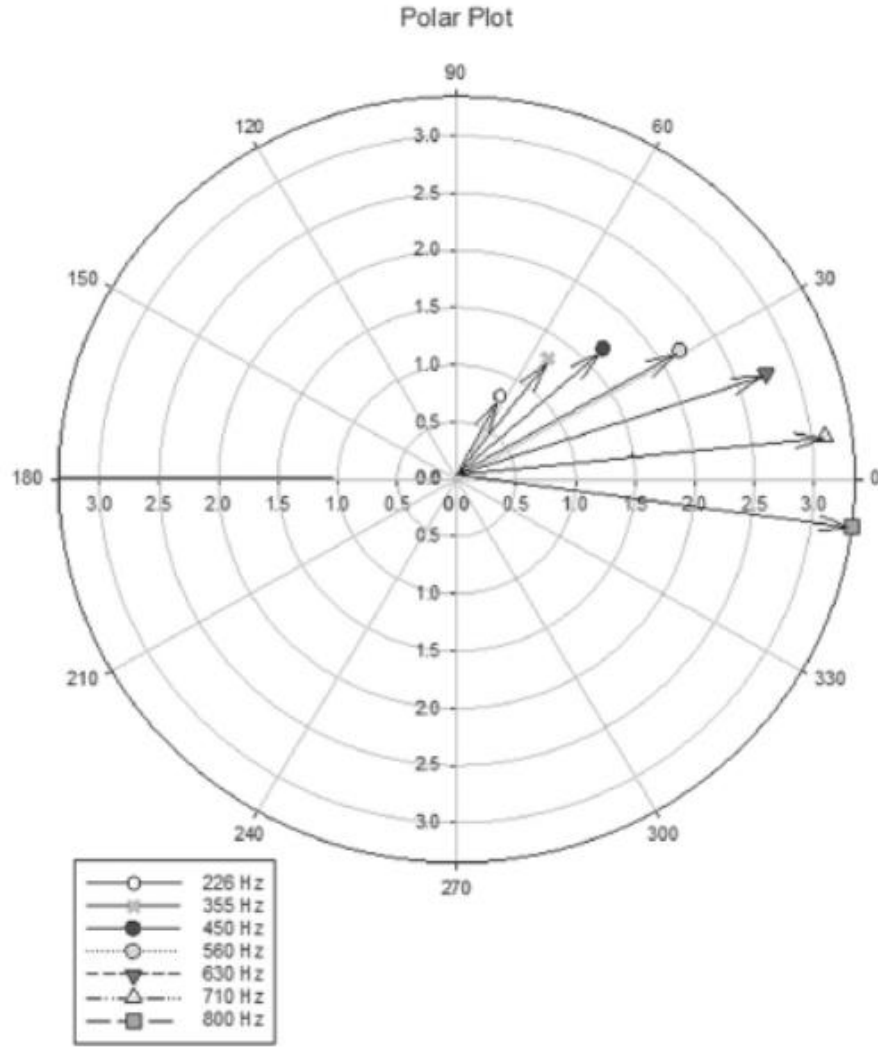
Üçüncü değişken, sürtünme, akustik enerjinin absorpsiyonu veya dağılmasını belirler. Admitans açısından, bu unsur kondüktans olarak adlandırılır ve G_a ile belirtilir (impedans sistemindeki reaktans ile karşıttır). Kondüktans x eksenini üzerinde çizilmiştir ve rezonans frekansındaki toplam admitansa katkıda bulunan tek elementtir (Şekil 11) (Silman ve Emmer 2011; Hunter ve Shahnaz 2014).



Şekil 12. Admitans terminolojisi; j, imgesel bir sayının simgesidir. Bm kütle suseptansı; Bs sertlik suseptansı; Ba toplam suseptansı (Bm ve Bs' nin cebirsel toplamıdır); | Y | mutlak admiatns büyüklüğü; ϕ Kabul faz açısı (Hunter ve Shahnaz 2014).

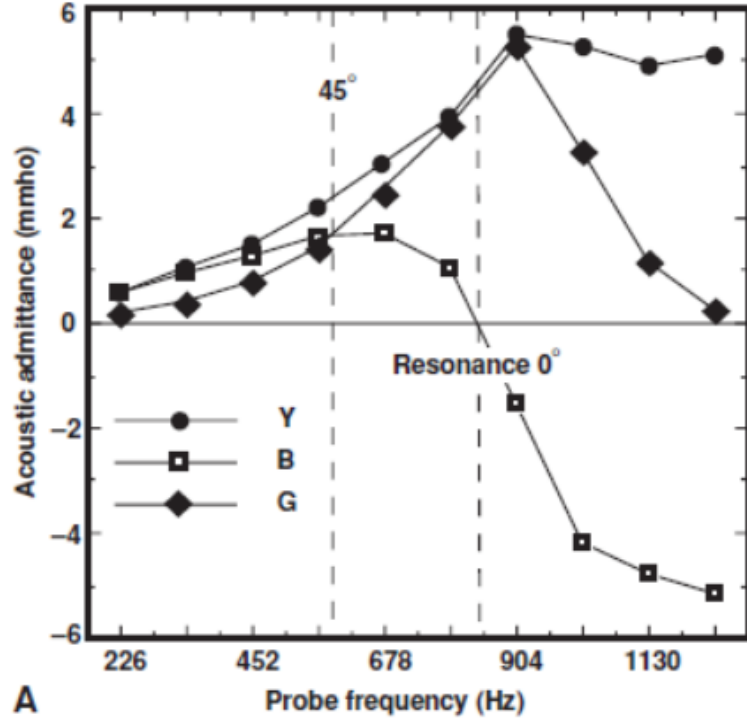
Şekil 13, normal bir yetişkin kulağında admitans vektörünün farklı frekanslarda dönüşümünü göstermektedir. Akustik rezistans frekanstan bağımsız olsa da, akustik kondüktans frekansa göre değişir (Hunter ve Shahnaz 2014).

Admitans vektörü 0 ile 90 ° arasında (yani, rezonansın altındaki frekanslarda) olduğu zaman, sistem sertlik tarafından kontrol edilir. Admitans vektörü 0 ile 270 ° veya -90 ° arasında olduğunda (yani, rezonansın üzerindeki frekanslarda), sistem kütle tarafından kontrol edilir. Düşük frekanslarda (bu örnekte <450 Hz) suseptans, kondüktanstan ($B_a > G_a$) daha yüksektir ve admitans vektörü, 45 ila 90 ° arasındadır. Frekans arttıkça suseptans (B_a) azalır ve kondüktans (G_a) artar. Bu süreç sonucunda suseptans ile kondüktans eşit olur ($B_a = G_a$). Bu, 45 ° faz açısına karşılık gelir (Şekil 13' de 450 Hz) (Hunter ve Shahnaz 2014).



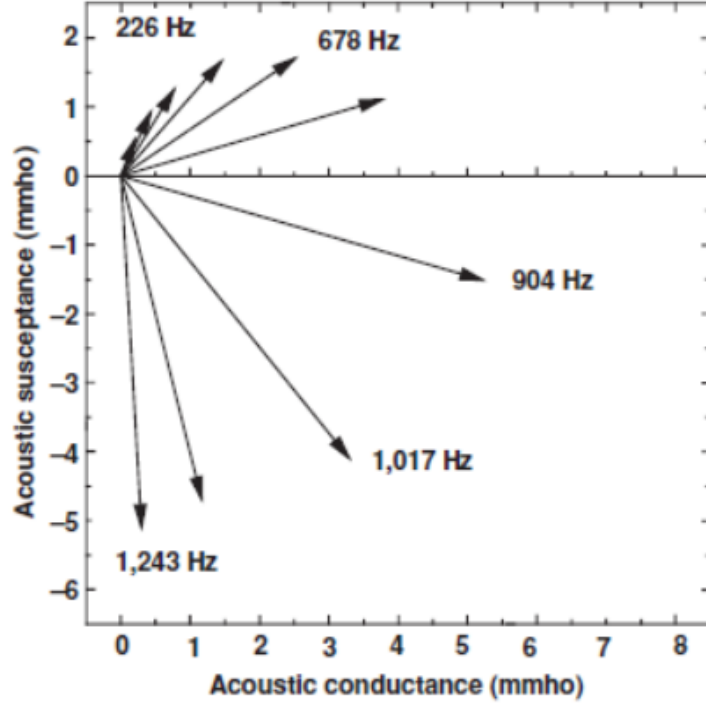
Şekil 13. Normal İşitmeye Sahip Erişkin Kulakta Farklı Frekanslarda Saf Ses Fonksiyonu Olarak Admitans Vektörü Değişimi (Hunter ve Shahnaz 2014).

Üç timpanometrik bileşen (Y_a , B_a ve G_a) için Y_{tm} 'nin frekans (Hz) fonksiyonu çizimi Şekil 14' de gösterilmektedir. Her bir bileşen için yaklaşık 226 ile 550 Hz arasında benzer büyüklükte yükselen (mmho) grafikler bulunur. Yaklaşık 550 Hz' deki kesikli çizgi, B_a ve G_a genliklerinin eşit olduğu veya giriş fazı açısı (ϕ_a) 45° olduğundaki frekansı temsil eder. Frekans arttıkça, Y_a ve G_a 'nin büyüklükleri, yaklaşık 900 Hz' de düşmeye başlayana kadar artmaya devam eder, 900 Hz sonrasında G_a daha hızlı bir şekilde düşer, ancak hiçbiri 0 mmho altına düşmez. B_a ise 550 Hz' nin üzerinde önemli ölçüde farklı bir yol izler ve yaklaşık 850 Hz'de 0 mmho' nun altına iner, daha sonra 1,243 Hz'de -5 mmho'ya devam eder. B_a 'nın 0 mmho'yu geçtiği nokta, yaklaşık 850 Hz' de kesikli bir çizgi ile gösterilir ve bu çizgi orta kulak rezonansını veya kütle ve sertlik suseptansının eşit olduğu noktayı temsil eder (Hunter ve Sanford 2015).



Şekil 14. Farklı Frekanslarda Akustik Admitans Değerleri (Hunter ve Sanford 2015)

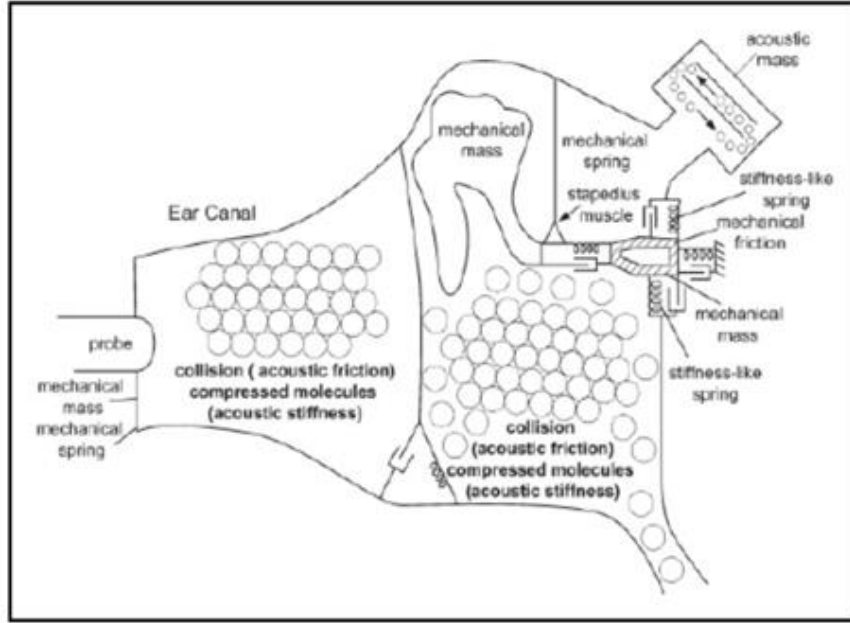
Şekil 15, Şekil 14 'deki veriler için alternatif bir çizim şemasını göstermektedir. Bu durumda, vektörler (değişen uzunluktaki oklu çizgiler), ϕ_a ile belirlenen açı ile frekanslara göre admitans büyüklüğünü (B_a ve G_a cebirsel toplamı) göstermektedir. Sıfırın üzerindeki vektörler için, faz açısı pozitifdir ve bu nedenle sistem sertlik kontrollü olarak kabul edilir; sıfırın altında, faz açısı negatiftir ve bu nedenle sistem kütle kontrollü olarak kabul edilir. Faz açısı olmadan, vektörün yönünü, rezonans frekansını veya orta kulağın kütle veya sertlik öğelerinden hangisinin etkin olduğunu tespit etmek mümkün değildir (Hunter ve Sanford 2015).



Şekil 15. Admitans Vektörünün, Saf Ses Frekansının Bir Fonksiyonu Olarak Dönüşmesi (Hunter ve Sanford 2015)

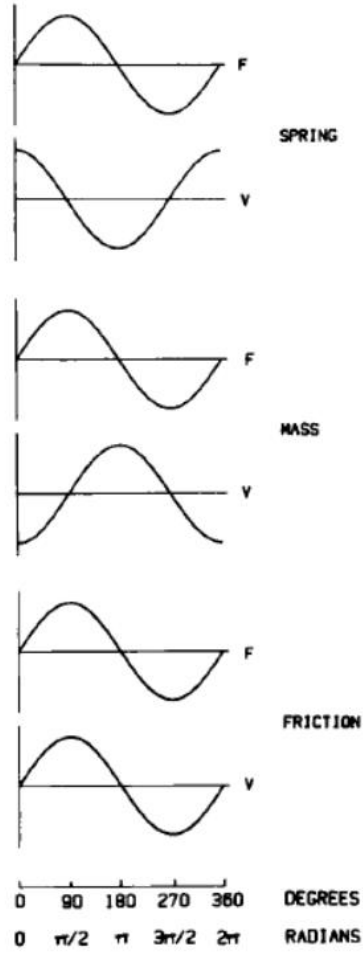
Van Camp ve ark. (1986) orta ve dış kulağın akustik impedansına mekanik değişkenler eklemiştir ve dış ve orta kulağın impedansını “akustik-mekanik impedans” olarak nitelendirmişlerdir.

Şekil 16, orta kulağın mekanoakustik modelini göstermektedir. Orta kulağın mekanoakustik impedansı literatürde orta kulağın akustik impedansı (Z_a) olarak adlandırılır. Toplam akustik impedans (Z_a); akustik kütle reaktansı (+ X_a), akustik sertlik reaktansı (- X_a) ve akustik rezistans (R_a)' den oluşmaktadır (Silman ve Emmer 2011).



Şekil 16. Orta Kulağın Mekanoakustik Modeli (Silman ve Emmer 2011).

İmpedans, bir sistemde enerji akışına karşıtlığın ölçüsüdür ve kuvvet miktarının hız miktara oranı olarak ifade edilir. Admitans impedansın karşıtıdır ve buna göre, admitans hızın kuvvet miktarına oranıdır. Örneğin, nesneyi diğerine kıyasla belirli bir hızı elde ettirmek için daha büyük bir kuvvet gerekiyorsa, bu nesne daha yüksek bir impedansa veya daha düşük bir admitans seviyesine sahip olacaktır. Şekil 17, uygulanan kuvvet (F) ile elde edilen hız (V) arasındaki ilişkinin, her üç element için benzersiz olduğunu göstermektedir (Shanks 1984).



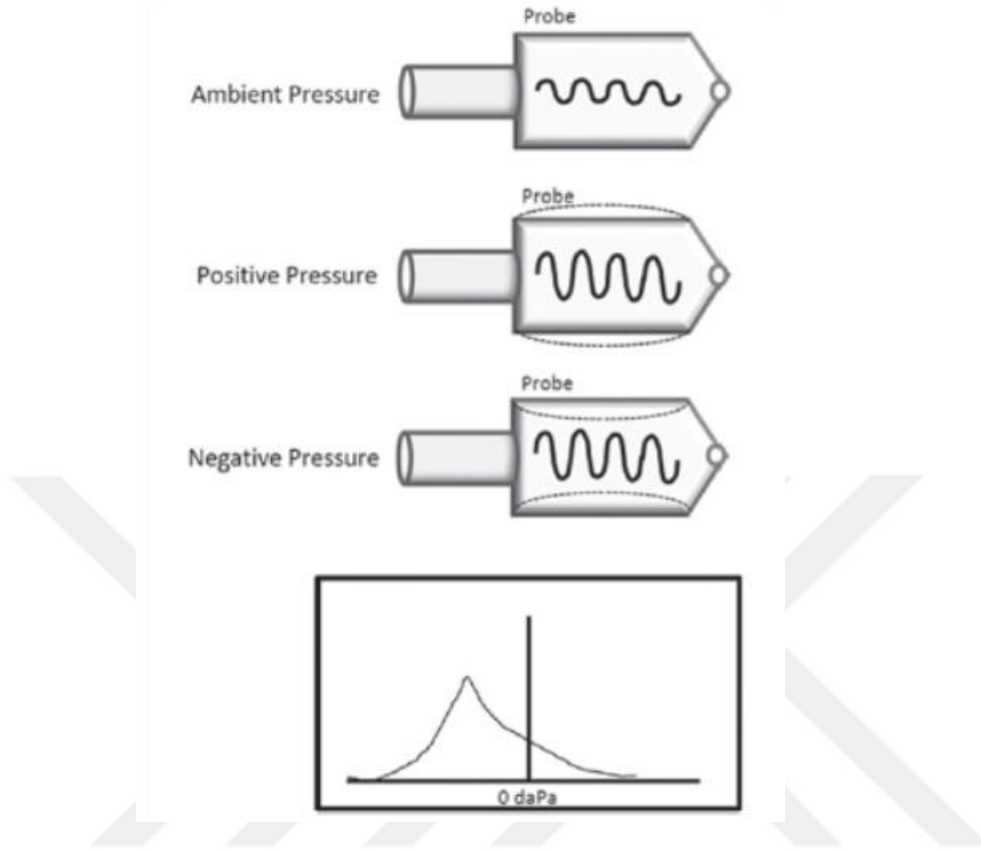
Şekil 17. Üç tip mekanik element (sertlik, kütle ve sürtünme) için uygulanan kuvvet (F) ile sonuçlanan hız (V) arasındaki ilişki (Shanks 1984).

Güç reflektansı, orta kulak hastalıklarının tanılama alanındaki araştırmacılar tarafından tanıtılmıştır (Allen 1985; Keefe ve ark. 1992; Keefe ve ark.1993; Keefe 1997; Feeney ve Keefe 1999). Bu araştırmacılar, orta kulak patolojisini belirlemek için admitans veya impedanstan ziyade reflektans kullanmanın avantajlarını vurgulamışlardır.

2.3 Timpanometri

Timpanometri, kulak kanalındaki hava basıncının akustik immitansmetrinin bir fonksiyonu olarak ölçülmesidir. En yaygın timpanometrik ölçüm, admitans (Y) miktarıdır. Kulak kanalı hava basıncı, decaPascals (daPa) birimlerle ifade edilir. Bir timpanogram, Şekil 18' de gösterildiği gibi kulak kanalına gönderilen hava

basıncının bir fonksiyonu olarak milimhos (mmho) birimindeki akustik admitans grafiğidir (Hunter ve Shahnaz 2014; Hunter ve Sanford 2015).

