

T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İÇ KULAK ANOMALİLERİNDE
GENİŞ BANT TİMPANOMETRİ BULGULARI

Şule KAYA

Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Programı

DOKTORA TEZİ

ANKARA

2015

T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İÇ KULAK ANOMALİLERİNDE
GENİŞ BANT TİMPANOMETRİ BULGULARI

Şule KAYA

Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Programı

DOKTORA TEZİ

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Gülsüm Aydan GENÇ

ANKARA

2015

Anabilim Dalı :Odyoloji
Program :Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları
Tez Başlığı :İç Kulak Anomalilerinde Geniş Bant Timpanometri Bulguları

Öğrenci Adı-Soyadı :Şule Kaya
Savunma Sınavı Tarihi :09.12.2015

Bu çalışma jürimiz tarafından yüksek lisans/doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: **Prof. Dr. Babür Küçük**
(Ankara Üniversitesi)

Tez danışmanı: **Prof. Dr. Gülsüm Aydan Genç**
(Hacettepe Üniversitesi)

Üye: **Prof. Dr. Gonca Sennaroğlu**
(Hacettepe Üniversitesi)

Üye: **Doç. Dr. Bilgehan Böke**
(Hacettepe Üniversitesi)

Üye: **Doç. Dr. Bülent Gündüz**
(Gazi Üniversitesi)

(imza)
(imza)
(imza)
(imza)
(imza)

ONAY

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun görülmüş ve Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu kararıyla kabul edilmiştir.

(imza)
Prof. Dr. Ersin FADILLIOĞLU
Müdür

TEŞEKKÜR

“Getirdiği fayda yaygınlaştıkça bilim anlam kazanmaktadır.” Bu ana düşünce doğrultusunda hazırlanan bu tez çalışmasında, her aşamada bana yaptığı danışmanlık, yüreklendirici önerileri ve desteği için çok değerli tez danışmanım Prof. Dr. Gülsüm Aydan GENÇ’e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Bu konuda çalışma yapmam için bana rehberlik eden, tezin her aşamasında desteğini esirgemeyen çok değerli hocam Prof. Dr. Gonca SENNAROĞLU’na, sadece bu çalışmada değil tüm odyoloji yaşantım boyunca bana verdiği destekten dolayı teşekkürü bir borç bilirim.

İç kulak anomalileriyle ilgili yaptığı çalışmalarla dünyaca tanınan çok değerli hocam Prof. Dr. Levent SENNAROĞLU’na verdiği destek için ve paylaşımları için şükranlarımı sunarım.

Değerli arkadaşım Uzman Odyolog Murat ŞAHİN’e geniş bant timpanometri ile ilgili deneyimlerini benimle paylaştığı için en içten teşekkürlerimi sunarım.

Sevgili eşim Nedim Uğur KAYA’ya iki güzel kızımızla birlikte yaşadığımız bu süreçte gösterdikleri sabır için ve verdikleri destek için teşekkür ederim.

Eğitim ve çalışma hayatım boyunca, verdiği destek ve gösterdiği anlayış için sevgili anneme şükran borçluyum.

Doktora yaşantım boyunca ve bu tez çalışması sürecinde yanımda olan değerli hocalarıma ve arkadaşlarıma en içten teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmanın, bu alanda araştırma yapmak isteyen araştırmacılara rehberlik ederek, bilime fayda sağlamasını temenni ederim.

ÖZET

Kaya, Ş. İç kulak anomalilerinde geniş bant timpanometri bulguları. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Programı Doktora Tezi, Ankara, 2015. İç kulak anomalileri, doğumda var olan ve farklı klinik/radyolojik özellikler gösteren bir grup malformasyonlardır. İç kulak anomalisi olan bireylerde, anomalinin tipine bağlı olarak farklı odyolojik bulgular da gözlenmektedir. Radyolojik değerlendirme tanıda önemli yer tutmaktadır. Bunun yanı sıra odyolojik değerlendirme sonuçları anomalinin varlığı ve tipi ile ilgili fikir vermektedir. Odyolojik değerlendirmenin önemli bir parçası olan immitansmetri, iç kulağa ses transferinde köprü vazifesi gören orta kulağı değerlendiren objektif bir yöntemdir. Geniş bant uyaran kullanılarak yapılan geniş bant timpanometri, kullanımı giderek artan yeni bir immitansmetrik yöntemdir. Geniş bant timpanometri, başta orta kulak fonksiyonları olmak üzere bütün işitsel sistemle ilgili olarak ayırededici bilgiler sunmaktadır. Bu çalışmada iç kulak anomalilerinde geniş bant timpanometri bulgularının incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda daha önce radyolojik görüntülemeler ile iç kulak anomalisi tanısı bulunan, koklear hipoplazi (KH), inkomplet partiyon I (IP-I), inkomplet partiyon II (IP-II), koklear aplazi (KA), komplet labirentin aplazi (KLA) grupları altında 157 kulak geniş bant timpanometri ile değerlendirilmiştir. Kontrol grubunda ise normal işiten 30 kulağa ait geniş bant timpanometri verileri incelenmiştir. Gruplara ait; ortam basıncında ve timpanometrik tepe basıncında absorbands grafikleri, averajlanmış geniş bant timpanogram, rezonans frekansı, timpanometrik tepe basıncı, eşdeğer kulak kanalı hacmi, statik admitans ve timpanogram genişliği değerleri sunulmuştur. Gruplara ait değerlerin karşılaştırması yapılmıştır. Bulgular, anomali gruplarının kontrol grubundan ve birbirinden farklı sonuçlar sergilediğini ortaya koymuştur. Anomalinin etkilediği alanla ilişkili olarak en büyük farklılık labirentin aplazi grubunda görülmüştür. Kontrol grubu sonuçlarına en benzer sonuçlar bazı parametrelerde IP-II grubunda elde edilmiştir. Absorbans ölçümünde özellikle yüksek frekanslarda kontrol grubu ile tüm anomali grupları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmüştür. Bu çalışmanın sonunda iç kulak anomalilerinde geniş bant timpanometri bulguları değerlendirilerek, geniş bant timpanometrinin iç kulak anomalilerinde ayırt edici özellikleri ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Geniş Bant Timpanometri, İç Kulak Anomalileri, Absorbans

Destekleyen Kuruluşlar: HÜBAB. Destek Projesi. Proje Numarası: 014 D08 401 002-663

ABSTRACT

Kaya, Ş. Wideband tympanometry findings in inner ear malformations. Hacettepe University, Institute of Health Sciences Phd Thesis in Audiology and Speech Disorders Programme, Ankara, 2015. Congenital inner ear malformations is a group of anomalies which show different radiological/clinical findings. Depending on the type of anomalies, different audiological findings are observed. Radiographic evaluation occupies an important place in diagnosis of inner ear malformations. However, audiological evaluation gives an idea about the presence and type of anomalies. Immittancemeter which is an important part of the audiological evaluation is an objective method of assessing middle ear serves as a bridge for the transfer of sound to the inner ear. Wideband tympanometry is a new use of immittancemetric method. Wideband tympanometry, evaluates not only middle ear but also hearing system as a whole. In this thesis study, it is aimed to investigate the wideband tympanometry results of the inner ear anomalies. For this purpose, 157 ears under the groups of cochlear hypoplasia (CH), incomplete partition I (IP-I), incomplete partition II (IP-II), cochlear aplasia (CA) and complete labyrinthine aplasia (CLA) was assessed by wideband tympanometry. In the control group of 30 normal hearing ear wideband tympanometry were analyzed. Belonging to the groups; absorbance graph, averaged wideband tympanogram, resonant frequency, tympanometric peak pressure, equivalent ear canal volume, tympanogram width and static admittance values are presented. Comparison of groups' values were performed. Findings revealed that the anomaly groups and the control group exhibited different results from each other. The biggest difference was seen in the labyrinthine aplasia group most probably because its anatomical effects. On some parameters, IP-II group and control group show the similar results. There were significant differences between all anomaly groups and the control group at high frequency absorbance measurements. As a conclusion, evaluating wideband tympanometry findings in the inner ear anomalies have been revealed distinctive features of inner ear malformations.

Key Words: Inner Ear Malformations, Wideband Tympanometry, Absorbance

Supported By: Research Fund of Hacettepe University. Project Number: 014 D08 401 002-663

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
GRAFİKLER DİZİNİ	xii
TABLOLAR DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. İç Kulak Anomalileri	4
2.1.1. Epidemiyoloji	4
2.1.2. Embriyoloji	6
2.1.3. Normal Koklea Anatomisi	7
2.1.4. Sınıflandırma	12
2.1.5. Tanı	22
2.2. İmmitansmetri	26
2.2.1. Timpanometri	27
2.2.2. Timpanometrik Parametreler	29
2.3. Geniş Bant Akustik İmmitansmetri	32
2.3.1. Geniş Bant Akustik Reflektans	33
2.3.2. Geniş Bant Akustik Absorbans	34
2.3.3. Geniş Bant Timpanometri	34
2.3.4. Ölçüm Çıktıları	36
3. BİREYLER VE YÖNTEM	39
3.1. Bireyler	39
3.2. Yöntem	40
3.3. İstatistiksel Analiz	41
4. BULGULAR	42
4.1. Bireylerin Özellikleri ile İlgili Tanımlayıcı İstatistikler	42

4.2. Grupların GBT Sonuçları	45
4.2.1. Birinci Gruba Ait Bulgular	45
4.2.2. İkinci Gruba Ait Bulgular	49
4.2.3. Üçüncü Gruba Ait Bulgular	53
4.2.4. Dördüncü Gruba Ait bulgular	57
4.2.5. Beşinci Gruba Ait Bulgular	61
4.2.6. Altıncı Gruba Ait Bulgular	65
4.3. Grupların Sonuçlarının Karşılaştırılması	69
4.3.1. İmmitansmetrik Bulguların Karşılaştırması	69
4.3.2. Absorbans Ölçümlerinin Karşılaştırması	70
4.3.3. A-GBT Sonuçlarının Karşılaştırılması	73
5. TARTIŞMA	75
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	89
KAYNAKLAR	91
EKLER	
EK 1: Etik Kurul İzni	

SİMGELER VE KISALTMALAR

A-GBT	Averajlanmış Geniş Bant Timpanogram
BSİ	Beyinsapı İmplantı
cc	Kübik santimetre (<i>Cubic Centimeter</i>)
cm ³	Santimetre Küp (<i>Centimeter cube</i>)
daPa	DekaPaskal (<i>DecaPascals</i>)
dB	Desibel
G _a	Akustik Konduktans (<i>Acoustic Conductance</i>)
GAİ	Geniş Bant Akustik İmmittansmetri
GBA	Geniş Bant Absorbans
GBR	Geniş Bant Reflektans
GBT	Geniş Bant Timpanometri
HÜTF	Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi
HÜBAB	Hacettepepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi
IP	İnkomplet Partisyon
IP-I	İnkomplet Partisyon I
IP-II	İnkomplet Partisyon II
İC	İşitme Cihazı
KA	Koklear Aplazi
Kİ	Koklear İmplant
KLA	Komplet Labirentin Aplazi
KH	Koklear Hipoplazi
LVAS	Geniş Vestibüler Akuadukt Sendromu (<i>Large Vestibüler Aquaduct Syndrom</i>)
ml	Mililitre
N	Sayı (<i>Number</i>)
RF	Rezonans Frekansı
SBS	Ses Basınç Seviyesi
S/N	Sensöri-Nöral
teSBS	Tepe Eşdeğer Ses Basınç Seviyesi
TG	Timpanogram Genişliği

TTB	Timpanogram Tepe Basıncı
V_{ek}	Eşdeğer Kulak Kanalı Hacmi
X_a	Akustik Reaktans
Y_a	Akustik Admitans
Y_{tm}	Kompanse Edilmiş Statik Akustik Admitans
$Y_{tm}(GBT)$	Geniş Bant 226 Hz Timpanogramda Kompanse Edilmiş Statik Akustik Admitans
Z_a	Akustik İmpedans



ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
2.1. İç Kulak	8
2.2. Normal İç Kulak Anatomisi	10
2.3. Normal Koklea ve Koklear Malformasyonların Şematik Sunumu	11
2.4. İç Kulak Anomalilerinin Görüntüsü	16
2.5. Kokleanın İnkomplet Partisyon Anomalilerinin Görüntüsü	19
2.6. Koklear Hipoplazilerin Görüntüsü	21
2.7. LVA ve Dar İnternal Aksutik Kanal	22
2.8. Timpanometrik Parametreler	31
3.1. Interacoustics TITAN Geniş Bant Timpanometre	40

GRAFİKLER

Grafik	Sayfa
2.1. Üç Boyutlu Timpanogram	35
2.2. Absorbans Grafiği	37
2.3. A-GBT	37
4.1. Birinci Grubun Absorbans Değerleri	46
4.2. Birinci Grubun Absorbans Değerlerinin Yüzdellik Oranları	47
4.3. Birinci Grubun A-GBT sonucu	48
4.4. Birinci Grubun A-GBT Sonucunun Yüzdellik Oranları	48
4.5. İkinci Grubun Absorbans Değerleri	50
4.6. İkinci Grubun Absorbans Değerlerinin Yüzdellik Oranları	51
4.7. İkinci Grubun A-GBT Sonucu	52
4.8. İkinci Grubun A-GBT Sonucunun Yüzdellik Oranları	52
4.9. Üçüncü Grubun Absorbans Değerleri	54
4.10. Üçüncü Grubun Absorbans Değerlerinin Yüzdellik Oranları	55
4.11. Üçüncü Grubun A-GBT Sonucu	56
4.12. Üçüncü Grubun A-GBT Sonucunun Yüzdellik Oranları	56
4.13. Dördüncü Grubun Absorbans Değerleri	58
4.14. Dördüncü Grubun Absorbans Değerlerinin Yüzdellik Oranları	59
4.15. Dördüncü Grubun A-GBT Sonuçları	60
4.16. Dördüncü Grubun A-GBT Sonucunun Yüzdellik Oranları	60
4.17. Beşinci Grubun Absorbans Değerleri	62
4.18. Beşinci Grubun Absorbans Değerlerinin Yüzdellik Oranları	63
4.19. Beşinci Grubun A-GBT Sonuçları	64
4.20. Beşinci Grubun A-GBT Sonucu Yüzdellik Oranları	64
4.21. Altıncı Grubun Absorbans Değerleri	66

4.22. Altıncı Grubun Absorbans Değerlerinin Yüzdeler Oranları	67
4.23. Altıncı Grubun A-GBT sonucu	68
4.24. Altıncı Grubun A-GBT Sonucu Yüzdeler Oranları	68
4.25. Ortam Basıncında Absorbans Ölçümlerinin Karşılaştırması	71
4.26. Timpanometrik Tepe Basıncında Absorbans Ölçümlerinin Karşılaştırması	72
4.27. A-GBT'lerin Gruplara Göre Karşılaştırması	73



TABLOLAR

Tablo	Sayfa
2.1. Jackler ve Diğerlerinin Sınıflandırması	13
2.2. Sennaroğlu'nun Sınıflandırması	14
2.3. Koklear Anomaliler	15
4.1. Gruplardaki Birey ve Kulak sayısı	42
4.2. Bireylerin Yaş ve Cinsiyet Dağılımları	43
4.3. Sağ-Sol Kulakta Anomali Sayısı	44
4.4. İşitme Cihazı, Koklear İmplant ve Beyinsapı İmplantı Kullanma Sayısı	44
4.5. Birinci Grubun İmmittansmetrik Bulgularının Tanımlayıcı İstatistikleri	45
4.6. İkinci Grubun İmmittansmetrik Bulgularının Tanımlayıcı İstatistikleri	49
4.7. Üçüncü Grubun İmmittansmetrik Bulgularının Tanımlayıcı İstatistikleri	53
4.8. Dördüncü Grubun İmmittansmetrik Bulgularının Tanımlayıcı İstatistikleri	57
4.9. Beşinci Grubun İmmittansmetrik Bulgularının Tanımlayıcı İstatistikleri	61
4.10. Altıncı Grubun İmmittansmetrik Bulgularının Tanımlayıcı İstatistikleri	65
4.11. İmmittansmetri Bulguların Karşılaştırması	69

1. GİRİŞ

İç kulak anomalileri embriyolojik gelişim sürecinde meydana gelen duraksamalar sonucu oluşmakta ve konjenital işitme kaybı nedenleri arasında yer almaktadır (1). Çok sayıda anomali bulunmasından dolayı literatürde çok farklı sınıflandırmaya rastlanmaktadır. Sınıflandırmaların, bilimsel çalışmalarda ortak bir dil sağlanması açısından çok önemli olduğu bildirilmektedir (2). İç kulak anomalileri ile ilgili ilk sınıflandırma Jackler ve diğerlerinin (1987) yaptığı sınıflandırmadır (3). Radyolojik görüntülemelerdeki ilerlemelerle birlikte, Sennaroğlu ve Saatçi (2002) ve Sennaroğlu ve diğerleri (2013) yayınladıkları çalışmalarda iç kulak anomalilerini yeniden sınıflandırmışlardır (4, 6). Bu çalışmalara göre iç kulak anomalileri; koklear, vestibüler, semisirküler kanal, internal akustik kanal ve vestibüler-koklear akuadukt malformasyonları olarak sıralanmaktadır. Koklear malformasyon grubunda komplet labirentin aplazisi (*michel* aplazisi), rudimentar otokist, koklear aplazi, ortak kavite, kokleanın inkomplet partisionları (IP-I; IP-II; IP-III), koklear hipoplaziler (Tip-I; Tip-II; Tip-III; Tip-IV) ve geniş vestibüler akuadukt ile koklear apertür anomalileri alt grupları yer almaktadır (2, 6). Ayrıca Sennaroğlu'nun (2015) iç kulak anomalilerinin histopatolojisi ile ilgili yaptığı çalışma sınıflandırmalarda patofizyolojinin önemine ışık tutarak iç kulak anomalilerinin farklı boyuttan değerlendirilmesini sağlamaktadır (7).

İşitme sisteminin önemli bölümleri olan dış/orta kulak ile iç kulağın embriyogenezi farklı olduğu için iç kulak anomalileri, dış/orta kulak anomalileri olmaksızın görülebilmektedir (8). Bununla birlikte çoğu zaman, anomaliler dış kulağı, orta kulağı ve iç kulağı birlikte etkilemektedir. Dış/ orta kulak anomalisi olan bir çok hastanın iç kulak anomalisinin de olduğu bildirilmektedir (9). Konjenital iç kulak anomalileri, hafif displaziden komplet iç kulak aplazisine kadar farklı formlarda görülebilmektedir. Embriyolojik gelişim sürecinde meydana gelen duraksamalar anomalinin olduğu bölgeyi belirlemede, gelişim haftasına bağlı olarak anomalinin etkilediği bölge değişiklik göstermektedir (1). İç kulakta yer alan birçok farklı yapı, anomalinin tipine göre malforme olarak ortaya çıkmaktadır. İleri düzey görüntüleme yöntemleri kullanılarak yapılan değerlendirmeler anomalinin

anatomik etkilerini belirleyerek tanı koyma ve çözüm önerileri sunma açısından büyük fayda sağlamaktadır.

Farklı odyolojik sonuçlar doğuran iç kulak anomalileri sıklıkla bebeklik döneminde fark edilmekte ancak geniş vestibüler akuadakt gibi bazı malformasyonlar ancak ilerleyen yıllarda tespit edilmektedir (10). Konjenital işitme kaybı bulunan hastaların %20- %30'unda iç kulak anomalisi olduğu bildirilmektedir (10). Oysa işitme kaybı şüphesi olan her hastaya iç kulak görüntülemesinde önemli yöntemler olan bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans (MR) görüntüleme istenmemektedir. Diğer taraftan, odyolojik değerlendirme sonuçları iç kulak anomalileri ile ilgili önemli ipuçları verebilmektedir.

İşitme sisteminde dış ortamdan gelen ses uyarımları dış kulak kanalı ile orta kulağa iletilmektedir. Orta kulak, akustik enerjiyi mekanik titreşimlere çevirerek sesin sıvı dolu iç kulağa iletilmesine yardım etmektedir. Bu iletimde ses enerjisinin bir kısmı akustik impedans uyumsuzluğu nedeniyle kulak kanalına geri yansımaktadır. Odyolojik değerlendirmenin önemli bir parçası olan immitansmetrik değerlendirme orta kulağın ses transfer fonksiyonunu değerlendirilmektedir. Objektif bir ölçüm yöntemi olan bu yöntem sadece orta kulak değil iç kulak ve daha üst düzey işitsel yolların değerlendirilmesinde de önemli bilgi sağlamaktadır (11). Yeni bir immitansmetrik teknik olan geniş bant timpanometri geniş bir frekans aralığında yansıyan/emilen enerji oranını belirleyerek orta kulak fonksiyonlarını değerlendirmektedir (12). Geniş bant timpanometri ile tüm frekanslar için timpanogramlar bir kerede belirlenerek geleneksel timpanometrik değerlendirmenin yanı sıra absorbans grafiği, rezonans frekans değeri ve geniş bant averajlanmış timpanogramlar da elde edilebilmektedir (12, 13).

İç kulak anomalisi olan bireylere erken tanı ve çözüm önerilerinin sağlanabilmesi için anomalilerin odyolojik etkilerinin değerlendirilmesi gerekmektedir (14). Orta kulak ses transfer fonksiyonlarını değerlendiren yeni bir yöntem olan geniş bant timpanometrinin bir bütün olan işitsel sistemin değerlendirilmesinde kullanılmasının iç kulak anomalilerinin belirlenmesinde yol gösterici olabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmanın ana amacı farklı tipte iç kulak anomalisi olan hastaların geniş bant timpanometrik değerlendirme sonuçlarını

incelemektir. Bu çalışmanın sonunda geniş bant timpanometrik değerlendirme sonuçlarının iç kulak anomalilerinin sınıflandırmasında ayırt edici özelliklerinin ortaya konması hedeflenmektedir.

Hipotezler

1-H₀: Geniş bant timpanometrik değerlendirme sonuçları iç kulak anomalilerinin tipine göre farklılık göstermemektedir.

1-H₁: Geniş bant timpanometrik değerlendirme sonuçları iç kulak anomalilerinin tipine göre farklılık göstermektedir.

2-H₀: Geniş bant timpanometrik değerlendirme sonuçları iç kulak anomalilerinin sınıflandırmasında ayırt edici değildir.

2-H₁: Geniş bant timpanometrik değerlendirme sonuçları iç kulak anomalilerinin sınıflandırmasında ayırt edicidir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. İç Kulak Anomalileri

Doğumsal işitme kaybı nedenleri arasında yer alan konjenital kulak anomalileri doğumda var olan dış, orta ve iç kulak defektleridir. Konjenital kulak anomalileri dış kulağı, orta kulağı, iç kulağı veya bunların kombinasyonlarını etkileyebilmektedir (9). Dış/orta kulak anomalisi olan birçok hastada iç kulak anomalisi de görülmektedir. Swartz ve Faeverber (1985) dış/orta kulak anomalisi olan hastaların %11-30' unda iç kulak anomalisi olduğunu belirtmektedir (15). Dış/orta kulak ve iç kulağın embriyogenezi farklı olduğu için iç kulak anomalileri dış/orta kulak malformasyonları olmaksızın da görülebilmektedir (8). İç kulak anomalilerinin çoğu gebeliğin ilk trimesterinde membranöz labirentin oluşumunun engellenmesi sonucu meydana gelmektedir (3). Bu, genetik bir hatadan kaynaklanabileceği gibi iç kulak embriyogenezisi esnasındaki teratojen bir faktöre maruz kalma sonrasında da görülebilmektedir (7, 16, 17). Bu nedenler, iç kulağın vasküler desteğini azaltarak veya iç kulaktaki basıncı artırarak membranöz labirenti doğrudan etkilemektedirler (7). Bazı anomaliler sadece tek faktörün etkisiyle oluşmuşken, bazı anomalilerde birden fazla faktörün etkisi görülmektedir. Her biri farklı odyolojik özellikler gösteren birçok konjenital iç kulak anomalisi bulunmaktadır. İç kulak anomalilerinin epidemiyolojisi, sınıflandırılması ve tanılanması sırasıyla aşağıdaki gibidir.

2.1.1. Epidemiyoloji

Konjenital kulak anomalilerinin toplam insidansı yenidoğanlarda 1:3800'dür (9). Dış ve orta kulağın sendromik ve non-sendromik kulak malformasyonlarının görülme sıklığı, 1:10000-1:20000 iken kokleovestibüler anomalilerin görülme sıklığı ise 1:80000'dir (18). İşitme kaybının görülmediği bazı kulak anomalileri olmasına rağmen kulak anomalisi olan birçok hastada farklı derecelerde ve konfigürasyonda işitme kaybı bulunmaktadır. Doğumsal işitme kaybı olan bireylerde iç kulak anomalilerinin görülme sıklığının seçim kriterlerine bağlı olarak %2-3 ila %28,4 arasında değiştiği bildirilmektedir (9). Başka bir çalışmada ise ileri-çok ileri derecede sensörinöral (S/N) işitme kaybı olan hastalarda iç kulak anomalisi bulunma sıklığı %15-20 olarak açıklanmıştır (16). Tek taraflı konjenital kulak anomalileri sık

görülmektedir. Kulak anomalilerinin sadece %15-20'sinin çift taraflı olduğu belirtilmektedir (9). Konjenital kulak anomalilerine sol kulağa kıyasla, sağ kulakta daha sık rastlanmaktadır (18). Çalışmalarda dış ve orta kulak malformasyonlarının sağ tarafı etkileme oranları %58- 61 olarak belirtilmektedir (9). İç kulak anomalilerinin dış ve orta kulak anomalileri gibi tek taraflı veya çift taraflı olabildiğini gösteren birçok çalışma bulunmaktadır (4, 15). Konjenital kulak anomalilerinin görülme sıklığı cinsiyetlere göre de farklılık göstermektedir. Kulak anomalilerinin kadınlara oranla erkeklerde daha sık görüldüğü bildirilmektedir (18).

İç kulak anomalileri, hafif displaziden komplet iç kulak aplazisine kadar farklı formlarda ortaya çıkmaktadır. İşitme kaybına neden olan iç kulak anomalileri sıklıkla bebeklik döneminde fark edilmekte ancak geniş vestibüler akuadukt gibi bazı anomaliler ilerleyen yıllarda tespit edilmektedir (10). Bilateral çok ileri derecede S/N işitme kayıplı bir çok çocuk, radyografik olarak normal iç kulak görüntüsüne sahip olduğu için, membranöz labirent anomalilerinin daha baskın olduğu düşünülmektedir (17). Literatürde koklear malformasyonlara kıyasla semisirküler kanal ve iç kulak akuaduktal malformasyonları ile ilgili, çok daha az çalışma yer almaktadır. Yapılan bir çalışmada iç kulak anomalisi radyografik olarak tespit edilen bir grup hastanın %76'sında kokleanın, %39'unda semisirküler kanalların %32'sinde vestibüler akuaduktun da anomali ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (3). Bu bildirilen yüzdelerde toplam değerlerin %100'ü aşılıyor olması bazı hastalarda birden fazla bölümün etkilenmiş olduğu anlamına gelmektedir. Ancak muayenede ulaşılan patolojik örneklerin (17) ve görüntüleme yöntemlerinin sınırlılıkları sebebiyle (19) farklı membranöz malformasyonların belirlenmesi ve sıklığını tahmin etmek mümkün olmamaktadır.

Sennaroğlu (2015) bir organla ilgili patofizyolojiyi anlamanın en iyi yolunun histopatolojik incelemeler olduğunu bildirmiştir (7). Bir organla ilgili hastalık özellikleri açıklanmadan önce, organın normal yapısının tanımlanması, hastalığın anlaşılması açısından çok önemlidir. Konjenital S/N işitme kayıplı çocuklardan elde edilen radyolojik görüntüleme ve histopatolojik değerlendirme sonuçlarının en iyi şekilde yorumlanabilmesi için malformasyon spektrumunun yanı sıra normal koklea anatomisi ve iç kulak yapılarının embriyolojik gelişiminin bilinmesi gerekmektedir

(2, 16). Bu nedenle aşağıda, öncelikle normal koklea ve sonrasında koklear anomaliler ile ilgili detaylı bilgi sunulacaktır.

2.1.2. Embriyoloji

İç kulak birinci brakial oluk ve arka beyin (rhombensephalon) arasındaki nöroektodermin yüzeyinin kalınlaşmasından oluşur. İç kulağın gelişimi embriyonal yaşamın 3. haftasında başlayıp, 28. haftasında sonlanır. Embriyonal yaşamın 3. haftasında otik plak, ilerleyen dönemde ise otik vezikül gelişir. Otik vezikül ise daha sonra membranöz labirent olarak adlandırılan koklea, vestibül, semisirküler kanallar ve endolenfatik kanalı meydana getirecek şekilde değişikliğe uğrar (20).

Sennaroğlu'nun (2015) aktardığına göre; Gulya (2007) embriyolojik gelişimin 6. haftadan sonrasını şu şekilde açıklamıştır: Gelişimin 6. haftasında otik vezikülün sakküler kısmından tübüler şekilli bir çıkıntı oluşturur. Koklear kanal adı verilen bu çıkıntı, 6. haftada 1 tur ve 8. haftanın bitiminde ise 2,5 tur oluşturacak şekilde gelişir. Bu arada koklear kanalı çevreleyen mezenkim, kısa sürede kıkırdağa dönüşmektedir. Onuncu haftada, bu kıkırdağ kabuk vakuolize olur ve skala vestibuli ile skala timpani adlı iki perilenfatik boşluk meydana gelir. Koklear kanal, daha sonra skala vestibüliden vestibüler membranla ve skala timpaniden de baziler membranla ayrılır. Koklear kanalın lateral duvarı, çevresindeki kıkırdağa spiral ligament ile bağlı kalırken, medial duvarı ise uzun bir kıkırdağ çıkıntısı halindeki modiulusa tutunur. Modiulus ve internal skalar septumu da içeren iç yapılarının gelişimi skalanın gelişimine paralel şekilde olmaktadır. Membranöz labirentin gelişimi bazal kısımdan başlayarak iki hafta içinde apekse doğru ilerlemektedir. Koklear kanalın 2,5 tur oluşturabilmesi için gereklilikler 8.-10. haftalar arasında tamamlanmaktadır. Bundan sonra sadece koklear kanalın çapında büyüme olur. Önce bazal, sonra orta ve daha sonra apikal kısım büyümesini tamamlar. Bu büyüme yaklaşık 20. haftada tamamlanır. Yirminci haftada membranöz labirent maksimum büyüklüktedir ve kemik kapsülün içinde yerleşmiştir. Yirmibeşinci haftada ise iç kulak yetişkin konfigürasyonuna ulaşmıştır (7).

Koklear kanalın epitelial hücreleri başlangıçta birbirinin aynıdır. Gelişimin daha ileri evrelerinde ise bu hücreler iki ayrı kabarıklık oluşturur. Dış kabarıklık, bir sıra halinde iç tüy hücrelerini ve iç kabarıklık ise üç veya dört sıra halinde işitme

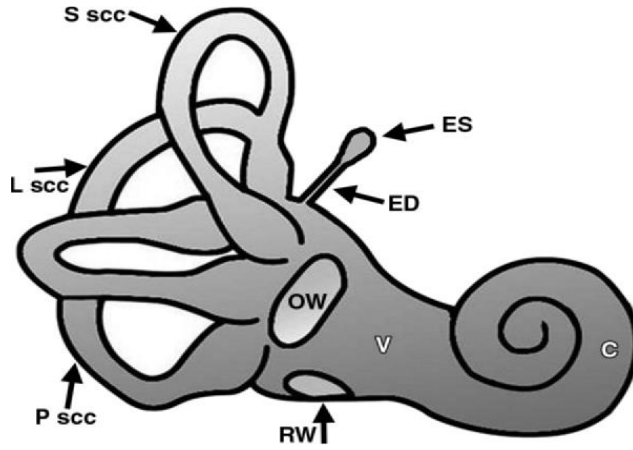
sisteminin duyu hücreleri olan, dış tüy hücrelerini oluşturur. Bu hücrelerin üstü, *spiral limbusa* bağlı, fibriler jelatinöz bir madde olan tektorial membran ile örtülür. Duyu hücreleri ve üzerindeki tektorial membranın tümüne birden korti organı adı verilir. Korti organı tarafından alınan uyarılar spiral gangliona ve buradan da kokleaovestibüler sinirin işitme lifleri aracılığı ile merkezi sinir sistemine iletilir (20).

Semisirküler kanallar, gelişimin 6. haftasında, otik vezikülün utriküler kısmından dışarı doğru uzanan yassı çıkıntılar şeklinde görülmektedir. Bu çıkıntılar zamanla birbirlerini karşılayacak pozisyona gelip üç semisirküler kanalın oluşmasını sağlar. Otik vezikülün oluşumu sırasında, küçük bir hücre grubu vezikül duvarından uzaklaşır ve statoakustik ganglionu oluşturur. Bu gangliona nöral krest kaynaklı hücreler de katılır. Ganglion daha sonra, sırasıyla korti organının, sakkül, utrikül ve semisirküler kanalın duyu hücrelerini innerve eden, koklear ve vestibüler parçalara ayrılır (20).

2.1.3. Normal Koklea Anatomisi

Temporal kemiğin petröz kısmı içine yerleşmiş olan iç kulak, iki önemli duyuşsal sistemi içerir. Bunlar, işitmeyi sağlayan koklear sistem ile denge ve postür sağlamaya yardımcı olan vestibüler sistemdir (21, 22). Bu sistemler kemik labirent ve membranöz labirent diye isimlendirilen birbirini tamamlayan iki yapının içinde yer alır. Dolambaçlı yollar ve bu yolları birbirine bağlayan kanallardan oluşması nedeniyle iç kulağın tümüne birden labirent adı verilir (23). İç kulak bölümleri ve bu bölümlerde yer alan yapılar, Joshi ve diğerlerinin (2012), Seikel ve diğerlerinin (2010) ve Esmer ve diğerlerinin (1995) yayınlanan çalışmalarında aşağıdaki şekilde açıklanmaktadır (16, 22, 24):

Otik kapsül adı verilen sert, kompakt kemik dokusundan oluşan kemik labirenti, labirente giriş yeri, vestibül, semisirküler kanallar ve kemik koklear kanal oluşturmaktadır (Şekil 2.1).



