T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇOCUKLARDA ORTA KULAK PATOLOJİSİNİ BELİRLEMEDE GENİŞ BANT ABSORBANS ÖLÇÜMÜNÜN ETKİNLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

EMRAH YILDIZ

KULAK BURUN BOĞAZ HASTALIKLARI
ANABİLİM DALI

ODYOLOJİ YÜKSEK LİSANS TEZİ

İZMİR-2015

DEU.HSI.MSc - 2012970044

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇOCUKLARDA ORTA KULAK PATOLOJİSİNİ BELİRLEMEDE GENİŞ BANT ABSORBANS ÖLÇÜMÜNÜN ETKİNLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

ODYOLOJİ YÜKSEK LİSANS TEZİ

EMRAH YILDIZ

Danışman Öğretim Üyesi: PROF. DR. GÜNAY KIRKIM

DEU.HSI.MSc - 2012970044

Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı, Odyoloji Yüksek Lisans programı öğrencisi Emrah YILDIZ **"Çocuklarda Orta Kulak Patolojisini Belirlemede Geniş Bant Absorbans Ölçümünün Etkinliğinin Araştırılması"** konulu Yüksek Lisans tezini **14.08.2015** tarihinde başarılı olarak tamamlamıştır.

Prof. Dr. Günay KIRKIM
BAŞKAN
DEÜ KBB AD.

Prof. Dr. Taner Kemal ERDAĞ
ÜYE
DEÜ KBB AD.

Prof. Dr. Cem BİLGEN
ÜYE
EGE ÜNİ. KBB AD.

Prof. Dr. Ahmet Ömer İKİZ
YEDEK ÜYE
DEÜ KBB AD.

Prof. Dr. Ahmet Onur ODABAŞI
YEDEK ÜYE
ADÜ KBB AD.

İÇİNDEKİLER

TABLOLAR DİZİNİ…….. ii
ŞEKİLLER DİZİNİ……..... iii
TEŞEKKÜR…….. vi
KISALTMALAR……..... vii
ÖZET…… 1
İNGİLİZCE ÖZET……..... 3
1.GİRİŞ VE AMAÇ…….. 5

2.GENEL BİLGİLER……..... 8
2.1. İşitme ve İşitmenin Yapısı……... 8
2.1.1. İşitme Kaybının Dereceleri ve Tipleri…….. 10
2.1.2. İletim Mekanizması, Dış ve Orta Kulak……..... 11
2.1.3. Orta Kulak Mekaniği……..... 15
2.2. Effüzyonlu Otitis Media…….. 20
2.2.1. EOM'de Orta kulak Mekaniğindeki Değişiklikler…… 21
2.3. Timpanometri……..... 22
2.3.1. Akustik İmmitansmetrinin Fiziksel Prensipleri ve Terminolojisi..... 23
2.3.2. Timpanometride 226, 678 ve 1000 Hz Prob Ton Kullanımı…… 28
2.3.3. Kulak Kanalı Hacmi, Timpanometrik Pik, Orta Kulak Basıncı ve Statik İmmitans…….. 29
2.3.4. 226 Hz Timpanogram Tipleri ve Sınıflandırma…….. 31
2.4. Geniş Bant Timpanometri…… 34
2.4.1. Geniş Bant Reflektans (GBR)……..... 34
2.4.2. Geniş Bant Absorbans (GBA)……..... 35

3.GEREÇ VE YÖNTEM…… 39
3.1. Araştırmanın tipi……..... 39
3.2. Araştırmanın yeri ve zamanı…….. 39
3.3. Araştırmanın evreni ve örneklemi…….. 39
3.4. Araştırma Materyali…….. 40
3.5. Araştırmanın değişkenleri……..... 43
3.6. Veri toplama araçları…… 43
3.7. Araştırma planı…… 43
3.8. Verilerin değerlendirilmesi…….. 43
3.9. Araştırmanın sınırlılıkları…… 45
3.10. Etik kurul onayı……..... 45

4. BULGULAR…… 46
5. TARTIŞMA……..... 72
6. SONUÇ ve ÖNERİLER…….. 78
7. KAYNAKLAR……..... 79
8. EKLER…….. 84

TABLO DİZİNİ

Tablo 1: Çocuklarda işitme kaybı derecesinin sınıflandırması……. 10
Tablo 2: Farklı görüşlere göre hesaplanan orta kulak kazancı……. 18
Tablo 3: Normal çocuk ve yetişkinlerde akustik immitansmetri bulguları…… 30
Tablo 4: Tüm katılımcıların 226 Hz timpanometri bulguları……... 46
Tablo 5. SSO ile absorbans ortalamalarının Pearson korelasyonu sonuçları…... 55
Tablo 6. HKA ortalaması ile absorbans ortalamalarının Pearson korelasyonu sonuçları…….. 55
Tablo 7. Saf ses hava yolu eşik değerleri ile o frekanslardaki absorbans değerleri ve tüm frekansların absorbans ortalamasının Pearson korelasyonu sonuçları……. 56
Tablo 8. Her bir frekanstaki HKA değerleri ile o frekanslardaki absorbans değerleri ve tüm frekansların absorbans ortalamasının Pearson korelasyonu sonuçları……. 57
Tablo 9. Regresyon analizinde logaritmik yöntem ile öngörülen SSO değerleri… 59
Tablo 10. Regresyon analizinde logaritmik yöntem ile öngörülen HKA ortalaması değerleri…….. 61
Tablo 11. Absorbans ortalaması ile 16 dB ve üstü saf ses ortalaması elde edilen grubu ayırt edebilme oranları…….. 63
Tablo 12. Absorbans ortalaması ile 21 dB ve üstü saf ses ortalaması elde edilen grubu ayırt edebilme oranları……... 64
Tablo 13. Absorbans ortalaması ile 11 dB ve üstü HKA ortalaması elde edilen grubu ayırt edebilme oranları…….. 66
Tablo 14. Absorbans ortalaması ile 16 dB ve üstü HKA ortalaması elde edilen grubu ayırt edebilme oranları…….. 68
Tablo 15. Absorbans ortalaması ile 21 dB ve üstü HKA ortalaması elde edilen grubu ayırt edebilme oranları…….. 69

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 1: Dış, orta, iç kulak (*koklea*) ve işitsel sinir bölgeleri görülmektedir. Hava yolu iletminde izlenen yol ile kemik yolu iletiminde izlenen yol oklarla gösterilmiştir…… 8

Şekil 2: Etkilenen bölgelere göre işitme kaybı tipleri görülmektedir. Taralı bölgeler etkilenmeyi gösterir…… 9

Şekil 3: Dış, Orta, İç kulak ve *Tuba Eustachii* …… 11

Şekil 4: Dış Kulak……. 13

Şekil 5: Orta kulak…… 14

Şekil 6: Kemikçiklerin kaldıraç etkisi…….. 16

Şekil 7: Alanların oranı ve kemikçik kaldıraç etkisi……. 17

Şekil 8: Nedzelnitsky'e göre orta kulağın frekans iletim fonksiyonu (kedilerde yapılmıştır)……... 19

Şekil 9: Timpanometre cihaz şeması……. 22

Şekil 10: Normal bir timpanogramda en yüksek absorbans ve yansıma durumu.. 23

Şekil 11: Admittans terminolojisi……. 25

Şekil 12: Prob ton frekansa göre sertlik (stiffness) ve kütle (mass) etkisinin değişimi…… 26

Şekil 13: Vanhuyse ve ark.(1975) modeli, Ba: total susceptance, Ga: conductance bileşenleri ile oluşturulmuş timpanogramlar. **A**: 560 Hz 1B1G timpanogram, **B**: 1000 Hz 3B1G timpanogram, **C**: 1250 Hz 3B3G timpanogram, **D**: 1600 Hz 5B3G timpanogram…….. 27

Şekil 14: Bebeklerde 226 Hz- 1000 Hz timpanometri farkı……. 28

Şekil 15: Timpanogramda C_1, C_2 noktası ve statik immitans (admittans)…… 30

Şekil 16: Timpanogram tipleri ve sınıflandırma…… 32

Şekil 17: Normal değerlerde geniş bant reflektans, 226 Hz -8000 Hz aralığında.. 35

Şekil 18: Ortam basıncında, bebeklerde ve yetişkinlerde normal genişbant absorbans değerleri……... 36

Şekil 19: Normal işiten bir çocuktan elde edilmiş üç boyutlu GBT örneği……... 37

Şekil 20: a) Otodynamics İlo V.6 oto-akustik emisyon cihazı, b) İnteracoustic AC40 klinik odyometre, c) İnteracoustic Titan geniş bant timpanometre…… 41

Şekil 21: Normal işiten bir çocuktan elde edilmiş üç boyutlu GBT örneği. 42

Şekil 22: Katılımcılardan elde edilen timpanogram tiplerine (Tablo 4) göre ortalama GBA eğrileri görülmektedir……... 47

Şekil 23: Tip B timpanogram elde edilen 28 kulaktaki GBA bulgularının, en yüksek, en düşük, ortanca ve ortalama değer eğrileri……. 48

Şekil 24: Yaygın tepeli timpanogram elde edilen 21 kulaktaki GBA bulgularının, en yüksek, en düşük, ortanca ve ortalama değer eğrileri…… 49

Şekil 25. Saf ses ortalamasına karşılık elde edilen GBA ortalama eğrileri %95 güven aralığı çubukları ile görülmektedir…… 50

Şekil 26. SSO 16 dB ile 20 dB aralığında olan kulaklardan elde edilen ortalama GBA eğrisi %95 güven aralığı çubukları ile görülmektedir…….. 51

Şekil 27. HKA ortalamalarına karşılık ele edilen GBA ortalama eğrileri ve %95 güven aralığı çubukları…….. 52

Şekil 28. HKA ortalaması 16-20 dB arası ve 21-25 dB arası olan bireylerden elde edilen GBA ortalama eğrileri ve %95 güven aralığı çubukları…… 52

Şekil 29. Tüm frekansların absorbans ortalamasına karşılık elde edilen SSO değerlerinin serpme dağılımı…… 53

Şekil 30. Tüm frekansların absorbans ortalamasına karşılık elde edilen HKA ortalaması değerlerinin serpme dağılımı…… 54

Şekil 31. SSO ve absorbans ortalamasının kübik ve logaritmik regresyon eğrisi. Kesik çizgiler %95 güven aralığını göstermektedir……... 58

Şekil 32. HKA ortalamaları ile absorbans ortalamalarının regresyon grafiği…….. 60

Şekil 33. Absorbans ortalaması ve komplians değerlerinin 16 dB ve üstü saf ses ortalaması elde edilen grubu ayırt edebilme oranları……... 63

Şekil 34. Absorbans ortalaması ve komplians değerlerinin 21 dB ve üstü saf ses ortalaması elde edilen grubu ayırt edebilme oranları…….. 64

Şekil 35. GBA ortalaması ile 21 dB SSO kriterine göre ROC serpilme diyagramı. 0,298 absorbans ortalaması kriteri için duyarlılık ve özgüllük değerleri görülmektedir…….. 65

Şekil 36. ROC analizinde İTİK tespitinde GBA ve 226 Hz komplians farkı……. 65

Şekil 37. Absorbans ortalaması, timpanometrik genişlik ve komplians değerlerinin 11 dB ve üstü HKA ortalaması elde edilen grubu ayırt edebilme oranları……. 67

Şekil 38. Absorbans ortalaması, timpanometrik genişlik ve komplians değerlerinin 16 dB ve üstü HKA ortalaması elde edilen grubu ayırt edebilme oranları……. 68

Şekil 39. Absorbans ortalaması, timpanometrik genişlik ve komplians değerlerinin 21 dB ve üstü HKA ortalaması elde edilen grubu ayırt edebilme oranları……. 70

Şekil 40. ROC analizinde üç ölçüm yönteminin HKA ortalaması kriterine göre karşılaştırılması…….. 71

Şekil 41. 1250 Hz reflektans sonucunun duyarlılık ve özgüllük oranları ile serpilme diyagramı (Beers et al. 2010)…….. 73

Şekil 42. Enerji reflektans ölçümünde normal, hafif negatif orta kulak basıncı, ileri negatif orta kulak basıncı ve effüzyonlu orta kulakta elde edilen eğriler gözükmektedir (Beers et al. 2010)…….. 74

Şekil 43. İTİK ve normal işiten grupta GBA eğrileri (Keefe et al. 2012)……..... 75

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince bilgi ve deneyimleriyle bana yol gösteren ve tezimin tüm aşamalarında destek sağlayan tez danışmanım Prof. Dr. Günay KIRKIM'a, bilgi ve deneyimleriyle bana yol gösteren ve desteğini esirgemeyen KBB Anabilim Dalı başkanı Prof. Dr. Taner Kemal ERDAĞ'a, ses fiziği ve orta kulak mekaniği konularında bilgi birikiminden faydalandığım Prof. Dr. Ahmet Ömer İKİZ'e, tezimin her aşamasında destek ve yardımlarını gördüğüm Uzm. Ody. Selhan GÜRKAN'a, yüksek lisans eğitimim süresince desteğini esirgemeyen Dr. Ody. Serpil MUNGAN DURANKAYA ve Dr. Ody. Başak MUTLU'ya, odyoloji yüksek lisans öğrencileri, Hande EVİN, Fulya KOÇYİĞİT, Kıvanç KARAAĞAÇ ve Gülce KİRAZLI'ya, son olarak tüm eğitim hayatım boyunca sabır ve özverilerini esirgemeyen aileme sonsuz teşekkürler.

Emrah YILDIZ

Ağustos 2015

KISALTMALAR

ASHA: American Speech-Language-Hearing Association

AUC: ROC Eğrisi Altında Kalan Alan (Area Under the ROC Curve)

daPa: dekaPascal

EOM: Effüzyonlu Otitis Media

GBA: Geniş Bant Absorbans

GBR: Geniş Bant Reflektans

GBT: Geniş Bant Timpanometri

HKA: Saf ses hava-kemik aralığı

HYE: Saf ses hava yolu eşiği

İTİK: İletim Tipi İşitme Kaybı

KBB: Kulak Burun Boğaz

OAE: Oto-Akustik Emisyon

ROC: Alıcı İşletim Karakteristiği (Receiver Operating Characteristic)

SSO: Saf ses ortalaması

SNİK: Sensörinöral İşitme Kaybı

TEOAE: Transiyent Uyarılmış Oto-Akustik Emisyon

TM : Timpan Membran (Kulak Zarı)

ÖZET

Çocuklarda Orta Kulak Patolojisini Belirlemede Geniş Bant Absorbans Ölçümünün Etkinliğinin Araştırılması

Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı

Emrah Yıldız

emrahyildiz8@gmail.com

Giriş ve Amaç: Effüzyonlu otitis media (EOM) çocukluk çağı işitme kaybının en yaygın sebebidir. Saf ses hava ve kemik yolu eşiklerinin karşılaştırılması iletim tipi işitme kaybını (İTİK) belirlemeyi sağlasa da bebekler ve çocuklar gibi zor test edilen popülasyonlar değerlendirildiğinde İTİK'i tespit etmek için objektif bir yöntem kullanışlı olabilir. KBB hekimlerinin çoğu genellikle geleneksel timpanometrik ölçümlerden faydalanır. Fakat geleneksel timpanometrik ölçümler ile İTİK'in derecesi arasındaki ilişki açık biçimde tanımlanmış değildir.

Günümüzde, orta kulağın değerlendirilmesinde "Geniş Bant Timpanometri (GBT)" adı verilen yeni bir teknoloji geliştirilmiştir. GBT geniş bant klik uyaran kullanır ve orta kulağın değerlendirilmesinde 226 Hz timpanometriye göre daha detaylı bilgi sağlar.

Bu çalışmanın amacı çocuklarda İTİK'in öngörülmesinde ve EOM'nin belirlenmesinde geniş bant absorbans (GBA) ölçümünün etkinliğini değerlendirmekti.

Gereç ve Yöntem: GBA ve saf ses odyometri eşikleri normal orta kulak durumu ile 34 çocuktan (56 kulak) (yaş aralığı 3.58 ile 10.83 yıl, ortalama 7.01 yıl) ve İTİK'li 40 çocuktan (73 kulak) (yaş aralığı 3.42 ile 9.67 yıl, ortalama 6.04 yıl) ölçüldü. Katılımcılar aşağıdaki kriterlere dayalı olarak CHL grubuna dahil edildi: (1) Hava-kemik aralığı (HKA) en az bir frekansta 20 dB ya da en az iki frekansta 15 dB, ve (2) İTİK'in muhtemel nedeni olarak EOM ya da tuba Eustachii disfonksiyonu değerlendirilecektir.

İnteacoustics tarafından sağlanan Titan model ekipman GBA ölçümü için kullanıldı. GBA kulak kanalında 226 ile 8000 Hz arasındaki frekanslarda, hava

basıncı (+200 ile -400 daPa) fonksiyonunun katılımıyla ölçüldü. Saf ses odyometri testi İnteracoustics AC40 model odyometre kullanılarak gerçekleştirildi.

Bu iki ölçüm verisi GBA ve İTİK'in derecesi arasındaki ilişkiyi açıklamak amacıyla incelendi. Pearson korelasyonu ve regresyon analizi GBA'nın öngörü yeteneğini değerlendirmek için kullanıldı. ROC analizi duyarlılık ve özgüllük oranlarını belirlemek için uygulandı.

Bulgular: Absorbans İTİK grubunda tüm frekanslarda kontrol grubundan daha düşüktü. Pearson korelasyon analizinde HKA ile ortam basıncındaki GBA arasında güçlü, anlamlı ve negatif korelasyon (R>0,69, p<0,000) bulundu. Regresyon analizinde HKA ile ortam basıncındaki GBA arasında, lineer modelde R-kare=0,779, kübik modelde R-kare=0,810, logaritmik modelde R-kare=0,783 bulundu.

ROC eğrisi altında kalan alan (AUC)'ye göre, ortam basıncındaki GBA, 226 Hz komplians ve timpanometrik genişliğe göre İTİK için daha iyi bir öngörü faktörü idi.

Sonuçlar: GBA çocuklarda İTİK'i doğru şekilde öngördü. GBA testi orta kulağın mekanik özelliklerini ölçmek için klinik bir tanı aracı olarak kullanılabilir ve aynı zamanda EOM hakkında daha ayrıntılı bilgi verebilir.

Anahtar sözcükler: Geniş Bant Timpanometri, Geniş Bant Absorbans, Otitis Media, İletim Tipi İşitme Kaybı

ABSTRACT

Researching of the Efficiency of Wideband Absorbance Measurement in Determining Middle Ear Pathology in Children

Dokuz Eylül University, Institute of Health Sciences

Department of Otorhinolaryngology

Emrah Yıldız

emrahyildiz8@gmail.com

Introduction and Objective: Otitis media with effusion (OME) is the most common reason of childhood hearing impairment. While a comparison of pure-tone air-and bone-conduction thresholds provides the definition of conductive hearing loss (CHL), an objective method to detect CHL may be helpful when evaluating difficult-to-test populations such as infants and children. Most of ENT doctors usually make benefit from conventional tympanometric measures. However, the relationship between conventional tympanometric measures and degree of CHL is not clear cut.

Nowadays, a new technology called “Wideband Tympanometry (WBT)” in the assessment of the middle ear has been developed. WBT uses a wideband click stimulus and provides a more detailed information than 226-Hz tympanometry in the assessment of the middle ear.

The aim of the present study was to evaluate the efficiency of wideband absorbance (WBA) measurement in identifying OME and in predicting CHL in children.

Material and Methods: WBA and pure tone audiometry thresholds were measured from 34 children (56 ears) with normal middle ear status (age range 3.58 to 10.83 years, mean 7.01 years) and 40 children (73 ears) with CHL (age range 3.42 to 9.67 years, mean 6.04 years). Participants were included the CHL group based on the following criteria: (1) air-bone gap (ABG) 20 dB for at least one frequency or 15 dB for at least two frequencies, and (2) otitis media or tuba Eustachii dysfunction considered to be the possible cause of CHL.

Titan model equipment provided by Interacoustics was used for WBA measurement. WBA was measured in the ear canal over frequencies from 226 to

8000 Hz and as a joint function of air pressure (-400 to +200 daPa). Pure tone audiometry testing was performed using Interacoustics AC40 model audiometer.

Two measurements data were analyzed to explain the relationship between WBA and the degree of CHL. Pearson correlation and the regression analysis were used to evaluate the predicting ability of WBA. ROC analysis was performed to determine the sensitivity and the specificity rates.

Results: Absorbance at all frequencies in the CHL group was smaller than the control group. In the Pearson correlation analysis, strong, significant and negative correlation (R>0,69, p<0,000) between ABG and WBA at ambient pressure were found. In the regression analysis, at linear model R-squared=0,779, at cubic model R-squared=0,810, at logarithmic model R-squared=0,783 between ABG and WBA at ambient pressure were found.

Based on the area under the ROC (AUC), WBA in ambient pressure was a better predictor of CHL than 226 Hz compliance and tympanometric width.

Conclusions: WBA accurately predicted CHL in children. WBA testing may be used as a clinical diagnostic tool to measure the mechanic properties of the middle ear and also may give more detailed information about OME.

Key words: Wideband Tympanometry, Wideband Absorbance, Otitis Media, Conductive Hearing Loss.

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Tarama testleri olası sağlık problemlerini erkenden tespit ederek ayrıntılı testlere olan ihtiyacı ve hedef popülasyonu belirler. Ülkemizde yenidoğan işitme taraması ile işitme kaybı olasılığı olan bebekler belirlenebilmekte, daha sonrasında ayrıntılı testlerle işitme kaybı tipi ve miktarı saptanarak rehabilitasyon sürecine başlanabilmektedir. 0-10 yaş aralığında tedavi ve ayrıntılı test öncesi tarama basamağına ihtiyaç duyulan bir diğer durum ise *Effüzyonlu Otitis Media* (EOM)'dir.

EOM çocukluk çağı işitme kaybının en yaygın sebebidir. EOM'li çocuklarda tedavinin uzaması, işitme kaybının çocuk üzerindeki olumsuz etkisini artırmakta, özellikle dil gelişimi ya da akademik gelişim açısından kritik bir evrede olan çocuğun dil gelişim hızının yavaşlamasına yol açmaktadır. Bu nedenle EOM'li çocukların işitmesinin ne derecede etkilendiğinin, tedavi başında ya da tedavi sürecinde, belirlenmesine gerek duyulmaktadır. İşitmenin değerlendirilmesinde altın standart olarak kullanılan saf ses odyometri testi, özellikle işitme kaybı tipinin ve derecesinin belirlenmesinde, mevcut işitme kaybının çocuğa ne ölçüde etkide bulunacağının öngörülmesinde ve işitme cihazlı rehabilitasyona gerek duyulup duyulmaması gibi konularda oldukça önemli bilgi sağlar (1).

Küçük çocuklarda EOM'nin işitme kaybına etkisinin değerlendirilmesinde kullanılan saf ses odyometri testinin güvenilir biçimde uygulanması, özel donanım ve uzman deneyimi gerektirmekte, maliyetin yüksek olması ve hizmete ulaşmanın güçlüğü vb. nedenlerle birçok KBB hekimi tarafından bu test çoğu zaman istenememektedir. Bu etkenler göz önüne alındığında EOM şüphesi bulunan çocuklarda yenidoğan işitme taramasında olduğu gibi, kolay uygulanabilir, maliyeti düşük, öngörü gücü yüksek bir tarama basamağı oluşturulması, ayrıntılı odyolojik değerlendirmeye gerek görülen çocuk sayısını düşürebileceği gibi, gereksinimi olan çocukların atlanma olasılığını da düşürebilir. Bu sayede sosyal güvenlik kurumu üzerindeki maddi yükün azaltılabileceği düşünülmektedir. Günümüzde KBB hekimleri ayrıntılı odyolojik tetkik istemeden önce 226 Hz veya 1000 Hz timpanometri test bulgularından yararlanmaktadır. Fakat bu testler saf ses odyometriye olan ihtiyacı azaltacak yeterli veriler sunamamaktadır (2).

Geleneksel 226 Hz timpanometri testinin temel çalışma prensibi dış kulak kanalına uygulanan pozitiften negatife doğru değişen bir basınç eşliğinde, sabit bir frekansta sunulan sese orta kulak mekanizmasının gösterdiği direncin değerlendirilmesine dayanır ve işitme kaybının derecesi hakkında öngörü sağlamada yetersizdir. 226 Hz ve 1000 Hz timpanometri testinin her biri 1-2 dakika sürmekte iken günümüzde aynı sürede saf ses odyometri ölçümlerinde kullanılan tüm frekanslarda (226-8000 Hz) tek seferde ölçüm yapabilen "Geniş Bant Timpanometri (GBT) ya da Geniş Bant Absorbans (GBA)" adı verilen yeni cihazlar geliştirilmiştir. GBT ölçümü geniş frekans aralığında ölçüm yaptığından dolayı içerisinde geleneksel timpanometri verilerini de barındırır ve iletim tipi patolojiler hakkında daha fazla bilgi verir (3).

GBA ölçümünün iletim tipi patolojilerin derecesini öngörmede daha etkili olduğunu belirten bazı çalışmalar mevcuttur. Literatürde sadece birkaç tanesi çocuklar üzerine olan bu çalışmalar GBA'nın üstün yönlerini ortaya koyan, doğruluğunu irdeleyen çalışmalardır (3 - 8). Ülkemizde ise henüz bu konuda pediatrik grupta bir çalışma yapılmamıştır.

Bu çalışmada normal işiten ve normal orta kulağa sahip çocuklar ile KBB muayenesinde EOM ve *tuba Eustachii* disfonksiyonu lehine bulgu veren 3-10 yaş aralığındaki çocuklara GBA ölçümü ve saf ses odyometri testini uygulamayı, İTİK'li çocuklarda GBA verileri ile saf ses odyometri testi bulgularını karşılaştırarak, iletim komponentinin derecesini öngörmeyi planladık.

Amaç ve Hedefler;

- EOM kaynaklı iletim tipi patolojilerde saf ses işitme eşiklerinde görülen değişimi belirlemek,
- Farklı derecelerde seyreden EOM olgularında oktav frekanslarda görülen farklı değerlerdeki saf ses hava-kemik aralığı (HKA) değerlerini belirlemek ve bu değerlerin oluşumuna neden olabilecek orta kulağın frekans iletimindeki değişiklikleri GBA ölçümü ile değerlendirmek,
- EOM lehine bulgu veren çocuklarda GBA verilerini toplamak ve bu verilerin iletim tipi işitme kaybı derecesi ile korelasyonunu belirlemek,

- EOM kaynaklı iletim tipi işitme kayıplarında 226 Hz timpanometri ve GBA ölçüm verilerini kullanarak iki ölçüm arasındaki farkları belirlemek,
- 3-10 yaş aralığındaki çocuklarda GBA ölçümü ile elde edilen verileri normal ve patolojik olarak sınıflamaktı.

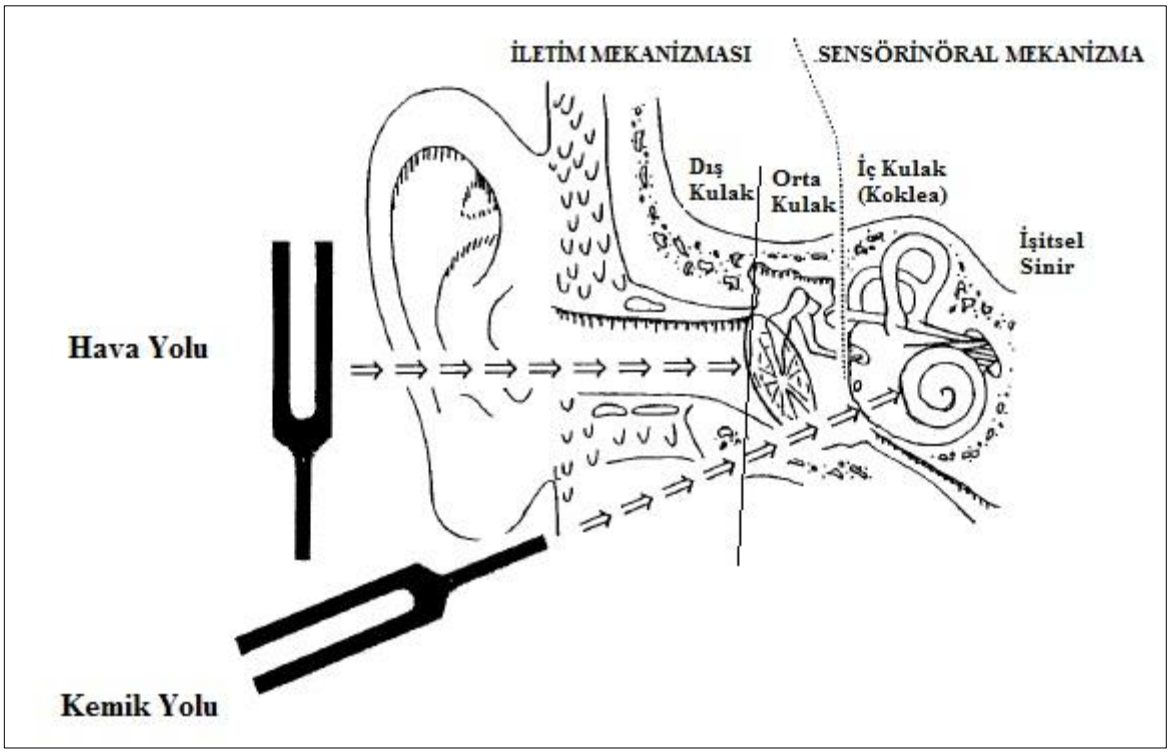
Erişilmek istenen sonuçlar;

- EOM kaynaklı İTİK'in derecesi hakkında güçlü bilgiler verebilecek yeni ölçüm yöntemlerinin gelişimine katkı sağlanması,
- EOM'da orta kulakta meydana gelen kütle ve katılık etkisinin frekansa etkisini GBA ölçümü ile ortaya koymak,
- Araştırma tamamlandığında EOM kaynaklı İTİK tanısında kullanılan geleneksel ölçüm yöntemlerine alternatif olabilecek yeni yöntemlerle, ayrıntılı odyolojik tetkiklere olan ihtiyacı azaltmak ve hedef popülasyonu belirlemek, buna yönelik klinik çalışmalara ışık tutmak,
- Elde edilen verileri yayına dönüştürmek, üniversitemiz ve ülkemizin bilimsel alandaki gelişimine katkıda bulunmak hedeflendi.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. İşitme ve İşitmenin Yapısı

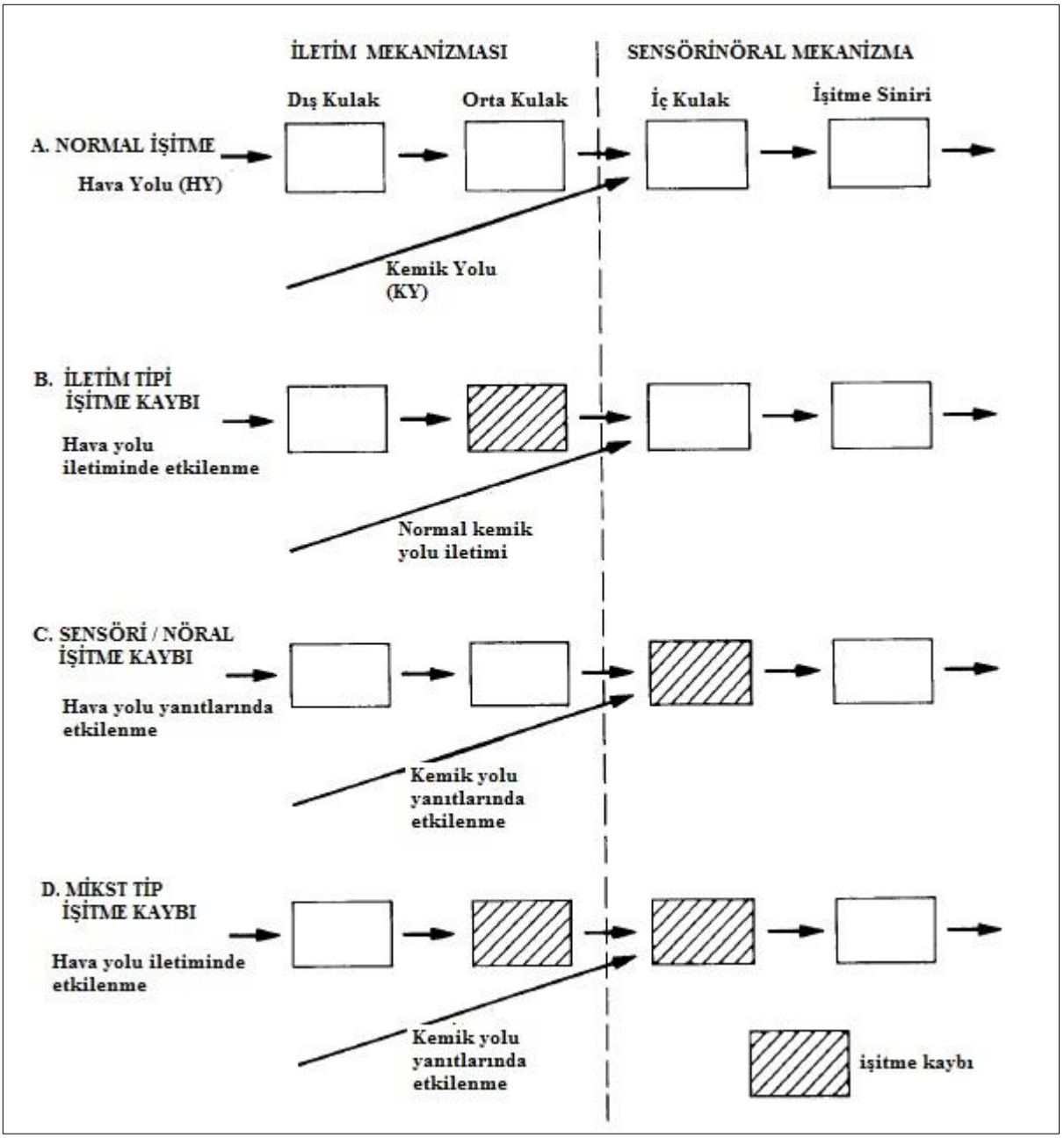
Atmosferde yayılan bir ses dalgasının duyulabilmesi için, sesin dış kulağa ulaşması, *Timpan Membran* (TM, kulak zarı) ve orta kulak kemikçikleri aracılığıyla iç kulağa iletilmesi, iç kulaktaki tüylü hücreler aracılığıyla mekanik enerjinin elektriksel enerjiye dönüşmesi ve bu elektriksel enerjinin sinir aracılığıyla işitme merkezine ulaşması gerekir (9). Bu süreç temelde iki komponenti kapsar; 1) İletim Mekanizması, 2) Sensörinöral Mekanizma (Şekil 1).