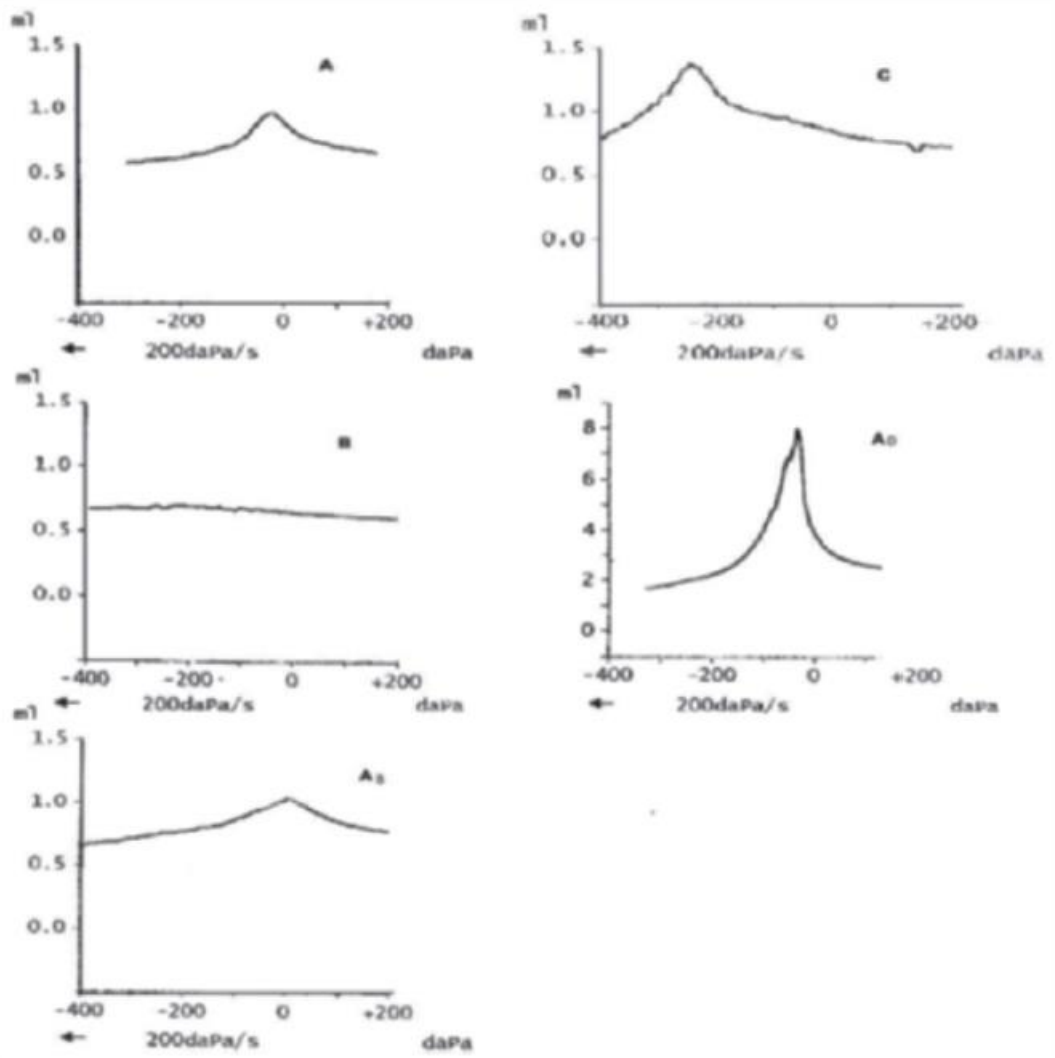


Şekil 18. Hava basıncının dış kulak kanalı, timpanik membran ve orta kulaktaki değişiminin gösterimi (Hunter ve Shahnaz 2014).

Timpanogram sınıflandırılması, Liderg (1969) tarafından ilk olarak açıklanmış, Jerger (1970) ve Lidén, Harford ve Hallen (1974) tarafından çeşitli patolojilerde incelenerek oluşturulmuştur.

Normal timpanogram, Şekil 19-A' daki gibi atmosferik basınca yakın bir şekilde tek tepe noktası olması gerekmektedir. Orta kulaktaki problemler timpanogram şeklinde değişikliklere neden olmaktadır. Timpanometriyi etkileyen en yaygın patoloji, Şekil 19-AS' de olduğu gibi timpanogramı genişleten ve impedanstaki (azalmış admitans) artıştır. Şekil 19-B' de gösterilen timpanogram, timpanik membranın sertleşmesinden dolayı veya ses enerjisini herhangi bir hava basıncında etkili bir şekilde aktaramadığından dolayı tüm basınçlarda tamamen düz elde edilen timpanogramdır. Efüzyonlu otitis media, geniş veya düzleştirilmiş bir timpanogramın en yaygın nedenidir. Östaki tüpü disfonksiyonu, orta kulak basıncının, Şekil 19-C' de gösterildiği gibi atmosferik basınca göre azalmasına veya artmasına neden olur. TM incelenmesi veya kemikçik zincir kopuklukları nedeniyle

azalmış sertlik vakaları ortaya çıkabilir. Bu gibi durumlarda, admitans timpanogramının yüksekliği, Şekil 19-AD' de gösterildiği gibi normale göre artmaktadır (Hunter ve Shahnaz 2014).



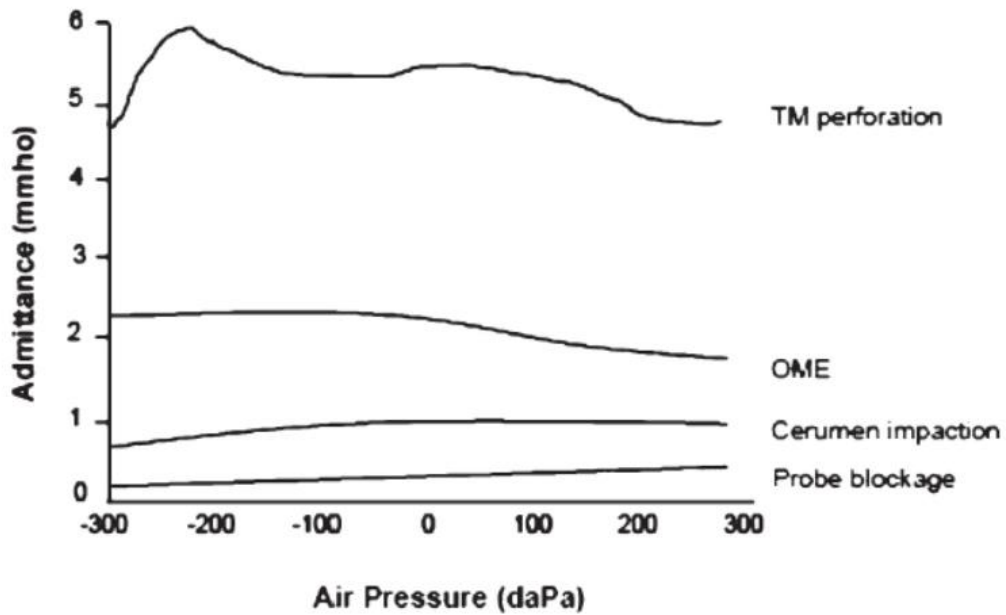
Şekil 19. Jergell Sınıflandırılmasına Göre Timpanogram Çeşitleri (Hunter ve Shahnaz 2014).

Timpanogramları değerlendirmek için dört temel timpanometrik özellik kullanılır. Bu özellikler şunlardır: eş değer dış kulak kanalı hacmi (Vea), kompanse edilmiş statik akustik admitans (Ytm), timpanometrik tepe basıncı (TPP) ve timpanometrik genişlik (TG) ve gradyan (Hunter ve Shahnaz 2014; Hunter ve Sanford 2015).

2.3.1 Eşdeğer Dış Kulak Kanalı Hacmi

Timpanometri yapılmadan önce kulak kanalı, serümen tıkanıklığı, yabancı cisimler, drenaj, TM perforasyonu veya daraltılmış kulak kanalı olmadığından emin olmak için otoskopi ile incelenmelidir. Bu koşulların tümü eş değer kulak kanalı hacmini (Vea) ve diğer timpanometri ölçümlerini etkileyebilir ve bu nedenle dikkat edilmelidir. Vea (ANSI, 1987) olarak adlandırılan bu hacim, prob ucunun yerleştirilme derinliği, kulak kanalının boyutu ve serümen tarafından kullanılan hacim miktarı gibi birçok faktörden etkilenmektedir. Vea' yı belirlemek için en yaygın kullanılan yöntem Terkildsen ve Thomsen (1959) tarafından önerilmiştir.

Eş değer kulak kanalı hacmi orta kulak geçirgenliğinin en az olduğu noktada ölçülen akustik admitanstır. Timpanogramlar normalde asimetriktir, negatif uç değeri pozitif uçtan biraz altında elde edilir, bu nedenle aşırı negatif basınçlarda hacim tahmini aşırı pozitif basınçlarda tahmin edilen hacmin altındadır (Margolis ve Shanks, 1985). Bu asimetri, aşırı negatif basınçlardaki iletkenliğin aşırı pozitif basınçlardaki iletkenlikten daha düşük olmasına bağlıdır (Margolis ve Smith, 1977). Bu nedenle 226 Hz kullanılarak ölçülen timpanogramda eş değer kulak kanalı hacminin ölçüm yapılacağı nokta 200 daPa' dır (Hunter ve Shahnaz 2014). Pozitif ya da negatif basınçtan elde edilen Vea gerçek kulak kanalı hacminden daha büyüktür (Rabinowitz, 1981; Shanks ve Lilly, 1981).

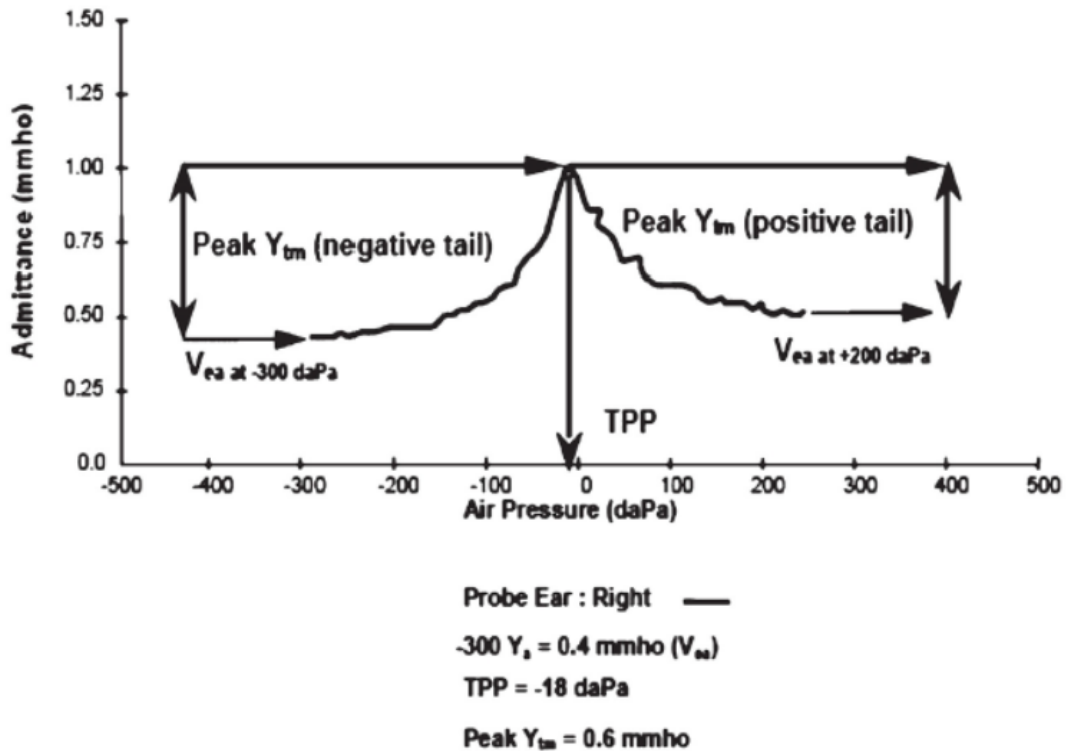


Şekil 20. Patolojinin kulak kanalı hacmi üzerindeki etkisini gösteren, kompanse edilmemiş timpanogramlar (Hunter ve Shahnaz 2014).

2.3.2. Kompanse Edilmiş Statik Akustik Admitans

Kompanse edilmiş statik akustik admitans (Y_{tm}) veya daha basit olarak, statik admitans, 226 Hz timpanogramın en sık ölçülen özelliğidir. Statik admitans; kolesteatoma, ossiküler adhezyonlar ve kronik otitis media gibi orta kula sertliğini değiştiren patolojilere en duyarlı özelliktir (Hunter ve Shahnaz 2014; Hunter ve Sanford 2015).

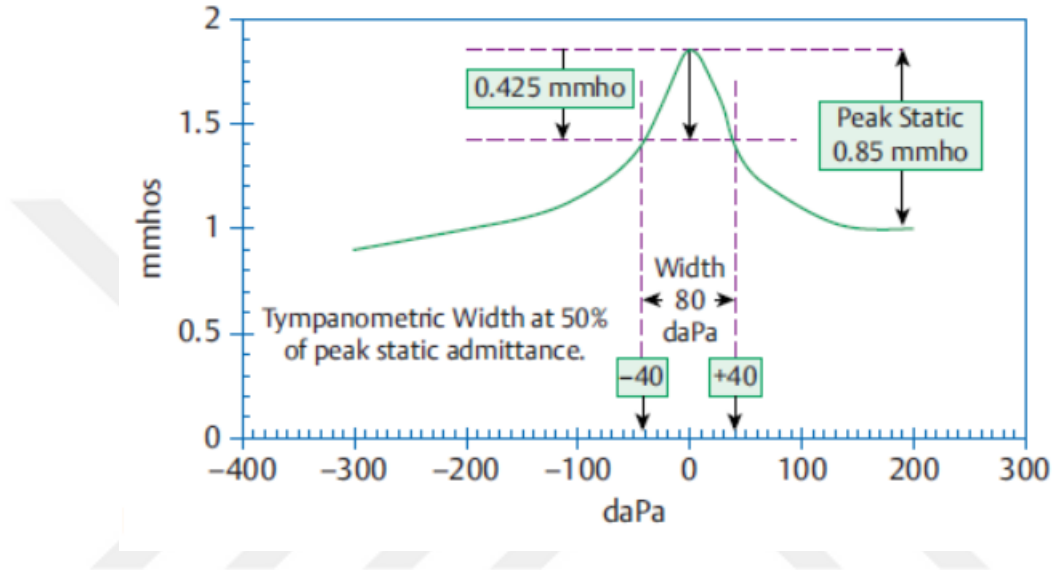
+200 daPa' da elde edilen admitans değerini eş değer dış kulak kanalı hacmi olarak yorumladıktan sonra, sadece timpanik membran ve orta kulak admitans değerlerine ulaşabilmek için, dış kulak kanalı ve orta kulak admitans değerinden elde edilen eş değer dış kulak kanalı hacmi çıkarılır. (Şekil 21). ANSI'ye (1987) göre, ortaya çıkan değer, kompanse edilmiş statik akustik admitans (tepe Y_{tm}) olarak adlandırılır ve mevcut klinik uygulamalarda “statik komplians” denir (Hunter ve Shahnaz 2014; Hunter ve Sanford 2015).



Şekil 21. Normal 226-Hz admitans timpanogramı. TPP timpanometrik tepe basıncı; Y_{tm} kompanse edilmiş akustik admitans; -300 daPa: eş değer dış kulak kanalı hacmi (V_{ea}) ölçmek için kullanılan basınç değeri (Hunter ve Shahnaz 2014).

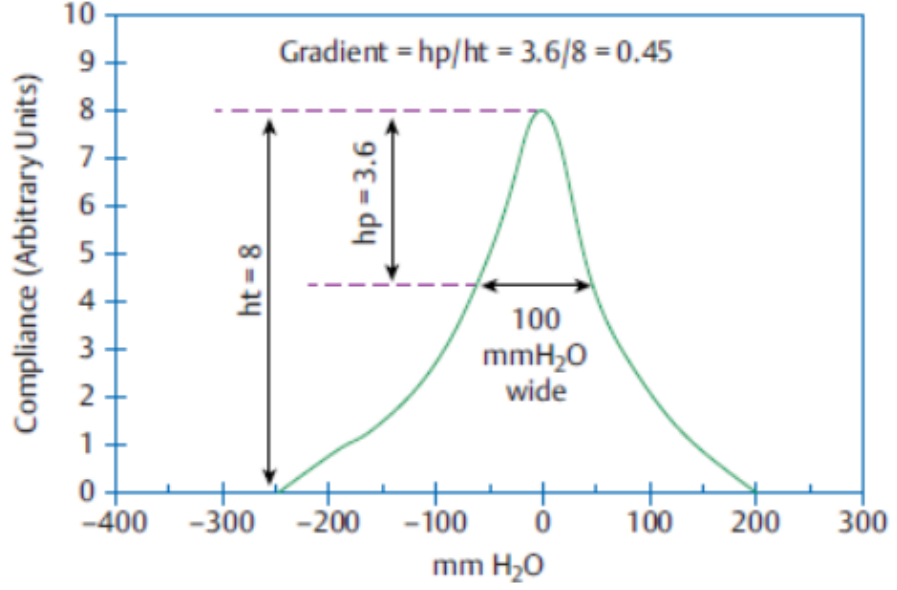
2.3.3. Timpanometrik Gradyan ve Genişlik

Timpanometrik genişlik, kompanse edilmiş statik akustik admitansın yarısında ölçülen timpananogramın genişliğini (daPa cinsinden) belirtir (Jonge 1986; Koebse ve Margolis 1986). Timpanogram genişliğinin hesaplanması Şekil 22' de gösterilmektedir.



Şekil 22. Timpanogramın Genişliğinin Ölçümü (Gelfand 2016).

Gradyanı ölçmek için kullanılan yöntemler ilk olarak Paradise (1968), Brooks (1968) ve Lidén (1969) tarafından önerilmiştir. Timpanometrik gradyan, timpanometrik tepenin her iki tarafındaki eğimin yüksekliğinin ölçüsüdür. Gradyanı hesaplamak için birkaç yöntem vardır, ancak en yaygın olanı, tepe basıncındaki akustik admitansa göre +50 ve -50 daPa' daki akustik admitans ortalaması alınarak hesaplanır (Hunter ve Shahnaz 2014; Hunter ve Sanford 2015).



Şekil 23. Timpanometrik Gradyan Hesaplanması (Gelfand 2016).

2.3.4. Timpanometrik Tepe Basıncı

Timpanogramda maximum geçirgenliğin gerçekleştiği kulak kanalı hava basıncı timpanometrik tepe basıncıdır. Timpanik membranın iki tarafındaki basınçlar eşit olduğunda Y_{tm} en yüksek değerine ulaştığından, timpanogram tepe basıncı orta kulak boşluğundaki basıncın doğrudan bir ölçüsü değildir, ancak bir göstergesidir (Hunter ve Sanford 2015).

2.3.5. Multifrekans Timpanometri

Multifrekanslı, çok bileşenli timpanometri (MFT), genel olarak 226 ile 2.000 Hz arasında değişen birden fazla saf ses frekansı kullanarak bu frekans aralığında oluşan akustik immittans bileşenlerin (örn; Admitans (Y_a) kondüktans (G_a), suseptans (B_a) ve faz açısı ϕ_a) ölçümüdür (Gelfand 2016).

2.4. Geniş Bant Timpanometri

Orta kulak değerlendirme yöntemlerinde yeni olan geniş bant timpanometri (GBT), dış kulak kanalındaki yansıyan veya absorbe edilen ses enerjisini, geniş bir frekans aralığında ölçebilmektedir. GBT normal orta kulak fonksiyonunun değerlendirilmesinde yirmi yıldır kullanılmaktadır (Allen 1986; Keefe ve ark. 1993); ancak, orta kulağın klinik değerlendirmesinde kullanımı yeni ortaya çıkmıştır (Hunter ve Shahnaz 2014). GBT' de kulak kanalındaki prob konumunun (özellikle yüksek frekanslarda) kritik olmaması nedeniyle, multifrekans timpanometriye göre avantajı vardır (Stinson ve ark. 1982; Voss ve Allen 1994; Huang ve ark. 2000). Ayrıca, standart 226-Hz timpanometri ile karşılaştırıldığında GBT, orta kulak patolojilerinin ve iletim tip işitme kaybının değerlendirilmesinde daha hassas bir test imkanı sağlayabilmektedir (Keefe ve Levi 1996; Piskorski ve ark. 1999; Feeney ve ark. 2003; Keefe ve Simmons, 2003; Beers ve ark. 2010). GBT ölçümlerinin başka bir avantajı, frekans aralıklarının yetişkinler için 10 kHz' e ve bebeklerde kulak kanalı çapı ve uzunluğunun küçük olması sebebiyle 20 kHz' e kadar test edilebilmesidir (Keefe ve ark. 1993).