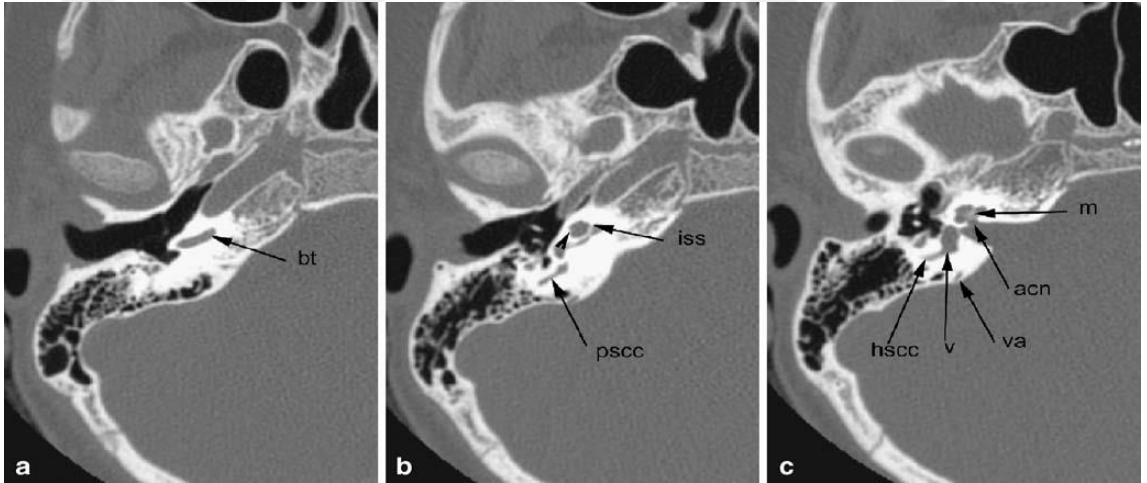
Şekil 2.1. İç Kulak (16)

Şekil 2.1 incelendiğinde vestibülün, semisirküler kanallar ile vestibüler akuaduktun anteriorunda, kokleanın ise posteriorunda yer aldığı görülmektedir. Vestibülün lateral duvarında oval pencere, medial duvarında ise vestibüler akuadukt bulunmaktadır. Vestibüler akuadukt, utrikül ve sakkül ile bağlantılı endolenfatik kanal ve kese içermektedir. Vestibüler akuadukt, vestibülden çıkan tübüler bir yapıdır ve internal akustik kanalın çapraz yönünde yerleşmiştir. Akuaduktun normalde çapı 1.5 mm'den daha kısadır ve büyüklüğü, akuaduktun anteriorunda paralel şekilde yer alan posterior semisirküler kanal büyüklüğüne çok yakındır. Üç kemik semisirküler kanal, vücudun boşluktaki hareketlerini algılamayı sağlayan duyu organlarını içermektedir. Vestibüle apertürler ile bağlı olan bu kanallar; süperior, posterior ve lateral (horizontal) semisirküler kanallardır. Süperior semisirküler kanalın posterior ucu posterior semisirküler kanalın üst ucu ile birleşerek *common crus* isimli limbi oluşturmaktadır. Kemik koklear labirent, vestibüle yakın olan bazal kısımdan başlayarak apekse doğru modiulus isimli merkezi bir kemik sütunun çevresinde $2\frac{1}{2}$ ila $2\frac{3}{4}$ tur atan kanalı içermektedir. Kanalın çapı kokleanın apeksine doğru kademeli olarak azalmaktadır. Modiolustan yansıyan ince bir kemik spiral lamina, koklear kanalı üst (skala vestibuli) ve alt (skala timpani) iki bölüme ayırmaktadır. Kemik spiral lamina, işitme duyu organını (korti) içeren skala media için bağlantı noktasını oluşturan önemli bir yapıdır. Skala vestibuli ve skala timpani kokleanın apeksinde helikotrema isimli bir açıklıkla birleşmektedir. Kemik labirentin üç önemli açıklığı bulunmaktadır: Yuvarlak pencere, oval pencere ve koklear kanal. Yuvarlak pencere, skala timpani ile orta kulak arasındaki iletişimi sağlamaktadır.

Stapesin bulunduğu oval pencere, skala vestibuli ile orta kulak boşluğu arasındaki iletişimi sağlamaktadır. Koklear kanal (koklear akuadukt), yuvarlak pencere bölgesindeki skala timpani ile kranial kavitenin subaraknoid boşluğu arasında yer alan küçük bir açıklıktır. Koklear akuadukt, internal akustik kanalın inferiorunda ona paralel şekilde yer alan ince bir kemik kanaldır. Koklear sinir kanalı olan koklear apertür, koklear sinirin kokleaya girdiği internal akustik kanalın fundusunda yer alan küçük bir açıklıktır. İnternal akustik kanal *lamina cribrosa* ile vestibülden ayrılmaktadır. İnternal akustik kanal, labirentten serebellopontin köşeye kadar uzanmakta ve VII. ve VIII. kranial sinirleri içermektedir. Sekizinci sinirin (vestibülokoklear sinir) üç dalı vardır: Süperior vestibüler dal, inferior vestibüler dal ve koklear dal. Süperior ve inferior vestibüler dallar internal akustik kanalın posterosüperior ve posteroinferior kısmını oluşturmakta, koklear dal ise göreceli olarak anteroinferior da yer almaktadır. Sekizinci sinirin normal koklear dalı, internal akustik kanalın anterosüperiorunda yer alan fasiyal sinir ile yaklaşık olarak aynı çapta olmalıdır. Kemik koklear labirentin merkezindeki modiulus, perforasyonları olan bir kemik yapıdır. Sekizinci vestibülokoklear sinir liflerinin içinden geçtiği bu perforasyonlar modiulusun içindeki ganglion hücrelerine doğru uzanmaktadır. Modiulusun merkezi, içinden vestibülokoklear sinirin geçtiği temporal kemiğin internal akustik kanal kısmı ile devam etmektedir.

Membranöz labirent, kemik labirente paralel şekilde kemik labirentin içinde yer almaktadır. Membranöz labirent, iç kulağın giriş kısmı olan vestibül, koklea ve semisirküler kanalları içeren boşluktur. Membranöz labirentin işitme organı olan kokleayı içeren kısmına koklear kanal denmektedir. Denge organı olan vestibül ise semisirküler kanallar, utrikül ve sakkülden oluşmaktadır. Membranöz labirentte, bu yapıların bağlantılarını sağlayan kanallar yer almaktadır. Tüm membranöz labirent boyunca aynı sıvı bulunmaktadır. Membranöz labirent, kemik labirent boşlukta yer alan sıvı dolu bir kese şeklindedir. Bu kese, içinde sıvı bulunan kemik labirenti tam olarak doldurmamakta ve her iki labirent arasında boşluk olacak şekilde yer almaktadır. Membranöz labirentin içindeki boşlukları dolduran sıvı endolenf olarak adlandırılmaktadır. Kemik labirent ve membranöz labirent arasındaki boşlukları dolduran ve perilenf olarak adlandırılan sıvı da endolenfe benzer bir sıvıdır. Membranöz labirentin koklear kısmı yani koklear kanal, skala vestibuli ile skala

timpani arasında yer alarak skala mediayı oluşturmaktadır. Bu yapı sensör apartür olan ve yukarıda anlatılan spiral laminayı içermektedir. Bu yapı kemik labirente doğru uzanmakta ve koklear kanal için önemli bir bağlantı noktasını meydana getirmektedir. *Reissner* membranı, skala vestibulinin perilenfi ile skala medianın endolenfini ince bir zar şeklinde ayırmaktadır. Bir uca *stria vaskularis* denilen spiral ligamene sıkıca bağlanmış vaskularize bir doku bulunmaktadır. Bazılar membran skala medianın tabanını oluşturarak skala media ve skala timpaniyi birbirinden ayırmaktadır. İşitme organı bu membran üzerinde yer almaktadır. Korti organı, *Deiters* destek hücrelerinin üzerinde yer alan dört sıra tüy hücresi içermektedir. Dışa doğru üç sıra halinde bulunan tüy hücrelerine dış tüy hücreleri denmekte ve bunlar tek sıra halindeki iç tüy hücrelerinden korti tüneli ile ayrılmaktadır. Tektorial membran tüy hücrelerinin üzerinde yer almaktadır ve akustik uyarın varlığında foksiyonel görev almaktadır. Dış tüy hücreleri bu membranın içine gömülü durumdadır ancak iç tüy hücreleriyle fiziksel bir bağlantısı bulunmamaktadır (16, 22, 24). Şekil 2.2’de sağ temporal kemik axial BT görüntülemesi ile normal bir iç kulak anatomisi sunulmuştur (25).

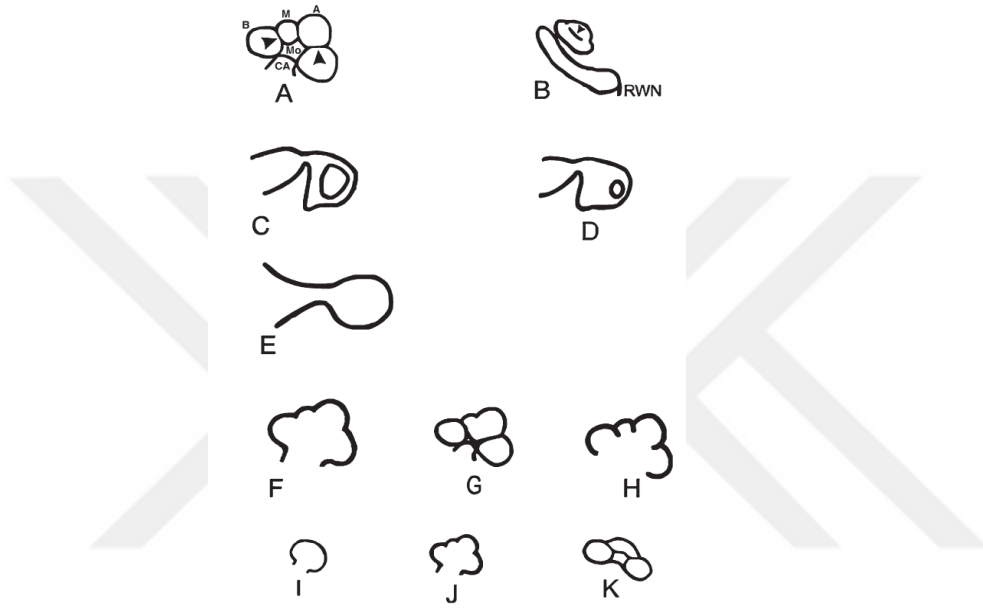


Şekil 2.2. Normal İç Kulak Anatomisi (25)

Şekil 2.2’deki *a*, kokleanın normal bazal kıvrımını (bt), *b* ise kokleanın bütünlüğünü göstermektedir. Apikal ve orta kıvrım arasındaki septaya kıyasla (okların uç kısımları) bazal ve orta kıvrım arasındaki interskalar septa daha kalındır. Posterior semisirküler kanal (pscc) bu seviyede görülebilmektedir. Şekilde, *c* deki

görüntüde ise kokleanın orta ve apikal kıvrımı, merkezi kemik modiolus (m) ile birlikte görülmektedir. Koklear sinir apertürü (acn) modiolusun tabanı ile internal akustik kanal arasında uzanmaktadır. Bu görüntüde ayrıca vestibül (v), horizontal semisirküler kanal (hscc) ve vestibüler akuadukt (va) da ortaya konmaktadır (25).

Sennaroğlu'nun 2010 yılında yayınladığı derlemede normal koklea ve koklear anomalilerin şematik sunumu Şekil 2.3'te yer almaktadır (2).



Şekil 2.3. Normal koklea ve koklear malformasyonların şematik sunumu (2)

Şekil 2.3. te yer alan kısaltmaların açılımı şu şekildedir;

A: Normal kokleanın mid-modiolar kısmı Mo=modiolus, CA= koklear apertür, B=bazal kıvrım, M= orta kıvrım, A= apikal kıvrım, arrowheads=interskalar septa.

B: Normal kokleanın yuvarlak pencere (RDW) *niche*'inden geçen inferior kısmı. Oklar = orta ve apikal kıvrımlar arasında kalan interskalar septum.

C: Normal Vestibül ile Koklear Aplazi.

D: Geniş Vestibül ile Koklear Aplazi.

E: Ortak Kavite.

F: İnkomplet Partisyon I.

G: İnkomplet Partisyon II.

H: İnkomplet Partisyon III.

I: Koklear Hipoplazi, (tomurcuk benzeri) (tip I)

J: Koklear Hipoplazi Kistik Koklea (tip II).

K: Koklear Hipoplazi, (iki kıvrımdan az) (tip III)

Sennaroğlu'nun (2010) belirttiğine göre, normal koklea yapısını ve IP anomalilerini belirlemede en önemli kısım *mid-modiolar* kısmıdır (2)(Şekil 2.3 A). *Mid-modiolar* görüntüde modiolus, kokleanın bazal ve orta kıvrımlarının arasında, bazal kıvrımın merkezinde dörtgen veya beşgen yapı olarak görülmektedir. İnterskalar septa, kokleanın iç duvarı ve modiolus arasındaki daha kalın bölümlerdir. Bu bölmeler, normal kokleayı bazal, orta ve apikal olmak üzere 2.5 (veya 2.75) kıvrıma ayırmaktadır. Koklear apertür (kribriform bölge), koklear siniri ve damarları taşıyan modiolusun tabanındaki merkezi kemik açıklıktır. *Mid-modiolar* görüntünün inferior kısmı, yuvarlak pencere oyuğundan geçen (Şekil 2.3 B), bazal, orta ve apikal koklear kıvrımları göstermektedir. Bazal kıvrım, bu kısımda devam etmektedir. Orta ve apikal kıvrımlar arasındaki interskalar septumu görmek de çok önemlidir (2).

2.1.4. Sınıflandırma

Konjenital kulak anomalileri başlığı altında birçok farklı malformasyon bulunmasından dolayı literatürde çok farklı sınıflandırma yer almaktadır. Yapılan sınıflandırmaların, bilimsel çalışmalarda ortak bir dil sağlanması açısından, büyük önem taşıdığı bildirilmektedir (2). İç kulak anomalilerinin tanınarak etkin tedavi ve rehabilitasyon seçenekleri sunulabilmesi için, evrensel geçerli bir sınıflandırma sisteminin kullanılması gerekmektedir. Özellikle son 10-20 yılda kulak anomalilerinin tanı ve sınıflandırmalarına yönelik yapılan çalışmalarda mevcut/geçerli sınıflandırmalar için değişiklikler sunulmuştur. Yeni sınıflandırmalar epidemiyolojiyi, etiyolojiyi ve özellikle kulak gelişimini göz önünde bulundurmaktadır (9). Jackler (1987) başta olmak üzere, Marangos (2002), Phelps (2002), Zheng (2002), Sennaroğlu ve Saatçi (2002), Sennaroğlu ve diğ. (2006),

Shama (2012), Sennaroğlu ve diğ. (2013) iç kulak anomalilerinde sınıflandırmalarla ilgili çalışmalar yapmışlardır (3, 4, 5, 6, 26, 27, 28, 29).

İç kulağa ait konjenital anomaliler genel olarak; membranöz labirent malformasyonları, kemik ve membranöz labirent anomalileri ve sekizinci sinir anomalileri ana başlıkları altında değerlendirilmektedir (29). İç kulağın kemik labirint malformasyonları tüm konjenital S/N işitme kaybı olan hastaların %20'sini oluşturmaktadır. Geri kalan %80'lik kısmında kemik labirentin normal olup, patoloji membranöz yapılarda ve hücresel düzeydedir (2). Çok sayıda farklı malformasyon bulunmasından dolayı literatürde farklı sınıflandırmalar yer almaktadır. İç kulak anomalileri ile ilgili literatürde yer alan ilk sınıflandırma Jackler ve diğerlerinin (1987) yaptığı sınıflandırmadır. Bu sınıflandırma aynı yazarın 1995' te yaptığı düzenlemelerle Tablo 2.1'de sunulmuştur (17).

Tablo 2.1. Jackler ve diğerlerinin sınıflandırması (17)

I.	SADECE MEMBRANÖZ LABİRENTE AİT MALFORMASYONLAR
A.	Komplet membranöz labirintin displazisi (Siebenmann-Bing)
B.	Sınırlı membranöz labirintin displazisi
	1. Kokleosakküler displazi (Scheibe)
	2. Koklear bazal tur displazisi (Alexander)
II.	KEMİK VE MEMBRANÖZ LABİRENTE AİT MALFORMASYONLAR
A.	Komplet labirintin aplazisi (Michel)
B.	Koklear Anomaliler
	1. Koklear aplazi
	2. Koklear hipoplazi
	3. İnkomplet partiyon (Mondini)
	4. Ortak kavite
C.	Labirintin anomalileri
	1. Semisirküler kanal displazisi
	2. Semisirküler kanal aplazisi
D.	Akuaduktal anomaliler
	1. Geniş vestibular akuadukt
	2. Geniş koklear akuadukt
E.	İnternal akustik kanal anomalileri
	1. Dar internal akustik kanal
	2. Geniş internal aksutik kanal
F.	Sekizinci sinir anomalileri
	1. Hipoplazi
	2. Aplazi

Jackler ve diğ erleri (1987), koklear hipoplazi ve ortak kaviteli olguların terminolojik olarak Mondini deformitesi ile karıştırılmasını önlemişlerdir (3). Jackler ve diğ erlerinin çalışmaları politomografi ile elde edilen görüntülerden yararlanılarak yapılmıştır. Radyolojik görüntülemelerdeki ilerlemelerle birlikte Sennaroğlu ve Saatçi 2002’de, Sennaroğlu ve diğ .. 2006’da ve Sennaroğlu ve diğ . 2013’te yayınladıkları çalışmalarda iç kulak anomalilerini yeniden sınıflandırmışlar (4, 5, 6). Buna göre iç kulak anomalileri; koklear, vestibüler, semisirküler kanal, internal akustik kanal ve vestibülokoklear akuadukt malformasyonları olarak belirlenmiş başlıklara göre sıralanmaktadır (Tablo 2.2). Koklear malformasyon grubunda komplet labirentin aplazisi (*michel* aplazisi), rudimentar otokist, koklear aplazi, ortak kavite, kokleanın inkomplet partisionları (IP-I; IP-II; IP-III), koklear hipoplaziler (Tip-I; Tip-II; Tip-III; Tip-IV), geniş vestibüler akuadukt ve koklear apertür anomalileri alt grupları yer almaktadır (2, 6).

Tablo 2.2. Sennaroğlu’nun Sınıflandırması (2, 6, 7)

ANA GRUPLAR	KONFİGÜRASYON
Koklear Malformasyonlar	Labirentin aplazisi (<i>Michel aplazisi</i>) Rudimentar Otokist Koklear Aplazi Ortak Kavite Kokleanın İnkomplet Partisionları (IP); (IP-I; IP-II; IP-III) Koklear Hipoplaziler; (Tip-I; Tip-II; Tip-III; Tip-IV) Geniş Vestibüler Akuadukt Koklear Apertür Anomalileri
Vestibüler Malformasyonlar	Yok/hipoplazik/geniş (Michel deformitesi ve ortak kaviteyi içermektedir)
Semisirküler Kanal Malformasyonları	Yok/hipoplazik/geniş
İnternal Akustik Kanal Malformasyonları	Yok/dar/geniş
Vestibüler ve Koklear Akuadukt Malformasyonları	Geniş/normal

Sennaroğlu (2010) malformasyonları beş ana gruba ayırmıştır: koklear malformasyonlar, vestibüler malformasyonlar, semisirküler kanal malformasyonları, internal akustik kanal malformasyonları ve vestibüler-koklear akuadukt malformasyonları (2). Koklear malformasyonları da radyolojik ve histopatolojik

değerlendirme sonuçlarına göre 8 kategoriye ayırmıştır (6, 7). Bunlar; labirentin aplazisi (michel aplazisi), rudimentar otokist, koklear aplazi, ortak kavite (*common cavity*), kokleanın inkomplet partisionları (IP-I; IP-II; IP-III), koklear hipoplaziler (Tip-I; Tip-II; Tip-III; Tip-IV), geniş vestibüler akuadukt ve koklear apertür anomalileri şeklinde sıralanmaktadır (Tablo 2.3). Embriyolojik gelişimde meydana gelen duraksamalar göz önüne alınarak belirlenmiş olan koklear malformasyonların genel özellikleri Tablo 2.3'te özetlenmektedir.

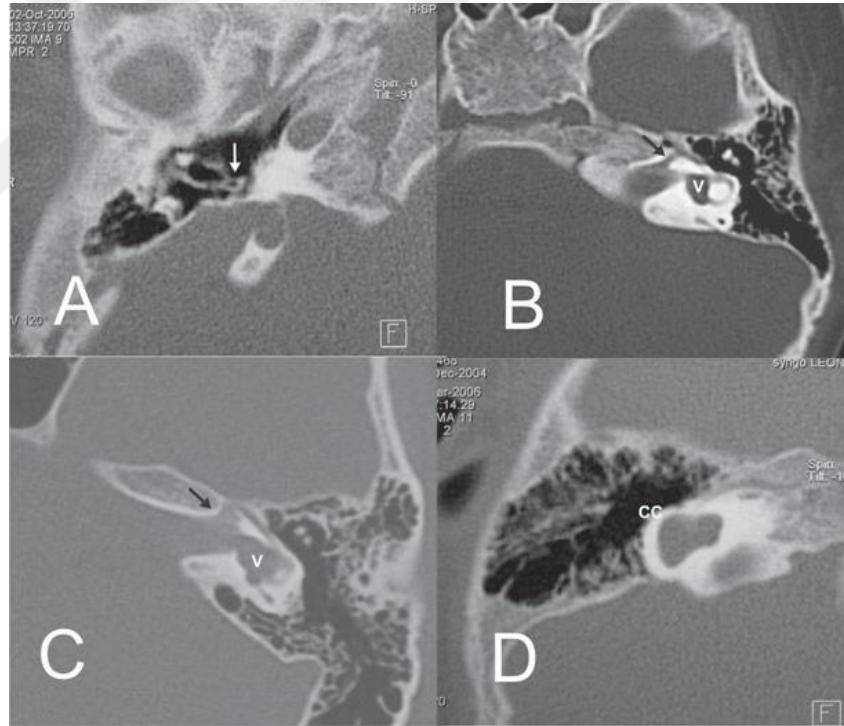
Tablo 2.3. Koklear Anomaliler (2, 6, 9)

KOKLEAR MALFORMASYONLAR	KONFIGÜRASYON
Komplet Labirentin Aplazisi (<i>Michel</i> Deformitesi) (3. haftada duraksama)	Kokleanın ve vestibüler yapıların tamamen olmaması, sıklıkla aplazik internal akustik kanal, vestibüler akuadukt yok
Rudimentar Otokist (3. haftada duraksama)	Otik kapsülün (yuvarlak veya oval şekilde) inkomplet milimetrik olarak var olması, internal aksutik kanal yok
Koklear Aplazi (5. hafta civrında duraksama)	Koklear kanalın olmaması, normal-dilate veya hipoplazik vestibül ve semisirküler kanal sistemi, genellikle normal vestibüler akuadukt, sıklıkla genişlemiş internal akustik kanal
Ortak Kavite (4.-5. haftalarda duraksama)	Koklea ve vestibülün iç yapılar olmaksızın ortak bir boşluk oluşturması, semisirküler kanal sistemi normal, deforme veya yok, dardan biraz daha geniş internal akustik kanal, sıklıkla normal vestibüler akuadukt
Kokleanın İnkomplet Partisionları (IP-I; IP-II; IP-III), (Kistik kokleavestibüler malformasyon) (5.-7. haftalarda duraksama)	İnternal yapılar olmaksızın kistik gelişmiş koklea, dilate vestibül, geniş inter akustik kanal semisirküler sistemi sıklıkla yok, dilate veya normal, normal vestibüler akuadukt
Koklear Hipoplaziler (Tip-I; Tip-II; Tip-III; Tip IV), (6.-8. haftada duraksama- Tip-I; Tip-II; Tip-III) (10.-20.haftalar arasında- Tip-IV)	Birbirinden ayrılmış koklear ve vestibüler yapılar, 1,5 veya daha az tur yapan koklea, hipoplazik veya normal vestibül ve semisirküler kanallar, normal vestibüler akuadukt, normal veya hipoplazik internal akustik kanal
Geniş Vestibüler Akuadukt (farklı gestasyonel haftalar)	Posterior labirint ve operkulum arasındaki orta noktanın 1.5 mm.'den geniş olması, bölgenin komşu posterior semisirküler kanaldan daha geniş olması, normal koklea, vestibül ve semisirküler kanallar
Koklear Apertür Anomalileri (farklı gestasyonel haftalar)	Koklear sinir kanalının hipoplazik veya aplazik olması, aplazik veya hipoplazik koklear sinir

Tablo 2.3'te yer alan koklear anomalileri şu şekilde açıklamak mümkündür:

Komplet Labirintin Aplazisi (*Michel Deformitesi*)

Komplet labirentin aplazisi, 3. gestasyonel haftada otik kapsül gelişiminin durması sonucu ortaya çıkmaktadır (7, 9). Çok nadir görülen bu bozukluk genellikle bilateraldir ancak tek taraflı da görülebilir (30). Bu bozuklukta iç kulak yapıları koklea, vestibül, vestibüler akuadukt ve koklear akuadukt hiç gelişmemektedir. İnternal akustik kanallar aplazik veya hipoplaziktir. Fasial sinir dışında sinir gözlenmemektedir (2). Orta ve dış kulak gelişmesi ve fonksiyonları normal olabilir. BT veya MR görüntülemeye komplet iç kulak yokluğu veya sıvı dolu tek bir kavite izlenmektedir (17). Total işitme kaybı veya taktil uyarımı düşündürecek şekilde köşe tipi işitme kaybı olmaktadır (6). Şekil 4 A'da stapes (beyaz ok) deforme inkus ile birlikte görülmektedir.



Şekil 2.4: İç kulak Anomalilerinin Görüntüsü (A: Komplet labirintin Aplazisi. B: Koklear aplazi, normal vestibül ile (v). C: Koklear aplazi, geniş vestibül ile (v). D: ortak kavite deformitesi.) (2)

Rudimentar Otokist

Rudimentar otokist, otik kapsülün yuvarlak veya oval şekilde) inkomplet milimetrik olarak var olması durumudur. İnternal aksutik kanal bulunmamaktadır. Odyolojik bulgular, labirentin aplazideki bulgulara benzer şekilde total veya köşe tipi işitme kaybı olarak görülmektedir (6).

Koklear Aplazi

Koklear aplazi, 3.gestasyonel haftanın sonunda gelişimin durması sonucu meydana gelmektedir (9). Çok nadir görülen bir anomali türü olan koklear aplazi koklear malformasyonların sadece %3' ünü oluşturmaktadır (16). Bu malformasyonda koklea oluşmamıştır ve vestibül ile semisirküler kanallar normal, dilate veya hipoplazik olabilmektedir (31). Koklea yokluğunda fasiyal sinir de izlenmemektedir. Koklear aplazinin koklear osifikasyondan ayrımı önem taşımaktadır. Koklear aplazide timpanik kaviteye doğru olan kemik çıkıntı (promontoryum) izlenmezken ossifikasyonda kemik çıkıntı mevcuttur (16). İnternal akustik kanalın anteriorunda yer alan otik kapsül kemiğin miktarının değerlendirilmesi gerekmektedir. Koklear aplazide otik kapsül yoktur, kemik obliterasyonda ise densite normal boyutunda gözlenmektedir (Şekil 4B ve 4C). Şekil 4C'de fasiyal sinirin labirint segmenti (siyah ok) anterior olarak yanlış yerleşimde görülmektedir. Koklear aplazide total işitme kaybı veya taktil uyarana verilen cevabı düşündürülen köşe tipi işitme kaybı görülmektedir (6, 17).

Ortak Kavite Deformitesi

Ortak kavite deformitesi 4.gestasyonel haftada gelişimin durması sonucu olmaktadır (9) ve konjenital iç kulak anomalilerinin % 25'ini oluşturmaktadır (16). Ortak kavite deformitesi henüz ayrılaşmamış (forme olmamış) koklea, vestibül ve semisirküler kanalların tek ovoid kistik bir yapıya dönüşmesi ile oluşmaktadır (9, 17). BT'de ve MRG'de koklea, vestibül ve semisirküler kanallar ayrı olarak seçilememekte ve içi sıvı dolu tek kistik bir kavite şeklinde izlenmektedir (16). Semisirküler kanallar normal, displastik veya malforme olabilirken intenal akustik kanal genellikle malformedir. intenal akustik kanal, kavitenin orta kısmında yer almaktadır (Şekil 4D) (31). İşitme seviyesi genellikle kötüdür.

Kokleanın İnkomplet Partisyonları

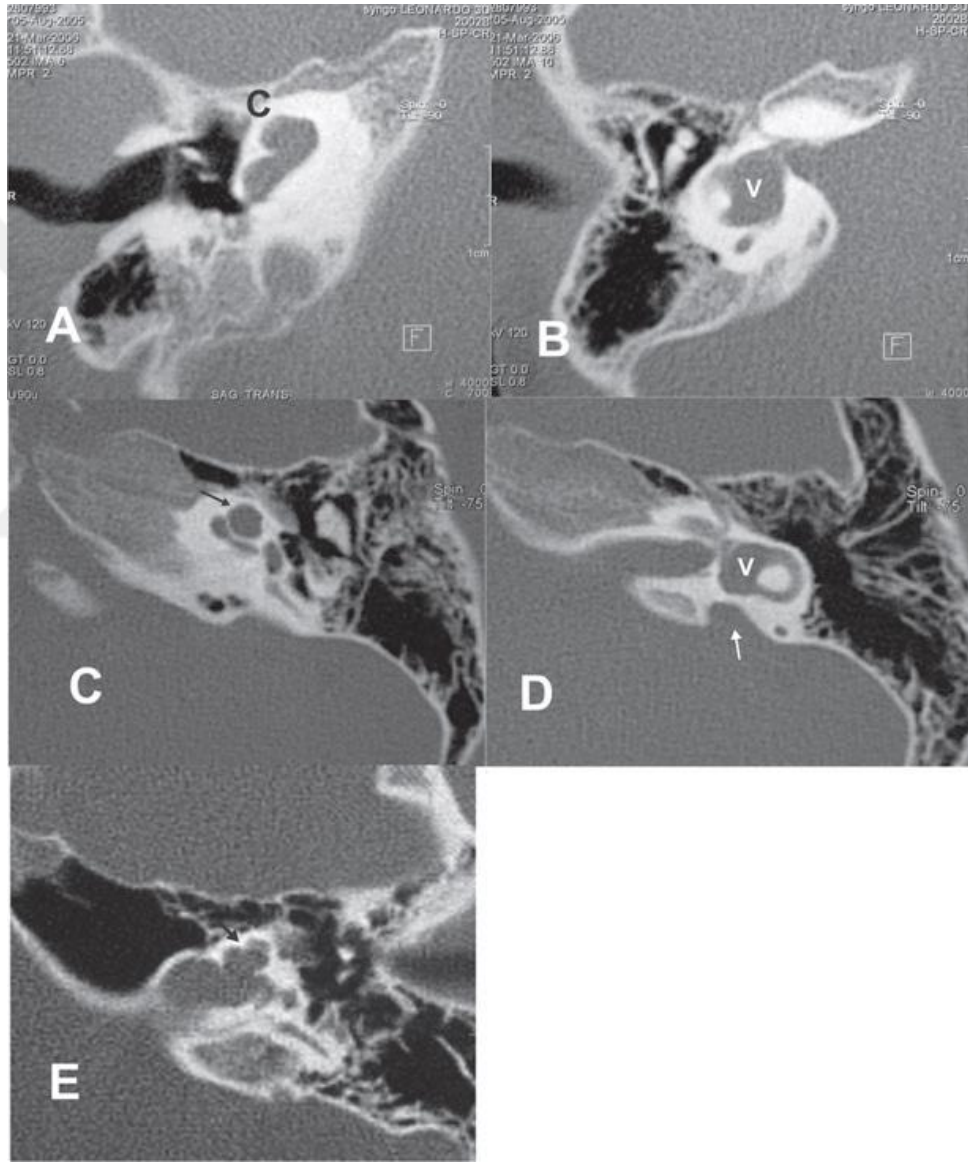
Bu anomali türünde kokleanın dış görünüşü normal kokleaya benzemektedir ama iç yapılar defektiftir. İç kulak anomalilerinin yaklaşık %41'ini oluşturduğu belirtilmektedir (6). Üç tip IP bulunmaktadır:

İnkomplet Partisyon-I (IP-I): IP-I 5.gestasyonel haftada otik kapsül gelişiminin durmasıyla meydana gelmektedir (9, 16). Sennaroğlu ve Saatçi (2002) bu tip kokleayı kistik kokleovestibüler malformasyon olarak tanımlamıştır (4). IP-I'de kokleada modiulus ve interskalar septa yoktur. Koklea boş bir kistik yapı olarak görülmektedir. Geniş dilate vestibül eşlik etmektedir ve vestibül dilate kistik ayrı kavite olarak gelişirken modiolar kemik hiç gelişmemektedir. Tek bir ortak kavite yerine *rudimentar* koklea ve vestibülü temsil eden "8" şeklinde veya "kardan adam" görüntüsünde iki ayrı kistik kavite bulunmaktadır (31). Vestibüler akuadukt normaldir. Koklear apertür gelişiminin defektif olması ve modiulusun olmamasından dolayı İAK ve koklea arasında defekt vardır (2). Semisirküler kanallar sıklıkla vardır fakat displastiktir, VIII sinir gelişmemiştir veya yoktur (Şekil 5A ve 5B). Şekil 5A'da koklea (C), modiulus ve interskalar septa olmaksızın, boş kistik bir yapı gibi görünmekte, dilate vestibül eşlik etmektedir (31). Bu gruptaki hastaların işitme seviyesinde farklılıklar bulunmakla birlikte (17) çok ileri derecede işitme kaybının görüldüğü belirtilmiştir (6)

İnkomplet Partisyon-II (IP-II): Mondini displazisi olarak bilinen IP-II koklea, embriyolojik olarak 7.gestasyonel haftada gelişimin durması sonucu gelişmektedir (9, 16). Koklear malformasyonların % 50' den fazlasını oluşturmaktadır (16). Bu anomali türünde koklea tam turunu tamamlamaz ve sadece 1,5 dönüş yapar. Bazal kıvrım normal iken orta ve apikal halkada kistik dilatasyon mevcuttur. Modiulusun apikal kısmı ve bu kısma karşılık gelen interskalar septa defektiftir. Vestibül dilatedir ve geniş vestibüler akuadukt gözlenmektedir. Semisirküler kanallar genelde normaldir. (2, 16). Kokleanın dış boyutu (yükseklik ve çap) normal kişilerle aynıdır (şekil 5D) (4). Kişilerin işitme kaybı farklılık göstermektedir. Normal işitmeyele doğuş anı veya progresif işitme kaybı geliştiren vakalar bulunmaktadır (6).