Şekil 1. Dış, orta, iç kulak (koklea) ve işitsel sinir bölgeleri görülmektedir. Hava yolu iletiminde izlenen yol ile kemik yolu iletiminde izlenen yol oklarla gösterilmiştir (9).

Bu iki mekanizma üzerinde bir veya birden fazla bölgede etkilenme olması durumunda işitme kaybı görülür. Etkilenen bölgelere göre işitme kaybı tipleri belirlenmektedir.

Şekil 2'de işitme kaybı tipleri ve tutulum bölgeleri görülebilir. Bunlara ek olarak sadece işitme siniri etkilenmiş ise "nöral işitme kaybı", santral bölge etkilenmiş ise "santral işitme kaybı" olarak adlandırılır.



Şekil 2. Etkilenen bölgelere göre işitme kaybı tipleri görülmektedir. Taralı kısımlar etkilenen bölgeyi göstermektedir (9).

2.1.1. İşitme Kaybının Dereceleri ve Tipleri

Saf ses odyometri ile elde edilen hava yolu işitme eşikleri ortalamalarının seviyesine göre işitme kaybının derecesi belirlenir. Amerikan Konuşma-Dil-İşitme Derneği (ASHA) (2011) tarafından kabul edilen, çocuklarda işitme kaybının derece sınıflandırması, Clark (1981) sınıflandırmasıdır (10, 11) (Tablo 1).

Tablo 1. Çocuklarda işitme kaybı derecesinin sınıflandırması (10, 11).

0- 15 dB HL	Normal işitme
16-25 dB HL	Çok hafif derecede işitme kaybı
26-40 dB HL	Hafif derecede işitme kaybı
41-55 dB HL	Orta derecede işitme kaybı
56-70 dB HL	Orta -ileri derecede işitme kaybı
71-90 dB HL	İleri derecede işitme kaybı
91 B HL ve üzeri	Çok ileri derece ve total işitme kaybı

- ***İletim Tipi İşitme Kaybı (İTİK)***

Kulak kepçesi, dış kulak yolu, TM, mastoid kavite ve orta kulak yapıları sesin mekanik dönüşümünden sorumlu yapılardır. Bu yapılar üzerinde meydana gelen bir patoloji veya bu yapıların konjenital olarak patolojik gelişmesi sesin iletim mekanizmasını etkilemekte ve iletim tipi işitme kaybına yol açmaktadır. İletim mekanizmasında bulunan bu yapılar sesin amplifikasyonunu sağlamakta ve hava ortamından iç kulaktaki sıvı ortama geçişte oluşabilecek ses enerjisindeki azalmayı telafi etmektedir. Bu nedenle iletim tipi işitme kaybının kökeninde bu amplifikasyonun sağlanamaması yatmaktadır (12).

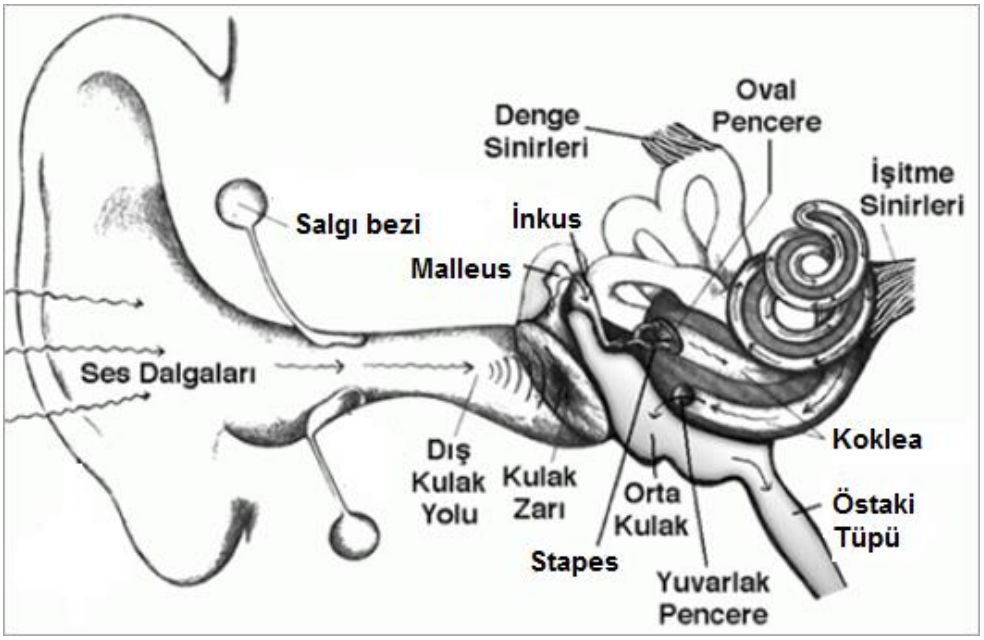
Sesin iletiminde meydana gelen enerji kaybı, mevcut işitme seviyesinin kötüleşmesine yol açar. İletim tipi işitme kaybında kemik yolu iletimi etkilenmez ve normal sınırlarda kemik yolu işitme eşikleri elde edilirken hava yolu eşiği kemik yolu

eşiğinin en az 15 dB HL üzerinde elde edilir (1). Hava-kemik aralığının 15 dB HL'nin altında bulunması iletim tipi işitme kaybı olmadığını belirtse de iletim mekanizmasında etkilenme olmadığı anlamına gelmez, hafif seyreden orta kulak patolojilerinde bu durum görülebilir (13).

Dış kulak yapısından kaynaklı başlıca iletim tipi işitme kaybı nedenleri *Eksternal Otitis Media*, kollebasyon, atrezik kulak gibi patolojilerdir. Orta kulak kaynaklı iletim tipi işitme kaybı nedenleri Kronik *Otitis Media*, Effüzyonlu *Otitis Media (EOM),* Akut *Otitis Media*, kolesteatom, kemikçik zinciri fiksasyonu, TM perforasyonu, *Tuba Eustachii* disfonksiyonu gibi patolojilerdir. Bu patolojilerden biri veya birkaçı birlikte görülebilir ve medikal tedavi ya da cerrahi operasyon sonrasında patoloji ortadan kalkabilir (12).

2.1.2. İletim Mekanizması, Dış ve Orta Kulak

İletim mekanizması kulak kepçesi, dış kulak yolu, TM ve orta kulak kemikçiklerini kapsar (Şekil 3). Akustik enerjinin dış kulak yoluna ulaşması sonucu başlayan süreç dış kulak yolunda ilerleyen sesin TM'ye çarpması ile mekanik ses enerjisine dönüşerek kemikçikler yolu ile iç kulak sıvılarına iletilir. Hava ortamından sıvı ortama geçişte ses enerjisinde oluşacak kayıp iletim mekanizmasındaki yapılar sayesinde amplifikasyon ile telafi edilir. Burada her bir yapının bu amplifikasyona katkısı olmakla birlikte en büyük katkıyı orta kulak ve dış kulak kanalı sağlar (14).



Şekil 3. Dış, Orta, İç kulak ve *Tuba Eustachii* (15).

- ***Kulak Kepçesi (Aurikula)***

Kulak kepçesinin temel görevi sesleri dış kulak kanalına doğru toplamaktır. Hayvan türlerinin çoğunda bu yapı hareket ederek hayvanın sesin kaynağına yönelebilmesini sağlar. İnsanlarda kulak kepçesi ya hareket etmez ya da bazı kişilerde kısmen hareket edebilir (16).

Kulak kepçesine ulaşan karmaşık sesler, farklı frekans ve şiddette birçok saf ses bileşeni içerir. Alçak frekanslı seslerde dalga boyu yüksek frekanslı seslere göre daha büyüktür. Bu dalga boyu faktörü, kulak kepçesi kıvrımlarının girinti-çıkıntıları arasındaki farklı mesafelerle etkileşime girer ve yansımalar nedeniyle bazı seslerin diğerlerine oranla dış kulak kanalına daha iyi aktarılmasını sağlar. İnsanlarda bu dış kulak kanalına aktarım sırasında 2000 ile 7000 Hz arasındaki frekanslarda yaklaşık 2-3 dB'lik bir kazanç sağlandığı düşünülmektedir (17). Kazanç çok düşük gibi görünse de belirli frekansların kazancının arttırılması ve karmaşık seslerin kalitesinde değişiklik görülmesi boşlukta sesin konumlandırılmasına yardımcı olur. Sesin arkadan, önden ve yanlardan gelip gelmediği böylece anlaşılabilir (12, 14).

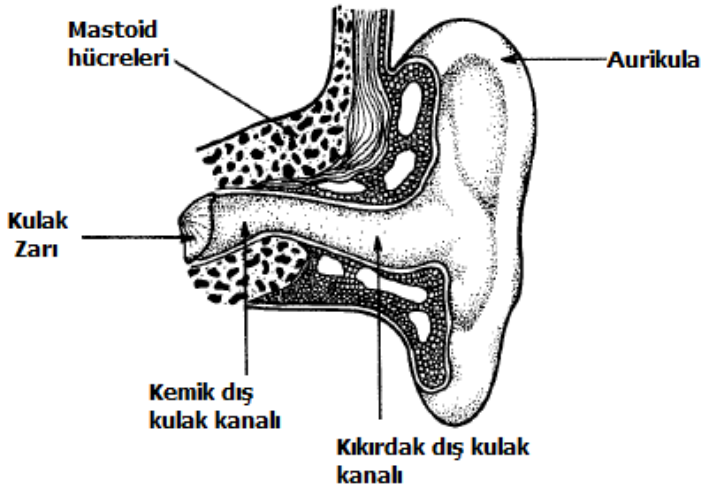
- ***Dış Kulak Kanalı***

Dış kulak kanalı konkadan (dış kulak kanalı girişi) başlar ve TM'nin dış yüzeyine kadar devam eder. Kıvrımlı yapısı, dışarıdan gelebilecek cisimlere karşı TM'ye bir miktar koruma sağlar. Kanalın dış 1/3'lük kısmı kıkırdak ve kıkırdağın üzerini örten epitel tabakasından oluşurken, geri kalan 2/3'lük kısım ise kemik ve kemiğin üzerini örten epitel tabakasından oluşur (Şekil 4). Dış kulak kanalı tıkalı ya da buşon olmadığı sürece ses TM'ye ulaşır, eğer bu şekilde tıkalı ise küçük bir miktar işitme kaybı oluşabilir. Kanal duvarı tamamen kendi üzerine çöküp kapanırsa veya hastada dış kulak kanalı atrezisi bulunuyorsa, çok daha fazla miktarda işitme kaybı oluşabilir (12, 14, 16).

Doğal rezonans etkisi ile karmaşık bir şekilde dış kulak kanalına ulaşan seslerin belli frekanstaki bileşenleri, TM'ye ulaşana kadar bir miktar güçlendirilmiş olacaktır. Her birinin yoğunluğu ve sertliği farklı olduğu için, konka ve dış kulak kanalının farklı kısımları, farklı rezonans frekansı özelliklerine sahiptir. Bireysel değişkenler olmakla birlikte tüm kanalın rezonans frekans özelliği, yaklaşık 2000 ile 5000 Hz arasındaki frekanslarda, akustik enerjinin 10-17 dB SPL'e kadar pasif

şekilde arttırılmasını sağlar (16, 17). Bu frekans aralığının konuşma seslerinin bulunduğu bölgeyi kapsaması ise ilginçtir. Rezonans etkisinin oluşacağı frekans aralığı dış kulak kanalının uzunluğuna, genişliğine ve kıvrımlı yapısına bağlıdır.

Dış kulak kanalının genişliği 7-9 mm aralığında, uzunluğu ise konkadan TM'ye kadar ölçüldüğünde yaklaşık 3 cm, tragustan ölçüldüğünde yaklaşık 4,5 cm'dir (14).



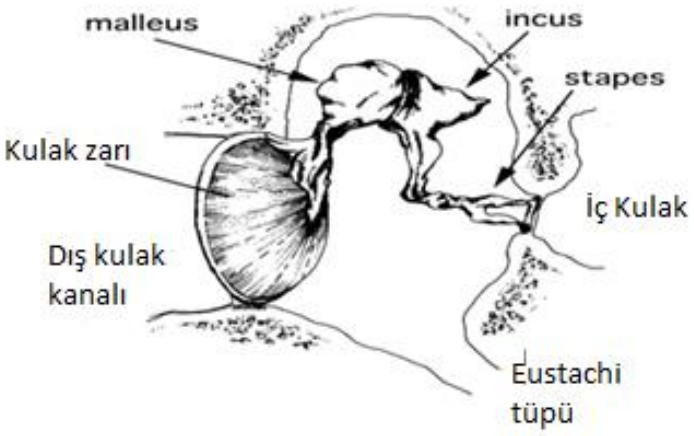
Şekil 4. Dış Kulak (12).

- ***Orta Kulak***

Kafatasında, temporal kemiğin içerisinde bulunan orta kulak sistemi, etrafı kapalı bir boşluk ve bu boşluğu geniz boşluğuna bağlayarak dış ortamla ilişkisini sağlayan bir tüpten oluşur (16). Boşluk içerisinde bulunan kemikçikler, kemikçiklere bağlı kaslar ve *tuba Eustachii* orta kulağın başlıca parçalarıdır. *Tuba Eustachii* normalde kapalıdır. Kas hareketi, çiğneme ve esneme anında açılıp kapanır, böylece orta kulak basıncı ile dış ortam basıncı eşitlenmiş olur. Bu tüp adenoid ve tonsillere yakınlığı nedeniyle boğaz enfeksiyonları adenoid ve tonsillerin şişmesine neden olabilir ve *tuba Eustachii*'in ağzı tıkanabilir. Bu durum orta kulak patolojilerini tetikleyerek hastanın işitme seviyesini etkileyebilir (12, 16).

Orta kulak boşluğunun dış kulak yoluna yakın duvarında göreceli olarak geniş bir TM bulunur. TM, dış kulak kanalı epiteli ile devamlılık gösteren bir dış tabaka ile orta kulak boşluğunu kaplayan mukozanın devamı olan bir iç tabakadan oluşmuştur

(16). Bu iki tabaka arasında, TM'ye dayanıklılık ve yırtılmaya karşı direnç kazandıran hem radyal hem de dairesel dizilimli kartilajinöz lifler bulunur. Geniş olan TM ile bundan çok daha küçük olan oval pencere arasında üç ayrı küçük kemikçikten oluşan bir zincir vardır (Şekil 5). Oval pencere hava ile dolu olan orta kulak boşluğu ile sıvı ile dolu olan iç kulağı birbirinden ayırır (14).



Şekil 5. Orta kulak kemikçikleri (18).

Orta kulak kemikçikleri dış kulaktan iç kulağa doğru sırası ile malleus, inkus ve stapestir (Şekil 5). Boyu 7,5 ile 9 mm arasında değişen malleus en büyük kemikçiktir ve TM'nin kabaca orta kısmına tutunur. TM'nin büyük bir kısmı (85 mm^2'lik toplam alanın yaklaşık 55 mm^2'si) malleusa sıkıca yapışık haldedir. Böylece malleus ve zarın üçte ikisi, tek bir parça gibi, birlikte titreşir. TM'nin geri kalan üçte biri malleusa yapışık değildir ve malleus hareket ettiği zaman bu gevşek kısım kendi başına hareket eder. TM'nin titreşen alanının büyüklüğü oval pencerenin toplam alanından 14 kez daha büyüktür (16). Malleusun diğer ucu da inkusun başına bağlıdır. İnkusun boyutu yaklaşık 6 mm kadar olup, stapes ile malleus arasında enerji aktaran bir hat gibidir ve bu iki kemikçikle yaptığı organik bağ sayesinde ses dalgalarını malleustan alıp stapese iletir. Stapes orta kulak kemikçikleri içerisinde en küçüğüdür ve hem inkus ile hem de oval pencere yüzeyi ile organik bağlantısı vardır. Bu üç kemikçik orta kulak boşluğunun duvarlarına ve tavanına tutunan bir dizi ligament tarafından

desteklenir. Kemikçikler birbirlerine bağlıdırlar ve birbirlerinden bir dereceye kadar bağımsız hareket edebilirler (14).

Orta kulak hava ortamında bulunan sesin sıvı ortama geçişinde bir köprü görevi üstlenir. Dış kulak sesin amplifikasyonuna bir miktar katkı sağlasa da asıl katkıyı orta kulak sağlar. Orta kulak yapılarının anatomik konfigürasyonu, dış kulaktan alınan ses dalgalarının amplifikasyonunu kolaylaştırır (16). Orta kulak mekaniği ile bu amplifikasyonun temel ilkelerini açıklamak mümkündür.

2.1.3. Orta Kulak Mekaniği

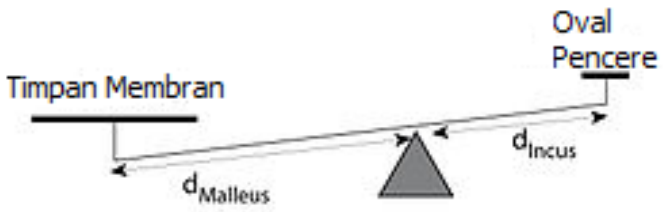
Herhangi bir ortamdaki ses iletimi, o ortamı oluşturan maddelerin niteliklerine, özellikle de partikül sayısına bağlıdır. Hava, sıvıya göre yoğunluğu ve empedansı daha düşük bir ortamdır. Hava ortamda basınç daha düşük ve partikül titreşim hızı nispeten daha yüksektir. Daha yüksek dirence sahip sıvılar, partiküllerin titreşimi için daha yüksek basınç gerektirirler. Bu nedenle hava-sıvı yüzeylerinde, enerjinin büyük çoğunluğu sıvı yüzeyinden yansır ve çok az enerji sıvı ortama geçer. İki ortamın yoğunluk değerini kullanarak diğer ortama geçen ses enerjisinin oranını bir formül ile hesaplayabiliriz. Bu hesaplamayı yaptığımızda havadan suya geçişte ses enerjisinin sadece 1/1000'nin sıvı ortama geçtiğini bulabiliriz. Bunun logaritmik değeri 30 dB SPL'ye karşılık gelir. Bir diğer ifade ile ses orta kulak boşluğundan iç kulak sıvısına geçerken yaklaşık 30 dB kayba uğrar. Bu kaybı engellemek için düşük empedans girişli, yüksek empedans çıkışlı bir sisteme gereksinim vardır; orta kulak temel olarak bu transformatör görevini üstlenmektedir (16, 19, 20). Bunun gerçekleşebilmesi için üç temel mekanizmadan bahsedilir.

Orta kulağın kemikçik iletimi ile sağladığı kazanç TM ile stapes arasındaki alan farkı ve kemikçik zincirinin oluşturduğu kaldıraç sisteminden kaynaklanmaktadır (16).

- ***Kemikçiklerin Kaldıraç Etkisi***

Kemikçikler içinde malleusun en uzun kemikçik olması bu etkinin temelini oluşturur. Bu uzunluk farkı küçük de olsa, bir kaldıracınkine benzer bir dayanak noktası avantajı sağlar. Bunu tahteravallide dayanak noktasına uzak olan hafif bir kişinin kendisinden daha ağır bir kişiyi kaldırabilmesine benzetebiliriz (16). Orta kulaktaki mekanizmanın kaldıraç kollarını *manibrium mallei* ve inkusun uzun kolu

oluşturur (Şekil 6). Kaldıraç kollarının uzunlukları *manibrium mallei* ve inkusun uzun kolunun uç noktalarının rotasyon eksenine uzaklığı ile belirlenir (Şekil 7). Bekesy ve Dahnmann bu oranı 1.3/1 olarak bulmuş ve kaldıraç gücünün hesaplanmasında bu oranı doğrudan kullanmışlardır (20). Bu etki yaklaşık 3-4 dB kadar kazanç sağlayabilir (16).



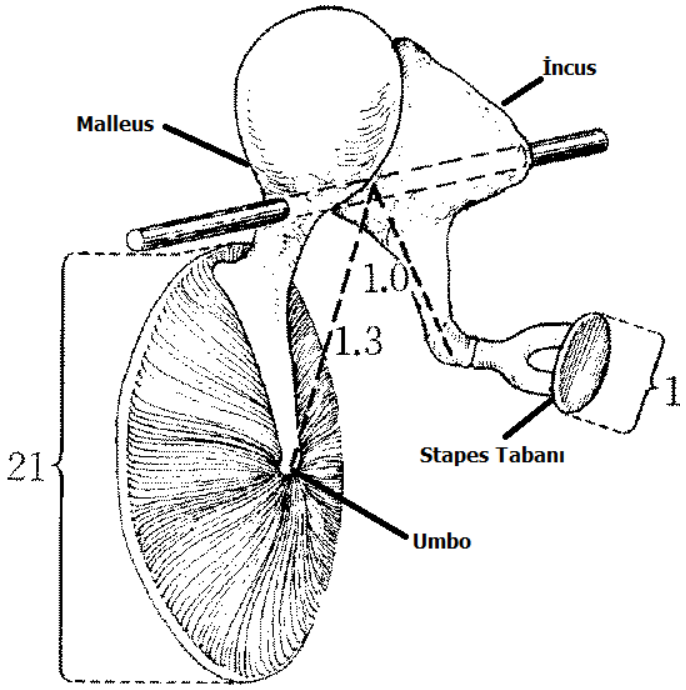
Şekil 6. Kemikçiklerin kaldıraç etkisi (21).

- ***Timpanik Membranın Kaldıraç Etkisi***

Orta kulağın transformatör görevinde, TM önemli bir yere sahiptir. TM'nin tüm yüzeyi malleusa yapışık değildir ve bu nedenle TM hafif konik bir şekildedir. TM'nin malleusa yapışık ve gergin olan kısmı malleusla beraber hareket ettiğinde, yapışık olmayan kısmı bir ölçüde bağımsız hareket eder; başlangıçta geride kalan bu kısım daha sonra hızlıca zarın diğer kısmının hareketini yakalar. Bu, zarda bir bükülme etkisi yaratır (16, 19). Bağımsız hareket eden bu kısmın daha yüksek amplitüdlerde titreşebilmesi sesin kemikçiklere iletilmesinde ayrı bir kaldıraç etkisi yaratır (19). Austin tarafından desteklenen bu teoriye göre sesin iki kat arttığı ve kemikçik kaldıraç etkisi ile de birleşince iki üç kata ulaştığı düşünülmektedir (22).

- ***Alan Oranı Etkisi***

Alan etkisinin temelinde, TM yüzeyi ile stapes taban yüzeyi arasındaki fark yatmaktadır. Ses daha geniş TM yüzeyinden oval pencerenin daha dar yüzeyine iletilir (Şekil 7). Bu nedenle oval pencere düzeyinde ses enerjisinin yoğunlaşması sonucunda ses amplifiye olur (19). Bekesy'nin hesabına göre TM'nin yalnızca santral 2/3'lük kısmı hareket etmektedir ve alanlar arası oran 17'dir (20, 23). Tondorf, Kanna ve Saunders'e göre ise tüm TM hareket etmektedir ve bu oran 20.8'dir (24).



Şekil 7. Alanların oranı ve kemikçik kaldıraç etkisi (25).

Farklı hesaplama görüşlerine göre hesaplanan, frekanstan bağımsız olarak 27-34 dB arasında değişen orta kulak kazançları Tablo 2'de görülmektedir.

Tablo 2. Farklı görüşlere göre hesaplanan orta kulak kazancı (20, 26).

Orta Kulak Kazancının Bileşenleri	Oransal Değer	dB değeri
(Bekesy ve Dahnmann) Kemikçiklerin Kaldıraç Etkisi	1.3	2.3 dB
Alan Oranı	17.0	24.6 dB
Toplam Kazanç	**22.1**	**27 dB**
(Tondorf, Kanna ve Austin) Timpan Zarın Kaldıraç Etkisi	2.0	6.0 dB
Kemikçiklerin Kaldıraç Etkisi	1.15	1.2 dB
Alan Oranı	21	26.4 dB
Toplam Kazanç	**48.3**	**34 dB**
(Günümüzde Kabul Edilen İdeal Teorik Kazanç) Kemikçiklerin Kaldıraç Etkisi	1.3	2.3 dB
Alan Oranı	20.0	26 dB
Toplam Kazanç	**26**	**28 dB**

Canlı kişilerin orta kulağı ile benzer biyomekanik özelliklere sahip kadavralardan lazer vibrometre ile yapılan ölçümler sonucunda "ideal teorik kazanç" değerlerinden daha düşük değerler elde edilmiş ve frekansa göre de değişiklikler görülmüştür. Bu ölçümler sonucunda gerçek orta kulak kazancı 900-1000 Hz frekanslarında en fazladır ve 20-26 dB arasında değişen maksimum kazanç değerleri saptanmıştır (20, 23, 28).

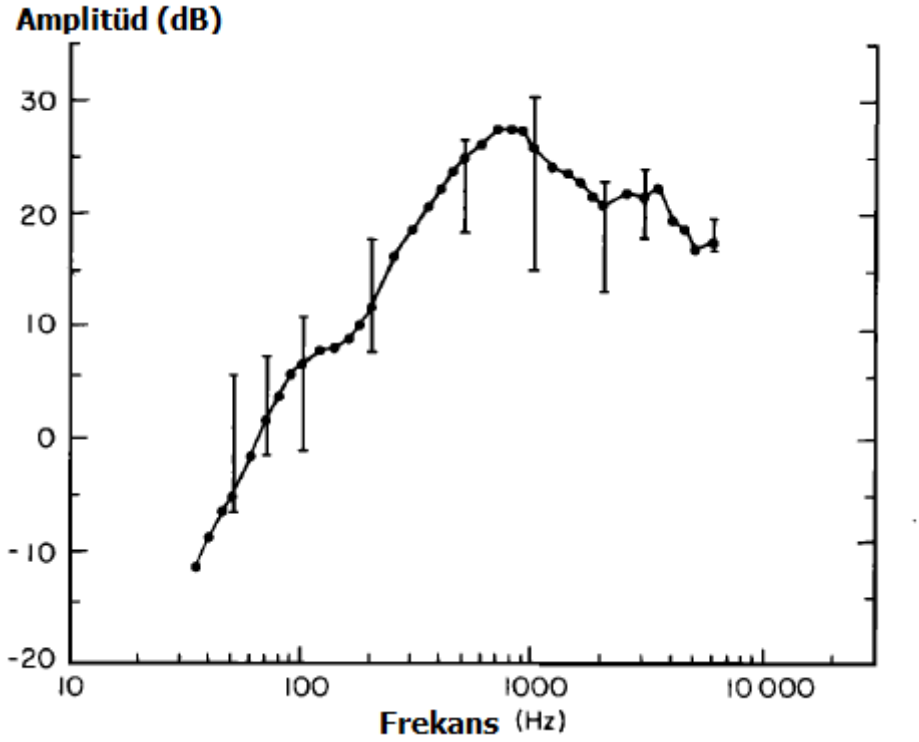
Normalde orta kulak kazancı frekanslara göre değişir ve çoğunlukla düşünüldüğünden daha azdır. Ortalama kazanç 250-500 Hz arası 20 dB, 1 kHz'de 25 dB'dir ve bu frekanstan sonraki her oktav frekansta ortalama 6 dB düşüş gösterir (20).

Normal temporal kemiklerde fizyolojik şartlar altında yapılan ölçümlerde saptanan orta kulak kazancının teorik olarak hesaplanan kazanca göre daha düşük olmasının sebepleri şunlardır: 1- TM'nin tüm bölümleri her frekansta aynı şeklide hareket etmemektedir. 1000 Hz üzerinde TM'nin farklı bölümleri farklı fazda hareket ederken düşük frekanslarda TM'nin tüm bölümleri aynı fazda fakat farklı

amplitüdlerde hareket etmektedir. 2- TM ve kemikçikleri harekete geçirmek için harcanması gereken enerji teorik hesaplamalarda hesaba katılamamaktadır. 3- TM ve orta kulaktaki kaldıraç sistemlerinin enerjisinin bir bölümü orta kulaktaki hava tarafından kullanılmaktadır. 4- Kemikçikler tek bir rijit sistem olarak hareket etmemekte, 1000-2000 Hz üzeri frekanslarda kemikçikler arasında hafif derecede kayma hareketleri oluşmakta ve bu da stapesin manibriuma göre hareket amplitüdünü azaltmaktadır (20, 28).

- **Orta Kulağın Frekans İletimi**

Orta kulakta ses iletim etkinliğini ölçmek için en doğru yol, oval pencere sonrasındaki skala vestibuli'de ölçüm yapmaktır (19). Nedzelnitsky kedilerde yaptığı çalışmada, orta kulak ses iletiminin 1 kHz'de en yüksek seviyeye ulaştığı, daha düşük ve yüksek frekanslarda iletimin etkinliğinin düştüğünü göstermiştir (Şekil 8) (29). Buna benzer sonuçlar Kringlebeton ve Gundersen tarafından kadavra temporal kemiklerinde yapılan çalışmalarda da elde edilmiştir (30). Bu çalışmaların ortak noktası 1 kHz civarında kulağın bant geçirici iletim özelliğinde olduğudur. Düşük ve yüksek frekanslarda iletim etkinliğinin düşmesi farklı nedenlere bağlıdır.



Şekil 8. Nedzelnitsky'e göre orta kulağın frekans iletim fonksiyonu (kedilerde yapılmıştır) (29).

İletim mekanizmasında sertlik özellikle düşük frekanslarda etkilidir. Çeşitli orta kulak yapılarının elastik sertlik özellikleri bu durumun muhtemel sebebidir (19). Bu yapılardan en önemlisi *stapes* tabanındaki *anüler ligament*'tir. Lynch ve arkadaşları stapese ve koklear skalalara uygulanan basınçların etkisini karşılaştırmışlar ve anüler ligamentin 500 Hz altı frekanslarda sertliğinin arttığını hesaplamışlardır (31). Bir diğer faktör ise orta kulak havalanmasıdır. TM'nin ses basıncı ile hareket ettiği sırada orta kulak havasının sıkışması sonucunda TM hareketi sınırlanır. Orta kulak havalanması ile bu etki kaybolur ve alçak frekans iletimi düzelir (32).

Yüksek frekanslardaki iletimde azalma ise birçok faktöre bağlıdır. Bu faktörlerin başında TM'nin titreşim özellikleri gelir. TM üzerinde 6 kHz üstü frekanslarda çok sayıda bağımsız titreşim bölgeleri oluşur. Bu duruma bağlı olarak malleusa iletilen TM'nin kaldıraç etkisinde azalma olur (24).

2.2. Effüzyonlu Otitis Media (EOM)

EOM çocukluk çağı işitme kaybının en yaygın sebebidir (33). Akut otitis media (AOM) ve EOM sağlam TM arkasında orta kulak mukozası ve kavitesini etkilemiş enflamatuar sorunları tanımlamada kullanılmaktadır. AOM ateş, ağrı, kırmızı ve şiş bir TM gibi enfeksiyon bulgu ve belirtileri gösterir iken, EOM ise ağrısız, şişlik ve kızarıklık göstermeyen sağlam TM arkasında sıvı toplanması ile karakterize bir hastalıktır (34). Bu durum otoskopik bakıda belirgin TM değişiklikleri ile tanınabilir; TM hafif ya da orta derecede retraksiyon gösterir ve mobilitesi azalır. TM mat görünümde ya da anormal renk görünümündedir. Bazen TM arkasında baloncuk görünümü verebilmektedir (35).

EOM *tuba Eustachii* fonksiyonunda zayıflama sonucunda ya da AOM'yi takiben kendiliğinden oluşabilir. Çocukların yaklaşık %90'ında okul öncesi dönemde, sıklıkla 6 ay 4 yaş arasında EOM görülür (36). Hayatın ilk yılında, çocukların % 50'den fazlası EOM geçirir, bu oran 2 yaşa kadar % 60'ın üzerine çıkar (37). Olguların çoğu 3 ay içinde kendiliğinden iyileşir, fakat çocukların % 30-40'ında EOM tekrar görülür (38).

Uzun süren ve sık sık tekrarlayan EOM, yönetilmesi zor bir süreci doğurur ve beraberinde ortaya çıkardığı iletim tipi işitme kaybı oranı artar. Bu durum çocuğun dil gelişiminde, öğrenme ve iletişim becerilerinde olumsuz etki gösterir (34).

Effüzyonlu bir orta kulakta TM ve kemikçiklerin hareketi baskılanır. Bu nedenle, orta kulağın direnci (*impedans*) değişir. Mukozal etkilenme, dış ortam ile orta kulak arasındaki basıncın dengelenmesini sağlayan *tuba Eustachii*'yi tıkar ve orta kulak boşluğunda negatif basınç oluşumuna sebep olur (13). Timpanometre orta kulağın basınç ve impedans özelliklerinin değerlendirilmesinde kullanılır.

EOM durumunda, orta kulak hacmindeki azalma ile orta kulağın kompliansında azalma, sıvı tutulum etkisi ile TM kütlesinde artış (13), patoloji nedeni ile fibröz liflerin kalınlığında artıştan dolayı TM hareketliliği bozulur (39). Bu durum timpanometre ile tespit edilebilir (40).