Geniş bant timpanometri, Boys Town Ulusal Araştırma Hastanesinde Douglas Keefe tarafından geliştirilen ve Interacoustics (Assens, Danimarka) tarafından ticarileştirilen bir araştırma sistemidir (Şekil 26).

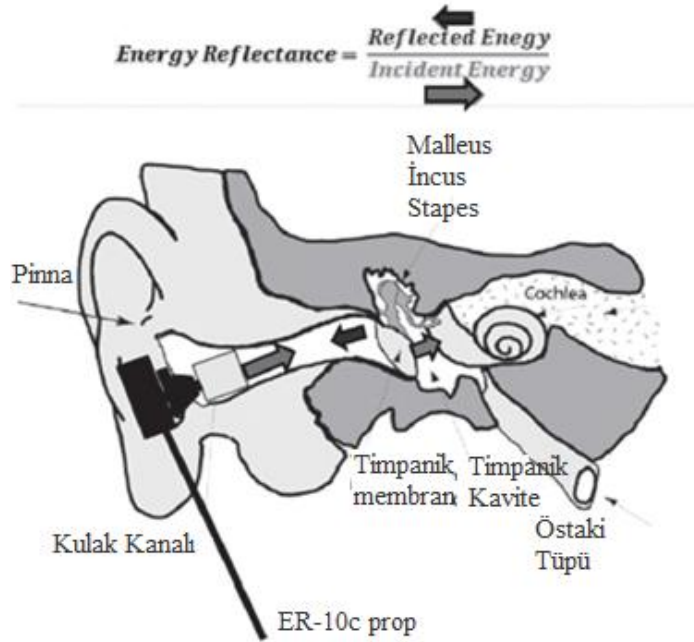


Şekil 24. Geniş bant timpanometri (Interacoustics, Assens, Danimarka) (Hunter ve Shahnaz 2014).

Cihazın kalibrasyonu için bir ucu kapalı, kısa (çap 0.794 cm, uzunluk 8.2 cm) ve uzun (çap 0.794 cm, uzunluk 292 cm) olan iki tüp seti kullanılır (Liu ve ark. 2008). Yeni doğanlar için farklı çaplarda benzer tüp setleri kullanılmaktadır. Bu sistem ortam basıncında reflektans ile 226 Hz ve 8000 Hz frekans aralığında farklı basınç noktasında reflektans ölçülebilir. Cihazın kalibrasyon prosedürü, Liu ve ark. (2008) tarafından geliştirilmiştir.

2.4.1. Geniş Bant Reflektans Ölçümleri

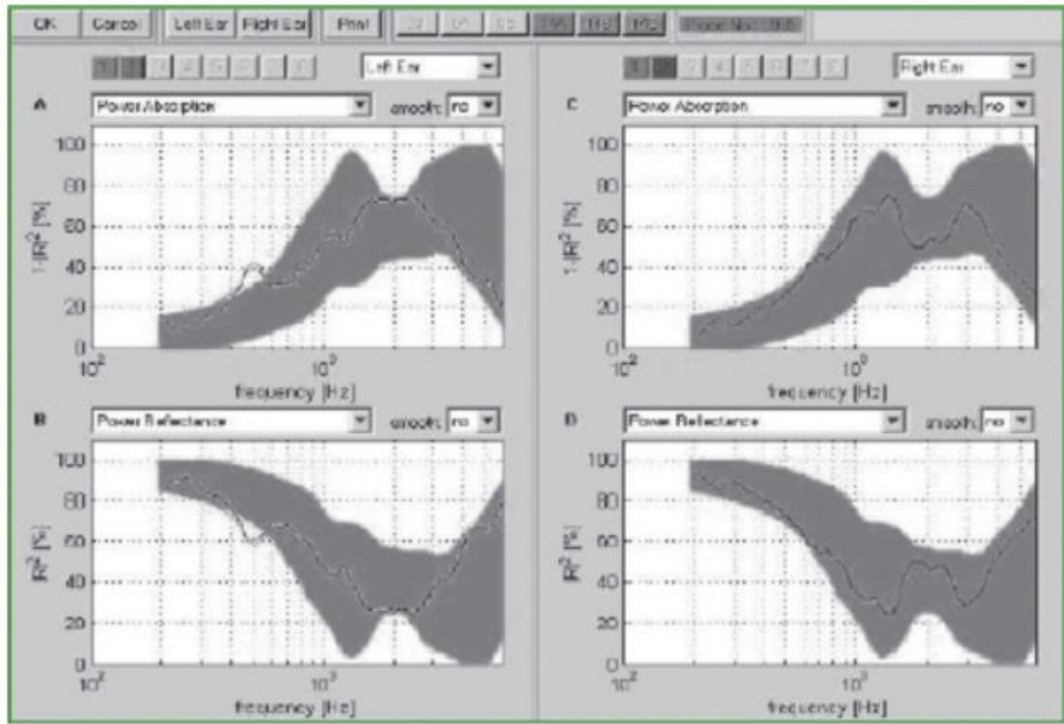
Geniş bant reflektans (GBR), 200 ile 10.000 Hz' e kadar veya daha yüksek frekanslarda olan kompleks seslerin kulak kanalına gönderildiği ve orta kulaktan geri yansıyan enerji miktarının hesaplandığı orta kulak değerlendirme tekniğidir. Basınç reflektans $R(f)$, gelen dalganın ses basıncını, reflekte olan dalganın ses basıncıyla karşılaştıran karmaşık bir sayıdır. Güç veya enerji reflektansı (ER), basınç reflektans büyüklüğünün karesidir, $R=|R(f)|^2$, enerji reflektansı, geri gelen ve ileri giden ses dalgalarının oranıdır (Şekil 25) (Liu ve ark. 2008). 0 değeri, tüm ses enerjisinin orta kulak tarafından absorbe edildiği, 1 değeri ise tüm enerjinin orta kulaktan geri yansıdığı anlamına gelmektedir (Stinson 1990). Güç reflektansı veya enerji reflektansı gerçek bir sayıdır (sadece büyüklüğü vardır) ve hiçbir fazları yoktur (Hunter ve Shahnaz 2014).



Şekil 25. Enerji Reflektans Gösterimi (Hunter ve Shahnaz 2014).

GBR ölçümlerine ilişkin normatif veriler, sesin düşük frekanslarda en fazla reflekte edildiğini, orta frekanslarda düşük reflekte bölgelerinin bulunduğunu ve yüksek frekanslarda orta derecede reflekte bölgelerinin bulunduğunu belirtmişlerdir (Margolis ve ark. 1999; Shahnaz ve Bork 2006).

GBR, Şekil 26' da gösterildiği gibi % 90 normatif aralığına göre orta kulak tarafından enerjinin ne kadarının (0' dan 1' e) yansıtıldığının grafik olarak ifade edilmesidir. Bu aralığın dışında kalan herhangi bir reflektans değeri, muhtemel bir orta kulak hastalığının göstergesidir. Örneğin, düşük frekanslarda aşırı derecede yüksek reflektans, efüzyonlu otitis media veya otoskleroz gibi hastalıklardan dolayı sertliğin arttığını göstermektedir (Shahnaz ve ark. 2009), düşük frekanslarda aşırı düşük reflektans, ossiküler zincir kopukluğu gibi hastalıktan dolayı sertliğin azaldığını göstermektedir (Allen ve ark. 2005).



Şekil 26. GBR Normatif Veri (Hunter ve Shahnaz 2014).

Şekil 27' de gösterildiği gibi, FDA onaylı Titan geniş bant timpanometri sistemi, farklı frekans ve basınç aralığında üç boyutlu enerji absorbans grafiği oluşturur. Interacoustics geniş bant timpanometri sistemi aynı zamanda 226 ve 1000 Hz tek frekanslı timpanogramları da elde edebilmektedir, böylece bu cihaz kliniklerde yaygın olarak kullanılmaktadır (Hunter ve Shahnaz 2014).



Şekil 27. 2012 Sonunda FDA Onayı Alan Titan Geniş Bant Timpanometri (Hunter ve Shahnaz 2014).

2.4.1.1. Geniş Bant Reflektans Ölçümlerinde Yaş ve Cinsiyet Etkisi

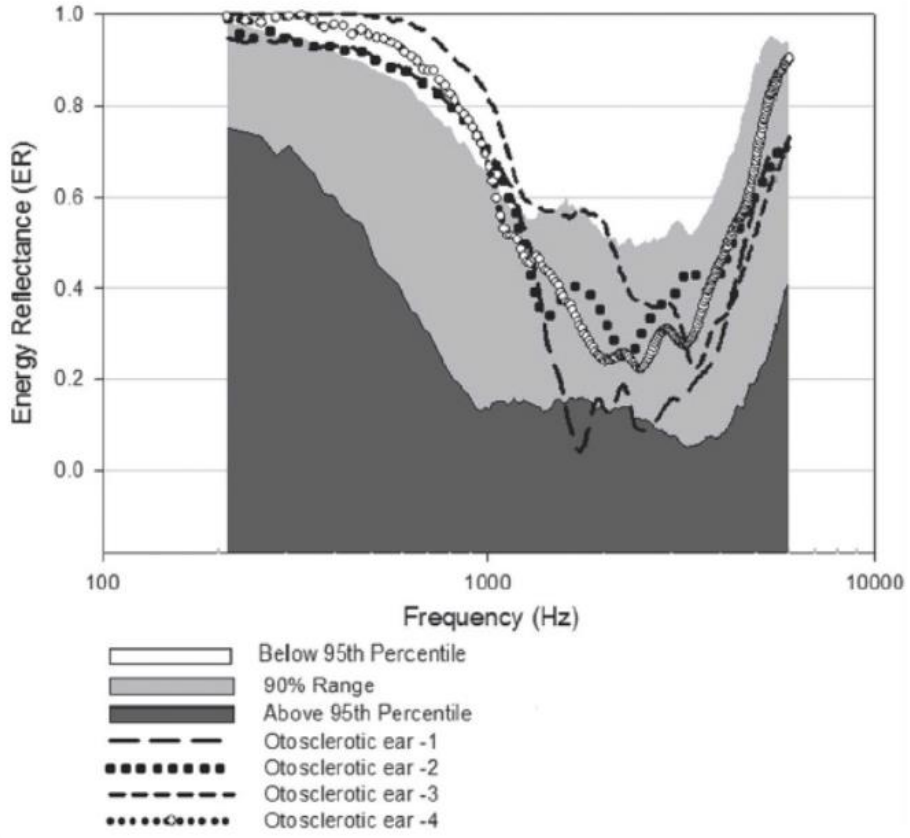
Cinsiyetin GBR üzerindeki etkileri çalışmalar ile gösterilmiştir. Margolis ve ark. (1999), erkeklerin 1000 Hz altındaki frekanslar için daha yüksek impedans gösterdiğini ancak 2000 ile 4000 Hz için daha az impedans gösterdiğini bildirmiştir. Keefe ve ark. (2000), büyük yenidoğan numunesinde GBR ölçümü yapmışlardır ve yenidoğan popülasyonunda kulak ve cinsiyet farklılıkları tespit etmişlerdir. Kadınların erkeklere göre 5000 Hz' de daha fazla absorbansa sahip olduğunu bildirmişlerdir. Shahnaz ve Bork (2006), geniş bir frekans aralığında admitans değerini ölçmüşlerdir ve erkeklerde 1781 ile 2367 Hz arasında daha yüksek admitans değeri elde etmişlerdir.

Orta kulak fonksiyonundaki yaşa bağlı farklılıklar, yetişkinler ve çocuklar arasındaki orta kulak büyüklüğündeki farklılıklarla ilişkilendirilebilir. Hayvanlarla yapılan çalışmada, orta kulak kütlesi ile vücut büyüklüğü arasında pozitif bir ilişki

olduğu ortaya koyulmuştur (Werner ve Igiç 2002). Bu durum insanlar için geçerliyse ve artan vucut büyüklüğü (bir birey çocukluğundan yetişkinliğe gelişirken), kemikçiklerin büyüklüğünde ve kütlesindeki artışla ilişkiliyse, yetişkin popülasyonda orta kulak sisteminin daha büyük bir kütlesi olmaktadır. Bu durum yüksek frekanslı seslerin akustik iletkenliğinde etkinliğini azaltır. Yetişkinler, daha büyük orta kulak hacmini içeren büyüklükte ise, orta kulak sistemleri daha düşük rezonans frekansına sahip olacak ve düşük frekanslı sesleri daha iyi aktarabilecektir (Keefe ve Abdala 2007).

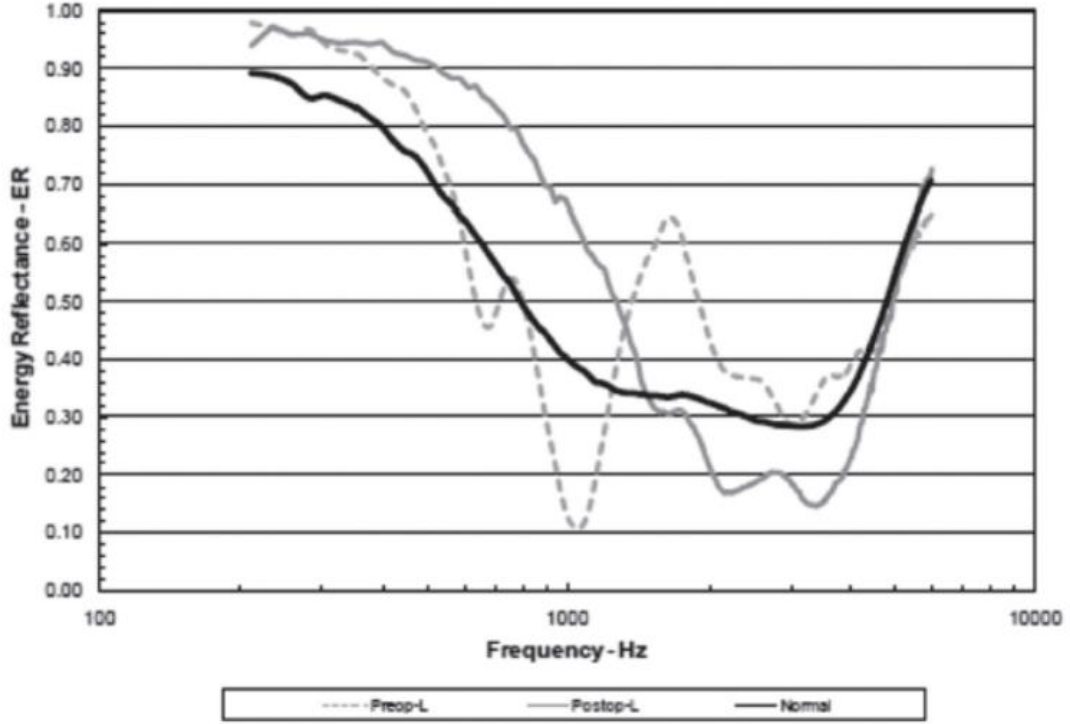
2.4.1.2. Orta Kulak Patolojilerinde Geniş Bant Reflektans lmleri

Geniş bant timpanometri ile değerlendirilen otosklerozlu iki hastanın ER sonuçları, 1000 Hz' in altındaki frekanslarda normal kulakların ER sonuçlarından daha yüksek elde edilmiştir (Feeney ve ark. 2003). Allen ve ark. (2005), bilateral otosklerozlu bir hastada orta kulağın iletim özelliklerini değerlendirmişlerdir. 0.8 kHz' in altındaki frekanslarda gönderilen sesin çoğunun tekrar kulak kanalına reflekte edildiğini belirtmişlerdir. Shahnaz ve ark. (2009), normal işiten 62 yetişkin ile cerrahi olarak doğrulanmış otosklerozu olan 28 hasta arasındaki ER' yi karşılaştırmışlardır. 1 kHz' in altındaki frekanslarda ER sonuçları, otosklerozlu kulaklarda normal kulaklara göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Bu, 1 kHz' in altındaki enerjinin çoğunun otosklerozlu kulaklarda kulak kanalına geri yansıldığını göstermektedir.



Şekil 28. Otoskleroz Hastalarında ER Bulguları (Shahnaz ve ark. 2009)

Feeney ve ark. (2003) ossiküler zincir kopukluğu olan iki olguda (canlı kulak ve kadavra kulağı) ER değerini ölçmüşlerdir. Her iki olguda da ER sonuçlarında düşük frekanslarda (<1 kHz) keskin bir düşüş olmuştur. Vos ve ark. (2008), incudostapedial eklem kopukluğu olan dört kadavrada ER değerlerini ölçmüşlerdir. ER' de 1200 Hz' nin altında büyük bir azalma olduğunu bildirmişlerdir. Otosklerozlu kulaklardaki postoperatif ER değerleri (Şekil 29), düşük frekanslarda enerji reflektans sonuçlarında artış olduğu göstermektedir (Shahnaz ve ark. 2009). İnsan orta kulağının düşük frekanslarda toplam impedansı büyük ölçüde halka şeklindeki bağın sertliği ile belirlenmektedir (Hüttenbrink 2003).

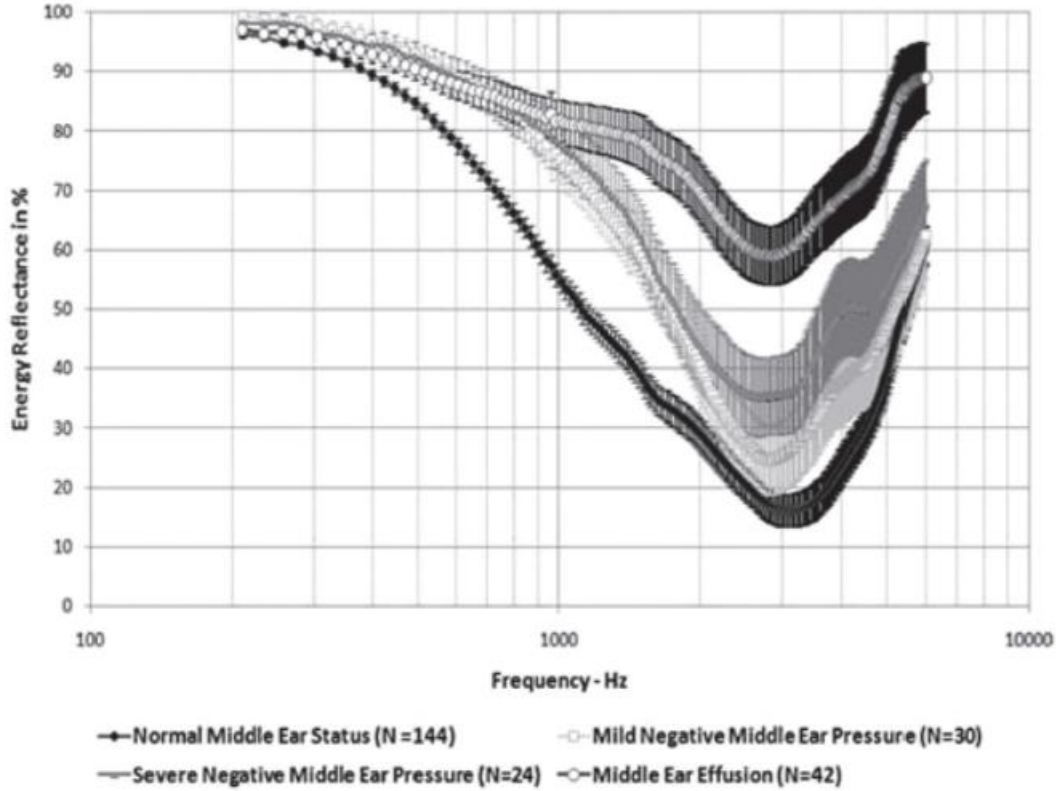


Şekil 29. Stapedektomi ameliyatı öncesi ve sonrası sol kulağı ameliyat olan 50 yaşında kadın hastadaki enerji reflektansı (ER) (Hunter ve Shahnaz 2014).

Hem stapedektomi hem de stapedotomi, halka şeklindeki ligamentin düşük frekanslarda orta kulağın toplam impedansına katkısını ortadan kaldırır; Bu nedenle, daha küçük temas alanına sahip olan protez cihazı, timpanik membrandaki eşdeğer ses basıncı seviyesinde çok daha kolay titreşebilir (Hüttenbrink 2003).