İnkomplet Partisyon-III (IP-III): Bu tip koklea *X-Linked Deafness* olarak adlandırılmaktadır (5). Oldukça nadir görülmektedir. Bu deformitede *interscalar*

septa vardır fakat modiolus tamamen yoktur. Koklea, her zamanki anterolateral pozisyonu yerine, doğrudan internal aksutik kanalın lateral ucuna yerleşmiştir (2). Kokleanın dış boyutu (yükseklik ve çap) normal kişilerle aynıdır (5). Vestibül, vestibüler akuadakt ve semisirküler kanallar normaldir (Şekil 5E). *X-Linked Deafness* 'da progresif mikst veya iletim tipi işitme kaybı görülür ancak kokleada perilenf ve endolenfdeki BOS basıncında meydana gelen değişikliklere bağlı olarak S/N işitme kaybı da ortaya çıkabilir (31).



Şekil 2.5:Kokleanın İnkomplet Partisyon anomalileri. A ve B İnkomplet Partisyon I. C ve D: İnkomplet Partisyon II. E: İnkomplet İartitision III. (2)

Koklear Hipoplazi

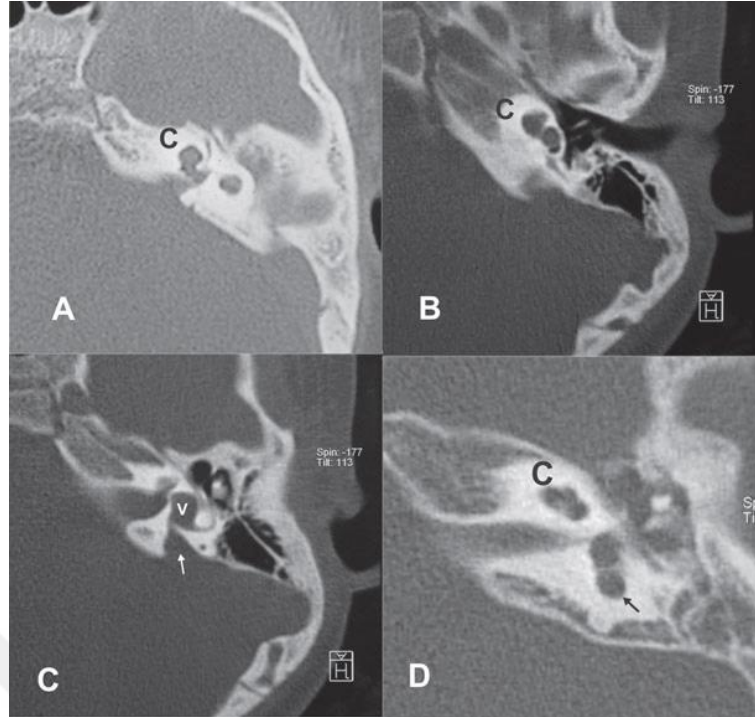
Koklear hipoplazi 6. gestasyonel haftada gelişimin durması sonucu meydana gelmektedir (9, 17). Tüm koklear patolojilerin %15'ni hipoplaziler oluşturmaktadır (16, 17). Bu anomali türünde koklea ve vestibülü oluşturan yapılar farklılaşmış ve birbirinden ayırt edilebilir durumdadır ancak koklea 1,5 veya daha az tur yapmaktadır. Yani boyutları normalden küçüktür. Vestibül ve semisirküler kanallar hipoplazik ya da normal olabilir, Vestibüler akuadukt normal, internal akustik kanal ise normal veya hipoplazik olabilir (9). Bu hastalarda işitme seviyesi değişiklik gösterebilmektedir. İşitme seviyesindeki değişiklik membranöz labirent gelişiminin derecesine bağlıdır. Sennaroğlu 2013 yılında dört farklı koklear hipoplazi tanımlamıştır (6).

Tip I Hipoplazi (tomurcuk benzeri): Tip I hipoplazide koklea internal akustik kanaldan çıkan tomurcuk benzeri bir yapıdadır. Modiolus veya interskalar septa seçilememektedir. Şekil 6A'da Tip I koklear hipoplazi görülmektedir.

Tip II Hipoplazi (kistik hipoplazik koklea): Modiolus ve interskalar septa seçilemez, koklea normalden küçük boyutlardadır. Fakat dış yapısı normal görünümündedir (Şekil 6B ve C). İnternal akustik kanal ile geniş bir bağlantı mevcuttur. Vestibüler akuadukt genişlemiştir ve vestibül minimal dilatedir.

Tip III Hipoplazi (ikiden az kıvrımlı olan koklea): Modiolus normalden kısa ve interskalar septumlar az sayıdadır. Kokleanın ikiden daha az sayıda dönüşü vardır. İç ve dış yapı normal kokleaya benzemesine rağmen boyut ve dönüş sayısı normalden azdır. Vestibül ve semisirküler kanallar hipoplaziktir (şekil 6 D).

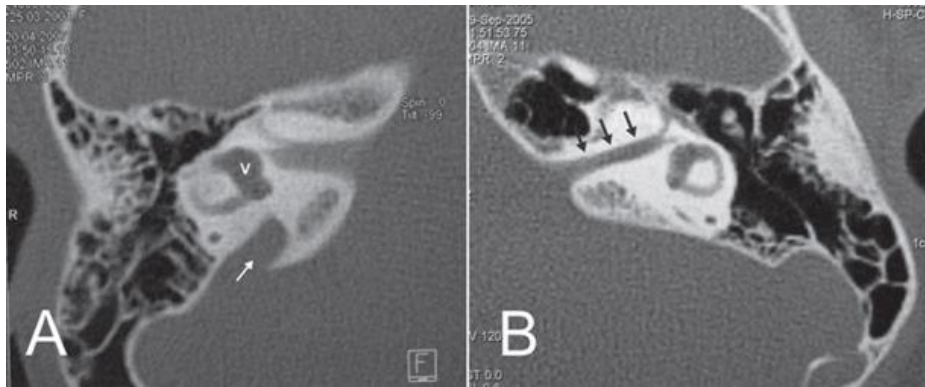
Tip IV Hipoplazi (hipoplazik orta ve apikal kıvrımlı koklea): Kokleanın bazal kıvrımı normal büyüklükte ve görüntüdedir. Orta ve apikal kıvrımlar ciddi şekilde hipoplazik ve merkezi yerleşim pozisyonu yerine anterio ve medial yerleşimlidir. Fasial sinirin labirentin segmenti, normal yerinde değil de, kokleanın anteriorunda yer almaktadır.



Şekil 2.6: Koklear hipoplazi. A: Tip I (Tumurcuk benzeri koklea) B and C: Tip II (Kistik hipoplazik koklea): D: Tip III (İkiden az kıvrımlı koklea)(2)

Geniş Vestibüler Akuadukt Sendromu

Geniş vestibüler akuadukt sendromunun (GVAS) etiyolojisi hala tam olarak bilinmemektedir. Farklı gestasyonel haftalarda meydana gelen duraklama sonucu olduğunu söyleyen çalışmalar bulunsa da fetal hayat süresince vestibüler akuaduktun doğrusal olmayan gelişim gösterdiği belirtilmektedir (32). GVA S/N işitme kayıplı hastalarda BT ile en erken saptanan ve en çok rapor edilen anomalidir (17, 33). Normal kalınlığı 1.5 mm' den daha ince olan vestibüler akuaduktun geniş vestibüler akuadukt olması için posterior labirint ve operkulum arasındaki orta noktanın 1.5 mm.'den geniş olması gerekmektedir (şekil 7A)(2). Ayrıca bu bölgenin komşu posterior semisirküler kanaldan daha geniş olması ile de tanı konmaktadır. Koklea, vestibül ve semisirküler kanallar normaldir. Hasta öyküsünde minör kafa travmasının etkileyebileceği progresif S/N işitme kaybı görülmektedir.



Şekil 2.7: A: GVA (beyaz ok) normal vestibül (v). B: dar İAK (siyah ok). (2)

Koklear Apertür Anomalileri

Koklear apertür (koklear sinir kanalı), koklear siniri internal akustik kanaldan kokleaya taşımaktadır. BT'de aksial veya koronal kesitte *mid-modiolar* görüntüde izlenebilmektedir. Bazı vakalarda koklear sinir kanalı, dar (hipoplazik) veya aplaziktir. Eğer koklear apertür aplazik ise koklear sinir agenzisi de görülmektedir. Koklear apertür hipoplazikse koklear sinir hipoplazik veya aplazik olabilir. Koklear apertür hipoplazisi ve aplazisi sıklıkla koklear hipoplazi ile birlikte görülmektedir ancak kokleanın normal olması da mümkündür. Bu durum sıklıkla internal akustik kanalın orta noktasının genişliği 2.5 mm.'den küçük olduğu dar internal akustik kanal durumunda görülmektedir (2) (Şekil 7B). Dar internal akustik kanal durumunda koklear sinir hipoplazik olabilir veya hiç olmayabilir. Dar internal akustik kanal, iç kulak anomalileri ile birlikte görülebilir veya işitme engelli çocuklarda sadece radyografik olarak tespit edilebilir (17). Genellikle çok ileri derecede S/N işitme kaybı görülmektedir (6).

2.1.5. Tanı

İşitme kaybına neden olan konjenital kulak malformasyonlarını tanılamak, koklear implantı da içeren rekonstrüktif kulak ameliyatları ve rehabilitasyon yöntemlerinin planlanmasının yanı sıra bunların başarılı olması için zorunludur (9). Konjenital kulak anomalileri, S/N işitme kayıpları arasında çok az sayıda yer alsa da radyologlar için bu anomalilerin görüntülenerek anlaşılması çok büyük önem taşımaktadır. Gelişimsel duraksamanın farklı aşamalarındaki prototiplere aşina olmak ve anatomik terimlerde anomalinin tanımı yapmak, multi disiplinler

müdahaleye ve klinisyenlerle uygun iletişim kurulmasına olanak sağlamaktadır (31). Farklı görüntüleme ve değerlendirme yöntemleri kullanılarak yapılacak incelemeler anomalinin anatomik etkilerini belirleyerek tanı koyma ve çözüm önerileri sunma açısından büyük fayda sağlamaktadır. Malformasyonların tanınması, birarada uygulandığında daha kullanışlı olan, klinik muayene, odyolojik testler, genetik muayene ve radyolojik görüntüleme (BT ve MR) yöntemleri ile gerçekleştirilmektedir (9).

Klinik Muayene

İç kulak anomalilerin belirlenmesi ve ele alınmasında yapılacak klinik muayene büyük önem taşımaktadır. Örneğin travma sonrası ortaya çıkan ani işitme kaybı, ailedeki işitme kaybı öyküsü iç kulak anomalisi ile ilişkili olabilmektedir. Bu nedenle öncelikle, klinik muayenenin bir parçası olarak alınacak etkin bir öykü sorunun anlaşılabilmesi ve izlenecek aşamaların belirlenmesi açısından önemlidir (34). Konjenital veya sonradan kazanılmış olabilen işitme kaybının değerlendirmesinde ayrıntılı bir öykü alınmasının, hastalığın başlangıç zamanının tespit edilmesi ve etiyolojinin belirlenmesi açısından çok önemli olduğunu bildirilmektedir (20, 25). Sorunun ilk ne zaman ve nerede fark edildiği bugüne kadar neler yapıldığı mutlaka öğrenilmelidir. Aile öyküsündeki detaylar, birinci derece akrabaların işitme durumları, etnik yapı, sendromik ve nonsendromik özelliklerin sorgulanması gerekir. Ailede kalıtsal hastalık olup olmadığı, işitme kaybı olup olmadığı öğrenilmelidir. Annenin hamilelikte geçirdiği viral enfeksiyonlar veya ilaç kullanımı, menenjit, hipoksi gibi nedenler kazanılmış işitme kayıpları için ayırıcı tanı açısından incelenmelidir. Kulak malformasyonları bazı sendromlarla birlikte görülebilmektedir (73). Bu nedenle ilişkili olabilecek diğer bozukluklar da gözönüne alınmalı ve çok yönlü yaklaşılmalıdır.

Konjenital kulak malformasyonlarının tanınması sıklıkla doğumda, kulak kepçesinin deforme olması veya kulak kanalının görünür şekilde atrezik olması ile gerçekleşmektedir (35). Görsel olarak her şeyin normal olduğu durumlarda ise tanı ancak ileriki yaşlarda konulabilmektedir. Detaylı fizik muayenede kulak kepçesi, dış kulak yolu, timpanik membran değerlendirilmeli sonrasında olası kraniofasial anomaliler açısından kafa ve tüm vücut hızlı bir şekilde değerlendirilmelidir (25).

Aurikular deformasyonla doğan bir bebekte kraniofasiyal yapılar detaylı bir şekilde incelenmelidir. Bu tür hastalar, konfigürasyon, simetri, yüz proporsiyonu, saç ve derinin durumu, duyuşal fonksiyon, konuşma, ses ve yutma açısından değerlendirilmelidir (9,25). Dış ve orta kulakta meydana gelen sorunlar işitme seviyesini farklı şekillerde etkilemektedir. Klinik muayenin önemli aşamalarından biri olan otoskopi, dış ve orta kulağın değerlendirilmesinde önemlidir (34).

Odyolojik Değerlendirme

Konjenital kulak anomalilerinde en yaygın bulgularından biri olan işitme kaybının tipi, derecesi ve ortaya çıkış şekli anomalinin olduğu bölgeye göre değişiklik göstermektedir (14). Dış ve orta kulağı etkileyen anomalilerde kulağın tam olarak bloke olduğu durumlarda meydana gelen iletim/mikst tip işitme kaybı 60 dB seviyelerine kadar ulaşmaktadır (34). İç kulağı ve VIII. siniri ilgilendiren anomalilerde ise işitme kaybı derecesi çok daha ileri seviyelerde olmaktadır. Erken tanı ve çözüm önerilerinin sağlanabilmesi için anomalilerin odyolojik etkilerinin değerlendirilmesi gerekmektedir (14). Odyometri, immitansmetri, uyarılmış beyinsapı cevapları, otoakustik emisyon ölçümlerini içeren odyolojik değerlendirme, bir bütün olan işitme sistemin işleyişiyle ilgili bilgiler sunmaktadır.

Odyolojik değerlendirme, kulak malformasyonu olan hastaların değerlendirilmesinde önemli bir yere sahiptir. Özellikle tek taraflı işitme kaybına neden olan anomalilerin tespiti bilateral etkilenimi önlemek açısından ayrı bir önem taşımaktadır. Bilateral işitme kaybı dil gelişimi açısından ciddi sorunlara neden olmaktadır (14). Çoklu malformasyonları olan bireylerde ve küçük çocuklarda cevabın doğruluğu test tekrarı ile sağlanmaktadır. Modern odyometrik tekniklerin kullanımı konjenital kulak malformasyonlara olan yaklaşımda büyük değer taşımaktadır. Malformasyonlarda orta kulak fonksiyonlarının detaylı bir şekilde incelenmesi de tanıda önemlidir (34). Bu sebeple, malforme kulaklarda odyolojik test bataryasının önemli bir parçası olan immitansmetrinin etkin kullanımı faydalıdır.

Genetik Muayene

Konjenital ileri derecede S/N işitme kayıplarının, yaklaşık %50'sinin etiolojisi genetik nedenlidir (3, 25). Genetik nedenli işitme kayıplarının %30'u

sendromik işitme kayıpları, %70'i ise non-sendromik işitme kayıpları başlığı altında geçmektedir (25, 36). Sendrom şüphesi olan hastalarda işitme kaybının nedenlerini açıklayabilmek için moleküler genetik test ile değerlendirilmesi gerekmektedir (9). Genetik incelemeler, işitme kaybının etiolojisini açıklayabilmekte ve tedavide yol gösterici olmaktadır. Ayrıca aileye genetik danışmanlık da sağlanabilmektedir (25). Genetik incelemede hastalığa neden olan gen mutasyonları alınan kan örneklerinin laboratuvarında incelenmesi ile tespit edilmektedir. Genetik inceleme, kalıtsal hastalıkların (kulak malformasyonları gibi) ayırıcı tanısında kullanılmaktadır. Ayrıca herhangi bir klinik belirti göstermeyen sağlıklı aile bireylerinin hastalık olasılığı da (*predictive testing*) belirlenebilmektedir (9). İşitme ile ilgili moleküler düzeyde bilgiler arttıkça idiopatik diye isimlendirilen bozukluklara genetik açıklamalar getirilebilmektedir (36).

Radyolojik Görüntüleme

Radyolojik görüntüleme, iç kulak anomalilerinin tespitinde, malformasyonun tipinin belirlenmesinde ve cerrahi müdahale sırasında karşılaşılabilecek temporal kemikteki diğer anomalilerin (örneğin sklerotik mastoid, ve dar fasial recess, fasial sinir anomalisi, serebro sipinal sıvı, gusher potansiyeli olan internal akustik kanal defektleri, vb.) belirlenmesinde büyük önem taşımaktadır (2, 16). Konjenital iç kulak anomalilerinin tanımlanabilmesi, radyolojik görüntülemenin duyarlılığına ve bu görüntüleri değerlendiren klinisyenin tecrübesine bağlıdır. Komplet labirentin aplezisi ve ortak kavite deformitesi gibi şiddetli malformasyonların radyolojik olarak belirlenmesi zor olmamaktadır koklear hipoplazi, inkomplet partisyonlar vb. anomalilerin belirlenmesinde değerlendiren kişinin bilgi ve deneyimi büyük önem taşımaktadır (34).

Yüksek çözünürlüklü bilgisayarlı tomografi- BT (*High-Resolution Computed Tomography* (HRCT)) ve manyetik rezonans görüntüleme-MR (*Magnetic Resonance Imaging* (MRI)) iç kulak anatomisinin görüntülenmesinde en iyi yöntemlerdir: BT kemik yapıları ve dış kulak, dış kulak yolu, orta kulak ve mastoidin değişiklikleri ve osteojenik hastalıkları göstermek için daha uygundur. MR, sıvı dolu boşlukların ve vestibülokoklear sinirin, membranöz labirentin, internal akustik kanalın sinir yapılarının ve serebellopontin köşenin görüntülenmesine olanak sağlamaktadır (2,

16). Bu tekniklerin birlikte kullanımı iç kulak anomalileri ile ilgili nörolojik anomalilerin tespiti ve özelliklerinin belirlenmesini sağlayarak çözüm önerilerinin seçiminde yol gösterici olmaktadır (16). BT ve MR'ın birbirini tamamlar şekilde kullanımının önemi çalışmalarda gösterilmektedir (2, 9).

Radyolojik görüntülemeye elde edilen bilgiler uygulanacak tedavi seçeneğini ve kullanılacak yöntemin belirlenmesini doğrudan etkilemektedir. İç kulak anomalisi olan hastalara KI önerilmesi kararında radyolojik bilgi son derece etkilidir (2).

2.2. İmmitansmetri

Akustik immitans, *American National Standards Institute*'nin (ANSI) 1987 yılında yayınladığı standartlarda akustik impedans, akustik admitans veya her ikisini birden içeren kulak ölçümlerinin genel adı olarak tanımlanmıştır (37). Akustik immitans ölçümleri immitansmetri diye de isimlendirilmektedir. İmmitansmetri, işitme sisteminin özellikle dış/orta kulak fonksiyonlarını değerlendiren bir tekniktir ve odyolojik değerlendirmenin rutin bir parçasıdır (38, 39). Bu teknikte, dış kulak kanalına yerleştirilen prob yardımıyla dış/orta kulak boyunca enerjinin akışı elektroakustik olarak ölçülmektedir (34). İmmitansmetrinin geliştirilmesinde ve klinik ölçümlerin yapılmasında 1940'lı yıllarda ismi geçen ilk kişi Otto Metz'dir (40, 41). İmmitansmetrinin tek prob tonla ölçüm yapan formlarının kliniklerde yaygınlaşmaya başlaması 1950'li yılların sonu 1960'lı yılların başında yapılan çalışmalardan sonra olmuştur (40, 42). Dış kulak kanalında hava basıncının bir fonksiyonu olarak akustik impedans/admitans (veya komplians) ölçümünün grafiksel gösterimi timpanogram olarak isimlendirilmektedir. Katz'ın (2009) aktardığına göre; timpanogramların sınıflandırılması ile ilgili ilk çalışma Liden tarafından 1969 yılında yapılmıştır. Jerger (1970), Jerger ve ark. (1972) ve Liden ve ark.'ın (1974) yaptığı düzenlemelerle bu sınıflandırma günümüzde kullanılan halini almıştır (42).

Objektif ölçüm yöntemi olan immitansmetri hasta kooperasyonu gerektirmeden kolaylıkla yapılabilmektedir. Günümüzde birçok klinisyen tarafından odyolojik değerlendirmenin ilk basamağı olarak kullanılmaktadır (34). Sıklıkla dış kulak ve orta kulak fonksiyonlarını değerlendirmek için kullanılan immitansmetri sadece bu kısımları değil, aynı zamanda iç kulak ve daha üst düzey işitme yollarının

değerlendirilmesinde de önemli bilgi sağlamaktadır (11, 43). Bu testlerden elde edilen bilgiler, odyolojik test bataryasındaki diğer testlerden elde edilen bilgilerle bir arada değerlendirildiğinde kişilerin orta kulağı, kokleası ve nöral fonksiyonları hakkında önemli tanısal bilgiler sunmaktadır.

İmmittansmetri; timpanometri ve akustik stapedial refleks değerlendirmesi olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Bu testler tek frekans, multifrekans ve geniş bant uyaranlarla gerçekleştirilebilmektedir (38). Tek frekans (226 ve 1000 Hz) timpanometri ve akustik refleks değerlendirmesi standart immitans bataryasında 30 yıldan fazla zamandır kullanılmaktadır. Yeni geliştirilen yöntemler olan geniş bant uyaranlarla değerlendirmeler (klik veya *chirps*) yakın zamanda kullanılmaya başlamıştır (38, 42). Bu çalışmanın konusu sebebiyle immitansmetrinin timpanometri kısmına ilişkin bilgi verilecektir.

2.2.1. Timpanometri

Timpanometri, ANSI standartlarında kulak kanalındaki hava basıncının bir fonksiyonu olarak kulağın akustik immitans ölçümü şeklinde tanımlanmaktadır (37). *Amerikan Speech and Hearing Association* (ASHA) ise timpanometriyi orta kulak sisteminin akustik özelliklerinin analiz edilmesi amacıyla kulak kanalındaki basıncın bir fonksiyonu olarak akustik impedans veya admitans ölçümü yapan bir teknik olarak tanımlamaktadır (44). İmmittans; impedans, admitans ve bunların alt birimlerini içeren genel bir terimdir. Birimi akustik ohms olan akustik impedans (Z_a) orta kulak sisteminde, ses enerjisinin akış yönüne, bu sistemin toplam zıtlığıdır (direnci). İmpedans sembolünde yer alan a , akustik anlamı taşımaktadır. Mekaniksel ve elektriksel olmak üzere farklı impedans formları bulunduğu için akustik impedansın gösteriminde bu sembol kullanılmaktadır. $Z_a = R_a + X_a$ formülü ile gösterilen akustik impedans, formülden de anlaşılacağı üzere R =rezistans ve X =reaktans birimlerinden oluşmaktadır. Birimi akustik milimhos, santimetreküp veya mililitre (mmho, cm^3 veya ml) olan akustik admitans (Y_a) orta kulak sistemine doğru akan ses enerjisi miktarıdır. G = kondüktans ve B =suseptans olmak üzere akustik admitans, $Y_a = G_a + B_a$ formülü ile gösterilmektedir (41). Akustik impedans (Z_a) ve akustik admitans (Y_a) birbiri ile ters orantılı ilişki içindedirler ($Y_a = 1 / Z_a$) (38, 40).

Timpanometride, kulak kanalındaki hava basıncı değişimi ile ilişkili olarak orta kulakta emilen ses enerjisi ölçülmektedir. Hava basıncı kulak zarının kompliansını ve orta kulağı test edebilmek için kullanılmaktadır. Hava basıncı uygulandığında kulak zarı ve kemikçikler sertleşmekte böylece ses enerjisinin emilimi azalmaktadır (38). Bu ölçümlerde orta kulak fonksiyonları değerlendirilmektedir. Timpanometride orta kulağın sertlik (*stiffness*), kütle (*mass*) ve sürtünme (*friction*) etkileri impedans ve admitansı belirleyen mekanik ve akustik anlamda temel değişkenlerdir. Orta kulak sisteminde sertlik komponenti; timpanik zar, kulak kanalı ve orta kulak boşluğunda bulunan hava, ligamentler ve tendonlardan oluşmaktadır. Kütle komponenti; timpanik zarın pars flaccida kısmı, kemikçikler ve kokleadaki perilenften oluşmaktadır. Sürtünme komponenti ise; perilenfin vizkositesi, orta kulak boşluğundaki mukozal örtünün vizkositesi, orta kulak ve mastoid kavitedeki dar pasajlar, timpanik zar, tendon ve ligamentleri içermektedir. Ayrıca immitans ölçümündeki rezistans büyük oranda, koklear sıvı basıncının ortaya çıkardığı, stapes tabanındaki sürtünmenin etkisiyle oluşmaktadır (40).

Timpanometride ölçüm yapmak için dış kulak yoluna takılan prob, üç farklı tüpün bir araya gelmesiyle oluşmaktadır. Bunlar: (a) hoparlör, (b) mikrofon, ve (c) kulak kanal basıncını ayarlayabilmek için pompa sistemi. Basınç gradyanları oluşturmak için kulak kanal basıncı manipüle edilirken, bir alçak frekans (örneğin 226-Hz) prob ton (sinyal) ise sabit bir seviyede (örneğin 85 dB SPL) sürekli şekilde sunulmaktadır. Probda yer alan mikrofon, kulak kanalındaki ses basıncını elektriksel sinyallere dönüştürmekte ve sonrasında bu sinyaller amplifiye edilmektedir. Ayarlanan prob ton seviyesinden farklı şekilde oluşan sapmalar otomatik kazanç kontrol sistemi (*automatic gain control*) ile kontrol altında tutulmaktadır. Daha sonra, kulağın admitansı ile orantılı olan iki sinyal arasındaki voltaj farklılıkları ile şiddet ve faz açısı değişikliklerini belirlemek için, amplifiye edilen sinyaller prob sinyalleri ile karşılaştırılmaktadır (45).

Mevcut immitansmetreler genellikle impedans değil admitans ölçmektedir. İmpedans yerine admitans ölçümünün iki önemli nedeni bulunmaktadır. Birincisi kulak kanal hacminin (prob ucu ile timpanik zar arasında kalan) admitans

timpanogramlarının şeklini etkilememesidir. Bununla birlikte impedans timpanogramlarının şekli, kulak kanal hacminden etkilenmektedir. İkincisi ise admitans timpanogramlarının şeklinin impedans timpanogramlara kıyasla orta kulaktaki değişikliklere daha duyarlı olmasıdır. Bu nedenle admitans ölçümleri timpanogram sınıflandırmasında daha kullanışlıdır (38).

Timpanometrik ölçümlerin grafiksel sunumu olan timpanogramların yorumlanmasında ilk zamanlarda en yaygın kullanılan yöntem nitel tipolojik sistemdi (42). Bu sistemde, timpanogramın yüksekliği ve en yüksek impedans/admitansın olduğu basınç seviyesi en önemli değerlendirme kıstaslarıydı. Günümüzde teknolojik gelişmeler sonucunda önerilen nicel timpanometrik ölçümlerde mutlak birimler kullanılmakta ve daha objektif analiz yapılması mümkün olmaktadır (42). Timpanogramların nicel ölçümlerini (a) kompanse edilmiş statik akustik admitans (statik esneklik) (b) eşdeğer kulak kanalı hacmi, (c) timpanogram tepe basıncı (d) timpanogram gradyanı (e) timpanogram genişliği olarak maddelemek mümkündür. Bu parametreler aşağıda açıklanmaktadır.

2.2.2. Timpanometrik Parametreler

Statik Komplians - Kompanse Edilmiş Statik Akustik Admitans

Komplians (esneklik) belirli bir basınç varlığında dış kulak kanalında admitans ölçümüdür. Statik komplians (*peak compliance*) (ml, cc veya cm^3) basıncın sıfır olduğu noktada ölçülen admitans değerini yansıtmaktadır. Kompanse edilmiş statik akustik admitans (*peak compensated static acoustic admittance*) (*peak Y_{tm}*), statik kompliansla eş anlamlı olarak kullanılmaktadır. Bu değer, kulak zarının lateral yüzünde, kulak kanal volümünün etkisinden bağımsız bir şekilde tahmini admitans ölçümüdür (43). Kompanse edilmiş statik akustik admitansta, ölçülen toplam admitanstan dış kulak kanalı hacminin admitansı çıkarılmaktadır. Diğer bir ifade ile, timpanogramın tepe noktasındaki admitans değerinden alçak veya yüksek basınç varlığında ölçülen (sıklıkla +200 *decaPascals* (daPa) basınçtaki) admitans değerinin çıkartılması ile elde edilen değer *peak Y_{tm}* olarak isimlendirilmektedir (42). Sembolde yer alan “*tm*” göstergesi kulak zarı (timpanik membran) anlamına gelmektedir. Timpanogramda y ekseninde gösterilmektedir. Birimi mmho, ml veya cm^3 'tür (42, 43). Eğer dış kulak kanalının admitansı, ölçümden çıkarılmazsa dış

kulak büyüklüğü kişiden kişiye değişiklik gösterdiği için çok büyük farklılıklar ortaya çıkacaktır ve bu nedenle kompanse edilmemiş statik akustik admitans ölçümü anlamlı olmayacaktır (43). Yüksek Y_{tm} değeri sıklıkla kulak zarı patolojilerinde (timpanosklerotik plak veya atrofik skar dokusu olan zar) gözlenmektedir. Düşük Y_{tm} değeri ise sıklıkla efüzyon göstermektedir. Farklı kaynaklarda farklı değerler yer almakla birlikte $<0.28 \text{ cm}^3$ ve $>2.5 \text{ cm}^3$ olan Y_{tm} değerleri patolojik olarak kabul edilmektedir (74).

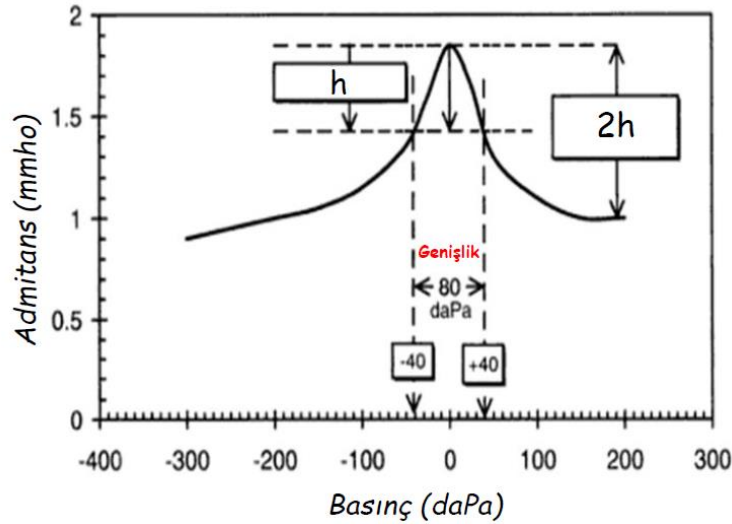
Eşdeğer Kulak Kanalı Hacmi

Eşdeğer kulak kanalı hacmi (*equivalent ear canal volume*) (V_{ek}), prob ucu ile kulak zarı arasında kalan havanın hacminin tahmini değeridir. Eşdeğer kelimesi, bu ölçümün doğrudan bir ölçüm değil de tahmini bir ölçüm olduğunu ifade etmek için kullanılmaktadır. Sembolde yer alan “*ek*” göstergesi ise eşdeğer kulak kanalı anlamına gelmektedir. Bu ölçüm 1 cm^3 lük bir havanın deniz seviyesinde 226 Hz prob ton için 1 akustik mmho akustik admitansa sahip olduğu prensibine dayanmaktadır. Belirli bir hacimdeki hava ile Y_a arasındaki ilişkiyi gösteren bu prensip temel alındığında kulak kanalındaki havanın hacminin tahmin edilmesi mümkün olmaktadır (42). Eğer kulak zarı sağlam ise prob ucu ile timpanometrik zar arasında kalan; eğer kulak zarı perfore ise kulak kanalı ve orta kulak boşluğunun birlikte hacmini ifade eder (42). Birimi ml, mmho veya cm^3 tür. Perforasyon veya kulak tüpü varlığında değer çok yüksek çıkmaktadır (40, 42). Farklı özellikler taşıyan gruplar için V_{ek} normatif değerleri çalışmalarda bildirilmiştir. Çocuklarda (0-7 yaş) ortalama 0.6 cm^3 , yetişkinlerde ortalama 1.5 cm^3 değerdedir (43).