2.2.1. EOM'de Orta kulak Mekaniğindeki Değişiklikler

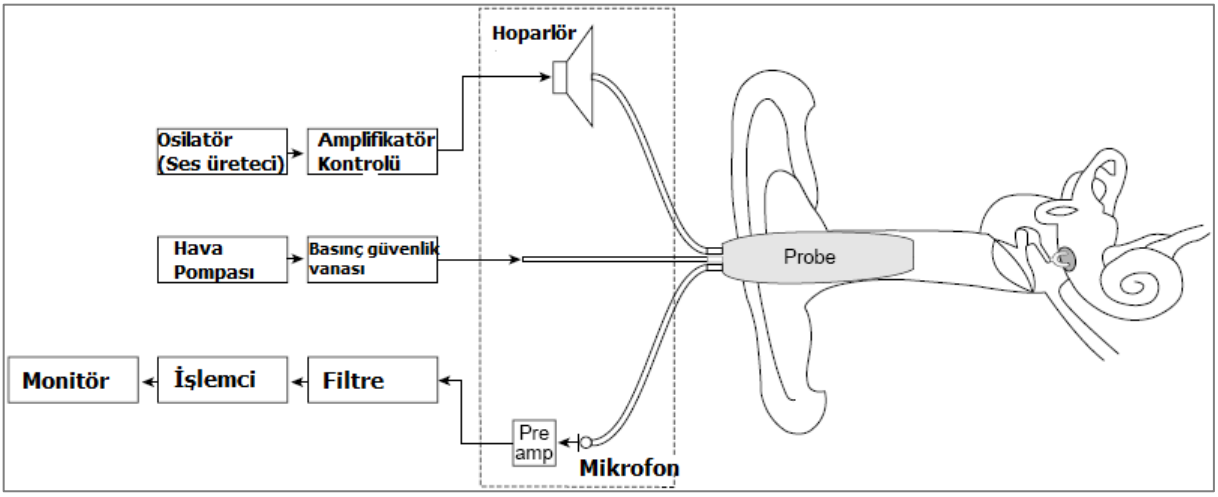
EOM'li kulaklarda orta kulak fonksiyonlarını etkileyen temel faktörün effüzyon olduğu bilinmektedir. Orta kulakta effüzyon varlığı, 200 ile 10.000 Hz arasındaki frekanslarda umbonun hareketini olası birkaç mekanizma yolu ile azaltır. Alçak frekanslarda TM'nin hareketinde sertlik baskın halde iken, yüksek frekanslarda TM'nin titreşiminde kütle etkilidir (13). Sertlik alçak frekanslarda TM'nin hareketini azaltan mekanizmalardan birisidir. Unge ve arkadaşları, EOM'nin TM sertliğini aniden azalttığı ve bu duruma ödemin sebep olabileceği görüşündedirler (39). Orta kulakta bulunan effüzyon TM'ye yapıştığında, TM'ye doğru bir sıvı basıncı oluşturur ve TM sertliğinde azalmaya sebep olabilir. Böylece, kulak kanalından gelen ses sinyaline karşı *umbo'*nun titreşimi azalır. TM'de effüzyon tutulumu, TM kütle etkisinde artışa ve yüksek frekanslarda TM'nin hareketliliğinde azalmaya sebep olur (13).

2.3. TİMPANOMETRİ

Timpanometri temel odyolojik değerlendirmenin önemli bir parçası ve çok sık kullanılan test bataryalarından birisidir. Timpanometri orta kulak sisteminin atmosfer basıncındaki dinamik değişikliklere ve ses enerjisine karşı tepkisini ölçer (16).

Doğal atmosfer basıncında kulaklarımızın en etkili şekilde çalışabilmesi için orta kulak basıncı ile dış ortam basıncının eşitlenmesi gerekir. Bu eşitleme görevi *tuba Eustachii* sayesinde gerçekleşir (16). Orta kulağın negatif ya da pozitif basınç altında bulunması sesin orta kulağa geçişini etkiler. Bunun yanında TM'yi ve orta kulak yapılarını etkileyen patolojiler de sesin iletiminde olumsuz etki yaratır (2).

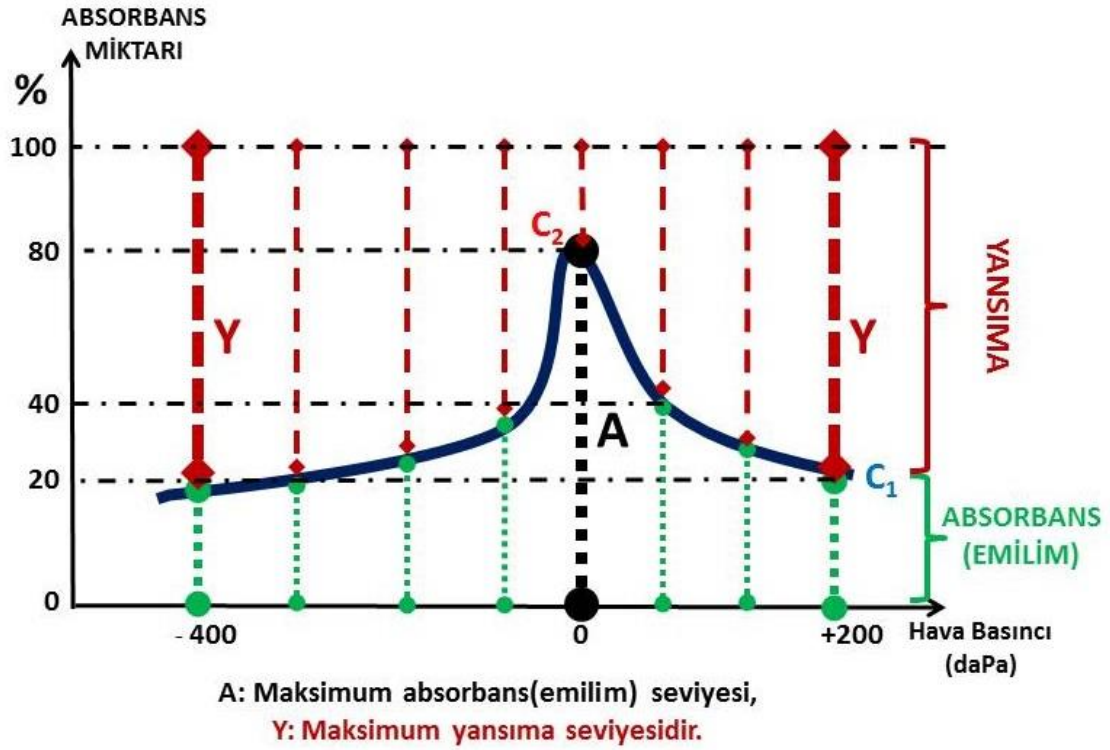
Timpanometri pozitiften negatife doğru değişen basınç eşliğinde sesin orta kulağa geçebilme durumunu değerlendirir (2).



Şekil 9. Timpanometre cihaz şeması (41).

Timpanometri ölçümü dış kulak yolu girişine yerleştirilen bir prob ile gerçekleştirilir. Bu prob, kablo ve hortum ile cihaza bağlıdır (Şekil 9). Prob içindeki hoparlörden çıkan ses dış kulak kanalı içinde kulak zarına yönelerek ilerler. Yayılan sesin enerjisinin bir kısmı dış kulak kanalı duvarı ve TM tarafından emilirken bir kısmı da yansır. Yansıyan ses hoparlör yanında bulunan hassas bir mikrofonla toplanır. Bu işlem devam ederken prop içinde manometreye bağlı bir hortum ile +200 ile -400 daPa arasında bir basınç değişimi oluşturulur. Normal bir orta kulak fonksiyonuna sahip bireyde en yüksek ve en düşük basınç değerlerinde TM

gerginleşeceği için sesi yüksek oranda geri yansıtır (1). TM'nin en hareketli olduğu, orta kulak ve dış kulak basıncının eşitlendiği durumda ise sesin yansıması en düşük seviyededir. Diğer bir ifade ile tepe noktasında absorbans (emilim) en yüksek seviyededir ve orta kulağa en yüksek seviyede ses geçişi olur (Şekil 10). Bu tepe noktasındaki absorbans miktarı frekansa göre değişir ve hiçbir zaman %100'e ulaşmaz (42). Tepe noktasında bir miktar yansıma tüm frekanslarda görülür.



Şekil 10. Normal bir timpanogramda en yüksek absorbans ve yansıma durumu.

Bir timpanogram eğrisinin elde edilmesi sürecinde birkaç bileşenden oluşan fiziksel prensiplerden yararlanılır.

2.3.1. Akustik İmmitansmetrinin Fiziksel Prensipleri ve Terminolojisi

Akustik immitansmetri ölçüm mekanizması, ses fiziği, direncin prensipleri ve mekanik sistemler fiziğinin anlaşılması ile açıklanabilir. Orta kulak karmaşık bir mekanoakustik sistemdir ve diğer bir ifade ile hem akustik hem de mekanik elementleri içinde barındırır. Bu elementler mekanik ve akustik sertlik (stiffness), kütle (mass) ve sürtünme direncidir (42).

Orta kulak tüm frekansları aynı etkinlik derecesinde geçirmez, bu durum insan işitme hassasiyetinin açıklanmasında önemli bir yere sahiptir. Alçak frekanslarda sertlik yüksek frekanslarda kütle etkisinden dolayı, 1000 Hz altı ve 4000 Hz üstü frekanslar daha yüksek direnç ile karşılaşır (29). Bu yüzden, insan işitme hassasiyeti bu frekans bölgesindeki orta kulak etkinliği nedeniyle sınırlanmıştır (27).

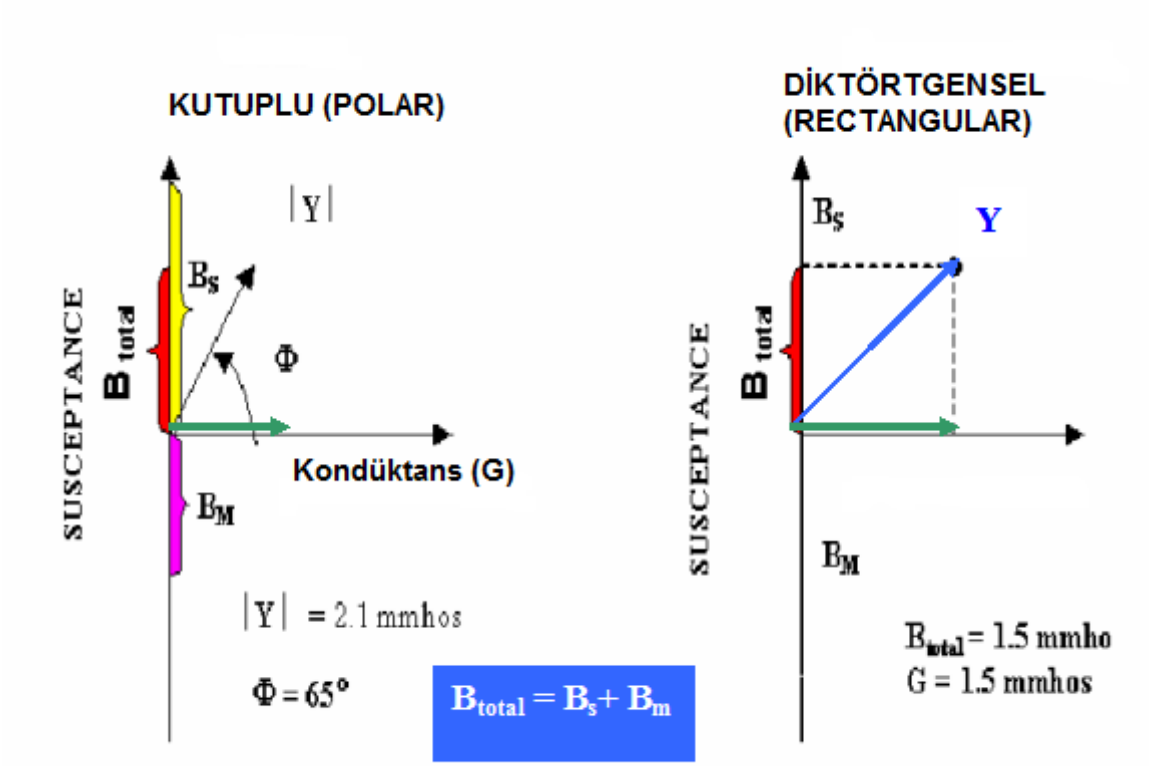
İmmitans terimi, impedans (direnç), admittans (geçirgenlik) ve bunların bileşenlerini ifade eden melez bir terimdir. İmpedans (Z, akustik ohms) akustik enerjiye karşı sistemin gösterdiği zorluktur. Admittans (Y, akustik mmho) akustik enerjinin orta kulağa geçişindeki kolaylıktır. Bu iki terim birbirinin zıttıdır (42, 43).

Günümüzde mevcut immitans cihazları tipik olarak admittansı ölçer (42). İmpedans ölçümünden ziyade admittans ölçümünün kullanılmasının iki önemli sebebi vardır.

1- TM ile prob arasındaki kanal hacmi admittans timpanogramların şeklini etkilemez ve basit şekilde taban çizgisi değişir, fakat impedans timpanogramların şekli kanal hacminden büyük ölçüde etkilenir (42, 44).
2- Admittans timpanogramların şekli impedans timpanogramlar ile karşılaştırıldığında orta kulak durumundaki değişikliklere daha duyarlıdır, bu yüzden timpanometrik şekillerin sınıflandırılması admittans timpanogramlar için daha kolaydır (42, 44).

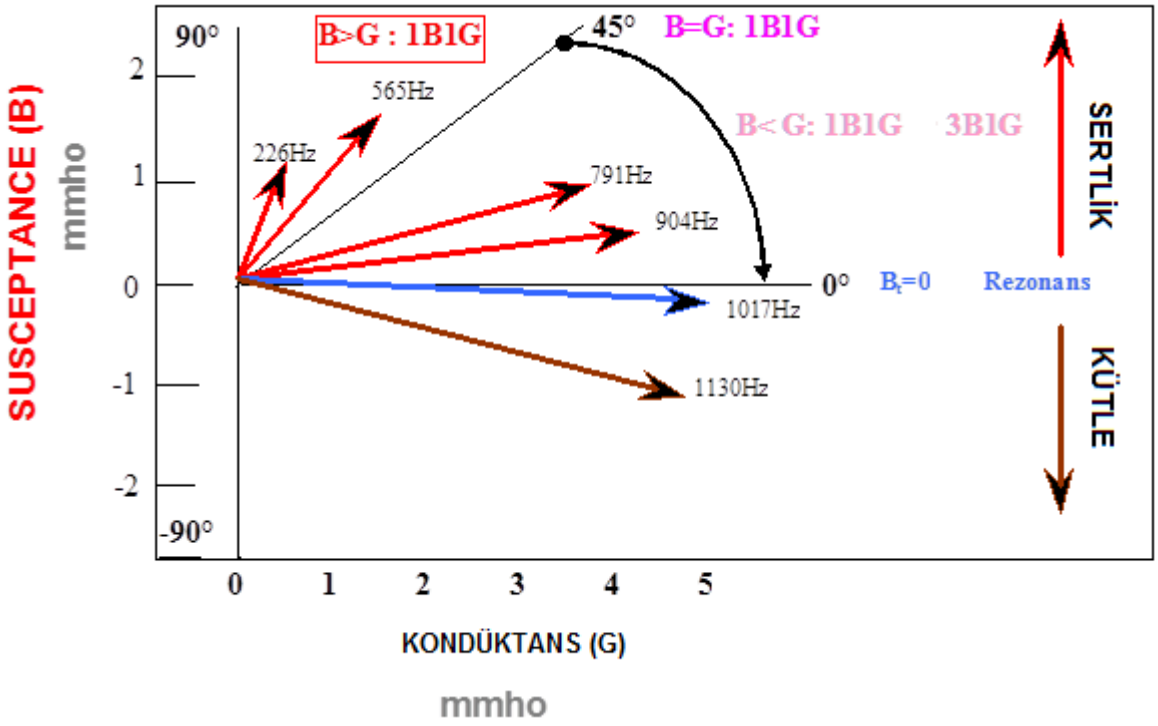
Timpanometride temel ölçüm bileşeni admittans olarak adlandırılsa da 226 Hz'de admittansın baskın bileşeni olan *compliance (esneklik, komplians),* admittans ile eş anlamlı olarak daha yaygın şekilde kullanılmaktadır (2).

Admittansın üç değişkeni vardır: sertlik (stiffness), kütle (mass) ve sürtünme (friction). İlki *sertlik susceptance (B_S)* olarak adlandırılan orta kulak sistemindeki sertlik etkisi tarafından ortaya çıkan admittans, İkincisi ise *kütle susceptance (B_m)* olarak adlandırılan kütle etkisi ile ortaya çıkan admittanstır. Bu iki bileşen vektörel olarak birbirine zıttır ve birbirinden çıkarıldığında *total (toplam) susceptance (B_{total})* elde edilir (Şekil 11) (42, 43).



Şekil 11. Admittans terminolojisi (B_m: mass susceptance, B_s: stiffness susceptance, IYI: mutlak admittans değeri, $ø_y$: admittans faz açısı). Y, B_t ile G'nin vektör toplamıdır ve rectangular formül kullanılır. IYI< $ø_y$ ise polar formül kullanılır (42).

Toplam *susceptance* vektörü eğer pozitif alanda ise sistemde sertlik baskın, eğer vektör negatif alanda ise kütle baskındır (Şekil 12). Bunun anlamı ise şudur; frekans arttıkça sistem kütle etkisi altına girer (2). Üçüncü değişken sürtünmedir ve akustik enerjinin kaybını ya da ortam tarafından emilimini ifade eder. Admittans bileşenleri içerisinde bu etki *conductance (kondüktans,* sürtünme*) (G)* olarak adlandırılır. *Kondüktans* yatay düzlemde (x ekseni) gösterilir ve toplam admittans hesaplamasında kullanılır. Toplam *susceptance* sıfır olduğu durum rezonans frekanstır ve bu durumda G toplam admittansı verir (42, 43).

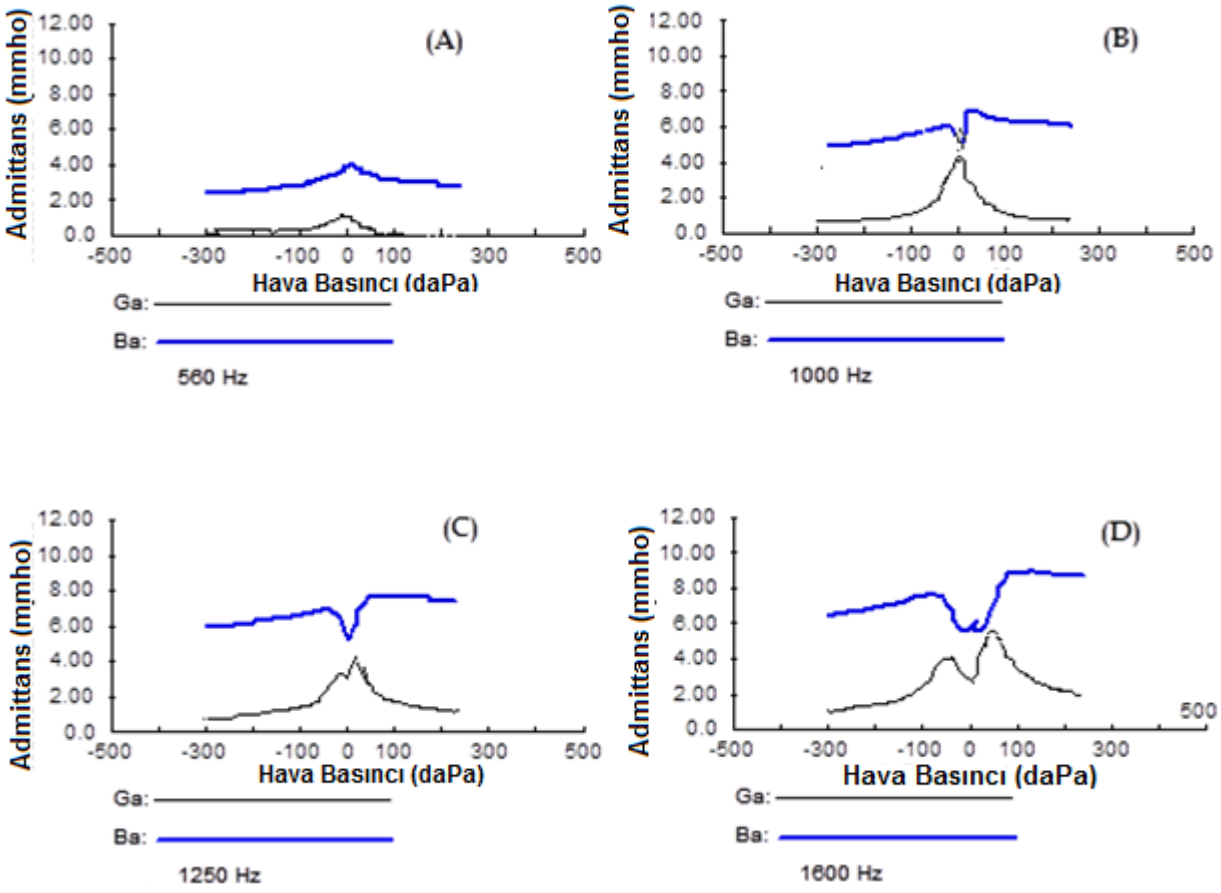


Şekil 12. Prob ton frekansa göre sertlik (stiffness) ve kütle (mass) etkisinin değişimi (42).

- ***Multifrekans Timpanometrinin Prensipleri***

Multifrekans timpanometrinin mantığını anlamak için yetişkin orta kulak sisteminde frekans değişimi ile admittans bileşenleri arasındaki ilişkinin nasıl olduğunu anlamak önemlidir. Akustik *kondüktans* (sürtünme) frekanstan bağımsızdır, oysa sertlik ve kütle *susceptance* frekansa bağlıdır (42). Kütle doğru orantılı olarak frekans artıkça etkisini arttırır, sertlik ise ters orantılı şekilde etki eder (Şekil 12). Toplam *susceptance* pozitif alandan negatif alana doğru gittikçe kütle etkisi artar, nötr (sıfır) olduğu durumda ise rezonans frekansı söz konusudur. Rezonans frekansta toplam *susceptance* 0 mmho'dur (2, 42). Daha basit bir ifade ile rezonans frekansın altındaki frekanslar sertlik etkisi altındadır (43).

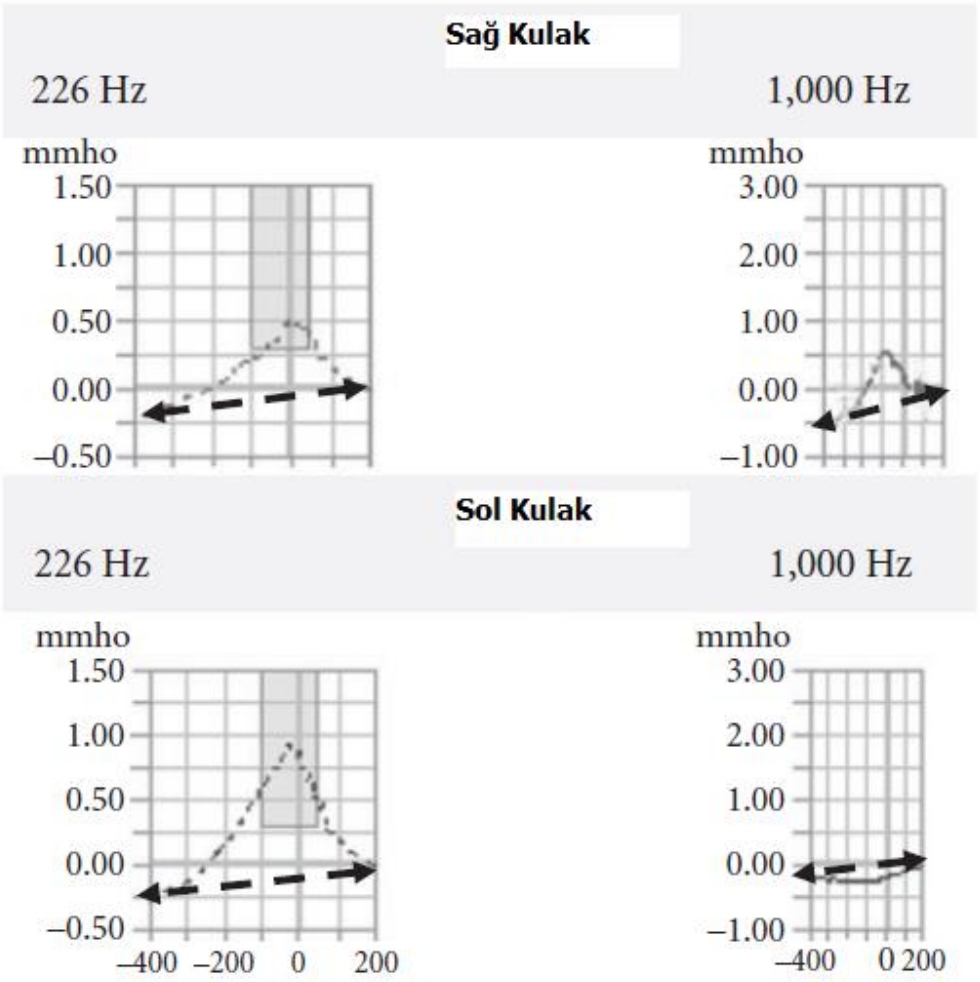
Farklı frekanslarda timpanogram eğrilerinin şekilleri değişir. Bunun sebebi frekans değiştikçe B bileşeni ile G bileşeninin ağırlık oranları ve yönlerinin değişmesidir (42, 43). Örneğin 226 Hz ve 565 Hz frekansında B>G'dir ve 1B1G algoritması kullanılır (Şekil 13). B=G durumunda vektör açısı 45 derecedir ve 1B1G algoritması kullanılır. B ve G bileşen sayıları timpanogramdaki pik sayılarını da yansıtır. Bu yüzden frekans arttıkça birden fazla pik görülen timpanogramlar elde edilebilir (42). Örneğin 3B1G ile kaydedilmiş 1000 Hz timpanogramda B bileşeninin oluşturduğu eğride üç pik bulunurken, G bileşeni ile oluşturulanda bir pik bulunur (Şekil 13).



Şekil 13. Vanhuyse ve ark.(1975) modeli, Ba: toplam *susceptance*, Ga: kondüktans bileşenleri ile oluşturulmuş timpanogramlar. **A**: 560 Hz 1B1G timpanogram, **B**: 1000 Hz 3B1G timpanogram, **C**: 1250 Hz 3B3G timpanogram, **D**: 1600 Hz 5B3G timpanogram (42).

2.3.2. Timpanometride 226, 678 ve 1000 Hz Prob Ton Kullanımı

Timpanometride 220/226 Hz kullanımı çocuklarda ve yetişkinlerde orta kulak problemlerinin değerlendirilmesi için standart olarak kabul edilse de, yenidoğanlarda ve bebeklerde kullanımı çok sınırlıdır (45). Geleneksel 226 Hz timpanometride 6 aydan küçük bebeklerde ortak kulak problemi varlığına rağmen normal sonuç verdiği gözlenmiştir (45, 46). Şekil 14'te 226 ve 1000 Hz timpanometri yapılmış bir bebekteki sonuçlar görülmektedir. Sağ kulak her iki ölçümde normal iken, sol kulak 1000 Hz'de patolojik sonuç vermiştir.



Şekil 14. Bebeklerde 226 Hz - 1000 Hz timpanometri farkı (2).

Bebeklerde 226 Hz prob ton timpanometrinin sınırlılığından dolayı bu popülasyon için yüksek frekans prob ton kullanımı önerilmektedir. Bebeklerde 660/678 ve 1000 Hz prob tone kullanımı araştırılmıştır (47-50).

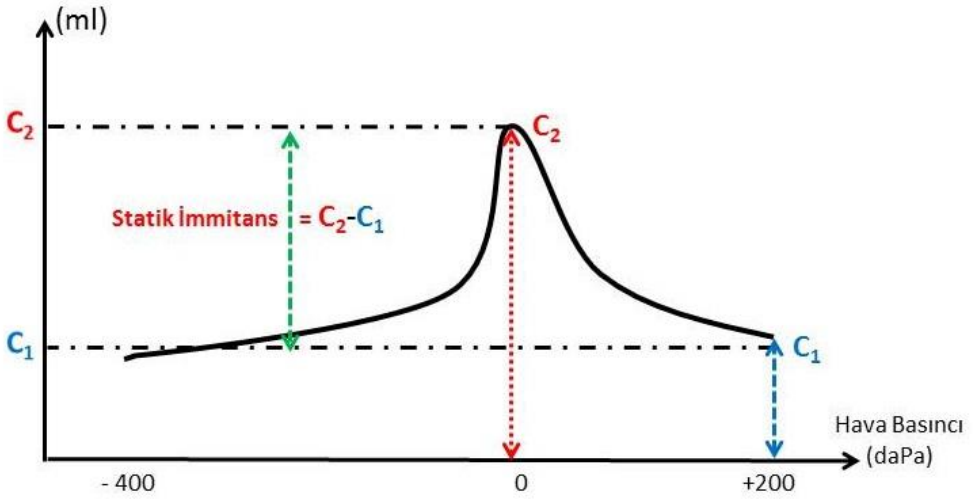
Birkaç çalışmada 660/678 Hz prob ton kullanımının 220/226 Hz prob ton kullanımına göre EOM tanısında daha doğru değerlendirme yaptığı gösterilmiştir (49, 51). Fakat 660/678 Hz timpanometrinin klinik kullanımı, bu prob ton ile karmaşık çoklu pik timpanogramlar görülmesi sebebiyle şüphelidir. McKinley ve ark. (1997), yaptıkları çalışmada 678 Hz ile bebeklerde %18 oranında çoklu pik timpanogram elde etimişlerdir (52).

Bebeklerde EOM tanısında 1000 Hz prob ton kullanımı 226 Hz ya da 660/678 Hz timpanometriye göre daha doğru ve daha güvenilir sonuçlar verir (50, 53).

2.3.3. Kulak Kanalı Hacmi, Timpanometrik Pik, Orta Kulak Basıncı (OKB) ve Statik İmmitans

Timpanometride 226 Hz prob ton ile +200 daPa'dan -400 daPa'ya doğru değişen basınç altında normal kulakta görülen komplians değişimi Şekil 15'te gösterilmiştir. Kulak kanalı hacminin hesaplanmasında günümüzdeki timpanometreler taban hattı değerlerini kullanır, en pozitif (+200 daPa) ve en negatif (-400 daPa) basınç noktasındaki komplians değerleri baz alınır (43).

Timpanogram eğrisi üzerinde +200 daPa'da ölçülen komplians değeri C_1 olarak adlandırılır (Şekil 15). C_1 değeri sağlam TM varlığında dış kulak kanalı hacmini verir ve cm^3 veya ml ile ifade edilir (44). Burada 226 Hz prob ton için eşleştirilmiş hacimlerin değerleri kullanılır; 1mmho=1 cc=1 cm^3=1 ml 'dir. Bu hacim dönüşümü dış kulak kanalı ve orta kulak hacmindeki değişiklikleri tespit edebilmemizi sağlar ve perforasyon gibi orta kulak patolojilerinde tanıyı destekleyecek bilgiler sunar (43).



Şekil 15. Timpanogramda C_1, C_2 noktası ve statik immitans (admittans).

Prob tonda gönderilen sesin orta kulağa en yüksek miktarda geçtiği basınç noktasında timpanogram eğrisi üzerinde ölçülen komplians değeri C_2 noktasıdır, diğer bir ifade ile timpanogramın tepe noktasıdır (Şekil 15). Timpanogramın tepe noktasında ya da C_2 noktasında ölçülen hava basıncı değeri ise orta kulak basıncı (OKB) olarak adlandırılır. Ortam hava basıncını 0 daPa kabul edecek olursak orta kulak basıncının normal bireylerdeki aralığı +50 ile -100 daPa'dır (42, 54, 55).

Stattik immitans ya da admittans C_2 ile C_1 noktası arasında kalan komplians değerini ifade eder (Şekil 15) (43, 44).

Kulak kanalı hacmi, timpanometrik genişlik ve kulak kanalı hacminin çocuk ve yetişkinlerdeki normal değer aralıkları Tablo 3'te verilmiştir (43).

Tablo 3. Normal çocuk ve yetişkinlerde akustik immitansmetri bulguları (Margolis RH & Hunter LL, 2000) (54).

Yaş (yıl)	**Admittans/Komplians**	**Timpanometrik Genişlik (daPa)**	**Kulak Kanalı Hacmi (cm^3)**
Çocuklar (3-10 yaş)	0.25 ile 1.05	80 ile 159	0.3 ile 0.9
Yetişkinler (>18 yaş)	0.30 ile 1.70	51 ile 114	0.9 ile 2.0

- ***Timpanometrik Genişlik***

Timapanometrik pikin keskinliği, orta kulak patolojileri ile ilişkilidir ve statik admittansa göre EOM hassasiyeti daha fazladır (2, 56). Eğim ve timpanometrik genişlik, timpanogramın keskinliği ile yakından ilgilidir. EOM varlığında eğim azalır, timpanogramın genişliği ise artar (2). Normal bireylerden elde edilen değerler Tablo 3'te gösterilmiştir. Timpanometrik genişlik statik admittans değerinin yarısını kesen yatay çizginin, timpanogramın her iki kolunu kestiği iki nokta arasında kalan basınç değeridir (2, 42).

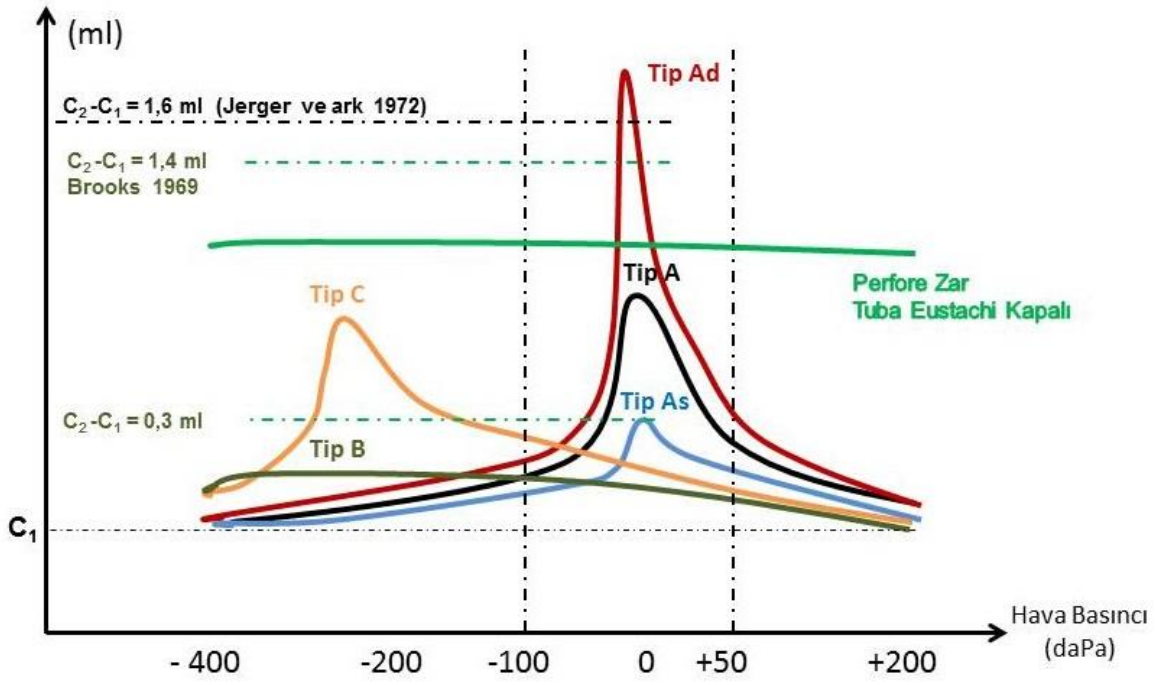
2.3.4. 226 Hz Timpanogram Tipleri ve Sınıflandırma

Timpanogram tipinin belirlenebilmesi için statik immitans değeri ve orta kulak basıncının bilinmesi gerekir. Günümüzde kullanılan cihazlar bu değerleri otomatik olarak belirler. Bu değerler elde edildikten sonra kullanılan sınıflandırmaya göre timpanogram tipi belirlenir.