Negatif orta kulak basıncına sahip kulakların sonuçlarına göre, 2000 Hz' in altındaki frekanslarda reflektansın artmış olduğu sonucu elde edilmiştir ve basıncın büyüklüğü arttıkça daha yüksek frekanslar da etkilenebilmektedir (Beers ve ark. 2010). Efüzyonlu otitis media (EOM)' ya sahip kulaklar, geniş bir frekans aralığında daha fazla reflektans göstermektedir (Allen ve ark, 2005; Beers ve ark. 2010).

Hunter ve ark. (2008), otoskopi muayenesi ve timpanometri sonuçları ile tanılanan efüzyonlu otitis medianın 1000 ile 6000 Hz frekanslarında ER artışına neden olduğunu göstermiştir (Şekil 30).



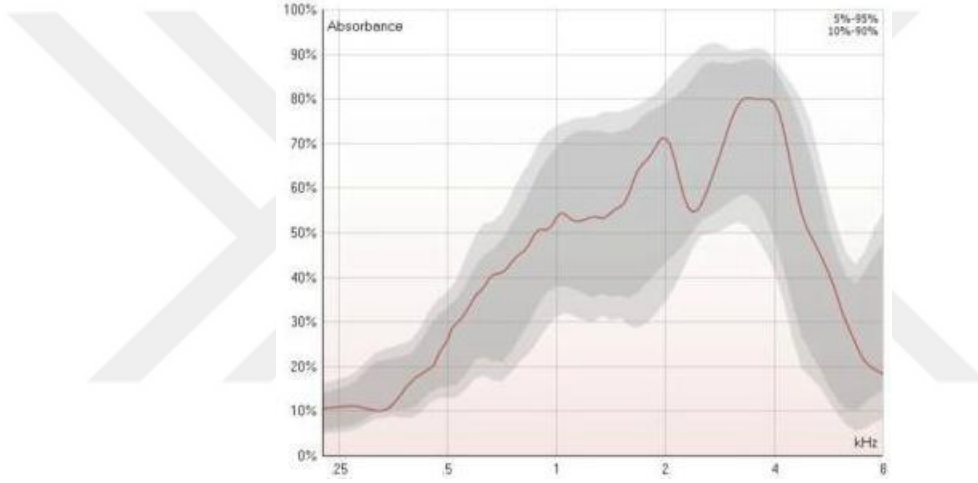
Şekil 30. Farklı orta kulak koşulları için frekansın bir fonksiyonu olarak ortalama enerji reflektansı: normal, hafif negatif orta kulak basıncı (-100 ile -199 daPa) (Hunter ve Shahnaz 2014).

2.4.2. Geniş Bant Akustik Reflex Ölçümleri

Timpanometride olduğu gibi, akustik refleks eşikleri geniş bant uyarıları ve reflektans ölçümleri kullanılarak ölçülebilir. Geleneksel timpanometride akustik refleks eşiği (ART), genellikle 226 Hz saf ses frekansındaki admitans değişiklikleri ile ölçülmektedir. Stapedius kasın kasılmasının, geniş bir frekans aralığında admitans değerinde değiştirebileceği gösterilmiştir (Rabinowitz 1977). Bu nedenle, admitans değişikliklerinin tek bir saf ses frekansında ölçülmesi, daha geniş bir frekans aralığında refleksleri ölçmek kadar etkili olmayabilir. Feeney ve Keefe (2001), normal işiten yetişkin gruplarında birkaç frekans bant boyunca akustik refleks fonksiyon değerlerini ölçmüşlerdir. 2000-Hz aktivatör frekansı için 74 dB SPL olan ART' nin geleneksel 226-Hz timpanometrisi kullanılarak benzer aktivatör frekansı için ART' den 12 dB daha düşük değerde olan ART' yi rapor etmişlerdir. Ölçüm hassasiyetindeki artışın, bu yöntemin geleneksel ART ölçümlerine göre potansiyel bir avantaj olabileceğini öne sürmüşlerdir.

2.4.3. Absorbans Grafiği

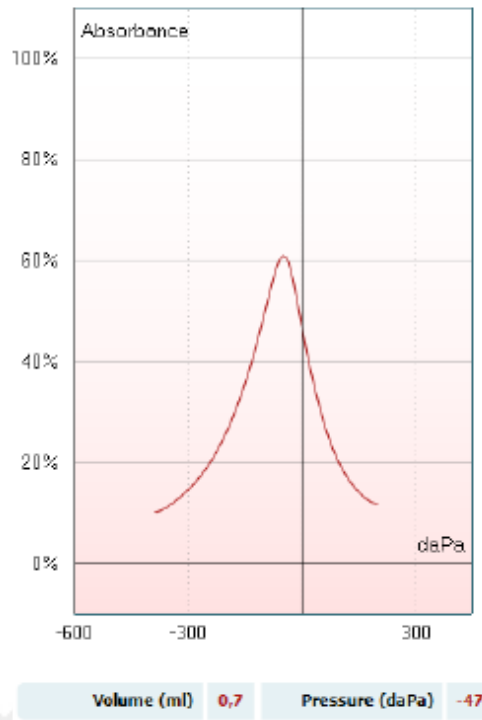
Absorbans grafiği, belirli bir frekans aralığında (örneğin 226-8000 Hz) orta kulağın absorbans miktarını gösteren iki boyutlu grafikdir (Grafik 1). GBT' de absorbans grafiği timpanometrik tepe basıncında ve ortam basıncında olmak üzere iki şekilde elde edilmektedir. Timpanometrik tepe basıncı ile ölçülen absorbans grafiğinde, üç boyutlu timpanogramda elde edilen tepe basıncındaki absorbans miktarı görülmektedir. Üç boyutlu timpanogramdaki tepe basıncında, y ve z eksenlerinin oluşturduğu düzlemden bakıldığı zaman elde edilen grafikdir. Ortam basıncında elde edilen absorbans grafiği ise; üç boyutlu timpanogramda 0 daPa'daki absorbans miktarını göstermektedir (<http://www.interacoustics.com> 09.07.2019).



Grafik 1. Absorbans Grafiği (<http://www.interacoustics.com> 09.07.2019).

2.4.4. Averajlanmış Geniş Bant Timpanogram

Averajlanmış geniş bant timpanogram (A-GBT), 3D timpanogramda 375-2000 Hz frekans aralığındaki elde edilen absorbans değerlerinin ortalaması alınarak gösterilen iki boyutlu grafikdir.



Grafik 2. A-GBT (<http://www.interacoustics.com> 09.07.2019).

3.GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma, KTO Karatay Üniversitesi Odyoloji Anabilim dalı Odyoloji Yüksek Lisans Programı bitirme tezi olarak planlanmış olup KTO Karatay Üniversitesi Odyoloji Kliniğinde gerçekleştirilmiştir. KTO Karatay Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurul Komisyonu tarafından 26.03.2019 tarihli ve 2019/0017 sayılı karar ile etik kurul onayı alınarak çalışmaya başlanmıştır (Sayı: 41901325-050.99). Bu çalışma normal işitmeye sahip olan yetişkin bireylerde etnik kökenin orta kulak fonksiyonlarına etkisini geniş bant timpanometri ile ölçmek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

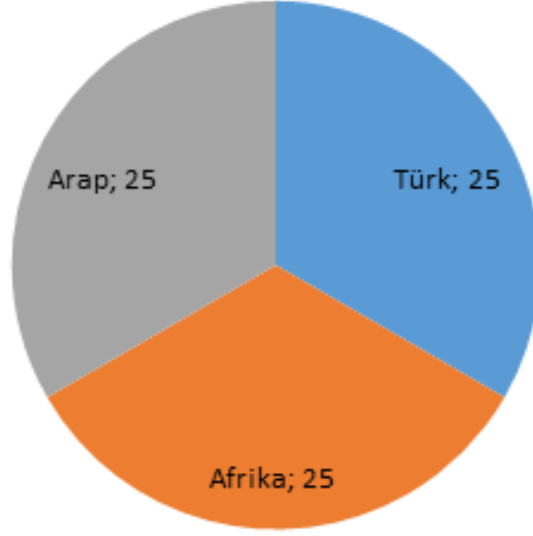
3.1 Bireyler

Çalışmanın katılımcıları, 18-30 yaş aralığında toplamda 81 katılımcı ile oluşmaktadır. Çalışmada gruplar aşağıdaki şekilde belirlenmiştir:

1. Grup: Afrikalı
2. Grup: Arap
3. Grup: Türk

Arap grupta Suriye, Filistin, Irak, Yemen ve Ürdünlü normal işitmeye sahip bireyler ve Afrikalı grupta Çad, Gondo Afrika, Somali, Etiyopya, Sudan, Cezayir, Gana, Moritanya, Fildişi Sahil, Nijer, Tanzanya, Uganda ve Kongolu normal işitmeye sahip bireyler gönüllü olarak katılmıştır.

Afrikalı grupta 26 katılımcıya bakılmıştır ve 1 katılımcıda unilateral tip Ad timpanogram elde edildiği için çalışmaya dâhil edilmemiştir. Arap grupta 29 katılımcı değerlendirilmiştir ve 1 katılımcıda bilateral tip As elde edildiği için, 1 katılımcıda üç yıl öncesinde sol kulağında gerçekleşmiş ani işitme kaybı olduğu için, 2 katılımcıda mevcut olan işitme kaybı olduğu için çalışmaya dâhil edilmemiştir. Türk grubunda 26 katılımcıya bakılmıştır ve 1 katılımcıda unilateral tip C timpanogram elde edildiği için çalışmaya dâhil edilmemiştir. Her grupta 25' er kişi ve 50' şer kulak değerlendirilmiştir. Toplamda 75 kişi ve 150 kulak çalışmaya katılmıştır.



Grafik 3. Çalışmaya katılan bireylerin etnik kökenlerine göre dağılımları.

3.1.1. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri

- 18-35 yaş arasında yetişkin birey olunması,
- Yapılan otoskopik muayenede normal bir dış kulak yolu ve timpanik membrana sahip olunması,
- İmmittansmetrik değerlendirmede Tip A timpanogram elde edilmesi,
- Saf ses odyometri değerlendirmesinde, ≤ 20 dB saf ses ortalamasına sahip olunması.

Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayandığından dolayı katılımcılardan, “Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu” nu okuyup, kabul etmeleri istenmiştir.

3.1.2. Çalışmaya Dahil Etmeme Kriterleri

- İletim, sensörinöral veya mikst tipte işitme kaybı olanlar,
- Dış kulak yolu ve timpanik membranda anatomik bir bozukluğa sahip olan bireyler,
- Ek engeli bulunan bireyler,
- Nöro-psikiyatrik sorunu olan bireyler,
- Araştırma için gerekli olan odyolojik ve immittansmetrik testleri yapılamayanlar

3.2.Kullanılan Testler ve Yöntem

Saf ses odyometri testi için Industrial Acoustics Company (IAC) standardındaki sessiz odada Interacoustics AC-40 klinik odyometre ile eşik tespiti yapılarak normal işitme değerlendirilmiştir. Hava yolu işitme eşikleri TDH-39 standart kulaklık ile, kemik yolu ölçümleri ise B-71 kemik vibratörü ile ölçülmüştür.

Otoskopik muayene için Orvision video otoskop cihazı kullanılmıştır.



Şekil 31. Video otoskop cihazı.

Katılımcıların bilateral İmmitansmetri, GBT ve Absorbans Ölçümleri Interacoustics TITAN Geniş Bant Timpanometre ile yapılmıştır (Şekil 32). Oluşturulan protokolle sırasıyla 226 Hz-8000 Hz arasında GBT, Averaılanmış Geniş Bant Timpanometri, Dış kulak kanalı hacim ölçüleri ve Rezonans frekans ölçümleri aynı oturumda yapılmıştır.



Şekil 32. Interacoustics Titan Geniş Bant Timpanometre (<http://www.interacoustics.com> 09.07.2019).

GBT ölçümleri 200-(-400) daPa aralığında yapılmıştır. GBT, 226-8000 Hz frekans aralığını kapsayan, 2 ms durasyonlu, 94 dB teSBS şiddet düzeyinde ve 21.5 Hz frekansıyla verilen klik uyararla yapılmıştır. Yapılan testler yaklaşık 20 dakika sürmüştür.

Tüm bireylerin İmmittansmetri sonuçları (226 Hz ve 8000 Hz aralığında belirlenen 12 frekans için tüm grupların absorbans değerleri, eş değer dış kulak kanalı hacimleri, rezonans frekansları ve averajlanmış geniş bant timpanometri değerleri) SPSS programına aktarılmak üzere Microsoft Office Excel dosyasına kaydedilmiştir.

Tüm katılımcıların vücut ağırlığı ve boy ölçüleri alınmıştır, vücut ağırlığının (kg) boy uzunluğunun (m) karesine bölünmesi (kg/m^2) formülüyle hesaplanan vücut kütle indeksi (VKİ) değerleri elde edilmiştir. Dünya Sağlık Örgütü'nün referans aralığı temel alınarak kategorilere ayrılmıştır.

18.5 kg/m ² 'nin altında ise	Zayıf
18.5-24.9 kg/m ² arasında ise	Normal Kilolu
25-29.9 kg/m ² arasında ise	Fazla Kilolu
30-34.9 kg/m ² arasında ise	I.Derece Obez
35-39.9 kg/m ² arasında ise	II.Derece Obez
40 kg/m ² üzerinde ise	III.Derece Morbid Obez

Şekil 33. Dünya Sağlık Örgütü'nün Referans Aralığına Göre VKİ Kategorileri.

Bireylerin Absorbans ve A-GBT sonuçları ise Geniş Bant Timpanometrede oluşturulan protokolde belirlenen bir hedef klasöre “Matematiksel Girdi Dosyası (M dosyası)” olarak kaydedilmiş, Interacoustics tarafından oluşturulan “WBT 3.0.0.16” adlı Microsoft Office Excel dosyasına aktarılmış ve grafikler elde edilmiştir.

3.3. İstatistiksel Yöntem

Verilerin değerlendirilmesinde SPSS 25 (IBM Corp. Released 2017. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0. Armonk, NY: IBM Corp.) istatistik paket programı kullanılmıştır. Çalışmada kategorik ve sürekli değişkenler için tanımlayıcı istatistikler (ortalama, standart sapma, ortanca değer, minimum, maksimum, sayı ve yüzdelik dilim) verilmiştir. Ayrıca parametrik testlerin ön şartlarından varyansların homojenliği “Levene” testi ile kontrol edilmiştir. Normallik varsayımına ise “Shapiro-Wilk” testi ile bakılmıştır. İki grup arasındaki farklılıklar değerlendirilmek istendiğinde parametrik test ön şartlarını sağladığı durumda “Student’s t Test” ve “eş yapma t testi”; sağlamadığında ise “Mann Whitney-U testi” ve “Wilcoxon testi” kullanılmıştır. Üç ve daha fazla grup karşılaştırması için Tek Yönlü Varyans Analizi ve çoklu karşılaştırma testlerinden Tukey HSD testi ile sağlanmadığında ise Kruskal Wallis ve çoklu karşılaştırma testlerinden Bonferroni-Dunn testi kullanılmıştır. Sürekli iki değişken arasındaki ilişki Pearson Korelasyon Katsayısı ile parametrik test ön şartlarını sağlamadığı durumda ise Spearman Korelasyon Katsayısı ile değerlendirilmiştir. Kategorik değişkenler arasındaki ilişkiler Fisher’s Exact Test ve Ki Kare testi ile analiz edilmiştir. Beklenen frekansların % 20’den küçük olduğu durumlarda bu frekansların analize dahil edilmesi için “Monte Carlo Simulasyon Yöntemi” ile değerlendirme yapılmıştır. $p < 0.05$ ve $p < 0.01$ düzeyi istatistik olarak anlamlı kabul edilmiştir.

4.BULGULAR

Tablo 1. 226 Hz 'de Türk, Afrikalı ve Arap grupların ortalama absorbands değerleri ve karşılaştırma sonuçları.

	Türk	Afrika	Arap	p
	n=25	n=25	n=25	
226 Hz Sağ Kulak	0,12±0,06	0,13±0,05	0,12±0,08	0,92
226 Hz Sol Kulak	0,11±0,06	0,12±0,06	0,13±0,07	0,73

*p<0,05

Tablo 1.'de 226 Hz geniş bant timpanometri absorbands değerlerinin gruplar arası karşılaştırma sonuçlarına bakıldığında; istatistiksel olarak anlamlı sonuç elde edilmemiştir.

Tablo 2. 257 Hz 'de Türk, Afrikalı ve Arap grupların ortalama absorbands değerleri ve karşılaştırma sonuçları.

	Türk	Afrika	Arap	p
	n=25	n=25	n=25	
257 Hz Sağ Kulak	0,12±0,06	0,13±0,05	0,13±0,08	0,88
257 Hz Sol Kulak	0,12±0,05	0,13±0,06	0,13±0,07	0,76

*p<0,05

Tablo 2.'de 257 Hz geniş bant timpanometri absorbands değerlerinin gruplar arası karşılaştırma sonuçlarına bakıldığında; istatistiksel olarak anlamlı sonuç elde edilmemiştir.

Tablo 3. 408 Hz 'de Türk, Afrikalı ve Arap grupların ortalama absorbands değerleri ve karşılaştırma sonuçları.

	Türk	Afrika	Arap	p
	n=25	n=25	n=25	
408 Hz Sağ Kulak	0,23±0,11	0,23±0,08	0,23±0,13	0,96
408 Hz Sol Kulak	0,21±0,09	0,22±0,10	0,33±0,11	0,81

*p<0,05

Tablo 3.'de 408 Hz geniş bant timpanometri absorbands değerlerinin gruplar arası karşılaştırma sonuçlarına bakıldığında; istatistiksel olarak anlamlı sonuç elde edilmemiştir.

Tablo 4. 500 Hz 'de Türk, Afrikalı ve Arap grupların ortalama absorbands değerleri ve karşılaştırma sonuçları.

	Türk	Afrika	Arap	p
	n=25	n=25	n=25	
500 Hz Sağ Kulak	0,30±0,13	0,30±0,10	0,29±0,15	0,97
500 Hz Sol Kulak	0,28±0,12	0,28±0,12	0,30±0,14	0,89

*p<0,05

Tablo 4.'de 500 Hz geniş bant timpanometri absorbands değerlerinin gruplar arası karşılaştırma sonuçlarına bakıldığında; istatistiksel olarak anlamlı sonuç elde edilmemiştir.

Tablo 5. 629 Hz 'de Türk, Afrikalı ve Arap grupların ortalama absorbands değerleri ve karşılaştırma sonuçları.

	Türk	Afrika	Arap	p
	n=25	n=25	n=25	
629 Hz Sağ Kulak	0,40±0,16	0,40±0,12	0,39±0,16	0,93
629 Hz Sol Kulak	0,38±0,15	0,36±0,15	0,40±0,17	0,74

*p<0,05

Tablo 5.'de 629 Hz geniş bant timpanometri absorbands değerlerinin gruplar arası karşılaştırma sonuçlarına bakıldığında; istatistiksel olarak anlamlı sonuç elde edilmemiştir.

Tablo 6. 1000 Hz 'de Türk, Afrikalı ve Arap grupların ortalama absorbands değerleri ve karşılaştırma sonuçları.

	Türk	Afrika	Arap	p
	n=25	n=25	n=25	
1000 Hz Sağ Kulak	0,63±0,14	0,60±0,13	0,59±0,15	0,45
1000 Hz Sol Kulak	0,66±0,14	0,58±0,17	0,58±0,16	0,16

*p<0,05

Tablo 6.'de 1000 Hz geniş bant timpanometri absorbands değerlerinin gruplar arası karşılaştırma sonuçlarına bakıldığında; istatistiksel olarak anlamlı sonuç elde edilmemiştir.

Tablo 7. 2000 Hz 'de Türk, Afrikalı ve Arap grupların ortalama absorbands değerleri ve karşılaştırma sonuçları.