Timpanometrik Tepe Basıncı

Kulak zarına uygulanan basınç, polaritesine bakılmaksızın, orta kulakta sertlik etkisini artırarak enerjinin akışını azaltmaktadır. Timpanik zar minimal gerginken orta kulak sisteminde admitans en üst seviyededir (45). Timpanometrik tepe basıncı (*tympanometric peak pressure*) (TTB) veya orta kulak basıncı, timpanogramın tepe noktasının olduğu kulak kanal basıncıdır (43)(Şekil 2.8). Diğer bir ifadeyle kulak kanalının her iki yüzünde basınç seviyesi eşitken ses iletimi en üst seviyededir. Yani, TTB maksimum admitans değerinin elde edildiği kulak kanal basınç seviyesidir. Bu nokta, dış kulak ve orta kulak basınçlarının eşit olduğu,

dolayısıyla kulak zarının esnekliğinin en fazla olduğu basınç düzeyidir (42, 45). Birimi daPa'dır (37, 42). Normal değerlerin ± 50 daPa arasında değiştiğini bildiren kaynaklar bulunmakla birlikte (43), ASHA Normal değer aralığını (-150) daPa - (100) daPa olarak bildirmektedir (44) (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. Timpanometrik parametreler (75)

Timpanometrik Gradyan

Timpanometrik gradyan (*tympanometric gradient*), tepe noktasına yakın noktada timpanogramın tepe keskinliğini (eğimini) tanımlayan objektif bir ölçümdür (40). Gradyan hesaplanırken, timpanogramda genişliğin 100 daPa olduğu yerden x eksenine paralel bir doğru çizilir. Çizilen bu doğru ile tepe noktası arasındaki yükseklik farkının, timpanogram yüksekliğine oranı gradyan değerini verir (75) (Şekil 2.8). Birimi yoktur. Normatif verilerin sınırlı olmasından dolayı çok yaygın kullanılmamaktadır.

Timpanogram Genişliği

Timpanogram genişliği (TG), timpanogramın yarı yüksekliğindeki genişliğidir (Şekil 2.8). Timpanogram genişliğini ölçmenin birçok yolu bulunmaktadır. Basit ve sık kullanılan bir yöntem, kompanse edilmiş statik akustik admitansın bir yarısında yükselen ve azalan timpanogram eğrileri arasındaki basınç aralığını belirlemektir (45). Örneğin tepe basıncı 0 daPa olan 2h yüksekliğindeki bir timpanogramın h yüksekliğinde timpanogramın her iki tarafından x eksenine denk

gelen noktalar belirlenir. Bu iki noktanın farkı daPa cinsinden timpanogram genişliğini gösterir. Ölçüm birimi daPa'dır (40, 42). Farklı kaynaklarda farklı normatif değerler yer almakla birlikte, 226-Hz timpanogramlar için TG >250 daPa olduğunda orta kulak efüzyonu düşündürmektedir (43) (Şekil 2.8).

Yukarıda parametreleri açıklanan bu ölçümler tek frekans saf ses ve multifrekans uyanların yanı sıra, geniş bant uyanlarla gerçekleştirilebilmektedir. Ölçümler, kullanılan uyarana göre isimlendirilmektedir. Tek saf ses uyan kullanılan immitansmetriler sıklıkla “220/226 Hz immitansmetri”, multifrekans uyan kullanılanlar “multifrekans immitansmetri” ve geniş bant uyan kullanılan immitansmetriler ise “geniş bant immitansmetri” olarak isimlendirilmektedir.

2.3. Geniş Bant Akustik İmmittansmetri

Geniş bant akustik immitansmetri (GAI), geniş bant uyan kullanılarak yapılan bir grup ölçümü içeren şemsiye bir ifadedir (46, 47). Geniş bant akustik immitans ölçümünde, geniş bir frekans aralığında, kulak kanalında yansıyan veya emilen enerji miktarı belirlenmektedir. Yeni bir orta kulak analiz tekniği olan geniş bant akustik immitans ölçümü şu parametreleri içermektedir: akustik admitans (kondüktans ve suseptans), akustik impedans (rezistans ve reaktans), enerji reflektans, ve enerji absorbens (46, 47). Bu ölçümlerde, konuşmanın anlaşılmasında önemli olan frekans aralığında, dış ve orta kulağın akustik-mekanik özellikleri ile ilgili detaylı bilgi elde edilmektedir (48). Geniş bant uyan kullanan immitansmetreler kullandıkları parametrelere göre isimlendirilmektedir. Enerji reflektans ölçümü yapan cihazlar enerji reflektans timpanometre / geniş bant reflektans timpanometre diye adlandırılırken absorbens ölçümü yapan cihazlar geniş bant absorbens timpanometre denmektedir. Literatürde terminoloji karmaşası bulunmasına rağmen, 2013 yılında terminolojide fikir birliği sağlanarak standardizasyon oluşturulmuştur (49). Güç / enerji reflektans ve absorbens terimleri güç veya impedans temelli ölçümler olarak değerlendirilirken, absorbens ifade etmek için transmittans kavramının kullanılmaması kararlaştırılmıştır. Terminolojide olduğu kadar kullanılan sembollerde de farklılıklar gözlenmektedir.

Geniş bant immitans ölçüm sistemleri, ilk olarak basınçlı immitans sistemlerindeki farklı kalibrasyon prensipleri kullanan bazı araştırmacılar

tarafından araştırma projesi olarak geliştirilmiştir (38). Hunter ve Shahnaz'ın (2014) aktardığına göre; insan kulağında ortam (statik) basıncında enerji reflektans ölçümü ilk olarak 1982'de Stinson ve diğerleri tarafından gerçekleştirilirken, Hudde 1983'te enerji reflektansı, çoklu basınç noktalarında (dinamik) ölçmüştür. Allen'in 1986'da kedilerde yaptığı akustik impedans ölçüm yöntemine benzer şekilde, Keefe ve diğerleri 1992'de insan kulağında ortam basıncında geniş bant enerji reflektans ve admitans cevaplarını ölçebilen bir sistem tanımlamıştır (38). Bu dönemden önce farklı ölçüm araçları ortaya çıkmakla birlikte geniş bant akustik immitans ölçüm sistemleri Allen (1986) ile Keefe, Bulen, Arehart ve Burns (1993) tarafından geliştirilmiştir (13, 48) ve orta kulağın değerlendirilmesi amacıyla halen kullanılmaktadır.

Özellikle orta kulak hastalıklarını değerlendirmek için geliştirilmiş olan geniş bant immitans sistemlerinin çalışma prensipleri tek prob ton immitansmetrelerin çalışma prensiplerine benzemektedir. Geniş bant immitansmetreler hem timpanometri hem de akustik stapedial refleks ölçümü için kullanılmaktadır (13). Farklı markalarda farklı şekillerde bulunmasına rağmen, geniş bant immitansmetri ölçümü yapabilmek için; hoparlör, mikrofon, ve kulak kanal basıncını ayarlayabilmek için pompa sistemi gerekmektedir (38). Kullanılan uyarının geniş bant özellikte olması ve basınç olmaksızın da ölçüm yapıyor olması bu sistemleri, tek prob ton kullanan immitansmetrelere üstün kılmaktadır.

2.3.1. Geniş Bant Akustik Reflektans

Dış kulak yoluna ses dalgaları ulaştığında, ses enerjisinin bir kısmı orta kulak ve koklea tarafından emilmektedir. Orta kulak, ulaşan tüm sesi aktaramadığından enerjinin bir kısmı kulak kanalına doğru geri yansıtılmaktadır. Geniş bant reflektans (GBR) en sık kullanılan GAI ölçümüdür. Güç reflectance, enerji reflectans ve reflektans kelimeleri birbirinin yerine kullanılmaktadır. Basınç reflektans (R), gelen enerjinin, yansıyan dalgaının ses basıncıyla kıyaslanmasını sağlayan kompleks bir değerdir. Enerji reflektans basınç reflektans magnitudünün karesidir ($|R|^2$). $|R|^2$, yansıyan enerjinin giden enerjiye oranıdır (38). Birimi yoktur. Enerji reflektans, tüm enerjinin emildiğini gösteren 1 ile tüm enerjinin geri yansıtıldığını gösteren 0 arasında değer almaktadır (46, 50). Enerji reflektans, orta kulağa enerji transferinin bir

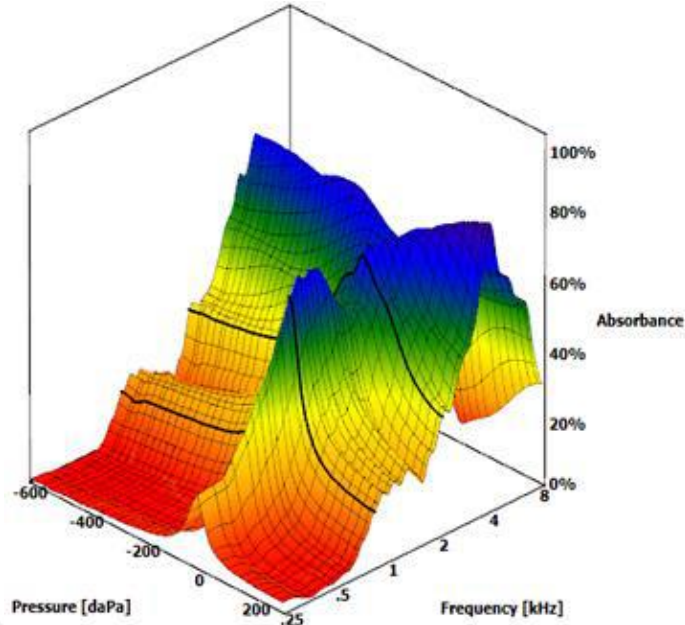
göstergesi olduğu için bu transferi etkileyen orta kulak hastalıklarının değerlendirilmesinde kullanışlı bir araçtır (47).

2.3.2. Geniş Bant Akustik Absorbans

Kulak kanalındaki duvarlarda hiç ses enerjisi emilmediği varsayıldığı için, enerji absorbans orta kulak tarafından emilen enerjiyi yansıtmaktadır. Absorbans, frekansın bir fonksiyonu olarak, orta kulak tarafından emilen akustik enerjiyi göstermektedir. Geniş bant absorbans (GBA), diğer ifadeyle güç absorbans, enerji absorbans veya absorbans, GBR'nin tamamlayıcısı durumundadır. $GBA = 1 - GBR$ olarak ifade edilmektedir (38, 40, 46). GBA, orta kulak tarafından emilen enerjinin gelen enerjiye oranı ile ifade edilmektedir ve orta kulağa hiç enerji geçişinin olmadığı anlamına gelen 0 ile orta kulağa tüm enerjinin geçtiği anlamına gelen 1 arasında değer almaktadır. Bir çok çalışma, tüm yaş gruplarında GBR'nin 1000 Hz'den küçük ve 4000 Hz'den büyük frekanslarda en düşük değerde olduğunu göstermektedir (47, 51). Araştırmalar, farklı orta kulak patolojilerinin, kulağa verilen akustik enerji absorbansını etkilediğini göstermiştir (46, 47, 52, 53).

2.3.3. Geniş Bant Timpanometri

Timpanometri, kulak kanalında değişken basınç varlığında sunulan ses uyarımına karşı oluşan akustik cevapların ölçümüdür (40, 50). Bu ölçümler geniş bant uyarım kullanılarak yapıldığında geniş bant timpanometri (GBT) diye isimlendirilmektedir. GBT'de değişken kulak basıncı varlığında (örneğin +200 to -300 daPa), geniş bir frekans aralığında (örneğin 250 ile 8000 Hz) sunulan uyarımlara karşı cevap olarak elde edilen GBA/GBR ölçümü yapılmaktadır. Tek bir ölçümle geniş bir frekans aralığında yüzlerce timpanogram bir araya getirilerek üç boyutlu olarak görüntülenmektedir (13). Grafik 2.1'de absorbans ölçümü yapan bir geniş bant timpanometri görüntüsü sunulmaktadır.



Grafik 2.1 Üç Boyutlu Timpanogram (13)

Burada hava basıncının ve frekansın bir fonksiyonu olarak absorbans değerinin grafiği gösterilmektedir. Üç Boyutlu Timpanogram adı verilen bu grafikte x eksenini basınç değerlerini, y eksenini orta kulağın absorbans miktarını, z eksenini frekans değerlerini göstermektedir (13, 38). Yapılan ölçümlerin kolay yorumlanabilmesi için kayıtlar, klasik 226 Hz timpanogram, 1 kHz timpanogram, averajlanmış geniş bant timpanogram, rezonans frekansında timpanogram ve absorbans grafikleri şeklinde görüntülenmektedir (13). Elde edilen bulgular normatif değerlerle (50) ve farklı patolojilerde elde edilen GBT sonuçları ile kıyaslanarak yorumlanmaktadır (52, 53).

GBT ile ortam basıncında veya timpanometrik basınç uygulanarak ölçüm yapılabilmektedir.

Ortam Basıncında GBT

GBT’de, kulak kanalına timpanometrik basınç sunulmaksızın ortam basıncında (*ambient*) GBA/GBR ölçümü yapılabilmektedir. Ortam basıncında, sağlıklı yetişkinlerde alçak ve yüksek frekanslarda yüksek reflektans bulgusu görülürken yaklaşık 1000 ve 4000 Hz.’de reflektans değeri minimuma düşmektedir (38).

Timpanometrik Tepe Basıncında GBT

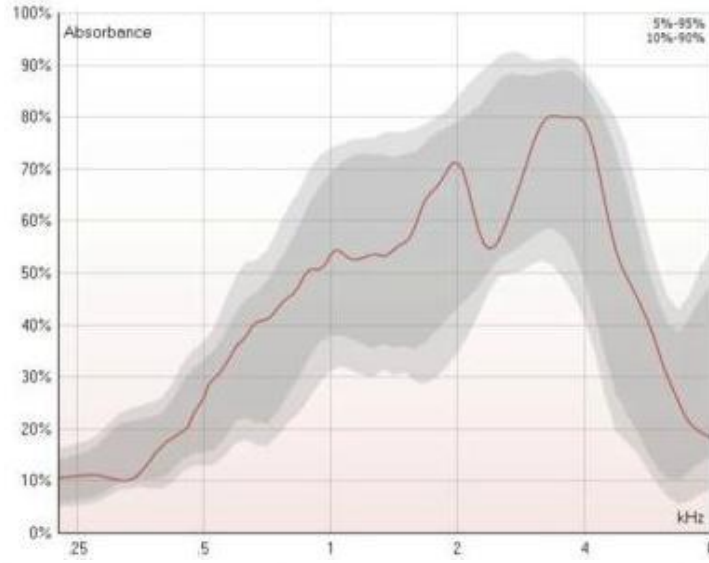
GBT’de, kulak kanalına sunulan değişken basınç varlığında GBA/GBR ölçümü yapılabilir. Bu yöntemde kulak kanal basıncı değiştirilken (örneğin +200 le -300 daPa arasında), belirli bir frekans aralığında (örneğin 226 ila 8000 Hz aralığında) klik uyarı kulak kanalına sunulmakta ve GBA ölçümü yapılmaktadır. Grafik 2.1.’de basınç ve frekansın bir fonksiyonu olarak absorpsiyonunun sunumunu gösteren üç boyutlu geniş bant timpanometri paterni görülmektedir. Araştırmalar orta kulak disfonksiyonunda GBT’nin ortam basıncında ölçülen GBA’ya eşit veya ondan daha hassas ölçüm yaptığını göstermektedir (51, 52).

2.3.4. Ölçüm Çıktıları

GBT’de tek bir timpanometrik ölçüm ile belirli bir frekans aralığında (örneğin 226 Hz – 8000 Hz) tüm timpanogramlar (admitans, kondüktans, suseptans), orta kulak rezonansı değeri, rezonans frekansında timpanogram, ortam basıncında absorpsiyon grafiği, timpanometrik tepe basıncında absorpsiyon grafiği, A-GBT elde edilebilmektedir (13).

Absorpsiyon Grafiği

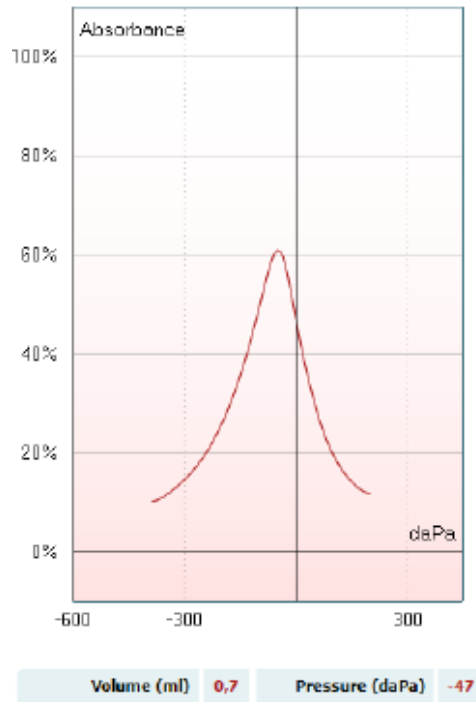
Absorpsiyon grafiği belirli bir frekans aralığında (örneğin 226-8000 Hz) absorpsiyon miktarını gösteren iki boyutlu grafiğdir (Grafik 2.2). GBT’de absorpsiyon grafiği timpanometrik tepe basıncında ve ortam basıncında olmak üzere iki şekilde elde edilmektedir. Timpanometrik basınçta absorpsiyon grafiğinde, üç boyutlu timpanogramda tepe basıncındaki absorpsiyon miktarı görülmektedir. Üç boyutlu timpanogramda tepe basıncında, y ve z eksenlerinin oluşturduğu düzlemden bakıldığında elde edilen grafiğdir. Ortam basıncında absorpsiyon grafiği ise; üç boyutlu timpanogramda 0 daPa’daki absorpsiyon miktarını göstermektedir (13, 38).



Grafik 2.2. Absorbans Grafiği (13).

Averajlanmış Geniş Bant Timpanogram

Averajlanmış geniş bant timpanogram (A-GBT), çizilen üç boyutlu timpanogramda 375-2000 Hz aralığındaki absorbans değerlerinin averajlanarak gösterildiği iki boyutlu grafiğtir (13) (Grafik 2.3).



Grafik 2.3. A-GBT (13)

Geniş Bant 226 Hz ve 1000 Hz Timpanogram

GBT'de klik uyararla 226 Hz ve 1000 Hz timpanogramlar elde edilebilmektedir (13).

Rezonans Frekansı

Rezonans frekansı (RF), kütle ve sertlik etkilerinin eşit büyüklükte olduğu dolayısıyla toplamlarının 0 olduğu frekans değeridir (13, 38). Orta kulak, rezonans frekansına eşit frekansta gelen bir sesi diğer frekanslardaki seslere göre daha kolay geçirmektedir. Orta kulağı etkileyen bir patoloji orta kulağın rezonans frekansını değiştirmektedir (64, 67). Tanı sürecinde ve hastalığın takibinde önemli bir parametre olan orta kulak rezonans frekans değeri klasik timpanometri ile belirlenememektedir.

3. BİREYLER VE YÖNTEM

Bu araştırmanın amacı, farklı iç kulak anomalilerinde geniş bant timpanometri sonuçlarını incelemektir. Bu amaç doğrultusunda, daha önce iç kulak anomalisi tanısı almış hastalar geniş bant timpanometri ile değerlendirilmiştir. Araştırma, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi (HÜTF) K.B.B. Anabilim Dalı Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Ünitesinde gerçekleştirilmiştir. HÜTF Tıbbi Cerrahi ve İlaç Araştırmaları Etik Kurulu tarafından izin alınmıştır (Değerlendirme tarihi: 04.06.2014, Sayı numarası: GO 14/303-18). Ölçümlerin yapıldığı *Interacoustics* TITAN Geniş Bant Timpanometre, Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi, Destek Projesi ile alınmıştır.

3.1. Bireyler

Çalışma, iç kulak anomalisi tanısı almış hasta grupları ve kontrol grubu olmak üzere toplam 6 gruptan oluşmaktadır. Demografik bilgiler (doğum tarihi, cinsiyet) ve öykü alınmasını takiben uygulama ile ilgili bilgilendirilip, onamları alınan bireyler çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışmada toplam 187 kulağa ait veriler analiz edilmiştir. Gruplar şu şekildedir:

1. Grup : Hipoplazi
2. Grup : IP-I
3. Grup : IP-II
4. Grup : Koklear aplazi
5. Grup : Labirentin aplazi
6. Grup : Kontrol

Olguların çalışmaya dahil edilme kriterleri şu şekildedir: Hasta grubu, normal otoskopik bulgulara sahip ve dış/orta kulak cerrahisi geçirmemiş iç kulak anomalisi olan gönüllü hastalardan oluşurken, kontrol grubu ise daha önce işitme kaybı tanısı almamış ve halen işitme sistemini etkileyecek herhangi bir hastalığı olmayan normal otoskopik bulgulara sahip, dış/orta kulak cerrahisi geçirmemiş yaş eşlemesi yapılmış gönüllü bireylerden oluşmaktadır.

3.2. Yöntem

HÜTF KBB Bölümüne kontrole gelen iç kulak anomalisi olan hastalardan çalışmaya katılmayı kabul edenlerin dosyaları incelenmiştir. Klinik muayene ve radyolojik görüntüleme sonuçlarına göre hastalar gruplandırılmıştır. Yaş eşlemesi yapılan kontrol grubu da dahil olmak üzere toplam 6 gruptaki kulaklar GBT ile test edilmiştir. GBT Ölçümleri *Interacoustics* TITAN Geniş Bant Timpanometre ile yapılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Interacoustics TITAN Geniş Bant Timpanometre

Ölçümler, dış kulak yoluna yerleştirilen prob ile elde edilen verinin bilgisayar yazılımı üzerinden kaydedilmesi yolu ile yapılmıştır. Veri tabanına otomatik olarak kaydedilen ölçümlerde, 226 Hz - 8000 Hz frekans aralığında, 2 ms durasyonlu, 21.5/sn özellikte klik uyarın kullanılmıştır. GBT ölçümü, 100 dB teSBS şiddet düzeyinde (100 dB teSBS=65 dB nHL) verilen uyarınla yapılırken, timpanometrik basınçta absorbans ölçümünde (-400) ile (+300) daPa aralığındaki değişken basınç kullanılmıştır. Geniş bant averajlanmış timpanogramlarda kullanılan frekans aralığı ise 375 Hz - 2000 Hz'dir.

Elde edilen veriler, çalışma hipotezlerine göre seçilen cihaz protokolünde belirlenen bir hedef klasöre “matematiksel girdi dosyası (M dosyası) ” olarak kaydedilmiştir. Bu veriler analiz için *Interacoustics* firması tarafından oluşturulan, verilerin sayısal dökümü ve grafiksel sunumunu sağlayan özel bir *Microsoft Office Excel* dosyasına aktarılmıştır. *Microsoft Office Excel* dosyasına kaydedilen tüm veriler (V_{ek} , Y_{tm} , TG, TTB, RF, Absorbans ve A-GBT) SPSS programına aktarılarak analiz edilmiştir.

3.3. İstatistiksel Analiz

Verilerin analizinde *Windows* tabanlı SPSS 20.00 paket programı kullanılmıştır. Gruplara ait veriler, tanımlayıcı istatistiksel yöntemler ve karşılaştırma istatistikleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Tanımlayıcı istatistiksel yöntemlerle frekans analizleri yapılmış olup ortalama, minimum, maksimum ve standart sapma değerleri belirlenmiştir. Grupların karşılaştırılmasında verinin normal dağılım göstermemesi sebebiyle Kruskal Wallis Testi kullanılmıştır. Bu testle hasta grupları hem kontrol grubuyla hem de birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

4. BULGULAR

Bu çalışmada bulgular üç başlık halinde sunulmuştur. İlk olarak hasta grupları ile kontrol grubundaki bireylerin özellikleri; birey sayısı ile değerlendirilen kulak sayısı, yaş, cinsiyet, anomalinin hangi kulakta bulunduğu ve bireylerin cihaz kullanım durumları verilmiştir. İkinci olarak, her bir grup için bireylerden elde edilen immitansmetrik bulgulara ait tanımlayıcı istatistikler, 226-8000 Hz aralığında (toplam 107 frekans noktasında) timpanometrik tepe basıncında ve ortam basıncında absorbands değerleri ve yüzdelik oran grafikleri, averajlanmış geniş bant timpanogram (A-GBT) sonuçları sunulmuştur. Son olarak ise grupların immitansmetrik bulgularının, 107 frekans noktasındaki timpanometrik basınçta ve ortam basıncındaki absorbands değerlerinin ve A-GBT sonuçlarının karşılaştırmasına yer verilmiştir.

4.1. Bireylerin Özellikleri ile İlgili Tanımlayıcı İstatistikler

Gruplarda yer alan birey sayısı ile değerlendirilen kulak sayısı Tablo 4.1’de sunulmuştur.

Tablo 4.1. Gruplardaki Birey ve Kulak sayısı

Gruplar	Birey sayısı	%	Kulak sayısı	%
1	23	22.3	39	20.9
2	18	17.5	33	17.6
3	28	27.2	52	27.8
4	12	11.6	21	11.2
5	7	6.8	12	6.4
6	15	14.6	30	16.0
Toplam	103	100.0	187	100.0

Tablo 4.1 incelendiğinde, anomali gruplarında toplam 88 hasta (157 kulak), kontrol grubunda ise 15 sağlıklı birey (30 kulak) yer aldığı görülmektedir. Gruplara göre bu sayılar şu şekildedir: Birinci grupta 23 (%22.3) birey 39 kulak, ikinci grupta 18 (%17.5) birey 33 kulak, üçüncü grupta 28 (%27.2) birey 52 kulak, dördüncü grupta 12 (%11.6) birey 21 kulak, beşinci grupta 7 (%6.8) birey 12 kulak ve altıncı grupta ise 15 (%14.6) birey 30 kulak bulunmaktadır.

Bireylerin yaş ve cinsiyete ilişkin bilgi Tablo 4.2' de sunulmuştur.

Tablo 4.2. Bireylerin Yaş ve Cinsiyet Dağılımları

Gruplar	Yaş		N	Cinsiyet		
	Ortalama	En Küçük		En Büyük	Erkek	Kız
1	10.96±4.91	4	22	23	11	12
2	8.56±4.24	3	19	18	4	14
3	18.25±9.11	3	37	28	16	12
4	7.33±3.57	3	13	12	8	4
5	7.00±4.32	3	14	7	4	3
6	16.06±10.73	3	39	15	7	8
Toplam	12.64±8.31	3	39	103	50	53

Gruplardaki toplam kız erkek oranları sırasıyla % 51.4 (53 birey) ve %48.6'dır (50 birey). Hasta gruplarındaki kız erkek oranları ise sırasıyla %51.1 (45 birey) ve % 48.9'dur (43 birey). Kontrol grubunda ise bu oranlar % 53 (8) kız iken % 47 (7) erkek olarak dağılım göstermiştir. Hasta grubundaki bireylerin yaş ortalaması 11.98 ± 7.65 ve yaş aralığı 3-37 iken kontrol grubundaki bireylerin yaş ortalaması 16.06 ± 10.73 , ve yaş aralığı 3-39'dur.

Hasta gruplarında anomalinin bilateral/unilateral olduğuna ilişkin veriler incelendiğinde, hastaların %78.4'ünde (69 birey) bilateral, %21.6'sında (19 birey) ise unilateral anomali olduğu görülmüştür. Bilateral anomali saptanan hastaların %89.8'inde (62 birey) her iki kulakta da aynı anomali tipi görülürken, %10.2'sinde (7 birey) her bir kulakta farklı tipte anomali gözlenmiştir. Gruplara göre anomalinin hangi kulakta bulunduğu ile ilgili bilgi Tablo 4.3'te yer almaktadır.

Tablo 4.3. Sağ-Sol Kulakta Anomali Sayısı

Gruplar	Kulak		Toplam
	Sağ	Sol	
1	16	23	39
2	15	18	33
3	24	28	52
4	11	10	21
5	5	7	12
Toplam	71	86	157

Tablo 4.3'te anomalilerin sağ-sol kulakta bulunma sayıları sunulmuştur. Hasta grubunda değerlendirilen kulakların %45. 2'si (71 kulak) sol, % 54.8'i (86 kulak) ise sağ kulak idi. Bu tabloya göre 4. grup hariç tüm gruplarda sol kulakta daha sık rastlanmıştır.

Hastaların işitme cihazı, koklear implant ve beyinsapı implantı kullanım durumları Tablo 4.4'te sunulmuştur.

Tablo 4.4. Gruplarda İşitme Cihazı, Koklear İmplant ve Beyinsapı İmplantı Kullanan Hasta Sayısı

Gruplar	Cihaz			Toplam
	BSİ	Kİ	İC	
1	2	12	2	16
2	1	13	0	14
3	0	16	3	19
4	10	1	0	11
5	3	3	0	6
Toplam	16	45	5	66

Buna göre değerlendirilen anomalili 88 kulağın %75'i (66 kulak) işitmeye yardımcı cihaz kullanmaktadır. Tablo 4.4 incelendiğinde 1.grupta değerlendirilen kulakların % 41'i (16 kulak), 2.grupta değerlendirilen kulakların % 42'si (14 kulak),

3. grupta değerlendirilen kulakların %36.5'i (19 kulak), 4. grupta değerlendirilen kulakların %52'si (11 kulak), 5. grupta değerlendirilen kulakların ise %50'si (6 kulak) BSİ, Kİ ve İC'den birini kullanmaktadır.

4.2. Grupların GBT Sonuçları

Grupların geniş bant timpanometri sonuçları aşağıda sunulmaktadır. Gruplardaki tüm bireylerden elde edilen immitansmetrik bulgularının tanımlayıcı istatistikleri, 226-8000 Hz aralığında (toplam 107 frekans noktasında) timpanometrik tepe basıncında ve ortam basıncında absorbans değerleri/grafikleri ile yüzdelik oran grafikleri, averajlanmış geniş bant timpanogram (A-GBT) sonuçları sırasıyla sunulacaktır.

4.2.1. Birinci Gruba Ait Bulgular

Hipoplazi grubu olan birinci grupta toplam 23 hastaya ait 39 kulak test edildi. Hastaların immitansmetrik bulgularının tanımlayıcı istatistikleri Tablo 4.5'te sunulmuştur.

Tablo 4.5. Birinci Grubun İmmittansmetrik Bulgularının Tanımlayıcı İstatistikleri

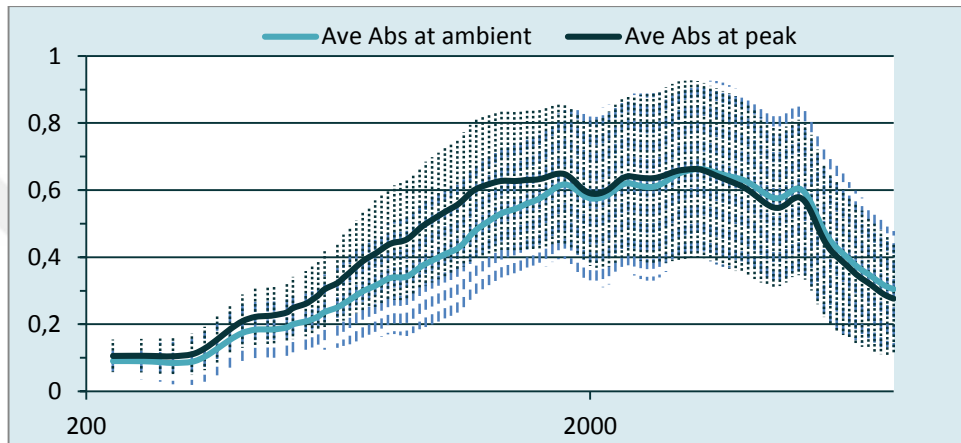
	Ortalama	Minimum	Maksimum
TTB	-35.48±106.09	-400	196
V _{ek} (GBT)	0.81±0.28	0.22	1.52
Y _{tm} (GBT)	0.47±0.27	0.00	1.26
TG(GBT)	110±54.36	60	300
RF	1286±725.06	237	3148

(**TTB**: Timpanogram Tepe Basıncı, daPa) **V_{ek}(GBT)**: GBT ile ölçülen Eşdeğer Kulak Kanalı Hacmi(ml), **Y_{tm}(GBT)**: Geniş Bant 226 Hz Timpanogramda Kompense Edilmiş Statik Akustik Admitans(ml), **TG(GBT)**: Geniş Bant 226 Hz Timpanogram Genişliği,(daPa), **RF**: Rezonans Frekansı (Hz))

Tablo 4.5. incelendiğinde, geniş bant timpanometre ile yapılan ölçümde birinci grupta yer alan hastaların TTB ortalaması -35.48±106.09 daPa olarak bulunmuştur. Bu gruptaki en düşük TTB -400 daPa en büyük TTB ise 196 daPa'dır.

Grup ortalaması 0.81 ± 0.28 ml olan V_{ek} (GBT) için en düşük değer 0.22 ml, en yüksek değer ise 1.52 ml'dir. Ortalama Y_{tm} (GBT) 0.47 ± 0.27 ml en düşük 0.00 ml ve en yüksek ise 1.26 ml'dir. TG(GBT) ortalaması 110 ± 54.36 daPa en düşük 60 daPa en yüksek 300 daPa olarak bulunmuştur. RF için ise ortalama 1286 ± 725.06 Hz en düşük değer 237 Hz en yüksek ise 3148 Hz'dir.