Günümüzde 226 Hz prob ton için kabul gören başlıca iki sınıflandırma vardır;

1) 1969 yılında Brooks'a göre yapılan sınıflandırmada normal statik immitans aralığı 0,35-1,4 ml kabul edilmiştir.
2) Jerger ve arkadaşları tarafından 1972 yılında belirlenen sınıflandırmada normal statik immitans aralığı 0,3-1,6 ml kabul edilmiştir (55).

Bu iki sınıflandırmayı birbirinden ayıran statik immitans değerleridir, orta kulak basınç değer aralıkları her iki sınıflandırma için de aynıdır (Şekil 16).



Şekil 16. Timpanogram tipleri ve sınıflandırma

Bu iki sınıflandırma içinde en yaygın kullanılan Jerger ve ark.(1972)' dir (42). Jerger'a göre timpanogram tipleri şu şekildedir:

Tip A: +50 ila -100 daPa aralığında tepe veren statik immitansı 0,3-1,6 ml aralığında bulunan timpanogram tipidir. Genellikle normal orta kulağın göstergesidir ve normal timpanogram olarak kabul edilir. Otosklerozun başlangıç evresinde de görülebilir bu nedenle her zaman normal orta kulağı yansıtmaz, bu durumda akustik refleks ölçümü önem kazanır (2, 42, 43, 55).

Tip As (stiffness): Tepe noktasının +50 ila -100 daPa aralığında, statik immitansın 0,3 ml ve altında elde edildiği timpanogram tipidir. Sertlik etkisi yaratan otoskleroz, timpanoskleroz gibi tüm patolojiler bu timpanogram tipinin görülmesine sebep olur (2, 42, 43, 55).

Tip Ad (deep): Tepe noktasını +50 ila -100 daPa aralığında veren ve statik immitansı 1,6 ml ve üzerinde elde edilen timpanogram tipidir. Genellikle epitelize otit sekelinde timpanogramın negatif ayağında bir çentik ile beraber görülür. Bu timpanogram tipinin diğer bir sebebi de kemikçik zincir kopukluğudur ve bu durumda çok yüksek amlplitüd değeri elde edilir (2, 42, 43, 55).

Tip B: Belirgin bir tepe noktası vermeyen statik immitansın 0,25 ml'nin altında bulunduğu timpanogram tipidir. Otitis media, otosklerozun ileri evresi ve büyük orta kulak tümörlerinde görülebilir. Özellikle effüzyonlu otitis media'da sıklıkla görülen bu timpanogram tipi tanıyı destekleyen bir bulgudur. Dış kulak kanalını tıkayan bazı patolojilerde ve buşon varlığında da bu timpanogram görülebilir (2, 42, 43, 55).

Timpanometride elde edilen her düz eğri Tip B olarak adlandırılmaz. Kulak zarında delik bulunması (Perfore Timpan Membran) durumunda eğer *tuba Eustachii* kapalı ise yüksek C_1 değeri ile düz bir eğri kaydedilir (Şekil 16). Dış ve orta kulağın tek bir boşluk haline gelmesi sebebiyle çocuklarda 1 ml ve üzerinde, yetişkinlerde ise 2 ml ve üzerinde C_1 değeri elde edilebilir. Fakat bu boşlukta enflamasyon ve yapışıklığa bağlı olarak hacim azalması görülebilir, bu durumda C_1 değeri daha düşük elde edilebilir (2, 42, 43, 55).

Tip C: Tepe noktasını -100 daPa'dan daha neğatif alanda veren statik immitans değerinde belirgin bir düşüş görülmeyen timpanogram tipidir (Şekil 16). Timpan membran hareketliliğinde belirgin bir değişiklik olmaz. *Tuba Eustachii* fonksiyon bozukluğunda ve effüzyonlu otitis mediada effüzyonun henüz birikmediği durumlarda görülür (2, 42, 43, 55).

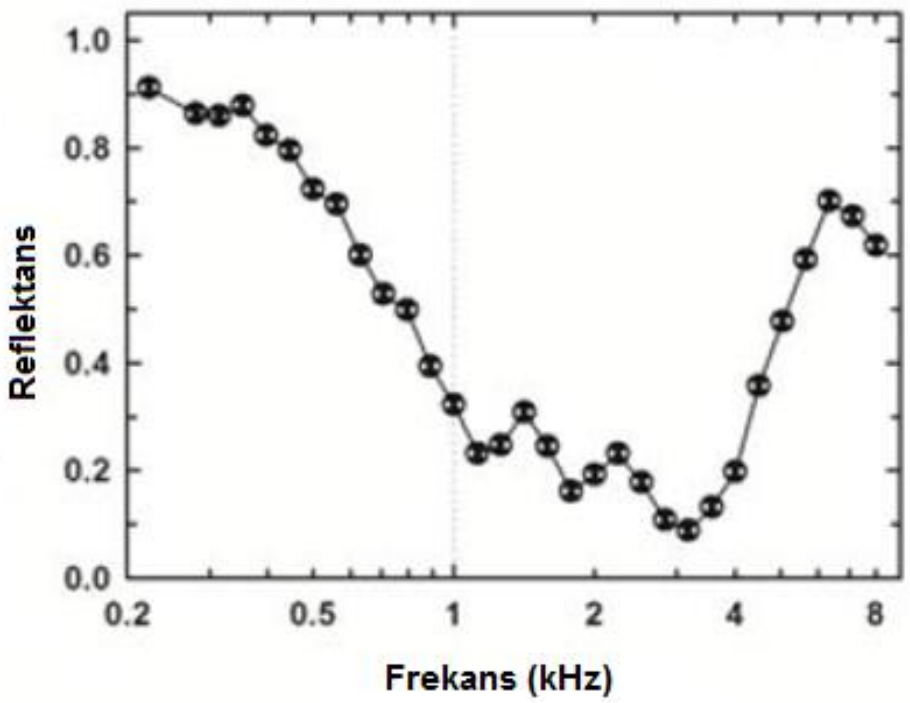
Orta kulak basıncı -200 daPa'yı aştığı durumlarda tedavi gerekliliği düşünülmelidir. Bu nedenle Tip C timpanogram -100 ile -200 daPa aralığında **Tip C_1**, -200 ile -400 daPa aralığında **Tip C_2** olarak adlandırılabilir (2, 42, 43, 55).

2.4. GENİŞ BANT TİMPANOMETRİ (GBT)

Geniş bant timpanometri (GBT) akustik impedans ve admittans ile ses enerjisinin absorbsiyonunu içeren geniş bant ölçüm grubunu ifade eder. Bu ölçümler konuşmanın anlaşılırlığı için önem taşıyan frekans aralığında (genellikle 226 - 8000 Hz), orta ve dış kulağın akustik-mekanik özellikleri hakkında detaylı bilgi sağlar. Günümüzde en yaygın kullanılan ölçümler geniş bant reflektans ve geniş bant absorbanstır. Bunlardan ilk kullanılanı reflektans ölçümüdür ve literatürde ilk uygulama 1984 yılında gerçekleştirilmiştir (57). Geniş bant reflektans, ölçülen frekans aralığında orta kulağa geçemeyerek geri yansıyan ses enerijisini ifade ederken, geniş bant absorbans ise orta kulağa geçebilen ses enerjisini ifade eder. Geniş bant timpanometri ölçümleri sadece ortam basıncında ya da klasik timpanometrideki gibi basınç değişimi altında yapılabilir, frekans ölçüm aralığı ise 200 Hz ile 10,000 Hz arasında değişmekte olup klik veya *chirp* uyaran kullanılabilmektedir (42). Basınçsız yapılan GBT ölçümü 1-2 saniye sürerken, basınç değişimi altında yapılanı 7-8 saniye sürmektedir (2).

2.3.3. Geniş Bant Reflektans (GBR)

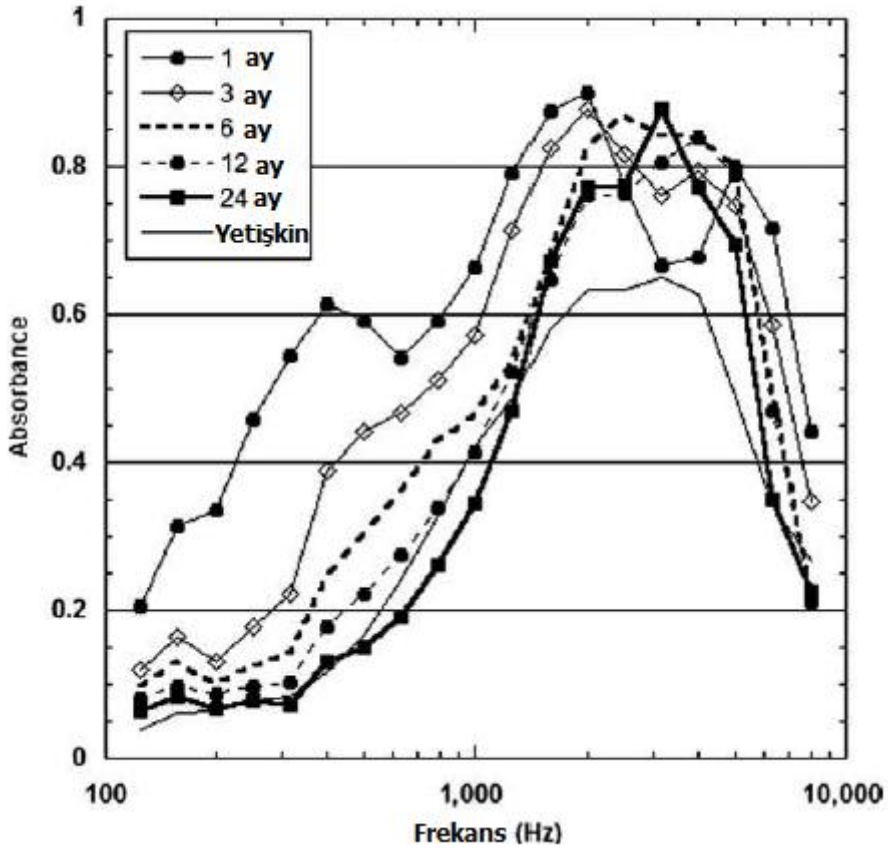
Geniş bant reflektans, geniş bant ölçümleri içerisinde en yaygın kullanılan ölçümlerden birisidir. Aynı zamanda "*power reflectance (*enerji reflektans)" olarak da bilinir. GBR verilen enerjiye karşı yansıyan enerjinin oranıdır. Ölçüm aralığı 0 ile 1 arasındadır ve 0 ses enerjisinin tamamen orta kulağa geçtiğini ifade ederken 1 ses enerjisinin orta kulağa geçemeyerek geri yansıdığını ifade eder (58). GBR sadece rakamsal büyüklüğü ifade eder, fazı yansıtmaz. GBR ölçümleri genellikle ortam basıncında, diğer bir ifade ile basınç verilmeden gerçekleştirilir. Basınç değişimi ile de uygulamaları bulunmaktadır. Şekil 17'de 226 Hz ile 8000 Hz aralığında kayıtlanmış normal değerlerde geniş bant reflektans eğrisi görülmektedir, eğri 0'a yaklaştıkça orta kulağa ses enerjisinin yansımadan geçtiğini ifade eder (2, 42).



Şekil 17. Normal değerlerde geniş bant reflektans, 226 Hz -8000 Hz aralığında (42).

2.3.4. Geniş Bant Absorbans (GBA)

Geniş bant absorbans (GBA), reflektans ölçümünün ayna görüntüsüdür. Diğer bir ifade ile GBA=1 – GBR'dir (48). GBA aynı zamanda "power absorbans" ve "enerji absorbans" olarak da bilinir. GBR'de olduğu gibi GBA da fazı ifade etmez. Kulak kanalına verilen sesin orta kulağa geçme oranı değerlendirilir. En yüksek oranda sesin orta kulağa geçişi 1 ile ifade edilirken 0 sesin orta kulağa geçemediğini ifade eder (42, 60). GBA ve GBR benzer bilgiler sunsa da GBA ölçümünde aşina olduğumuz klasik timpanogram görünümünde bir eğri elde edilmesi küçük bir artı sağlamaktadır. Şekil 18'de 226 Hz – 8000 Hz aralığında 1, 3, 6, 12, 24 aylık bebekler ile yetişkinlerden alınmış absorbans kaydı normatifleri görülmektedir (61).



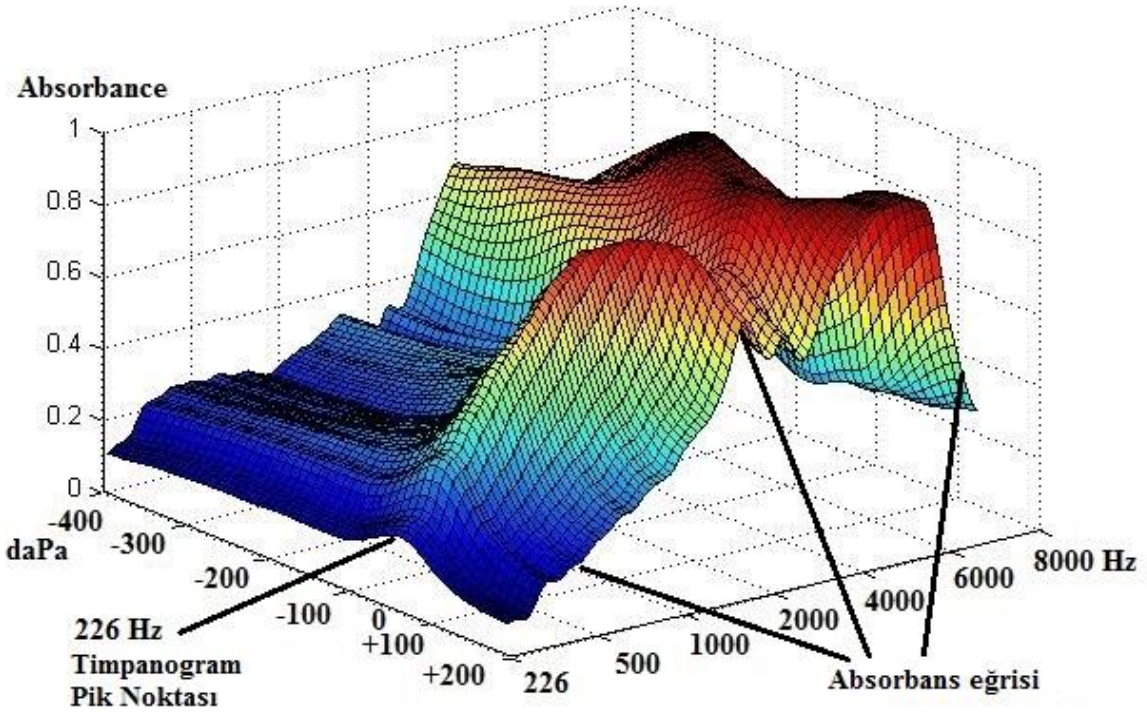
Şekil 18. Ortam basıncında, bebeklerde ve yetişkinlerde normal geniş bant absorbans değerleri (Keefe at al.1993) (61).

Birkaç normatif çalışma, tüm yaşlarda, GBA değerlerinin 1000 Hz altı ve 4000 Hz üstü frekanslarda düşük, 1000 ile 4000 Hz arasındaki frekans bölgesinde ise yüksek olduğunu göstermiştir (4, 61).

Keefe ve arkadaşları GBA ölçümünün konuşma için önem arz eden frekans bölgesini değerlendirmesi ve orta kulağın mekanik özellikleri hakkında daha detaylı bilgi vermesi nedeni ile klasik timpanometriden daha avantajlı olduğunu belirtmişlerdir (61).

Günümüzde, GBT ölçümü yapabilen ticari olarak elde edilebilir sistemler iki üretici tarafından sağlanmaktadır (Mimosa Acoustics, Champaign, IL ve Interacoustics Titan, Assens, Denmark). İnteracoustic Titan sistemi hem ortam basıncında hem de basınç değişimi altında ölçüm yapabilen FDA onayı almış tek cihazdır (2). Basınç değişimi altında test yapabilmesi, hem klasik timpanometri verilerinin elde edilebilmesini hem de akustik refleks ölçümünün yapılabilmesine

olanak sağlar. Titan sisteminde basınç, frekans ve absorbans değerleri üç boyutlu bir grafik ile gösterilmektedir (Şekil 19).



Şekil 19. Normal işiten bir çocuktan elde edilmiş üç boyutlu GBT örneği.

- ***Çocuklarda Geniş Bant Absorbans***

Çocuklarda GBA üzerine yapılmış çok az çalışma bulunmaktadır. Beers ve ark. (2010), yaş ortalaması 6.15 olan 78 çocuk ile GBA normatifi oluşturmuştur (5). Orta kulak patolojisi bulunan çocuklar ile normal çocukların GBA sonuçlarını karşılaştırmak amacı ile yapılmış birkaç çalışma bulunmaktadır (Beers et al. 2010; Keefe & Simmons, 2003; Margolis, Saly & Hunter, 2000) (5 - 7). Bu çalışmalarda yüksek frekanslar ile karşılaştırıldığında alçak frekanslarda nispeten daha düşük absorbans elde edilmiştir. 1000 Hz'de, kulak kanalına verilen ses enerjisinin sadece yarısı orta kulak tarafından absorbe edilir. En yüksek absorbans 3000 ile 5000 Hz arasında gerçekleşir, 5000 Hz'den sonra ani bir şekilde absorbans düşer (42).

- ***Timpanometrik basınç değişimi altında GBA ölçümü***

Geniş bant timpanometri olarak bilinen daha karmaşık bir test yöntemi kulak kanalında değişen basınç eşliğinde GBA ölçümü yapar. Bu test yönteminde klik uyaran kullanılır ve +200'den -400 daPa'ya doğru değişen basınç eşliğinde, 226 Hz ile 8000 Hz arasında GBA ölçülür (2). Şekil 19'da tipik bir üç boyutlu GBT kaydı görülmektedir.

Keefe ve ark. (2012), bu test yönteminin 226 Hz timpanometri karşısında iletim tipi işitme kaybını öngörebilme becerisini, ortam basıncı ve basınç değişimi eşliğinde yapılan absorbans ölçümü ile değerlendirmişlerdir (3). Çalışmayı İTİK bulunan yaşları 3.5 ile 8.2 arasında değişen 24 çocuk (35 kulak) ile normal işiten yaşları 2.6 ile 8.2 arasında değişen 26 çocuk (43 kulak)'ta yapmış ve absorbans ölçümünün hem İTİK varlığını doğru şekilde öngördüğünü hem de 226 Hz timpanometriden daha iyi öngörü sağladığını bulmuşlardır. Basınç değişimi ile yapılan GBA ile ortam basıncında yapılan GBA arasında İTİK'in öngörülmesinde fark bulmamışlardır. İTİK'li kulaklarda 700 ile 8000 Hz arasındaki frekanslarda absorbans değerlerini normale göre düşük elde etmişlerdir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Araştırmanın tipi

Araştırma, ileriye yönelik olarak planlandı

3.2. Araştırmanın yeri ve zamanı

Araştırma, Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi KBB Anabilim Dalı İşitme Konuşma Denge Ünitesi'nde gerçekleştirildi. Araştırmaya Eylül 2014 tarihinde literatür tarama ile başlandı ve Temmuz 2015 tarihinde sonlandırıldı.

3.3. Araştırmanın evreni ve örneklemi

Araştırmanın evrenini normal işiten çocuklar ile KBB muayenesinde EOM ya da *tuba Eustachii* disfonksiyonu lehine bulgu veren çocuklar oluşturdu. Örneklem olarak çalışma kriterlerine uyan, Dokuz Eylül Üniversitesi Hastanesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalına çeşitli sebepler ile başvurmuş 3-10 yaş arası 40 birey (73 kulak) EOM ve İTİK grubuna, 34 birey (56 kulak) kontrol grubuna alındı. Toplam 129 kulak verisi analiz için kullanıldı.

Bireylerin seçimi için ilk olarak KBB muayene bulguları incelendi. 3-10 yaş aralığındaki çocukların aileleri ile görüşmeler yapılarak çalışma ile ilgili bilgi verildikten sonra, ailelerden genel bilgiler (çocuğun doğum tarihi, genel sağlık durumu, geçmişte geçirdiği hastalıklar, risk faktörleri, işitsel ve sözel durumu) alındı. Belirlenen kriterlerine sahip ve aileleri gönüllü olan çocuklar araştırmaya dahil edildi. Tüm bireylerin ailelerine araştırmanın amacı hakkında bilgilendirme yazılı ve sözlü olarak yapıldı ve ailelere bilgilendirildiklerine dair onam formu imzalatıldı.

3.3.1. *Bireylerin araştırmaya dahil edilme kriterleri*

Normal işiten ve normal orta kulağa sahip grup için;

- KBB Hekimince yapılan otoskopik muayene bulgusunun normalle uyumlu olması,
- Saf ses odyometri testinde hava yolu eşiklerinin tüm frekanslarda 15 dB HL'nin altında bulunması,
- Saf ses odyometride hava-kemik yolu eşikleri arasında 10 dB HL ve daha az fark bulunması,
- 226 Hz prop ton ile normal basınç alanında tepe veren timpanogram ve akustik reflekslerin elde edilmesi,

- Uyarılmış oto-akustik emisyon testinde en az 3 frekansta sinyal gürültü oranının 3 dB ve üzerinde elde edilmesi,
- Dış kulak yolunda anomali, serümen ve buşon gözlenmemesi,
- Gönüllü olmak,
- 3-10 yaş aralığında olmak seçim kriterleridir.

EOM lehine bulgu veren grup için;

- KBB muayenesinde EOM ve *tuba Eustachii* disfonksiyonu lehine bulgu elde edilmesi (TM'nin mat veya retrakte görünümü),
- Dış kulak yolunda anomali, serümen ve buşon gözlenmemesi,
- İşitme kaybına neden olabilecek herhangi bir kulak anomalisi bulunmaması,
- Saf ses odyometride hava-kemik yolu eşikleri arasında en az iki frekansta 15 dB HL ve daha fazla ya da en az bir frekansta 20 dB HL ve daha fazla fark bulunması,
- Kemik yolu işitme
- Orta kulak patolojisinin olası nedenin EOM ya da *tuba Eustachii* disfonksiyonu olması,
- Gönüllü olmak,
- 3-10 yaş aralığında olmak seçim kriterleridir.

3.3.2. *Bireylerin araştırmadan çıkarılma kriterleri*

Normal işiten ve normal orta kulağa sahip grup için;

- Akustik immitansmetri testinde akustik reflekslerin elde edilememesi,
- Akustik immitansmetride geçirilmiş bir orta kulak patolojisi lehine bulgu elde edilmesi,

EOM şüphesi bulunan grup için;

- Timpan membran perforasyonunun bulunması,
- Timpanometri testine engel oluşturacak kulak akıntısının bulunması,

3.4. Araştırma Materyali ve Testlerin Uygulanması

Araştırmada tüm çocukların işitmelerini değerlendirmek için *İnteracoustics AC40* model klinik odyometre cihazı, geniş bant timpanometri (GBT) testi için ise

İnteracoustics Titan model ekipman kullanıldı. *Otodynamics İlo V.6* oto-akustik emisyon cihazı uyarılmış oto-akustik emisyon testi için kullanıldı (Şekil 20).



a) **b)** **c)**

Şekil 20. a) Otodynamics İlo V.6 oto-akustik emisyon cihazı, **b)** İnteracoustic AC40 klinik odyometre, **c)** İnteracoustics Titan geniş bant timpanometre

GBT ve GBA ölçümü için hastanın kooperasyonu gerekmemektedir. Çocuğun 2 dakika hareketsiz bir şekilde durması uygulama için yeterlidir.

GBA testinin parametreleri şu şekilde idi:

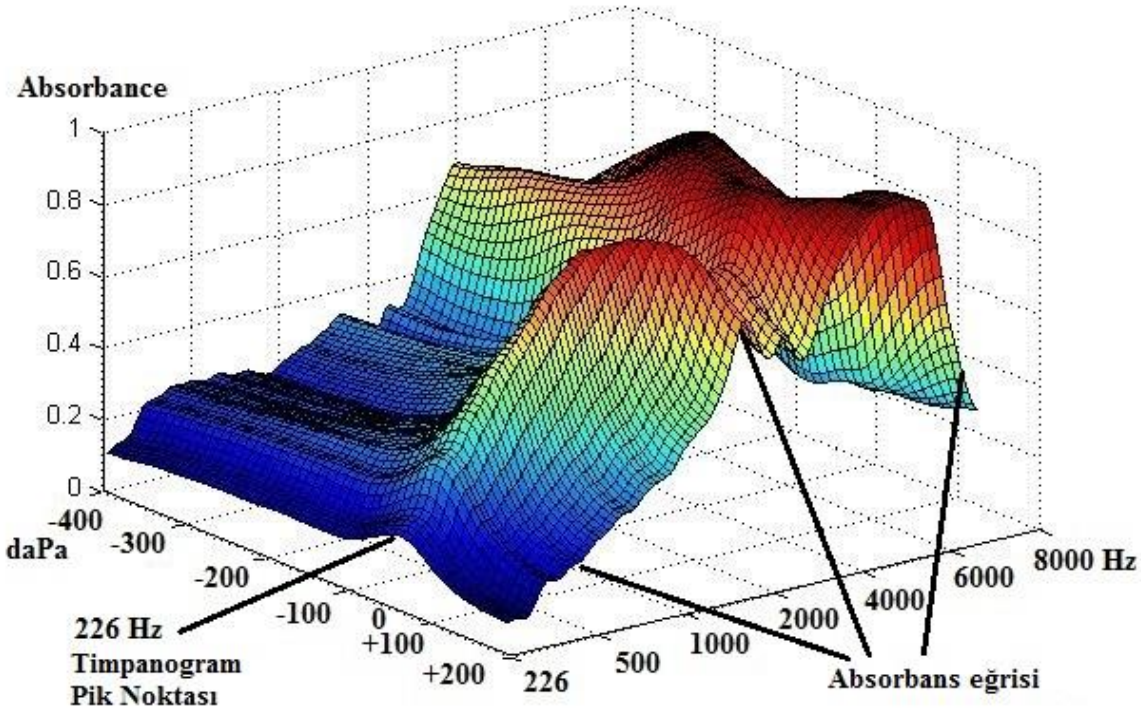
1- Uyaran tipi ve şiddeti: 226 Hz – 8000 Hz aralığında 96 dB SPL şiddetinde geniş bant klik uyaran kullanıldı.

2- +200'den -400 daPa'ya doğru değişim ile kayıtlama yapan bu cihazın aynı zamanda 3 farklı basınç pompası hız seçeneği (yavaş, orta, hızlı)mevcut olup bu çalışmada orta pompa hızı kullanıldı.

3- GBA değerleri %'de cinsinden ve 1 üzerinden ondalık olarak ifade edilmiş halde matlab dosyasında kaydedildi. Bu veriler daha sonra Matlab programında incelenerek Excel ve SPSS ortamına aktarıldı.

4- +200 ile -400 daPa basınç aralığında yaklaşık 10 daPa'lık basınçta bir 226 Hz ile 8000 Hz arasındaki 107 frekans noktasında absorbans grafiği kayıtlandı (Şekil 21). *"Ambient pressure absorbance"* adı verilen ortam basıncına en yakın değerdeki basınç noktasında kaydedilen absorbans değerleri ve 226 Hz timpanometri verileri çalışmada kullanıldı. Ortam basıncındaki absorbans

verisinin kullanılmasının sebebi kişinin saf ses odyometri testi sırasında ve günlük hayatta içinde bulunduğu durumu yansıtmasıdır.



Şekil 21. Normal işiten bir çocuktan kayıtlanan üç boyutlu GBT grafiği. Sol taban değerleri basınç değişimini gösterirken, sağ taban değerleri frekans değişimini göstermektedir. Dikey düzlem ise absorbans miktarını belirtmektedir.

Saf ses odyometri ölçümünde, kooperasyonu güçlü çocuklarda yetişikinlerde olduğu gibi ses duyulduğunda düğmeye basma metodu, kooperasyonu zayıf çocuklarda ise kulaklık takılı iken oyun odyometrisi metodları kullanıldı.

Saf ses odyometri parametreleri:

1- Testte hava yolu için 250, 500, 1000, 2000, 4000 ve 8000 Hz,
kemik yolu için 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz saf ses uyaran kullanıldı.
2- Uyaran şiddeti 50 dB HL'den başlatıldı 10 aşağı, 5 yukarı eşik belirleme yöntemiyle davranışsal eşikler 5 dB duyarlılıkla saptandı.
3- Kulaklık tipi: TDH 39
4- Kemik vibratör tipi: B71

Çalışmada hem hava yolu hem de kemik yolu işitme eşikleri belirlenmiştir. Kemik yolu işitme eşikleri tüm katılımcılarda 10 dB HL ve daha iyi elde edilmiştir. Bu durum tüm katılımcıların iç kulaklarının normal olduğunu göstermektedir. Çalışmada hava-kemik aralığı değerlerinin yanı sıra işitme seviyesini doğrudan yansıtması ve işitme kaybı derecesinin sınıflandırmasında kullanımından dolayı hava yolu eşikleri de değerlendirmeye alınmıştır.

3.5. Araştırmanın değişkenleri

Bağımsız değişken:

1. Orta kulak patolojisi (Hava kemik aralığı bulunması)
2. Saf ses odyometride elde edilen hava yolu ve hava-kemik aralığı değerleri

Bağımlı değişken:

1. Geniş Bant Absorbans yüzdesi ve değerleri

3.6. Veri toplama araçları

Araştırmada veri toplama aracı olarak *İnteracoustics Titan* arayüz programının araştırma dosyası oluşturabilme özelliğinden yararlanıldı. Bu araştırma dosyaları matlab programı üzerinde çalışmaktadır. Saf ses odyometri verileri odyograma işlendikten sonra excel formatındaki formlara aktarıldı.

3.7. Araştırma planı

2014			2015			
AYLAR	**Eylül-Ekim**	**Kasım-Aralık**	**Ocak-Şubat**	**Mart-Nisan**	**Mayıs-Haziran**	**Temmuz-Ağustos**
Literatür tarama	X	X				
Hasta bilgilerine ulaşma		X				
Hastalarla ön görüşme ve bilgi alma			X			
Çalışma ve kontrol gruplarının belirlenmesi			X			
Etik Kurul İzni			22.01.2015			
Veri Toplama			X	X	X	
Verilerin kaydedilmesi			X	X	X	
Verilerin istatistiksel hesaplaması ve analizi					X	
Tez yazımının tamamlanması						X
Tez bitirme sınavı						X

3.8. Verilerin değerlendirilmesi

Bireylerin saf ses hava yolu işitme eşik değerleri, HKA değerleri ile ortam basıncında kayıtlanmış GBA değerleri analiz için kullanıldı. Kontrol grubu ve patolojik grup tek bir kümede değerlendirildi (N=129 kulak). 129 kulak verisi Pearson korelasyonu, regresyon analizi ve ROC (Alıcı İşletim Karakteristiği (Receiver Operating Characteristic)) analizi ile değerlendirildi. Pearson ve regresyon analizi için SPSS (versiyon 20), ROC analizi için MedCalc (versiyon 15.6.1) programı kullanıldı.

Frekansa özgü işitme eşikleri ve HKA değerleri ile aynı frekanslarda elde edilen absorbans değerleri ve 107 frekansın absorbans ortalamaları arasında Pearson korelasyon analizi yapıldı. Saf ses eşik değeri ve HKA değeri arttıkça absorbans değerindeki negatif ya da pozitif değişimin korelasyonuna bakıldı. Korelasyon katsayısı R değeri 0,00-0,25 çok zayıf; 0,26-0,49 zayıf; 0,50-0,69 orta; 0,70-0,89 yüksek; 0,90-1,00 değer aralığında ise çok yüksek ilişki olarak kabul edildi.

Korelasyon analizi sonrası değişkenler arasındaki birebir ilişkinin açıklanabilmesi amacıyla lineer, kübik ve logaritmik model regresyon analizleri yapıldı. Regresyon analizinde tüm frekansların absorbans ortalaması (107 frekans noktasında elde edilen absorbans değerlerinin aritmetik ortalaması) kullanıldı.

500-1000-2000-4000 Hz SSO ile tüm frekansların absorbans ortalaması arasında ve 500-1000-2000-4000 Hz HKA ortalaması ile tüm frekansların absorbans ortalaması arasındaki ilişki regresyon analizi ile değerlendirildi. Tüm frekansların absorbans ortalamasına karşılık öngörülen SSO değerleri ve HKA ortalamaları için model oluşturuldu.

GBA, 226 Hz komplians ve timpanometrik genişlik değerlerinin İTİK ve EOM varlığını ayırt etmedeki duyarlılık ve özgüllüğü ROC analizi ile değerlendirildi. ROC analizi ile SSO 16 dB ve üstü, 21 dB ve üstü kriteri ve HKA ortalaması 11 dB ve üstü, 16 dB ve üstü, 21 dB ve üstü kriterlerine göre değerlendirme yapıldı. Her ROC analizi için "*Area under the Roc Curve* (AUC: Roc eğrisi altında kalan alan)" değeri karşılaştırma amacı ile kullanıldı. AUC değeri duyarlılık ve özgüllük değerlerinin toplamını yansıtır ve 1 ile 0 arasında değişir. AUC değeri 1'e yaklaştıkça testin ayırt etme gücü artar.