	Türk	Afrika	Arap	p
	n=25	n=25	n=25	
2000 Hz Sağ Kulak	0,70±0,11	0,60±0,16	0,63±0,16	0,06
2000 Hz Sol Kulak	0,68±0,14	0,56±0,17	0,58±0,17	0,02

*p<0,05

Tablo 7.'de 2000 Hz geniş bant timpanometri absorbands değerlerinin gruplar arası karşılaştırma sonuçlarına bakıldığında; sağ kulak için istatistiksel olarak anlamlı sonuç elde edilmemiştir, sol kulak için istatistiksel olarak anlamlı sonuç elde edilmiştir.

Tablo 8. 3174 Hz 'de Türk, Afrikalı ve Arap grupların ortalama absorbands değerleri ve karşılaştırma sonuçları.

	Türk	Afrika	Arap	p
	n=25	n=25	n=25	
3174 Hz Sağ Kulak	0,71±0,13	0,61±0,14	0,60±0,18	0,01
3174 Hz Sol Kulak	0,74±0,13	0,60±0,17	0,59±0,17	0,01

*p<0,05

Tablo 8.'de 3174 Hz geniş bant timpanometri absorbands değerlerinin gruplar arası karşılaştırma sonuçlarına bakıldığında; istatistiksel olarak anlamlı sonuç elde edilmiştir.

Tablo 9. 4000 Hz 'de Türk, Afrikalı ve Arap grupların ortalama absorbands değerleri ve karşılaştırma sonuçları.

	Türk	Afrika	Arap	p
	n=25	n=25	n=25	
4000 Hz Sağ Kulak	0,64±0,12	0,53±0,15	0,50±0,17	0,01
4000 Hz Sol Kulak	0,68±0,14	0,54±0,16	0,52±0,16	0,01

*p<0,05

Tablo 8.'de 4000 Hz geniş bant timpanometri absorbands değerlerinin gruplar arası karşılaştırma sonuçlarına bakıldığında; istatistiksel olarak anlamlı sonuç elde edilmiştir.

Tablo 10. 5495 Hz 'de Türk, Afrikalı ve Arap grupların ortalama absorbands değerleri ve karşılaştırma sonuçları.

	Türk	Afrika	Arap	p
	n=25	n=25	n=25	
5495 Hz Sağ Kulak	0,52±0,12	0,54±0,11	0,48±0,11	0,29
5495 Hz Sol Kulak	0,55±0,12	0,55±0,13	0,51±0,09	0,39

*p<0,05

Tablo 10.'da 7127 Hz geniş bant timpanometri absorbands değerlerinin gruplar arası karşılaştırma sonuçlarına bakıldığında; istatistiksel olarak anlamlı sonuç elde edilmemiştir.

Tablo 11. 7127 Hz 'de Türk, Afrikalı ve Arap grupların ortalama absorbands değerleri ve karşılaştırma sonuçları.

	Türk	Afrika	Arap	p
	n=25	n=25	n=25	
7127 Hz Sağ Kulak	0,35±0,16	0,36±0,11	0,33±0,12	0,64
7127 Hz Sol Kulak	0,36±0,14	0,38±0,15	0,36±0,10	0,86

*p<0,05

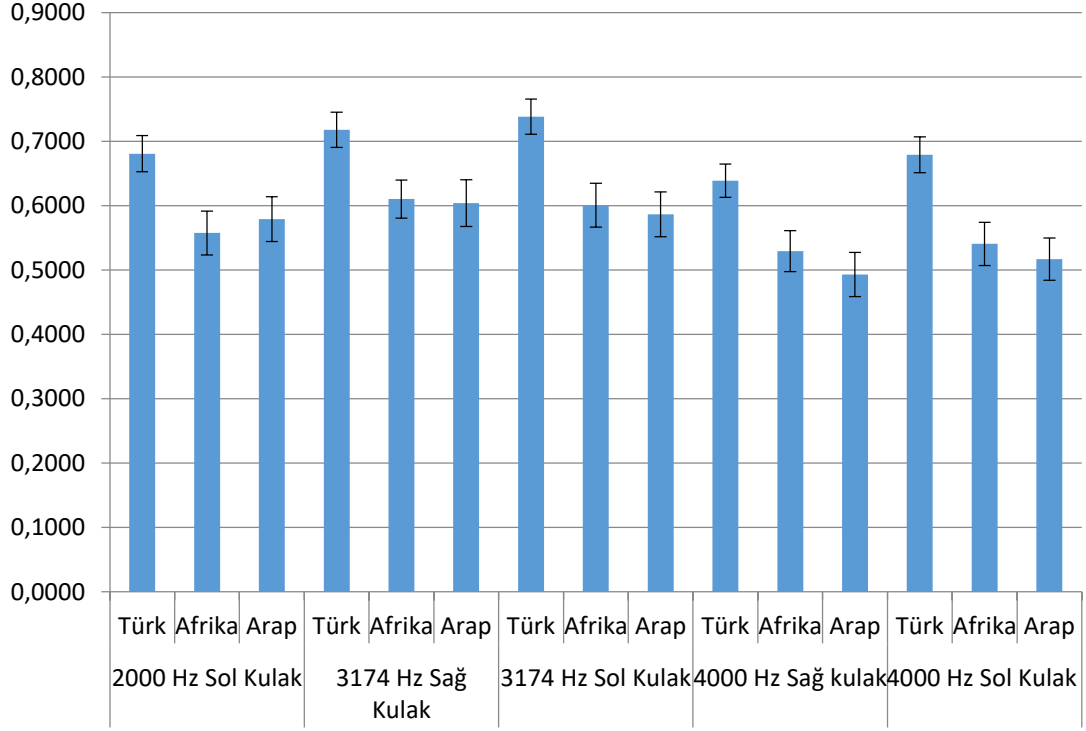
Tablo 11.'de 7127 Hz geniş bant timpanometri absorbands değerlerinin gruplar arası karşılaştırma sonuçlarına bakıldığında; istatistiksel olarak anlamlı sonuç elde edilmemiştir.

Tablo 12. 8000 Hz 'de Türk, Afrikalı ve Arap grupların ortalama absorbands değerleri ve karşılaştırma sonuçları.

	Türk	Afrika	Arap	p
	n=25	n=25	n=25	
8000 Hz Sağ Kulak	0,37±0,19	0,34±0,12	0,34±0,17	0,79
8000 Hz Sol Kulak	0,36±0,14	0,35±0,14	0,35±0,14	0,94

*p<0,05

Tablo 12.'de 8000 Hz geniş bant timpanometri absorbands değerlerinin gruplar arası karşılaştırma sonuçlarına bakıldığında; istatistiksel olarak anlamlı sonuç elde edilmemiştir.



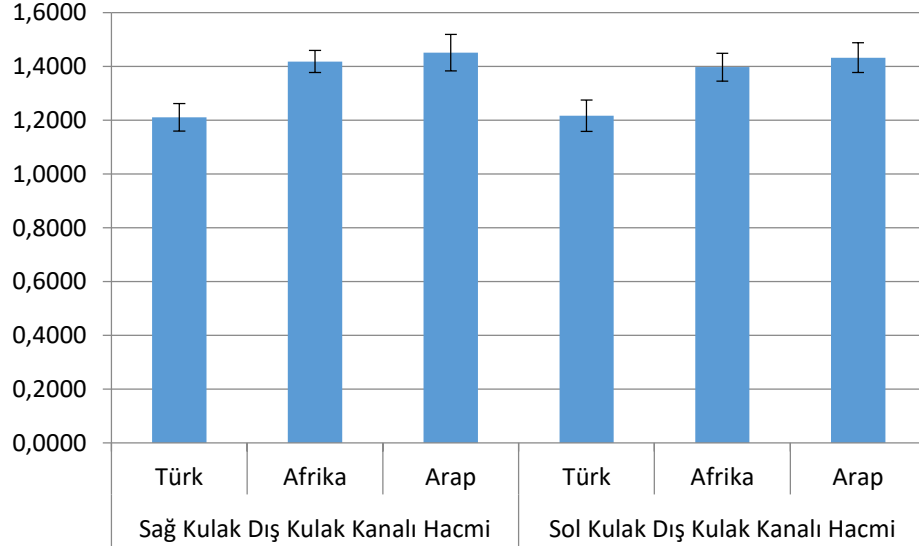
Grafik 4. Anlamlı fark elde edilen frekansların absorpsiyon değer grafiği.

Tablo 13. Türk, Afrikalı ve Arap grupların ortalama dış kulak kanalı hacim değerleri ve karşılaştırma sonuçları.

	Türk	Afrika	Arap	P
	n=25	n=25	n=25	
Dış Kulak Kanalı Hacmi Sağ Kulak	1,21±0,25	1,42±0,20	1,45±0,33	0,01
Dış Kulak Kanalı Hacmi Sol Kulak	1,21±0,28	1,40±0,25	1,43±0,27	0,01

*p<0,05

Tablo13.'de Dış kulak kanalı hacim değerlerinin gruplar arası karşılaştırma sonuçlarına bakıldığında; istatistiksel olarak anlamlı sonuç elde edilmiştir.



Grafik 5. Tüm Grupların Sağ Ve Sol Dış Kulak Kanalı Hacimleri.

Tablo 14. Türk, Afrikalı ve Arap grupların ortalama rezonans frekans değerleri ve karşılaştırma sonuçları.

	Türk	Afrika	Arap	P
	n=25	n=25	n=25	
Rezonans Freqansı Sağ Kulak	1006,60±379,14	1007,64±418,69	1225,68±684,72	0,22
Rezonans Freqansı Sol Kulak	1042,36±362,55	1025,00±363,40	1281,72±793,21	0,18

*p<0,05

Tablo 14.'da Rezonans frekans değerlerinin gruplar arası karşılaştırma sonuçlarına bakıldığında; istatistiksel olarak anlamlı sonuç elde edilmemiştir.

İstatistiksel olarak anlamlı çıkan değerlendirme parametrelerinde çoklu karşılaştırma yapılmıştır.

Tablo 15. 2000 Hz sol kulakta Türk, Afrikalı ve Arap grupların ortalama absorbands değerleri ve çoklu karşılaştırma sonuçları.

	Türk	Afrika	Arap	P
	n=25	n=25	n=25	
2000 Hz Sol Kulak	0,68±0,14 ^a	0,56±0,17 ^b	0,58±0,17 ^{bc}	0,02

*p<0,05

Aynı harf içeren gruplar arasında fark yoktur.

Farklı harf içeren gruplar arasında istatistik olarak farklılık vardır.

Tablo 15.'de 2000 Hz sol kulakta geniş bant timpanometri absorbands değerlerinin gruplar arası çoklu karşılaştırma sonuçlarına bakıldığında; Türkler ve Afrikalılar arasında, Türkler ve Araplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edilirken Afrikalılar ve Araplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edilmemiştir.

Tablo 16. 3174 Hz 'de Türk, Afrikalı ve Arap grupların ortalama absorbands değerleri ve çoklu karşılaştırma sonuçları.

	Türk	Afrika	Arap	P
	n=25	n=25	n=25	
3174 Hz Sağ Kulak	0,71±0,13 ^a	0,61±0,14 ^b	0,60±0,18 ^{bc}	0,01
3174 Hz Sol Kulak	0,74±0,13 ^a	0,60±0,17 ^b	0,59±0,17 ^{bc}	0,01

*p<0,05

Aynı harf içeren gruplar arasında fark yoktur.

Farklı harf içeren gruplar arasında istatistik olarak farklılık vardır.

Tablo 16.'de 3174 Hz 'de geniş bant timpanometri absorbands değerlerinin gruplar arası çoklu karşılaştırma sonuçlarına bakıldığında; Türkler ve Afrikalılar arasında, Türkler ve Araplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edilirken Afrikalılar ve Araplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edilmemiştir.

Tablo 17. 4000 Hz 'de Türk, Afrikalı ve Arap grupların ortalama absorbands değerleri ve çoklu karşılaştırma sonuçları.

	Türk	Afrika	Arap	P
	n=25	n=25	n=25	
4000 Hz Sağ Kulak	0,64±0,12 ^a	0,53±0,15 ^b	0,50±0,17 ^{bc}	0,01
4000 Hz Sol Kulak	0,68±0,14 ^a	0,54±0,16 ^b	0,52±0,16 ^{bc}	0,01

*p<0,05

Aynı harf içeren gruplar arasında fark yoktur.

Farklı harf içeren gruplar arasında istatistik olarak farklılık vardır.

Tablo 17.'de 4000 Hz 'de geniş bant timpanometri absorbands değerlerinin gruplar arası çoklu karşılaştırma sonuçlarına bakıldığında; Türkler ve Afrikalılar arasında, Türkler ve Araplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edilirken Afrikalılar ve Araplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edilmemiştir.

Tablo 18. Türk, Afrikalı ve Arap grupların ortalama dış kulak kanalı hacim değerleri ve çoklu karşılaştırma sonuçları.

	Türk	Afrika	Arap	P
	n=25	n=25	n=25	
Dış Kulak Kanalı Hacmi Sağ Kulak	1,21±0,25 ^a	1,42±0,20 ^b	1,45±0,33 ^{bc}	0,01
Dış Kulak Kanalı Hacmi Sol Kulak	1,21±0,28 ^a	1,40±0,25 ^{ab}	1,43±0,27 ^{bc}	0,01

*p<0,05

Aynı harf içeren gruplar arasında fark yoktur.

Farklı harf içeren gruplar arasında istatistik olarak farklılık vardır.

Tablo 18.'de Sağ kulak dış kulak kanalı hacim değerlerinin gruplar arası çoklu karşılaştırma sonuçlarına bakıldığında; Türkler ve Afrikalılar arasında, Türkler ve Araplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edilirken Afrikalılar ve Araplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edilmemiştir.

Tablo 18.'de Sol kulak dış kulak kanalı hacim değerlerinin gruplar arası çoklu karşılaştırma sonuçlarına bakıldığında; Türkler ve Araplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edilirken Afrikalılar ve Araplar, Türkler ve Afrikalılar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edilmemiştir.

Tablo 19. Türk grubunun değerlendirme yapılan 12 frekanstaki sağ ve sol kulakların absorbands değerleri ve karşılaştırma sonuçları.

	Sağ	Sağ Ort±Std Sapma	Sol	Sol Ort±Std Sapma	P
Türk	226 Hz Sağ Kulak	0,12±0,06	226 Hz Sol Kulak	0,11±0,05	0,63
	257 Hz Sağ Kulak	0,13±0,06	257 Hz Sol Kulak	0,12±0,05	0,70
	408 Hz Sağ Kulak	0,23±0,11	408 Hz Sol Kulak	0,21±0,09	0,64
	500 Hz Sağ Kulak	0,30±0,13	500 Hz Sol Kulak	0,28±0,12	0,73
	629 Hz Sağ Kulak	0,40±0,16	629 Hz Sol Kulak	0,39±0,15	0,63
	1000 Hz Sağ Kulak	0,64±0,14	1000 Hz Sol Kulak	0,66±0,14	0,66
	2000 Hz Sağ Kulak	0,70±0,11	2000 Hz Sol Kulak	0,68±0,14	0,33
	3174 Hz Sağ Kulak	0,72±0,13	3174 Hz Sol Kulak	0,74±0,13	0,30
	4000 Hz Sağ Kulak	0,64±0,12	4000 Hz Sol Kulak	0,68±0,14	0,19
	5495 Hz Sağ Kulak	0,52±0,12	5495 Hz Sol Kulak	0,55±0,12	0,40
	7127 Hz Sağ Kulak	0,35±0,16	7127 Hz Sol Kulak	0,36±0,14	0,95
	8000 Hz Sağ Kulak	0,37±0,19	8000 Hz Sol Kulak	0,36±0,14	0,88

*p<0,05

Tablo 19.'da Türk grubunun değerlendirme yapılan 12 frekanstaki sağ ve sol kulakların absorbands değerlerin karşılaştırma sonuçlarına bakıldığında; istatistiksel olarak anlamlı sonuç elde edilmemiştir.

Tablo 20. Afrika grubunun değerlendirme yapılan 12 frekanstaki sağ ve sol kulakların absorbands değerleri ve karşılaştırma sonuçları.

	Sağ	Sağ Ort±Std Sapma	Sol	Sol Ort±Std Sapma	P
Afrikalı	226 Hz Sağ Kulak	0,13±0,05	226 Hz Sol Kulak	0,12±0,06	0,42
	257 Hz Sağ Kulak	0,13±0,05	257 Hz Sol Kulak	0,13±0,06	0,44
	408 Hz Sağ Kulak	0,24±0,08	408 Hz Sol Kulak	0,22±0,10	0,45
	500 Hz Sağ Kulak	0,30±0,10	500 Hz Sol Kulak	0,29±0,12	0,25
	629 Hz Sağ Kulak	0,40±0,12	629 Hz Sol Kulak	0,36±0,15	0,08
	1000 Hz Sağ Kulak	0,60±0,13	1000 Hz Sol Kulak	0,58±0,17	0,41
	2000 Hz Sağ Kulak	0,61±0,16	2000 Hz Sol Kulak	0,56±0,17	0,13
	3174 Hz Sağ Kulak	0,61±0,14	3174 Hz Sol Kulak	0,60±0,17	0,75
	4000 Hz Sağ Kulak	0,53±0,15	4000 Hz Sol Kulak	0,54±0,16	0,66
	5495 Hz Sağ Kulak	0,54±0,11	5495 Hz Sol Kulak	0,55±0,13	0,54
	7127 Hz Sağ Kulak	0,36±0,11	7127 Hz Sol Kulak	0,38±0,15	0,63
	8000 Hz Sağ Kulak	0,34±0,12	8000 Hz Sol Kulak	0,35±0,14	0,67

*p<0,05

Tablo 20.'da Afrikalı grubunun değerlendirme yapılan 12 frekanstaki sağ ve sol kulakların absorbands değerlerin karşılaştırma sonuçlarına bakıldığında; istatistiksel olarak anlamlı sonuç elde edilmemiştir.

Tablo 21. Arap grubunun değerlendirme yapılan 12 frekanstaki sağ ve sol kulakların absorbands değerleri ve karşılaştırma sonuçları.

	Sağ	Sağ Ort±Std Sapma	Sol	Sol Ort±Std Sapma	P
Arap	226 Hz Sağ Kulak	0,12±0,07	226 Hz Sol Kulak	0,13±0,07	0,81
	257 Hz Sağ Kulak	0,13±0,08	257 Hz Sol Kulak	0,13±0,07	0,92
	408 Hz Sağ Kulak	0,23±0,13	408 Hz Sol Kulak	0,23±0,11	0,82
	500 Hz Sağ Kulak	0,30±0,15	500 Hz Sol Kulak	0,30±0,14	0,84
	629 Hz Sağ Kulak	0,39±0,16	629 Hz Sol Kulak	0,40±0,17	0,63
	1000 Hz Sağ Kulak	0,59±0,15	1000 Hz Sol Kulak	0,58±0,16	0,67
	2000 Hz Sağ Kulak	0,62±0,16	2000 Hz Sol Kulak	0,58±0,17	0,08
	3174 Hz Sağ Kulak	0,60±0,18	3174 Hz Sol Kulak	0,59±0,17	0,44
	4000 Hz Sağ Kulak	0,49±0,17	4000 Hz Sol Kulak	0,51±0,16	0,37
	5495 Hz Sağ Kulak	0,48±0,11	5495 Hz Sol Kulak	0,51±0,09	0,12
	7127 Hz Sağ Kulak	0,33±0,12	7127 Hz Sol Kulak	0,36±0,10	0,18
	8000 Hz Sağ Kulak	0,34±0,17	8000 Hz Sol Kulak	0,36±0,14	0,60

*p<0,05

Tablo 21.'da Arap grubunun değerlendirme yapılan 12 frekanstaki sağ ve sol kulakların absorbands değerlerin karşılaştırma sonuçlarına bakıldığında; istatistiksel olarak anlamlı sonuç elde edilmemiştir.

Tablo 22. Türk, Afrikalı ve Arap grupların vücut kütle indeks kategorileri göre karşılaştırma sonuçları.