Grupta yer alan toplam 39 kulağın timpanometrik tepe basıncı ve ortam basıncındaki absorbands değerleri Grafik 4.1' de gösterilmiştir.



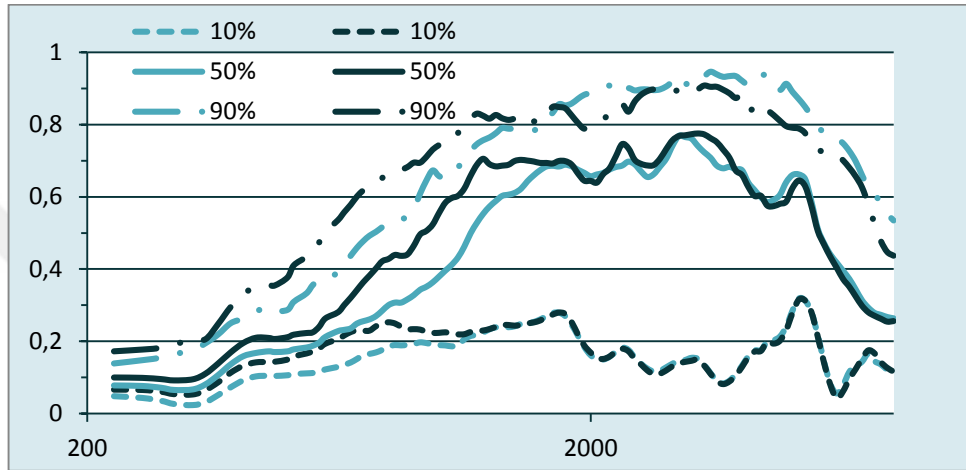
Grafik 4.1 Birinci Grubun Timpanometrik Tepe Basıncı ve Ortam Basıncındaki Absorbans Değerleri

Grafik 4.1'de; siyah eğri 226-8000 Hz aralığında 107 frekansta timpanometrik tepe basıncında elde edilen absorbands değerlerini, mavi eğri ise 107 frekansta ortam basıncında elde edilen absorbands değerlerini göstermektedir. Grafikte eğrilerin 350 Hz noktasından 1250 Hz noktasına kadar artış göstermekte olduğu, 2000 Hz noktasında minimal bir çentik yapmakla birlikte 3500 Hz noktasına kadar sabit büyüklükte ilerlemekte olduğu ve 5030 Hz noktasında minimal tepe yapmakla birlikte 8000 Hz'e kadar azalarak ilerlediği görülmektedir. Ortam basıncında ve timpanometrik tepe basıncındaki absorbands değerlerinin 350 Hz ile 1250 Hz noktasına kadar birbirinden farklılık gösterdiği ancak bunun dışındaki bölgelerde aynı değerlerde seyrettiği görülmektedir.

Ortam basıncında absorbands değeri en düşük 350 Hz noktasında 0.09 olarak bulunurken en yüksek 3100 Hz noktasında 0.68 olarak bulunmuştur. En düşük

timpanometrik basınçta absorbans değeri 350 Hz'te 0.1 olarak bulunurken en yüksek timpanometrik basınçta absorbans değeri 3100 Hz'te 0.68 olarak bulunmuştur (Grafik 4.1).

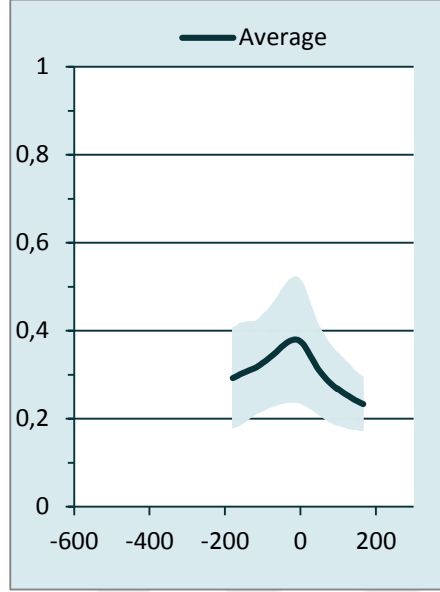
Ortam basıncında absorbans değerlerinin yüzdeler oranları Grafik 4.2'de sunulmuştur.



Grafik 4.2. Birinci Grubun Timpanometrik Tepe Basıncında ve Ortam Basıncında Absorbans Değerlerinin Yüzdeler Oranları

Grafik 4.2'de hastaların dağılım yüzdeleri yer almaktadır. Mavi kısa çizgiler, ortam basıncında absorbans ölçümünde hastaların %10'luk kısmının denk geldiği eğriyi, mavi düz çizgi hastaların %50'lik kısmının denk geldiği eğriyi, mavi kısa çizgi nokta ise %90'lık kısmının denk geldiği eğriyi göstermektedir. Grafikte, siyah kısa çizgiler timpanometrik tepe basıncında absorbansın hastaların %10'luk kısmının denk geldiği eğriyi, siyah düz çizgi hastaların %50'lik kısmının denk geldiği eğriyi, siyah kısa çizgi nokta ise %90'lık kısmının denk geldiği eğriyi göstermektedir.

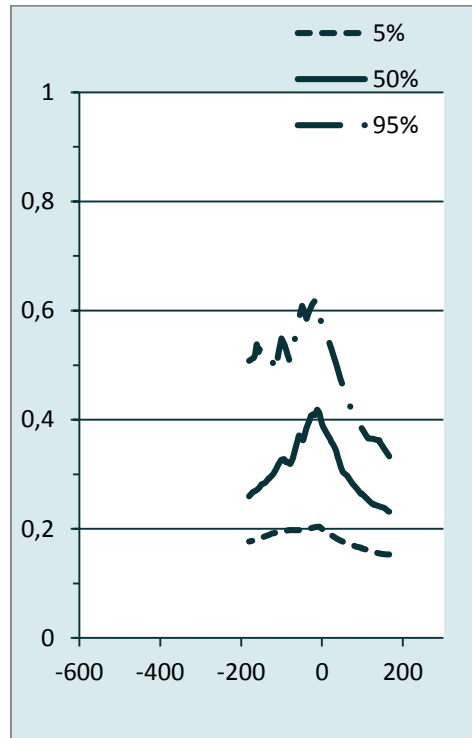
Birinci grubun A-GBT sonucu Grafik 4.3'te verilmiştir.



Grafik 4.3. Birinci Gruba ait A-GBT sonucu

Grafik 4.3'teki taralı alan grupta yer alan hasta sonuçlarının alt/üst sınırlarını yansıtmaktadır. Siyah eğri ise grup ortalamasını yansıtacak şekilde A-GBT sonucudur. Buna göre, A-GBT'nin tepe noktası -10 daPa olarak elde edilmiştir

A-GBT ile ilgili yüzdeler oranlar ise Grafik 4.4'te gösterilmiştir.



Grafik 4.4. Birinci Grubun A-GBT Sonucunun Yüzdeler Oranları

A-GBT sonuçlarının yüzdelik oranlarını içeren Grafik 4.4'te kesik çizgiler %5'lik orandaki değerleri, düz çizgi %50'lik orandaki değerleri gösterirken çizgi nokta ise %95'lik orandaki hasta değerlerini göstermektedir.

4.2.2. İkinci Gruba Ait Bulgular

IP-I grubu olan ikinci grupta toplam 18 hastaya ait 33 kulak test edildi. Hastaların immitansmetrik bulgularının tanımlayıcı istatistikleri Tablo 4.6'da sunulmuştur.

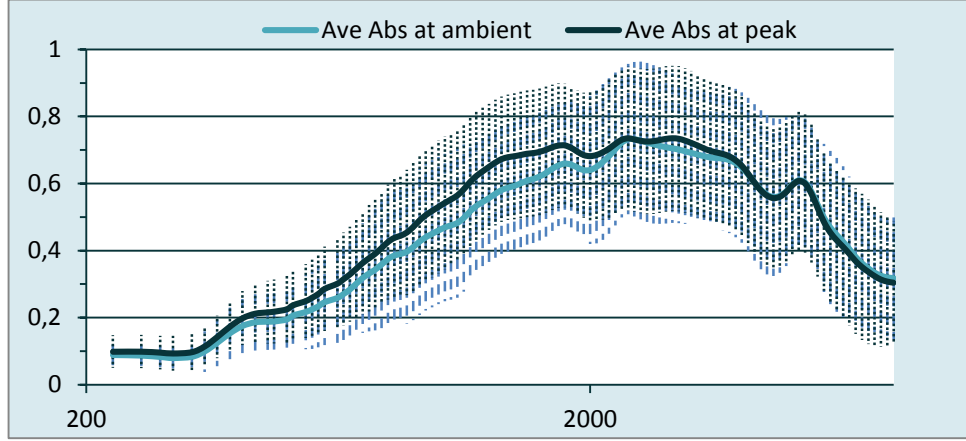
Tablo 4.6. İkinci Gruptaki Bireylerin İmmittansmetrik Bulgularının Tanımlayıcı İstatistikleri

	Ortalama	Minimum	Maksimum
TTB	-34.78±100.86	-296.00	196.00
V _{ek} (GBT)	0.77±0.32	0.01	1.38
Y _{tm} (GBT)	0.50±0.39	0.16	1.63
TG(GBT)	122.61±64.36	60.00	376.00
RF	1290.74±689.03	241.00	3737.00

(**TTB**: Timpanogram Tepe Basıncı, daPa) **V_{ek}(GBT)**: GBT ile ölçülen Eşdeğer Kulak Kanalı Hacmi(ml), **Y_{tm}(GBT)**: Geniş Bant 226 Hz Timpanogramda Kompense Edilmiş Statik Akustik Admitans,(ml), **TG(GBT)**: Geniş Bant 226 Hz Timpanogram Genişliği,(daPa), **RF**: Rezonans Frekansı (Hz))

Geniş bant timpanometre ile yapılan ölçümde ikinci grupta yer alan hastaların TTB ortalaması -34.78 ±100.86 daPa olarak bulunmuştur. Bu gruptaki en düşük TTB -296 daPa en büyük TTB ise 196 daPa'dır. Grup ortalaması 0.77±0.32 ml olan V_{ek} (GBT) için en düşük değer 0.01 ml, en yüksek değer ise 1.38 ml'dir. Ortalama Y_{tm} (GBT) 0.50±0.39 ml en düşük 0.16 ml ve en yüksek ise 1.63 ml'dir. TG(GBT) ortalaması 122.61±64.36 daPa en düşük 60 daPa en yüksek 376 daPa olarak bulunmuştur. RF için ise ortalama 1290±689 Hz en düşük değer 241 Hz en yüksek ise 3737 Hz'dir.

Grupta yer alan 33 kulağın timpanometrik tepe basıncında ve ortam basıncındaki absorban değerlerini Grafik 4.5'te gösterilmiştir.



Grafik 4.5. İkinci Gruba Ait Timpanometrik Tepe Basıncında ve Ortam Basıncındaki Absorbans Değerleri

Grafik 4.5'te, siyah eğri 226-8000 Hz aralığında 107 frekansta timpanometrik basınçta elde edilen absorbans değerlerinin, mavi eğri ise 107 frekansta ortam basıncında elde edilen absorbans değerlerini göstermektedir. Grafikte eğrilerin 320 Hz noktasına düz ilerlediği, 320 Hz noktasından 1781 Hz noktasına kadar artış göstermekte olduğu, 1943 Hz noktasında minimal bir çentik yapmakla birlikte 2500 Hz noktasına kadar neredeyse sabit büyüklükte ilerlemekte olduğu, 5000 Hz noktasında minimal tepe yapmakla birlikte 8000 Hz'e kadar azalarak ilerlediği görülmektedir. Ortam basıncında ve timpanometrik tepe basıncındaki absorbans değerlerinin 400 Hz ile 2000 Hz noktasına kadar birbirinden farklılık gösterdiği ancak bunun dışındaki bölgelerde aynı değerlerde seyrettiği görülmektedir.

Ortam basıncında absorbans değeri en düşük 300 Hz noktasında 0.07 olarak bulunurken en yüksek 2378 Hz noktasında 0.69 olarak bulunmuştur (Grafik 4.5). En düşük timpanometrik tepe basıncında absorbans değeri 300 Hz noktasında 0.09 olarak bulunurken en yüksek timpanometrik tepe basıncında absorbans değeri ise 2378 Hz noktasında 0.71 olarak bulunmuştur (Grafik 4.5).

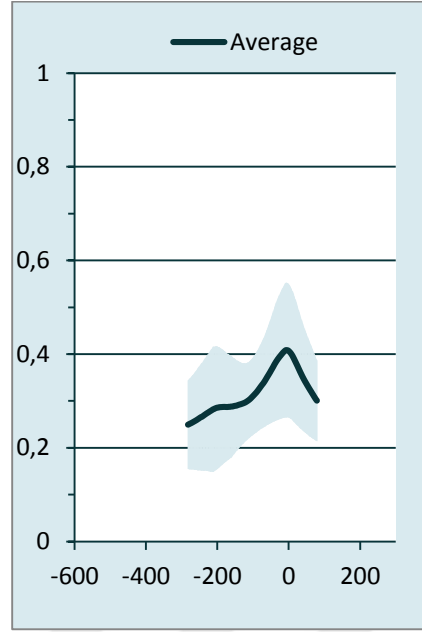
Ortam basıncında absorbans değerlerinin yüzdelik oranları Grafik 4.6'da sunulmuştur.



Grafik 4.6. İkinci Grubun Ortam Basıncında ve Timpanometrik Tepe Basıncında Absorbans Değerlerinin Yüzdelerik Oranları

Grafik 4.6'da hastaların dağılım yüzdeleri yer almaktadır. Mavi kısa çizgiler, ortam basıncında absorbans ölçümünde hastaların %10'luk kısmının denk geldiği eğriyi, mavi düz çizgi hastaların %50'lik kısmının denk geldiği eğriyi, mavi kısa çizgi nokta ise %90'lık kısmının denk geldiği eğriyi göstermektedir. Grafikte, siyah kısa çizgiler timpanometrik tepe basıncında absorbansın hastaların %10'luk kısmının denk geldiği eğriyi, siyah düz çizgi hastaların %50'lik kısmının denk geldiği eğriyi, siyah kısa çizgi nokta ise %90'lık kısmının denk geldiği eğriyi göstermektedir.

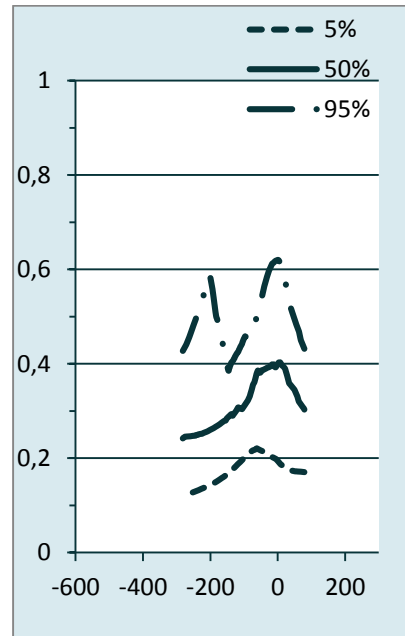
İkinci grubun A-GBT sonucu Grafik 4.7'de verilmiştir.



Grafik 4.7. İkinci Grubun A-GBT Sonucu

Grafik 4.7'deki taralı alan grupta yer alan hasta sonuçlarının alt/üst sınırlarını yansıtmaktadır. Siyah eğri ise grup ortalamasını yansıtacak şekilde A-GBT sonucudur. Grup sonuçlarına göre, A-GBT'nin tepe noktası -8 daPa olarak elde edilmiştir.

A-GBT ile ilgili yüzdeler oranları ise Grafik 4.8'de gösterilmiştir.



Grafik 4.8. İkinci Grubun A-GBT Sonucunun Yüzdeler Oranları

A-GBT sonuçlarının yüzdelik oranlarını göstermektedir. Kesik çizgiler %5'lik orandaki değerleri, düz çizgi %50'lik orandaki değerleri gösterirken çizgi nokta ise %95'lik orandaki değerleri göstermektedir.

4.2.3. Üçüncü Gruba Ait Bulgular

IP-II grubu olan üçüncü grupta toplam 28 hastaya ait 52 kulak test edildi. Hastaların immitansmetrik bulgularının tanımlayıcı istatistikleri Tablo 4.7'de sunulmuştur.

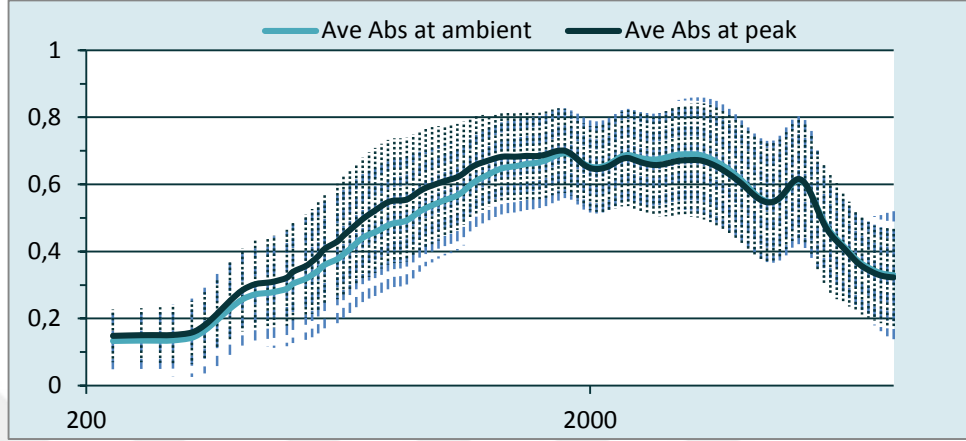
Tablo 4.7. Üçüncü Grubun İmmittansmetrik Bulgularının Tanımlayıcı İstatistikleri

	Ortalama	Minimum	Maksimum
TTB	-28.86±58.98	-285	27
V _{ek} (GBT)	1.04±0.38	0.03	2.01
Y _{tm} (GBT)	0.73±0.64	0.21	3.19
TG(GBT)	110±63	28	400
RF	1147.58±770.27	240	3978

(**TTB**: Timpanogram Tepe Basıncı, daPa) **V_{ek}(GBT)**: GBT ile ölçülen Eşdeğer Kulak Kanalı Hacmi(ml), **Y_{tm}(GBT)**: Geniş Bant 226 Hz Timpanogramda Kompans Edilmiş Statik Akustik Admitans,(ml), **TG(GBT)**: Geniş Bant 226 Hz Timpanogram Genişliği,(daPa), **RF**: Rezonans Frekansı (Hz))

Geniş bant timpanometre ile yapılan ölçümde üçüncü grupta yer alan bireylerin TTB ortalaması -28.86±58.98 daPa olarak bulunmuştur. Bu gruptaki en düşük TTB -285 daPa en büyük TTB ise 27 daPa'dır . Grup ortalaması 1.04±0.38 ml olan V_{ek} (GBT) için en düşük değer 0.03 ml, en yüksek değer ise 2.01 ml'dir. Ortalama Y_{tm}(GBT) 0.73±0.64 ml iken en düşük 0.21 ml, en yüksek ise 3.19 ml'dir. TG(GBT); ortalama 110±63 daPa iken en düşük 28 daPa en yüksek 400 daPa olarak bulunmuştur. RF için ise ortalama 1147.58±770.27 Hz en düşük değer 240 Hz, en yüksek ise 3978 Hz dir.

Grupta yer alan toplam 52 kulağın timpanometrik tepe basıncında ve ortam basıncındaki absorbands değerleri Grafik 4.9'da gösterilmiştir.

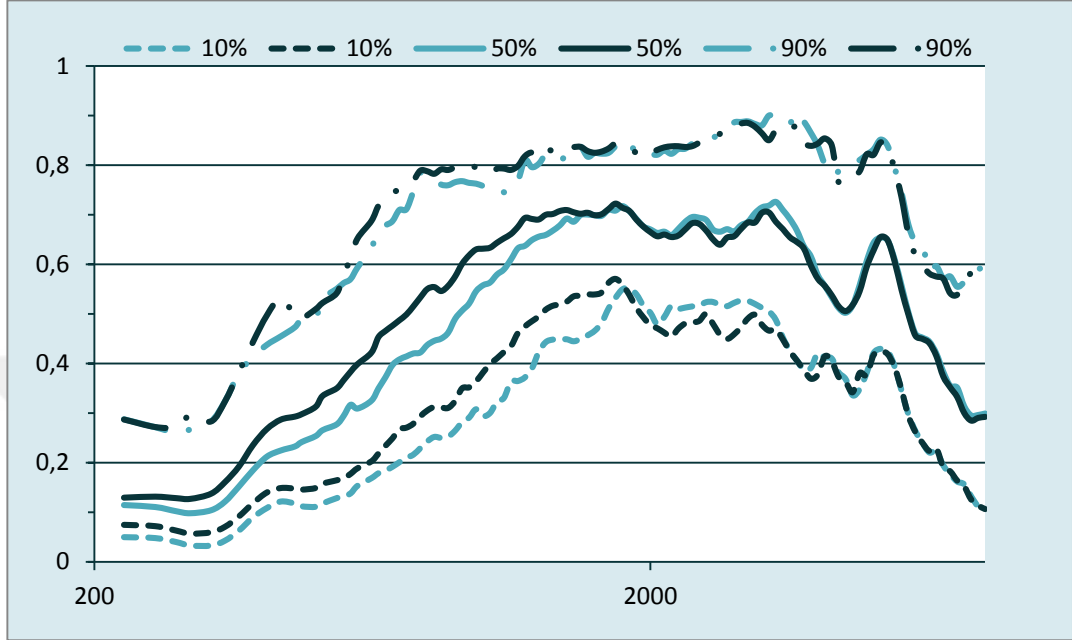


Grafik 4.9. Üçüncü Grubun Timpanometrik Tepe Basıncında ve Ortam Basıncındaki Absorbans Değerleri

Grafik 4.9'da, siyah eğri 226-8000 Hz aralığında 107 frekansta timpanometrik basınçta elde edilen absorbands değerlerini, mavi eğri ise 107 frekansta ortam basıncında elde edilen absorbands değerlerini göstermektedir. Grafikte eğrilerin 300 Hz noktasından 1681 Hz noktasına kadar artış göstermekte olduğu, bu noktadan 3200 Hz noktasına kadar göreceli olarak düz ilerlerken, 3200 noktasında tekrar düşüşe geçtiği görülmektedir. Eğri, 5000 Hz'de minimal bir çentik yapmakla birlikte 8000 Hz'e kadar azalarak ilerlemektedir. Ortam basıncında ve timpanometrik tepe basıncındaki absorbands değerlerinin 385 Hz ile 1500 Hz noktasına kadar birbirinden farklılık gösterdiği ancak bunun dışındaki bölgelerde aynı değerlerde seyrettiği görülmektedir.

Ortam basıncı absorbands değeri en düşük 300 Hz noktasında 0.15 olarak bulunurken en yüksek 3084 Hz noktasında 0.7 olarak bulunmuştur (Grafik 4.9). En düşük timpanometrik basınçta absorbands değeri 300 Hz'te 0.17 olarak bulunurken en yüksek timpanometrik basınçta absorbands değeri ise 1681 Hz'te 0.71 olarak bulunmuştur (Grafik 4.9).

Ortam basıncında absorbands değerlerinin yüzdelerik oranları Grafik 4.10'da sunulmuştur.

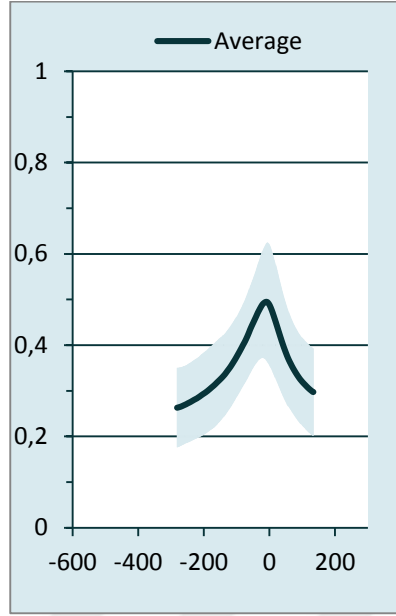


Grafik 4.10. Üçüncü Grubun Timpanometrik Tepe Basıncında ve Ortam Basıncında Absorbans Değerlerinin Yüzdelerik Oranları

Grafik 4.10'da hastaların dağılım yüzdeleri yer almaktadır. Mavi kısa çizgiler, ortam basıncında absorbands ölçümünde

hastaların %10'luk kısmının denk geldiği eğriyi, mavi düz çizgi hastaların %50'lik kısmının denk geldiği eğriyi, mavi kısa çizgi nokta ise %90'lık kısmının denk geldiği eğriyi göstermektedir. Grafikte, siyah kısa çizgiler timpanometrik tepe basıncında absorbandsın hastaların %10'luk kısmının denk geldiği eğriyi, siyah düz çizgi hastaların %50'lik kısmının denk geldiği eğriyi, siyah kısa çizgi nokta ise %90'lık kısmının denk geldiği eğriyi göstermektedir.

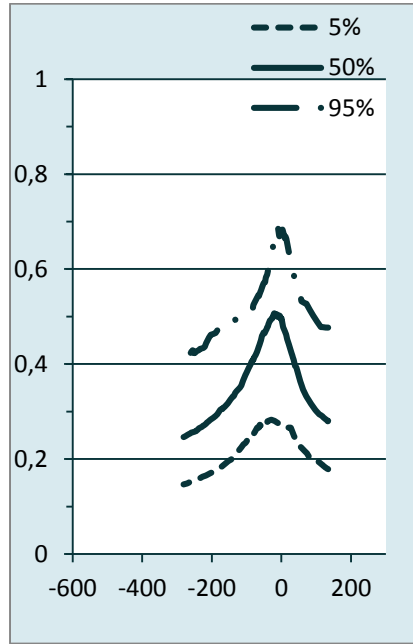
Üçüncü grubun A-GBT sonucu Grafik 4.11'de verilmiştir.



Grafik 4.11. Üçüncü Grubun A-GBT Sonucu

Grafikteki 4.11'deki taralı alan grupta yer alan bireylerin sonuçlarının alt/üst sınırlarını yansıtmaktadır. Siyah eğri ise grup ortalamasını yansıtacak şekilde A-GBT sonucudur. Grup sonuçlarına göre, A-GBT'nin tepe noktası -11 daPa olarak elde edilmiştir.

A-GBT ile ilgili yüzdelik oranları ise Grafik 4.12'te gösterilmiştir.



Grafik 4.12. Üçüncü Grubun A-GBT Sonucunun Yüzdelik Oranları

A-GBT sonuçlarının yüzdelik oranlarını göstermektedir. Kesik çizgiler %5'lik orandaki değerleri, düz çizgi %50'lik orandaki değerleri ve çizgi nokta ise %95'lik orandaki değerleri göstermektedir.

4.2.4. Dördüncü Gruba Ait bulgular

Koklear aplazi grubu olan dördüncü grupta toplam 12 hastaya ait 21 kulak test edildi. Hastaların immitansmetrik bulgularının tanımlayıcı istatistikleri Tablo 4.8'de sunulmuştur.

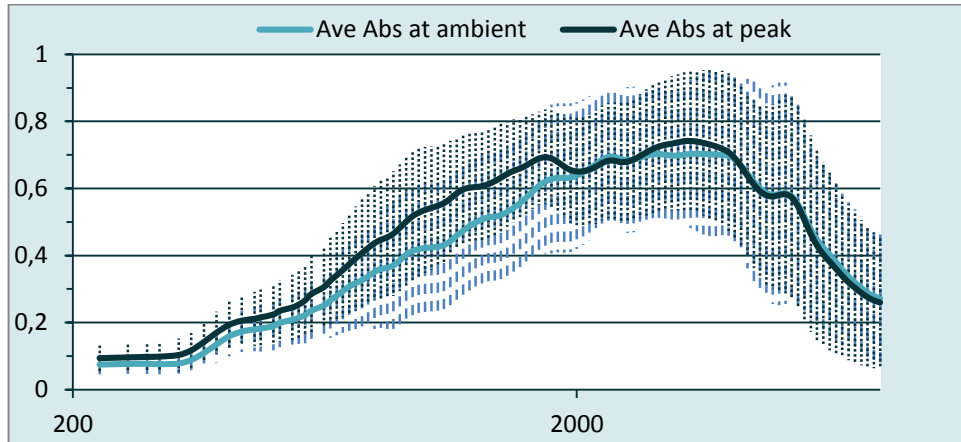
Tablo 4.8. Dördüncü Grubun İmmittansmetrik Bulgularının Tanımlayıcı İstatistikleri

	Ortalama	Minimum	Maksimum
TTB	-50.71±87.47	-288.00	82.00
V _{ek} (GBT)	0.75±0.22	0.34	1.33
Y _{tm} (GBT)	0.42±0.24	0.16	1.04
TG(GBT)	133.20±83.49	26.00	372.00
RF	1221.57±590.47	252.00	2382.00

(**TTB**: Timpanogram Tepe Basıncı, daPa) **V_{ek}(GBT)**: GBT ile ölçülen Eşdeğer Kulak Kanalı Hacmi(ml), **Y_{tm}(GBT)**: Geniş Bant 226 Hz Timpanogramda Kompanse Edilmiş Statik Akustik Admitans(ml), **TG(GBT)**: Geniş Bant 226 Hz Timpanogram Genişliği,(daPa), **RF**: Rezonans Frekansı (Hz))

Geniş bant timpanometre ile yapılan ölçümde dördüncü grupta yer alan bireylerin TTB ortalaması -50.71±87.47 daPa olarak bulunmuştur. Bu gruptaki en düşük TTB -288 daPa iken en büyük TTB ise 82 daPa'dır. Grup ortalaması 0.75±0.22 ml olan V_{ek}(GBT) için en düşük değer 0.34 ml, en yüksek değer ise 1.33 ml'dir. Ortalama Y_{tm}(GBT) değeri 0.42±0.24 ml iken en düşük 0.16 ml ve en yüksek ise 1.04 ml dir. TG(GBT) ortalaması 133.20±83.49 daPa en düşük 26 daPa en yüksek 372 daPa olarak bulunmuştur. RF için ise ortalama 1221.57±590.47 Hz, en düşük değer 252 Hz en yüksek değer ise 2382 Hz'dir.

Grupta yer alan toplam 21 kulağın timpanometrik basınçta ve ortam basıncındaki absorbands değerleri Grafik 4.13'te gösterilmiştir.



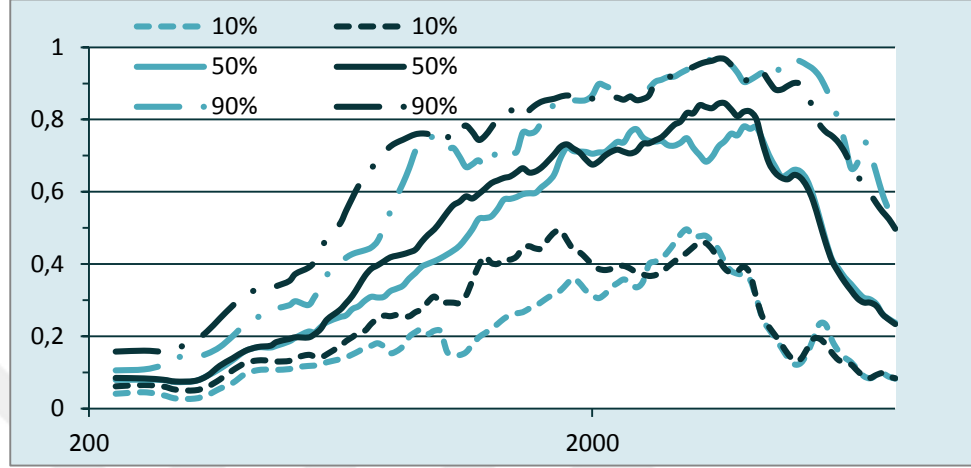
Grafik 4.13. Dördüncü Grubun Timpanometrik Tepe Basıncında ve Ortam Basıncındaki Absorbans Değerleri

Grafik 4.13'te, siyah eğri 226-8000 Hz aralığında 107 frekansta timpanometrik basınçta elde edilen absorbands değerlerini, mavi eğri ise 107 frekansta ortam basıncında elde edilen absorbands değerlerini göstermektedir. Grafikte ortam basıncını gösteren eğrinin 324 Hz noktasından 2244 Hz noktasına kadar artış gösterdiği, bu noktadan sonra 5039 Hz noktasında yaptığı minimal tepeye rağmen 8000 Hz noktasına kadar azalarak ilerlemeye devam ettiği görülmektedir. Timpanometrik basınçta absorbands değerlerini gösteren eğrinin ise 324 Hz noktasından başlayarak 1680 Hz noktasına kadar artarak ilerlediği, burada hafif dalgalanmalar göstererek 3886 Hz noktasına kadar devam etmekte olduğu, bu noktadan sonra 5039 Hz bölgesinde yaptığı minimal tepeye rağmen 8000 Hz bölgesine kadar azalarak ilerlediği görülmektedir. Ortam basıncında ve timpanometrik basınçtaki absorbands değerlerinin 350 Hz ile 2000 Hz noktasına kadar birbirinden farklılık gösterdiği ancak bunun dışındaki bölgelerde aynı değerlerde seyrettiği görülmektedir.

Ortam basıncı absorbands değeri en düşük 324 Hz noktasında 0.08 olarak bulunurken en yüksek 3775 Hz noktasında 0.7 olarak bulunmuştur. En düşük timpanometrik basınçta absorbands değeri 257 Hz'te 0.09 olarak bulunurken en

yüksek timpanometrik basınçta absorbands değeri ise 3264 Hz'te 0.74 olarak elde edilmiştir (Grafik 4.13).