3.9. Araştırmanın sınırlılıkları

- Araştırmaya dahil edilecek çocukların işitme testi ve diğer testlere kooperasyon problemi yaşaması,
- Orta kulak patolojisinin olası nedenin effüzyon ya da üst solunum yolu enfeksiyonu olma zorunluluğu,
- Dış ve orta kulak anomalisinin bulunmasıdır.

3.10. Etik kurul onayı

Araştırmaya başlamadan önce Dokuz Eylül Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 22.01.2015 tarihli 2015/02-33 no'lu toplantısında; 1797-GOA protokolü ile onay alındı. Araştırmaya katılan her bir çocuğun ebeveynlerine bilgilendirilmiş onam formu imzalatıldı.

4. BULGULAR

Araştırmada normal işiten ve normal orta kulağa sahip, yaş ortalaması 7,01 yıl (en küçük 3.58, en büyük 10.83) olan 6 kız ve 28 erkek, toplam 34 birey (56 kulak) kontrol grubuna dahil edildi. Dışlama kriterleri taşımaları nedeniyle 12 katılımcının sadece tek kulak verileri kullanıldı. Kontrol grubunun tümüne önce saf ses odyometri testi, daha sonra TEOAE ölçümü ve son olarak da GBT testi uygulandı.

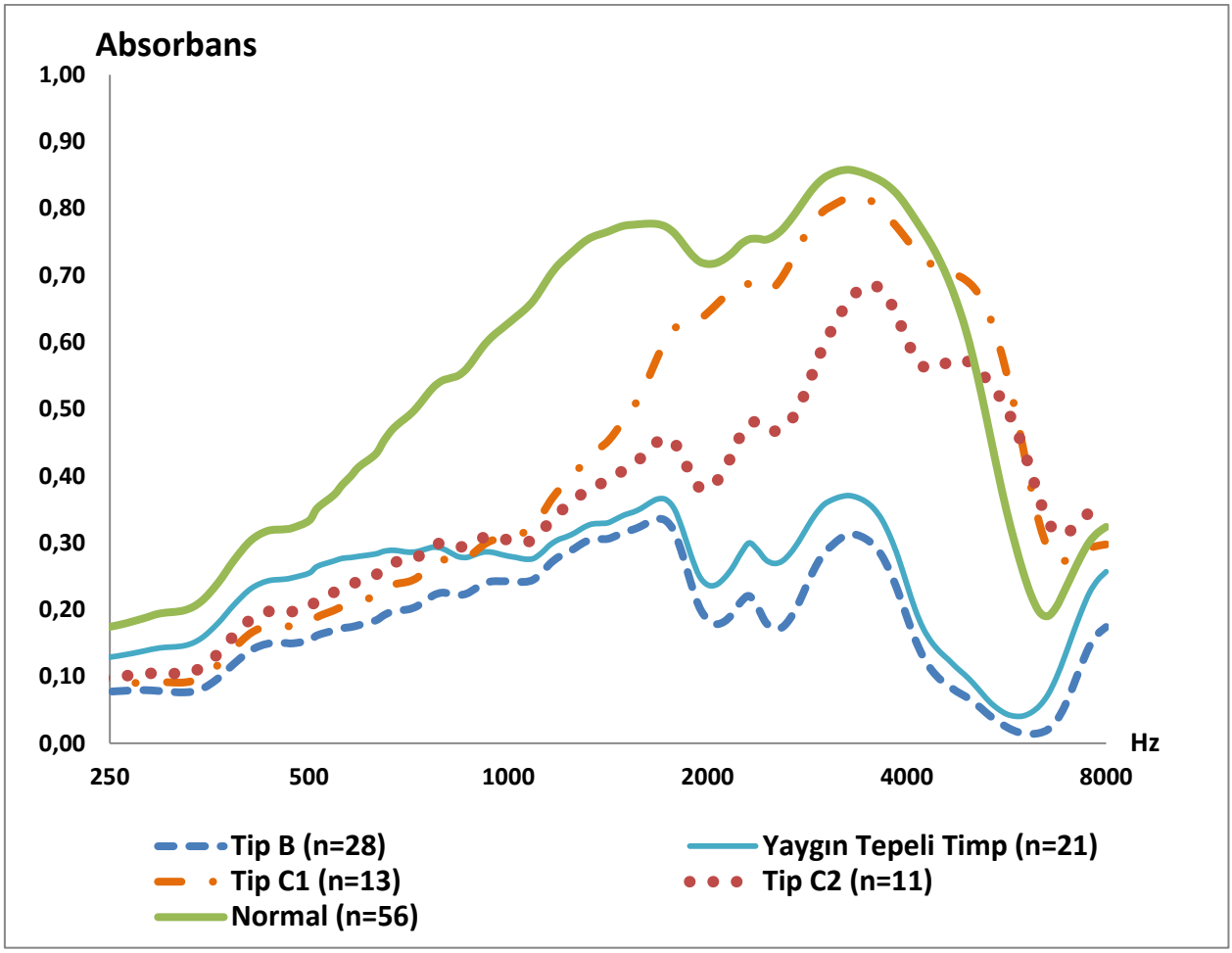
Otoskopik muayene sonucunda EOM, *tuba Eustachii* disfonksiyonu ve ÜSYE kaynaklı orta kulak patolojisi şüphesi taşıyan, yaş ortalaması 6,04 yıl (en küçük 3.42, en büyük 9.67) olan 6 kız ve 34 erkek, toplam 40 birey (73 kulak) patolojik gruba dahil edildi. Dışlama kriterleri taşımaları nedeniyle 7 katılımcının sadece tek kulak verileri kullanıldı. Patolojik gruba da önce saf ses odyometri testi, daha sonra TEOAE ölçümü ve son olarak da GBT testi uygulandı.

Patolojik grupta değerlendirdiğimiz 73 kulak ve kontrol grubunda değerlendirdiğimiz 56 kulak, 226 Hz timpanometri bulgularına göre Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Tüm katılımcıların 226 Hz timpanometri bulguları

Gruplar	Timpanogram Tipleri	Kulak Sayıları
Patolojik Grup	Tip B	28 kulak
	Yaygın Tepeli Timp.	21 kulak
	Tip C1	13 kulak
	Tip C2	11 kulak
Normal Grup	Tip A	56 kulak

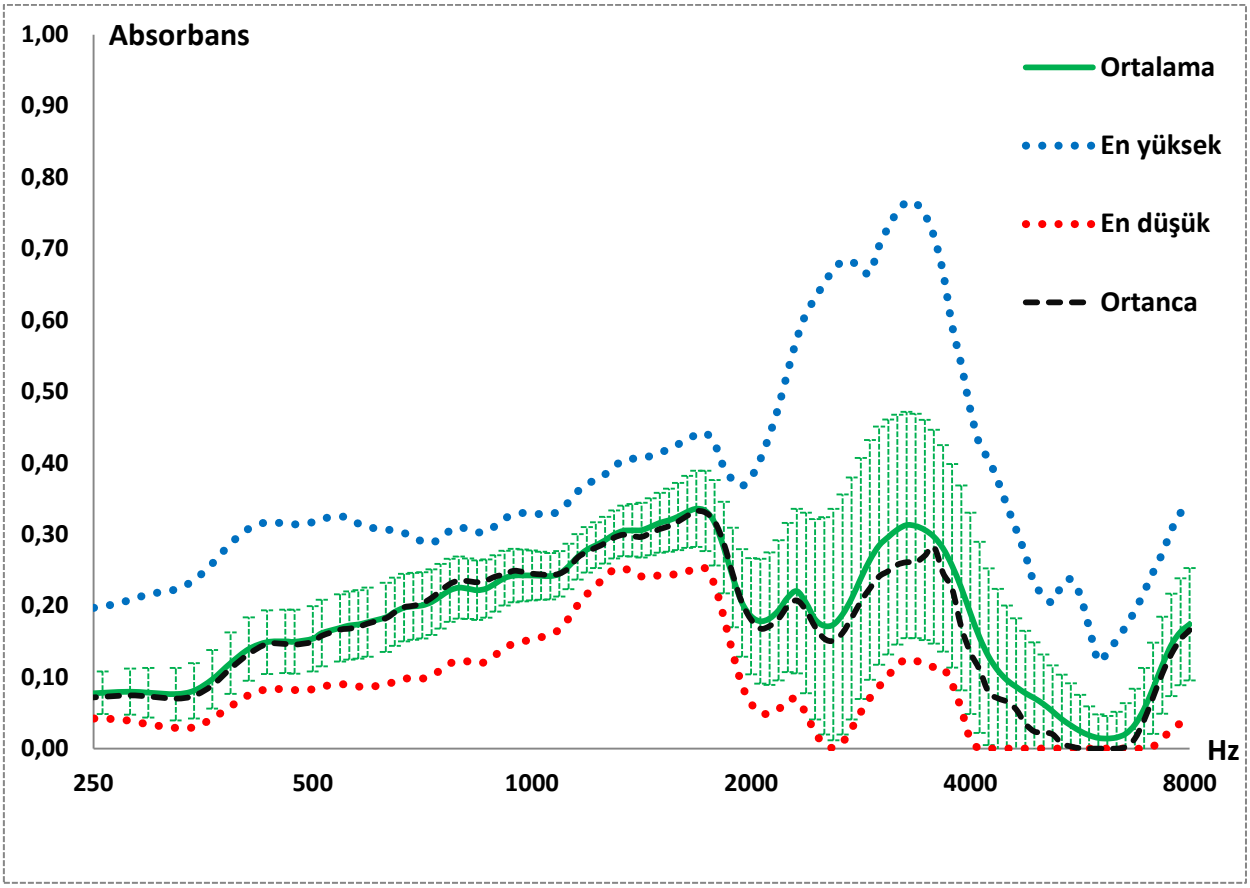
Tüm katılımcılara uygulanan GBT test verilerinden "*ambient pressure*" (ortam basıncı)'da elde edilen GBA bulguları değerlendirildi. Bu GBA bulgularının 226 Hz timpanogram tiplerine göre ortalaması alındığında elde edilen eğriler Şekil 22'de gösterildi.



Şekil 22. Katılımcılardan elde edilen timpanogram tiplerine (Tablo 4) göre ortalama GBA eğrileri görülmektedir.

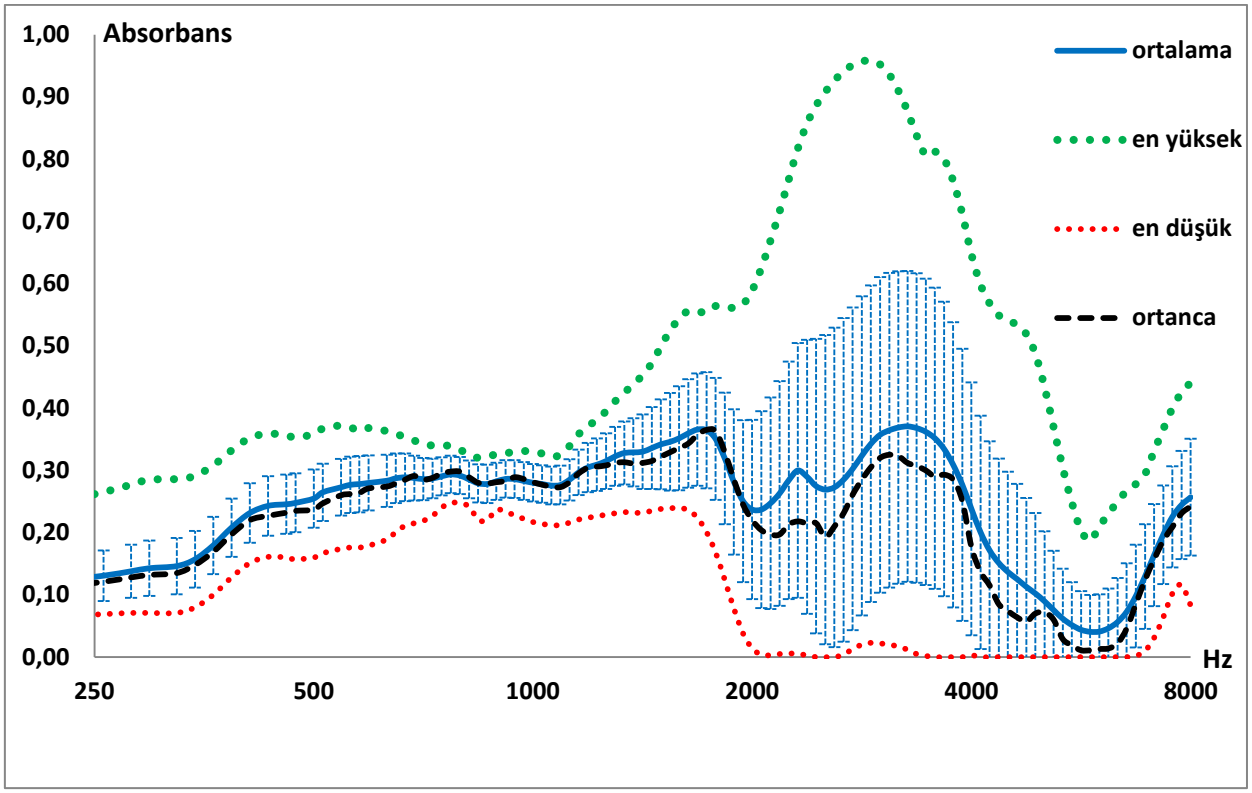
Timpanogram tiplerine göre GBA bulgularına baktığımızda negatif orta kulak basıncının değeri arttıkça (Tip C1'den Tip C2'ye doğru) 1000 ile 5000 Hz arasındaki frekanslarda absorbans değerleri düşmektedir. Aynı zamanda normal GBA değerleri ile karşılaştırıldığında alçak frekanslarda belirgin fark gözlenmektedir. Tip B ve yaygın tepeli timpanogram elde edilen kulaklardaki GBA bulgularında ise tüm frekanslarda etkilenme görülmektedir.

Tip B timpanogram varlığında elde edilen GBA bulgularının 107 frekans noktası için en yüksek, en düşük, ortanca ve ortalama değerleri ile oluşturulmuş eğrileri Şekil 23'te görülmektedir. Bu eğrilere bakıldığında 226 Hz timpanometride tek tip bir bulgu elde edilirken, geniş bant frekansta absorbans ölçümü ile değerlendirildiğinde farklı sonuçlar görülebilmektedir.



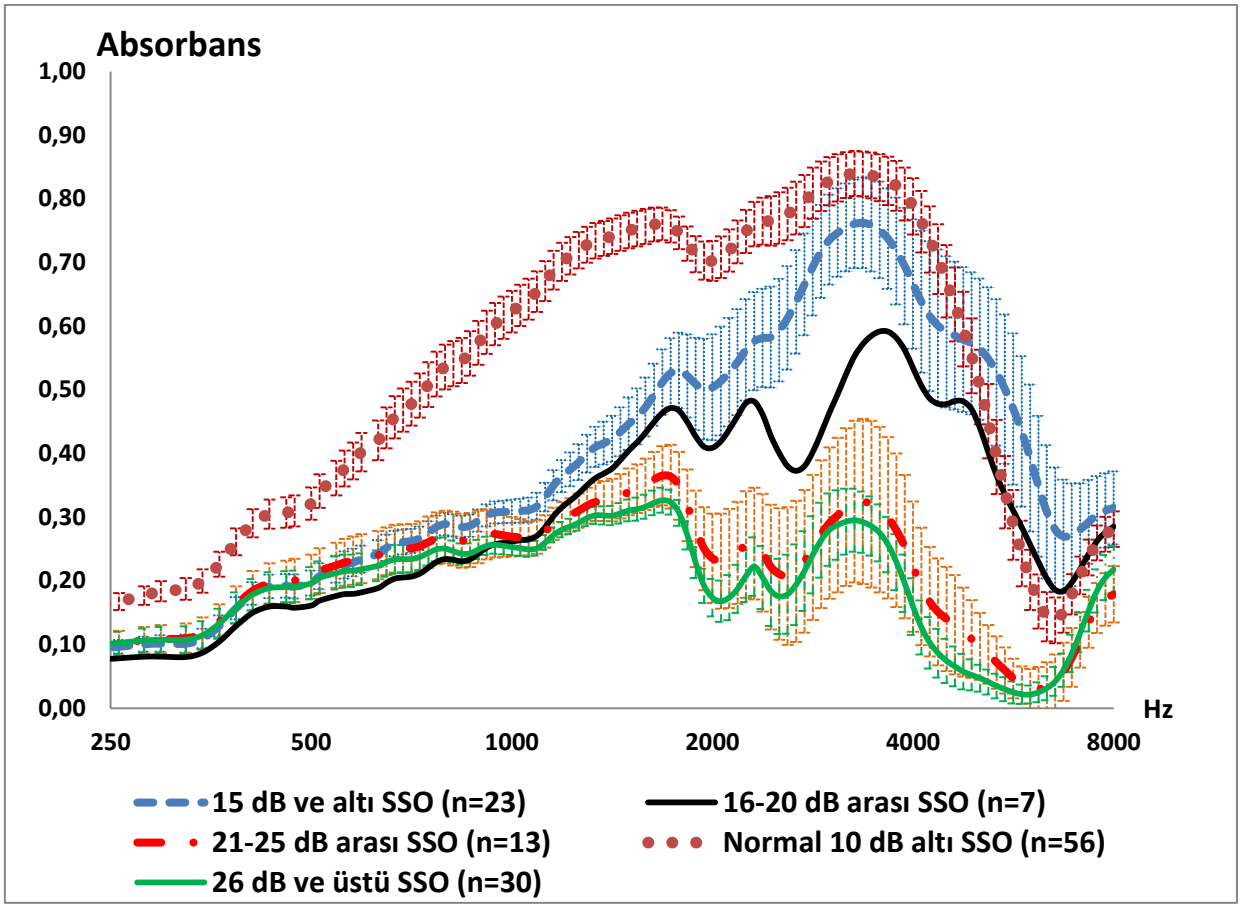
Şekil 23. Tip B timpanogram elde edilen 28 kulaktaki GBA bulgularının, en yüksek, en düşük, ortanca, ortalama değer eğrileri ile standart sapma dikey çubukları görülmektedir.

Yaygın tepeli timpanogram varlığında elde edilen GBA bulgularının 107 frekans noktası için en yüksek, en düşük, ortanca ve ortalama değerleri ile oluşturulmuş eğrileri Şekil 24'te görülmektedir. Burada da GBA sonuçlarının 226 Hz sonuçları ile kıyaslandığında patolojinin durumuna göre farklı sonuçlar gösterdiği görülmektedir.



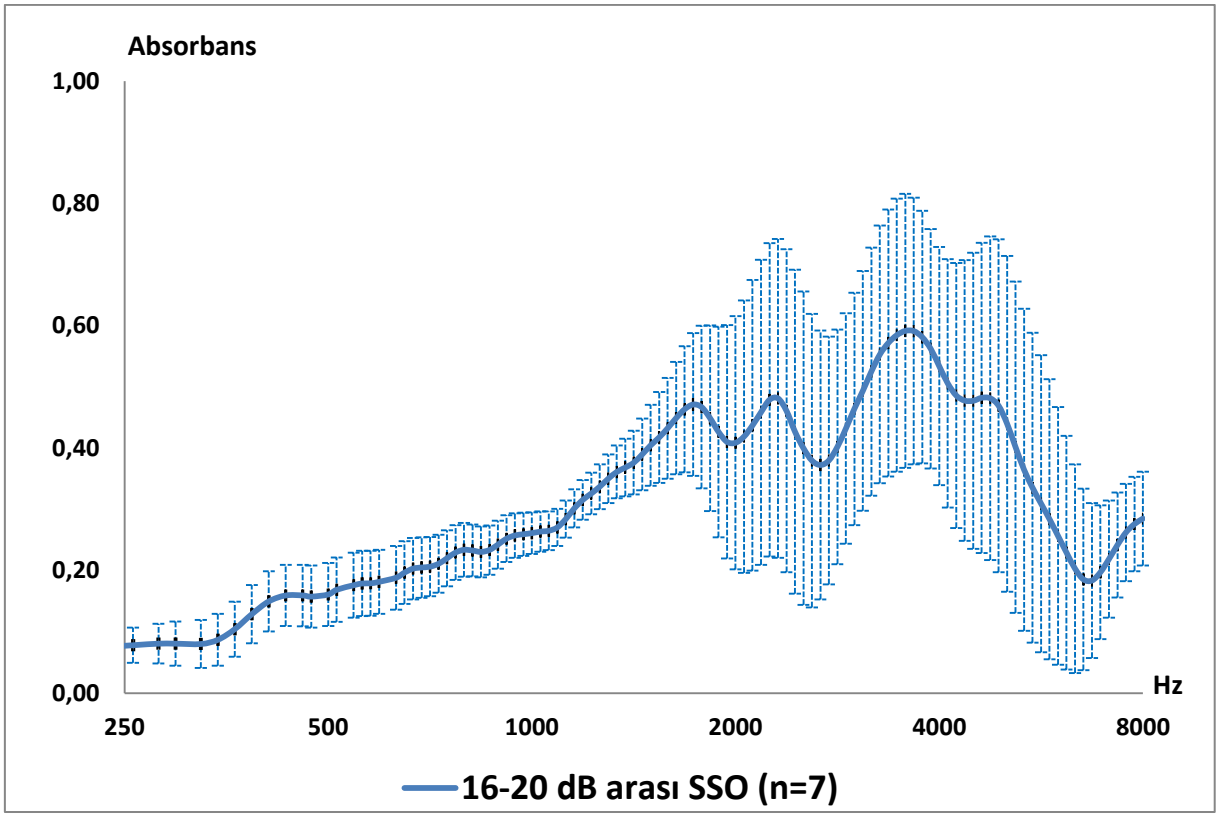
Şekil 24. Yaygın tepeli timpanogram elde edilen 21 kulaktaki GBA bulgularının, en yüksek, en düşük, ortanca ve ortalama değer eğrileri ile standart sapma dikey çubukları görülmektedir.

Patolojik grupta 500-1000-2000-4000 Hz saf ses ortalaması (SSO) 15 dB ve altı, 16-20 dB arası, 21-25 dB arası ile 26 dB ve üzeri olan bireylerden elde edilen GBA ortalama eğrileri ile normal grubun GBA ortalama eğrileri, %95 güven aralığı dikey çubuklar ile birlikte Şekil 25'te gösterilmiştir.



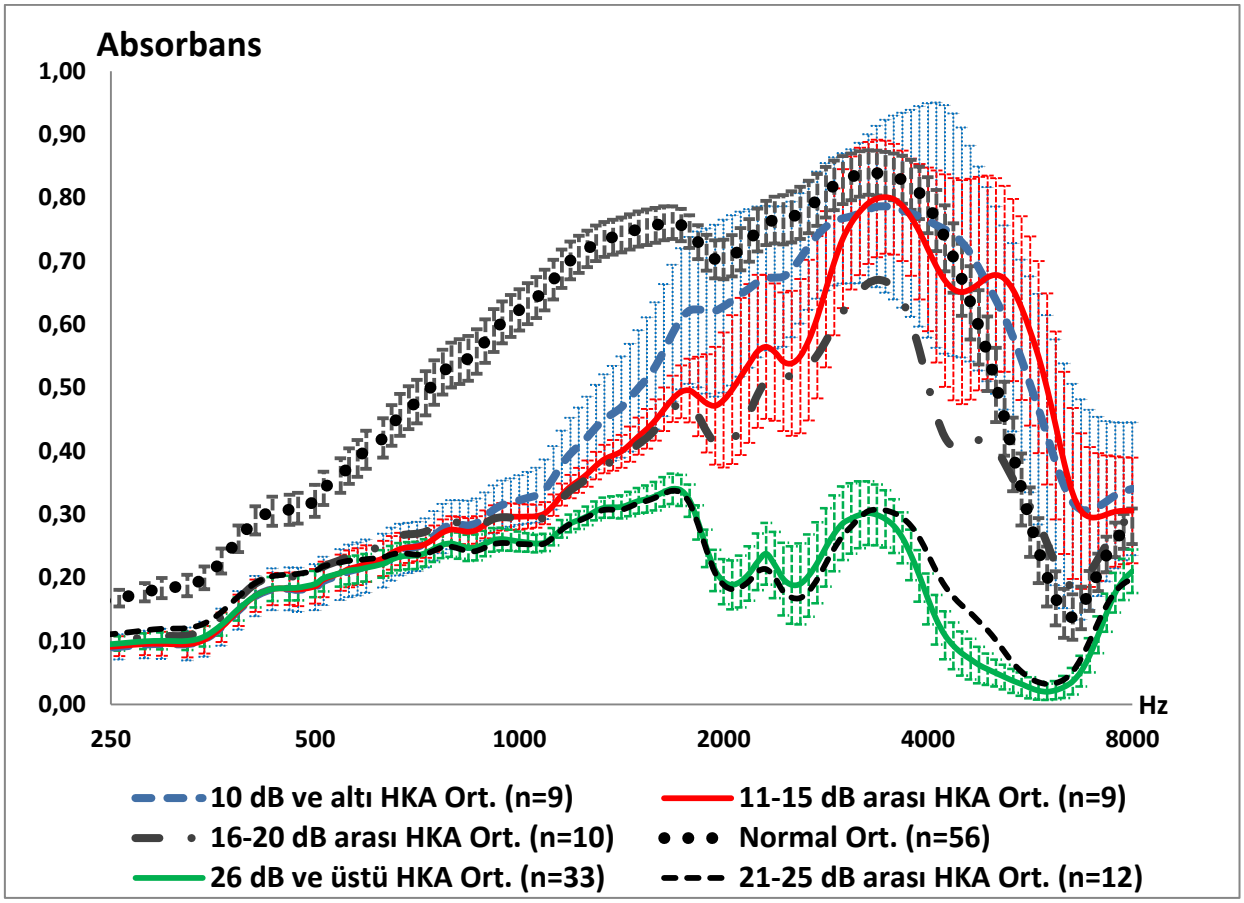
Şekil 25. Saf ses ortalamasına karşılık elde edilen GBA ortalama eğrileri %95 güven aralığı çubukları ile görülmektedir.

Şekil 25'e bakıldığında 16 dB ile 20 dB arası SSO için elde edilen ortalama GBA eğrisinin (siyah eğri) ara bir basamak oluşturduğu görülmektedir. Bu eğri %95 güven aralığı çubukları ile Şekil 26'da görülmektedir. Şekil 26'ya bakıldığında güven aralığının nispeten daha geniş olduğu görülmektedir.

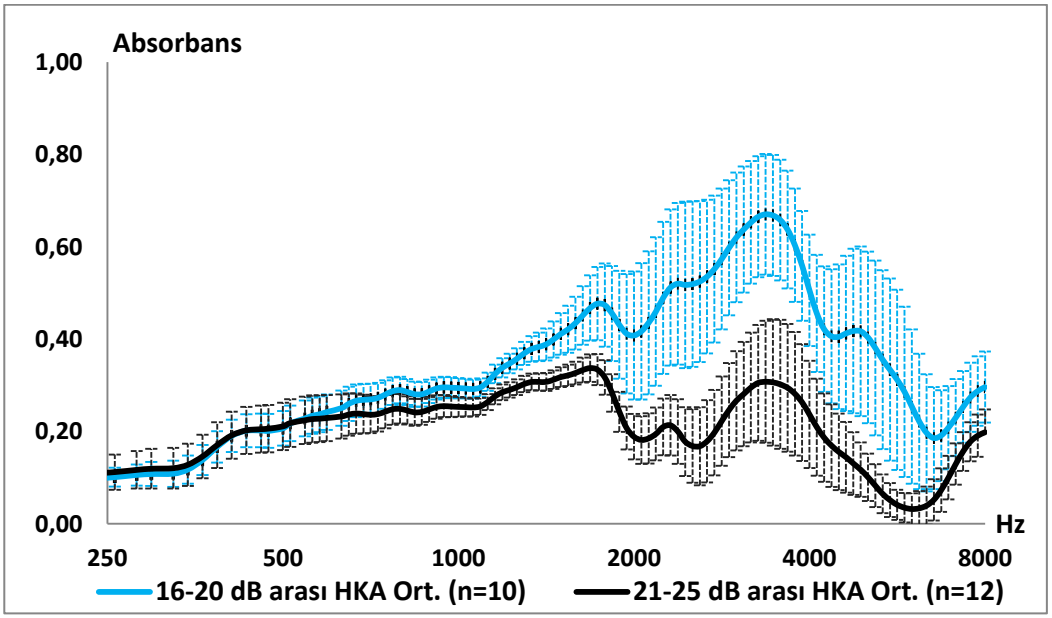


Şekil 26. SSO 16 dB ile 20 dB aralığında olan kulaklardan (n=7) elde edilen ortalama GBA eğrisi %95 güven aralığı çubukları ile görülmektedir.

Patolojik grupta 500-1000-2000-4000 Hz frekanslarında elde edilen hava kemik aralığı (HKA) ortalamaları 10 dB ve altı, 11-15 dB arası, 16-20 dB arası, 21-25 dB arası ile 26 dB ve üzeri olan bireylerden elde edilen GBA ortalama eğrileri ile normal grubun GBA ortalama eğrileri Şekil 27'de gösterilmiştir. Şekilde her eğri için %95 güven aralığı dikey çubuklar ile gösterilmiştir. Şekil 27'de 16-20 dB arası HKA ortalaması ile 21-25 dB arası HKA ortalaması eğrileri ayrıca Şekil 28'de gösterilmiştir.

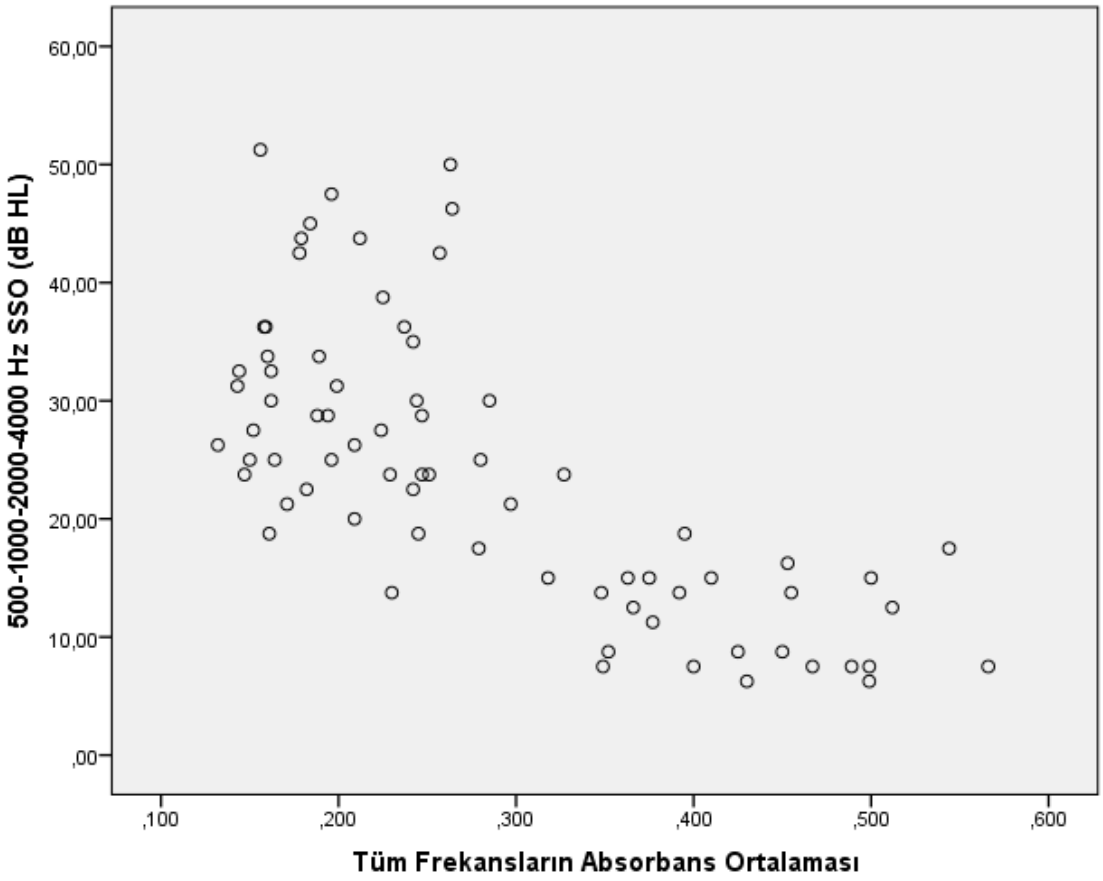


Şekil 27. HKA ortalamalarına karşılık ele edilen GBA ortalama eğrileri ve %95 güven aralığı çubukları.

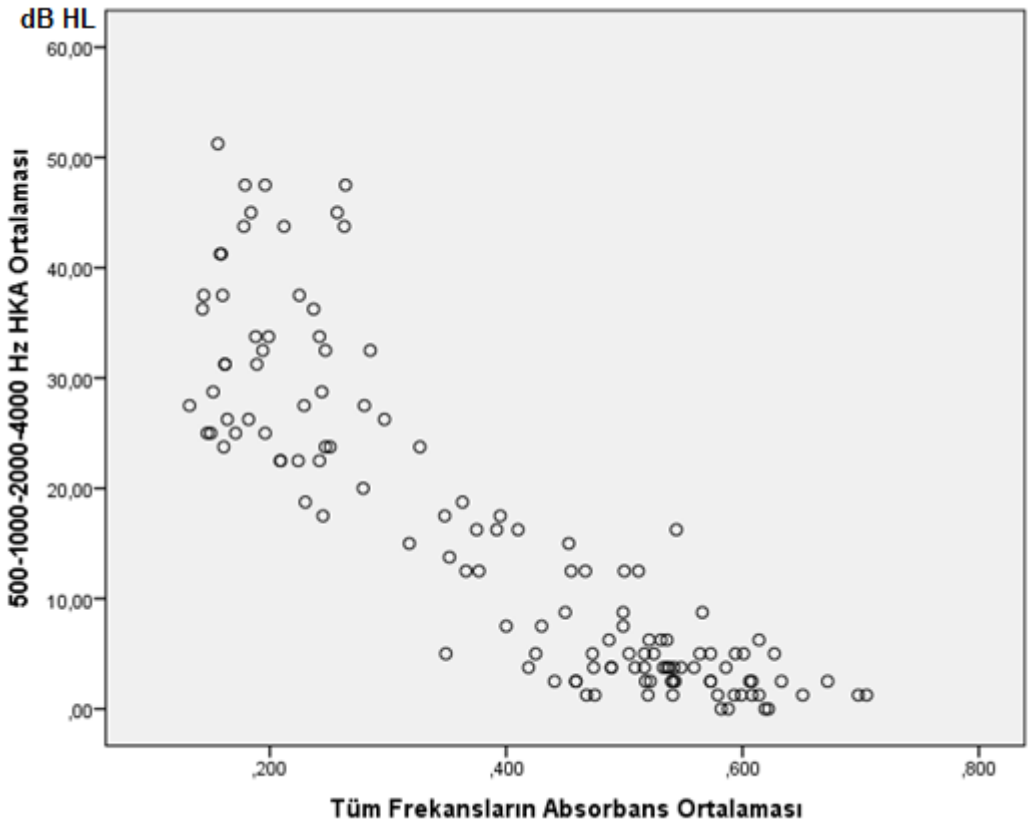


Şekil 28. HKA ortalaması 16-20 dB arası ve 21-25 dB arası olan bireylerden elde edilen GBA ortalama eğrileri ve %95 güven aralığı çubukları.