			Grup			Total	
			Türk	Afrika	Arap		
VKİ_Kat	<18,5	n	1	3	1	5	
		%	20,0%	60,0%	20,0%	100,0%	
	18,5-24,9	n	20	18	15	53	
		%	37,7%	34,0%	28,3%	100,0%	
	25-29,9	n	3	3	7	13	
		%	23,1%	23,1%	53,8%	100,0%	
	30-39,9	n	1	1	2	4	
		%	25,0%	25,0%	50,0%	100,0%	
	Total		n	25	25	25	75
			%	33,3%	33,3%	33,3%	100,0%

Tablo 23. Türk, Afrikalı ve Arap grupların vücut kütle indeks kategorileri ki-kare test sonuçları.

	Value	df	p (2-sided)	p (Monte Carlo) (2-sided)	p (Monte Carlo) (1-sided)	Point Probability
Pearson Chi-Square	5,279a	6	0,509	0,539		
Likelihood Ratio	4,982	6	0,546	0,710		
Fisher's Exact Test	4,943			0,571		
Linear-by-Linear Association	1,742b	1	0,187	0,229	0,114	0,038
N of Valid Cases	75					

Ki-kare Tests sonucunda Exact Sig. (2-sided) değeri 0,57 elde edildiğinden dolayı gruplar arasında anlamlı fark yoktur.

Tablo 24. Türk, Afrikalı ve Arap grupların vücut kütle indeks değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

	N	\bar{x}	Std. Sapma	Std. Hata	95% Güven sınırları		Minimum	Maksimum
					Alt sınır	Üst sınır		
Türk	25	22,3061	3,60879	0,72176	20,8165	23,7957	17,22	35,00
Afrika	25	22,4771	3,48658	0,69732	21,0379	23,9162	15,67	31,14
Arap	25	23,5882	3,89445	0,77889	21,9806	25,1957	15,78	30,69
Total	75	22,7905	3,66234	0,42289	21,9478	23,6331	15,67	35,00

Tablo 25. Türk, Afrikalı ve Arap grupların vücut kütle indeks değerlerinin anova testi sonuçları.

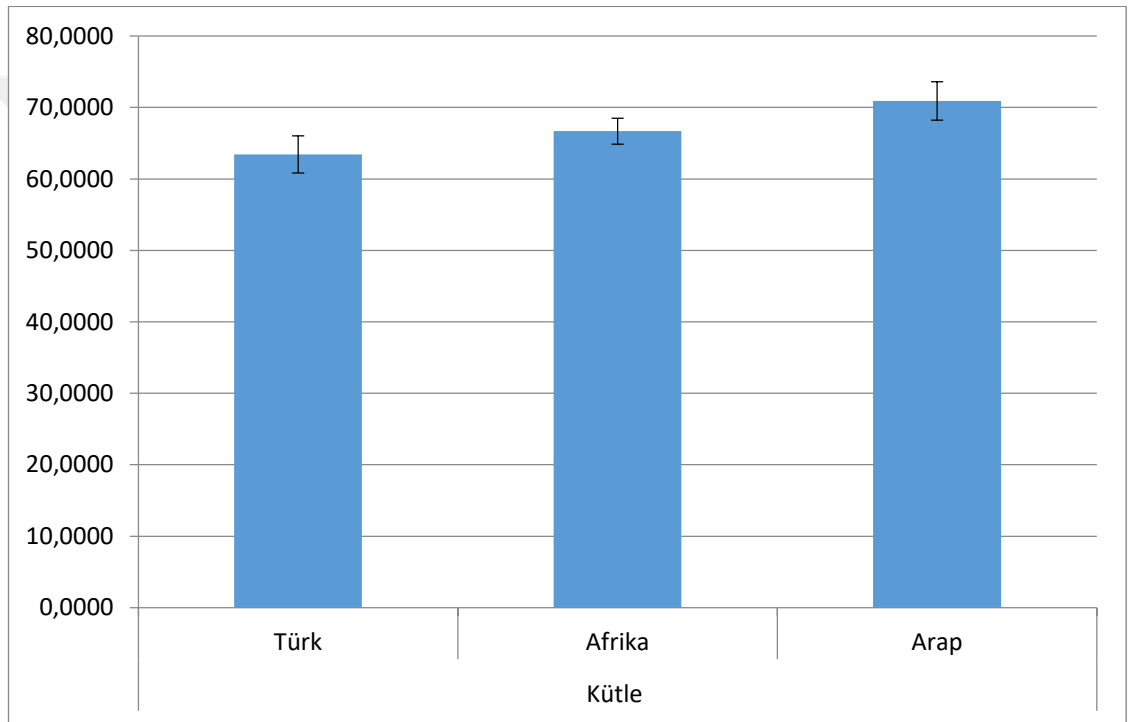
	Kareler Toplamı	S.d	Kareler ortalaması	F	p
Gruplar arası	24,230	2	12,115	0,901	0,41
Grup içi	968,313	72	13,449		
Toplam	992,543	74			

*p<0,05

Tablo 25.'da Türk, Afrikalı ve Arap grupların vücut kütle indeks değerlerinin anova testi sonuçlarına bakıldığında; istatistiksel olarak anlamlı sonuç elde edilmemiştir.

Tablo 26. Türk, Afrikalı ve Arap grupların kütle değerlerinin karşılaştırılma sonuçları

	N	\bar{x}	Std. Sapma	Std. Hata	95% Güven sınırları		Minimum	Maksimum
					Alt sınır	Alt sınır		
Türk	25	63,4400	12,94566	2,58913	58,0963	68,7837	43,00	94,00
Afrika	25	66,6800	9,01258	1,80252	62,9598	70,4002	48,00	90,00
Arap	25	70,9200	13,49049	2,69810	65,3514	76,4886	50,00	98,00
Total	75	67,0133	12,21595	1,41058	64,2027	69,8240	43,00	98,00



Grafik 6. Tüm Grupların Ortalama Kütle Değerleri.

Tablo 27. Türk, Afrikalı ve Arap grupların kütle değerlerinin anova test sonuçları

	Kareler Toplamı	S.d	Kareler ortalaması	F	p
Gruplar arası	703,547	2	351,773	2,450	0,04
Grup içi	10339,440	72	143,603		
Toplam	11042,987	74			

*p<0,05

Tablo 27.'da Türk, Afrikalı ve Arap grupların kütle değerlerinin anova testi sonuçlarına bakıldığında; istatistiksel olarak anlamlı sonuç elde edilmiştir.

Anlamlı sonuç elde edildiğinden dolayı çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır.

Tablo 28. Türk, Afrikalı ve Arap grupların kütle değerlerinin çoklu karşılaştırma test sonuçları

(I) Grup		Ortalama farklar	Std. Hata	p	95% Güven sınırları	
					Alt sınır	Alt sınır
Türk	Afrika	-3,24000	3,38943	0,342	-9,9967	3,5167
	Arap	-7,48000*	3,38943	0,031	-14,2367	-0,7233
Afrika	Türk	3,24000	3,38943	0,342	-3,5167	9,9967
	Arap	-4,24000	3,38943	0,215	-10,9967	2,5167
Arap	Türk	7,48000*	3,38943	0,031	0,7233	14,2367
	Afrika	4,24000	3,38943	0,215	-2,5167	10,9967

*p<0,05

Tablo 28. 'de Türk, Afrikalı ve Arap grupların kütle değerlerinin çoklu karşılaştırma test sonuçları bakıldığında; Türk grup ve Arap grup arasında kütle karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edilmiştir.

Tablo 29. Türk grupta 5495 Hz frekansında sol kulakta elde edilen absorbands değeri ile VKİ ve kütle korelasyonu

Grup	Frekans Değeri		Kilo	VKİ
Türk	5495 Hz Sol Kulak	r	0,370	,459*
		p	0,069	0,021
		n	25	25

Türklerde VKİ ile 5495 Hz sol kulak değerleri arasında biri artarken diğeri de artan %45,9' luk istatistik olarak anlamlı bir ilişki vardır.

Tablo 30. Türk grupta 7127 Hz frekansında sol kulakta elde edilen absorbands değeri ile VKİ ve kütle korelasyonu

Türk grupta 7127 Hz frekansında sol kulakta elde edilen absorbands değeri ile VKİ ve kütle korelasyonu

Grup	Frekans Değeri		Kilo	VKİ
Türk	7127 Hz Sol Kulak	r	,519**	,571**
		p	0,008	0,003
		n	25	25

Türklerde VKİ ile 7127 Hz sol kulak değerleri arasında biri artarken diğeri de artan %57,1' lik istatistik olarak anlamlı bir ilişki vardır.

Türklerde Kütle ile 7127 Hz sol kulak değerleri arasında biri artarken diğeri de artan %51,9' luk istatistik olarak anlamlı bir ilişki vardır.

Tablo 31. Türk grupta 8000 Hz frekansında sol kulakta elde edilen absorbands değeri ile VKİ ve kütle korelasyonu

Türk grupta 8000 Hz frekansında sol kulakta elde edilen absorbands değeri ile VKİ ve kütle korelasyonu

Grup	Frekans Değeri		Kilo	VKİ
Türk	8000 Hz Sol Kulak	r	,402*	0,346
		p	0,046	0,091
		n	25	25

Türklerde Kütle ile 8000 Hz sol kulak değerleri arasında biri artarken diğeri de artan %40,2' lik istatistik olarak anlamlı bir ilişki vardır.

Tablo 32. Afrikalı grupta 1000 Hz frekansında sağ kulakta elde edilen absorbands değeri ile VKİ ve kütle korelasyonu

Afrikalı grupta 1000 Hz frekansında sağ kulakta elde edilen absorbands değeri ile VKİ ve kütle korelasyonu

Grup	Frekans Değeri		Kilo	VKİ
Afrikalı	1000 Hz Sağ Kulak	r	0,346	,480*
		p	0,091	0,015
		n	25	25

Afrikalılarda VKİ ile 1000 Hz sağ kulak değerleri arasında biri artarken diğeri de artan %48' lik istatistik olarak anlamlı bir ilişki vardır.

Tablo 33. Arap grupta 2000 Hz frekansında sağ kulakta elde edilen absorbands değeri ile VKİ ve kütle korelasyonu

Arap grupta 2000 Hz frekansında sağ kulakta elde edilen absorbands değeri ile VKİ ve kütle korelasyonu

Grup	Frekans Değeri		Kilo	VKİ
Arap	2000 Hz Sağ Kulak	r	-0,373	-,435*
		p	0,066	0,030
		n	25	25

Araplarda VKİ ile 2000 Hz sağ kulak değerleri arasında biri artarken diğeri azalan %43,5 'lik istatistik olarak anlamlı bir ilişki vardır.

Tablo 34. Arap grupta 2000 Hz frekansında sol kulakta elde edilen absorbands değeri ile VKİ ve kütle korelasyonu

Arap grupta 2000 Hz frekansında sol kulakta elde edilen absorbands değeri ile VKİ ve kütle korelasyonu

Grup	Frekans Değeri		Kilo	VKİ
Arap	2000 Hz Sol Kulak	r	-,436*	-,403*
		p	0,030	0,046
		n	25	25

Araplarda VKİ ile 2000 Hz sol kulak değerleri arasında biri artarken diğeri azalan %40,3 'lik istatistik olarak anlamlı bir ilişki vardır.

Araplarda Kütle ile 2000 Hz sol kulak değerleri arasında biri artarken diğeri azalan %43,6 'lik istatistik olarak anlamlı bir ilişki vardır.

Tablo 35. Arap grupta 3174 Hz frekansında sağ kulakta elde edilen absorbands değeri ile VKİ ve kütle korelasyonu

Arap grupta 3174 Hz frekansında sağ kulakta elde edilen absorbands değeri ile VKİ ve kütle korelasyonu

Grup	Frekans Değeri		Kilo	VKİ
Arap	3174 Hz Sağ Kulak	r	-,483*	-,584**
		p	0,015	0,002
		n	25	25

Araplarda VKİ ile 3174 Hz sağ kulak değerleri arasında biri artarken diğeri azalan %58,4 'lük istatistik olarak anlamlı bir ilişki vardır.

Araplarda Kütle ile 3174 Hz sağ kulak değerleri arasında biri artarken diğeri azalan %48,3 'lük istatistik olarak anlamlı bir ilişki vardır.

Tablo 36. Arap grupta 3174 Hz frekansında sol kulakta elde edilen absorbands değeri ile VKİ ve kütle korelasyonu

Arap grupta 3174 Hz frekansında sol kulakta elde edilen absorbands değeri ile VKİ ve kütle korelasyonu

Grup	Frekans Değeri		Kilo	VKİ
Arap	3174 Hz Sol Kulak	r	-,545**	-,582**
		p	0,005	0,002
		n	25	25

Araplarda VKİ ile 3174 Hz sol kulak değerleri arasında biri artarken diğeri azalan %58,2 'lik istatistik olarak anlamlı bir ilişki vardır.

Araplarda Kütle ile 3174 Hz sol kulak değerleri arasında biri artarken diğeri azalan %54,5 'lik istatistik olarak anlamlı bir ilişki vardır.

Tablo 37. Arap grupta 4000 Hz frekansında sağ kulakta elde edilen absorbands değeri ile VKİ ve kütle korelasyonu

Arap grupta 4000 Hz frekansında sağ kulakta elde edilen absorbands değeri ile VKİ ve kütle korelasyonu

Grup	Frekans Değeri		Kilo	VKİ
Arap	4000 Hz Sağ Kulak	r	-0,361	-,440*
		p	0,076	0,028
		n	25	25

Araplarda VKİ ile 4000 Hz sağ kulak değerleri arasında biri artarken diğeri azalan %44 'lük istatistik olarak anlamlı bir ilişki vardır.

Tablo 38. Arap grupta 4000 Hz frekansında sol kulakta elde edilen absorbands değeri ile VKİ ve kütle korelasyonu

Arap grupta 4000 Hz frekansında sol kulakta elde edilen absorbands değeri ile VKİ ve kütle korelasyonu

Grup	Frekans Değeri		Kilo	VKİ
Arap	4000 Hz Sol Kulak	r	-,513**	-,551**
		p	0,009	0,004
		n	25	25

Araplarda VKİ ile 4000 Hz sol kulak değerleri arasında biri artarken diğeri azalan %55,1 'lik istatistik olarak anlamlı bir ilişki vardır.

Araplarda Kütle ile 4000 Hz sol kulak değerleri arasında biri artarken diğeri azalan %51,3 'lük istatistik olarak anlamlı bir ilişki vardır.

Tablo 39. Arap grupta sağ kulak dış kulak kanalı hacminde elde edilen absorbands değeri ile VKİ ve kütle korelasyonu

Arap grupta sağ kulak dış kulak kanalı hacminde elde edilen absorbands değeri ile VKİ ve kütle korelasyonu

Grup	Frekans Değeri		Kilo	VKİ
Arap	Sağ Kulak Dış Kulak Kanalı Hacmi	r	,402*	,465*
		p	0,046	0,019
		n	25	25

Araplarda VKİ ile sağ kulak dış kulak kanalı hacmi değerleri arasında biri artarken diğeri de artan %46,5' lik istatistik olarak anlamlı bir ilişki vardır.

Araplarda kütle ile sağ kulak dış kulak kanalı hacmi değerleri arasında biri artarken diğeri de artan %40,2' lik istatistik olarak anlamlı bir ilişki vardır.

Tablo 40. Arap grupta sol kulak dış kulak kanalı hacminde elde edilen absorbands değeri ile VKİ ve kütle korelasyonu

Arap grupta sol kulak dış kulak kanalı hacminde elde edilen absorbands değeri ile VKİ ve kütle korelasyonu

Grup	Frekans Değeri		Kilo	VKİ
Arap	Sol Kulak Dış Kulak Kanalı Hacmi	r	0,327	,431*
		p	0,111	0,032
		n	25	25

Araplarda VKİ ile sol kulak dış kulak kanalı hacmi değerleri arasında biri artarken diğeri de artan %43,1' lik istatistik olarak anlamlı bir ilişki vardır.

5. TARTIŞMA

Normatif verilerin kanıta dayalı uygulamalarda kullanılması, yıllardır kullanılan önemli bir kavramdır. Normal işitmesi veya normal orta kulağı olan kişilerde beklenebilecek sonuç aralığını bilerek, hastanın işitme kaybı veya orta kulak problemi olup olmadığını daha doğru bir şekilde değerlendirmek mümkündür. Klinisyenler, genel olarak tüm yetişkin popülasyonu için aynı normatif verileri kullanarak işitme fonksiyonlarını değerlendirmelerine rağmen timpanometrik parametre sonuçları (Robinson ve ark. 1988; Chan ve McPherson 2001; Wan ve Wong 2002; Shahnaz ve Davies 2006; Wong ve ark. 2008) ve GBA sonuçları farklı etnik gruplarda değişiklik göstermektedir (Shahnaz ve Bork 2006; Shaw 2009). Otoakustik emisyonların farklı etnik gruplarda farklı sonuçların elde edildiği de gösterilmiştir (Caucasianhead ve ark. 1993; Chan ve McPherson 2001; Dreisbach ve ark. 2008; Shahnaz 2008).

Bu çalışmada farklı etnik kökende normal işitmeye sahip bireylerin orta kulak fonksiyonları geniş bant timpanometri testi ile incelenmiştir. 226 Hz ve 8000 Hz aralığında belirlenen 12 frekans için tüm grupların absorbans değerleri, eş değer dış kulak kanalı hacimleri, rezonans frekansları ve averajlanmış geniş bant timpanometri değerleri ölçülmüş ve karşılaştırma yapılmıştır.

Ishii ve Talbot (1998), retrospektif çalışma, 216 beyaz ve 70 beyaz olmayan erkek metal imalat işçisinde saf ses işitme kaybı ile ırk / etnik köken arasındaki farkları incelemişlerdir. Beyazlar arasında; 1, 2, 3 ve 4 kHz için hava yolu işitme eşik ortalaması 25.99 dB, beyaz olmayanlarda 17.71 dB bulunmuştur (P <0.01).

Pratt (2009), yaşları 72 ve 96 aralığında olan klinik ve subklinik kardiyovasküler hastalarında 122 siyah (48 erkek; 74 kadın) ve 426 beyaz (179 erkek: 247 kadın) yetişkinde yaşın, cinsiyetin, ırklarının, gelir düzeyinin, eğitim düzeyinin, sigara kullanımının işitme kaybının yaygınlığı üzerindeki etkisini belirlemiştir. Pittsburgh' daki Kardiyovasküler Kliniğine 1999-2000 yılları arasında gelen yaşları 72-96 aralığında olan kohort hastalar, standart odyometri ve yüksek frekans odyometri ile hava yolu işitme eşikleri ölçülmüştür. İşitme kaybı, beyaz katılımcılarda siyah katılımcılardan daha yaygın ve daha ileri derecelerde elde edilmiştir.

Bunch ve Raiford (1931), Johns Hopkins Hastanesi tıbbi ve cerrahi bölümlerindeki hastaların testlerini incelemişlerdir. Afrikalı Amerikalı erkeklerin 2000 Hz' nin üzerindeki frekanslarda Kafkas erkeklerinden daha düşük işitme eşiklerine sahip olduklarını bildirmişlerdir. Dreisbach ve ark. (2007) bu çalışmayı genişletmişlerdir ve Afrikalı Amerikalıların 14 ve 16 kHz' de Kafkasyalılardan ve Asyalılardan daha iyi işitme eşikleri olduğunu bildirmişlerdir.

Asyalıların, Kafkasyalılardan düşük Ytm, küçük eş değer dış kulak kanalı hacmi ve daha geniş TG değerleri olduğu bildirilmiştir (Caucasianhead ve ark. 1993; Chan ve McPherson 2001; Wan ve Wong 2002; Shahnaz ve Davies 2006). Ayrıca, multifrekans timpanometri kullanan çalışmalar, Asyalılar için, Kafkasyalılarla karşılaştırıldığında daha yüksek orta kulak rezonans frekansına sahip olduklarını bildirmişlerdir. Ytm' nin multifrekanslı timpanometri ölçümünün, Kafkas grupta, Çinli gruba göre, 1200 Hz' e kadar daha yüksek olduğu gösterilmiştir (Shahnaz ve Davies 2006). Caucasianhead ve ark. (1993) ayrıca Afrikalı Amerikalılar için Asyalılar ve Kafkasyalılar ile karşılaştırıldığında daha düşük akustik refleksi eşığı olduğunu bildirmişlerdir.