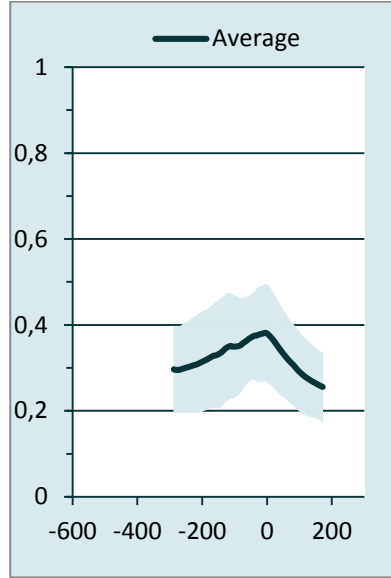
Ortam basıncında absorbands değerlerinin yüzdeler oranları Grafik 4.14'te sunulmuştur.



Grafik 4.14. Dördüncü Grubun Timpanometrik Tepe Basıncında ve Ortam Basıncında Absorbans Değerlerinin Yüzdeler Oranları

Grafik 4.14'te hastaların dağılım yüzdeleri yer almaktadır. Mavi kısa çizgiler, ortam basıncında absorbands ölçümünde hastaların %10'luk kısmının denk geldiği eğriyi, mavi düz çizgi hastaların %50'lik kısmının denk geldiği eğriyi, mavi kısa çizgi nokta ise %90'lık kısmının denk geldiği eğriyi göstermektedir. Grafikte, siyah kısa çizgiler timpanometrik tepe basıncında absorbandsın hastaların %10'luk kısmının denk geldiği eğriyi, siyah düz çizgi hastaların %50'lik kısmının denk geldiği eğriyi, siyah kısa çizgi nokta ise %90'lık kısmının denk geldiği eğriyi göstermektedir.

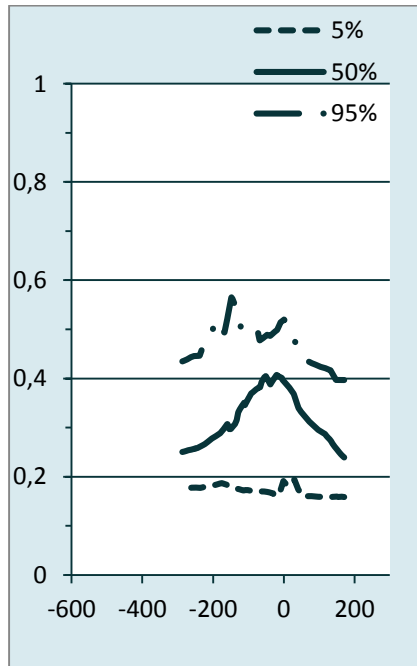
Dördüncü gruptaki bireylerden elde edilen A-GBT sonuçları Grafik 4.15'te verilmiştir.



Grafik 4.15. Dördüncü Grubun A-GBT Sonuçları

Grafikteki 4.15'deki taralı alan grupta yer alan bireylerin sonuçlarının üst/alt sınırlarını yansıtmaktadır. Siyah eğri ise grup ortalamasını yansıtacak şekilde A-GBT sonucudur. Grup sonuçlarına göre, A-GBT'nin tepe noktası -6 daPa olarak elde edilmiştir.

A-GBT ile ilgili yüzdeler oranları ise Grafik 4.16'da gösterilmiştir.



Grafik 4.16. Dördüncü Grubun A-GBT Sonucunun Yüzdeler Oranları

Grafik 4.16 A-GBT sonuçlarının yüzdelik oranlarını göstermektedir. Kesik çizgiler %5'lik orandaki değerleri, düz çizgi %50'lik orandaki değerleri ve çizgi nokta ise %95'lik orandaki değerleri göstermektedir.

4.2.5. Beşinci Gruba Ait Bulgular

Labirentin aplazi grubu olan beşinci grupta toplam 7 hastaya ait 12 kulak test edildi. Hastaların immitansmetrik bulgularının tanımlayıcı istatistikleri Tablo 4.9'da sunulmuştur.

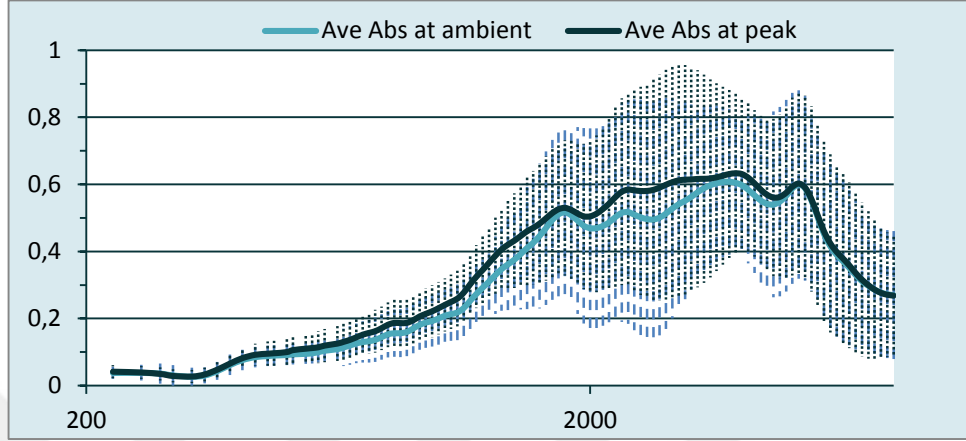
Tablo 4.9. Beşinci Grubun İmmittansmetrik Bulgularının Tanımlayıcı İstatistikleri

	Ortalama	Minimum	Maksimum
TTB	-70.25±135.32	-276.00	193
V _{ek} (GBT)	0.54±0.15	0.33	0.83
Y _{tm} (GBT)	0.25±0.13	0.16	0.35
TG(GBT)	114.50±85.55	54	175
RF	2380.50±2189.90	832.00	3929.00

(**TTB**: Timpanogram Tepe Basıncı, daPa) **V_{ek}(GBT)**: GBT ile ölçülen Eşdeğer Kulak Kanalı Hacmi(ml), **Y_{tm}(GBT)**: Geniş Bant 226 Hz Timpanogramda Kompense Edilmiş Statik Akustik Admitans(ml), **TG(GBT)**: Geniş Bant 226 Hz Timpanogram Genişliği,(daPa), **RF**: Rezonans Frekansı (Hz))

GBT ile yapılan ölçümde beşinci grupta yer alan bireylerin TTB ortalaması -70.25±135.32 daPa olarak bulunmuştur. Bu gruptaki en düşük TTB -276 daPa, en büyük TTB ise 193 daPa'dır. Grup ortalaması 0.54±0.15 ml olan V_{ek}(GBT) için en düşük değer 0.33 ml, en yüksek değer ise 0.83 ml'dir. Ortalaması 0.25±0.13 ml olan Y_{tm}(GBT) için en düşük 0.16 ml ve en yüksek değer ise 0.35 ml'dir. TG(GBT) için ortalama 114.50±85.55 daPa, en düşük 54 daPa iken en yüksek 175 daPa olarak bulunmuştur. RF için ise ortalama 2380.50±2189.90 Hz, en düşük değer 832.00 Hz en yüksek ise 3929 Hz olarak elde edilmiştir.

Grupta yer alan toplam 12 kulağın timpanometrik basınçta ve ortam basıncındaki absorbands değerleri Grafik 4.17’de gösterilmiştir.

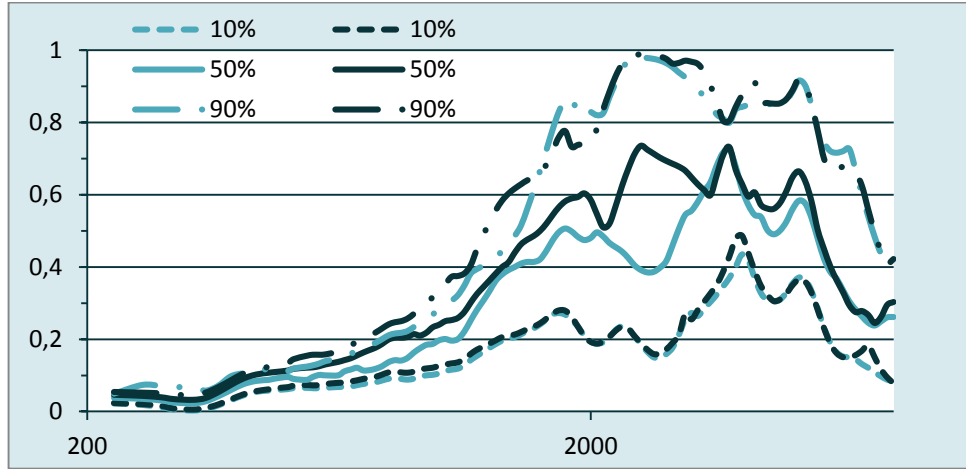


Grafik 4.17. Beşinci Grubun Timpanometrik Basınçta ve Ortam Basıncındaki Absorbans Değerleri

Grafik 4.17’de, siyah eğri 226-8000 Hz aralığında 107 frekansta timpanometrik basınçta elde edilen absorbands değerlerini, mavi eğri ise 107 frekansta ortam basıncında elde edilen absorbands değerlerini göstermektedir. Her iki eğrinin, 1681 Hz noktasına kadar artış gösterdiği, bu noktadan 5039 noktasına kadar dalgalanmalı bir seyirle ilerlediği, 5039 Hz’den sonra da azalarak 8000 Hz’e ulaştığı görülmektedir. Ortam basıncında ve timpanometrik basınçtaki absorbands değerlerinin 1681 Hz ile 4361 Hz bölgeleri arasında birbirinden bir miktar farklılık gösterdiği ancak bunun dışında, seyirlerinin çok benzer olduğu görülmektedir.

Ortam basıncı absorbands değeri en düşük 324 Hz noktasında 0.02 olarak bulunurken en yüksek 5039 Hz noktasında 0.69 olarak bulunmuştur. En düşük timpanometrik basınçta absorbands değeri 324 Hz’te 0.02 olarak bulunurken en yüksek timpanometrik basınçta absorbands değeri ise 3765 Hz’te 0.63 olarak bulunmuştur (Grafik 4.17).

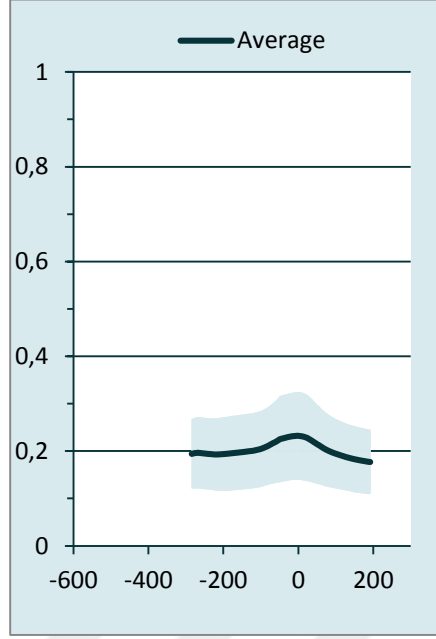
Ortam basıncında absorbands değerlerinin yüzdeler oranları Grafik 4.18'de sunulmuştur.



Grafik 4.18. Beşinci Grubun Timpanometrik Basıncıta ve Ortam Basıncında Absorbans Değerlerinin Yüzdeler Oranları

Grafik 4.18'de hastaların dağılım yüzdeleri yer almaktadır. Mavi kısa çizgiler, ortam basıncında absorbands ölçümünde hastaların %10'luk kısmının denk geldiği eğriyi, mavi düz çizgi hastaların %50'lik kısmının denk geldiği eğriyi, mavi kısa çizgi nokta ise %90'lık kısmının denk geldiği eğriyi göstermektedir. Grafikte, siyah kısa çizgiler timpanometrik tepe basıncında absorbandsın hastaların %10'luk kısmının denk geldiği eğriyi, siyah düz çizgi hastaların %50'lik kısmının denk geldiği eğriyi, siyah kısa çizgi nokta ise %90'lık kısmının denk geldiği eğriyi göstermektedir.

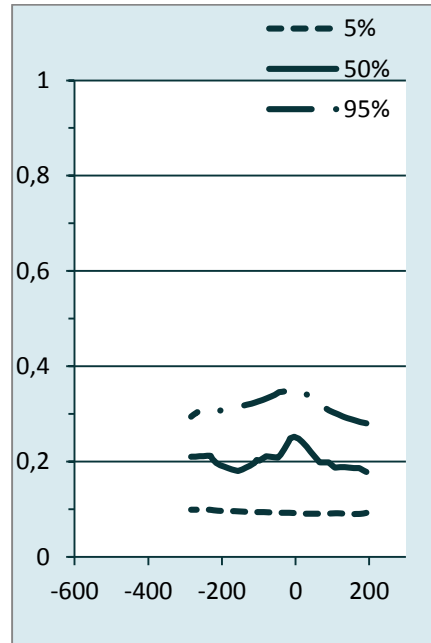
Beşinci gruptaki bireylerden elde edilen A-GBT sonucu Grafik 4.19'da verilmiştir.



Grafik 4.19. Beşinci Grubun A-GBT Sonuçları

Grafikteki 4.19'daki taralı alan grupta yer alan bireylerin sonuçlarının alt/üst sınırlarını göstermektedir. Siyah eğri ise grup ortalamasını yansıtacak şekilde A-GBT sonucudur. Grup sonuçlarına göre, A-GBT'nin tepe noktası -4 daPa'da elde edilmiştir.

A-GBT ile ilgili yüzdeler oranları ise Grafik 4.20'de gösterilmiştir.



Grafik 4.20. Beşinci Grubun A-GBT Sonucu Yüzdeler Oranları

A-GBT sonuçlarının yüzdelik oranlarını göstermektedir. Kesik çizgiler %5'lik orandaki değerleri, düz çizgi %50'lik orandaki değerleri ve çizgi nokta ise %95'lik orandaki değerleri göstermektedir.

4.2.6. Altıncı Gruba Ait Bulgular

Kontrol grubu olan 6. grupta toplam 15 sağlıklı bireyin 30 kulağı test edildi. Hastaların immitansmetrik bulgularının tanımlayıcı istatistikleri Tablo 4.10'da sunulmuştur.

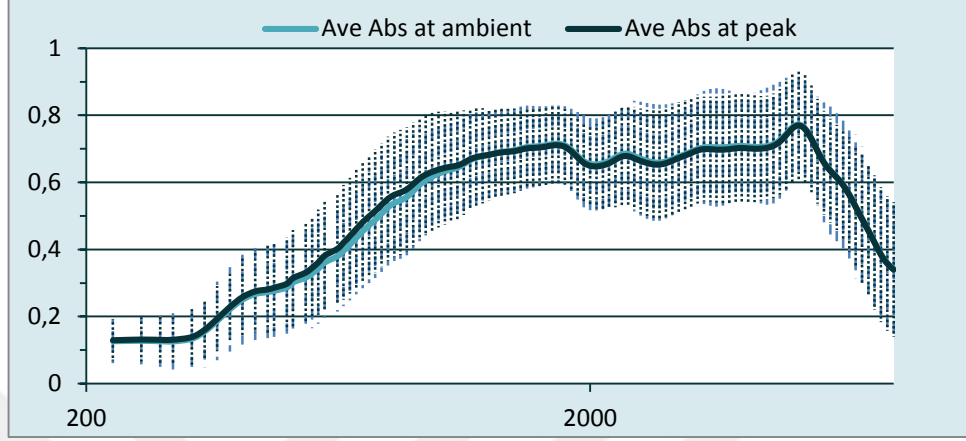
Tablo 4.4. Altıncı Grubun İmmittansmetrik Bulgularının Tanımlayıcı İstatistikleri.

	Ortalama	Minimum	Maksimum
TTB	-7.00±15.08	-68	19
V _{ek} (GBT)	0.93±0.29	0.37	1.65
Y _{tm} (GBT)	0.59±0.39	0.18	2.10
TG(GBT)	93.56±27.68	44.00	159.00
RF	1257.96±506.11	513.00	2589

(**TTB**: Timpanogram Tepe Basıncı, daPa) **V_{ek}(GBT)**: GBT ile ölçülen Eşdeğer Kulak Kanalı Hacmi(ml), **Y_{tm}(GBT)**: Geniş Bant 226 Hz Timpanogramda Kompense Edilmiş Statik Akustik Admitans(ml), **TG(GBT)**: Geniş Bant 226 Hz Timpanogram Genişliği,(daPa), **RF**: Rezonans Frekansı (Hz))

Geniş bant timpanometre ile yapılan ölçümde 6. grupta yer alan bireylerin TTB ortalaması -7.00±15.08 daPa olarak bulunmuştur. Bu gruptaki en düşük TTB -68 daPa en büyük TTB ise 19 daPa idi. Grup ortalaması 0.93±0.29 ml olan V_{ek}(GBT) için en düşük değer 0.37 ml, en yüksek değer ise 1.65 ml'dir. Ortalama Y_{tm}(GBT) 0.59±0.39 ml en düşük 0.18 ml ve en yüksek ise 2.10 ml'dir. TG(GBT) ortalaması 93.56±27.68 daPa en düşük 44 daPa en yüksek 159 daPa olarak bulunmuştur. RF için ise ortalama 1257.96±506.11 Hz, en düşük değer 513 Hz ve en yüksek değer ise 2589 Hz'dir.

Grupta yer alan toplam 30 kulağın timpanometrik basınçta ve ortam basıncındaki absorbands değerleri Grafik 4.21’de gösterilmiştir.

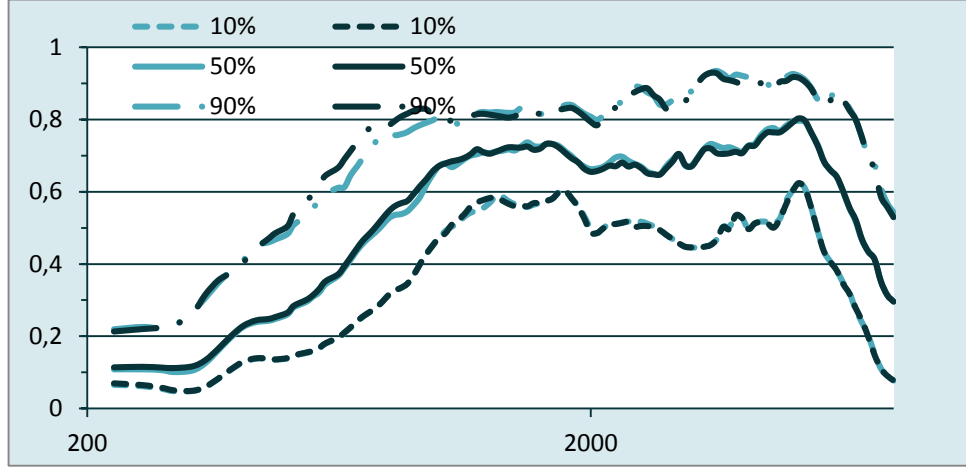


Grafik 4.21. Altıncı Grubun Timpanometrik Basınçta ve Ortam Basıncındaki Absorbans Değerleri

Grafik 4.21’de, siyah eğri 226-8000 Hz aralığında 107 frekansta tepe basıncında elde edilen absorbands değerlerini, mavi eğri ise 107 frekansta ortam basıncında elde edilen absorbands değerlerini ifade etmektedir. 297 Hz noktasından 168 Hz noktasına kadar artarak ilerleyen eğri, bu noktadan 4362 noktasına kadar hafif dalgalanmalarla düz olarak ilerleme gösterirken bu noktadan sonra 4896 Hz noktasında minimal bir tepe yapıp 8000 Hz’e kadar azalarak ilerlemektedir. Tüm frekans aralığı boyunca her iki eğrinin birlikte aynı değerlerde seyrettiği görülmektedir.

Her iki eğri için en düşük absorbands değeri 257 Hz noktasında 0.01 bulunurken en yüksek 4896 Hz noktasında 0.74 olarak bulunmuştur (Grafik 4.21).

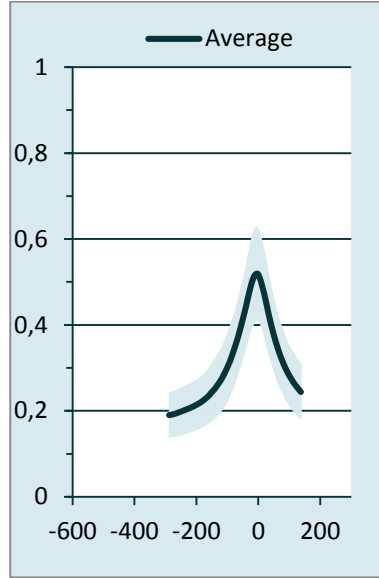
Ortam basıncında absorbands değerlerinin yüzdelik oranları Grafik 4.22’de sunulmuştur.



Grafik 4.22. Altıncı Grubun Timpanometrik Tepe Basıncında ve Ortam Basıncında Absorbans Değerlerinin Yüzdeler Oranları

Grafik 4.22’de bireylerin eğrilere göre dağılım yüzdeleri yer almaktadır. Mavi kısa, çizgiler ortam basıncında absorbans ölçümünde bireylerin %10’luk kısmının denk geldiği eğriyi, mavi düz çizgi hastaların %50’lik kısmının denk geldiği eğriyi, mavi kısa çizgi nokta ise %90’luk kısmının denk geldiği eğriyi göstermektedir. Grafikte, siyah kısa çizgiler timpanometrik tepe basıncında absorbansın bireylerin %10’luk kısmının denk geldiği eğriyi, siyah düz çizgi bireylerin %50’lik kısmının denk geldiği eğriyi, siyah kısa çizgi nokta ise %90’luk kısmının denk geldiği eğriyi göstermektedir.

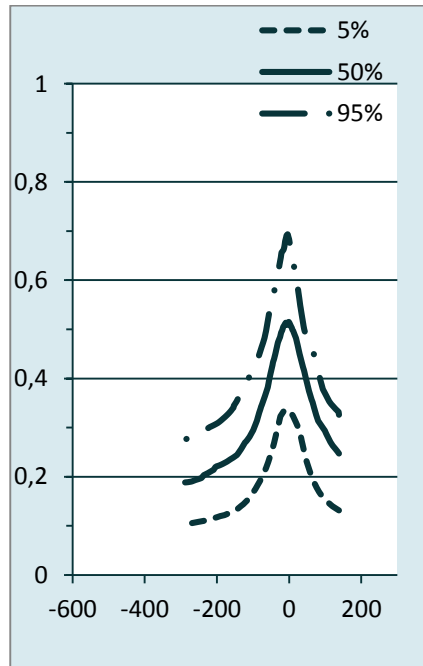
Altıncı gruptaki bireylerden elde edilen A-GBT Grafik 4.23’te verilmiştir.



Grafik 4.23. Altıncı Grubun A-GBT sonucu

Grafik 4.23'teki taralı alan grupta yer alan bireylerin sonuçlarının alt/üst sınırlarını göstermektedir. Siyah eğri ise grup ortalamasını yansıtacak şekilde A-GBT sonucunu ifade etmektedir. Buna göre, averajlanmış geni bant timpanogramın tepe noktası -6 daPa olarak da elde edilmiştir.

A-GBT ile ilgili yüzdeler oranları ise Grafik 4.24'te gösterilmiştir.



Grafik 4.24. Altıncı Grubun A-GBT Sonucu Yüzdeler Oranları

Grafik 4.24'te kesik çizgiler %5'lik orandaki değerleri, düz çizgi %50'lik orandaki değerleri ve çizgi nokta ise %95'lik orandaki değerleri göstermektedir.

4.3. Grupların Sonuçlarının Karşılaştırılması

Gruplara ait karşılaştırma istatistiklerinde Kruskal Wallis testi kullanılmıştır. İlk olarak immitansmetrik bulgularının karşılaştırması, ikinci olarak ortam basıncında ve timpanometrik basınçta absorbands ölçümlerinin karşılaştırması ve son olarak A-GBT bulgularının karşılaştırması verilmiştir.

4.3.1. İmmittansmetrik Bulguların Karşılaştırması

Gruplar TTB, $V_{ek}(GBT)$, $Y_{tm}(GBT)$, TG(GBT) ve RF bulguları açısından karşılaştırılmıştır. Grupların bu değişkenlere ait sonuçları Tablo 4.11'de sunulmuştur.

Tablo 4.5. İmmittansmetri Bulguların Karşılaştırması

	1.grup	2.grup	3.grup	4.grup	5.grup	6.grup
TTB	-35.48±106.09	-34.78±100.86	-28.86±58.98	-50.71±87.47	-70.25±135.32	-7.00±15.08
V_{ek}	0.81±0.28	0.77±0.32	1.04±0.38	0.75±0.22	0.54±0.15	0.93±0.29
Y_{tm}	0.47±0.27	0.50±0.39	0.73±0.64	0.42±0.24	0.25±0.13	0.59±0.39
TG	110±54.36	122.61±64.36	110±63	133.20±83.49	114.50±85.55	93.56±27.68
RF	1286±725.06	1290.74±689.03	1147.58±770.27	1221.57±590.47	2380.50±2189.90	1257.96±506.11

Timpanometrik tepe basıncı (TTB) değerleri analiz edildiğinde her bir grupta normal sınırlarda sonuç elde edilmekle birlikte sayısal farklılıklar elde edilmiştir ($p>0.05$). En büyük farklılığın, labirentin aplazi grubu (5. Grup) ile kontrol grubu (6. grup) arasında olduğu görülmüştür.

GBT ile ölçülen eş değer kulak kanalı hacim ($V_{ek}(GBT)$) değerleri analiz edildiğinde tüm gruplarda sayısal farklılık elde edilmekle birlikte 5.-6. gruplar, 5.-3. gruplar, 3.-1. gruplar, 3.-2. gruplar ve 3.-4. gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). Bir diğer deyişle; labirentin aplazi grubu (5. grup) ile kontrol grubu (6. grup) ve IP-II (3.grup) grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı ($p<0.05$)

farklılık bulunmuştur. Bunun yanı sıra IP-II (3. grup) grubu ile de hipoplazi grubu (1. grup), IP-I (2. grup) grubu ve koklear aplazi grubu (4. grup) arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p<0.05$) bulunmuştur.

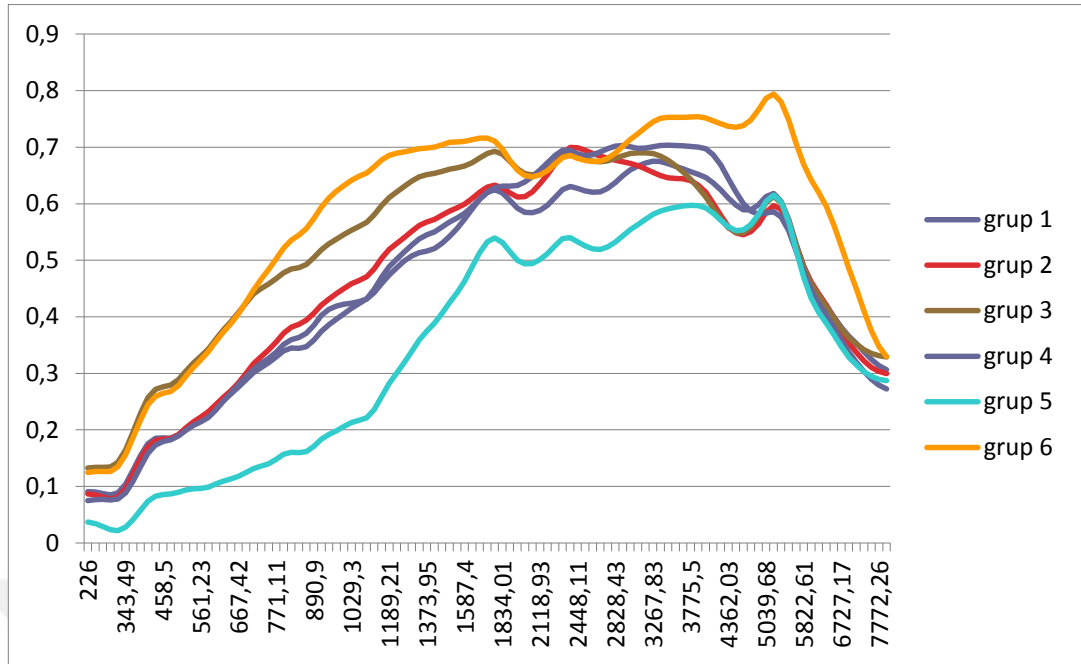
GBT ile ölçülen kompanse edilmiş statik akustik admitans ($Y_{tm}(GBT)$) analiz edildiğinde 3-1, 3-2, 3-4 ve 3-5 grup çiftleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Yani üçüncü grup olan PI-II hastaları ile hipoplazi (1.grup), IP-I (2.grup), koklear aplazi (4.grup) ve labirentin aplazi (5.grup) hastaları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$)

GBT ile ölçülen timpanometrik genişliği ($TG(GBT)$) analizinde gruplar arasında sayısal farklılık bulunmakla birlikte istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadığı görülmüştür. Timpanogramın basıklığını gösteren bu değerler kontrol grubu için en düşük elde edilmiştir ($p>0.05$).

GBT ile ölçülen rezonans frekansını (RF) değerleri analiz edildiğinde gruplar arasında sayısal farklılık bulunmakla birlikte istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadığı görülmüştür ($p>0.05$). Orta kulağın en kolay şekilde sesleri geçirdiği frekansı ifade eden bu değer, labirentin aplazi grubunu içeren 5.grupta diğer tüm gruplardan çok daha yüksek elde edildiği dikkat çekerken, kontrol grubu ve 5.grup dışındaki tüm gruplarda birbirine yakın elde edilmiştir.

4.3.2. Absorbans Ölçümlerinin Karşılaştırması

Grupların, 226-8000 Hz aralığında (toplam 107 frekans noktasında) ortam basıncında absorbans ölçümlerinin sonuçları Grafik 4.25'te gösterilmiştir. Grafikte, 226 Hz ile 8000 Hz aralığında değer alan frekansın (yatay eksen) bir fonksiyonu olarak 0 ile 1 aralığında değişen absorbans değerleri (dikey eksen) görülmektedir.

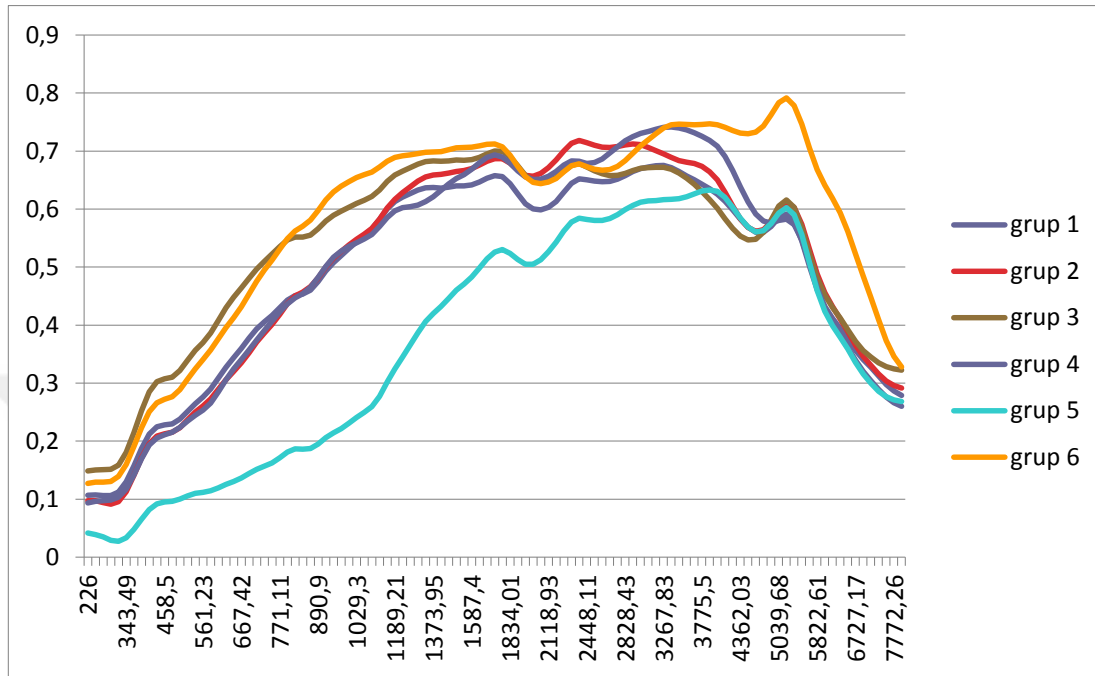


Grafik 4.25. Ortam Basıncında Absorbans Ölçümlerinin Karşılaştırması

Grafikte, 5 hasta grubu ile kontrol grubunu temsil eden toplam 6 eğri yer almaktadır. Bunlar incelendiğinde, kontrol grubu olan 6. grubu temsil eden (turuncu çizgi) absorbans eğrisinin diğer tüm anomali gruplarından farklı değerlere sahip olduğu görülmektedir. Altıncı grup ile arasında en büyük fark olan grup labirentin aplazisi olan 5. gruptur (açık mavi çizgi). Beş anomali grubuna ilişkin veri analizinde 1542 Hz ile 3668 Hz arasındaki ve 6535 Hz ile 8000 Hz arasındaki bölgelerde elde edilen değerlerin istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediği görülmüştür ($p>0.05$). Diğer taraftan, 226 Hz ile 1542 Hz aralığında elde edilen verilerin analizinde labirentin aplazisi hastalarının oluşturduğu 5. Grup ile diğer tüm gruplara arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmiştir ($p<0.05$). Ayrıca, 4896 Hz ile 6535 Hz aralığında elde edilen veriler analiz edildiğinde ise kontrol grubu ile tüm anomali grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilirken ($p<0.05$) anomali grupları arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0.05$).