Normal ve patolojik grupta her bir kulaktaki tüm frekansların absorbans değerlerinin ortalamasına karşılık elde edilen SSO ve HKA ortalamalarının serpme dağılım grafiği Şekil 29 ve 30'da görülmektedir. Grafiklere bakıldığında değerlerin dağılımı korelasyon ve regresyon analizi için uygundur. Değerler homojen ve doğrusala yakın bir özellikte dağılmıştır.



Şekil 29. Tüm frekansların absorbans ortalamasına karşılık elde edilen SSO değerlerinin serpme dağılımı.



Şekil 30. Tüm frekansların absorbans ortalamasına karşılık elde edilen HKA ortalaması değerlerinin serpme dağılımı.

Şekil 29 ve Şekil 30'da elde edilen grafik doğrultusunda normal ve patolojik gruptan (N=129 kulak) elde edilen farklı kombinasyonlardaki SSO ve HKA ortalamaları ile farklı frekans aralıklarındaki absorbans ortalamaları Pearson korelasyon analizi ile değerlendirildi. Korelasyon analizi sonucunda tüm frekansların absorbans ortalamaları ile 500-1000-2000-4000 Hz SSO ve HKA ortalamaları arasında diğer kombinasyonlara göre daha güçlü, negatif yönlü ve anlamlı bir ilişkinin olduğu saptandı ($r>0,69$; $p<000$). Tüm frekansların absorbans ortalama değeri azaldıkça SSO ve HKA ortalama değerinin istatistiksel olarak anlamlı şekilde düştüğü saptandı (Tablo 5 ve Tablo 6). Tablo 5 ve 6'da en yüksek korelasyon değerleri gri renk ile vurgulandı.

Tablo 5. SSO ile absorbans ortalamalarının Pearson korelasyonu sonuçları.

(SSO: Saf ses ortalaması)		226 - 500 Hz Absorbans Ort.	1000-4000 Hz Absorbans Ort.	2000-4000 Hz Absorbans Ort.	Tüm Frekansların Absorbans Ort.
250-500 Hz SSO	Pearson Korelasyonu	**-,439**	**-,857****	**-,800****	**-,850****
	Sig. (2-tailed)	p<000	p<000	p<000	p<000
	N	129	129	129	129
2000-4000 Hz SSO	Pearson Korelasyonu	**-,391****	**-,806****	**-,783**	**-,821****
	Sig. (2-tailed)	p<000	p<000	p<000	p<000
	N	129	129	129	129
500-1000-2000-4000 Hz SSO	Pearson Korelasyonu	**-,421****	**-,846****	**-,810****	**-,854**
	Sig. (2-tailed)	p<000	p<000	p<000	p<000
	N	129	129	129	129

Tablo 6. HKA ortalaması ile absorbans ortalamalarının Pearson korelasyonu sonuçları.

(HKA: Hava-kemik aralığı)		226 - 1000 Hz Absorbans Ort.	1000-4000 Hz Absorbans Ort.	2000-4000 Hz Absorbans Ort.	Tüm Frekanların Absorbans Ort.
500-1000 Hz HKA Ort.	Pearson Korelasyonu	**-,654****	**-,883****	**-,833****	**-,893****
	Sig. (2-tailed)	p<000	p<000	p<000	p<000
	N	129	129	129	129
2000-4000 Hz HKA Ort.	Pearson Korelasyonu	**-,567****	**-,833****	**-,807****	**-,852****
	Sig. (2-tailed)	p<000	p<000	p<000	p<000
	N	129	129	129	129
500-1000-2000-4000 Hz HKA Ort.	Pearson Korelasyonu	**-,619****	**-,868****	**-,829****	**-,883****
	Sig. (2-tailed)	p<000	p<000	p<000	p<000
	N	129	129	129	129

Normal ve patolojik grup tek bir kümede (N=129 kulak) frekansa özgü 250, 500, 1000, 2000, 4000 Hz saf ses eşik değerleri ve HKA değerleri ile bu frekanslardaki absorbans değerleri korelasyon açısından değerlendirildi (Tablo 7, Tablo 8). Tablo 7 ve 8'de en yüksek korelasyon değerleri gri renk ile vurgulandı.

Tablo 7. Saf ses hava yolu eşik değerleri ile o frekanslardaki absorbans değerleri ve tüm frekansların absorbans ortalamasının Pearson korelasyonu sonuçları.

(HYE: Saf Ses Hava Yolu Eşiği)		**Tüm Frekansların Absorbans Ortalaması**	**250 Hz Absorbans**	**500 Hz Absorbans**	**1000 Hz Absorbans**	**2000 Hz Absorbans**	**4000 Hz Absorbans**
250 Hz HYE	Pearson Korelasyonu	**-,812****	**-,410****	**-,410****	**-,722****	**-,791****	**-,727****
	Sig. (2-tailed)	p<000	p<000	p<000	p<000	p<000	p<000
	N	129	129	129	129	129	129
500 Hz HYE	Pearson Korelasyonu	**-,866****	**-,448****	**-,465****	**-,762****	**-,818****	**-,780****
	Sig. (2-tailed)	p<000	p<000	p<000	p<000	p<000	p<000
	N	129	129	129	129	129	129
1000 Hz HYE	Pearson Korelasyonu	**-,847****	**-,402****	**-,419****	**-,712****	**-,800****	**-,785****
	Sig. (2-tailed)	p<000	p<000	p<000	p<000	p<000	p<000
	N	129	129	129	129	129	129
2000 Hz HYE	Pearson Korelasyonu	**-,777****	**-,353****	**-,360****	**-,615****	**-,754****	**-,756****
	Sig. (2-tailed)	p<000	p<000	p<000	p<000	p<000	p<000
	N	129	129	129	129	129	129
4000 Hz HYE	Pearson Korelasyonu	**-,820****	**-,393****	**-,401****	**-,645****	**-,751****	**-,799****
	Sig. (2-tailed)	p<000	p<000	p<000	p<000	p<000	p<000
	N	129	129	129	129	129	129

Tablo 8. Her bir frekanstaki HKA değerleri ile o frekanslardaki absorbans değerleri ve tüm frekansların absorbans ortalamasının Pearson korelasyonu sonuçları.

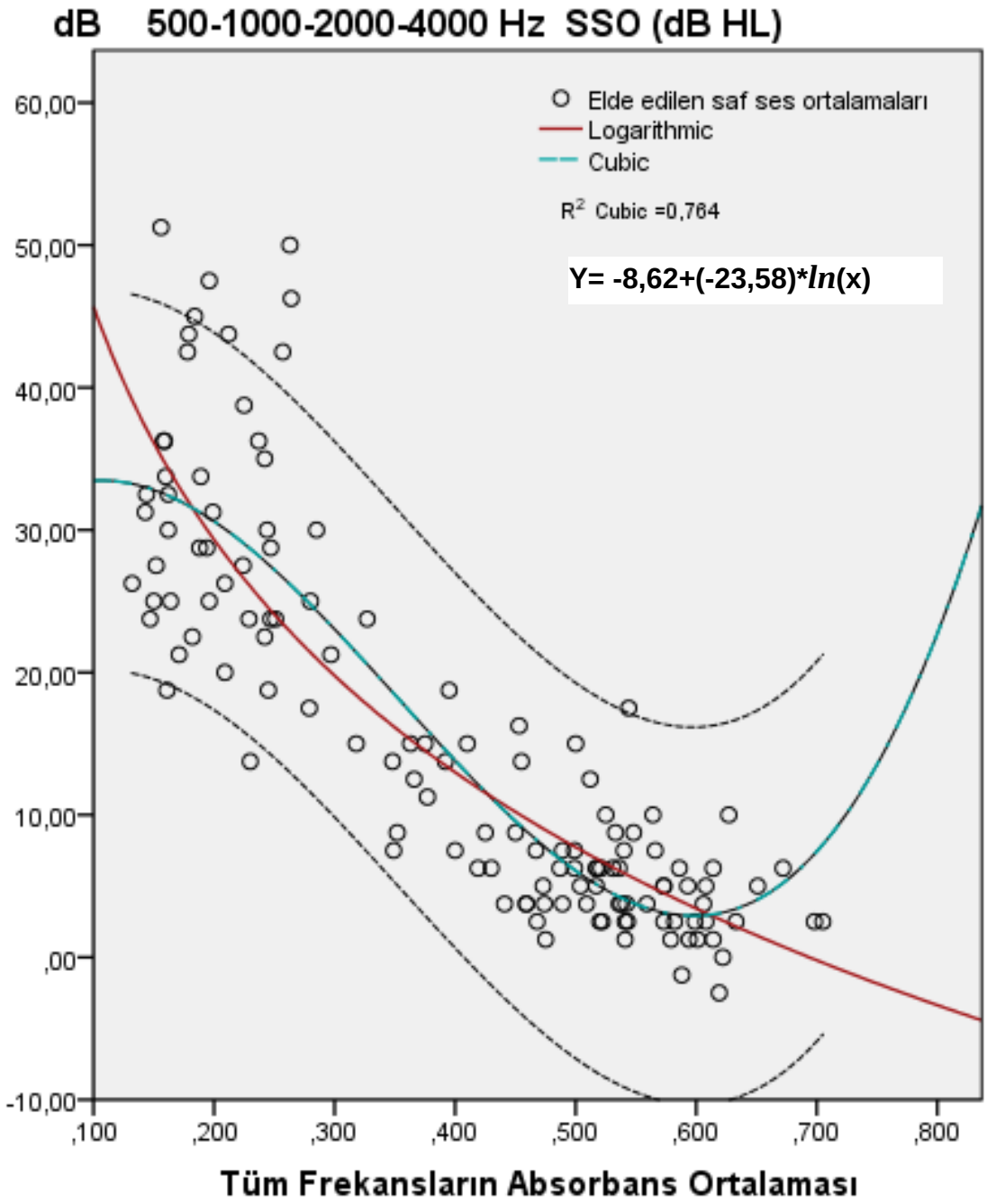
(HKA: Saf Ses Hava Yolu Kemik Yolu Aralığı)		**Tüm Frekansların Absorbans Ortalaması**	**500 Hz Absorbans**	**1000 Hz Absorbans**	**2000 Hz Absorbans**	**4000 Hz Absorbans**
500 Hz HKA	Pearson Korelasyonu	**-,889****	**-,518****	**-,792****	**-,825****	**-,794****
	Sig. (2-tailed)	p<000	p<000	p<000	p<000	p<000
	N	129	129	129	129	129
1000 Hz HKA	Pearson Korelasyonu	**-,876****	**-,459****	**-,735****	**-,818****	**-,803****
	Sig. (2-tailed)	p<000	p<000	p<000	p<000	p<000
	N	129	129	129	129	129
2000 Hz HKA	Pearson Korelasyonu	**-,819****	**-,404****	**-,641****	**-,778****	**-,793****
	Sig. (2-tailed)	p<000	p<000	p<000	p<000	p<000
	N	129	129	129	129	129
4000 Hz HKA	Pearson Korelasyonu	**-,839****	**-,429****	**-,677****	**-,774****	**-,797****
	Sig. (2-tailed)	p<000	p<000	p<000	p<000	p<000
	N	129	129	129	129	129

Tablo 7 ve Tablo 8'deki değerler incelendiğinde saf ses eşik değerleri ve HKA değerleri ile 1000, 2000, 4000 Hz absorbans değerleri ve tüm frekansların absorbans ortalamaları arasında güçlü negatif yönde, anlamlı korelasyon saptandı (p<000). Diğer bir ifade ile absorbans değerleri düştükçe İTİK artmaktadır. Farklı kombinasyon ve kriterler ile elde edilen korelasyon sonuçları doğrultusunda, tüm frekansların absorbans ortalama değerlerinin ileri analizler için kullanılması daha uygun görüldü.

Pearson korelasyon testinde SSO ile tüm frekansların absorbans ortalamaları arasında güçlü, negatif yönlü ve anlamlı bir ilişki olduğu (r>0854; p<000) saptandıktan sonra aynı grup regresyon analizi ile değerlendirildi. Kübik ve logaritmik model ile regresyon eğrileri elde edildi. Kübik modelde R^2=0,764, logaritmik modelde R^2=0,732 olarak bulundu. Regresyon analizine göre logaritmik model denklemi;

Y= -8,62+(-23,58)*ln(x) şeklinde oluşturuldu. Bu denklemde Y değeri öngörülen saf ses ortalaması değerini, x değeri ise o kulaktan elde edilen absorbansın tüm frekanslarının ortalamasını ifade eder. Formülde x yerine, elde edilen absorbans

ortalaması yerleştirildiğinde öngörülen saf ses ortalaması hesaplanabilmektedir (Tablo 9). Elde edilen sonuçların %95 güven aralığında gerçek değeri yansıtma katsayısı 0,732 gibi güçlü bir değerdi. Elde edilen kübik ve logaritmik regresyon eğrisi Şekil 31'de görülmektedir. Veriler tam doğrusal olmadığı için güven aralığı kübik kestirim yöntemi ile gösterildi.

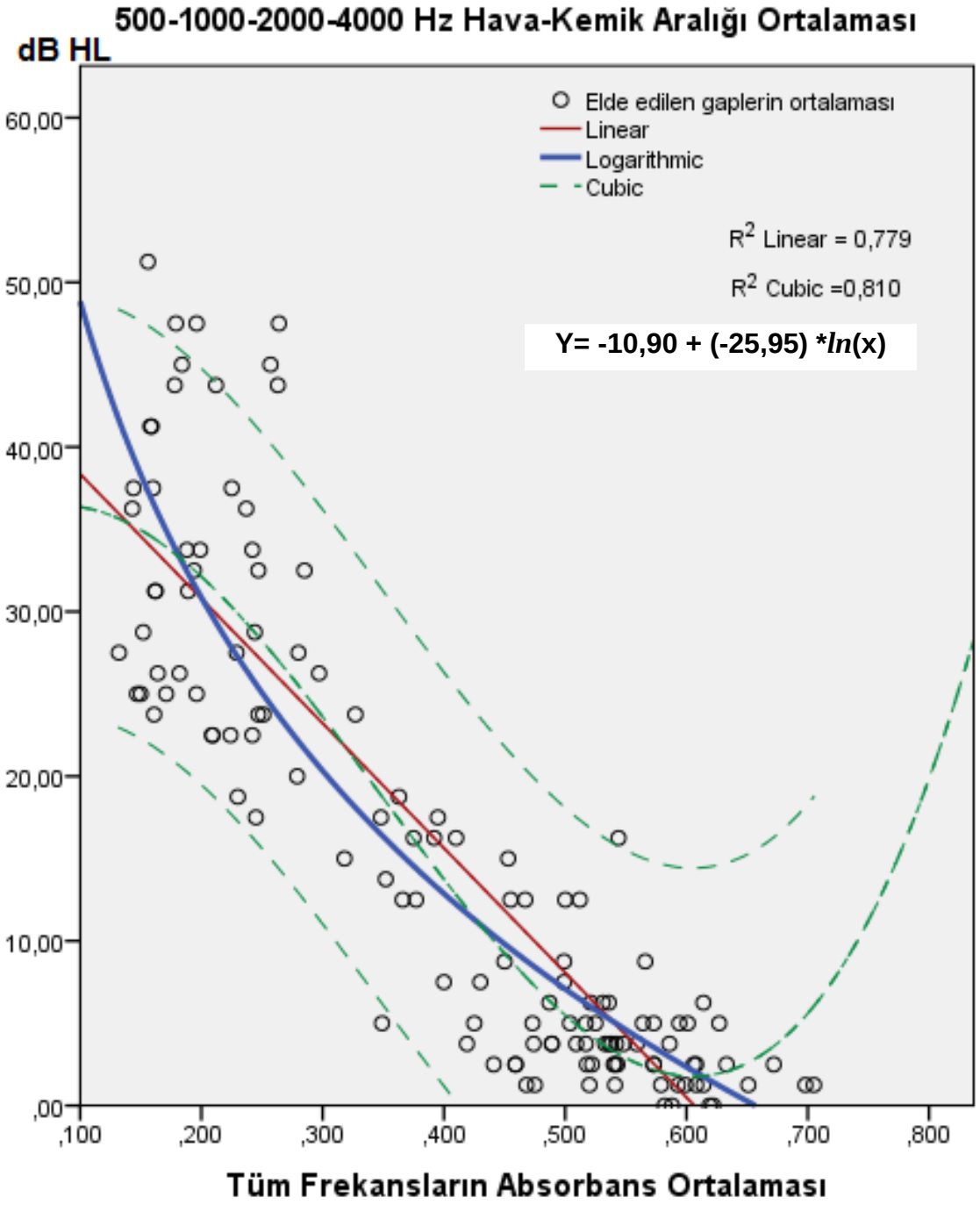


Şekil 31. SSO ve absorbans ortalamasının kübik ve logaritmik regresyon eğrisi. Kesik çizgiler %95 güven aralığını göstermektedir.

Tablo 9. Regresyon analizinde logaritmik yöntem ile öngörülen SSO değerleri. Sütunlar; **A:** Tüm frekansların absorbans ortalaması, **B (dB HL):** Bireylerden elde edilen SSO değerleri (küçükten büyüğe doğru sıralı), **C (dB HL):** Logaritmik yöntem ile öngörülen SSO değerleri, **D (dB HL):** Logaritmik öngörülen değer ile gerçek değer arasındaki fark (D=B-C). Gri boyalı hücreler güven aralığı dışında kalan verileri göstermektedir.

A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
0,619	**-2,5**	2,7	-5,2	0,573	**5,0**	4,5	0,5	0,455	**13,8**	9,9	3,8	0,247	**28,8**	24,4	4,4
0,588	**-1,3**	3,9	-5,2	0,517	**5,0**	6,9	-1,9	0,230	**13,8**	26,0	-12,3	0,244	**30,0**	24,6	5,4
0,622	**0,0**	2,6	-2,6	0,504	**5,0**	7,5	-2,5	0,348	**13,8**	16,3	-2,5	0,285	**30,0**	21,0	9,0
0,475	**1,3**	8,9	-7,7	0,473	**5,0**	9,0	-4,0	0,392	**13,8**	13,5	0,3	0,162	**30,0**	34,3	-4,3
0,614	**1,3**	2,9	-1,6	0,593	**5,0**	3,7	1,3	0,500	**15,0**	7,7	7,3	0,199	**31,3**	29,5	1,8
0,541	**1,3**	5,9	-4,6	0,499	**6,3**	7,8	-1,5	0,318	**15,0**	18,4	-3,4	0,143	**31,3**	37,2	-6,0
0,579	**1,3**	4,3	-3,0	0,430	**6,3**	11,3	-5,0	0,363	**15,0**	15,3	-0,3	0,162	**32,5**	34,3	-1,8
0,601	**1,3**	3,4	-2,1	0,419	**6,3**	11,9	-5,6	0,410	**15,0**	12,4	2,6	0,144	**32,5**	37,1	-4,6
0,594	**1,3**	3,7	-2,4	0,517	**6,3**	6,9	-0,7	0,375	**15,0**	14,5	0,5	0,189	**33,8**	30,7	3,1
0,573	**2,5**	4,5	-2,0	0,614	**6,3**	2,9	3,4	0,453	**16,3**	10,1	6,2	0,160	**33,8**	34,6	-0,8
0,522	**2,5**	6,7	-4,2	0,536	**6,3**	6,1	0,2	0,544	**17,5**	5,7	11,8	0,242	**35,0**	24,8	10,2
0,705	**2,5**	-0,4	2,9	0,672	**6,3**	0,8	5,5	0,279	**17,5**	21,5	-4,0	0,237	**36,3**	25,3	10,9
0,698	**2,5**	-0,1	2,6	0,521	**6,3**	6,8	-0,5	0,161	**18,8**	34,4	-15,7	0,158	**36,3**	34,9	1,4
0,608	**2,5**	3,1	-0,6	0,586	**6,3**	4,0	2,3	0,245	**18,8**	24,5	-5,8	0,159	**36,3**	34,7	1,5
0,599	**2,5**	3,5	-1,0	0,518	**6,3**	6,9	-0,6	0,395	**18,8**	13,3	5,5	0,225	**38,8**	26,6	12,2
0,543	**2,5**	5,8	-3,3	0,531	**6,3**	6,3	-0,1	0,209	**20,0**	28,3	-8,3	0,257	**42,5**	23,4	19,1
0,541	**2,5**	5,9	-3,4	0,487	**6,3**	8,3	-2,1	0,297	**21,3**	20,0	1,2	0,178	**42,5**	32,1	10,4
0,468	**2,5**	9,3	-6,8	0,489	**7,5**	8,3	-0,8	0,171	**21,3**	33,0	-11,8	0,212	**43,8**	28,0	15,8
0,520	**2,5**	6,8	-4,3	0,349	**7,5**	16,2	-8,7	0,242	**22,5**	24,8	-2,3	0,179	**43,8**	31,9	11,8
0,633	**2,5**	2,2	0,3	0,467	**7,5**	9,3	-1,8	0,182	**22,5**	31,6	-9,1	0,184	**45,0**	31,3	13,7
0,582	**2,5**	4,1	-1,6	0,400	**7,5**	13,0	-5,5	0,147	**23,8**	36,6	-12,8	0,264	**46,3**	22,8	23,5
0,559	**3,8**	5,1	-1,3	0,499	**7,5**	7,8	-0,3	0,247	**23,8**	24,4	-0,6	0,196	**47,5**	29,8	17,7
0,474	**3,8**	9,0	-5,2	0,566	**7,5**	4,8	2,7	0,229	**23,8**	26,1	-2,4	0,263	**50,0**	22,9	27,1
0,509	**3,8**	7,3	-3,6	0,540	**7,5**	5,9	1,6	0,251	**23,8**	24,0	-0,2	0,156	**51,3**	35,2	16,1
0,538	**3,8**	6,0	-2,2	0,450	**8,8**	10,2	-1,5	0,327	**23,8**	17,7	6,0				
0,489	**3,8**	8,3	-4,5	0,425	**8,8**	11,6	-2,8	0,164	**25,0**	34,0	-9,0				
0,536	**3,8**	6,1	-2,3	0,352	**8,8**	16,0	-7,3	0,150	**25,0**	36,1	-11,1				
0,606	**3,8**	3,2	0,6	0,533	**8,8**	6,2	2,5	0,280	**25,0**	21,4	3,6				
0,542	**3,8**	5,8	-2,1	0,548	**8,8**	5,6	3,2	0,196	**25,0**	29,8	-4,8				
0,441	**3,8**	10,7	-6,9	0,564	**10,0**	4,9	5,1	0,209	**26,3**	28,3	-2,0				
0,459	**3,8**	9,7	-6,0	0,627	**10,0**	2,4	7,6	0,132	**26,3**	39,1	-12,9	**Tablo için logaritmik model formülü:**			
0,459	**3,8**	9,7	-6,0	0,525	**10,0**	6,6	3,4	0,224	**27,5**	26,7	0,8				
0,608	**5,0**	3,1	1,9	0,377	**11,3**	14,4	-3,1	0,152	**27,5**	35,8	-8,3				
0,573	**5,0**	4,5	0,5	0,512	**12,5**	7,2	5,3	0,188	**28,8**	30,8	-2,0	**C= -8,62+(-23,58) ****ln*****(A)**			
0,651	**5,0**	1,5	3,5	0,366	**12,5**	15,1	-2,6	0,194	**28,8**	30,1	-1,3				

Saf ses odyometri testinde 500-1000-2000-4000 Hz HKA ortalaması ile tüm frekansların absorbans ortalaması arasında güçlü, negatif yönde korelasyon (r>0,883, p<000) elde edilmesi sonrası regresyon analizi ile değerlendirildi. Serpilme diyagramı ile lineer, kübik ve logaritmik regresyon eğrileri Şekil 32'de görülmektedir. Lineer ve kübik %95 güven aralığı kesik çizgiler ile gösterilmiştir.



Şekil 32. HKA ortalamaları ile absorbans ortalamalarının regresyon grafiği.

Tablo 10. Regresyon analizinde logaritmik yöntem ile öngörülen HKA ortalaması değerleri. Sütunlar **A (dB HL):** Tüm frekansların absorbans ortalaması, **B (dB HL):** Bireylerden elde edilen HKA ortalaması (küçükten büyüğe doğru sıralı), **C:** Logaritmik yöntem ile öngörülen HKA ortalama değerleri, **D (dB HL):** Logaritmik öngörülen değer ile gerçek değer arasındaki fark (D=B-C). Gri boyalı hücreler güven aralığı dışında kalan verilerdir.

A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
0,622	**0,0**	1,4	-1,4	0,474	**3,8**	8,5	-4,7	0,366	**12,5**	15,2	-2,7	0,162	**31,3**	36,3	-5,1
0,619	**0,0**	1,5	-1,5	0,509	**3,8**	6,6	-2,9	0,352	**13,8**	16,2	-2,4	0,162	**31,3**	36,3	-5,1
0,588	**0,0**	2,9	-2,9	0,538	**3,8**	5,2	-1,4	0,318	**15,0**	18,8	-3,8	0,285	**32,5**	21,7	10,8
0,582	**0,0**	3,1	-3,1	0,489	**3,8**	7,7	-3,9	0,453	**15,0**	9,6	5,4	0,194	**32,5**	31,6	0,9
0,705	**1,3**	-1,8	3,1	0,536	**3,8**	5,3	-1,5	0,544	**16,3**	4,9	11,4	0,247	**32,5**	25,4	7,1
0,698	**1,3**	-1,6	2,8	0,548	**3,8**	4,7	-0,9	0,41	**16,3**	12,2	4,0	0,242	**33,8**	25,9	7,8
0,608	**1,3**	2,0	-0,8	0,586	**3,8**	3,0	0,8	0,375	**16,3**	14,5	1,7	0,188	**33,8**	32,5	1,3
0,599	**1,3**	2,4	-1,1	0,542	**3,8**	5,0	-1,2	0,392	**16,3**	13,4	2,9	0,199	**33,8**	31,0	2,8
0,651	**1,3**	0,2	1,0	0,425	**5,0**	11,3	-6,3	0,245	**17,5**	25,6	-8,1	0,237	**36,3**	26,5	9,8
0,468	**1,3**	8,8	-7,5	0,349	**5,0**	16,4	-11,4	0,348	**17,5**	16,5	1,0	0,143	**36,3**	39,6	-3,3
0,475	**1,3**	8,4	-7,2	0,564	**5,0**	4,0	1,0	0,395	**17,5**	13,2	4,3	0,16	**37,5**	36,6	0,9
0,593	**1,3**	2,7	-1,4	0,627	**5,0**	1,2	3,8	0,23	**18,8**	27,2	-8,5	0,225	**37,5**	27,8	9,7
0,52	**1,3**	6,1	-4,8	0,573	**5,0**	3,5	1,5	0,363	**18,8**	15,4	3,4	0,144	**37,5**	39,4	-1,9
0,614	**1,3**	1,7	-0,5	0,517	**5,0**	6,2	-1,2	0,279	**20,0**	22,2	-2,2	0,158	**41,3**	37,0	4,3
0,541	**1,3**	5,0	-3,8	0,504	**5,0**	6,9	-1,9	0,242	**22,5**	25,9	-3,4	0,159	**41,3**	36,8	4,4
0,579	**1,3**	3,3	-2,0	0,473	**5,0**	8,5	-3,5	0,209	**22,5**	29,7	-7,2	0,263	**43,8**	23,8	20,0
0,573	**2,5**	3,5	-1,0	0,525	**5,0**	5,8	-0,8	0,224	**22,5**	27,9	-5,4	0,212	**43,8**	29,3	14,4
0,522	**2,5**	6,0	-3,5	0,601	**5,0**	2,3	2,7	0,209	**22,5**	29,7	-7,2	0,178	**43,8**	33,9	9,9
0,54	**2,5**	5,1	-2,6	0,594	**5,0**	2,6	2,4	0,161	**23,8**	36,5	-12,7	0,257	**45,0**	24,3	20,7
0,608	**2,5**	2,0	0,5	0,614	**6,3**	1,7	4,5	0,247	**23,8**	25,4	-1,6	0,184	**45,0**	33,0	12,0
0,573	**2,5**	3,5	-1,0	0,536	**6,3**	5,3	1,0	0,251	**23,8**	25,0	-1,2	0,196	**47,5**	31,4	16,1
0,543	**2,5**	4,9	-2,4	0,521	**6,3**	6,0	0,2	0,327	**23,8**	18,1	5,7	0,179	**47,5**	33,7	13,8
0,672	**2,5**	-0,6	3,1	0,531	**6,3**	5,5	0,7	0,147	**25,0**	38,8	-13,8	0,264	**47,5**	23,7	23,8
0,541	**2,5**	5,0	-2,5	0,487	**6,3**	7,8	-1,5	0,15	**25,0**	38,3	-13,3	0,156	**51,3**	37,3	13,9
0,606	**2,5**	2,1	0,4	0,499	**7,5**	7,1	0,4	0,196	**25,0**	31,4	-6,4				
0,518	**2,5**	6,2	-3,7	0,43	**7,5**	11,0	-3,5	0,171	**25,0**	34,9	-9,9				
0,441	**2,5**	10,3	-7,8	0,4	**7,5**	12,9	-5,4	0,164	**26,3**	36,0	-9,8				
0,459	**2,5**	9,3	-6,8	0,45	**8,8**	9,8	-1,1	0,182	**26,3**	33,3	-7,1				
0,459	**2,5**	9,3	-6,8	0,499	**8,8**	7,1	1,6	0,297	**26,3**	20,6	5,7				
0,633	**2,5**	1,0	1,5	0,566	**8,8**	3,9	4,9	0,28	**27,5**	22,1	5,4				
0,489	**3,8**	7,7	-3,9	0,455	**12,5**	9,5	3,0	0,229	**27,5**	27,3	0,2	**Tablo için logaritmik model formülü:**			
0,533	**3,8**	5,4	-1,7	0,5	**12,5**	7,1	5,4	0,132	**27,5**	41,6	-14,1				
0,419	**3,8**	11,7	-7,9	0,512	**12,5**	6,5	6,0	0,244	**28,8**	25,7	3,1	**C= -10,90+(-25,95) *ln(A)**			
0,517	**3,8**	6,2	-2,5	0,467	**12,5**	8,8	3,7	0,152	**28,8**	38,0	-9,2				
0,559	**3,8**	4,2	-0,4	0,377	**12,5**	14,4	-1,9	0,189	**31,3**	32,3	-1,1				

HKA ile yapılan regresyon analizinde, lineer modelde R^2=0,779, kübik modelde R^2=0,810, logaritmik modelde R^2=0,783 olarak bulundu. Regresyon analizine göre denklemler;

Lineer model için Y= (-75,73* x)+ 45,93,

Logaritmik model için Y= -10,90 + (-25,95) *ln(x) şeklinde oluşturuldu.

Bu denklemlerde Y değeri öngörülen HKA ortalaması değerini, x değeri ise o kulaktan elde edilen absorbansın tüm frekanslarının ortalamasını ifade eder. Analiz sonucunda logaritmik model ile elde edilmiş değerler Tablo 10'da gösterilmiştir. Logaritmik model sonuçlarının kullanılmasının sebebi öngörülmesi amaçlanan değerlerin logaritmik eğri ile daha uyumlu olması idi.

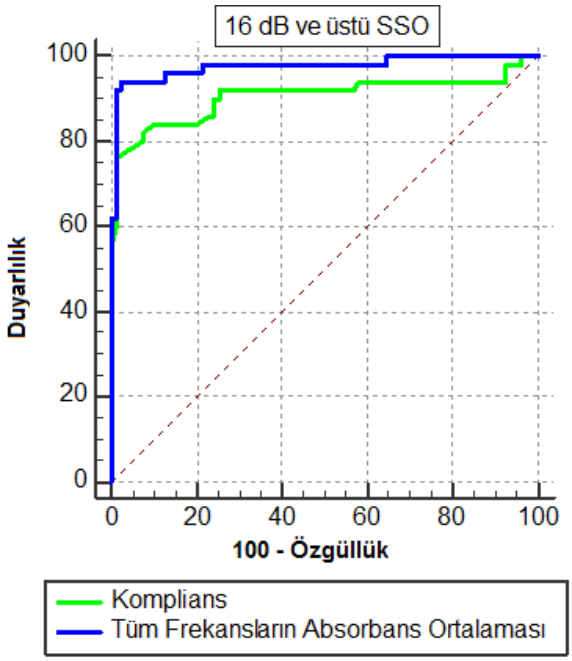
Regresyon analizi ile GBA ölçümünün iletim komponenti öngörü gücü değerlendirildi. Oluşturalan modellerin güvenilirliğini irdelemek ve GBA ölçümünün duyarlılık ve özgüllük oranlarını belirlemek amacıyla ROC analizi yapıldı. ROC analizi ile 226 Hz komplians değeri ve timpanometrik genişlik değerinin duyarlılık ve özgüllük derecesi ile GBA ölçümünün duyarlılık ve özgüllük derecesi karşılaştırıldı.