Lih ve ark. (2018), yaşları 20-25 aralığında olan normal işitmeye sahip 31 Malezyalı ve 41 Çinli bireyleri değerlendirmişlerdir. Statik admitans, eş değer dış kulak kanalı hacmi, timpanometrik genişlik ve timpanometrik tepe basıncı parametreleri ölçülmüştür ve karşılaştırma yapılmıştır. İki etnik grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Malezyalı ve Çinli grupların kütle ve vücut büyüklüğü bilgileri alınmıştır ve gruplar arasında vücut büyüklüğü olarak istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Timpanometrik sonuçlarda farklılık bulunmama sebeplerini kütlede ve vücut büyüklüğünde anlamlı fark bulunmamasına bağlanmıştır. Bu çalışmada, erkek katılımcıların kadın katılımcılara göre daha yüksek statik admitans değerine sahip olduğu bulunmuştur. Erkeklerde daha yüksek SA değerleri beden büyüklüğü ile özellikle orta kulak boşluğunun ortalama büyüklüğü ile ilişkilidir. Bu sebeple orta kulak boşluğu boyutu ne kadar büyük olursa, statik admitans değeri de o kadar yüksek olmaktadır.

Shahnaz ve Bork (2006), Mimosa Acoustics kullanarak, 18 ile 32 yaşları arasında (Kafkas grubunda 62 ve Çin grubunda 64 kişi) 126 katılımcı ile (237 kulak) reflektans için normatif geniş bant immitansmetri değerleri belirlemiştir. Bu

çalışmada iki GBR parametresi, ER ve admitans büyüklüğü (Y) kullanılmıştır. Toplamda, 211 ile 6000 Hz arasında eşit şekilde dağılmış 248 frekanstan veri toplanmıştır.

Shahnaz ve Bork, Çinli genç yetişkinlerin Kafkas genç yetişkinleriyle karşılaştırıldığında düşük frekanslarda belirgin bir şekilde daha fazla reflektans değerlerine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte Kafkasyalılar, Çinli yaşlılarına kıyasla yüksek frekanslarda önemli ölçüde daha yüksek reflektans değerlerine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Kafkas grubunda ortalama Y değerleri Çin grubundan 211 - 1313 Hz arasında anlamlı olarak yüksek elde edilmiştir. Shahnaz ve Bork (2006)' un çalışmalarında katılımcıların boy ve kiloları alınmıştır. Kafkasyalılarda ortalama boy ve kilo, hem erkek hem de kadınlarda Çin gruplarına göre daha büyük bulunmuştur.

Dış kulak ve orta kulak hacminin, insanlarda vücut büyüklüğünün artmasıyla artıp artmadığı bilinmemektedir. Eğer vücut büyüklüğü arttıkça orta kulak hacmi artarsa, artan orta kulak hacmi bu alandaki havanın sertliğini azaltır ve orta kulağın düşük frekans tepkilerini iyileştirir (Relkin, 1988). Bu yorum Kafkas grubundaki düşük frekans ER cevaplarının, Çin grubundakilerden daha düşük elde edilmesi ile tutarlıdır.

Hayvanlarda yapılan çalışmalarda vücut büyüklüğündeki artışlar, timpanik membran, kemikçikler gibi orta kulak yapılarının boyutlarındaki artışlarla ilişkili olduğunu göstermektedir (Werner ve ark. 1998; Werner ve Igiç, 2002). Bu da, iletken mekanizmanın kütesini arttıracaktır. Kütledeki artış, orta kulağın yüksek frekans tepkisini potansiyel olarak düşürebilmektedir (Relkin, 1988; Saunders ve ark. 1998). Bu aynı zamanda, yüksek frekansta Kafkas grubunun Çin grubundan daha yüksek ER cevapları ile tutarlıdır.

Bu çalışmada; Türk, Afrika ve Arap gruplarından 2000 Hz, 3174 Hz ve 4000 Hz frekanslarda elde edilen absorbans değerleri Türk ve Afrikalı grup arasında, Türk ve Arap grup arasında anlamlı derecede farklı bulunmuştur.

Bu çalışmada tüm katılımcıların boy ve kilo değerleri alınmıştır. VKİ ve sadece kütle ile belirlenen 12 frekansta tüm grupların elde edilen absorbans değerleri arasında korelasyon değerlendirilmiştir. Belirlenen 12 frekansta tüm gruplardan elde edilen absorbans değerleri ile kütle arasında korelasyon bulunmuştur.

Bu çalışmada en yüksek kütleyle sahip grup Arap grubu ve en düşük kütleyle sahip grup Türk grubu olarak elde edilmiştir. Çalışmanın sonuucu değerlendirilse, genel olarak yüksek frekanslarda Türklerin absorbands değeri ve alçak frekanslarda Arapların absorbands değeri büyük bulunmuştur. Bu sonuçlar Shahnaz ve Bork (2006)' un yaptıkları çalışmanın sonuçları ile tutarlı olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmada Türk grubun 5495 Hz, 7127 Hz ve 8000 Hz frekanslarındaki absorbands değerleri ile kütle veya VKİ ile pozitif yönde korelasyon olduğu bulunurken, Arap grubun 2000 Hz, 3174 Hz ve 4000 Hz frekanslarındaki absorbands değerleri ile kütle veya VKİ ile negatif yönde korelasyon olduğu bulunmuştur. Vücut büyüklüğü arttıkça orta kulak sistemindeki parçaların da kütlesi artacak ve yüksek frekans geçirgenliği azalacaktır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar vücut büyüklüğü ile orta kulak sisteminin geçirgenlik sonuçları ve Shahnaz ve Bork (2006)' un yaptıkları çalışmanın sonuçları ile tutarlı olduğunu göstermektedir

Yetişkin orta kulak boşluğunun ortalama hacmi, 1 yaşın altındaki bebeklerinkinden 1,5 kat daha büyüktür (Ikui ve ark. 2000). Yetişkin insanlar 25 ile 27 mm arasında dış kulak kanal uzunluğuna sahiptir (Shaw, 1978), yenidoğanlarda kulak kanalı yaklaşık 22,5 mm uzunluğundadır (McLellan ve Webb, 1957). Bu nedenle, kulak kanalı boyutunun ve orta kulak hacminin insanlarda vücut büyüklüğü ile ilişkili olduğunu varsaymak doğru olmaktadır (Jaffer ve ark. 2014).

Bu çalışmada tüm katılımcıların eş değer dış kulak kanalı hacimleri de değerlendirmiştir ve Türk grup ile hem Arap hem de Afrikalı grup arasında anlamlı fark bulunmuştur. Eş değer dış kulak kanalı hacimleri ile VKİ ve eş değer dış kulak kanalı hacimleri ile kütle korelasyonunun değerlendirdiğimizde Arap grubunda anlamlı korelasyon bulunmuştur. Bu sonuç da vücut büyüklüğündeki artışın dış kulak kanalı hacmindeki artışa sebep olduğu hipotezini desteklemektedir.

Shaw (2009), Mimosa Acoustics sistemi kullanarak Çinli genç yetişkinlerin Kafkas genç yetişkinlerle karşılaştırıldığında, Çinli grubun 1250 Hz ve altındaki frekanslar için önemli ölçüde daha yüksek reflektans özelliğine sahip olduğunu bulmuşlardır. Bununla birlikte, Kafkasyalılar, Çinli yaşlılarına kıyasla 4000 ile 6000 Hz' lik frekanslarda daha fazla reflektans değerine sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Beers ve ark. (2010), yaş ortalaması 6.15 olan okul çağındaki normal işitmeye sahip 78 çocukta (144 kulak) normatif GBI verisi oluşturmuştur. Kafkas grubunda

63, Çin grubunda 60 kulak değerlendirilmiştir. Kafkas grubun ortalama enerji reflektans değeri yaklaşık 3492 Hz' de en düşük seviyededir; Çinli grup için en düşük ortalama güç reflektans değeri yaklaşık 2367 Hz' de ortaya çıkmaktadır. Çinli çocukların orta frekanslarda enerji reflektans değeri Kafkaslı çocuklara göre daha düşük bulunmuştur.

Jaffer (2010), normal işitmeye sahip seksen genç yetişkin katılımcı (18-34 yaş), İngiliz Kolombiya Üniversitesi' nde iki cihazla (Otostat Mimosa Akustik ve Titan Interacoustics) ve iki taşınabilir cihazla (Reflwin Interacoustics ve Mimosa Acoustics HearID) GBI testi uygulanmıştır. Kafkaslıların 630 - 1250 Hz arasındaki düşük frekanslarda ortalama güç absorpsiyonu anlamlı derecede yüksek olduğu ve Çinli grubun tüm cihazlarda toplamda 5000 - 6300 Hz arasındaki yüksek frekanslarda yüksek güç absorpsiyonu ortalamalarına sahip olduğunu ve anlamlı derecede yüksek olduğu bulunmuştur. Eşdeğer kulak kanalı hacminin etkisi incelendiğinde, kadınlar için ortalama güç absorpsiyonu, tüm cihazlarda 5000 Hz' de ve yüksek frekanslarda 4000 - 6300 Hz aralığında daha yüksek elde edilmiştir. Vücut büyüklüğüne göre orta kulak sisteminin frekansa göre geçirgenlik değişikliği referans alınarak incelendiğinde çalışmanın sonuçları bizim çalışmamız ile uyumludur.

Aithal ve ark. (2014), yüksek frekans timpanometri ve distorsiyon ürünü otoakustik emisyonları (DPOAE) içeren bir tarama test bataryasından geçen ve geçmeyen Avustralya Aborjin ve Kafkas yenidoğanlarında geniş bant absorpsiyonu (GBA) sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Avustralya Aborjinleri grubundan 59 kulak ve Kafkas grubundan 281 kulak değerlendirilmiştir. Tarama test bataryasından geçen yenidoğan bebeklerinden elde edilen sonuçlara göre, 0,3, 3 ve 4 kHz haricindeki frekanslarda Avustralya Aborjinleri grubundan elde edilen absorpsiyon değerleri Kafkas gruba göre daha düşük elde edilmiştir. %10 per sonuçlarına göre 0,25 kHz haricindeki frekanslarda Avustralya Aborjinleri grubundan elde edilen absorpsiyon değerleri Kafkas gruba göre daha düşük elde edilmiştir. %90 per sonuçlarına göre 0,4 ve 0,5 kHz haricindeki frekanslarda Avustralya Aborjinleri grubundan elde edilen absorpsiyon değerleri Kafkas gruba göre daha düşük elde edilmiştir. 0,4 ve 2 kHz aralığındaki frekanslarda Avustralya Aborjinleri grubundan elde edilen absorpsiyon değerleri Kafkas gruba göre istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Bu frekans aralığındaki absorpsiyon sonuçlarına göre Avustralya Aborjinleri grubunun absorpsiyon değeri Kafkas grubunun absorpsiyon değerine göre düşük elde edilmiştir.

Aithal ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada iki grup arasında doğum ağırlığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bununla birlikte, Aborjin yenidoğanların Kafkas yenidoğanlardan daha küçük doğum ağırlığına sahip olması, doğum ağırlığı ile GBA değerleri arasında olası bir bağlantı olabileceğini düşündürmektedir (Aithal 2014). Aborjin ve Kafkas yenidoğanların test bataryasından geçmelerine rağmen GBA'nın sonuçlarında farklılıklar elde edilmesinden dolayı, bu farklılıkları hesaba katabilecek faktörleri araştırmak için daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir (Aithal 2014).

Wali ve Mazlan (2018), sağlıklı orta kulak fonksiyonlarına sahip yenidoğanlarda etnik kökeninin GBA üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışmaya 58 Malezyalı, 28 Hindistanlı ve 13 Çinli yenidoğan katılmıştır. Çalışmada tüm katılımcılardan gebelik yaşı (haftalar), kronolojik yaş (saat), doğum ağırlığı (kg), doğum uzunluğu (santimetre), baş çevresi (santimetre) bilgileri alınmıştır. Gruplar arası max fark 4000 Hz' de elde edilmiştir. Çinli grubun değerleri diğer iki gruba göre daha düşük elde edilmiştir. Tüm grupların boy, kilo, ve yaş analizi sonucunda anlamlı fark elde edilmemiştir. Tüm grupların sağ kulak ve sol kulak absorbans değerleri karşılaştırılmış ve istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Malezyalı, Çinli ve Hindistanlı grupların belirlenen 16 frekansta absorbans değerleri karşılaştırılmış ve istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Wali ve Mazlan (2018), tüm katılımcıların vücut büyüklüğü ve kütle değerlerinde anlamlı fark bulunmadığından dolayı gruplar arasında etnisiteye bağlı olarak absorbans değerleri arasında fark bulunamadığını belirtmişleridir.

Aithal ve ark. (2018), Kafkas ve Avustralya Aborjin çocuklarında geniş bant akustik immitans ölçümleri için normatif veriler geliştirmiş ve iki çocuk grubu arasında 0 daPa ve timpanometrik tepe basıncı ile ölçülen absorbansı karşılaştırmışlardır. 226 Hz timpanometri, geçici uyarılmış otoakustik emisyonlar ve saf ses odyometriden oluşan bir test bataryasından geçen Kafkas gruptan 87 kulak ve Aborjin gruptan 87 kulak olmak üzere toplam 171 kulak çalışmaya dahil edilmiştir. Geniş bant timpanometri kullanılarak 250 Hz ve 8000 Hz aralığında üçte bir oktav frekansta ölçümler yapılmıştır. Timpanometrik tepe basıncı ile yapılan ölçümde GBA değeri için 3, 4 ve 8 kHz' de etnik kökenin önemli bir etki olduğu, Kafkasyalı çocuklar Aborjin çocuklarından daha yüksek WBA_{TPP} olduğunu göstermişlerdir.

Önceki çalışmalarda farklı etnik kökenlerin işitsel hassasiyeti ve orta kulak mekano-akustik özelliklerindeki değişiklikler kokleadaki melanin düzeyindeki farklılıklara (Garber ve ark. 1982); genetik farklılıklara (Yanz ve ark. 1985); anatomik ve vücut büyüklüğü farklılıklarına (Robinson ve ark. 1988; Chan ve McPherson 2001; Shahnaz ve Davies 2006) bağlanmıştır. Birçok araştırma sonuçları, hayvan modellerinde vücut büyüklüğünün kulak kanalındaki büyüklük, orta kulak hacmindeki büyüklük ve timpanik membran alanı ile ilişkili olduğunu göstermiştir (Werner ve ark. 1998; Huang ve ark. 2000; Werner ve ark. 2005).

Bu çalışma sonucunda en düşük kütlede Türk grubunun olduğu ve bu grubun yüksek frekanskanslarda en yüksek GBA değerine sahip olduğu elde edilmiştir. En yüksek kütlede Arap grubunun olduğu ve bu grubun alçak frekanskanslarda en yüksek GBA değerine sahip olduğu elde edilmiştir. Farklı frekanskanslarda elde edilen GBA sonuçları etnik kökene göre değişiklik olabileceğini göstermektedir. Yapılan çalışmalarda, artan vücut kütlesi sebebiyle orta kulak sisteminin kütle ve katılık özelliklerinde değişiklik olduğu ve bunun sonucunda frekans geçirgenliğinde farklılık olduğu belirtilmiştir. Sonuçlar, etnik kökene göre normatif veri oluşturulması patolojik durumun ayırt edilmesinde ve erken tedavide olumlu katkı sağlayabileceğini düşündürmektedir. Bu farklılıkların nedenlerinin belirlenebilmesi için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

6. KAYNAKLAR

Aibara R, Welsh JT, Puria S, Goode RL. Human middle-ear sound transfer function and cochlear input impedance. *Hear Res.* 2001;152: 100-9.

Aithal S, Kei J, Driscoll C. Wideband Absorbance in Australian Aboriginal and Caucasian Neonates. *J Am Acad Audiol.* 2014; 25: 482-494.

Allen JB. Measurement of eardrum acoustic impedance. In: *Peripheral auditory mechanisms*. Eds: Allen JB, Hall JL, Hubbard A, Neely ST, Tubis A. Springer-Verlag. Inc. 1985, 1st Edition, New York, pp. 44–51.

Allen JB, Jeng PS, Levitt H. Evaluation of human middle ear function via an acoustic power assessment. *Journal of rehabilitation research and development.* 2005; 42: 63–78.

Bess FH, Humes LE. *Audiology the Fundamentals*. Wolters Kluwer Health. Inc. 2008, 4th Edition, Philadelphia, ABD, p: 57-63

Beers AN, Shahnaz N, Westerberg BD. Wideband reflectance in normal Caucasian and Chinese school-aged children and in children with otitis media with effusion. *Ear and hearing.* 2010; 31: 221–233.

Brooks DN. An objective method of determining fluid in the middle ear. *International Audiology.* 1968;7: 280–286.

Bunch CC, Raiford TS. Race and sex variations in auditory acuity. *Arch Otolaryngol.* 1931; 13: 423–434.

Chan JC, McPherson B. Spontaneous and transient evoked otoacoustic emissions: A racial comparison. *J Audiol Med.* 2001; 10: 20–32.

Drake R, Vogl W, Mitchell A. *Gray's Anatomy for Students*. Elsevier. Inc. 2014, 3rd Edition, Londra, İngiltere.

Dreisbach LE, Kramer SJ, Cobos S. Racial and gender effects on pure-tone thresholds and distortion-product otoacoustic emissions (DPOAEs) in normal-hearing young adults. *Int J Audiol.* 2007; 46: 419–426.

Dreisbach LE, Torr P, Kramer S J. Influence of ultrahigh-frequency hearing thresholds on distortion-product otoacoustic emission levels at conventional frequencies. *J Am Acad Audiol.* 2008; 19: 325–336.

Feeney MP, Keefe DH. Acoustic reflex detection using wide-band acoustic reflectance, admittance and power measurements. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research.* 1999; 42: 1029–1041.

Feeney MP, Keefe DH. Estimating the acoustic reflex threshold from wideband measures of reflectance, admittance and power. *Ear Hear.* 2001; 22: 316–332.

Feeney MP, Grant IL, Marryott LP. Wideband energy reflectance in adults with middle-ear disorders. *J Speech Lang Hear Res.* 2003; 46: 901–911

Fowler CG, Shanks JE. Tympanometry. In: *Handbook of Clinical Audiology*. Eds: Katz J, Medwetsky L, Burkard RF, Hood LJ. Baltimore, USA: Lippincott Williams & Wilkins. Inc. 2002, 5th Edition, USA, 175–204.

Garber SR, Turner CW, Creel D. Auditory system abnormalities in human albinos. *Ear Hear.* 1982; 3: 207–210.

Gardner E, Gray D. A description of the features of the middle ear. In: *A Regional Study of Human Structure*. Eds: WB Saunders Co. Inc. 1986, Subsequent Edition.