Grupların, 226-8000 Hz aralığında (toplam 107 frekans noktasında) timpanometrik tepe basıncında absorbans ölçümlerinin sonuçları Grafik 4.26'da gösterilmiştir. Grafikte, 226 Hz ile 8000 Hz aralığında değer alan frekansın (yatay

eksen) bir fonksiyonu olarak değişen absorbands değerleri (dikey eksen) görülmektedir.



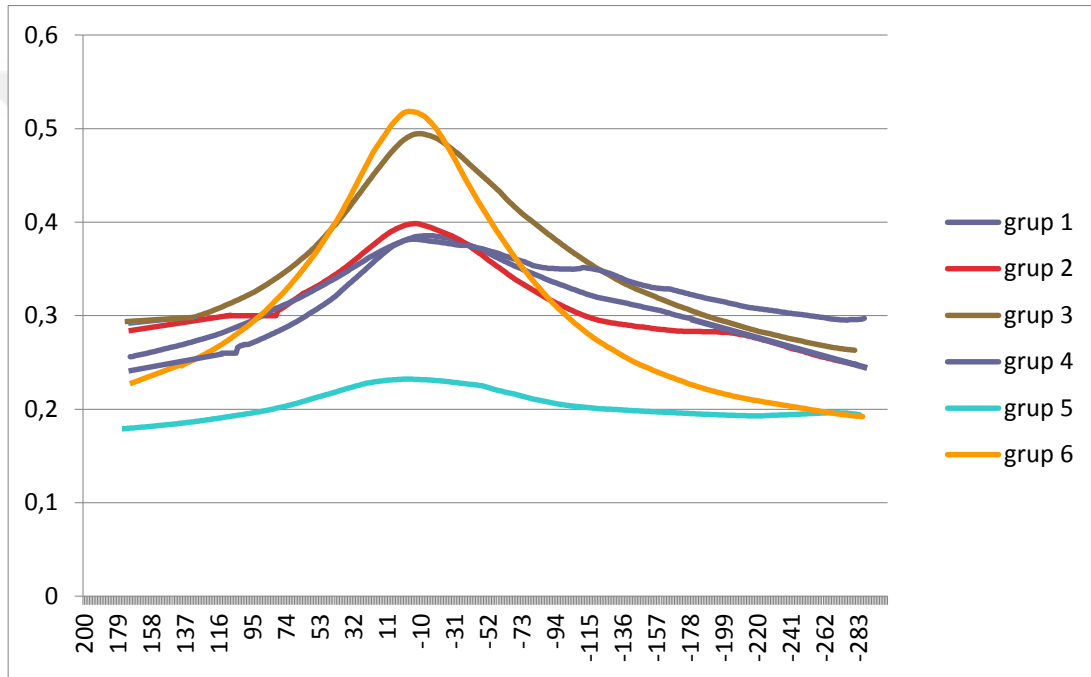
Grafik 4.26. Timpanometrik Tepe Basıncında Absorbans Ölçümlerinin Karşılaştırması

Grafikte, 5 hasta grubu ile kontrol grubunu temsil eden toplam 6 eğri yer almaktadır. Bunlar incelendiğinde, kontrol grubu olan 6. grubu temsil eden (turuncu çizgi) absorbands eğrisinin diğer tüm anomali gruplarından farklı değerlere sahip olduğu görülmektedir. Altıncı grup ile arasında en büyük fark olan grup labirentin aplazisi olan 5. gruptur (açık mavi çizgi). Beş anomali grubuna ilişkin veri analizinde 1542 Hz ile 3668 Hz arasındaki bölge ve 6535 Hz ile 8000 Hz arasındaki bölgelerde elde edilen değerlerin istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediği görülmüştür ($p > 0,05$). Diğer taraftan, 226 Hz ile 1000 Hz aralığında elde edilen verilerin analizinde labirentin aplazisi hastalarının oluşturduğu 5. Grup ile diğer tüm gruplara arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmiştir ($p < 0,05$). Ek olarak bu frekans aralığında 1. grup olan hipoplazi grubu (koyu mavi çizgi) ile 3. grup olan IP-II grubu (yeşil çizgi) arasındaki fark da istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0,05$). Ayrıca, 4237 Hz ile 6535 Hz aralığında elde edilen veriler analiz edildiğinde ise kontrol grubu ile tüm anomali grupları arasında istatistiksel olarak

anlamli farklilik elde edilirken ($p < 0.05$), anomali gruplari arasindaki fark anlamlı değildir ($p > 0.05$).

4.3.3. A-GBT Sonuçlarının Karşılaştırılması

Üç boyutlu timpanogramda 375-2000 Hz aralığındaki absorbands değerleri averajlanarak elde edilen A-GBT sonuçlarının gruplara göre karşılaştırması Grafik 4.27'de sunulmuştur. 200daPa ile -300 daPa aralığında değer alan basıncın (yatay eksen) bir fonksiyonu olarak değişen amplitüd değerleri (dikey eksen) görülmektedir.



Grafik 4.27. A-GBT'lerin gruplara göre karşılaştırması

Grafik 4.27'de tüm anomali gruplarının tepe basıncındaki amplitüdlerinin kontrol grubundan düşük seviyede olduğu görülmektedir. Bu değişken açısından, hipoplazi (1. grup), IP-I (2. grup) ve koklear aplazi (4. grup) hastalarına ilişkin veriler birbirine benzerlik gösterirken labirentin aplazisi (5. grup) hastalarının verileri ise tüm diğer gruplardan farklılık gösterecek şekilde basık tepeli olarak elde edilmiştir. Her bir grup için averajlanmış tepe basıncı değerlerine bakıldığında hipoplazide -10 daPa, IP-I'de -8 daPa, IP-II'de -11 daPa, koklear aplazide -6 daPa, labirentin aplazide -4 daPa ve kontrol grubu -6 daPa elde edilmiştir.

A-GBT’de absorbands değerlerinde belli basınç aralıklarında gruplar arasında anlamlı farklılık elde edilmiştir:

Buna göre; 172- (-100) daPa arasındaki tüm basınç aralıklarında labirentin aplazisi (5.grup) hastalarına ilişkin verilerin diğer gruplardan farklılaştığı görölmektedir. 172-47 daPa basınç aralığında labirentin aplazisi (5.grup) ve IP-II (3.grup) arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$), bunun yanı sıra bu basınç aralığı içinde yer alan 82-47 daPa ranjında ise kontrol grubu ve labirentin aplazisi (5.grup) ile hipoplazi (1.grup) ve IP-II (3.grup) hastalarına ait veriler arasında istatistiksel anlamlılık elde edilmiştir ($p<0.05$).

Ek olarak, 47-(-24) daPa basınç aralığında kontrol grubu ile hem hipoplazi (1.grup) hem de labirentin aplazisi (5.grup) grupları arasında elde edilen anlamlı farklılık IP-II (3.grup) hastaları ile de hem hipoplazi (1.grup) hem de labirentin aplazisi (5.grup) grupları arasında elde edilmiştir ($p<0.05$). Bunun yanı sıra bu basınç aralığı içinde yer alan 5-(-24) daPa ranjında ise kontrol grubu ve IP I (2.grup), kontrol grubu ve koklear aplazi (4.grup), IP-I (2.grup) ve IP-II (3.grup) grupları arasında istatistiksel farklılık elde edilmiştir ($p<0.05$).

Ayrıca, -25 – (-290) daPa basınç aralığında elde edilen veriler analiz edildiğinde IP-II (3.grup) ve labirentin aplazisi (5.grup) arasında istatistiksel anlamlı farklılık elde edilmiştir ($p<0.05$). Bu basınç aralığı içinde yer alan -25-(-64) daPa ranjında IP-II (3.grup) ile hem hipoplazi (1.grup) hem de IP-I (2.grup) arasında, labirentin aplazi (5.grup) ve kontrol grubu arasında istatistiksel anlamlılık elde edilirken, -65-(-100) daPa ranjında ise IP-I (2.grup) ve IP-II (3.Grup) ile koklear aplazi (4.grup) ve labirentin aplazisi(5.grup) arasındaki fark istatistiki olarak anlamlı elde edilmiştir ($p<0.05$). -100-(-290) daPa ranjında ise IP-II (3.grup) ve kontrol grubu arasında anlamlı farklılık elde edilmiştir ($p<0.05$).

5. TARTIŞMA

İç kulak anomalileri, embriyolojik gelişim sürecinde kalıtsal, sporadik veya kromozomal nedenlerin yol açtığı duraksamalar sonucu oluşmaktadır (17). Duraksamanın olduğu zamana bağlı olarak etkilenen bölgeler değişmekte ve anomaliler çeşitlilik göstermektedir. Literatürde iç kulak anomalileri ile ilgili farklı sınıflandırmalar bulunmaktadır (3, 4, 26). Çalışmada, Sennaroğlu ve Saatçi (2002)'nin ve Sennaroğlu ve diğ. (2006)'nin ve sennaroğlu ve diğ (2013)'nin çalışmalarında yer alan sınıflandırma temel alınarak 5 anomali grubunda geniş bant timpanometri bulguları incelenmiştir. İncelenen grupları; koklear hipoplazi, IP-I, IP-II, koklear aplazi ve komplet labirentin aplazi grubu ile anomali gruplarının bulgularını karşılaştırmak için sağlıklı bireylerden oluşan kontrol grubu oluşturmaktadır.

İnsan orta kulağının temel olarak iki fonksiyonu vardır. Birincisi, ses enerjisini iç kulağa iletmek ikincisi ise ses enerjisini bir formdan diğerine dönüştürmektir. Burada ses enerjisi dış kulak kanalındaki hava ortamından, kulak zarına ileildiğinde mekanik enerjiye dönüşmektedir. Bu mekanik enerji, orta kulaktan kemikçikler aracılığı ile oval pencere düzeyinde iç kulağa iletilirken hidromekanik enerjiye dönüşmektedir (38). Diğer bir ifadeyle, orta kulak kemikçikleri ile oval pencereye mekanik olarak bağlı olan kulak zarı, orta kulak ve iç kulak arasında arayüz durumundadır. Uyarın varlığında bu bütün sistem (kulak zarı, orta kulak, yuvarlak pencere) birlikte titreşmektedir (54). Bu kadar önemli bir görevi olan orta kulağın değerlendirilmesi, bir bütün olan işitsel sistemdeki patoloji ve işleyiş bozukluklarının belirlenmesinde kritik öneme sahiptir. Çalışmada, iç kulak anomalisi olan bireylerde GBT ölçümleri ile anomaliye ait orta kulak fonksiyonlarına ilişkin bulgular incelenmiştir.

Yeni bir immitansmetrik teknik olan GBT, geniş bir frekans aralığında yansıyan/emilen enerji oranını belirleyerek orta kulak fonksiyonlarını değerlendirmektedir (12). GBT ile tüm frekanslar için timpanogramlar bir ölçüm ile belirlenmekte, hem geleneksel timpanometrik değerlendirme hem de absorbans grafiği, rezonans frekansı ve averajlanmış geniş bant timpanogramlar elde edilmektedir (12). Bu araştırmada iç kulak anomalilerinde GBT bulguları

incelenmiştir. Beş anomali grubu ve kontrol grubu olmak üzere toplam 6 grup için TTB, V_{ek} , Y_{tm} , TG, RS değerleri ile absorbands grafiği ve A-GBT belirlenmiştir.

Otoloji ve odyoloji alanında yapılan bir çok araştırmada analizler birey sayısı yerine değerlendirilen kulak sayısı göz önüne alınarak gerçekleştirilmektedir. Bu sebeplerle, bu araştırmada da iç kulak anomalisi olan bireylerde GBT sonuçları, değerlendirilen kulak sayısı üzerinden sunulmuştur. Araştırmada hasta grubunda 157, kontrol grubunda 30 kulak değerlendirilmiştir. IP-I grubunda 33 (%17.7), IP-II grubunda 52 (%27.8), hipolazi grubunda 39 (%20.9), koklear aplazi grubunda 21(%11.2), labirentin aplazi grubunda ise 12 (%6.4) kulak ve kontrol grubunda ise 30 (%16) değerlendirilmiştir. Değerlendirilen kulak sayısının en fazla olduğu grup üçüncü grup olan IP-II iken en az sayıda kulak bulunan grup ise beşinci grup olan labirentin aplazi grubudur. Bu sayılar, iç kulak anomalilerinin görülme sıklığını bildiren çalışmalar ile uyumludur. Literatürde iç kulak anomalilerinin görülme sıklığına ilişkin verilen değerlerde IP'lerin tüm tipleri için % 41 oran verilirken, bu oranın IP-II için %50'den fazla olduğu da bildirilmektedir (6, 16, 17). Tüm koklear patolojiler içinde hipoplaziler için % 15 oranı bildirilirken koklear aplazinin koklear malformasyonların %3'ünü, labirentin aplazisinin ise %1'ini oluşturduğu bildirilmektedir (16, 17). Literatürle karşılaştırıldığında araştırmadaki sıklık sıralamasının benzer olmakla birlikte oranların literatürde bildirildiğinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumun araştırmada sadece 5 anomali grubunun incelenmiş olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Yenidoğan ve bebeklerde kulak yapılarındaki anatomik değişiklikler ve gelişim sürecinin devam etmesi sebebiyle immitansmetrik değerlendirmede tek probe ton ile yapılan ölçümlerde farklı örüntü elde edilmektedir. Özellikle yaşamın ilk aylarında bu etkinin en fazla olması sebebiyle multifrekans, özellikle de yüksek frekans prob ton ile yapılacak ölçümler önerilmektedir (55). Bunun en önemli sebebi yenidoğanlarda orta kulağın alçak frekanslarda kütle etkisi altında olmasıdır. Oysa yaşın ilerlemesiyle çocuklarda ve yetişkinlerde sertlik etkisi daha baskın hale gelmektedir. Yetişkinlerle yapılan çalışmalarda ise yaşla beraber gelen değişimin anlamlı düzeyde olmadığı belirtilmektedir (56). Şahin (2015), 20-49 yaş aralığında normal işitmeye sahip kulaklarda immitansmeri, GBT ve absorbands sonuçlarının yaş

ile değişmediğini belirtmiştir (57). Bebek ve çocuklarda GBI ölçümünde maturasyonun etkisine ilişkin olarak yapılan değerlendirmede 1. ay, 3. ay, 6. ay, 12. ay, ve 24. ayda ölçümler yapılmış, 0.125–10.7 kHz aralığında değerlendirilen enerji reflektans değerlerinde farklılık görüldüğü ve en büyük değişikliğin ise yaşımanın ilk 6 ayında görüldüğü belirtilmiştir (58). Bu konuda yapılan ve yetişkin grubun da alındığı bir diğer çalışmada ise yaşımanın ilk 6 ayında GBI değerlerinin yetişkinlerde elde edilen değerlerden anlamlı derece farklı olduğu ve bu farklılığın 0.5 kHz altındaki frekanslarda daha belirgin olduğu vurgulanmaktadır (55). Hunter ve diğerleri de (2013) dış kulak kanalı ve orta kulağın doğumda henüz gelişimini tamamlamadığı ve özellikle ilk 6 ay boyunca gelişmeye devam ettiğini belirterek, GBI ölçümlerinde 0-1 yaş aralığındaki bebekler için yaşa özgü normların kullanılması gerektiğini vurgulamışlardır (70). Bu çalışmada bireylerin yaş aralığının 3-40 yaş olması, yaşımanın ilk yıllarında çok daha belirgin görülen maturasyon etkisi altında kalmadan ölçüm yapılmasına imkan vermiştir.

Konjenital kulak anomalilerinin görülme sıklığı cinsiyetlere göre farklılık göstermektedir. Kulak anomalilerinin kadınlara oranla erkeklerde daha sık görüldüğü bildiren (18) çalışmalar olmakla birlikte Shama (2012) iç kulak anomalilerinin kadınlarda erkeklere oranla daha sık görüldüğünü belirtmiştir (29). Bu araştırmada gruplardaki toplam kadın erkek oranları sırasıyla % 51.4 (53 birey) ve %48.6'dır (50 birey). Hasta gruplarındaki kadın erkek oranları ise sırasıyla %51.1(45 birey) ve % 48.9'dur (43 birey). Oranlar arasında çok büyük farklılık olmakla birlikte kadınlara ait oranın daha yüksek olduğu görülmektedir.

Konjenital kulak anomalileri, sol kulağa kıyasla sağ kulakta daha sık rastlanmaktadır (18). Çalışmalarda dış ve orta kulak malformasyonlarının sağ tarafi etkileme oranları %58- 61 olarak belirtilmektedir (9). Literatürdeki verilere benzer şekilde, bu çalışmada hasta grubunda değerlendirilen kulakların % 54.8 (86 kulak)'sı sağ, %45.2 (71 kulak)' si ise sol kulak idi. Anomalilere, koklear aplazi grubu hariç tüm gruplarda sol kulakta daha sık rastlanmıştır. Koklear aplazi grubunda ise kulaklara göre sayı neredeyse eşitti. Değerlendirilen kulak sayısının 21 olduğu koklear aplazi grubunun bu bulgusunun incelenmesi için daha geniş örneklemliler incelemelere ihtiyaç vardır.

Anomalilerin tespitinde klinik muayene, radyolojik testler, genetik muayene ve radyolojik görüntüleme yöntemleri kullanılmaktadır (9). Radyolojik görüntüleme yöntemleri olan MR ve BT görüntüleme, anomalilerin belirlenmesinde önemli bir değer taşımaktadır (2, 9). İç kulak anomalisi şüphesi ile radyolojik görüntüleme yapılan hastaların %25'inde işitme kaybının yanı sıra iç kulak anomalisi olduğu, BT ve MR görüntüleme kullanılarak %35 olguda iç kulak anomalisinin belirlendiği ve MR'ın ince detayları daha iyi gösterdiği bildirilmektedir (9). İç kulak anomalilerinin tespiti çok önemli çünkü bazı iç kulak anomalilerinde kafa travmasının ardından işitme kaybı gelişebilmekte, bazı kişiler menenjit riski taşıyabilmekte ve bunlara ek olarak koklear implant cerrahisinde yaklaşım değişiklik gösterebilmektedir (76). BT ve MR görüntüleme, iç kulak anomalilerin teşhisi ve anomali tipinin belirlenmesine olanak sağlamaktadır. İç kulak anomalilerinin tespiti için her iki yöntemin birbirini tamamlar şekilde kullanımı önerilmektedir (2, 9). Bu araştırmada iç kulak anomalisi tanısı almış hastaların klinik muayene notları ile MR/BT raporları incelenmiştir. Anomalinin tipi ve anomalinin hangi kulakta bulunduğu dair bilgiler raporlardan elde edilmiştir.

Dış ve orta kulak fonksiyonlarının değerlendirilmesinin iki önemli sebebi vardır. İlki, bu yapılardaki disfonksiyonun sıklıkla yapısal değişiklikler sonucunda ortaya çıkmasıdır ki bunlar medikal veya cerrahi yöntemlerle çözülebilmektedir. İkincisi ise dış ve orta kulak yapılarının fonksiyonel değişikliklerinin sıklıkla iletim tipi işitme kaybına yol açmasıdır. İşitme değerlendirmesinde temel amaç mevcut durumu ortaya koymak ve olası bir işitme kaybına uygun müdahalenin yapılmasını sağlamak ve medikal tedaviye cevap verebilecek boyutta olup olmadığı belirlenmektedir (34). Bu nedenle işitsel değerlendirmede hedef, test bataryası kullanılarak tüm işitsel sistemin fonksiyonlarını değerlendirmektir. Test bataryasının önemli bir parçası olan immitansmetrik değerlendirme ise dış ve orta kulak fonksiyonlarının ortaya konulmasında son derece değerlidir.

Bu alanda yapılan çalışmaların ve deneyimlerin artması ile iç kulak disfonksiyonlarının tanısında da immitansmetrik ölçümlerin yeri tartışılmaya başlanmıştır (63, 72). Bu görüşlerden yola çıkarak iç kulak anomalilerinin ayırt edici özelliklerinin ortaya konulmasında da immitansmetrik değerlendirmenin önemli bilgiler vereceği düşünülmektedir.

Bu çalışmada farklı iç kulak anomalilerinde GBT bulguları ortaya konulmuştur. Beş anomali grubuna ait veriler özetleyici şekilde sunulmuş ve kontrol grubu verileri ile karşılaştırılarak analiz edilmiştir. Analiz edilen parametreler TTB, V_{ek} , Y_{tm} , TG, RF, absorbans ve A-GBT değerleri olarak sıralanmaktadır.

Çalışmada değerlendirilen parametrelerden biri olan timpanogramın tepe noktasının oluştuğu kulak kanal basıncı (TTB), dolaylı yoldan orta kulak basıncını göstermektedir. Bu çalışmada TTB değerleri analiz edildiğinde, kontrol grubunda elde edilen değerlerin normatif değerlerin belirlendiği Shahnaz ve Davies 'in (2006), Şahin'in (2015) ve Polat ve diğerlerinin (2015) aynı basınçta ölçtükleri değerlerle uyumlu olduğu görülmüştür (57, 62, 64) . Her bir anomali grubunda ise elde bulguların normal sınırlarda olmakla birlikte negatif basınçta tepe noktasının elde edilmiş olması dikkati çekmiştir. En büyük farklılığın ise labirentin aplazi grubu (5. Grup) ile kontrol grubu (6. grup) arasında olduğu görülmüştür. Merchant (2008) , üçüncü pencere lezyonları ile ilgili olarak normal timpanik zar ve normal havalandırılan orta kulak bulgularına rağmen, iç kulak anomalilerinin (LVA ve IP-III dahil) iletim patolojisine neden olduğunu ve normal kulak zarına rağmen elde edilen bulguların iç kulaktaki yapısal bozukluğun etkisinden kaynaklanabileceğini belirtmiştir (63). Kontrol grubundan farklı olarak tüm anomali gruplarında TTB'nin negatif basınçta oluşması da iç kulak yapılarındaki bozukluklarından kaynaklanmış olabileceğini akla getirmiştir

Eşdeğer kulak kanalı hacmi (V_{ek}), dış kulak kanalı hacmi ve zarın bütünlüğü ile ilgili bilgi veren bir parametredir. Roup ve diğerleri (1998) 20-30 yaş aralığında yaşın V_{ek} üzerinde etkisinin olmadığını bildirirken (69), Wiley ve diğerleri (2005) V_{ek} 'nin yaşla arttığını ve bu artışın erkeklerde kadınlara kıyasla daha büyük oranda olduğunu bildirmektedirler (77). Wahab ve diğerleri (2009), 19–25 yaş aralığında 96 birey ve toplam 154 kulakta yaptıkları çalışmada V_{ek} değerini erkek ve kadın için sırasıyla 1.48 cm^3 ve $V_{ek} 1.12 \text{ cm}^3$ olarak bildirmişler ve erkeklerde anlamlı derecede yüksek olduğunu vurgulamışlardır (68). Çalışmada V_{ek} verilerinin analizinde labirentin aplazi hastaları ile kontrol grubu, labirentin aplazi ile IP-II hastaları, IP-II ile hipoplazi hastaları, IP -I ile IP-I hastaları ve IP-II ile koklear aplazi hastaları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p<0.05$) bulunmuştur. Sonuçların

istatistiki olarak anlamlı çıktığı bu gruplarda labirentin aplazi ve koklear aplazi hastalarından oluşan grupların yaş ve cinsiyet yönünden eşleşmiş olmasına rağmen labirentin aplazi hastalarında V_{ek} anlamlı derecede düşük bulunmuştur, bu sonuç labirentin aplazide iç kulak yapılarının olmayışının kulak kanalı hacmine yansıdığını düşündürmüştür. Buna ek olarak, çalışma gruplarının yaş ortalaması incelendiğinde kontrol grubu ve IP-II hastalarının yaş ortalaması ve en küçük-en büyük yaşın birbirine en yakın gruplar olduğu görülmektedir. Yaş yönünden eşleşmiş ve diğer gruplara göre yaş değerleri daha büyük olan bu gruplarda elde edilen volüm değerlerinin diğer gruplardan yüksek olduğu görülmüştür. Bu veri de yaşın V_{ek} değerini etkilediğini bildiren literatür ile uyumludur (43, 77).

Kompanse edilmiş statik akustik admitans (Y_{tm}), timpanogramın tepe basıncı referans alındığında, kulak zarının lateral yüzündeki akustik admitans değerini tanımlamaktadır. Ölçülen toplam admitanstan dış kulak kanalının admitansının çıkarılmasıyla elde edilen *peak* Y_{tm} , orta kulağın admitansını ifade etmektedir. Literatürde Y_{tm} parametresine ilişkin çok farklı bilgiler yer almakta bu parametrenin yaşla azaldığını veya hiç değişmediğini bildiren çalışmalar bulunmaktadır. Gates ve diğerleri (1990), Y_{tm} 'nin yaş ile birlikte azaldığını ancak bu değişimde cinsiyet farkı bulunmadığını belirtirken, Golding ve diğerleri (2007), ortalama *peak* Y_{tm} değerinin sadece sol kulakta yaş ile birlikte azaldığını ve bu azalmanın erkeklerde daha büyük oranda olduğunu belirtmişlerdir (56), Wiley ve diğerleri (2005) 5 yıllık değişimi inceledikleri çalışmalarında *peak* Y_{tm} 'nin sağ ve sol kulak için anlamlı derecede arttığını belirtmişler ve bu artışın erkeklerde daha çok olduğunu vurgulamışlardır (77). Wahab ve diğerleri (2009) , 19–25 yaş aralığında 96 birey ve toplam 154 kulakta yaptıkları çalışmada Y_{tm} değerlerini erkek ve kadın için sırasıyla 0.81 mmho ve 0.63 mmhos olarak bulmuşlar ve erkeklerdeki değer anlamlı derecede yüksek olduğunu belirtmişlerdir (68). İletim tipi işitme kayıplarında Y_{tm} parametresinin değerlendirildiği çalışmalarda çok düşük değerlerdeki Y_{tm} , efüzyonlu otitis media düşündürdüğü belirtilmektedir (68). Bu çalışmada elde edilen Y_{tm} parametresine ilişkin verilerin analizinde IP-II ile hipoplazi hastaları, IP-II ile IP-I hastaları, IP-II ile koklear aplazi hastaları ve IP-II ile labirentin aplazi hastaları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$). Bu grup içerisinde en yüksek Y_{tm}

değeri IP-II hastalarında elde edilirken en düşük Y_{tm} değeri labirentin aplazi hastalarında elde edilmiştir. Bu bulgular labirentin aplazisinin efüzyona benzer bir etki ile Y_{tm} değerlerini değiştirirken IP-II' nin de kemikçik zincir fiksasyonuna benzer bir etki yarattığını göstermektedir. Yaş ortalaması göreceli olarak yüksek olan IP-II ve kontrol grubunun Y_{tm} değerlerinin diğer grup sonuçlarından yüksek olmasında yaşın da etken bir faktör olabileceği düşünülmüştür. Literatürde yaş etkisi her ne kadar net tanımlanmasa da, yaş eşlemesi olduğu görülen koklear aplazi ve labirentin aplazi gruplarının Y_{tm} sonuçlarının da farklı olması dikkat çekmiştir. Labirentin aplazide Y_{tm} 'nin anlamlı derecede düşük oluşu bu anomalinin yapısal etkisinden kaynaklandığını düşündürmüştür.

Timpanogramın iki tarafında yarı yükseklikte ölçülen genişliğini ifade eden timpanometrik genişlik (TG), eğrinin eğimi ile ilgili bilgi vermektedir. Wahab ve diğerleri (2009), 19–25 yaş aralığında erkek ve kadın için TG değerini sırasıyla 113.67 daPa ve 98.04 daPa olarak belirtmiş ve aradaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını vurgulamışlardır (68) . Feeney ve Sanford (2004) genç (18-28 yaş) ve yaşlı (60-85 yaş) grupları karşılaştırdıkları çalışmalarında gruplar arasında TG değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığını ve TG'nin yaştan etkilenmediğini bildirmişlerdir (78). Buna karşın Holte (1996) TG'nin yaş ile arttığını, Y_{tm} ve TG arasında da güçlü negatif korelasyonun olduğunu bildirmiştir. Normal kabul edilen değerleri aşacak şekilde geniş TG olması, efüzyonlu otitis media'yı işaret ederken, TG nin dar olması ise kemikçik zincirin sertliğine işaret etmektedir (68). Çalışma verilerinin analizinde TG parametresinin tüm hasta gruplarında kontrol grubundaki verilerle anlamlı farklılık göstermediği görülmüştür ($p>0.05$). Bunun yanı sıra TG parametresinin tüm hasta gruplarında kontrol grubuna göre göreceli olarak geniş olduğu diğer bir deyişle hasta gruplarında timpanogramın daha basık olduğu da dikkati çekmiştir. Elde edilen bu bulguların Feeney ve Sanford (2004)'un bulguları ile uyumlu olduğu görülmüştür (78). Literatürde patolojik gruplarla yapılan çalışmalar dikkate alındığında bu parametrenin orta kulak patolojilerini değerlendirmede daha etkili olduğu, bu çalışmada değerlendirilen iç kulak anomalilerine ilişkin ayırt edici bir bulgu sağlamadığı görülmüştür.

Rezonans frekansı (RF) sertlik ve kütle komponentlerinin dengede olduğu frekansı ifade etmektedir. Orta kulak kütle etkisine girdiğinde, RF alçak frekanslara doğru kaymakta, orta kulakta sertlik etkili olmaya başladığında ise RF'nın yüksek frekanslara doğru kaydığı görülmektedir (39). Orta kulak sisteminin transfer özelliğindeki değişiklikleri kolaylıkla yansıtan RF normatif veri eksikliği yüzünden etkin kullanılmaktadır. Sezin ve diğerleri (2013), yetişkinlerde yaptıkları çalışmada ortalama rezonans frekansını 999.6 ± 134.9 Hz. olduğunu kadınlarda sol kulakta erkeklerde ise sağ kulakta daha yüksek değerde olduğunu belirtmişler, kulak ve cinsiyete göre RF değerinin değişiklik gösterebileceğini vurgulamışlardır (67). Uchida ve diğerleri (2000) RF'nin yaş ile değişmediğini bildirmiştir (79).

Valvik ve diğerleri (1994), 100 normal ve 28 patolojik kulağa ait RF değerlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında timpanik membran patolojisi, pre-operatif otoskleroz ve post-operatif otoskleroz olmak üzere üç patolojik grubu incelemişlerdir. Sonuç olarak normal kulakların rezonans frekansının 350 Hz - 1750 Hz (ortalama 1049 Hz) arasında olduğunu, gruplar arasında farklılıklar olmakla birlikte otosklerotik kulaklarda RF değerinin yüksek çıktığı (ortalama 1238 Hz) post operatif kulakların ise daha düşük RF (ortalama 692 Hz) gösterdiğini ortaya koymuşlardır (66). Shanks'ın (1984) belirttiğine göre orta kulak efüzyonu, otoskleroz, kemikcik zincir adezyonu ve timpanik membran retraksiyonu gibi bazı patolojiler RF'nin artmasına neden olurken ekstrenal otitis, seröz otitis media, timpanik membrane patolojileri, ve kemikcik zincir kopuklukları da RF değerlerini azaltmaktadır (65).

RF, kokleanın mekanik impedansından da etkilenmektedir. Literatürde multi-frekans timpanometrinin LVAS'nin tanılanmasında yardımcı olabileceği vurgusu da yapılmaktadır. LVAS'de endolenfatik boşluk artarken, koklear iç yapılarıdaki impedansın da azalması daha düşük RF değerine sebep olmaktadır (72). LVAS'de stapes tabanındaki mekanik impedansta endolenf miktarındaki artış üçüncü pencere etkisi olarak isimlendirilmekte ve bütün sistemin RF değerinin azalmasına neden olmaktadır (71, 72). Bir diğer deyişle, RF kokleanın mekanik impedansından etkilenebilmekte ve LVAS'nin tanısında yardımcı olabilmektedir (72). Merchant (2008) , üçüncü pencere lezyonları ile ilgili olarak normal timpanik zar ve normal havalanan orta kulak bulgularına rağmen, iç kulak anomalilerinin (LVA ve IP-III

dahil) iletim patolojisine neden olduğunu ve normal kulak zarına rağmen elde edilen bulguların iç kulaktaki yapısal bozukluğun etkisinden kaynaklanabileceğini belirtmiştir (63).

Rezonans frekansını (RF) değerleri analiz edildiğinde gruplar arasında sayısal farklılık bulunmakla birlikte istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadığı görülmüştür ($p < 0.05$). Ancak, orta kulağın en kolay şekilde sesleri geçirdiği frekansı ifade eden bu değer için labirentin aplazi grubu 2380 Hz ile kontrol grubu ve diğer tüm gruplardan çok daha yüksek bir sonuç ortaya koymuştur. Bu hasta grubu dışındaki tüm hasta gruplarında ve kontrol grubunda ise RF ortalamaları 1147-1290 Hz arasında elde edilmiştir. Bu veri, iç kulak anaomalilerinde RF parametresi yönünden de labirentin aplazisinin daha baskın olduğunu düşündürmektedir. Daha önce bahsedildiği üzere LVAŞ'de koklear iç yapılardaki impedansın azalmasının daha düşük RF değerine sebep olduğu bildirilmektedir (72). Bu bilgi gözönüne alınarak, labirentin aplazisinde iç kulak yapılarının olmamasının stapesin tabanındaki impedansı artırarak RF değerinde yükselmeye neden olabileceği akla gelmektedir.

Geniş bant immitans ölçüm sistemleri, ilk olarak araştırma projesi olarak geliştirilmiştir (38). Günümüzde değişik markalarda ve farklı ölçüm parametreleri olan cihazlar bulunmakta ve bunların bir kısmının deneysel amaçlı bir kısmı klinik amaçlı kullanılmaktadır. Bununla birlikte absorbans/reflektans ölçümlerin çoğunlukla 200 Hz-8000 Hz aralığında yapıldığı görülmektedir. Bu çalışmada timpanometrik tepe basıncında ve ortam basıncında absorbans ölçümleri 226-8000 Hz aralığında (107 frekans noktasında) gerçekleştirilmiştir. Geniş bant timpanometre, giden enerjinin %90 normatif aralıkta ne kadar miktarda emildiğini/yansıtıldığını (0 ila 1.0 değeri arasında) gösteren GBA/GBR ölçümleri yapılmaktadır. Absorbans /reflektans miktarı normatif veriler göz önüne alınarak yorumlanmaktadır. Hem pediatrik hem de yetişkin grupta GBA ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır. Yetişkinlerle yapılmış çalışmalarda frekansın bir fonksiyonu olarak absorbans konfigürasyonu tanımlanmıştır. Margolis ve diğ. (1999) yetişkinlerde, absorbans değerlerinin iki noktada (1200 Hz ve 3500 Hz.) maksimuma ulaştığını, 1200 Hz'den alçak frekanslarda ve 3500 Hz'den yüksek frekanslarda tekrar düştüğünü belirtmişlerdir (51). Diğer yandan, Zhao ve diğ. (2008) normal yetişkin

kulakta üç çeşit GBA konfigürasyonu tanımlamışlar ve konfigürasyondaki farklılığı dış ve orta kulağın rezonans özelliğine atfetmişlerdir (61). Şahin (2015) 120 normal işiten yetişkinle yaptığı çalışmada hem basınçlı hem de basınçsız absorban değerlerinin 300 Hz yakınlarından itibaren 1200 Hz yakınlarına kadar artış gösterdiğini, 3000 Hz yakınlarından itibaren tekrar azalmaya başlayan değerlerin 4200 Hz yakınlarında belirgin bir çentik oluştuğunu bildirmiştir (57). Literatürde absorban ölçümündeki frekans değerleri farklılık göstermekle birlikte bir çok normatif çalışmada, tüm yaş gruplarında, absorbanın 1000 Hz'den düşük frekanslarda ve 4000 Hz'den yüksek frekanslarda çok düşük olduğu, yaklaşık 1000 Hz ve 4000 Hz arasında ise en yüksek değere ulaştığı gösterilmektedir (47, 51, 55). Çocuklarda GBA sonuçlarını inceleyen çalışmaların çok daha sınırlı olduğu görülmektedir. Beers ve diğerleri (2010) çocuklarda normatif verileri bildirmişlerdir (60). Literatürde orta kulak disfonksiyonu olan çocuklardan elde edilen veri ile normatif verilerin kıyaslandığı çalışmalara da rastlanmaktadır (59, 51). Jeng et al. (1999) 2,5 ila 5 yaş arasındaki çocuklarda elde ettiği GBA ölçüm sonuçlarının literatürdeki yetişkin verilerine benzediğini bildirmiştir. Bu çalışmada kontrol grubundaki bireylerden elde edilen absorban değerlerinin konfigürasyonu incelendiğinde, değerlerin 297 Hz noktasından 1059 Hz noktasına kadar hızla arttığı, 1681 Hz ile 4362 noktasına kadar hafif dalgalanmalarla düz olarak devam ederken bu noktadan sonra 4896 Hz noktasında minimal bir tepe yapıp 8000 Hz' e kadar azalarak ilerlediği görülmüştür. Bu bulgular, Feeney ve diğerlerinin (2003), Margolis ve diğerlerinin (1999), Sanford ve Feeney'nin (2008) bulguları ile benzerlik göstermektedir (47, 51, 55).

Çalışmalar, ortam basıncında absorban ölçümlerine kıyasla, timpanometrik tepe basıncında absorban ölçümlerinin orta kulak patolojilerine daha duyarlı olduğunu göstermektedir (59). Diğer bir ifadeyle geniş bant timpanometri, frekans ve hava basıncının birleşik fonksiyonu olarak ölçüm yapıldığında, ortam basıncındaki ölçüme kıyasla daha fazla bilgi sunmaktadır (50, 51, 55). Bu çalışmada kontrol grubuna ait ortam basıncı ve timpanometrik tepe basıncındaki absorban değerleri incelendiğinde, bu iki ölçüm sonuçları arasında fark olmadığı görülmüştür ki bu bulgu Keefe ve diğerleri (2012) ve Şahin'in (2015) çalışmalarındaki sonuçlara benzerdir (52,57) . Timpanometrik tepe basıncında absorban, zarın her iki

tarafındaki basınç farkının 0 daPa olduğu, dolayısıyla zarın nötralde olduğu noktada kaydedilen absorbands değeridir. Ortam basıncında absorbands, dış kulak kanal basıncı değiştirilmeden yapılan ölçümle kaydedilmektedir. Bu çalışmada kontrol grubunda elde edilen ortam basıncında ve timpanometrik tepe basıncında absorbands ölçüm sonuçları arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmaması ($p>0.05$), sağlıklı orta kulaklarda normal sınırlarda oluşan pozitif veya negatif basınçın absorbands üzerinde etkisinin olmadığını fikrini desteklemektedir. Hasta gruplarına ait ortam basıncı ve timpanometrik tepe basıncında absorbands ölçümlerine ilişkin verilerin analizinde ise farklılık olduğu görülmüştür ($p<0.05$). Hipoplazi, IP-I, IP-II ve koklear aplazi gruplarının bulguları birbirine benzer şekilde yaklaşık olarak 300 Hz-2000 Hz arasında birbirlerinden farklılık göstermiş ve bu aralıkta ortam basıncında ölçülen absorbands değerleri daha düşük elde edilmiştir. Labirentin aplazi grubu ise bu parametrede de diğer anomalilerden farklılığını ortaya koymuştur. Labirentin aplazi grubunun ortam basıncında ve timpanometrik tepe basıncında absorbands ölçümleri kıyaslandığında değerlerin, 1681 Hz ile 4361 Hz aralığında farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Bu bulgu, iç kulak yapılarının bulunmadığı en şiddetli iç kulak anomalisi olan labirentin aplazisinde absorbands değerlerinin timpanometrik tepe basıncından etkilendiğini göstermektedir. Liu ve diğerleri (2008) çalışmalarında alçak frekanslarda ortam basıncındaki absorbands değerlerinin timpanometrik tepe basınçtaki absorbands değerlerinden düşük olmasının, probun yerleştirilirken dış kulak kanalındaki havayı sıkıştırmasına bağlı olarak meydana gelen pozitif basıncın zar esnekliğinde oluşturduğu azalmadan kaynaklandığını savunmuştur (50). Oysa ki bu çalışmada diğer dört anomali grubu benzer frekanslarda etkilenim gösterirken labirentin aplazisi grubu farklı frekanslarda ölçümler arası farklılık göstermiştir. Bu durum, Liu ve diğerlerinin (2008) önermesinin aksine, bu iki ölçümün farklı bilgi sağlayabileceği fikrini akla getirmektedir (50). Diğer bir ifade ile, timpanometrik tepe basıncındaki ve ortam basıncındaki ölçümlerin patolojinin özelliğine bağlı olarak ayırt edici bilgi sağlayabileceği düşünülmektedir. Farklı patoloji ve disfonksiyonlarda ortam basıncında ve timpanometrik tepe basıncında absorbands ölçümlerinin ayırt edici özelliklerinin olup olmadığının araştırılacağı çalışmalara ihtiyaç vardır.

Kullanımı yeni yeni yaygınlaşmaya başlayan averajlanmış geniş bant

timpanogram (A-GBT), üç boyutlu timpanogramda 375-2000 Hz aralığındaki absorbans değerlerinin ortalanan olarak gösterildiği iki boyutlu grafikdir. A-GBT verileri analiz edildiğinde, tüm anomali gruplarında tepe basıncındaki amplitüdler kontrol grubundan daha düşük seviyede elde edilmiştir ($p<0.05$). Bu parametrede hipoplazi, IP-I ve koklear aplazi gruplarına ilişkin veriler birbirine benzerlik gösterirken labirentin aplazisi grubundaki veriler ise tüm diğer gruplardan farklılık gösterecek şekilde basık tepeli olarak elde edilmiştir ($p<0.05$). Absorbans değerlerinin azalmış olarak bulunması labirentin aplazisinde orta kulağın sertlik etkisinin artmış olduğuna işaret etmektedir. A-GBT’de absorbans değerlerinde belli basınç aralıklarında gruplar arasında anlamlı farklılık elde edilmisi iç kulak yapılarındaki farklılık nedeniyle kulağın farklı etkiler altında kaldığını göstermiştir.

GAI ile ilgili literatüre bakıldığında, çalışmaların farklı orta kulak patolojilerinde GBA ölçümlerinde yoğunlaştığı ve patolojilere özgü bulgular verildiği görülmektedir. Feeney ve diğerleri (2009) kadavra kulaklarda kemikçik zincir kopukluğunun ve tekrar onarılmasının absorbansı nasıl etkileyeceğini araştırmışlar ve kemikçik zincir kopukluğunun tüm kadavralarda merkezi 561 Hz-841 Hz frekans aralığında değişen keskin bir tepe oluşmasına neden olduğunu, kopukluğun onarıldığında ise bu durumun düzeldiği belirtmişlerdir (80). Keefe ve diğerleri (2012), 3-8 yaş aralığında orta kulak effüzyonu olan hastalarda absorbans ve 226-Hz timpanometri parametrelerini inceledikleri çalışmalarında iletim patolojisi olan kulaklarda 0.7-8 kHz aralığında daha düşük absorbans elde ederken 0.6 kHz in altındaki bölgede absorbans açısından farklılık elde etmediklerini belirtmişlerdir (52). Buna ek olarak, hem ortam basıncında hem de timpanometrik tepe basıncında GBA’nın 226 Hz TG ve 226 Hz Y_{tm} magnitudüne kıyasla iletim tipi işitme kaybını çok daha iyi tahmin ettiğini ortaya koymuşlardır. Ellison ve diğerleri (2012), orta kulak effüzyonunda ortam basıncında absorbans ölçümlerini incelemiş ve effüzyon olan kulaklarda absorbansın düştüğünü belirtmişlerdir. Orta kulak effüzyonunda absorbans ölçümünde en hasas frekans aralığının 0.8 - 2 kHz olduğunu belirtmişlerdir (81). Hunter ve diğerleri (2013), orta kulak enfeksiyonu cerrahi olarak doğrulanmış bebek ve çocuklarda etkilenen kulakta orta frekanslarda (1- 3 kHz) daha düşük absorbans değeri elde edildiğini bildirmişlerdir (70). Literatürde GAI ile ilgili çok sayıda çalışma olmasına rağmen iç kulak anomalilerinde GAI

ölçümleri ile ilgili yapılmış çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmanın sonuçları incelendiğinde, GBT parametrelerine ilişkin farklı iç kulak anomalilerine özgü özellikler olduğu görülmüştür. Çalışmada değerlendirilen anomaliler ve ölçülen parametrelerin yanı sıra, ileriye yönelik farklı anomali gruplarında cinsiyetin ve yaşın da değişken olarak alındığı çalışmaların planlanmasının değerli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Orta kulak fonksiyonlarını değerlendirmede etkili bir yöntem olan GBT ile ilgili literatürde bir çok araştırma yer almaktadır. Bu çalışmalarda farklı cihazlar ve teknikler kullanıldığı görülmektedir. Test-tekrar test güvenilirliği gösteriyor olmasına rağmen, GBT ile ilgili bir sınırlılık çalışmalarda sonuçların çeşitlilik gösteriyor olmasıdır. Ayrıca, absorbans grafiğinde bütün noktadaki (107 frekandaki) absorbans değerlerinin tümünün bilinmesi, incelenmesi ve yorumlanması zaman ve enerji tasarrufu açısından avantajlı değildir. Bu nedenle klinik işleyişte kolaylık sağlaması açısından belirli frekanslara ait normatif verilerin bilinmesi analizleri kolaylaştıracaktır.

Konjenital işitme kayıplarının değerlendirilmesinde ve müdahalesinde ekip çalışması çok önemlidir. Konjenital sensörinöral işitme kayıplarının etiolojisinde iç kulak anomalileri %20'lik oranla önemli bir yer tutmaktadır (7). Bu nedenle odyolojik değerlendirmede doğru test bataryasının kullanılmasıyla edinilen bilgiler klinisyenlere yol gösterici olmaktadır. Bu durum, iç kulak anomalileri ile ilgili olarak farklı disiplinlerdeki klinisyenlerin birlikte çalışmasının tanı açısından önemini göstermektedir. Tanıdaki yanlışlıklar ya da gecikmeler bu hastaların işitsel uyarandan yoksun kalmalarına ve uygun rehabilitasyon seçeneğinin kullanımında vakit kaybına yol açmaktadır.

Değerlendiren hekimin deneyimin çok önemli olduğu iç kulak anomalilerine yönelik çalışmaların artması bu alanda doğru ve erken tanının yanı sıra deneyimlerin artmasına da yol açacaktır. Bu hastalarda KBB muayenesi, radyolojik görüntüleme ve odyolojik değerlendirmeye ilişkin klasik yaklaşımların yanı sıra güncel yaklaşımlar da kullanılmalıdır.

Sonuç olarak, odyoloji kliniklerinde en çok değerlendirilen grup içinde yer alan konjenital işitme kayıplı hastaların değerlendirilmesinde, GBT'nin test bataryası

içine alınarak etkin kullanımı ile elde edilecek veriler bu hastalara ilişkin bulguların yorumlanmasında ve ayırıcı tanısında değerli ve destekleyici bilgiler sağlayacaktır.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada iç kulak anomalilerinde GBT bulguları incelenmiştir. Bulgular kontrol grubundaki normal işiten bireylerin verileriyle kıyaslanmıştır. Hasta gruplarında iç kulak anomalilerinin anatomik/yapısal özellikleri sebebiyle GBT sonuçlarında farklılıklar olduğu görülmüştür. Orta kulak fonksiyonlarının değerlendirildiği GBT ölçümlerinde elde edilen sonuçlar orta ve iç kulak yapılarının fonksiyonel bütünlüğüne işaret etmektedir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre;

- 1) Anomali gruplarına ait sonuçlar ile kontrol grubu sonuçları arasında önemli farklılıklar elde edilmiştir.
- 2) Anomali gruplarına ait sonuçlar kendi aralarında da farklılık göstermiştir
- 3) En büyük farklılık, iç kulak yapılarının hiç gelişmediği labirentin aplazi grubunda görülmüştür.
- 4) Değerlendirilen anomali grupları içinde IP-II grubunda bazı parametreler açısından kontrol grubu sonuçlarına en benzer sonuçlar elde edilmiştir.
- 5) Absorbans ölçümünde özellikle yüksek frekanslarda kontrol grubu ile tüm anomali grupları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmüştür.
- 6) İç kulak anomalilerinde farklı prob ton uyarılarla yapılacak ölçüm sonuçlarının karşılaştırılacağı çalışmalar değerli bilgi sağlayacaktır.
- 7) Anomali olan kulaklarda ameliyat öncesi ve sonrası GBT parametrelerinin araştırıldığı çalışmaların bu konuda önemli bilgi sağlayacaktır.
- 8) Bu çalışmada incelenemeyen diğer iç kulak anomalilerine ilişkin GBT parametrelerinin araştırıldığı çalışmalara ihtiyaç vardır.
- 9) Çok kolay ve hızlı ölçüm yapan GBT'nin klinik kullanımının yaygınlaşmasında sonuçların da hızlı değerlendirilebileceği yazılım geliştirilmesi önemlidir.

Bu çalışmanın sonunda GBT bulgularının iç kulak anomalilerinin tipine

göre gösterdiği farklılıklar ortaya konularak ve GBT bulgularının iç kulak anomalilerinde ayırt edici özellikleri gösterilmiştir. Bu çalışmada iç kulak anomalilerinin değerlendirilmesinde güncel odyolojik tekniklerin kullanımının önemi vurgulanmıştır. İç kulak anomalilerinin belirlenmesinde odyolojik test bataryasının bir parçası olarak GBT'nin kullanımı önerilmektedir.

Bu çalışma, bu konuda yapılacak çalışmaların planlanmasında yol gösterici olması açısından değerlidir.



KAYNAKLAR

1. Paccola, E.C.M., Fernandes, J.C. ve Mondelli, M.F.C.G. (2013). Amplification by bone conduction in congenital malformations: patient benefits and satisfaction. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 79(3), 359-65.
2. Sennaroglu, L. (2010). Cochlear implantation in inner ear malformations a review article. *Cochlear Implants International*, 11, 4-41.
3. Jackler, R.K., Luxford, W.M. ve House, W.F. (1987). Congenital malformations of the inner ear: a classification based on embryogenesis. *Laryngoscope*, 97, 2-14.
4. Sennaroglu, L. ve Saatci, I. (2002). A new classification for cochleovestibular malformations. *Laryngoscope*, 112, 2230-2271.
5. Sennaroglu, L., Sarac, S. ve Turan, E. (2006). Surgical results of cochlear implantation in malformed cochlea. *Otology & Neurotology*, 27, 615-623.
6. Sennaroglu, L., Ozkan, H.B. ve Aslan, F. (2013). Impact of cochleovestibular malformations in treating children with hearing loss. *Audiology and Neurotology Journal*, 18, 3-31.
7. Sennaroglu, L. (2015). Histopathology of inner ear malformations: Do we have enough evidence to explain pathophysiology? *Cochlear Implants International*. (Basım aşamasında).
8. Schwager, K. (2007). Reconstruction of middle ear malformations. *GMS Current Topics in Otorhinolaryngology - Head and Neck Surgery*, 6, 1-16.
9. Friedrich, S.B. ve Wulke, C. (2007). Classification and diagnosis of ear malformations. *GMS Current Topics in Otorhinolaryngology - Head and Neck Surgery*, 6, 1-21.
10. Huang, B.Y., Zdanski, C. ve Castillo, M. (2011). Pediatric Sensorineural Hearing Loss, Part 1: Practical Aspects for Neuroradiologists. *American Journal of Neuroradiology*, 33, 211-218.
11. Brooks, D.N. (1974). Acoustic Impedance Measurements in Diagnosis. *Proceedings of the Royal Society of Medicine*, 67, 698-702.
12. Burdick, L.M. ve Sun, X.M. (2013). Normative study on wideband tympanometry and energy reflectance in human ears: effects of repetitive measurements. GRASP: Graduate Research and Scholarly Projects. 9.

13. Interacoustic User Manuel. Titan Instruction for Use - GB . Item No. 8100759 Rev. 2 – ver. 09/2013.
14. Castiquini, E.A.T., Silveira, T.S., Shayeb, D.R., ve Meyer, A.S.A. (2006). Audiologic Evaluation in Individuals with Ear Abnormalities. *International archieve of otolaryngology*, 10, 98-103.
15. Swartz, J.D. ve Faerber, E.N. (1985). Congenital malformations of the externaland middle ear: high-resolution CT findings of surgical import. *American Journal of Roentgenology*, 144, 501-507.
16. Joshi, V.M., Navlekar, S.K., Kishore, G.R. Reddy, K.J. ve Vinay Kumar, E. C.. (2012). CT and MR Imaging of the Inner Ear and Brain in Children with Congenital Sensorineural Hearing Loss. *RadioGraphics*, 32,683–698.
17. Jackler, R.K. (2005). Congenital Malformations of the Inner Ear. M.A. Richardson (Ed.). Cummings Otolaryngology–Head And Neck Surgery 4. Edition. China: Mobsy Elsevier.
18. Kiefer, J., Somers, T., ve Arnold, W. (2010). European manual of medicine otorhinolaryngology, head and Neck Surgery. M.B. Sprekelsen, V. Bonkowsky, P.J. Bradley, S. Lurato ve M. Anniko (Ed.). Malformations of the Ear – (33-41). Germany: Springer.
19. Madell, J.R. ve Flexer, C. (2008). Pediatric Audiology Diagnosis Technology and Management. New York: Thieme Medical Publisher.
20. Soylu, A.İ. (2009). ***Sensorinöral İşitme Kayıplı Çocuk Hastalarda İç Kulak Anomalilerinin Saptanmasında Manyetik Rezonans Görüntüleme Tetkikinin Tanı Değeri.*** Doktora tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, İzmir.
21. Dalebout S., (2009). The guide to hearing and hearing loss : assessment, treatment, and prevention. USA: Praeger Publisher.
22. Seikel, J.A., King, D.W. ve Drumright, D.G. (2005). Anatomy & Physiology for Speech, Language and Hearing (3. bs.). USA: Thomson Delmar Learning.
23. Dere, F. (1990). *Anatomi*. Adana: Okullar Pazarı Yayınevi.
24. Esmer, N., Akner, M.N., Karasalihoğlu, A.H. ve Saatçi, M.R. (1995). Klinik Odyoloji. Ankara: Özişik Matbaacılık.
25. Robson, C.D. (2006). Congenital hearing impairment. *Pediatric Radiology Journal*, 36, 309–324.

26. Marangos, N. (2002). Dysplasien des Innenohres und inneren Gehörganges. *HNO Journal*, 50, 866-81.
27. Phelps, P.D., (1992). The basal turn of the cochlea. *The British Journal of Radiology*, 65, 370-374.
28. Zheng, Y., Schachern, P.A., Cureoglu, S., Mutlu, C., Dijalilian, H. ve Paparella, M.M. (2002). The shortened cochlea: its classification and histopathologic features. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 63, 29-39.
29. Shama, A.M.S., (2012). Revisit to congenital anomalies of the inner ear: The spectrum of aplastic/dysplastic labyrinthine malformations (ADLM). A new concept for classification. *The Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine*, 43, 535–542.
30. Ozgen, B., Oguz, K.K., Atas, A. ve Sennaroglu L. (2009). Complete labyrinthine aplasia: clinical and radiologic findings with review of the literature. *American Journal of Neuroradiology*, 30(4), 774-80.
31. Tse, K.S., Chu, K.M., Chiu, L.F., Fan, T.G., Tsang, T.K. ve Kwan, T.L. (2011). Congenital Inner Ear Malformations. *Hong Kong Journal of Radiology*, 14, 118-143.
32. Yiin, R.S.Z., Tang, P.H. ve Tan, T.Y. (2011). PICTORIAL REVIEW Review of congenital inner ear abnormalities on CT temporal bone. *The British Journal of Radiology*, 84, 859–863.
33. Casselman, J.W., Offeciers, E.F., Foer, B.D. ve Kuhweide, R. (2001). CT and MRG Imaging of Congenital Abnormalities of the Inner Ear and Internal Acoustic Canal. *European Journal of Radiology*, 40, 94-104.
34. Stach, B.A., (2010). Clinical audiology: an introduction. USA, Singular Publishing.
35. Glasscock L., M.E., Nissen, A.J., Schwaber, M.K., Jackson, C.G. ve Tennessee. N. (1983). Management Of Congenital Ear Malformations. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*, 92.
36. Lin, J. ve Oghalai, J.S. (2011). Towards an Etiologic Diagnosis: Assessing the Patient with Hearing Loss. *Adv Otorhinolaryngol*, 70, 28–36.
37. American National Standards Institute. (1987). Specifications for instruments to measure aural acoustic impedance and admittance (aural acoustic immittance). New York: American National Standards Institute

ANSI. ANSI R 2012.

38. Hunter L. L., Shahnaz, N. (2014). *Acoustic Immittance Measures Basic and Advanced Practice*. USA: Plural Publishing.
39. Margolis, R.H. ve Goycoolea, H.G. (1993). Multifrequency Tympanometry in Normal Adults. *Ear Hearing*, 14, 6.
40. Hall, J.W. ve Swanepoel, D.W. (2010). *Objective Assessment of Hearing*. USA: Plural Publishing.
41. Mueller, H.G., Hall, J.W. (1998). *Audiologist's Desk Reference: Audiologic Management, Rehabilitation and Terminology*. USA: Engage Learning.
42. Shanks, J. ve Shoher, J. (2009). *Tympanometry in Clinical Practice. Handbook of clinical audiology*. (6.bs). Jack Katz. (Ed) Wolters Kluwer. Lippincott: Williams and Wilkins.
43. Shanks, J.E., Akin, F.W., Johnson E., Murnane O., Noe C., Smith S., Ph.D. Bratt G., Wilson, R.H. (2009). *The audiology primer: for students and professionals*. (3.bs). USA.
44. ASHA. (t.y.). Erişim: 25 Kasım 2015, www.asha.org/policy/RP1988-00027/
45. Shaver, M., D. 2010. ***Wideband Energy Reflectance Measurements: Normative Study And Effects Of Negative And Compensated Middle Ear Pressures***. Doktora Tezi, Wichita State University, USA.
46. Prieve, B.A., Feeney, M.P., Stenfelt, S. ve Shahnaz, N. (2013). Prediction of Conductive Hearing Loss Using Wideband. *Acoustic Immittance. Ear and Hearing*, 34, 54–59.
47. Feeney, M.P., Grant, I.L. ve Marryott, L.P. (2003). Wideband energy reflectance measurements in adults with middle-ear disorders. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 4, 901–911.
48. Aithal, S. 2014. ***Wideband Absorbance Measures in Neonates and Young Infants***. Doktora tezi, The University of Queensland, Avusturalya.
49. Feeney, M.P., Hunter, L.L., Kei, J., Lilly, D.J., Margolis, R.H., Nakajima, H.H. ve diğerleri. (2013). Consensus Statement: Eriksholm Workshop on Wideband Absorbance Measures of the Middle Ear. *Ear and Hearing*, 34, 78–79.

50. Liu, Y.W., Sanford, C.A., Ellison, J.C., Fitzpatrick, D.F., Gorga M.P. ve Keefe, D.H. (2008). Wideband absorbance tympanometry using pressure sweeps: System development and results on adults with normal hearing. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 124, 3708–3719.
51. Margolis, R.H., Saly, G.L. ve Keefe, D.H. (1999). Wideband reflectance tympanometry in normal adults. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 106, 265–280.
52. Keefe, D.H., Sanford, C.A., Ellison, J., Fitzpatrick, D. ve Gorga, M. (2012). Wideband aural acoustic absorbance predicts conductive hearing loss in children. *International Journal of Audiology*, 51, 880-92.
53. Shahnaz, N., Bork, K., Polka, L., Longridge, N. ve Bell, D. (2009). Energy reflectance and tympanometry in normal and otosclerotic ears. *Ear Hear*, 30, 219 – 233.
54. Tympanometry in just seconds. (Basic Multifrequency Tympanometry: The Physical Background by Joachim Gruber). (t.y.). Erişim, 10 Mayıs 2015, <http://www.grason-stadler.com/tymp.html>
55. Sanford, C.A., Feeney, M.P. (2008). Effects of maturation on tympanometric wideband acoustic transfer functions in human infants. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 124, 2106-2128.
56. Nondahl, D.M., Cruickshanks, K.J., Wiley, T.L., Tweed, T.S. ve Dalton, D.S. (2013). 16-year Change in Acoustic Admittance Measures Among Older Adults: Data from a Population-based Study. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 56(6), 1745–1750.
57. şahin, M. 2015. *Sağlıklı Orta Kulağa Sahip Bireylerde Geniş Bant Timpanometri (Gbt) Parametrelerinin İncelenmesi*. Yüksek lisans tezi, Hacettepe Ünüversitesi, Ankara.
58. Keefe, D. H., Bulen, J. C., Arehart, K. H., ve Burns, E. M. (1993). Ear canal impedance and reflection coefficient in human infants and adults. *Journal of Acoustical Society of America*, 94, 2617-2638.
59. Keefe, D., ve Simmons, J. (2003). Energy transmittance predicts conductive hearing loss in older children and adults. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 114, 3217 – 3238.
60. Beers, A.N., Shahnaz, N., Westerberg, B.D. ve Kozak F.K. (2010). Wideband reflectance in normal Caucasian and Chinese school-aged children and in children with otitis media with effusion. *Ear and Hearing*

Journal, 31, 221 – 233.

61. Zhao, F., Lowe, G., Meredith, R. ve Rhodes, A. (2008). The Characteristics of Otoreflectance and Its Test-Retest Reliability. *Asia Pacific Journal of Speech, Language and Hearing*, 11, 1-7.
62. Shahnaz N. ve Davies D. (2006). Standard and multifrequency tympanometric norms for Caucasian and Chinese young adults. *Ear Hear*, 27, 75–90.
63. Merchant, S.N. ve Rosowski, J.J. (2008). Conductive Hearing Loss Caused by Third-Window Lesions of the Inner Ear. *Otology and Neurotology*, 29(3), 282–289.
64. Polat, Z., Baş, B., Hayır, D., Bulut, E. ve Ataş, A. (2015). Wideband Tympanometry Normative Data for Turkish Young Adult Population. *The Journal of International Advanced Otology*, 11(2), 157-219.
65. Shanks, J.E. (1984). Tympanometry. *Ear & Hearing*, 5, 268-280.
66. Valvik, B, Johnsen, M, ve Laukli, E. (1994). Multifrequency tympanometry. *Audiology*, 33, 245- 252.
67. Sezin, R.K., Hızal, E., Erbek, S. ve Özlüoğlu L.N. (2013). Normative values of middle ear resonance frequency in normal hearing adults. *Kulak Burun Bogaz Ihtisas Dergisi*, 23(6), 331-336.
68. Abdul Wahab, N.A. ve Rashid, M.F.N. (2009). Tympanometric values in young Malay adults: preliminary data. *Singapore Medical Journal*, 50(11), 1077.
69. Roup, C.M., Wiley, T.L., Stoppenbach, D.T. (1998). Tympanometric screening norms fo adults. *American Journal of Audiology*, 7, 55-60.
70. Hunter, L.L., Prieve, B.A., Kei, J. ve Sanford, C.A. (2013). Pediatric applications of wideband acoustic immittance measures. *Ear & Hearing*, 34, 36-42.
71. Darrouzet, V., Dulon, D. Ve Franco-Vidal, V. (2007). Multifrequency immittancemetry in experimentally induced stapes, round window and cochlear lesions. *Otology and Neurotology*, 12, 85–100.
72. Sato, E., Nakashima, T., Lilly, D. Ve diğ. (2002). Tympanometric findings in patients with enlarged vestibular aqueducts. *Laryngoscope*, 112, 1642–1646.

73. Blaser, S., Propst, E.J., Martin, D., Feigenbaum, A., James, A.L., Shanon, P. ve Papsin, B.C. (2006). Inner ear dysplasia in common in Children with down syndrome. *Laryngoscope*, 116 (12), 2113-9.
74. Sataloff, R.T. ve Sataloff, J. Hearing Loss (4.bs). New York: Taylor Francis.
75. Gelfand S.A. (2001). Essentials of Audiology, New York: Thieme.
76. Yang, N.W. (2010). Cystic Cochleovestibular Malformation (Incomplete Partition Type 1). *Philippine Journal Of Otolaryngology-Head And Neck Surgery*, 25 (1), 41-42.
77. Wiley, T.L., Nondahl D.M., Cruickshanks K.J. ve Tweed T.S. (2005). Five-year changes in middle ear function for older adults. *Journal of American Academy of Audiology*, 16(3), 129-39.
78. Feeney, M.P. ve Sanford, C.A. (2004). Age effects in the human middle ear: Wideband acoustical measures. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 116, 3546-3558.
79. Chida Y., Nomura H., Itoh A., Nakashima T., Ando F., Niino N. ve Shimokata H. (2000). The effects of age on hearing and middle ear function. *Journal of Epidemiology*, 10, 26-32.
80. Feeney M.P., Grant I.L., Mills D.M. (2009). Wideband energy reflectance measurements of ossicular chain discontinuity and repair in human temporal bone. *Ear Hear*, 30, 391-400.
81. Ellison, J.C., Gorga M., Cohn, E., Fitzpatrick, D., Sanford, S.A. ve Keefe D.H., (2012). Wideband acoustic transfer functions predict middle ear effusions. *Laryngoscope*, 122, 887-894.

EKLER



T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : 16969557 - 750

07 Haziran 2014

ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

Toplantı Tarihi : 25.06.2014 ÇARŞAMBA
Toplantı No : 2014/10
Proje No : GO 14/303 (Değerlendirme Tarihi 04.06.2014)
Karar No : GO 14/303 - 18

Üniversitemiz Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü öğretim üyelerinden Prof.Dr.Aydan GENÇ'in sorumlu araştırmacısı olduğu, Prof.Dr.Gonca SENNAROĞLU, Prof.Dr.Levent SENNAROĞLU, Doç.Dr.Burçe Özgen MOCAN ve Yrd.Doç.Dr.Gamze ATAY ile birlikte çalışacakları Uzm.Ody. Şule KAYA'nın tezi olan GO 14/303 kayıt numaralı ve "İç Kulak Anomalilerinde Geniş Bant Timpanometri Bulguları" başlıklı proje önerisi araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur.

- | | | | | |
|-----------------------------------|----------|---------|--------------------------------------|-------|
| 1.Prof. Dr. Nurten Akarsu | (Başkan) | GÖREVLİ | 9 Prof. Dr. Melahat Görduysus | (Üye) |
| 2. Prof. Dr. Nüket Ornek Buken | (Üye) | GÖREVLİ | 10. Prof. Dr. Cansın Saçkesen | (Üye) |
| 3. Prof. Dr. M. Yıldırım Sara | (Üye) | GÖREVLİ | 11. Prof. Dr. R. Köksal Özgül | (Üye) |
| 4. Prof. Dr. Sevda F. Müftüoğlu | (Üye) | GÖREVLİ | 12. Prof. Dr. Ayşe Lale Doğan | (Üye) |
| 5. Prof. Dr. Cenk Sökmensüer | (Üye) | GÖREVLİ | 13 Doç. Dr. S. Kutay Demirkan | (Üye) |
| 6. Prof. Dr. Volga Bayrakçı Tunay | (Üye) | GÖREVLİ | 14. Prof. Dr Leyla Dinç | (Üye) |
| 7. Prof. Dr. Songül Vaizoğlu | (Üye) | GÖREVLİ | 15. Yrd. Doç. Dr. H. Hüsrev Turnagöl | (Üye) |
| 8. Prof. Dr. Yılmaz Selim Erdal | (Üye) | GÖREVLİ | 16. Av. Meltem Onurlu | (Üye) |