Absorbans ortalamasının 16 dB ve üzeri SSO elde edilen bireyler ile 16 dB'in altında SSO elde edilen bireyleri birbirinden ayırt etme gücü ROC analizi ile değerlendirildi (Tablo 11). Kriter olarak seçilebilecek absorbans ortalamalarına karşılık gelen duyarlılık ve özgüllük oranları tabloda görülmektedir. Örneğin, absorbans ortalaması 0,327 ve altında ise % 94 duyarlılık ve % 97,47 özgüllük derecesinde 16 dB SSO kriterine göre iki grubu ayırabilmektedir. GBA ve 16 dB ve üzeri SSO kriterinde Area under the ROC curve (AUC, Roc eğrisi altında kalan alan) 0,976 bulundu.

Aynı analiz 226 Hz komplians değerleri için yapıldığında AUC= 0,906 bulundu. Diğer bir ifade ile duyarlılık ve özgüllük değerleri toplamı GBA'ya göre düşüktü (0,976>0,906). 16 dB SSO kriteri için GBA ve komplians ROC eğrileri Şekil 33'te görülmektedir.

Tablo 11. Absorbans ortalaması ile 16 dB ve üstü saf ses ortalaması elde edilen grubu ayırt edebilme oranları.

ROC eğrisi altında kalan alan (AUC)		**0,976**		
Standart Hata		**0,0145**		
%95 Güven aralığı (GA)		**0,932 ile 0,995**		
Anlamlılık seviyesi p		**p<0,0001**		
Kriter (Absorbans Ort.)	Duyarlılık	95% GA	Özgüllük	95% GA
<0,132	0,00	0,0 - 7,1	100,00	95,4 - 100,0
≤0,229	62,00	47,2 - 75,3	100,00	95,4 - 100,0
≤0,23	62,00	47,2 - 75,3	98,73	93,1 - 100,0
≤0,297	92,00	80,8 - 97,8	98,73	93,1 - 100,0
≤0,318	92,00	80,8 - 97,8	97,47	91,2 - 99,7
≤0,327	94,00	83,5 - 98,7	97,47	91,2 - 99,7
≤0,392	94,00	83,5 - 98,7	87,34	78,0 - 93,8
≤0,395	96,00	86,3 - 99,5	87,34	78,0 - 93,8
≤0,45	96,00	86,3 - 99,5	78,48	67,8 - 86,9
≤0,453	98,00	89,4 - 99,9	78,48	67,8 - 86,9
≤0,543	98,00	89,4 - 99,9	35,44	25,0 - 47,0
≤0,544	100,00	92,9 - 100,0	35,44	25,0 - 47,0
≤0,705	100,00	92,9 - 100,0	0,00	0,0 - 4,6

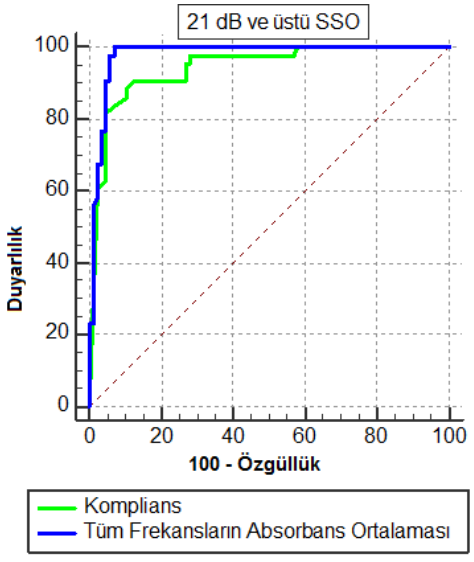


Şekil 33. Absorbans ortalaması ve komplians değerlerinin 16 dB ve üstü saf ses ortalaması elde edilen grubu ayırt edebilme oranları.

GBA için ROC analizi 21 dB ve üzeri SSO kriterine göre yapıldığında, Tablo 12'deki değerler elde edildi (AUC=0,978). Aynı analiz 226 Hz komplians için yapıldığında AUC= 0,942 elde edildi. GBA için elde edilen AUC değeri yine daha büyüktü (0,978>0,942). İki ölçümün ROC eğrileri Şekil 34'te görülmektedir.

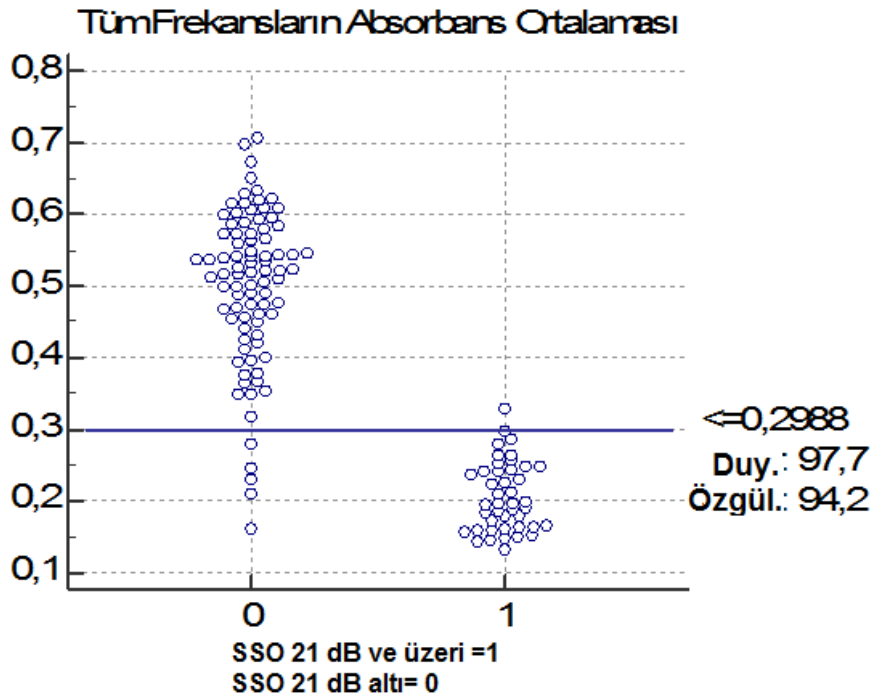
Tablo 12. Absorbans ortalaması ile 21 dB ve üstü saf ses ortalaması elde edilen grubu ayırt edebilme oranları.

ROC eğrisi altında kalan alan (AUC)		**0,978**		
Standart Hata		**0,0115**		
%95 Güven aralığı (GA)		**0,936 ile 0,996**		
Anlamlılık seviyesi p		**p<0,0001**		
Kriter (Absorbans Ort.)	Duyarlılık	95% GA	Özgüllük	95% GA
<0,132	0,00	0,0 - 8,2	100,00	95,8 - 100,0
≤0,16	23,26	11,8 - 38,6	100,00	95,8 - 100,0
≤0,161	23,26	11,8 - 38,6	98,84	93,7 - 100,0
≤0,199	55,81	39,9 - 70,9	98,84	93,7 - 100,0
≤0,209	58,14	42,1 - 73,0	97,67	91,9 - 99,7
≤0,229	67,44	51,5 - 80,9	97,67	91,9 - 99,7
≤0,23	67,44	51,5 - 80,9	96,51	90,1 - 99,3
≤0,244	76,74	61,4 - 88,2	96,51	90,1 - 99,3
≤0,245	76,74	61,4 - 88,2	95,35	88,5 - 98,7
≤0,264	90,70	77,9 - 97,4	95,35	88,5 - 98,7
≤0,279	90,70	77,9 - 97,4	94,19	87,0 - 98,1
≤0,297	97,67	87,7 - 99,9	94,19	87,0 - 98,1
≤0,318	97,67	87,7 - 99,9	93,02	85,4 - 97,4



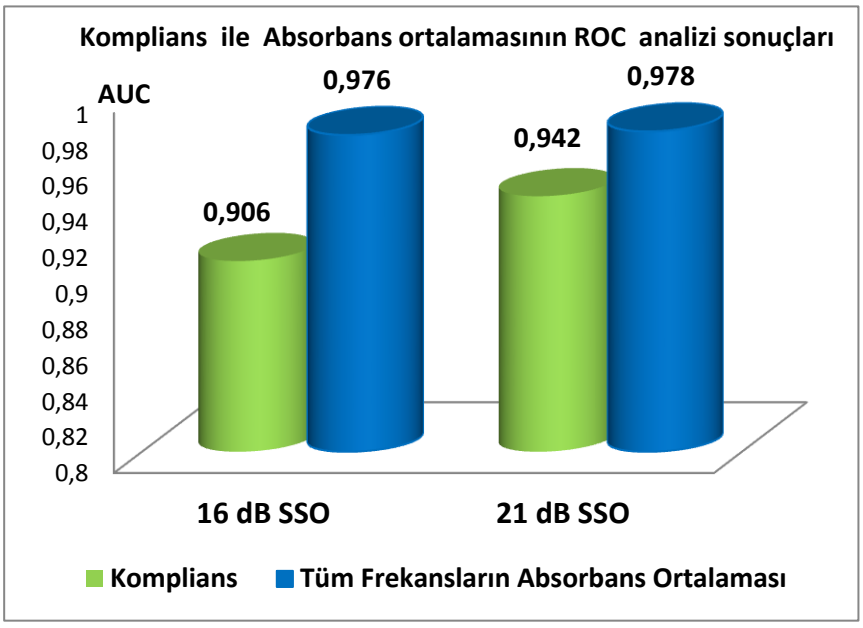
Şekil 34. Absorbans ortalaması ve komplians değerlerinin 21 dB ve üstü saf ses ortalaması elde edilen grubu ayırt edebilme oranları.

GBA ortalaması ile 21 dB ve üzeri SSO elde edilen grup ile 21 dB'in altında SSO elde edilen grubun ROC analizine göre serpilme diyagramı Şekil 35'te görülmektedir.



Şekil 35. GBA ortalaması ile 21 dB SSO kriterine göre ROC serpilme diyagramı. 0,298 absorbans ortalaması kriteri için duyarlılık ve özgüllük değerleri görülmektedir.

GBA ve komplians değerlerinin 16 dB ve 21 dB SSO kriterlerine göre ROC analizinde elde edilen AUC değerleri Şekil 36'da karşılaştırılmıştır. Bu sonuçlara göre absorbans ortalaması 226 Hz komplians değerlerine göre İTİK tespitinde daha etkili sonuç vermektedir.



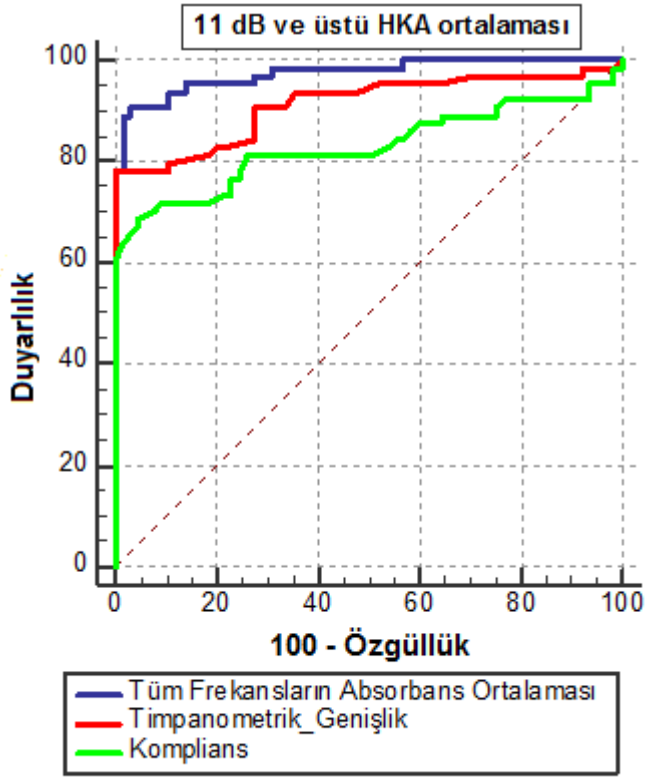
Şekil 36. ROC analizinde İTİK tespitinde GBA ve 226 Hz komplians farkı.

GBA ortalamasının 11 dB ve üzeri HKA ortalaması elde edilen bireyler ile 11 dB'in altında HKA ortalaması elde edilen bireyleri birbirinden ayırt etme gücü ROC analizi ile değerlendirildi (Tablo 13). Kriter olarak seçilebilecek absorbans ortalamalarına karşılık gelen duyarlılık ve özgüllük oranları tabloda görülmektedir. Örneğin, absorbans ortalaması 0,41 ve altında ise % 90,62 duyarlılık ve % 96,92 özgüllük derecesinde 11 dB HKA ortalaması kriterine göre iki grubu ayırabilmektedir. GBA ve 11 dB ve üzeri HKA ortalaması kriterinde AUC= 0,974 bulundu.

Aynı analiz 226 Hz komplians değerleri için yapıldığında AUC= 0,906, timpanometrik genişlik değeri için yapıldığında AUC= 0,913 bulundu. Diğer bir ifade ile duyarlılık ve özgüllük değerleri toplamı GBA'ya göre her iki test verisi için düşüktü (0,974>0,913>0,906). 11 dB HKA kriteri için GBA, komplians ve timpanometrik genişlik ROC eğrileri Şekil 37'te görülmektedir.

Tablo 13. Absorbans ortalaması ile 11 dB ve üstü HKA ortalaması elde edilen grubu ayırt edebilme oranları.

ROC eğrisi altında kalan alan (AUC)		**0,974**		
Standart Hata		**0,0121**		
%95 Güven aralığı (GA)		**0,930 ile 0,994**		
Anlamlılık seviyesi p		**p<0,0001**		
Kriter (Absorbans Ort.)	Duyarlılık	95% GA	Özgüllük	95% GA
<0,132	0,00	0,0 - 5,6	100,00	94,5 - 100,0
≤0,348	78,12	66,0 - 87,5	100,00	94,5 - 100,0
≤0,349	78,12	66,0 - 87,5	98,46	91,7 - 100,0
≤0,395	89,06	78,8 - 95,5	98,46	91,7 - 100,0
≤0,4	89,06	78,8 - 95,5	96,92	89,3 - 99,6
≤0,41	90,62	80,7 - 96,5	96,92	89,3 - 99,6
≤0,45	90,62	80,7 - 96,5	89,23	79,1 - 95,6
≤0,455	93,75	84,8 - 98,3	89,23	79,1 - 95,6
≤0,459	93,75	84,8 - 98,3	86,15	75,3 - 93,5
≤0,467	95,31	86,9 - 99,0	86,15	75,3 - 93,5
≤0,499	95,31	86,9 - 99,0	72,31	59,8 - 82,7
≤0,5	96,87	89,2 - 99,6	72,31	59,8 - 82,7
≤0,509	96,87	89,2 - 99,6	69,23	56,6 - 80,1

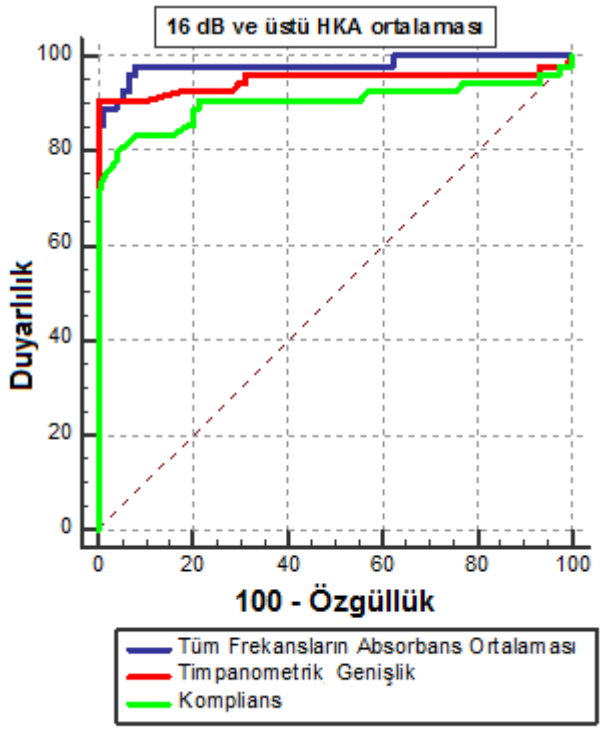


Şekil 37. Absorbans ortalaması, timpanometrik genişlik ve komplians değerlerinin 11 dB ve üstü HKA ortalaması elde edilen grubu ayırt edebilme oranları.

Absorbans ortalaması için ROC analizi 16 dB ve üzeri HKA ortalaması kriterine göre yapıldığında, Tablo 14'teki değerler elde edildi (AUC= 0,983). Aynı analiz 226 Hz komplians için yapıldığında AUC= 0,904, timpanometrik genişlik için yapıldığında AUC= 0,951 elde edildi. GBA için elde edilen AUC değeri yine komplians ve timpanometrik genişlikte elde edilenden daha büyüktü (0,983>0,951>0,904). Bu üç ölçümün ROC eğrileri Şekil 38'de görülmektedir.

Tablo 14. Absorbans ortalaması ile 16 dB ve üstü HKA ortalaması elde edilen grubu ayırt edebilme oranları.

ROC eğrisi altında kalan alan (AUC)		**0,983**		
Standart Hata		**0,0119**		
%95 Güven aralığı (GA)		**0,942 ile 0,997**		
Anlamlılık seviyesi p		**p<0,0001**		
Kriter (Absorbans Ort.)	Duyarlılık	95% GA	Özgüllük	95% GA
<0,132	0,00	0,0 - 6,5	100,00	95,1 - 100,0
≤0,297	85,45	73,3 - 93,5	100,00	95,1 - 100,0
≤0,318	85,45	73,3 - 93,5	98,65	92,7 - 100,0
≤0,348	89,09	77,8 - 95,9	98,65	92,7 - 100,0
≤0,352	89,09	77,8 - 95,9	95,95	88,6 - 99,2
≤0,363	90,91	80,0 - 97,0	95,95	88,6 - 99,2
≤0,366	90,91	80,0 - 97,0	94,59	86,7 - 98,5
≤0,375	92,73	82,4 - 98,0	94,59	86,7 - 98,5
≤0,377	92,73	82,4 - 98,0	93,24	84,9 - 97,8
≤0,395	96,36	87,5 - 99,6	93,24	84,9 - 97,8
≤0,4	96,36	87,5 - 99,6	91,89	83,2 - 97,0
≤0,41	98,18	90,3 - 100,0	91,89	83,2 - 97,0
≤0,543	98,18	90,3 - 100,0	37,84	26,8 - 49,9

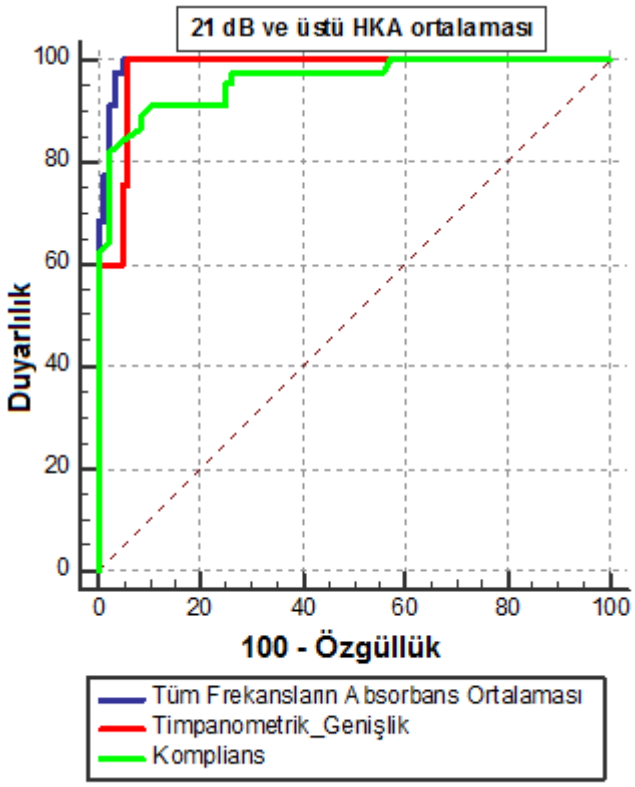


Şekil 38. Absorbans ortalaması, timpanometrik genişlik ve komplians değerlerinin 16 dB ve üstü HKA ortalaması elde edilen grubu ayırt edebilme oranları.

Absorbans ortalaması için ROC analizi 21 dB ve üzeri HKA ortalaması kriterine göre yapıldığında, Tablo 15'teki değerler elde edildi (AUC= 0,992). Aynı analiz 226 Hz komplians için yapıldığında AUC= 0,960, timpanometrik genişlik için yapıldığında AUC= 0,978 elde edildi. GBA için elde edilen AUC değeri yine komplians ve timpanometrik genişlikte elde edilenden daha büyüktü (0,992>0,978>0,960). Bu üç ölçümün ROC eğrileri Şekil 39'de görülmektedir.

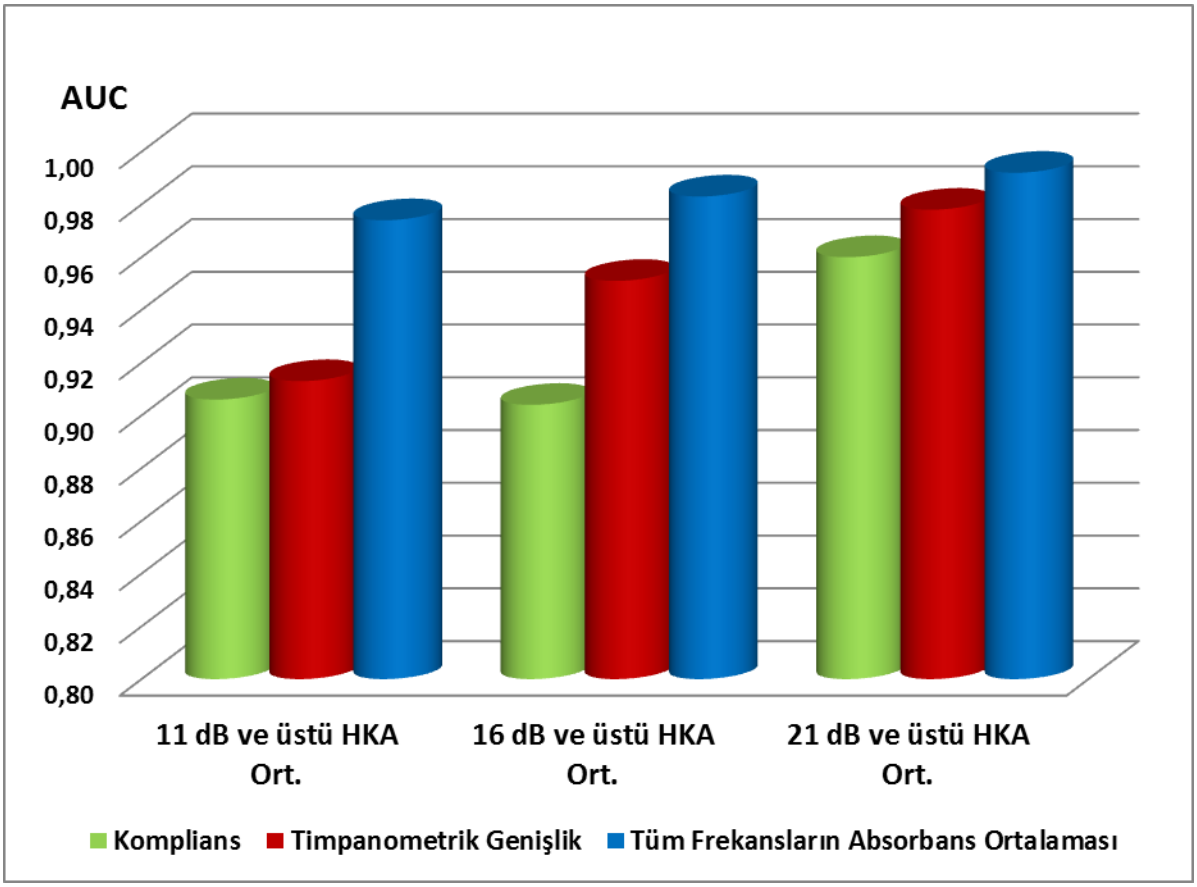
Tablo 15. Absorbans ortalaması ile 21 dB ve üstü HKA ortalaması elde edilen grubu ayırt edebilme oranları.

ROC eğrisi altında kalan alan (AUC)		**0,992**		
Standart Hata		**0,00502**		
%95 Güven aralığı (GA)		**0,958 ile 1,000**		
Anlamlılık seviyesi p		**p<0,0001**		
Kriter (Absorbans Ort.)	Duyarlılık	95% GA	Özgüllük	95% GA
<0,132	0,00	0,0 - 7,9	100,00	95,7 - 100,0
≤0,229	68,89	53,4 - 81,8	100,00	95,7 - 100,0
≤0,23	68,89	53,4 - 81,8	98,81	93,5 - 100,0
≤0,244	77,78	62,9 - 88,8	98,81	93,5 - 100,0
≤0,245	77,78	62,9 - 88,8	97,62	91,7 - 99,7
≤0,264	91,11	78,8 - 97,5	97,62	91,7 - 99,7
≤0,279	91,11	78,8 - 97,5	96,43	89,9 - 99,3
≤0,297	97,78	88,2 - 99,9	96,43	89,9 - 99,3
≤0,318	97,78	88,2 - 99,9	95,24	88,3 - 98,7
≤0,327	100,00	92,1 - 100,0	95,24	88,3 - 98,7
≤0,705	100,00	92,1 - 100,0	0,00	0,0 - 4,3



Şekil 39. Absorbans ortalaması, timpanometrik genişlik ve komplians değerlerinin 21 dB ve üstü HKA ortalaması elde edilen grubu ayırt edebilme oranları.

GBA, timpanometrik genişlik ve komplians değerlerinin 11 dB, 16 dB ve 21 dB HKA ortalaması kriterlerine göre ROC analizinde elde edilen AUC değerleri Şekil 40'ta karşılaştırılmıştır. Bu sonuçlara göre absorbans ortalaması timpanometrik genişlik ve 226 Hz komplians değerlerine göre İTİK ve ÜSYE kaynaklı orta kulak patolojisinin tespitinde daha etkili sonuç vermektedir.



Şekil 40. ROC analizinde üç ölçüm yönteminin HKA ortalaması kriterine göre elde edilen AUC değerleri ile karşılaştırılması.

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada, çocuklarda EOM ve beraberinde ortaya çıkan iletim tipi işitme kaybının tespitinde kullanabilecek objektif ve pratik bir test yönteminin gerekliliği vurgulanmıştır.

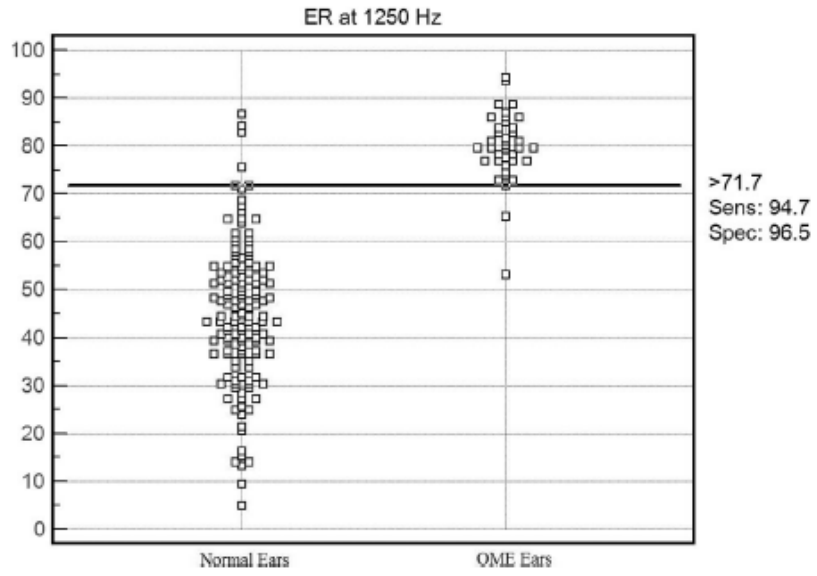
İTİK tespitinde saf ses odyometri kullanılabilir olmasına rağmen küçük çocuklarda, bebeklerde ve teste adapte olamayan tüm hastalarda objektif test yöntemlerinden yararlanılır (3). Orta kulağın admittansını ve genel durumunu değerlendiren objektif test yöntemi ise timpanometridir ve değerlendirme kriterleri timpanometrik tepe noktası, dış kulak kanalı hacmi, statik admittans ve timpanometrik genişlik öğeleridir (56). EOM kaynaklı orta kulak patolojilerinin belirlenmesinde bu değerlendirmelerin yapılması uygundur. Fakat İTİK derecesi ve bu ölçümler arasındaki ilişki belirsizdir (62). Timpanometrik testler ve İTİK ilişkisini inceleyen çalışmalarda bu testlerin duyarlılığı %58 ile %95, özgüllüğü ise %37 ile %91 arasındadır (63). Literatürdeki bu değerlerin farklılık göstermesinin sebebi baz alınan kriterler ve uygulanan popülasyonlardır. Bu çalışmada 226 Hz komplians değeri ile İTİK ilişkisinde, duyarlılık %70 ile %93 arasında, özgüllük ise %82 ile %93 arasında, timpanometrik genişlik değeri ile İTİK ilişkisinde, duyarlılık %82 ile %93 arasında, özgüllük ise %82 ile %91 arasında bulundu. Literatür ile uyumlu olan bu sonuçlar GBA ile karşılaştırıldığında ise düşüktü. Timpanometrik genişliğin artması ve statik admittansın (komplians) azalması bazen İTİK ile ilişkili olsa da öngörü sağlamada 226 Hz timpanometri verileri yetersiz kalmaktadır.

GBT ile yapılan çalışmalar orta kulak patolojilerini ya da İTİK varlığını belirlemede kullanışlı bir uygulama olduğunu göstermektedir (3 - 6, 8). Bu çalışmalar GBT ölçümü ile İTİK'i öngörmenin mümkün olabileceğini belirtmektedir.

GBT ile çocuklarda iletim tipi işitme kaybının öngörülmesini amaçlayan ilk çalışmalardan birini ise Piskorski ve ark. (1999) 2-10 yaş arası çocuklarda (108 normal kulak, 53 İTİK'li kulak) yapmışlardır (8). Çalışmada çocuklarda elde edilen saf ses HKA değerleri 5 dB'den 30 dB'ye kadar 5 dB'lik basamaklar ile frekans bazında, 226 Hz timpanometri ve GBR ölçümü ile karşılaştırmışlardır. Analiz için ROC kullanılmış ve GBR ölçümünün iletim tipi işitme kaybını öngörmede daha etkin olduğu belirtmişlerdir. Çalışmada 20 ve 30 dB HKA'yı ayırt etmede reflektans ölçümü için AUC değerini 0,80 bulmuşlardır. Keefe ve Simmons (2003), 10-48 yaş arası

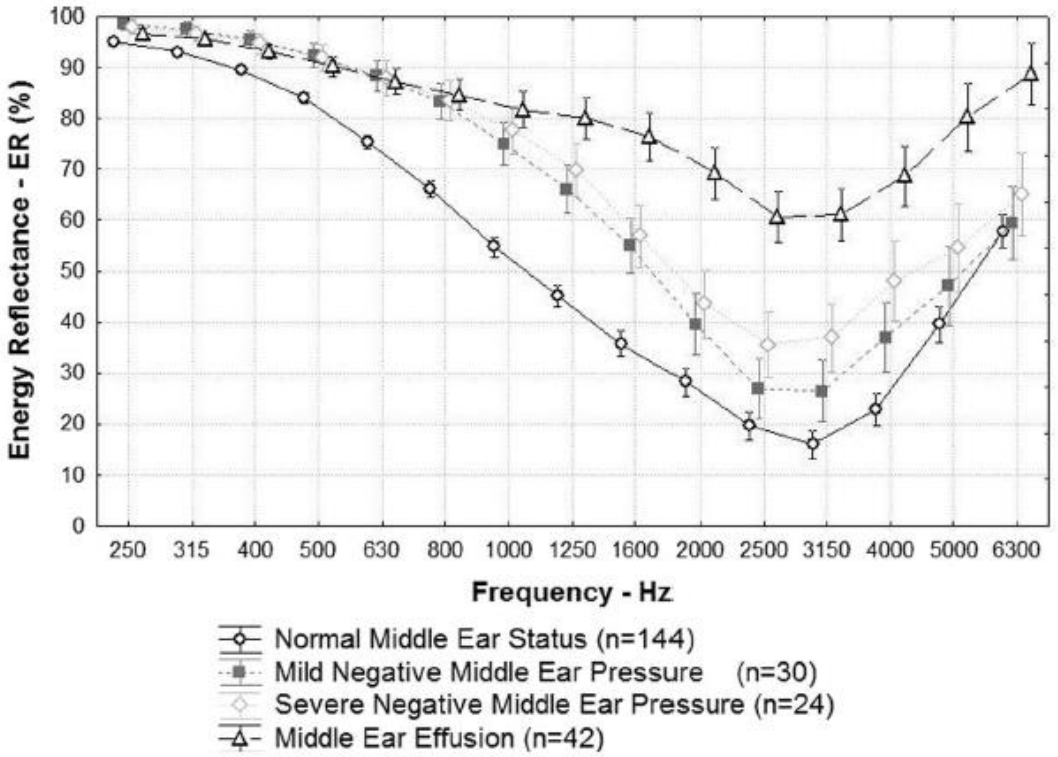
bireylerde (42 normal kulak, 18 İTİK'li kulak) yaptıkları çalışmada geniş bant ölçümünün daha etkili olduğunu belirtmişlerdir (6). ROC analizi ile değerlendirme yaptıkları bu çalışmada basınç değişimi ile yapılan geniş bant ölçümünün daha etkili sonuç verdiğini bulmuşlardır. Biz bu çalışmada basınç değişimi ile yapılan ölçümden elde ettiğimiz verilerden sadece ortam basıncında elde edilenleri kullandık ve ROC analizinde çok yüksek duyarlılık ve özgüllük oranlarına ulaştık. 16 dB ve üzeri HKA ile 21 dB ve üzeri HKA ortalaması kriterine göre yaptığımız ROC analizinde GBA ölçümü için AUC değerlerini sırası ile 0,983 ve 0,992 elde ettik.

Beers ve ark. (2010), normal ve EOM'li 5-12 yaş arası 64 çocukta (144 normal kulak, 42 İTİK'li kulak) yapmış oldukları çalışmada GBR ölçümünde 1250 Hz'in geleneksel 226 Hz timpanometri ölçümüne göre daha doğru bilgi verdiğini belirtmişlerdir (5). ROC analizi ile ulaştıkları bu sonuç Şekil 41'de serpilme diyagramı ile gösterilmiştir. GBR ölçümünde 1250 Hz için %71,7 reflektans değerinde EOM'u ayırt etmede duyarlılığı %94.7 özgüllüğü ise %96.5 bulmuşlardır. Biz çalışmamızda EOM varlığını tespit etmenin dışında saf ses odyometri ile İTİK kriterini değerlendirdik. ROC analizinde ise tek frekans ölçüm verisi yerine frekansların ortalama değerlerini kullandık. Elde ettiğimiz sonuçlar çoklu frekans kullanmamıza rağmen benzerlik göstermektedir.



Şekil 41. 1250 Hz reflektans sonucunun duyarlılık ve özgüllük oranları ile serpilme diyagramı (Beers et al. 2010) (5).

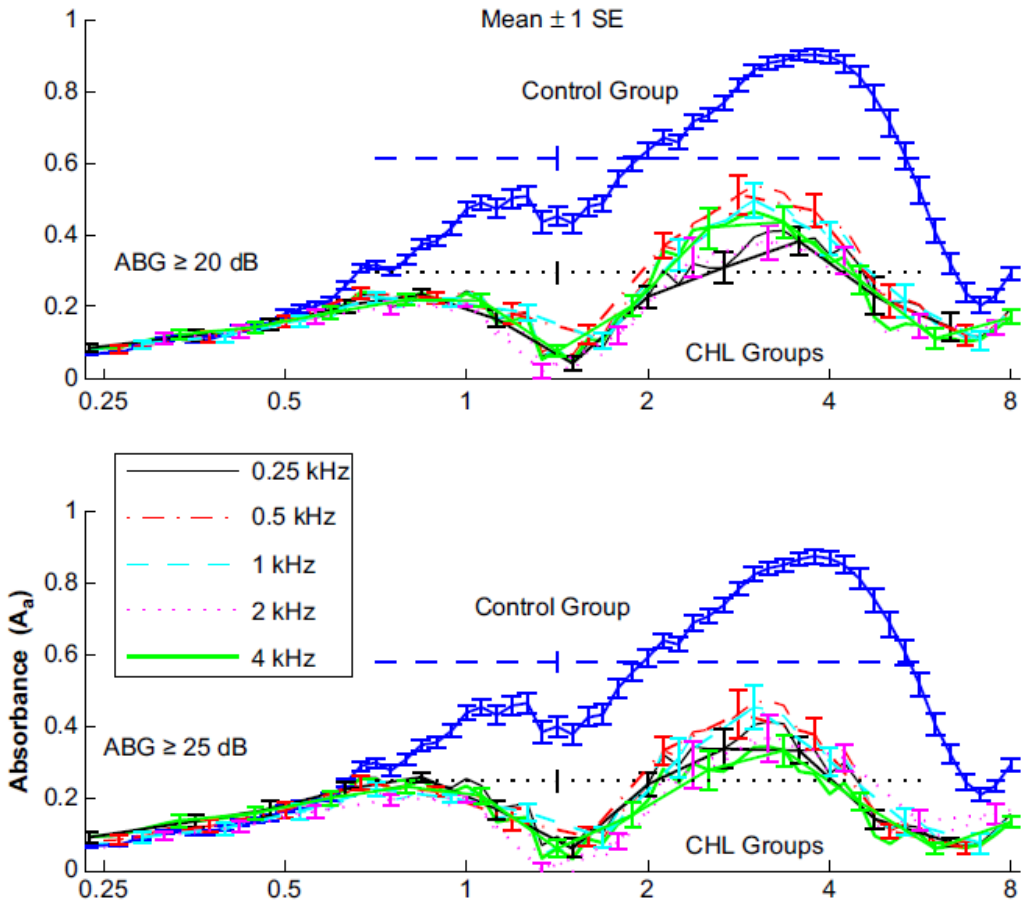
Beers ve ark. (2010) yine bu çalışmada, reflektans ölçümünde orta kulağın durumuna göre farklılıkları normal, hafif negatif orta kulak basıncı, ileri negatif orta kulak basıncı ve effüzyon durumu olmak üzere dört durum için göstermişlerdir (Şekil 42) (5). Şekil 42'de gösterilen orta kulak durumundaki değişikliklerin reflektans sonuçlarına yansıması bizim çalışmamızda da absorbans sonuçlarına benzer şekilde yansımıştır (bakınız Şekil 22).



Şekil 42. Enerji reflektans ölçümünde normal, hafif negatif orta kulak basıncı, ileri negatif orta kulak basıncı ve effüzyonlu orta kulakta elde edilen eğriler gözükmektedir (Beers et al. 2010) (5).

İletim tipi işitme kaybını öngörmeyi amaçlayan bir diğer çalışma ise Keefe ve ark. (2012) tarafından 3-8 yaş arası çocuklarda yapılmıştır (3). EOM kaynaklı HKA'yı konu alan bu çalışmada, patolojik grupta 24 bireyi (35 kulak), kontrol grubunda ise 26 bireyi (43 kulak) çalışmaya dahil etmişlerdir. Çalışmada hava-kemik aralığı değerlerini öngörmede 226 Hz timpanometri bileşenlerini (statik admittans, timpanometrik genişlik) ve GBT bileşenlerini (ambient absorbans, basınç değişiminde

absorbans) karşılaştırmışlardır. Her bir frekans için HKA değerleri ile belirtilen bileşenleri ROC analizi ile değerlendirmişlerdir. ROC analizinde HKA kriterlerini 20 dB üzeri, 25 dB üzeri ve 30 dB üzeri şeklinde belirlemişlerdir. Karşılaştırma amacıyla AUC değerlerini kullanmış ve GBA ölçümünün 226 Hz timpanometrinin en iyi öngörü bileşeni olan timpanometrik genişlikten daha iyi olduğu bulmuşlardır. GBA için AUC değerlerini 0,97 ile 0,99 arasında, 226 Hz timpanometri için AUC değerlerini ise 0,80 ile 0,93 arasında elde etmişlerdir. Basınç değişimi altında yapılan GBA ile ortam basıncında yapılan GBA arasında ise fark bulmamışlardır. Fakat bu çalışmada birkaç frekanstaki absorbans değerlerinin kombine edilmesinin daha iyi sonuçlar verdiği belirtilmiştir. Aynı çalışmada GBA eğrileri, kontrol grubu ile 250, 500, 1000, 2000, 4000 Hz için 20 dB ve üzeri HKA ve 25 dB ve üzeri HKA kriterlerine göre ayrılarak Şekil 43'te gösterilmiştir.



Şekil 43. İTİK ve normal işiten grupta GBA eğrileri, (Keefe et al. 2012) (3).

Şekil 43'te görülen GBA eğrilerinde normal ve patolojik grup arasında 700 Hz'in altındaki frekanslarda fark gözlenmemiştir. Fakat biz bu çalışmada, GBA eğrilerinde tüm frekanslarda normal ve patolojik grup arasında belirgin fark elde ettik (bakınız Şekil 25 ve 27).

Literatürde GBT ölçümünü konu alan çocuklar üzerine yapılmış çalışmaların sayısı çok azdır. Bebeklerde ise çocuklara göre nispeten daha fazla olmakla birlikte az sayıda çalışma bulunmaktadır (61, 64 - 69). Bebeklerde yapılan çalışmalarda uygulanan metodlar çocuklarda uygulananlara göre büyük farklılıklar göstermektedir. Bunun temel nedeni uygulanan işitme testlerinin farklılığıdır.

Burada çocuklarda yapılmış ulaşılabilen çalışmalara özet olarak değinilmiştir. Bu çalışmaların geneline bakıldığında EOM ve İTİK'in öngörülmesinde GBT ölçümünde tek frekans yerine birkaç frekansın kombinasyonunun kullanılmasının daha etkili olduğu söylenebilir. Biz bu çalışmada regresyon ve ROC analizi öncesi korelasyon analizi yaparak tüm frekansların absorbans ortalamasını kullanmanın öngörü sağlamada daha iyi olabileceğini belirttik. Literatürdeki çalışmalarda analizler için HKA değerleri kullanılmış fakat biz bu çalışmada hem SSO hem de HKA ortalama değerlerini kullandık. Saf ses hava yolu ortalama değerlerini kullanmamızın sebebi HKA değerlerinde iki ölçüm verisinin kullanılması ile oluşabilecek hata paylarını azaltmaktı. Çalışmaya dahil ettiğimiz tüm hastaların kemik yolu eşiklerinin normal aralıkta olması nedeniyle sadece hava yolu eşiklerinin kullanımı ile iletim komponentinin yansıtılabileceği düşünüldü. Fakat yaptığımız analizlerde HKA ortalama değerlerinin SSO'ya göre GBA ile daha yüksek korelasyona sahip olduğu bulundu.

Bugüne kadar GBT üzerine yapılan çalışmalar İTİK'in öngörülmesinde belirli bir seviyenin altını ve üstünü ayırmaya yönelik ROC analizlerini içermektedir. İTİK'in doğrudan belirli bir aralıkta ve belirli bir seviyede olup olmadığını irdeleyen çalışmalara literatürde ulaşılamamıştır. Prieve ve ark. (2013), GBT ölçümünün belirli bir hava kemik aralığını öngörüp göremeyeceğinin ve doğruluğunun irdelenmesi gerektiğini belirtmişlerdir (70). Biz bu çalışmada SSO ve HKA ortalamasının doğrudan öngörülüp öngörülemeyeceğini regresyon modelleri oluşturarak irdelemeye

çalıştık. HKA aralığı için oluşturduğumuz modellerde R^2 değerleri SSO için oluşturulan modellere göre daha büyük elde edildi.

Çocuklarda saf ses odyometri testi öncesinde İTİK'in bu modeller ile öngörülebilmesi saf ses odyometrinin yapılamadığı durumlarda çözüm üretebilir. Oluşturulan bu regresyon modellerinin güvenilirliği ve klinik uygulamalara adaptasyonu için araştırmaların devam etmesi önem arz etmektedir. GBT ölçümü hala araştırılması gereken, literatürde boşlukların olduğu bir konu başlığıdır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada saf ses işitme eşikleri ile ortam basıncında elde edilen GBA değerleri arasında negatif yönde güçlü korelasyon bulundu. Saf ses işitme eşik değeri arttıkça ortam basıncındaki elde edilen akustik absorbans değeri istatistiksel olarak azaldı. Bu azalma, lineer, kübik ve logaritmik regresyon modelleri ile de istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Korelasyon ve regresyon analizleri hava-kemik aralıkları ortalamaları kriterine göre de yapıldı. Bu analizler sonucunda da anlamlı ve öngörü gücü yüksek regresyon modelleri oluşturuldu. EOM kaynaklı İTİK varlığında, saf ses ortalaması ve HKA ortalamasını öngörmede GBA ortalamasının etkili olduğu saptandı. İTİK'in hafiften orta dereceye doğru geçtiği durumu tespit etmede GBA ölçümünün klasik timpanometriye göre daha etkili olduğu bulundu.

ROC analizi ile yapılan değerlendirmeler sonucunda İTİK'i öngörmede, GBA ölçümünün 226 Hz timpanometriden daha duyarlı ve daha doğru sonuçlar verdiği saptandı. GBA ölçümü aynı zamanda orta kulak patolojisinin varlığı ve derecesi hakkında da 226 Hz timpanometriye göre daha fazla bilgi verebilir.

Elde edilen sonuçlar EOM, negatif orta kulak basıncı ve normal durumdaki kulaklarda orta kulak ses iletim özelliğinin nasıl değiştiğini de ortaya koymaktadır. EOM'de sertlik, kütle ve direnç etkisi bir arada bulunarak tüm frekanslarda iletimi etkilerken, negatif orta kulak basıncında görülen sertlik etkisi ise alçak frekansların iletimini etkilemektedir. Normal ve patolojik arasındaki farkı yansıtan GBA eğrilerinde bu durum açıkça görülmektedir.

EOM'de tüm frekansların iletiminin, özellikle de konuşmanın öğrenilmesinde önem arz eden tiz frekansların etkilenmesi ve bu etkilenmenin GBA ölçümü ile değerlendirilebilmesi saf ses odyometrinin yapılamadığı durumlarda iyi bir alternatif olabileceği düşünülmektedir.

Sonuç olarak GBA ölçümü orta kulağın mekanik ve akustik özelliklerinin değerlendirilmesinde oldukça etkili bir test bataryasıdır. GBA İTİK varlığını ve derecesini öngörmede etkili olabilir ve saf ses odyometrinin yapılamadığı durumlarda 226 Hz timpanometriye göre daha ayrıntılı bilgiler verebilir.

Bu araştırmada oluşturulan regresyon modellerinin İTİK'in derecesinin öngörülmesine yönelik yeni araştırmalara ışık tutacağı düşünülmektedir.

7. KAYNAKLAR

1. Martin FN, Clark JG. Introduction to Audiology “Part II: Hearing Assessment”. 11th Edition. New Jersey: Pearson Education, 2012; 69 - 223.
2. Hunter LL, Sanford CA. Tympanometry and Wideband Acoustic Immitance. In: Katz J, ed. Handbook of Clinical Audiology. 7th edition. Philadelphia:Wolters Kluwer; 2015; 137 - 163.
3. Kefee DH, Sanford CA, Ellison JC, et al. Wideband aural acoustic absorbance predicts conductive hearing loss in children. Int J Audiol. 2012;51: 880 - 891.
4. Hunter LL, Tubaugh L, Jackson A, Propes S. Wideband middle ear power measurement in infants and children. J Am Acad Audiol. 2008b;19: 309 - 324.
5. Beers AN, Shahnaz N, Westerberg BD, Kozak FK. Wideband reflectance in normal Caucasian and Chinese school-age children and in children with otitis media with effusion. Ear Hear. 2010;31: 221 - 233.
6. Keefe DH, Simmons JL. Energy transmittance predicts conductive hearing loss in older children and adults. J Acoust Soc Am. 2003;114: 3217 - 3238.
7. Margolis RH, Saly GL, Hunter LL. High-frequency hearing loss and wideband middle ear impedance in children with otitis media histories. Ear Hear. 2000;21: 206 - 211.
8. Piskorski P, Keefe DH, Simmons JL, Gorga MP. Prediction of conductive hearing loss based on acoustic ear-canal response using a multivariate clinical decision theory. J Acoust Soc Am. 1999;105: 1749 - 64.
9. Martin FN, Clark JG. Introduction to Audiology “Part I: Elements of Audiology”. 11th Edition. New Jersey: Pearson Education, 2012; 17- 29.
10. Clark JG. Uses and abuses of hearing loss classification. Asha. 1981;23: 493 - 500.
11. URL:http://www.asha.org/uploadedFiles/AIS-Hearing-Loss-Types-Degree-Configuration.pdf (Temmuz 2015)
12. Martin FN, Clark JG. Introduction to Audiology “Part III: Hearing Disorders”. 11th Edition. New Jersey: Pearson Education, 2012; 225 - 279.
13. Ravicz ME, Rosowski JJ, Merchant SN. Mechanisms of hearing loss resulting from middle-ear fluid. Hear Res. 2004;195(1-2): 103 - 130.

14. Seikel JA, King DW, Drumright DG. Anatomy & Physiology for Speech, Language, and Hearing ”Anatomy of hearing”. Fourth edition. New York: Delmar, 2010; 447- 460.

15. URL: http://www.nkfu.com/wp-content/uploads/2009/05/kulak-resimleri-10.jpg

16. Cranford JL. Basics of Audiology. First Edition. California: Plural Publishing; 2007; 17- 47.

17. Pickles JO. An introduction to the physiology of hearing. London: Academic Press, 1988.

18. URL: http://www.pathologyoutlines.com/topic/earnormalanatomy.html (Temmuz 2015)

19. Kanlıkama M. İşitme Fizyolojisi. Çelik O, ed. Otoloji ve Nöro-otoloji. Birinci Baskı. İstanbul: Elit Ofset Matbaacılık; 2013, 59 - 84.

20. İkiz AÖ. Ses Fiziği ve Orta Kulak Mekaniği. Çelik O, ed. Otoloji ve Nöro-otoloji. Birinci Baskı. İstanbul: Elit Ofset Matbaacılık; 2013; 113 - 130.

21. URL:https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/3d/MiddleEar_Amplification.jpg/450px-MiddleEar_Amplification.jpg (Temmuz 2015)

22. Austin DF. Mechanics of hearing. In: Glasscock III ME, Shambaugh GE, editors. Surgery of the Ear. 4th ed. Philadelphia: WB Saunders; 1990; 297 - 320.

23. Bekesy GV. Experiments in Hearing. New York: Mc Graw-Hill; 1960; 96 - 101.

24. Khanna SM, Tondorf J. Tympanic membrane vibrations in cats studied by time-avaraged holography. J Acoust Soc Am 1972;51(6): 1904 - 20.

25. URL: http://www.neurophys.wisc.edu/h&b/textbook/fig4-1.gif (Temmuz 2015)

26. Ballantyne D. Phychoacustics. In: Ballantyne D, editör. Handbook of Audiological Techniques. Rochester Kent: Butterworth-Heinemann; 1990; 14 - 27.

27. Puria S, Peake WT, Rosowski JJ. Sound-pressure measurements in the cochlear vestibule of human-cadaver ears. J Acoust Soc Am 1997;101(5 Pt 1): 2754 - 70.

28. Merchant SN, Rosowski JJ. Auditory physiology. In: Glasscock III ME, Gulya AJ, editors. Glasscock-Shambaugh Surgery of the Ear. 5th ed. Hamilton, Ontario: BC Becker; 2002; 59 - 82.

29. Nedzelnitsky V. Sound pressures in the basal turn of the cat cochlea. J Acoust Soc Am 1980;68(6): 1676 - 89.

30. Kringlebotn M, Gundersen T. Frequency characteristics of the middle ear. J Acoust Soc Am. 1985;77(1): 159 - 64.

31. Lynch TJ, Nedzelnitsky V, Peake WT. Input impedance of the cochlea in cat. J Acoust Soc Am. 1982;72(1): 108 - 30.

32. Guinan JJ Jr, Peake WT. Middle-ear characteristics of anesthetized cats. J Acoust Soc Am. 1967;41(5): 1237 - 61.

33. Rosenfeld RM, Culpepper L, Doyle KJ, et al. Clinical practice guideline: Otitis media with effusion. Pediatrics, 2004;113: 1412 – 29.

34. Bluestone CD, Klein JO. Otitis media in infants and children. Philladelphia: WB Saunders Co, 1988; 1 - 4.

35. Casselbrant ML, Brostoff LM, Cantekin EL, et al. Otitis media with effusion in preschool children. Laryngoscope 1985;95(4): 428 - 36.

36. Paradise JL, Rockette HE, Colborn DK, et al. Otitis media in 2253 Pittsburgh area infants: prevalence and risk factors during the first two years of life. Pediatrics. 1997;99: 318 – 333.

37. Casselbrant ML, Mandel EM. Epidemiology. In: Rosenfeld RM, Bluestone CD, eds. Evidence-Based Otitis Media. 2nd ed. Hamilton, Ontario: BC DeckerInc; 2003; 147 – 162.

38. Tos M. Epidemiology and natural history of secretory otitis. Am J Otol. 1984;5: 459 – 462.

39. Unge MV, Bagger-Sjoback D. Tympanic membrane changes in experimental otitis media with effusion. Am J Otol. 1994;15(5): 663 - 669.

40. Dai C, Wood MW, Gan RZ. Tympanometry and laser Doppler interferometry measurements on otitis media with effusion model in human temporal bones. Otol. Neurotol. 2007a;28(4): 551 - 558.

41. URL: https://dnbhelp.files.wordpress.com/2011/08/electroacoustic-impedance.gif (Temmuz 2015)

42. Hunter LL, Shahnaz N. Acoustic Immittance Measures: Basic and Advanced Practice. San Diego, CA: Plural Publishing; 2014.

43. Fowler C, Shanks J. Tympanometry. In: Katz J, ed. Handbook of Clinical Audiology. Philadelphia:Wolters Kluwer; 2002; 175 - 205.

44. Shanks JE. Tympanometry. Ear Hear. 1984;5: 268 - 280.

45. Hunter LL, Margolis RH. Multifrequency tympanometry: current clinical application. Am J Audiol. 1992;1: 33 - 43.

46. Balkany TJ, Berman SA, Simmons MA, Jafek BW. Middle ear effusion in newborns. Laryngoscope 1978;88: 398 - 405.

47. Alaerts J, Luts H, Wouters J. Evaluation of middle ear function in young children: clinical guidelines for the use of 226 and 1000 Hz tympanometry. Otol. Neurotol. 2007;28: 727 - 732.

48. Baldwin M. Choice of probe tone and classification of trace patterns in tympanometry undertaken in early infancy. Int J Audiol. 2006;45: 417 - 442.

49. Marchant CD, Shurin PA, Turczyk VA, Wasikowski DE, Tutihasi MA, Kinney SE. Course and outcome of otitis media in early infancy: a prospective study. J Pediatr. 1984;104: 826 - 831.

50. Margolis RH, Bass-Ringdahl S, Hanks WD, Holte L, Zapala DA. Tympanometry in newborn infants 1 kHz norms. J Am Acad Audiol. 2003;14: 383 - 392.

51. Himelfarb MZ, Popelka GR, Shanon E. Tympanometry in normal newborns. J Speech Hear Res. 1979;22: 179 - 191.

52. McKinley AM, Grose JH, Roush J. Multifrequency tympanometry and evoked otoacoustic emissions in newborns during the first 24 hours of life. J Am Acad Audiol. 1997;8: 218 - 223.

53. Kei J, Allison-Levick J, Dockray J, Harrys R, Kirkegard C, Wong J, Tudehope D. High-frequency (1000 Hz) tympanometry in normal newborns. J Am Acad Audiol. 2003;14: 20 - 28.

54. Margolis RH, Hunter LL. Acoustic immittance measurements. In: Roeser RJ, Valente M, Hosford-Dunn H. Ed. Audiology diagnosis. NewYork: Thieme; 2000; 381 – 423.

55. Jerger JF. Clinical experience with impedance audiometry. Arch Otolaryngol. 1970;92: 11 - 24.

56. Nozza RJ, Bluestone CD, Kardatzke D, Bachman R. Identification of middle ear effusion by aural acoustic admittance and otoscopy. Ear Hear. 1994;15: 310- 323.

57. Teele DW, Teele J. Detection of middle ear effusion by acoustic reflectometry. J Pediatr. 1984;104(6): 832 - 838.

58. Voss SE, Allen JB. Measurement of acoustic impedance and reflectance in the human ear canal. J Acoust Soc Am. 1994;95: 372 - 384.

59. Sanford CA, Hunter LL, Feeney PM, Nakajima HH. Wideband acoustic immittance: tympanometric measures. Ear and Hear. 2013;34: 65S - 71S.

60. Feeney MP, Sanford CA. Application of wideband acoustic transfer functions to the assessment of the infant ear. In: Kei J. & Zhao F. Ed. Assessing middle ear function in infants. San Diego: Plural Publishing; 2012; 131 - 161.

61. Keefe DH, Bulen JC, Arehart KH, Burns EM. Ear-canal impedance and reflection coefficient in human infants and adults. J Acoust Soc Am. 1993;94: 2617 - 2638.

62. MRC Multi-centre Otitis Media Study Group. Air-conduction estimated from tympanometry (ACET) 1: Relationship to measured hearing in OME. Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 2009a;73: 21 - 42.

63. Dempster JH, MacKenzie K. Tympanometry in the detection of hearing impairments associated with otitis media with effusion. Clin Otolaryngol. 1991;16: 157 - 159.

64. Vander Werff KR, Prieve BA, Georgantas LM. Test-retest reliability of wideband reflectance measures in infants under screening and diagnostic test conditions. Ear Hear. 2007; 28: 669–681.

65. Werner LA, Levi EC, Keefe DH. Ear-canal wideband acoustic transfer functions of adults and two- to nine-month-old infants. Ear Hear. 2010;31: 587–598.

66. Hunter LL, Tubaugh L, Jackson A, et al. Wideband middle ear power measurement in infants and children. J Am Acad Audiol. 2008b;19: 309–324.

67. Prieve BA, Werff KR, Preston JL, et al. Identification of conductive hearing loss in young infants using tympanometry and wideband reflectance. Ear Hear. 2013;34: 168–178.

68. Hunter LL, Feeney MP, Lapsley Miller JA, et al. Wideband reflectance in newborns: Normative regions and relationship to hearingscreening results. Ear Hear. 2010;31: 599–610.

69. Kei J, Sanford CA, Prieve BA, Hunter LL. Wideband acoustic immittance measures: developmental characteristics (0 to 12 Months). Ear Hear. 2013;34: 17S – 26S.

70. Prieve BA, Feeney MP, Stenfelt S, et al. Prediction of conductive hearing loss using wideband acoustic ımmittance. Ear Hear. 2013;34: 54S-59S.

8. EKLER

Ek-1

EBEVEYN BİLGİLENDİRME FORMU

Çocukluk çağında soğuk algınlığı ve iltihaba dayalı orta kulak hastalıklarına sıkça rastlanmaktadır. Bu durum aynı zamanda iletim tipi işitme kaybı yaratmakta ve uzun sürmesi halinde çocukların dil gelişimini olumsuz etkilemektedir. Orta kulak problemlerinin erkenden belirlenmesi ve yarattığı işitme kaybının derecesinin önceden tahmin edilebilmesi için geliştirilmiş testler bulunmaktadır. Bu testler sonucunda tibbi müdahale ve medikal teadavi ile sorun ortadan kaldırılabilmektedir. Araştırmaya destek vermeniz halinde bu testlerin gelişimine katkı sağlamış olacaksınız.

Bu çalışmada orta kulak hastalıklarını daha açık bir şekilde tespit etmeye ve hastanın tedavi şeklini belirlemeye yardımcı olacak “saf ses odyometri ve geniş bant timpanometri absorbans” adı verilen testler uygulanacaktır.

Bu araştırmaya katılmanız durumunda bebeğinize yapılacak işlemler şunlardır:

- Öncelikle çocuğunuza odyolojik testler kapsamında saf ses odyometri testi uygulanmalıdır. Daha sonra geniş bant timpanometri kapsamında çocuğunuza zarar vermeyecek şekilde kulağına küçük plastik bir parça yerleştirilecek ve hafif bir basınç altında ses verilecektir.

Geniş bant timpanometri ve absorbans testinin gerçekleştirilmesi yaklaşık 4 dakika, saf ses odyometri ise 20 dakika süre alacaktır. Araştırmada uygulanacak hiçbir işlem çocuğunuza zarar verebilecek nitelik taşımamakla birlikte işitmesinin haricinde kulaklarının durumu hakkında fazladan bilgi edinmemizi sağlayacaktır.

Bu çalışmanın başından itibaren reddetme veya çalışmaya başladıktan sonra devam etmeme hakkına sahipsiniz. Bu çalışmaya katılmanız veya başladıktan sonra herhangi bir aşamada ayrılmanız daha sonraki tıbbi bakımınızı etkilemeyecektir. Araştırmacı da gönüllünün kendi rızasına bakmadan, olguyu araştırma dışı bırakabilir.

Bu çalışmada yer aldığınız süre içerisinde kayıtlarınızın yanı sıra ilişkili sağlık kayıtlarınız kesinlikle gizli kalacaktır. Bununla birlikte kayıtlarınız kurumun yerel etik kurul komitesine ve Sağlık Bakanlığına açık olacaktır. Çalışma verileri herhangi bir

yayın ve raporda kullanılırken bu yayında isminiz kullanılmayacak ve veriler izlenerek size ulaşılamayacaktır. Bu çalışmanın size ve bağlı bulunduğunuz Sosyal Güvenlik Kurumuna ek bir maliyeti olmayacaktır.

“Yukarıda gönüllüye araştırmadan önce verilmesi gereken bilgileri okudum. Bunlar hakkında bana yazılı ve sözlü açıklamalar yapıldı. Bu koşullarla söz konusu klinik araştırmaya kendi rızamla, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Velisinin :
Adı:
Soyadı:
Telefon:
Tarih:
İmza:

Gönüllünün:
Adı:
Soyadı:
Telefon:
Tarih:
İmza:

Olur Alma İşlemine Başından Sonuna Kadar Tanıklık Eden Kuruluş Görevlisinin
Adı, Soyadı:
Telefon:
Tarih:
İmza:

Sorumlu Araştırıcı
Adı, Soyadı: Doç. Dr. Günay Kırkım
Telefon: 0232 412 32 92
Tarih:
İmza

EK-2

KARAR BİLGİLERİ	**Karar No:2015/02-33**	**Tarih: 22.01.2015**
	Doç.Dr.Günay KIRKIM'ın sorumlusu olduğu **"Çocuklarda Orta Kulak Patolojisini Belirlemede Geniş Bant Absorbans Ölçümünün Etkinliğinin Araştırılması"** isimli klinik araştırmaya ait başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş, etik açıdan çalışmanın gerçekleştirilmesinin uygun olduğuna oy birliği ile karar verilmiştir.	

ETİK KURUL BİLGİLERİ	
ÇALIŞMA ESASI	Dokuz Eylül Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu İşleyiş Yönergesi İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu

ETİK KURUL ÜYELERİ

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	Araştırma ile İlişkili mi?		İmza
Prof.Dr.Banu ÖNVURAL (Başkanı)	Tıbbi Biyokimya	DEU Tıp Fakültesi Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	
Prof.Dr.Ş.Reyhan UÇKU (Başkan Yardımcısı)	Halk Sağlığı	DEU Tıp Fakültesi Halk Sağlığı A.D.	Kadın	E ☐	H ☒	
Prof.Dr.Nejat SARIOSMANOĞLU	Kalp Damar Cerrahisi	DEU Tıp Fakültesi Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalı	Erkek	E ☐	H ☒	
Prof.Dr.Ece BÖBER	Pediatrik Endokrinoloji	DEU Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	
Prof.Dr.Vesile ÖZTÜRK	Nöroloji	DEU Tıp Fakültesi Nöroloji Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	
Prof.Dr.Ahmet Turan IŞIK	Geriatri	DEU Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı	Erkek	E ☐	H ☒	Katılmadı
Prof.Dr.Mukaddes GÜNELİ	Tıbbi Farmakoloji	DEU Tıp Fakültesi Tıbbi Farmakoloji Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	
Prof.Dr.Ayşe Aydan ÖZKÜTÜK	Tıbbi Mikrobiyoloji	DEU Tıp Fakültesi Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	Katılmadı
Prof.Dr.Nihal GELECEK	Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon	DEU Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksek Okulu	Kadın	E ☐	H ☒	
Prof.Dr.Işıl TEKMEN	Histoloji ve Embriyoloji	DEU Tıp Fakültesi Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	Katılmadı
Doç.Dr.Müge KİRAY	Fizyoloji	DEU Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	
Doç.Dr.Şeyda Seren İNTEPELER	Hemşirelik Yönetimi	DEU Hemşirelik Fakültesi Hemşirelik Yönetimi A.D	Kadın	E ☐	H ☒	Katılmadı
Doç.Dr.Sevda ÖZKARDEŞLER	Anesteziyoloji	DEÜ Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon A.D.	Kadın	E ☐	H ☒	
Uzm.Dr.Ahmet Can BİLGİN	Hukuk	DEU Tıp Tarihi ve Etik A.D	Erkek	E ☐	H ☒	
Mehmet Erhan ÖZKUL	Sağlık mensubu olmayan üye	D.E.U Tıp Fakültesi İdari Mali İşler	Erkek	E ☐	H ☒	

EK 3 ÖZGEÇMİŞ

Emrah YILDIZ

TC Kimlik No / Pasaport No:	65890210618
Doğum Yılı:	1987
Yazışma Adresi :	Adnan Süvari Mh. Polat Cad. No:214/5 Karabağlar/İZMİR
Telefon :	0505 846 62 27
Faks :	
e-posta :	emrahyildiz8@gmail.com

EĞİTİM BİLGİLERİ

Ülke	Üniversite	Fakülte/Enstitü	Öğrenim Alanı	Derece	Mezuniyet Yılı
Türkiye	Eskişehir Osmangazi Üni.	Fen Edebiyat Fak.	Biyoloji	2,61	2009

AKADEMİK/MESLEKTE DENEYİM

Kurum/Kuruluş	Ülke	Şehir	Bölüm/Birim	Görev Türü	Görev Dönemi
Szeged University Hospital	Macaristan	Szeged	Odyoloji/KBB	Stajyer/Gözlemci	04/03/2014 – 03/06/2014

UZMANLIK ALANLARI

Uzmanlık Alanları
Odyoloji, İşitme ve Denge

Hakemli konferans/sempozyumların bildiri kitaplarında yer alan yayınlar

Yıldız E, Kırkım G, Gürkan S, Erdağ TK.
Wideband Aural Acoustic Absorbance in Normal Children and in Children with Otitis Media with Effusion, 12th Congress of The European Federation of Audiology Societes (EFAS), İstanbul 27/05/2015 -30/05/2015

Mungan Durankaya S, Terlemez Ş, Kara E, Demir K, Kırkım G, Yıldız E, Ataş A.
Acceptibility and Effect of The Nucleus Fitting Software (Nfs) Comparing with The Custom Sound System, 12th Congress of The European Federation of Audiology Societes (EFAS), İstanbul 27/05/2015 -30/05/2015

Yıldız E, Evin H, Eskicioğlu E, Kırkım G, Erdağ TK, Şerbetcioğlu MB.
A Case Report: Kabuki Make-Up Syndrome. 12th International Congress of the European Society of Otorhinolaryngology, İrlanda 31/05/2014 – 03/06/2014

Eskicioğlu E, Evin H, Yıldız E, Kırkım G, Şerbetcioğlu MB.
Cochlear Implantation in Waardenburg Syndrome (A case report). 12th International Congress of the European Society of Otorhinolaryngology, İrlanda 31/05/2014 – 03/06/2014

Yıldız E, Gürkan S, Kırkım G, Doğan E, Erdağ TK, Evin H.
Yenidoğanlarda Geniş Bant Absorbans Bulguları, VII. Ulusal Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Kongresi, Ankara 09/10/2014 - 12/10/2014

Evin H, Mutlu B, Yıldız E, Mungan Durankaya S, Gürkan S, Kırkım G.
Yenidoğan İşitme Taraması Bulgularımız, VII. Ulusal Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Kongresi, Ankara 09/10/2014 - 12/10/2014

Düzenleme Tarihi: 14/07/2015