- Gelfand AS. Essentials of Audiology. Thieme Medical Publishers. Inc. 2016, 4rd Edition, New York, U.S.A. p: 35-45, 182-214.
- Guinan JJ, Peake WT. Middle-ear characteristics of anesthetized cats. *J Acoust Soc Am* 1967;41:1237-61.
- Hamill TA, Price LL. The Hearing Sciences. Plural Publishing, Inc. 2017, 3rd Edition, San Diego, Kaliforniya, p: 203-19, 240-49.
- Harrell RW. Pure tone evaluation. In: Handbook of Clinical Audiology. Eds: Katz J, Medwetsky L, Burkard RF, Hood LJ. Baltimore, USA: Lippincott Williams & Wilkins. Inc. 2002, 7rd Edition, USA, 71-88.
- Hsu GS, Margolis RH, Schachern PA. The Development of the Middle Ear In Neonatal Chinchillas. I. Birth to 14 Days. *Acta Otolaryngologica*. 2000; 120: 922-932.
- Huang GT, Rosowski JJ, Puria S, Peake WT. A non-invasive method for estimating acoustic admittance at the tympanic membrane. *J Acoust Soc Am*. 2000a; 108: 1128–1146.
- Huang GT, Rosowski JJ, Puria S, Peake WT. Test of some common assumptions of ear-canal acoustics in cats. *J Acoust Soc Am*. 2000b; 108:1147–1161.
- Hunter LL, Tubaugh L, Jackson A, Propes S. Wideband middle ear power measurement in infants and children. *J. Am. Acad. Audiol*. 2008; 19; 309–324.
- Hunter LL, Shahnaz N. Acoustic Immitance Measures Basic and Advanced Practice. Plural Publishing. Inc. 2014, San Diego, Kaliforniya.
- Hunter L, Sanford CA. Tympanometry and Wideband Acoustic Immittance, Wolters Kluwer Health. Inc. 2015, 7rd Edition, New York, U.S.A. p:137-163.
- Huttenbrink KB. Biomechanics of stapesplasty: A review. *Otol Neurotol*. 2003; 24: 548–557.
- Ikui A, Sando I, Haginomori S, Sudo M. Postnatal development of the tympanic cavity: a computer-aided reconstruction and measurement study. *Acta Otolaringologica*. 2000; 120: 375–379.
- Ishii E K, Talbott E O. Race/ethnicity differences in the prevalence of noise-induced hearing loss in a group of metal fabricating workers. *J Occup Environ Med*. 1998; 40: 661–666.
- Jaffer S. Wideband Acoustic Immittance: Instrument, Ethnicity, And Gender Specific Normative Data. The University Of British Columbia, The Faculty Of Graduate And Postdoctoral Studies (Audiology and Speech Sciences), Master Of Science, Kolombiya, 2016.
- Jerger J. Clinical experience with impedance audiometry. *Arch Otolaryn*. 1970; 92: 311–324.
- Jonge R. Normal tympanometric gradient: a comparison of three methods. *Audiology*. 1986; 25: 299-308.
- Keefe DH, Ling R, Bulen JC. Method to measure acoustic impedance and reflection coefficient. *Journal of the Acoustical Society of America*. 1992; 91: 470–485.
- Keefe DH, Bulen JC, Arehart K, Burns M E. Ear canal impedance and reflection coefficient in human infants and adults. *Journal of the Acoustical Society of America*. 1993; 94: 2617–2638.
- Keefe D, Levi E. Maturation of the Middle and External Ears: Acoustic Power-Based Responses and Reflectance Tympanometry. *Ear&Hearig*. 1996; 17: 361-73.
- Keefe DH. Otoreflectance of the cochlea and middle ear. *Journal of the Acoustical Society of America*. 1997; 102: 2849–2859.

Keefe DH, Folsom RC, Gorga MP, Vohr BR, Norton SJ. Identification of neonatal hearing impairment: ear-canal measurements of acoustic admittance and reflectance in neonates. *Ear Hear.* 2000; 21: 443–461.

Keefe DH, Simmons JL. Energy transmittance predicts conductive hearing loss in older children and adults. *J Acoust Soc Am.* 2003; 114:3217–38.

Keefe DH, Abdala C. Theory of forward and reverse middle-ear transmission applied to otoacoustic emissions in infant and adult ears. *Journal of the Acoustical Society of America.* 2007; 121: 978–993.

Kim J, Koo M. Mass and Stiffness Impact on the Middle Ear and the Cochlear Partition. *J Audiol Otol* 2015;19(1):1-6, Korea.

Koebse KA, Margolis RJ. Tympanometric gradient measured from normal preschool children. *Audiology.* 1986; 25: 149-157.

Liden G. Tests for stapes fixation. *Arch Otolaryn.* 1969; 89: 215–219.

Liden G, Harford E, Hallen O. Automatic tympanometry in clinical practice. *Audiology.* 1974; 13: 126–139.

Lih AC, Zakaria MN, Mohamad RA, Nor Rashid MF. Effects of ethnicity and gender on the middle ear function in Asian adults. *Indian J Otol* 2017; 23: 94-7.

Liu YW, Sanford CA, Ellison JC, Fitzpatrick DF, Gorga MP, et al. Wideband absorbance tympanometry using pressure sweeps: System development and results on adults with normal hearing. *J Acoust Soc Am.* 2008; 124: 3708–3719.

Margolis RH, Smith P. Tympanometric asymmetry. *J Speech Hear Res.* 1977; 20: 437–446.

Margolis RH. Fundamentals of acoustic immittance. In: *Hearing assessment with the acoustic reflex.* Eds: Popelka G. Grune & Stratton. Inc. 1981, New York, 117–143.

Margolis RH, Shanks JE. Tympanometry In: *Handbook of Clinical Audiology.* Eds: Katz J, Medwetsky L, Burkard RF, Hood LJ. Baltimore, USA: Lippincott Williams & Wilkins. Inc. 1985, 3rd Edition, USA, 438–475.

Margolis RH, Saly GL, Keefe DH. Wideband reflectance tympanometry in normal adults. *J Acoust Soc Am.* 1999; 106:265–280.

McLellan M, Webb M. Ear studies in the newborn infant: Natural appearance and incidence of obscuring by vernix, cleansing of vernix, and description of drum and canal after cleansing. *The Journal of Pediatrics* Volume. 1957; 51: 672-677.

Paradise JL, Smith CG, Bluestone CD. Tympanometric detection of middle ear effusion in infants and young children. *Pediatrics.* 1976; 58: 198–210.

Piskorski P, Keefe DH, Simmons JL, Gorga MP. Prediction of conductive hearing loss based on acoustic ear-canal response using a multivariate clinical decision theory. *J Acoust Soc Am.* 1999; 105:1749–64.

Pratt S. Prevalence of Hearing Loss in Black and White Elders: Results of the Cardiovascular Health Study. *J Speech Lang Hear Res.* 2009; 52: 973–989.

Probst R. *Basic Otorhinolaryngology A Step-by-Step Learning Guide.* Thieme Medical Publishers. Inc. 2017, 2nd Edition, p: 228-53.

Rabinowitz WM. Measurement of the acoustic input immittance of the human ear. *J Acoust Soc Am.* 1981;70: 1025–1035.

- Relkin EM. Introduction to analysis of the middle-ear. In: Physiology of the Ear. Eds: AF Jahn, J. Santos-Sacchi. Academic Press. Inc. 1988, 1st Edition, New York, p: 103–124.
- Robinson DO, Allen DV, Root LP. Infant tympanometry: Differential results by race. *J Sp Hear Dis.* 1988; 53: 341–346.
- Saunders JC, Doan DE, Cohen YE. The contribution of middle-ear sound conduction to auditory development. *Comp Biochem Physiol Comp Physiol.* 1993; 106: 7–13.
- Shahnaz N, Bork K. Wideband reflectance norms for Caucasian and Chinese young adults. *Ear Hear.* 2006; 27: 774–788.
- Shahnaz N, Davies D. Standard and multifrequency tympanometric norms for Caucasian and Chinese young adults. *Ear Hear.* 2006; 27: 75–90.
- Shahnaz N. Transient evoked otoacoustic emissions (TEOAEs) in Caucasian and Chinese young adults. *Int J Audiol.* 2008; 47: 76–83.
- Shahnaz N, Longridge N, Bell D. Wideband energy reflectance patterns in preoperative and postoperative otosclerotic ears. *International journal of audiology.* 2009; 48: 240–247.
- Shanks JE. Tympanometry. *Ear and Hearing.* 1984; 5: 268-28.
- Shanks JE, Lilly DJ. An evaluation of tympanometric estimates of ear canal volume. *J Speech Hear Res.* 1981; 24: 557–566.
- Shaw J. Comparison of wideband energy reflectance and tympanometric measures obtained with Reflwin Interacoustics, Mimoso Acoustics and GSI Tymptstar systems. University of British Columbia, The Faculty Of Graduate Studies (Audiology and Speech Sciences), Master Of Science, Vancouver, Canada, 2009.
- Silman M, Emmer M. Instrumentation for Audiology and Hearing Science: Theory and Practice. Plural Publishing. Inc. 2011, 1st Edition, New York, U.S.A. Chapter: 2-7
- Stinson MR, Shaw EAG, Lawton BW. Estimation of acoustical energy reflectance at the eardrum from measurements of pressure distribution in the ear canal. *J Acoust Soc Am.* 1982; 72: 766–773.
- Stinson MR. Revision of estimates of acoustic energy reflectance at the human eardrum. *J Acoust Soc Am.* 190; 88: 1773–1778.
- Terkildsen K, Thomsen KA. The influence of pressure variations on the impedance of the human ear drum. *J Laryngol Otol.* 1959; 73: 409–418.
- Van Camp KJ, Margolis RH, Wilson RH, Creten WL, Shanks JE. Principles of tympanometry. ASHA Monograph No. 24. Rockville, Maryland: American Speech-Language-Hearing Association. 1986.
- Voss SE, Allen JB. Measurement of acoustic impedance and reflectance in the human ear canal. *J Acoust Soc Am.* 1994; 95(5):372–384.
- Voss SE, Shera CA. Simultaneous measurement of middle-ear input impedance and forward/reverse transmission in cat. *J Acoust Soc Am.* 2004; 116(4 Pt 1): 2187-98.
- Voss S, Horton NJ, Woodbury RR, Sheffield KN. Sources of variability in reflectance measurements on normal cadaver ears. *Ear Hear.* 2008; 29: 651–665.
- Wali H, Rafidah M. The Effect of Ethnicity on Wideband Absorbance of Neonates with Healthy Middle Ear Functions in Malaysia: A Preliminary Study. *J Audiol Otol.* 2018; 22(1): 20-27.
- Wan IK, Wong LL. Tympanometric norms for Chinese young adults. *Ear Hear.* 2002; 23: 416–421.
- Werner YL, Iqic PG. The middle ear of gekkonoid lizards: interspecific variation of structure in relation to body size and to auditory sensitivity. *Hear Res.* 2002; 167: 33-45.

Werner YL, Montgomery LG, Safford SD. How body size affects middle-ear structure and function and auditory sensitivity in gekkonoid lizards. *J Exp Biol.* 1998; 201: 487–502.

Wong LL, N Au, JWY, Wan, IKK. Tympanometric measures for Chinese school-aged children. *Ear Hear.* 2008; 29: 158–68.

Yanz JL, Herr LR, Townsend DW. The questionable relation between cochlear pigmentation and noise-induced hearing loss. *Audiol.* 1985; 24, 260-268.



7. ÖZGEÇMİŞ

1. **Adı Soyadı** : Sümeyye KANDEMİR
2. **Unvanı** : Araştırma Görevlisi
3. **Öğrenim Durumu** : Lisansüstü
4. **Çalıştığı Kurum** : KTO Karatay Üniversitesi Sağlık Bilimleri
Yüksekokulu Odyoloji Bölümü

Derece	Alan	Üniversite	Yıl
Lisans	Odyoloji	İstanbul Üniversitesi	2012-2016
Y. Lisans	Odyoloji	KTO Karatay Üniversitesi	2017- Devam ediyor

Katıldığı Bilimsel Seminer Ve Kurslar, Aldığı Sertifikalar

2019- V. Uluslararası Katılımlı Odyoloji Öğrenci Kongresi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara

2019- Odyolojide Vestibüler Ve Elektrofizyolojik Uygulamalar Sempozyumu, KTO Karatay Üniversitesi, Konya.

2016- I. Ulusal Odyoloji Kongresi, Araştırma ve Proje Yarışması, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

2015- Elektrofizyoloji Çalıştayı, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

2014- I. Odyoloji Günleri “Tanısal Odyoloji” Sempozyumu, Üsküdar Üniversitesi, İstanbul.

Poster Ve Bildiriler

Karakol S., Kandemir S. (2019). Suppression Head Impulse Paradigm ve Geleneksel video Head Impulse Testi Karşılaştırılması: Sistematik Derleme 9. Ulusal Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Kongresi. İstanbul.

Kandemir S. KTO Karatay Odyoloji Günleri I Odyolojide Vestibüler Ve Elektrofizyolojik Uygulamalar Sempozyumu Düzenleme Kurulu Üyesi.

E-mail Adresi: kocaksumeyyee@gmail.com

T.C.
KTO KARATAY ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
İLAÇ VE TIBBİ CİHAZ DIŞI ARAŞTIRMALAR ETİK KURUL KARARI

Toplantı Sayısı: 3

Toplantı Tarihi: 20-03-2019

Karar Sayısı: 2019/0017: Dr. Öğr. Üyesi Burak ÖZTÜRK' ün "Sağlıklı Yetişkin Bireylerde Etnik Kökenin Orta Kulak Fonksiyonlarına Etkisinin Geniş Bant Timpanometri ile Araştırılması" başlıklı araştırma projesi çalışması ile ilgili 08.03.2019 tarihli dilekçesi ve ekleri görüşüldü.

Görüşme sonucunda araştırma projesi çalışmasının Dr. Öğr. Üyesi Burak ÖZTÜRK' ün sorumluluğunda yürütülmesinin uygun olduğuna oy birliği ile karar verildi.

Sorumlu Araştırmacı: Dr. Öğr. Üyesi Burak ÖZTÜRK

Yardımcı Araştırmacılar: Arş. Gör. Sümeyye KANDEMİR



Prof. Dr. Taner ZIYLAN

**İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmalar
Etik Kurul Başkanı**

EK- B: Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu

T.C.

KTO KARATAY ÜNİVERSİTESİ

İLAÇ VE TIBBİ CİHAZ DIŞI ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

1. Bu katıldığımız çalışma bilimsel bir araştırma olup, araştırmanın adı ‘Sağlıklı Yetişkin Bireylerde Etnik Kökenin Orta Kulak Fonksiyonlarına Etkisinin Geniş Bant Timpanometri ile Araştırılması’dır.

2. Bu çalışmanın amacı normal işitmeye sahip Türk ve yabancı uyruklu genç yetişkin bireylerde Geniş Bant Timpanometri ile alçak ve yüksek frekanslarda absorban değerleri, rezonans frekansı ve dış kulak kanalı hacimlerini karşılaştırmaktır. Elde edilen verilere göre etnik kökenin orta kulak iletim özelliğine etkisi araştırılmış olup eğer ırklara göre farklı değerler elde edilirse kliniklerde kullanılmak üzere Türklere özgü normatif verilerin oluşmasına referans bir çalışma olacaktır.

3. Bu çalışmada size herhangi bir tedavi uygulanmayacaktır, sadece tanısal amaçlı olarak araştırma esnasında bir takım test yöntemleri değerlendirilmesi yapılacaktır.

4. Yapılacak olan test yöntemleri saf ses odyometri, otoskopik muayene ve immitansmetrik ölçümlerdir.

Saf ses odyometri testi bireylerin işitmesinin değerlendirilmesinde saf seslerin kullanılması temeline dayanan standart davranışsal bir test yöntemidir. Bu testte gönüllü bir sessiz kabine alınır ve oturtulur. Gönüllüye kulaklık takılır, eline bir buton verilir ve kulaklıktan sinyal sesi duyduğunda butona basması istenir. Bu test yöntemi ile gönüllünün işitme eşikleri tespit edilir. Ardından gönüllüye konuşmaya testleri yapılır. Konuşma testlerinde gönüllüye bazı kelimeler okunur ve ardından tekrar etmesi istenir. Bu şekilde gönüllünün konuşmayı ayırt etme durumu değerlendirilir. Ardından kemik yolu kulaklık gönüllünün kulak arkasındaki mastoid kemiğe yerleştirilir ve yine gönüllüden sinyal sesini duyduğunda butona basması istenir. Kemik yolu işitme eşikleri belirlenir. Saf ses odyometre ile gönüllünün işitme durumu değerlendirilir.

Otoskopik muayene de dış kulak kanalı ve timpanik membran değerlendirilecektir.

İmmitansmetrik ölçümde gönüllünün kulak zarı ve orta kulak fonksiyonları değerlendirilir. Gönüllünün kulaklarına yerleştirilen proplar ile gönüllünün kulağına basınç ve sinyaller gönderilir. Bu basınç kulağa herhangi bir şekilde zarar verebilecek veya hastayı rahatsız edebilecek bir basınç değildir.

5. Bu çalışmada yer almanız öngörülen süre yaklaşık olarak 30 dakika olup, çalışmada yer alacak gönüllülerin sayısı toplamda 60’tır.

6. Bu araştırma ile ilgili olarak bazı sorumluluklarımız mevcuttur. Bu sorumluluklar şu şekildedir; uygulanan tedavi şemasına özen gösterme, yapılacak olan çalışmaya uyum sağlamak, araştırmacının önerilerine uymak ve uygulanacak olan test bataryalarına koopere olmaktır.

7. Bu çalışmada sizin için herhangi bir risk ve rahatsızlık faktörü bulunmamaktadır. Size uygulanacak olan testlerin tamamı non-invaziv (cerrahi işlem gerektirmeyen) test yöntemlerinden oluşmaktadır ve size herhangi bir zarar oluşturabilecek testler değildir.

8. Bu çalışmanın sonucunda herhangi bir tedavi uygulaması bulunmamaktadır. Yapılacak olan çalışma tanısal amaçlıdır.

9. Araştırma sırasında sizi ilgilendirebilecek herhangi bir gelişme olduğunda, bu durum size veya yasal temsilcinize derhal bildirilecektir. Araştırma hakkında ek bilgiler almak için ya da çalışma ile ilgili herhangi bir sorun, istenmeyen etki ya da diğer rahatsızlıklarınız için 05465236769 no.lu telefondan Ody. Sümeyye KANDEMİR' e ulaşabilirsiniz.

10. Bu çalışmada yer almanız nedeniyle size hiçbir ödeme yapılmayacaktır; ayrıca, bu çalışma kapsamındaki bütün muayene, tetkik, testler ve tıbbi bakım hizmetleri için sizden veya bağlı bulunduğunuz sosyal güvenlik kuruluşundan hiçbir ücret istenmeyecektir. Bu çalışma KTO Karatay Üniversitesi Odyoloji Kliniği tarafından desteklenmektedir.

11. Bu çalışmada yer almak tamamen sizin isteğinize bağlıdır. Araştırmada yer almayı reddedebilirsiniz ya da herhangi bir aşamada çalışmadan ayrılabilirsiniz; bu durum herhangi bir cezaya ya da sizin yararlarınıza engel duruma yol açmayacaktır. Araştırmacı bilginiz dahilinde veya isteğiniz dışında, uygulanan çalışma şemasının gereklerini yerine getirmemeniz, çalışma programını aksatmanız veya tedavinin etkinliğini artırmak vb. nedenlerle sizi çalışmadan çıkarabilir. Çalışmanın sonuçları bilimsel amaçla kullanılacaktır; çalışmadan çekilmeniz ya da araştırmacı tarafından çıkarılmanız durumunda, sizle ilgili tıbbi veriler de gerekirse bilimsel amaçla kullanılabilir.

12. Size ait tüm tıbbi ve kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır ve çalışma yayınlansa bile kimlik bilgileriniz verilmeyecektir, ancak çalışmanın izleyicileri, yoklama yapanlar, etik kurullar ve resmi makamlar gerektiğinde tıbbi bilgilerinize ulaşabilir. Siz de istediğinizde kendinize ait tıbbi bilgilere ulaşabilirsiniz.

Çalışmaya Katılma Onayı:

Yukarıda yer alan ve araştırmaya başlanmadan önce gönüllüye verilmesi gereken bilgileri okudum ve sözlü olarak dinledim. Aklıma gelen tüm soruları araştırıcıya sordum, yazılı ve sözlü olarak bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Çalışmaya katılmayı isteyip istemediğime karar vermem için bana yeterli zaman tanındı. Bu koşullar altında, bana ait tıbbi bilgilerin gözden geçirilmesi, transfer edilmesi ve işlenmesi konusunda araştırma yürütücüsüne yetki veriyor ve söz konusu araştırmaya ilişkin bana yapılan katılım davetini hiçbir zorlama ve baskı olmaksızın büyük bir gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

Bu formun imzalı bir kopyası bana verilecektir.

Gönüllünün veya vekilinin,	Açıklamaları yapan araştırmacının,
Adı-Soyadı:	Adı-Soyadı: Sümeyye KANDEMİR
Adresi:	Görevi: Odyolog
Tel:	Telefon: 05465236769
Tarih ve İmza:	Tarih ve İmza: