



**T.C.
BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KULAK BURUN BOĞAZ ANABİLİM DALI
ODYOLOJİ, KONUŞMA VE SES BOZUKLUKLARI
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**ADENOİD HİPERTROFİSİNİN ORTA KULAK REZONANS
FREKANSINA ETKİSİ**

Onur Murat MENTEŞE

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANKARA, 2016



**T.C.
BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KULAK BURUN BOĞAZ ANABİLİM DALI
ODYOLOJİ, KONUŞMA VE SES BOZUKLUKLARI
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**ADENOİD HİPERTROFİSİNİN ORTA KULAK REZONANS
FREKANSINA ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Onur Murat MENTEŞE

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Adnan Fuat Büyüklü**

ANKARA, 2016

T.C
BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Odyoloji Tezli Yüksek Lisans Programı çerçevesinde Onur Murat Menteşe tarafından yürütülmüş olan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 03/10/2016

Tez Konusu: “Adenoid Hipertrofinin Orta Kulak Rezonans Frekansına Etkisi”

TEZ DANIŞMANI: **Prof. Dr. Adnan Fuat BÜYÜKLÜ**

TEZ JÜRİSİ ÜYELERİ

Prof. Dr. Selim S. Erbek	Başkent Üniversitesi
Prof. Dr. Adnan Fuat Büyüklü	Başkent Üniversitesi
Prof. Dr. Aydan Genç	Hacettepe Üniversitesi



ONAY: Bu tez, Başkent Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulunun 05... / 10... / 2016 tarih ve ...159.... Karar Sayısı ile kabul edilmiştir.


Prof. Dr. Rengin ERDAL
Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın ortaya çıkmasında büyük emeği olan ve beni bu süreçte yalnız bırakmayan danışmanım Prof. Dr. Adnan Fuat Büyüklü 'ye içtenlikle teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimim boyunca kendilerinden çok şey öğrendiğim, öğrencileri olmaktan gurur duyduğum, desteklerini bir an olsun esirgemeyen değerli hocalarım Prof. Dr. Levent Naci Özlüoğlu, Prof. Dr. Selim Sermed Erbek ve Prof. Dr. Hatice Seyra Erbek'e bana kattıkları her şey için teşekkür ederim. Bundan sonra da sevgilerini ve desteklerini her zaman hissedeceğimi biliyorum. Yardıma ihtiyaç duyduğum her anımda yanımda olan ve varlığıyla güven veren Prof. Dr. Ayşe Gül Güven'e teşekkürü borç bilirim. Öğrenciniz olmak ve sizi yakından tanıma fırsatı bulmuş olmak benim için büyük bir şans. Her şey için yürekten teşekkür ederim.

Bu tezin savunma jürisinde bulunan ve yönlendirmeleriyle çalışmamın son halini almasına katkıda bulunan Prof. Dr. Aydan Genç'e en içten teşekkürlerimi sunuyorum.

Yrd. Doç. Dr. Güven Mengü'ye gerçekleştirdiğimiz keyifli dersler için teşekkürlerimi sunuyorum. Sınıf arkadaşlarım ve "Last Ozalit" adını verdiğimiz özel grubumuzun üyelerine (Hale Hançer, Rezan Ayşe Bayat, Şule Mıdık, Sermin Kınıklıoğlu Kumdakçı, Özge Şahin ve Ümit Yerli) göstermiş oldukları dayanışma ve sıcak dostluk için teşekkür ederim.

Lisans eğitimim süresince akademik disiplin kazanmamda ilham aldığım değerli hocalarım Prof. Dr. Umur Talaslı ve Yrd. Doç. Dr. Neşe Alkan'a bana kattıkları için sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Bu kadar sıcak ve fedakar bir ailede büyüdüğüm için sevgili babam Zeydin Menteşe ve biricik anneciğim Sevim Menteşe ile ablalarım Sibel Menteşe ve Kibar Menteşe'ye teşekkür ederim.



Tezimi sevgili MENTEŞE ailesine adıyorum...

ÖZET

Onur Murat MENTEŞE, Adenoid Hipertrofisinin Orta Kulak Rezonans Frekansına Etkisi, Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Odyoloji, Konuşma ve Ses Bozuklukları Programı Yüksek Lisans Tezi, 2016

Timpanometri orta kulak rahatsızlıklarının ayırıcı tanılarında kullanılan hassas, maliyeti düşük, non-invaziv ve basit bir yöntem olarak bilinir. Düşük frekanslı probe tone'ler sıklıkla kullanılmasına rağmen, kemikçik zincir ile ilgili rahatsızlıkların tansındaki hassaslığı sebebiyle daha yüksek frekanslı probe tone'lerin kullanılması klinik bağlamda kabul görmeye başlamıştır.

Multifrekans timpanometri bilhassa admitansın bileşenlerinin (Kondüktans, kitle reaktansı ve rijitlik) prob frekansına göre değişimleri nasıl gösterdiği hakkında bilgi sağlar. Bu tür değişimlerin olduğu frekanslar patolojik ve normal durumlarda farklılıklar gösterebilirler.

Adenoid hipertrofisi, östaki tüpünde tıkanıklığa neden olarak tekrarlayan akut otitis media veya effüzyonlu otitis mediaya neden olabilmektedir. Adenoidit ile birlikte nazal, postnazal akıntı, öksürük, uvula arkasında ve üzerinde kurutlar görülebilir. Bilindiği üzere adenoiditler genellikle tonsillit ile birlikte seyretmektedirler. Çocukta ağızdan nefes alma ve nazal konuşma görülmektedir.

Çalışmamızın amacı adenoid hipertrofisinin orta kulak rezonans frekansına etkisini araştırmaktır. Çalışmaya 28 kişi (56 kulak) dahil edilmiş olup kontrol ve deney gruplarının her ikisine de otoskopik muayene, timpanometri ve multifrekans timpanometri uygulaması yapılmıştır.

Multifrekans timpanometri değerlendirmesinde, prob tone'lere göre farklı sonuçlar elde edilmiştir. Sonuç olarak, multifrekans timpanometri uygulamasının orta kulak rezonans frekansına etki edebileceği düşüncesine ulaşılmıştır. Ayrıca multifrekans timpanometri kullanımının orta kulak patolojilerinin tespitinde yarar sağladığı ve klinikte rutin uygulamalar arasında yer almasının faydalı olacağını düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Orta kulak, rezonans frekansı, timpanometri, multifrekans timpanometri, adenoid hipertrofisi,

ABSTRACT

Onur Murat MENTEŞE, The Effect of Adenoid Hipertrophy on Resonance Frequency of Middle Ear, Başkent University, Institute of Health Sciences M. Sc. Thesis in Audiology and Speech – Voice Disorders, 2016

Tympanometry is known as a sensitive, inexpensive, non-invasive, and simple method used to be a definitive diagnosis of middle ear disorders. Although low frequency probes have been commonly used, high frequency probes are started to be popular in clinical uses due to its sensitivity in diagnosis of diseases related to ossicular .

Multi frequency tympanometry provides information particularly about the changes in admittance components (conductance, mass reactance, and stiffness) with respect to variation in probe frequency. Frequencies with these types of changes can show discrepancy under pathological and normal conditions.

Adenoid hypertrophy can induce repetitive acute otitis media or otitis media with effusion as a result of occlusion in eustachium. Nasal and post-nasal flux, coughing, crust behind and on uvula can be observed together with adenoiditis. As it is known, adenoids generally occur together with tonsillitis. Mouth breathing and nasiller are observed in children.

Aim of this study is investigating the effect of adenoid hypertrophy on middle ear resonance frequency. 28 people (56 ears) were included in the study and otoscopic examination, tympanometry, and multi frequency tympanometry were applied to the participants from both control and experimental groups.

Different results were found in multifrequency tympanometry assessment according to the probe tones. Consequently, multifrequency tympanometry application can affect the middle ear resonance frequency. Also, it was considered that the multifrequency tympanometry facilitates the diagnosing of the middle ear pathologies and can be useful in routine clinical applications.

Keywords: Middle ear, resonance frequency, tympanometry, multifrequency tympanometry, adenoid hipertrophy

İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

KABUL VE ONAY	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
RESİMLER DİZİNİ	xi
TABLolar DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ ve AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Orta Kulak Anatomisi ve Fizyolojisi	3
2.1.1. Orta Kulak Kemikçikleri.....	4
2.1.1.1. Malleus	4
2.1.1.2. İnkus.....	5
2.1.1.3. Stapes	6
2.1.2. Timpan Membran.....	7
2.1.3. Timpanik Kaslar	8
2.1.3.1. Stapedius kası	8
2.1.3.2. Tensor timpani kası	8
2.1.4. Östaki Tüpü.....	8
2.1.5. Östaki disfonksiyonu	12
2.2. Farengeal Tonsil	13
2.2.1. Farengeal Tonsillerin (Adenoid) Anatomisi	13
2.2.2. Farengeal Tonsillerin Histolojik Yapısı.....	13
2.2.3. Farengeal Tonsil Hastalıkları	13
2.2.3.1. Adenoidit.....	13
2.2.3.2. Adenoid Hipertrofisi.....	14
2.2.4. Adenoidektomi Endikasyonları.....	14

2.2.5. Adenoidektomi Kontrendikasyonları	15
2.3. Akustik İmmitans ve Timpanometri	15
2.3.1. Timpanometri	16
2.3.1.1. Timpanogramların Yorumu	17
2.3.1.2. Timpanogramların Sınıflandırılması	18
2.4. Multifrekans Timpanometri (MFT)	20
3. BİREYLER ve YÖNTEM	24
3.1. Bireyler	24
3.2. Veri Toplama Araçları.....	26
3.3. Verilerin Değerlendirilmesi ve İstatistiksel Yöntem	26
4. BULGULAR	27
5. TARTIŞMA	31
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	34
7. KAYNAKLAR	35

KISALTMALAR

Ba	:	Akustik Suseptans
Bc	:	Komplians Suseptans
Bm	:	Kütlesel Suseptans
Bs	:	Katılık süseptans
Bt	:	Total Suseptans
daPa	:	Dekapascal
dB	:	Desibel
DKY	:	Dış Kulak Yolu
G	:	Kondüktans
Ga	:	Akustik Kondüktans
GSI	:	Grason Stadler Instruments
Hz	:	Hertz
MFT	:	Multifrekans Timpanometri
Mmho	:	Akustik millimho
NF	:	Nazofarenks
NFK	:	Nazofarenks kanseri
RF	:	Rezonans Frekansı
Y	:	Admitans
Z	:	İmpedans

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No:

Şekil 1. Timpanogramların üç majör karakteristiği	17
Şekil 2. Jerger Klasifikasyonu.....	19
Şekil 3. GSI (Grason-Stadler Inc.) Tymptar Middle Ear Analyzer Versiyon 2	20
Şekil 4. MFT'nin adımları: 226 Hz.....	21
Şekil 5. MFT'nin adımları: Rezonans frekansının belirlenmesi	21
Şekil 6. MFT'nin adımları: Rezonans frekansında elde edilen timpanogram eğrisi.....	22
Şekil 7. Vanhuyse ve ark. (1975) modeline göre Süseptans (Ba) ve kondüktans (Ga) timpanogramların dört paterni	23
Şekil 8. Örnek Multifrekans timpanometri çıktısı.....	25

RESİMLER DİZİNİ

Sayfa No:

Resim 1. Orta Kulak Kemikçikleri	4
Resim 2. Timpan membran.....	7
Resim 3. Östaki tüpü fonksiyonu	9
Resim 4. Östaki Tüpüne Balon Kateter Uygulaması.....	11



TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa No:

Tablo 1. Örneklem Cinsiyete Göre Dağılımı.....	27
Tablo 2. Örneklem için sağ ve sol kulak timpanometri sonuçlarına ait tanımlayıcı istatistikler	28
Tablo 3. Örneklem için yaş, sağ ve sol kulak RF değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler	28
Tablo 4. Tüm Örneklem için Sağ ve Sol Kulak RF Değerleri Arasındaki İlişki: Ki-Kare Testi Sonucu.....	29
Tablo 5. Kontrol ve Deney Grupları için Sağ ve Sol Kulak RF Değerleri Arasındaki İlişki: Wilcoxon-Signed Ranks Testi Sonucu	29
Tablo 6. Kontrol ve Deney Grupları Arasındaki İlişkinin Yaş, Sağ ve Sol Kulak RF Değerlerine Göre Değişimi	30

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Timpanometri orta kulak rahatsızlıklarının ayırıcı tanılarında kullanılan hassas, maliyeti düşük, non-invaziv ve basit bir yöntem olarak bilinir. Düşük frekanslı probe tone'ler sıklıkla kullanılmasına rağmen kemikçik zincir ile ilgili rahatsızlıkların tansındaki hassaslığı sebebiyle daha yüksek frekanslı probe tone'lerin kullanılması klinik bağlamda kabul görmeye başlamıştır. İlk olarak Terkildsen ve Thomsen (1959) tarafından dünyaya tanıtılan timpanometri yaygın olarak klinik kabul görmektedir (1).

İşitmek, normal işiten çocukların dil ve konuşma kazanımı sürecinde kullandıkları ana kaynaktır. İşitme kayıpları iletişimi yavaşlattığından bu yeteneklerin kazanılmasında gecikmelere sebep olabilir. Çocuklarda işitme değerlendirirken elektrofizyolojik ve elektroakustik yöntemler daha olumlu sonuçlar vermektedir.

Akustik immitansmetri, çabuk ve objektif sonuçlar vermesi sebebiyle orta kulak sistemindeki değişimleri ölçmek için kullanılan en değerli yöntemdir. Akustik uyarana sistemin verdiği tepkilerin analiziyle karakterize sonuçlar üretir. Akustik immitansmetrik ölçümler temelde kulak zarına uygulanan basıncın varlığındaki akustik enerji transferinin miktarının belirlenmesi prensibine göre yapılmaktadır. Bu tür bir ölçüm işitme sistemindeki ses enerji akışını veya ona karşı oluşan direncin varlığının hesaplanmasıyla yapılmaktadır (1,2).

Klasik timpanometri ile ayırt edilebilen orta kulak patolojileri multifrekans timpanometri (MFT) ile de ölçülebilmektedir. MFT, orta kulak sisteminin durumunu hızlı, anlaşılır, non-invaziv, objektif ve klasik timpanometriden daha hassas olarak değerlendiren yeni bir metot olarak görülmektedir. Klasik timpanometri, orta kulak sisteminin akustik mekanizmalarındaki ufak değişiklikleri bile ayırt edebilen MFT ile kıyaslandığında orta kulak patolojilerinin ayırıcı tanısında yeterli bilgiyi sağlamakta başarısız olabilmektedir. Multifrekans timpanometrinin geliştirilme sebebi akut otitis media vakalarında epizodun takibinin yapılmasında klasik timpanometrinin yetersiz kalmasıdır. Bazı yazarlar, infantlar ve çocukların değerlendirilmesinde klasik timpanometri ve multifrekans timpanometrinin beraber kullanılmasının daha doğru sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir (3-6).

Adenoid dokusu fetal hayatın 3. ayında oluşmaya başlar. Fetal gelişimin yedinci ayında adenoidlerin gelişimi tamamlanır (7). Adenoid postnazal ilk yıllarda

büyümeye devam eder. 4-10 yaş arası en büyük çaplarına ulaşır (8). Puberteden sonra giderek küçülür ve erişkinde tamamen kaybolur (9). Nazofarenks üst kısmından, Eustachii tüplerinin orta kısmında, yumuşak damağa kadar uzanır (10). Adenoid dokusu antijenik veya enfeksiyöz uyarıya cevap olarak hipertrofiye uğrayabilir (11). Çocukluk çağında üst solunum yolu obstrüksiyonuna en sık neden olan patoloji hipertrofik adenoidlerdir (12). Adenoid hipertrofisi ve üst havayolu obstrüksiyonuna sekonder kronik ağız solunumunun, çocukların kraniofasiyal gelişimini etkilediği gösterilmiştir. Adenoid hipertrofisi nazal ve faringeal hava pasajını bloke ederek, hem maksillofasiyal gelişimi etkileyebilir ve dental sorunlar yaratabilir hem de kardiyopulmoner patolojilere, kronik alveoler hipoventilasyona ve obstrüktif uyku apnesine neden olabilir (12).

Çalışmamızın amacı adenoid hipertrofisinin tuba Eustachii disfonksiyonu ve/veya neden olduğu lenfatik drenaj bozukluğu ile orta kulak iletim sistemine olan olası etkilerini multifrekans timpanometri testi ile saptamaktır.

Araştırmanın hipotezleri:

H0: Adenoid hipertrofi varlığı orta kulak rezonans frekansını etkilememektedir.

H1: Adenoid hipertrofi varlığı orta kulak rezonans frekansını etkilemektedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Orta Kulak Anatomisi ve Fizyolojisi

Orta kulak, temporal kemikte lokalize, mukoza ile örtülmüş yüzeyi, düzensiz, hava içeren, kemik labirent ve timpanik membranın arasında bulunan boşluktur. Nazofarinks ile olan ilişkisini Östaki borusuyla sağlarken, oval ve yuvarlak pencereler ile de iç kulakla ilişkisi sağlanmış olur. Vibrasyonu iç kulağa timpanik membrandan hareketli olan kemik zincir vasıtasıyla iletir. Orta kulağın gelişimi doğumda tamamlanmıştır. Hacmi yaklaşık olarak erişkinlerinkine eşittir. Orta kulak boşluğu altı anatomik bölgeye ayrılarak incelenir (13,14).

1. Epitimpanum: Timpanik membran ve fasiyal sinir timpanik parçası üzerinde kalan kısmıdır.
2. Mezotimpanum: Timpan membranın medialine isabet eden kısmıdır.
3. Antrum: Attığın arkasında konumlanmıştır.
4. Aditus ad antrum: Epitimpanum ve antruma arasındaki açıklıktır.
5. Hipotimpanum: Timpan membran ve sulkus timpanikusun altında kalan kısmıdır.
6. Mastoid sellüler yapı: Orta kulak boşluğu yapıları arasında sayılmasının sebebi orta kulak mukoperiostiumunun devamı olmasıdır.

Caput mallei, chorda timpani ve corpus incudis epitimpanumda bulunmaktadır. Hipotimpanumun önemli bir yapısı yoktur. Orta kulak prizmaya benzer altı yapı gösterir (15).

Tavan: Tavani tegmen timpani oluşturur.

Taban: Vena jugularis ve bulbus vena jugularis ile komşudur. Stiloid çıkıntı ile arkada komşudur.

Ön duvar: İnternal karotis arterin meydana getirdiği çıkıntı, tensör timpani kası ve östaki borusu bulunur.

İç duvar: Orta kulağın en önemli bölümüdür. İç kulak ile komşudur. Ortada ilk göze çarpan promotoryum adı verilen kabarıklıktır. Promotoryum: iç kulakta bulunan kokleanın basal kıvrımına uymaktadır. Promotoryum arka-alt ve arka-üst bölümünde iki adet delik bulunur. Bu delikler orta kulağın iç kulak ile bağlantısını

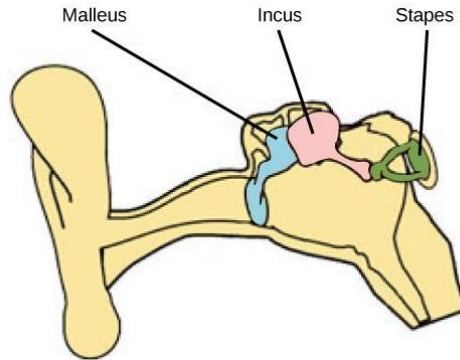
oluştururlar. Bunlara yuvarlak pencere (fenestra rotunda) ve oval pencere (fenestra ovale) adı verilir. Oval pencerenin üzerinde stapes kemikçığının tabanı oturmaktadır.

Arka duvar: Mastoid ile ilişkilidir. Üstte; aditus ad antrum, ortada; fallop kanalın inen parçası, arka dış ve altta promontoryuma doğru uzanan, eminentia pramidalis adı verilen küçük bir kemik çıkıntı vardır. Eminentia pramidalise stapes kası tendonu yapışır. Bu çıkıntıdan kulak zarına paralel giden dik bir düzlemle orta kulağı ikiye ayırdığımızda içteki bölümde 3 önemli yapı vardır. Bunlar oval pencere, yuvarlak pencere ve sinüs timpanidir. Piramidal çıkıntı sinüs timpaninin dış tarafını yapar. Sinüs timpaninin alt tarafını yuvarlak pencere, üstünü subikulum, iç duvarını pontikulus yapar. Eminentianın dış kısmında fasiyal reses denilen bir çukurluk vardır. Bu çukurun dış tarafını dış kulak yolu (DKY) ve korda timpani, arka ve üstünü ise fossa inkudis sınırlar.

Dış duvar: Yukardan aşağıya doğru skutum, kulak zarı ve hipotimpanum diye üç kısma ayrılır (14,16).

2.1.1. Orta Kulak Kemikçikleri

Timpan zar ve iç kulak arasında üç adet hareketli kemikçik bulunmaktadır. Bunlar; malleus, inkus ve stapeştir (Resim 1). Orta kulak kemikçikleri epitimpanik reseste bulunurlar ve orta kulak boşluğunun anterosuperior kesimindedirler (17,18).



Resim 1. Orta Kulak Kemikçikleri

2.1.1.1. Malleus

En lateralde olan orta kulak kemikçığıdır. Baş, boyun, lateral proses, anterior proses ve manibriumdan oluşur. Anterior proses petrotimpanik fissüre doğru malleusun boynundan uzanan ince kemiktir. Petrotimpanik fissüre anterior malleolar

ligament ile tutunur. Malleusun periosteumu ile fibröz dens doku olan anterior malleolar ligament bitişiktir ve petrotimpanik fissürü transvers geçerek sfenoid kemiğin angular omurgasında kadar uzanır. Malleusun lateral prosessi timpanik membranın pars tensasına bağlanan kartilajenöz bir kep içerir. Manibriumun inferior ucu umbo lokalizasyonunda timpanik membranın pars propria kısmının ikiye ayrılarak bu kısmı çevrelemesiyle timpanik membrana sıkıca bağlanır. Cerrahi işlemlerde timpanik membran bu kısmı dışında (umbo) malleustan kolaylıkla ayrılabilir. Lateral proses ve umbo arasındaki bölüm, yani manibrium, hafif medial eğimi nedeniyle pars propriadan hafifçe uzaklaşabilir. Bu durumda manibrium tek bağlantısı bir muköz membran olan plika mallearistir.

Manibrium genellikle timpanik membranın anterior posterior sınırı arasında uzanır. Fakat genellikle anterior kısmındadır. Malleus beş ligament ile yerine tutunur. Bu ligamentler:

- 1) Anterior suspensory ligament
- 2) Lateral suspensory ligament
- 3) Superior suspensory ligament
- 4) Anterior malleolar ligament
- 5) Posterior malleolar ligament

Muskulus tensor timpani tendonu kohleariform prosten laterale uzanarak malleusun manibrium ve boynuna tutunur. Fiberlerin bazıları manibrium anteriorundan geçerek timpanik membrana ulaşır. Muskulus tensor timpaninin fonksiyonu manibrium malleiyi mediale çekerek timpanik membrana gerginlik vermektir. Normalde pars proprianın elastikiyeti tensor timpaninin çekmesine karşı koyar. Timpanik membranın geniş perforasyonu ile tensor timpaninin çekmesine karşı koyma zayıflar ve manibriumun mediale yer değiştirmesi ile sonuçlanır. Bazı olgularda manibrium promontoriuma ulaşabilir. Miringoplasti gibi bazı cerrahi rekonstruktif işlemlerde tensor timpani kesilerek manibrium eski yerine yerleştirilir (17,18).

2.1.1.2. İnkus

İnkus en büyük orta kulak kemikçigidir. Gövde, uzun bacak, kısa bacak ve lentikuler prosten oluşur. Gövde kesimi malleus baş kesimi ile ilişkilidir ve epitimpaniumda bulunur. İnkusun gövde kesimi epitimpaniumda malleus başı ile

bağlantılıdır. İnkus ve malleus hareketleri aralarındaki saddle tip eklem nedeniyle birbirleriyle yakından ilişkilidir. Bu nedenle malleus fiksasyonu durumunda inkustan da ses enerjisinin transferi bozulur. Bu durum sekonder inkus etkisi olarak bilinir (19).

İnkusun kısa bacağı posteriorda uzanır ve posterior inkudal resesi (fossa inkudus) kaplar. Bazı olgularda kısa bacak uzun ve silindirikdir. Uzun bacak inferiorda manubriuma paralel bulunur ve lentiküler prorese sonlanır. Lentikular prosesin konveks yüzeyi stapesin baş kesiminin konkav yüzeyi ile inkudostapedial eklemi yapar.

İnkusu yerinde üç ligament tutar. Bunlar :

- 1) Posterior inkudal ligament
- 2) Medial inkudomalleolar ligament
- 3) Lateral inkudomalleolar ligament

Posterior inkudal ligament kısa bacağı posterior inkudal resese bağlar. Medial ve lateral inkudomalleolar ligamentler inkusun gövdesini malleusun baş kesimine bağlar. Posterior inkudal ligamentin kalsifikasyonu temporal kemiğin histopatolojik incelemelerinde gösterilmiştir fakat bunun ses iletimine etkisi bilinmemektedir. İnkus uzun bacağı kronik otitis media (KOM)'da rezorbsiyona yatkındır (20).

2.1.1.3. Stapes

Stapes en küçük ve en medialdeki orta kulak kemikçigidir. Baş, taban (footplate, basis stapes) ve iki krura ya da bacadan oluşur. Sıklıkla horizontal konumdadır. Stapes anterior krusu posteriordan daha düz ve daha incedir. Posterior krusun hemen superiorunda stapedius tendonunun yapıştığı irregüler alan olan obturator foramen mevcuttur. Obturator foramen krura konkav arklarıyla sınırlanmıştır ve bazen musünöz membran ile örtülür.

Stapes tabanının şekli, kalınlığı ve eğikliği her zaman aynı değildir. Lateral yüzünde crista stapedis olarak bilinen longitudinal kabartı bulunur. Vestibüler yüzü tamamıyla düz olabilir ya da hafif konveks ya da konkavdır. İnkusun lentiküler processu ile stapes başı eklem yapar.

Stapesin bacakları arasında kalınlık ve eğiklik olarak kişisel farklar olabilir. Mondini anomalisinde footplate anomali eşlik edebilir. Ototore ve meninjitte neden olabilir.

Stapedial boyutlar büyük değişkenlik gösterir. Ortalama boyutu 3,26 mm iken; 2,50-3,78 mm arasında değişebilir (19).

2.1.2. Timpan Membran

Timpan membran; orta kulağı dış kulaktan ayıran şeffaf, çok katlı, oval biçimde bir yapıdır (Resim 2). Yatay uzunluğu ise 8-9 mm vertikal uzunluğu ise 9-10 mm'dir (21). Ancak bazı ırklarda yatay uzunluğunun daha fazla olduğu ileri sürülmektedir (22). Membranın alanı ortalama 73 mm² civarındadır (23). Gerlach halkası olarak isimlendirilen timpanik kemiğin anulusunda yerleşmiş olan fibröz anulusa tutunur. Timpan membran malleusun lateral çıkıntısı ile umbo arasındaki manibriuma yapışıktır. Umbo timpan membranının medial apeksini yapar.

Timpan membran yaklaşık olarak 0,1 mm kalınlığındadır. Timpan membran anterior ve posterior malleolar ligamentler ile üstte pars flaksida ve altta pars tensa bölümlerine ayrılır. Orta kulak boşluğu timpan membrana teğet geçen horizontal plandaki hayali iki hat ile epitimpanum (attik), mezotimpanum ve hipotimpanum adı verilen alt boşluklara ayrılır. Timpanik membran süperioru ile tegmen timpaniden geçen hat arasındaki alan epitimpanum adını almaktadır. Bu hat ile timpanik membran inferiorundan geçen hat arasındaki kısım mezotimpanum denir. Timpanik membranın inferiorundan geçen hattın altındaki kısım ise hipotimpanum olarak adlandırılmaktadır.

Orta kulak boşluğunun anteroposterior boyu 15 mm'dir. Transvers planda orta kulak çapı ise epitimpanumda 6 mm, mezotimpanum umbo seviyesinde 2 mm, hipotimpanumda ise 4 mm civarındadır (24).



Resim 2. Timpan membran

2.1.3. Timpanik Kaslar

2.1.3.1. Stapedius kası

Eminentia pyramidarum içinde bulunur. Tendonu bu çıkıntının ucundaki bir delikten çıkar ve stapesin boynuna ya da başına yapışır. Stapesin arka bacağını kasıldığı zaman arkaya doğru çekerek, ön kısımda yukarı doğru tabanı kaldırır. İç kulak bu şekilde yüksek şiddetteki seslerden orunmuş olur. Stapedius kası sinirini N.Fasiyalisten alır (25-27).

2.1.3.2. Tensor timpani kası

Orta kulak ön duvarında bulunan semikanalis muskuli tensor timpaninin duvarından başlar ve kanalın ağzındaki küçük kemik çıkıntısının çevresini dolandıktan sonra arkaya ve dışa doğru bükülür ve malleusun boynuna yapışır. Buradan sonra, içe doğru ilerleyerek kohleariform prosese ulaşır. Bu çıkıntıdan sonra kendi doğrultusuna dik bir yol izleyerek kendi için ayrılmış östaki borusunun üstündeki yarım kanala girer ve sfenoidin büyük kanadına yapışır. Ortalama 22 mm uzunluğundadır. Görevi kasıldığı zaman manubriumu içe ve arkaya çekerek kulak zarını tespit etmektir. Bu kas sinirini N.Mandibularisin dalı olan N. Pterygoideustan alır (25-27).

2.1.4. Östaki Tüpü

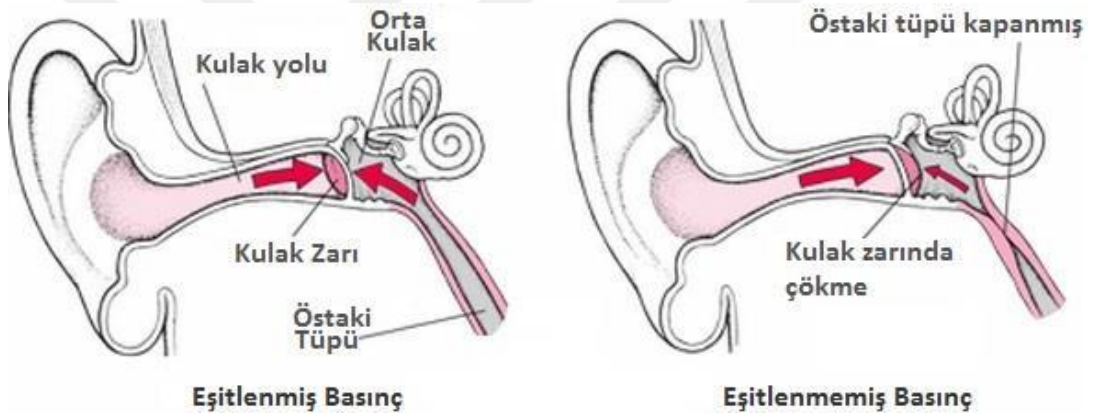
Östaki tüpü; orta kulağı nazofarenkse bağlar, orta kulağı havalandırır ve orta kulak sekresyonlarını orta kulaktan nazofarenkse drene eder. Östaki tüpünün açılma ve kapanma fonksiyonları, hem fizyolojik hem de patolojik bakımdan önemlidir. Östaki tüpünün açılması, orta kulakta atmosfer basıncını dengeler. Fizyolojik mukosiliyer temizlikle, mukus orta kulaktan nazofarenkse boşaltılır (28). Bu sayede orta kulak asendan enfeksiyonlardan korunur (Resim 3).

Tüpün açılıp kapanmasında rol oynarlar. Bu kaslar ve sinirleri:

- Tensor veli palatini / N. trigeminus,
- Tensor timpani / N. Trigemini,
- Levatör veli palatini / faringeal pleksus,
- Salpingofaringeus / faringeal pleksustur.

Tensor veli palatini kası skafoïd fossa kemik duvarına ve kıkırdak östaki tüpü üst duvarını yapan kıkırdak kıkırdak parçaya tutunarak başlar. Aşağı doğru ilerleyen kas

tendonu pterigoid hamulus civarında mediale dönerek orta hat rafesinde sonlanır. Tensor veli palatini kası östaki tüpünü otik ganglion, mandibuler sinir ve dalları, korda timpani ve middle meningeal arterden ayırır. Tensor veli palatini kasının izometrik olarak kasılan 3 yapışma noktası olduğu söylenir; (1) Pterigoid hamulus, (2) Ostmann fat pad, (3) Medial pterigoid kas tüpün nazofarenks ağzının açılmasında en fazla rolü bu kas oynamaktadır. Levator veli palatini kasının östaki kıkırdak kısmının alt yüzü ve petröz kemik alt yüzü olarak 2 kaynağı vardır. Kas yumuşak damağa giderek sonlanır. Levator veli palatini ise tuba östakiyi direkt açmaz, tüpü döndürerek tensor kas tarafından açılmasını kolaylaştırır. Salpingofaringeus kası tüpün nazofaringeal sonlanmasına tutunarak başlar, aşağıda palatofaringeus kası ile kesişir. Tüpün açılmasına yardım eden diğer bir kastır (29).



Resim 3. Östaki tüpü fonksiyonu

Östaki tüpü erişkinlerde yaklaşık olarak 36 mm uzunluğunda olup aşağı öne ve içe doğru uzanarak nazofarenks yan duvarına ulaşır. Östaki tüpü, birbirine dar ucundan birleşen huni gibi olup iki kısımdan oluşur. Dış 1/3 kısmı (12 mm) protimpanum denilen orta kulağın ön duvarından başlayan kemik kısımdır. İç 2/3 kısmı (24 mm) nazofarenkse açılan fibrokartilajinöz kısım olup, nazofarenkste alt konka arka kuyruğunun 1,25 cm arkasına ve hafifçe aşağısına açılır. Timpanik uç en geniş kısmını oluşturur. Bir huni gibi giderek daralır. Bu en dar kısım istmus olarak adlandırılır. Östaki tüpünün lümeni üçgen şeklindedir ve horizontal olarak 3-4 mm ve vertikal olarak 2-3 mm'dir. Kemik kısım daima açık iken, fibrokartilajinöz kısım istirahatte kapalıdır ve ancak yutma, esneme veya güçlü üfleme gibi hareketlerle açılır. Yenidoğanlarda östaki tüpü erişkinlerin yarısı kadar olup yaklaşık olarak 18 mm'dir.

Kemik bölüm, nispeten daha uzun ve çapı daha geniştir. Erişkinlere göre daha yatay ve daha az açılıdır. Nazofarengeal orifis bölgesinde, östaki tüpü solunum epiteli ile döşeli olup; siliyalı silindirik hücreler, goblet hücreleri ve müköz glandlar bulunur. İstmustan itibaren orta kulak mukozasına dönüşür (30).

Östaki tüpü fonksiyonları;

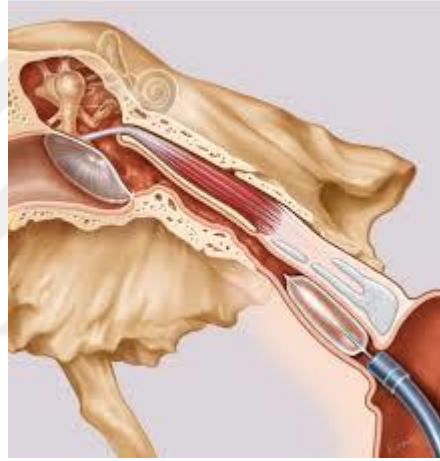
- Orta kulak basınç eşitleme ve havalandırma,
- Orta kulağı nazofaringeal sekresyonlardan korumak ve
- Orta kulak sekresyonlarının nazofarenkse doğru drenajıdır.

Östaki tüpü fonksiyon testlerini klinik yararı halen kısıtlıdır. Testlerin hiçbir hastalarda gerçek tubal fonksiyonu veya otitis media gelişme riskini saptayamamaktadır. Bu testler;

- **Pnömatik Otoskopi (Siegalizasyon):** Pnömatik otoskopi yardımı ile kulak zarının hareketliliği değerlendirilir. Bu yöntem, otoskopa bir lastik puar takılması ile uygulanır. Kulak zarının dışa ve içe hareketliliği incelemek için dış kulak yolundaki (DKY) basınç hafifçe azaltıp artırılır. Orta kulakta sıvı varlığında ve orta kulak enfeksiyonlarında zar hareketlerinde kaybolma veya azalma görülür (31).
- **Nazofarengoskopi:** Nazofarenks kanserinden şüphelenilen olgularda genel anestezi altında biyopsi alınmasının anestezi riskleri taşıdığı, zaman kaybına yol açtığı ve hastalara rahatsızlık verdiği; endoskopik aletler ile topikal anestezi altında nazofarenksin (NF) incelenmesi ve güvenli bir şekilde biyopsi alınması konusunda yapılan çalışmaların az olduğu bildirilmiştir (32). Fiberoptik rijid ve fleksibl endoskopların geliştirilmesi sonucunda hemen hemen tüm olgularda nazofarenksin açık bir şekilde görülmesi sağlanarak, topikal anestezi altında NF'deki kitleden veya boyunda lenfadenopati ve seröz otit gibi nazofarenks kanser (NFK) şüphesi bulunan olgularda tarama amacıyla NF'den biyopsi alınabilmektedir (32, 33).
- **Timpanometri:** Orta kulağın iç basıncını ölçmeye yarayan tanı testidir. Hastada uygulaması çok kolay ve acısızdır. Bebekler dâhil her hastada uygulama yapılabilir. Basınç ölçümünün yapılabilmesi için kulak zarının delik olmaması gerekir. Dış kulak yoluna sokulan bir prob ile orta kulaktaki basıncı ölçülür. Sonuçlar timpanogram denilen bir grafik üzerinde

yazılı olarak çıktı alınarak, orta kulak basınç değeri elde edilir. Timpanogramda normal orta kulak basıncında bir tepe noktası vardır ve bu tepe noktası üzerinden değerlendirme yapılmaktadır (34).

- **Kateterizasyon:** Yakın geçmişte uygulanmaya başlanan “Balon ile Östaki Borusu genişletilmesi” tekniği kronik östaki kanalı tıkanıklığı olan hastalarda oldukça başarılı sonuçlar vermektedir (Bkz. Resim 4). Bu teknikte Östaki kanalına geniz tarafındaki ağızdan burun yolu ile yapılan endoskopi eşliğinde özel bir kateter ile girildikten sonra kateter üzerindeki balon kanalın kıkırdak yapıdaki bölümü içinde şişirilmekte ve kanalın genişlemesi sonucunda fonksiyonlarında uzun süreli düzelme sağlanabilmektedir (35).



Resim 4. Östaki Tüpüne Balon Kateter Uygulaması

- **Valsalva Manevrası:** Valsava Manevrası, dış basınç arttığında, kafamızda bulunan içi boşluklu yapılarda basınç travmasına bağlı etkilerin engellenmesi amacıyla, 17. yüzyılda Bolonya'lı anatomist hekim Antonio Maria Valsalva tarafından tanımlanmıştır. Ağızdan nefes alındıktan sonra, burun ucu kapatılarak buruna hava ittirilir, bu şekilde östaki tüpü yoluyla her iki orta kulağa hava ittirilerek, kulak zarlarının dışarıya doğru ittirilmesi sağlanır (36).
- **Frenzel Manevrası:** Herman Frenzel tarafından bulunmuş ve kendi adıyla anılmaya başlanmıştır. Valsalva manevrasından daha sağlıklı bir yöntemdir. Valsalvada harcanan efor yüzünden daralan toplardamarların daralmasıyla ortaya çıkan kan basıncı düşmesi gibi bir riski içermez. Nispeten zor bir

tekniktir. Ağız tabanında bulunan adelelerin ağız ve burun kapalı durumdayken kasılması yoluyla genizdeki havanın östaki borusu yardımıyla orta kulağa yollanmasıyla uygulanır. Bu manevra, orta kulak basıncındaki eksiği tamamlamak amacıyla kullanılır (37).

- **Toynbee Manevrası:** Pnömotik otoskopla dış kulak yoluna hava pompalanması veya zar gözlenirken Valsalva veya Toynbee manevrası ile zarda hareket görülmesi orta kulak havalanmasının iyi olduğunu gösterir. Valsalva manevrası östaki açıklığını gösteren ve ekipman gerektirmeyen bir metottur. Hasta derin bir nefes aldıktan sonra burnunu iki parmağı ile sıkıştırarak kapatır. Ağızını da kapatan hasta ekspiryum ile havayı kulaklarına doğru itmeye çalışır. Otoskopide östaki açıksa timpan zarın dışa doğru hareketi gözlenir. Toynbee manevrasında ise hasta yine burnunu ve ağızını kapatır. Bu durumda iken sadece yutkunur. Otoskopide zarın içe doğru hareketi tubal açıklığı gösterir. Politzer testi ve tubal kateterizasyon tubal açıklığı test eden ancak daha pratik ve non-invazif yöntemlere yerlerini bırakmış klasik testlerdir (38).

2.1.5. Östaki disfonksiyonu

Bluestone'a göre tuba Eustachii 3 sebeple tıkanabilir:

- (1) Fonksiyonel (tüp aktif olarak açılmaz)
- (2) Mekanik
 - a. Ekstralumanal (hipertrofik adenoid, nazo- faringeal neoplazm)
 - b. İntroluminal (orta kulak patolojisi, ödemli mukoza, polip)
- (3) Mikst

Fonksiyonel obstrüksiyon M. tensor veli palatini fonksiyonlarının yetersiz oluşuna (yarık damak deformitesine bağlı) olabilir. Mekanik obstrüksiyon intrinsek (kronik inflamasyon veya polipoid dokulara, alerjiye bağlı enflamatuvar ödem) veya ekstrinsek (adenoid hipertrofi, nazofarenks tümörü) sebeplerle gelişebilir.

Eustachii tüpünün uzun süreli disfonksiyonu kronik otit, efüzyonlu otit veya timpanik membran atelektazisinde etyolojik faktör olarak görünmektedir (39).

2.2. Farengeal Tonsil

2.2.1. Farengeal Tonsillerin (Adenoid) Anatomisi

Nazofarenks kafa tabanında yer alır ve burun boşluğunu orofarenkse bağlar. Yapı, en büyük genişliğine ortalama 4-10 yaşlarında ulaşmaktadır. Mukoz glandlarla birlikte ortaya çıkan adenoidler fetal hayatına üçüncü ayda ulaşır, gelişimini yedinci ayda tamamlar. Doğum esnasında da bulunur. Postnatal 6-7 yaşlarına kadar büyüme evresini bitirerek en büyük hacmine gelir. Atrofiye oluşu puberteden sonra gerçekleşir. Büyümesini arttıran etkenler antijenikler ve iritanlardır. Bakteri kolonizasyonunun oluşmaya başlaması, bu dokularda postnatal ilk haftalardayken gerçekleşir. Nazofarenkste bulunan mikroorganizmalara karşı adenoidler sürekli olarak immun cevap hazırlamaktadırlar. Lokal antikor üretilirken grandüler lenfositlerin rolü büyüktür (9).

2.2.2. Farengeal Tonsillerin Histolojik Yapısı

Yüzeyde döşeli olan maddeler solunum yollarındaki goblet hücreli, silyalı, yalancı çok katlı, prizmatik epitellerdir. Bazı durumlarda çok katlı yassı epitel adacıkları görülebilir. Palatin tonsillerle kıyaslanırsa yarım kapsül farengeal tonsil görece daha incedir. Kapsül altı bağ dokularında bulunan serömüköz karışık bezler, 10 adet genişlemiş kanalla birlikte oluklar içine ya da serbest yüzeye açılırlar. Bu tonsilde katlantıları, yüzey epiteli kriptolar yerine, pli (pleat) denen uzunluk yapar. Epitel lenfosit infiltrasyonu yoğun bir şekilde gösterir. 2 mm kalınlıkta ve genellikle lenf folikülleri içeren yaygın lenfoid doku tabakası, katlantıların yapısına katılarak epitelin altında yer alır. Yunanca aden (bez) adını taşımasının sebebi tonsilin lenf foliküllerinin büyüyüp ona bez benzeri bir görünüm kazandırmasından dolayıdır (9, 40).

2.2.3. Farengeal Tonsil Hastalıkları

2.2.3.1. Adenoidit

Adenoid, normal olarak çocuklarda hipertroftiktir ve antijenik uyarılara bir cevap şeklinde ortaya çıktığı düşünülmektedir (41). Enfeksiyonlara verdiği yanıtlar hem sayı olarak hem de boyut olarak germinal merkezin artmasıdır. Adenoidlerin önem kazanması için burun solunumunda bir problem oluşursa veya östaki obstrüksiyonu sonucu efüzyonlu veya akut otitis mediaya yok açıyor olması gerekmektedir. Nazal obstrüksiyon, akut adenoidite pürülan rinore, otitis media ve ateş

görülebılır. Akut enfeksiyonun varlığını düşündüren durumlarda akut enfeksiyonlarda oluşan yüksek sesli horlamanın epizoddan sonra horlama kaybolması veya azalması önemli bir bulgudur. Altı aylık periyotta beş veya altı farklı akut adenoid atağı olma halinde durum rekürren akut adenoidit olarak isimlendirilir. Kronik adenoid, postnazal akıntı, öksürük, nefes kalitesinde düşüklük, uvula arkasında ve üzerinde kurutlar ve kronik konjesyon görülen adenoid enfeksiyonu durumudur (41). Kronik sinüzit ile semptomları benzer olduğundan ayırıcı tanı oldukça güçtür.

2.2.3.2. Adenoid Hipertrofisi

Obstrüktif adenoid hiperplazisi, horlama, hem gündüz hem de gece zorunlu ağız solunumu ve hiponazal konuşmanın oluşturduğu semptom triadı, büyümüş adenoidler tarafından oluşturulan nazofarengeal obstrüksiyon ile uyumludur. Adenoid hipertrofisinde, nazal obstrüksiyon sonucu solunum güçlüğü, gece horlamaları ve burun kanatlarının solunuma katılmasında belirginlik görülmektedir (42). Adenoid hipertrofisi, östaki tüpünde tıkanıklığa neden olarak tekrarlayan akut otitis media veya effüzyonlu otitis media'ya neden olabilmektedir. Adenoidit ile birlikte nazal, postnazal akıntı, öksürük, uvula arkasında ve üzerinde kurutlar görülebilir. Bilindiği üzere adenoiditler genellikle tonsillit ile birlikte seyretmektedirler. Çocukta ağızdan nefes alma, nazal konuşma görülmektedir. Çocuklarda ilerleyen zaman içerisinde maksilla gelişimi üzerine olan olumsuz etki sonucu karakteristik yüz görünümü oluşup, bu oluşan duruma da "adenoid yüzü" denilmektedir (42). Adenoid hipertrofisi nazofarinkste obstrüksiyon yapmasa bile iki yolla; östaki lenfatik drenajını bozarak ve patojen kolonizasyonunu arttırarak östaki disfonksiyonuna sebep olabilmektedir. Adenoid doku hastalıklarının cerrahi endikasyonları aşağıdaki gibi sıralanabilir (43).

2.2.4. Adenoidektomi Endikasyonları

Adenoidektomi endikasyonları enfeksiyon, obstrüksiyon ve diğer olmak üzere aşağıda liste halinde verilmiştir (9, 44):

Enfeksiyon:

- a- Pürülan adenoidit
- b- Effüzyonlu kronik otitis media
- c- Kronik rekürren otitis media

- d- Otore veya kronik tip otore
- e- Rekürren, kronik alt solunum yolu enfeksiyonları
- f- Solunum yolu alerjileri, astım

Obstrüksiyon:

- a- Adenoid hipertrofisine bağlı horlama ve kronik ağız solunumu
- b- Tıkayıcı uyku apnesi sendromu veya uyku huzursuzluğu
- c- Adenoid hipertrofi ile ilişkili
 - i- Kor pulmonale
 - ii- Büyüme geriliği
 - iii- Yutma güçlüğü
 - iv- Konuşma anomalileri
- d- Anormal dentofasyal/orofasyal gelişime neden olan (ortodontist tarafından saptanmış)

Diğer:

- a- Neoplazi şüphesi
- b- Kronik sinüzit ile ilişkili adenoid hipertrofi

2.2.5. Adenoidektomi Kontrendikasyonları

Adenoidektomi kontrendikasyonları aşağıda liste halinde verilmiştir (44, 45):

- a- Yarı damak
- b- Akut adenoidit
- c- Kardiyovasküler, pulmoner rahatsızlıklar
- d- Regüle edilemeyen diabetes mellitus
- e- Kanama diatezleri

Yarı damaklı hastalarda velofarengeal yetmezlik ihtimali olması nedeniyle adenoidektomi yapılmamalıdır.

2.3. Akustik İmmittans ve Timpanometri

Akustik immitans tanımlamasının açıklayıcı bir şekilde yapılabilmesi için öncelikle akustik impedans ve akustik admitans kavramlarının tanımlanması yapılması doğru olacaktır. Bir ortamda yayılan akustik dalgalar, içinde yayıldıkları ortamın özelliklerine göre hareket ederler. Dalga yayılımını belirleyen ortamın

fiziksel özellikleri akustik empedans olarak belirtilir. Akustik admitans ise kısaca kulağın sesi iç kulağa iletme yeteneği olarak ifade edilebilir. Akustik immitansmetri bu iki yaklaşımı bünyesinde barındırabilen bir genel tanımdır (46).

Akustik immitansmetrinin gözle görülebilir en belirgin avantajı mental retarde olan hastalarda ve işbirliği yapamayacak kadar küçük çocuklarda uygulanabilmesidir. Bu sayede bilinçli bir tepkiye ihtiyaç duymadan ve invaziv olmayan bir şekilde orta kulağın bütünlüğünün test edilmesidir. Akustik immitansmetri, koklear ve retrokoklear gibi patolojilerin ayırıcı tanısında, orta kulak patolojilerinde ve özellikle efüzyonlu otitis media'nın taranabilmesine olanak tanıdığından bu gibi durumlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bir diğer önemli fonksiyonu ise östaki fonksiyonlarını kontrol etmekte kullanılabilmektedir (47).

1914 yılında Metz'in katkılarıyla akustik impedans (zahiri direnç) kavramı odyoloji literatürüne girmiştir. Kulağa giren ses enerjisinin ne ölçüde zarda absorbe (komplians) edildiği ve ne ölçüde yansıdığı (impedans) sorularının yanıtını impedans odyometrisi ile yapmak mümkündür (48).

2.3.1. Timpanometri

Dinamik bir hava basıncı yüklemesi ile timpanik membrandaki impedans değişikliklerinin ölçülmesi timpanometri olarak adlandırılmaktadır (49). Üç delikli bir sonda ucu ile kulak kanalının ağzı hava geçirmez bir şekilde kapatılır. Her deliğin ayrı bir fonksiyonu vardır. Birinci delikte küçük bir hoparlör bulunur ve kulak kanalına saf ses ve genellikle düşük frekanslı (226 Hz) "probe tone" denen özgül bir ses verir. İkincisinde bir mikrofon bulunur ve timpan zarından yansıyan ses şiddetini kaydeder. Üçüncü delikte kulak kanalındaki hava basıncını değiştirmek için bir pompa ve basıncı ölçmek için bir manometre bulunur. Bu aletin bilinen adı "electro acoustic impedance bridge"dir (50). Bir timpanogramın oluşumu şekil (bilmem kaç) da gösterilmiştir. Ölçüm yapılırken kulak kanalındaki hava basıncı yavaşça + 200 mm H₂O'ya yükseltir. Bu durumda timpanik membrangergindir ve kompliansı minimaldir. Buna karşılık olarak timpanogram eğrisi ordinat eksenin alt tarafında lokalizedir. Sonra bu basınç atmosferik basınca doğru azaltılır. Basınç azaldıkça timpanogram eğrisi yükselmeye başlar. Timpanik membranın her iki yüzeyine etki eden basınçlar eşit olduğu zaman timpanogram eğrisi pik noktasına ulaşılır. Basınç azaltılmasına negatif yönde devam

edilir. Bu kez timpanogram eğrisi aşağıya doğru yönelir. Böylece, basınç değişmelerine eşlik eden impedans değişiklikleri kaydedilir ve bir X-Y planında gösterilir. Bu eğrinin kendisi timpanogram olarak adlandırılır (50, 51).

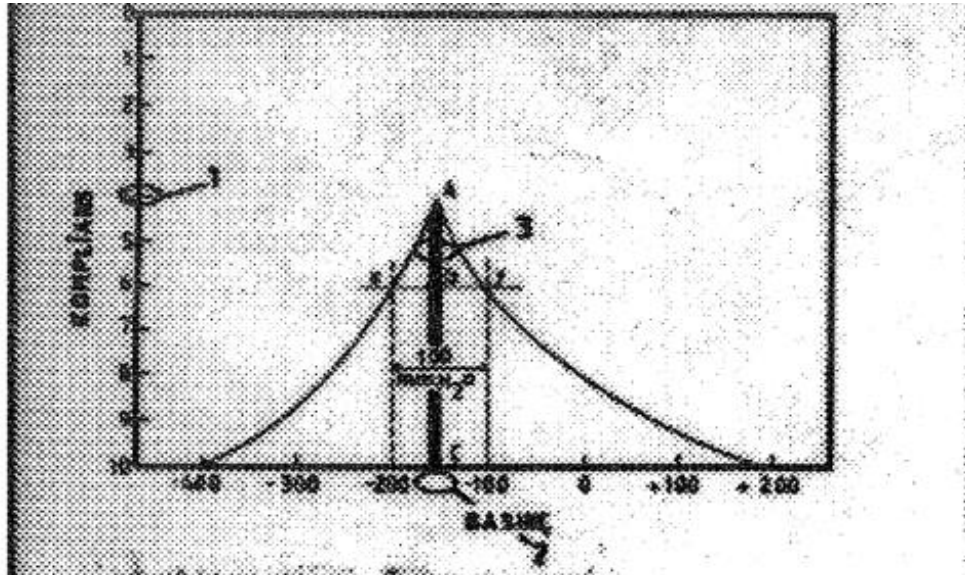
Timpanometri, timpanik membrandan yansıyan sesi veya orta kulağa akustik enerji akışını ölçmek suretiyle timpanik ossiküler kompleksin mekanik özelliklerini değerlendirir. Sekretuar otitis media da olduğu gibi orta kulak kavitesi sınıyla dolu olduğu zaman iletim sistemi katıdır ve daha fazla ses enerjisi yansıtılır veya ossiküler zincir kopuk olduğu zaman daha fazla ss absorbe edilir ve daha az akustik enerji yansıtılır (52).

Timpanometri spesifik olarak bir orta kulak hastalığını göstermez. Farklı patalojiler (timpono skleroz, otoskleroz, sekretuar otitis media gibi) aynı timpanogram örneğini gösterebilir. Timpanometri işitme derecesini ölçmez. Bu test iç kulağın veya işitme ile ilgili sinirsel yolun daha santral kısımlarının fonksiyonunu ölçen bir test değildir (52).

İmpedans odyometri, eksternal kulak kanalının aşırı esnek olması sebebiyle yeni doğanlarda görülmez olmaya meyillidir. Neonatalların timpanogramı, timpanik membran ve kemikçiklerden ziyade kulak kanalının mekanik özelliklerini yansıtır (53).

2.3.1.1. Timpanogramların Yorumu

Üç temel özelliği ile timpanogramlar değerlendirilebilirler (Şekil 1) (54).



Şekil 1. Timpanogramların üç majör karakteristiği

1. Maksimal komplians (AC mesafesi), 2. Pik lokalizasyonu/orta kulak basıncı, 3. Gradient veya timpanometrik genişlik.

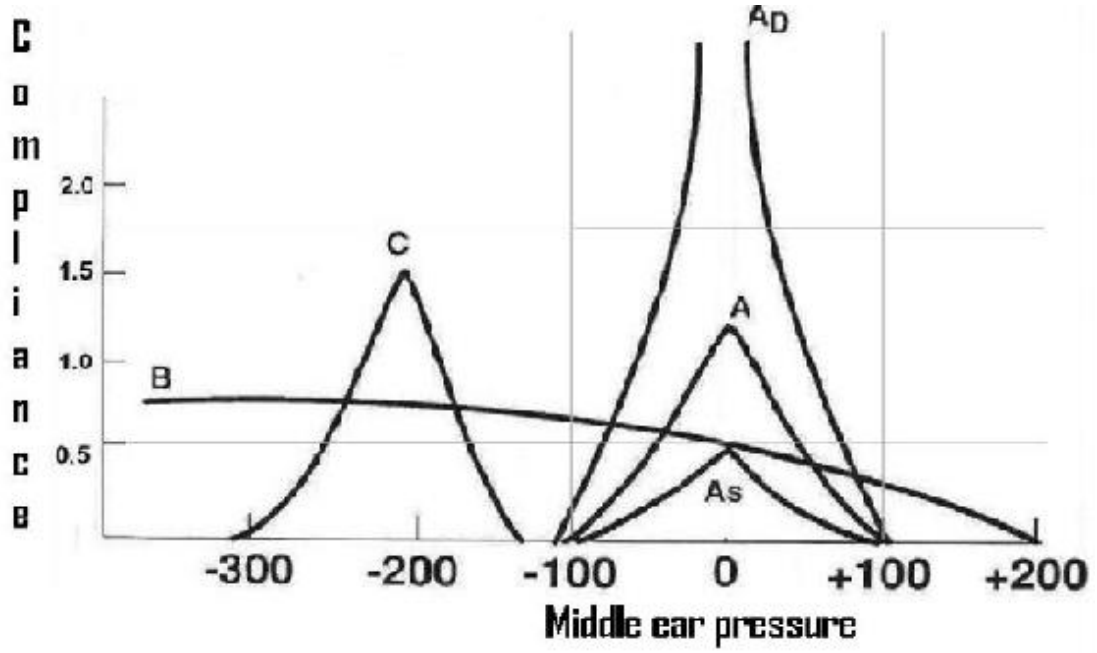
Timpanogramdaki Pik Yüksekliği: Timpanik membran kompliansının derecesini ve membranın enazından bir kısmının rölatif mobilitesini gösterir. Pik normal olarak timpanogramdaki vertikal skalanın yarısı ile tamamı arasında bir yerdedir. Skalanın yarısından düşük bir pik yüksekliği genellikle komplians veya mobilitiyi azaltan (adheziv otit gibi) orta kulak patolojilerinde görülür. Bütün vertikal skalayı aşan bir pik genellikle komplians veya mobilitiyi artıran durumlarda (osküler kopma) görülür.

Pik Pozisyonu: Timpanogram pikinin horizontal eksenindeki lokalizasyonu orta kulak kavitesindeki hava basıncınınindirek bir ölçümünü verir. Araştırmacıların çoğu timpanometrik olarak ölçülen basıncın timpanik membran mobilitesi ve orta kulak kavitesinin hacminden etkilendiğini gözlemlemişlerdir. Timpanometrik olarak ölçülen basınç tam olarak orta kulak basıncını normal sınırları tartışmalara konu olmuştur ve çeşitli değerler rapor edilmiştir. Küçük çocuklarda normal sınırların 150 ila +50 H₂O olduğu belirtilmektedir.

Pikin Şekli veya Gradienti: Timpanik cevap durumunu yansıtır. Düzleşmiş veya yuvarlaklaşmış bir pik, basınç değişimlerine, keskin iyice belirli bir pike göre, daha tembel bir cevabı gösterir. Effüzyonlu otitis media mevcudiyeti ile ilişkili bulunmuş olduğu için gradient timpanogramlarda özel bir öneme sahiptir (55, 56).

2.3.1.2. Timpanogramların Sınıflandırılması

Timpanogramların yorumunu kolaylaştırmak için onları spesifik kategori veya tiplere ayıran çeşitli sınıflandırmalar önerilmiştir. Timpanometrik örneklerin tiplenmesi ilk kez Lieden ve Jerger (bkz. Şekil 2) tarafından popülerize edilmiştir (56-57). Daha sonra birçok araştırmacı timpanik membran ve orta kulak patolojileri ile timpanogram tiplerini ilişkilendirmiştir. Bluestone ve arkadaşları (58), bu örnekleri miringotomide efüzyonun varlığı veya yokluğu ile ilişkilendirmeye çalışmışlar, fakat yüksek oranda yalancı pozitif sonuçlar (timpanometrik örnek efüzyon varlığını gösterdiği halde miringotomi bulgularına dayanarak timpanogramları 15 varyanta ayıran daha detaylı bir sınıflandırma geliştirmişlerdir (59).



Şekil 2. Jerger Klasifikasyonu

Tip A (Normal timpanogram): Çevresel atmosferik basınç veya yakınlarda oluşan keskin iyice belirli maksimum kompians piki ile karakterizedir. Normal orta kulak basıncı olduğunu ve normal orta kulak kompiansını ifade eder.

Tip B: Timpanogram pikinin basık veya hiç olmaması ile karakterizedir. Kulak kanalındaki hava basıncı değişikliklerine karşılık kulak zarı ve orta kulak sisteminin daha tembel bir cevabını gösterir.

Tip C: Burada tip A'daki gibi iyice belirgin bir pik vardır. Fakat maksimum kompians piki çevresel basınç yerine önemli derecede negatif aslanında oluşur.

A tipi timpanogramlar normal orta kulak fonksiyonu olanlarda görülür ve A tipinin normalden ziyade anormal orta kulak fonksiyonunu gösteren iki varyasyonu vardır. Birinci varyasyon As, ikinci varyasyon ise Ad tipi timpanogramlar kompians pikinde anormal düşüklükle karakterizedir. Ossiküler fıkasasyon veya katılaşma sıklıkla As tipinde timpanogram verirken Ad tipi timpanogramlar çok yüksek bir kompians piki ile karakterize olmuşlardır. Bu timpanogram ossiküler zincir dağılması veya aşırı flaksid timpanik membran durumlarında görülür.

B tipi timpanogram ossiküler zincir mobilitesi kısıtlanmış olan kulaklarda bulunur (Örneğin orta kulakta sıvı bulunması, kalınlaşmış veya perfore kulak zarı, adheziv otit).

C tipi timpanogramlar Eustachi tüpü bloke olmuş ve bunun sonucunda orta kulakta negatif basıncın bulunduğu durumlarda görülür. Otitis medianın erken fazında sıklıkla C tipi timpanogramlar görülür (57, 60).

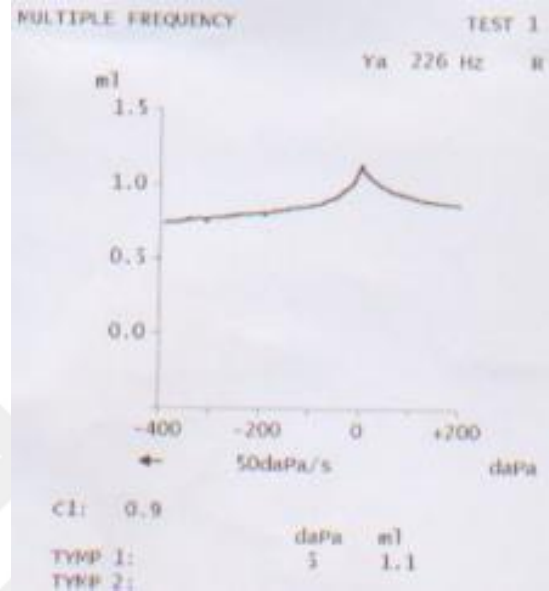
2.4. Multifrekans Timpanometri (MFT)

Multifrekans timpanometri (MFT), 226 Hz-2000 Hz arasında değişik prob tonlar ile elde edilen timpanogramların analizini sağlar (şekil 3). MFT, akustik immitansmetri ölçümünün geniş frekans alanında ölçümü sağlayan metodun geliştirilmesidir. Bugüne kadar bu alanda pek çok araştırma yapılmış, ancak son on yılda yazılım sistemlerinin gelişmesiyle timpanogramda çoklu-komponentler eklenerek hızlı, hassas ölçümler ve otomatikleşme sağlanabilmiş ve klinikte kullanılabilir hale gelerek yaygınlaşmaya başlamıştır (61).

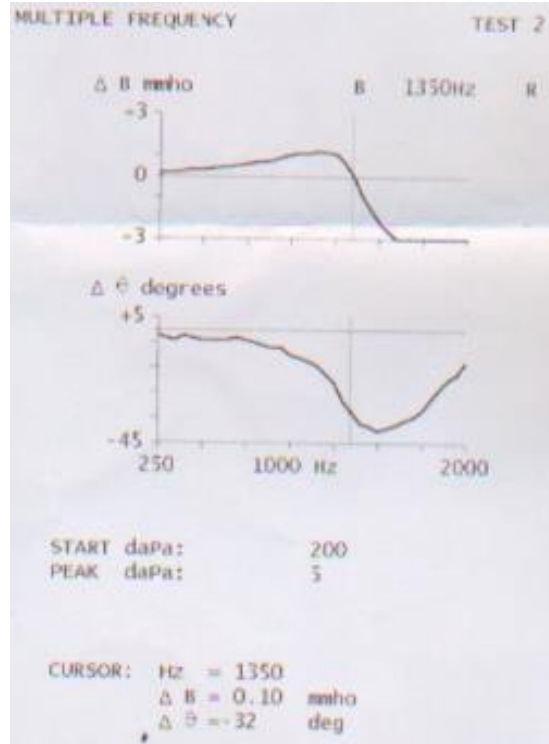


şekil 3. GSI (Grason-Stadler Inc.) Tympstar Middle Ear Analyzer Versiyon 2

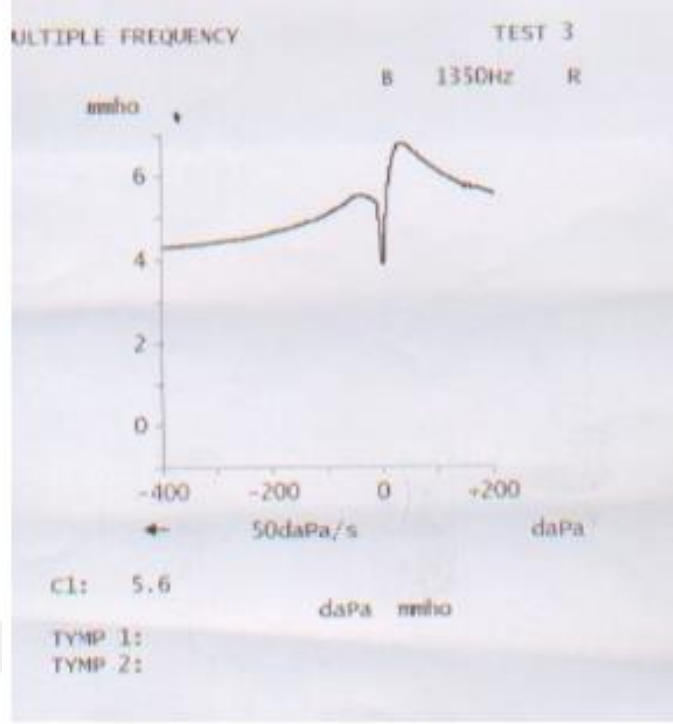
MFT, orta kulağın rezonans frekansını (RF) bulmayı sağlar. Bu frekansta, sistemin katılık ve kütle elemanları dengededir. Geçmişteki araştırmalar göstermektedir ki, MFT orta kulak sistemindeki katılık ve kütlenin mekanoakustiksel çok küçük değişimlerini tanımlar ve ölçümler (Şekil 4-6) (62).



Şekil 4. MFT'nin adımları: 226 Hz



Şekil 5. MFT'nin adımları: Rezonans frekansının belirlenmesi



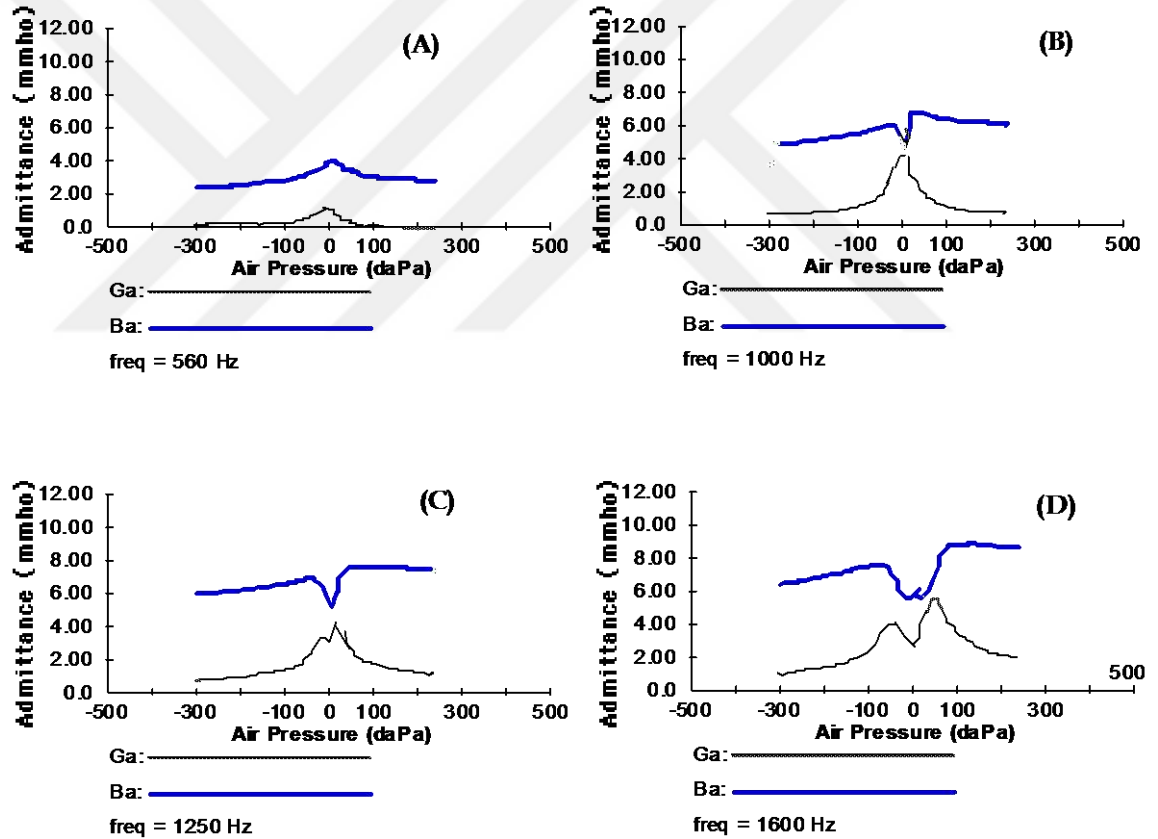
Şekil 6. MFT'nin adımları: Rezonans frekansında elde edilen timpanogram eğrisi

Doğru tanı için MFT programı dört yararlı parametre sunar. Bunlar:

- 1) Timpanometrik konfigürasyon
- 2) Rezonans Frekansı (RF)
- 3) Admitans faz açısının 45 derecedeki yorumu
- 4) Çoklu frekanslardaki statik admitans

Vanhuyse ve ark. (1975) yetişkinlerdeki timpanometrik paternleri değişik probe tone frekanslarında incelemiş ve ortaya normal kulak ve farklı patolojilerdeki kulakların Ba ve Ga timpanogramlarını 678 Hz için tahmin edebilecek bir model tasarlamışlardır (61). Sonraları bu model daha yüksek probe tonlardaki frekanslardaki Ba ve Ga için pik veya uç noktaları da kapsayacak şekilde genişletilmiştir. Vanhuyse modeli, timpanogramların Ba ve Ga noktalarındaki pik ve uç noktaları kategorize edebilmekte ve 678 Hz için timpanometrik paternleri tahmin edebilmektedir. Örneğin 1B1G paterni Ba ve Ga'da yalnızca bir tane pik noktasına sahiptir. 3B3G ise Ba ve Ga timpanogramlarında iki pik noktasına (maksimum ve minimum) sahiptir. Farklı Vanhuyse paternlerindeki geçiş orta kulak patolojisinin türüne göre yüksek veya alçak frekanslardaki probe tonlara taşınabilmektedir (61).

Rezonans frekansı toplam süseptansın sıfır olduğu ve sistemin doğal frekansında titreştiği frekanstır. Orta kulak sisteminin rezonat frekansı farklı patolojilerde normal kulaklara kıyasla daha alakveya yüksek frekanslarda bulunabilir. Rezonat frekansı direk olarak “stiffness” ve dolaylı olarak “mass” ile ilişkilidir. Rezonans frekansı farklı probe tone frekanslarındaki süseptansların örüntüsünden veya delta B (ΔB) olarak bilinen pik noktaların kuyruk noktalarından çıkarılmasıyla B (B peak – B tail) da elde edilebilir. Süseptanstaki çentik değeri pozitif kuyruğa eşit olduğu zaman (Pozitif kompensasyon) veya negatif kuyruğa eşit olduğu zaman (negatif kompensasyon) toplam süseptans değeri sıfırdır ve sistem rezonat değerindedir (Şekil 7). Delta B sıfır hattına yaklaştığı zaman (0 mmho) bu sistem rezonatta olduğu anlamına gelir (63).



Şekil 7. Vanhuyse ve ark. (1975) modeline göre Süseptans (B_a) ve kondüktans (G_a) timpanogramların dört paterni: A) 1B1G, B) 3B1G, C) 3B3G, D) 5B3G.

3. BİREYLER ve YÖNTEM

Bu araştırma, Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu tarafından onaylanmış (Proje no: KA16/196) ve Başkent Üniversitesi Araştırma Fonunca desteklenmiştir. Çalışma, Başkent Üniversitesi Kulak-Burun-Boğaz Anabilim Dalı ve Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Ünitesinde işitme kaybı şikâyeti olmayan ve otoskopik muayenesi normal olan gönüllü katılımcılar ile gerçekleştirilmiştir.

3.1. Bireyler

Araştırmanın evreni yaşları 4-12 arasında değişen 28 bireyden (56 kulak) oluşturmaktadır. Söz konusu evrenden örneklem olarak Başkent Üniversitesi ve Tıp Fakültesi KBB Anabilim Dalına başvuran katılımcılardan muayenesinde adenoid hipertofisi bulunan ve kontrol grubu için de eşit sayıda adenoid hipertrofisi bulunmayan çocuğun timpanometri ve multi-frekans timpanometri sonuçları incelenmiştir. Gerçekleştirilen biyoistatistiksel güç analizinde çalışmanın gücünün 0.95 ve üstünde olabilmesi için örneklem sayısının en az 14 deney grubu ve kontrol grubu için en az 14 olması gerekliliği ortaya konmuştur.

Katılımcılara öncelikle bir KBB uzmanı tarafından tam kulak burun boğaz muayenesi ve fleksible endoskopik nazofaringoskopik muayenesi yapılmıştır.

Çalışmadaki 28 kişinin çalışmaya dâhil edilmesinde aşağıdaki kriterler dikkate alınmıştır;

1. Yapılan otoskopik muayenede herhangi bir dış kulak yolu ve/veya timpanik membran patolojisinin bulunmamış olması,
2. Elektroakustik immitansmetri değerlendirmesinde, orta kulak basıncının ± 50 daPa sınırlarında olması ve Tip A timpanogram elde edilmesi,.
3. Endoskopik muayenede obstruktif (en az %80) adenoid hipertrofi saptanması aranan şartlar olmuştur.

Örnekleme alınmama için aşağıdaki kriterler belirlenmiştir:

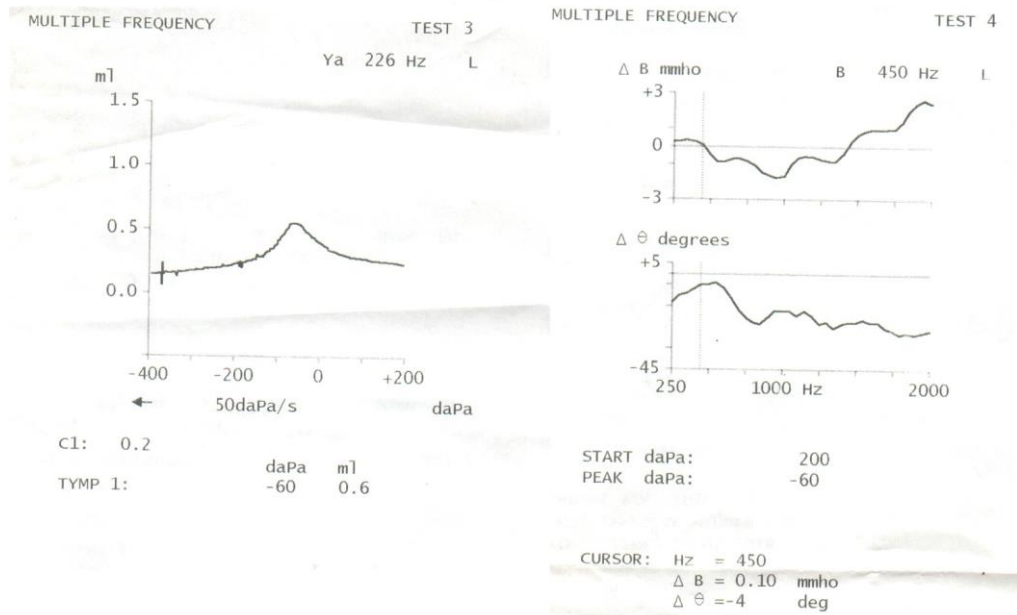
1. Anatomik olarak dış kulak ve orta kulak ile ilgili problemi olan olgular
2. Muayenede kulak zarı matlığı, sklerozu veya retraksiyon gibi östaki disfonksiyonunu düşündüren amormalliklerin olması,
3. Kulak ameliyatı öyküsü,

4. Akut üst solunum yolu enfeksiyonu bulgusu olanlar,
5. Çalışmadaki testlerin uygulandığı durumlar,
6. Timpanogramı tip A olmayan olgular,
7. Bilinen sistemik, otoimmün vs. hastalık öyküsü.

Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayandığı için ilk olarak katılımcılardan ve velilerinden, “Gönüllü Denek Bilgilendirme ve Onam Formu” nu doldurmaları ve imzalamaları istenmiştir.

3.2. Yöntem: MFT Uygulaması

Araştırmaya katılan tüm bireylerin immitansmetrik ölçümleri Grason Stadler (GSI) Tymptstar Versiyon 2 elektroakustik immitansmetre kullanılarak yapılmıştır. Başkent Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Kliniğine 12/11/2010 tarihinde kurulmuş olup kalibrasyonları periyodik olarak yapılmaktadır. MFT ölçümü GSI marka cihazlarda iki aşamada yapılmaktadır. İlk olarak, standart timpanometri parametreleri araştırılıp timpanogramlara yansıtılınca ikinci aşamada; basınç sabit düzeyde tutularak katılımcıların her iki kulağına da 250-2000 Hz frekans aralığında ardışık olarak 50 Hz aralıklarla uyaran verilerek orta kulak rezonans frekansları belirlenmiştir. Şekil 8’de örnek bir multifrekans timpanometri raporunun çıktısı bulunmaktadır.



Şekil 8. Örnek Multifrekans timpanometri çıktısı

3.3. Veri Toplama Araçları

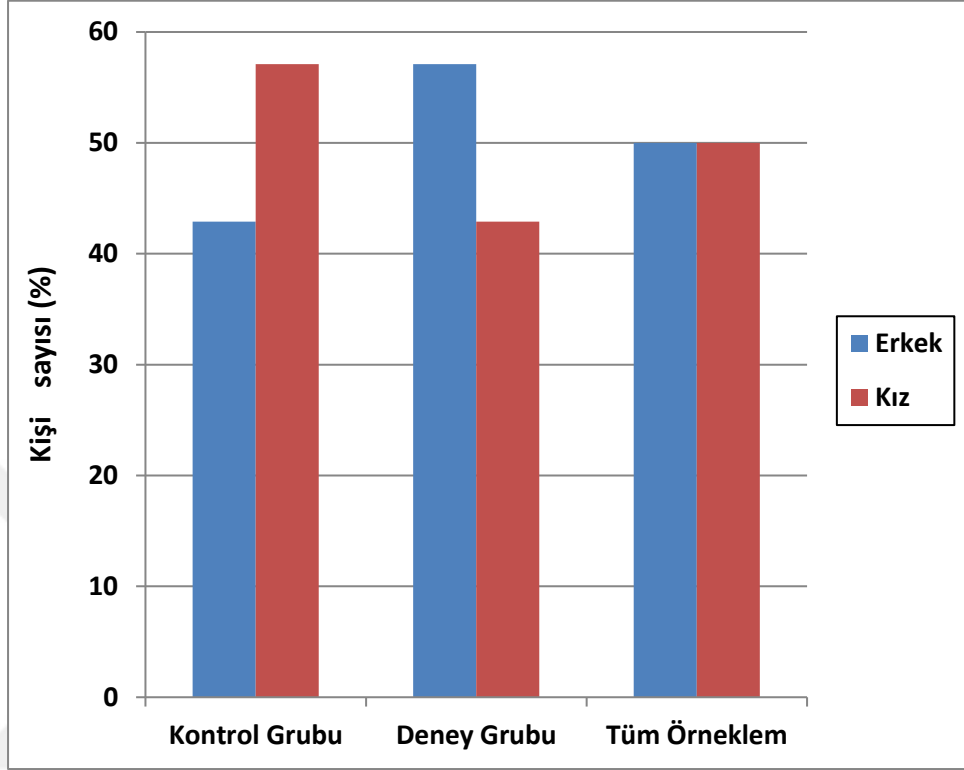
Araştırmada veri toplamak için Çocuk ve Yetişkin onam formları kullanılmıştır. Veri toplama araçları adenoidektomiden önce alınan timpanometri ve multi-frekans timpanometri sonuçlarından oluşmaktadır. Bunlara ek olarak hastalardan sistemik hastalıklar ve ek patolojiler hakkında bilgi alınmıştır.

3.4. Verilerin Değerlendirilmesi ve İstatistiksel Yöntem

Verilerin tanımlayıcı istatistikleri sayı (%) ve ortalama (SD) olarak gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlarla SPSS 15.0 istatistik programı kullanılarak istatistiksel analizler gerçekleştirilmiştir. Bu verilerin temel istatistiksel incelemeleri yapılmış ve ortalama değerler ile standart sapmaları hesaplanmıştır. Örneklemi oluşturan kontrol ve deney grubundaki bireylerin sağ ve sol kulak RF değerleri arasındaki istatistiksel ilişkiler ile yaş ve cinsiyet değişkenlerine göre farklılıklarını bulmak için Ki-Kare testi, Wilcoxon-Signed Ranks Testi ve Z testi kullanılmıştır. Anlamlılık düzeyi $p<0.05$ olarak kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Tablo 1. Örneklemin Cinsiyete Göre Dağılımı



Tablo 1’de kontrol grubu, deney grubu ve tüm örneklemin cinsiyete göre dağılımı verilmiştir. Örneklem 14 Erkek ve 14 Kız olmak üzere 28 kişiden oluşmaktadır. Buna göre, cinsiyet açısından kontrol grubu ile deney grubu arasında belirgin bir farklılık bulunmamaktadır.

Çalışmaya dahil edilen bireylerden oluşan örneklemin ($n = 28$) sağ ve sol kulak timpanometri sonuçlarına ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Örneklem için sağ ve sol kulak timpanometrik değerlendirme sonuçlarına ait tanımlayıcı istatistikler

Değişken	Sağ Kulak Basınç (dePa)	Sağ Kulak Kompliyans (ml)	Sol Kulak Basınç (dePa)	Sol Kulak Kompliyans (ml)
Kontrol grubu				
N	14	14	14	14
Ortalama	7,50	0,51	10,36	0,52
Ortanca	10	0,45	20	0,45
Standart sapma	28,81	0,28	9,09	0,33
Minimum	-75	0,3	-10	0,2
Maksimum	50	1,4	25	1,5
Deney grubu				
N	14	14	14	14
Ortalama	-40	0,54	-53,57	0,52
Ortanca	-5	0,5	2,5	0,55
Standart sapma	68,163	0,23	96,56	0,19
Minimum	-215	0,2	-295	0,2
Maksimum	20	1,1	35	0,8

Tablo 3’de ise kontrol (n = 14) ve deney grubundan (n = 14) oluşan örnekleme ait tanımlayıcı istatistikler verilmiştir.

Tablo 3. Örneklem için yaş, sağ ve sol kulak RF değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler

Değişken	Yaş	Sağ Kulak RF Değeri	Sol Kulak RF Değeri
Kontrol grubu			
N	14	14	14
Ortalama	8,36	964,29	989,29
Ortanca	8,50	950,00	925,00
Standart sapma	2,405	147,320	228,017
Minimum	5	650	750
Maksimum	12	1200	1400
Deney grubu			
N	14	14	14
Ortalama	7,14	679,29	610,71
Ortanca	6,00	700,00	575,00
Standart sapma	2,107	198,086	212,294
Minimum	4	260	350
Maksimum	10	1050	1050

Özetle, örneklemdaki katılımcılar 4 ila 12 yaş arasındandır (örneklem ortalaması = 7,75) ve yaş ortalaması kontrol grubunda 8,36 ve deney grubunda 7,14 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4 ve Tablo 5’de sağ ve sol kulak RF değerleri kullanılarak yapılan ki-kare ve Wilcoxon-signed rank testlerine göre herhangi bir sağ ve sol kulak RF değerleri arasında herhangi bir farklılık olup olmadığı istatistiksel güven aralığında araştırılmıştır.

Sağ kulak RF değeri örneklemda 350 ila 1400 arasında değişmekte (örneklem ortalaması = 821,79) ve ortalama değeri kontrol grubunda 964,29 ve deney grubunda ise 679,29’dür. Sol kulak RF değeri örneklemda 350 ila 1400 arasında değişmekte (örneklem ortalaması = 800) ve ortalama değeri kontrol grubunda 989,29 ve deney grubunda ise 610,71’dir.

Tablo 4’de verilen ki-kare tablosunda tüm örneklem dikkate alınarak bulunan (n = 28) pearson ki-kare asimtot anlamlılık seviyesi (p değeri) 0,05’den büyük bulunduğu için tüm örneklemin sağ ve sol kulak RF değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Tablo 4. Tüm Gruplar için Sağ ve Sol Kulak RF Değerleri Arasındaki İlişki: Ki-Kare Testi Sonucu

Değişken	Ki-kare değeri	Serbestlik derecesi	Asimtotik anlamlılık (2-yönlü)	İsabetli anlamlılık (2-yönlü)	İsabetli anlamlılık (tek-yönlü)
Pearson ki-kare	0,571	1	0,450		
Süreklilik düzeltmesi	0,143	1	0,705		
Olasılık oranı	0,573	1	0,449		
Fisher isabetlilik testi				0,706	0,353
Lineer-lineer ilişkisi	0,551	1	0,458		
Geçerli Durumlara ait N	28				

Tablo 5’de ise kontrol ve deney grubu için ayrı ayrı gruplandırılarak yapılan Wilcoxon-signed rank testine göre rezonans frekanslarının ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 5. Kontrol ve Deney Grupları için Sağ ve Sol Kulak RF Değerleri Arasındaki İlişki: Wilcoxon-Signed Ranks Testi Sonucu

Sol Kulak RF Değeri – Sağ Kulak RF değeri	Z değeri (Asimtot anlamlılık, 2-yönlü)
Kontrol grubu	-0,528 ^a (0,598)
Deney grubu	-1,365 ^b (0,172)

a. Negatif ranklara göre; b. Pozitif ranklara göre.

Çalışmanın en önemli bulguları olacak olan sağ ve sol kulak RF değerleri açısından kontrol ve deney grupları arasında herhangi bir farklılık olup olmadığı istatistiksel güven seviyesinde yapılan test sonuçlarına göre Tablo 5’de verilmiştir. Buna göre kontrol ve deney grupları arasında hem sağ kulak RF değerleri, hem de sol kulak RF değerleri açısından istatistiksel güven seviyesinde belirgin bir fark olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Tablo 6’da ayrıca yaş değişkeninin kontrol ve deney gruplarına göre istatistiksel olarak bir farklılık oluşturup oluşturmadığı da araştırılmıştır. Buna göre, kontrol ve deney grupları yaş açısından istatistiksel güven seviyesinde farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

Tablo 6. Kontrol ve Deney Grupları Arasındaki İlişkinin Yaş, Sağ ve Sol Kulak RF Değerlerine Göre Değişimi

Değişken	Yaş	Sağ Kulak RF Değeri	Sol Kulak RF Değeri
Mann-Whitney U	72,500	21,500	20,000
Wilcoxon W	177,500	126,500	125,000
Z	-1,184	-3,530	-3,591
Asimtot anlamlılık (2-yönlü)	0,236	<0,001	<0,001
İsabetli anlamlılık (2xtek-yönlü anlamlılık)	0,246	<0,001	<0,001

5. TARTIŞMA

Timpanometri kulak kanalı basıncının bir işlevi olarak akustik immitansın ölçülmesidir. Terkildsen ve Thomsen (1959) tarafından kulak kanalı basıncını ölçme metodu olarak tanıtılmış, odyolojik ve otolojik değerlendirmelerin rutin bir bileşeni haline gelmiştir (1). Timpanometri orta kulak rahatsızlıklarının ayırıcı tanılarında kullanılan hassas, maliyeti düşük, non-invaziv ve basit bir yöntem olarak bilinir. Düşük frekanslı problemler sıklıkla kullanılmasına rağmen kemikçik zinciri ile ilgili rahatsızlıkların tanısındaki hassaslığı sebebiyle daha yüksek frekanslı problemlerin kullanılması klinik bağlamda kabul görmeye başlamıştır (64).

Multi frekans timpanometri 226 ile 2000 Hz gibi geniş bir aralıktaki frekansların analizine dayanmaktadır. Akustik immitans kavramı empedans, admitans ve bileşenlerini kapsayan genel bir tanımdır. Empedans (Z , ölçü birimi akustik ohm) akustik enerji akımına karşı total direnişi temsil eder. Admitans (Y , ölçü birimi akustik mmhos) empedans ile tam olarak zıtlık gösteren bir terimdir ve orta kulak sistemine giden toplam enerji akışı miktarını temsil eder. Admitans üç bileşene sahiptir bunlar: kütleli süseptans (B_m), katılık süseptans (B_s) ve kondüktans (G). Bu bileşenler şu anda admitans hesaplarında kullanılan enstrümanlardır. RF kütleli süseptans ve katılığın eşit olduğu frekanstır. B_s ile orantılı B_m ile ise ters orantılıdır. Toplam B , RF'ye yaklaştığında değeri neredeyse sıfırı bulmaktadır. Bu durumda G sistemin admitansı ölçülürken geriye kalan tek bileşen olmaktadır.

Standart timpanometri uygulamasında kullanılan 226 Hz probe ton ya da 678 Hz'lik probe tonlu timpanometreler ile kesin ayırıcı tanısı yapılamayan durumlarda multifrekans timpanometri klinik koşullarda ayırıcı tanı için uygun ölçümlerin gerçekleşmesinde büyük önem taşımaktadır. Yüksek frekanslı probe tonlar özellikle orta kulak sisteminin kitlesel etkisini arttıran patolojilerde işlevselliklerini korumaktadırlar (74).

Yüksek RF'ye sahip olan orta kulak sistemleri yüksek sertlik etkisine, düşük RF'ye sahip olan sistemler ise yüksek kütle etkisine sahip sistemler olarak nitelendirilmektedir (63). Kolestatoz veya kemik zinciri kopuklukları yüksek kütle etkisi altındaki sistemlere örnek iken otoskleroz, romatoid artrit ve timpanoskleroz yüksek sertlik etkisi altındaki sistemlere örnek olarak gösterilebilir (68).

Otosklerotik kulakların ayırıcı tanılarında orta kulak sertliğini ve rezonans frekansını arttırması sebebiyle MFT normal timpanometriye göre daha başarılı, hassas ve güvenilir sonuçlar vermektedir (69). Otosklerozda stapeste bulunan fiksasyon sebebiyle sistemin katılığının artmasından doğan yüksek RF görülür (70). Yüksek RF aynı zamanda romatoid artrit hastalarında da görülmektedir (2).

Bu sonuçların aksine, kemik zinciri kopukluklarında, atelektazik kulak zarı ve effüzyonlu otitis media RF’de düşüşe neden olur (70, 71). Wada ve ark. (1998) kemik zinciri kopukluklarında katılımcılarının %84’ünde orta kulaktaki katılığın düşmesi sebebiyle düşük RF elde ettiklerini belirtmişlerdir (72). Buna benzer bir mekanizma atelektazik kulak zarında da görülmektedir (22). Ferekidis ve ark. (1999) düşük RF’lı effüzyonlu otitis media hastalarında ölçümlerin standart 226 Hz düzeyinde timpanogramlara kadar daraltıldığında dahi patolojinin etkilerinin rahatlıkla gözlenebildiğini belirtmişlerdir (2). Bu bulgularla RF değerlerinin orta kulak patolojilerinde ayırıcı tanıdaki rolü vurgulanmaktadır. Benzer bir şekilde çalışmamıza konu olan adenoid hipertrofisi gibi orta kulak sisteminde kitleyi artırıcı etkisi bulunan koşullarda RF değerlerinde bulduğumuz düşüş bu bağlamda açıklayıcılığını arttırmaktadır. .

MFT’nin ayırıcı tanıdaki rolü iç kulak patolojilerinde de kendini göstermektedir. Darousset ve ark. (2007), RF’nin sadece orta kulak sistemindeki katılık ve kütle ile belirlenmediğini aynı zamanda kokleanın mekanik impedansı ile da belirlenebileceğini ortaya koymuştur (73). Geniş vestibüler akuaduktus sendromu hastalarının endolenfatik alan arttıkça kokleaya ait bölümler azaldığı için RF’lerinde düşüklül olduğunu belirtmişlerdir. Belirtilen mekanizmalar endolenfin miktarındaki artışın stapesin tabanındaki mekanik empedansı etkilemekte olduğunu veya bir çeşit üçüncü pencere etkisi yaratarak tüm sistemdeki RF’yi önemli ölçüde düşürdüğü vurgulanmıştır (68).

Literatür incelendiğinde, orta kulak rezonans frekansları ile ilgili araştırmaların odağı olarak otoskleroz ve effüzyonlu otitis media ve RF değerlerinin sağlıklı kulaklardaki normalizasyonu ile ilgili çalışmaların yaygınlığından söz edebiliriz. Ülkemizde bu bağlamda gerçekleştirilmiş çalışmalardan biri olarak Öğüt’ün “Multifrekansiyel Timpanometri Ölçümlerinin Otosklerotik ve Normal Orta Kulaklardaki Karşılaştırılması” adlı yüksek lisans tezi örnek gösterilebilir.

Çalışmasında 50 normal işitmeye sahip yetiştinden elde ettiği verilerde sağ kulak RF ortalama değerini 956,4 Hz, sol kulak değerini ise 912,8 Hz olarak bulmuş, her iki kulaktan elde edilen verilerin ortalamasını 934,6 Hz standart sapmasını ise 142,69 olarak elde etmiştir (74).

Hamile kadınlarla gerçekleştirilen bir araştırmada, hamile kadınların RF değerlerinin de hamile olmayan kadınlara göre anlamlı bir düşüş gösterdiği bulunmuştur. Bu düşüşün gebelik süresince orta kulak doku ve sıvılarında ödemin artması sebebiyle orta kulak RF değerlerinin hamile olmayan kadınlarınkinden anlamlı düzeyde düşük olduğunu belirtmiştir (75).

Sezin'in "Normal İşitmeye Sahip Yetiştinlerde Multifrekans Timpanometri Normalizasyon Sonuçları" adlı çalışmasına katılan, yaşları 21 ile 46 arasında değişen, 60 gönüllü yetiştinin her iki kulağından (120 kulak) alınan RF değerlerinin ortalaması $999,6 \pm 134,9$ Hz, sağ kulaklardan elde edilen değerlerin ortalaması $1020,8 \pm 140,6$ Hz, sol kulak ortalamaları ise $978,3 \pm 180,5$ Hz olarak belirlenmiştir (76).

Sözen'in "Vücut Kitle İndeksinin Orta Kulak Rezonans Frekansına Etkisi" adlı çalışmasındaki 78 bireyden (156 kulak) elde edilen bulgulara göre vücut kitle indeksine göre orta kulak rezonans frekansı değişim göstermektedir (77).

RF değerlerini değiştiren faktörleri araştırmak için gerçekleştirilen çalışmalar son yıllarda ivme kazanmıştır. RF değerlerindeki değişimler literatürde orta kulak ve dış kulak yapılarının kalıtsal özelliklere ve yaşa göre farklılık göstermesi ile açıklamaktadır. Dolayısıyla farklı popülasyonlarda farklı değerler elde edilebilmektedir (78,79). Bir çalışmada Çinli ve Kafkas kökenli kişilerin RF değerleri karşılaştırılmış ve Çinlilerin RF değerleri Kafkaslardan daha yüksek bulunmuştur (80).

İçmen'in 131 bireyle (262 kulak) gerçekleştirdiği "Multifrekans Timpanometri Ölçümlerinin Seroz Otitli ve Sağlıklı Çocuklarla Karşılaştırılması" adlı çalışmasında seroz otitli çocukların RF değerlerinde anlamlı düşüş bulunmuştur (81).

Çalışmamızdaki adenoid hipertrofili çocuklarda orta kulak RF değerlerindeki anlamlı düşüş literatür bilgisini ve orta kulakta bulunan kitle artışı ve RF değerlerindeki düşüş ile ilgili öngörümüzü desteklemektedir. Adenoid hipertrofisi de östaki tüpünün fonksiyonlarını yerine getirmesini engelleyen ve tıpkı effüzyonlu otitis media, kemik zinciri kopuklukları ve atelektazik kulak zarı gibi kütleyi arttıran bir faktör olarak değerlendirilebilir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

“Adenoid Hipertrofisinin Orta Kulak Rezonans Frekansına Etkisi” adlı çalışmamıza dahil edilen kontrol (n = 14) ve deney grubundan (n = 14) oluşan örnekleme ait veriler değerlendirildiğinde elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir:

1. Kontrol ve deney grupları yaş ve cinsiyet açısından istatistiksel güven seviyesinde farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).
2. Tüm örneklemin sağ ve sol kulak RF değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.
3. Kontrol ve deney grupları arasında hem sağ, hem de sol kulak RF değerleri açısından istatistiksel güven seviyesinde belirgin bir fark olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$).

Literatür incelendiğinde adenoid hipertrofisinin orta kulak RF’na etkisi ile ilgili herhangi bir çalışma yapılmadığı görülmüştür. Bu araştırmada MFT uygulamasının özellikle orta kulak sistemi ile ilişkili patolojilerde geniş klinik kabulünün gerekliliği bir kez daha vurgulanmıştır. MFT oldukça avantaj sağlayan bir test olmasına rağmen klinik ortamlarda rutin olarak uygulanması yaygınlaşmamış bir testtir. Bunun başlıca nedenleri arasında MFT ile ilgili alan yazının yeterli sıklığa ve netliğe ulaşmamış olmasıdır. Çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlar ile kliniğimize ve ülkemize multifrekans timpanometrinin yaygın olarak kullanılması, farklı hastalıkların araştırılmasında RF değerleri ile ilgili çalışmalar yapılması gerekliliği vurgulanmıştır.

Bu çalışmaya adenoid hipertrofisi olan çocukların adenoidektomiden önce ve adenoidektomiden sonra RF değerlerinin karşılaştırılması amaçlanarak başlanmıştır. Deney grubundaki bireylerin büyük bölümünün ameliyat sonrası kontrol MFT ölçümleri için uyum sorunu yaşamaları sebebiyle çalışmaya sunulan şekilde yön verilmiştir. Gelecekteki çalışmalarda, adenoidektomi öncesi ve adenoidektomi sonrası RF değerlerinin karşılaştırılmasıyla obstruktif adenoid hipertrofi varlığının etkisinin kanıt düzeyi arttırılabilir.

7. KAYNAKLAR

1. Terkildsen K, Thomsen K. The influence of pressure variations on the impedance of the human ear drum. *J Laryngol Otol* 73:409–418, 1959.
2. Ferekidis E, Vlachou S, Douniadakis D, Apostolopoulos N, Adamopoulos G. Multiple-frequency tympanometry in children with acute otitis media. *Otolaryngol Head Neck Surg* 121(6):797-801, 1999.
3. American Speech-Language-Hearing Association. Working group on aural acoustic-immittance measurements committee on audiologic evaluation. *Tympanometry J Speech Hear Disord* 53(4):354-377, 1988.
4. Johnson KC. Audiologic assessment of children with suspected hearing loss. *Otolaryngol Clin North Am* 35(4):711-732, 2002.
5. Shahnaz N. Multi-frequency tympanometry and evidence-based practice. *ASHA Perspective on Hearing and Hearing Disorders: Research and Diagnosis* 11(1):2-12, 2007.
6. Lai D, Li W, Xian J, Liu S. Multifrequency tympanometry in adults with otitis media with effusion. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 265(9): 1021-1025, 2008.
7. Kara OC. Tonsil-Adenoid ve Farenks Enfeksiyonları. *Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş-Boyun Cerrahisi* (Koç C, ed). Ankara, Güneş Kitabevi. 6, 2-825, 2004.
8. Wiatrak BJ, Woolley AL. Farenjit ve Adenotonsiller Hastalık. *Otolaringoloji Baş ve Boyun Cerrahisi* (Cummings Koç C, ed). 4. Baskı. Ankara, Güneş Tıp Kitabevleri. 4137, 2007.
9. Kaya S, Tonsil. Ankara, Bilimsel Tıp Yayınevi. 13-132, 2005.
10. Özşahinoğlu C, Soylu L, Seçinti E. *Pratik Pediatrik Otolaringoloji*. Adana, Çukurova Üniversitesi Basımevi. 242-247, 1993.
11. Kornblut AD. The Pharynx: Non-neoplastic disease of the tonsils and adenoids. *Otolaryngology* (Paparella MM, Shumrick DA, Gluckman JL, Mayerhoff WL.

- Eds), Vol 3: Head and Neck, 3rd ed. Philadelphia, WB Saunders Company. 2129-2147, 1991.
12. Bernstein JM, Scheenen R, Schoenfeld E, Ablini B. The distribution of immunocompetent cells in the compartments of palatine tonsils in bacterial and viral infections of the upper respiratory tract. *Acta Otolaryngol Suppl Stoch* 454: 153-162, 1998.
 13. Shambaugh GE. Surgical anatomy of the temporal bone, surgery of the ear. Philadelphia, W.B. Saunders Co. 41-69, 1967.
 14. Schuknecht HF, Gulya AJ. Anatomy of the temporal bone with surgical implications. Philadelphia, Lea & Febieger. 291, 1986.
 15. Gulya AJ. Anatomy of the temporal bone. Surgery of the ear (Shambaugh GE, Glasscock ME, ed). Fifth edition. Philadelphia, WB Saunders. 35 -49, 2003.
 16. Akyıldız N. Kulak hastalıkları ve mikroşirürüjisi. Cilt I, Ankara, Ongün Kardeşler Matbaacılık. 1-33, 52, 65, 89-104, 118-126, 313-334, 1986.
 17. Swartz JD, Harnsberger RH. Imaging of the Temporal Bone, 3th edition. New York, Thieme Medical Publishers Inc. 47 -107, 1998.
 18. Staubesand J. Sobotta Atlas of Human Anatomy 1.Cilt, Münih, Urban & Fischer. (Çev. İnsan Anatomi Atlası). Beta Basım Yayın, 384 -395, 2001.
 19. Donaldson JA, Duckert LG. Anatomy of the ear. Otolaryngology (Paparella MM, Shumrick DA, Gluckman JL, Meyerhoff WZ, eds). Philadelphia, Saunders. 2358, 1991.
 20. Pearson AA. Development of anatomy of the ear. Otolaryngology (English GM, ed). Philadelphia, Harper and Row Publishers. 1-68, 1984.
 21. Aslan A, Tekdemir G, Günhan K, Eskiizmir G, Erhan A; Anatomic observations on variations of the round window niche and its relationship to the tympanic membrane. *Med J Otol* 2:52-57, 2006.
 22. Wanberg J. The true shape of the tympanic membrane. *J Laryngol Otol*; 101: 538-541, 1987.

23. Paço J, Branco C, Estibeiro H, Carmo DO. The posterosuperior quadrant of the tympanic membrane. *Otolaryngol Heat Neck Surg* 140:884-888, 2009.
24. Lim DJ. Human Tympanic Membrane. An ultrastructural obresvation. *Acta Otolaryngol* 70:176-186, 1970.
25. Pabuççu Y. Bilgisayarlı Tomografi. 23. Ulusal Radyoloji kongresi, Ankara, Nürol Matbaacılık. 52 -73, 2002.
26. Som PM, Curtin HD. Head and Neck Imaging, 4th edition. St.Louis, Mosby Inc. 1058 -1071, 2003.
27. Haaga JR, Lanzieri CF, Gilkeson RC. CT and MR Imaging of the Whole Body, 4th edition. St. Louis, Mosby Inc. 495-514, 2003.
28. Drake LR, Vogl W, Mitchell AWM. Auris Media, Tıp Fakültesi Öğrencileri İçin Gray's Anatomi (Yıldırım M, ed). İkinci baskı. Ankara, Güneş Tıp Kitabevi, 861-869, 2007.
29. Barry DT. Vibrations and sounds from evoked muscle twitches. *Electromyography and Clinical Neurophysiology* 32(1-2):35-40, 1992.
30. Kanlıkama MG. Gitme Fizyolojisi. Otoloji ve Nöro-otoloji (Çelik O, ed). Cilt 1, İstanbul, Elif Ofset. 62-69, 2013.
31. Dış, Orta Kulak, Semiyoloji Ders Notu. Erişim (<http://kbb.uludag.edu.tr/ders-dis-orta-kulak-semiyoloji.htm>). Erişim tarihi: 14/01/2016.
32. Waldron J, Van Hasselt CA, Wong RKY. Sensivity of using lokal anesstesia in detecting nasopharyngeal carcinoma. *Head and Neck* January/February:24-27, 1992.
33. Lancer JM, Moir AA. The flexible fiberoptic rhinolaryngoscope. *J Laryngol Otol* 767-770, 1985.
34. Steele DJ, Susman J, McCurdy FA. Student guide to primary care: making the most of your early clinical experience. Elsevier Health Sciences. 370, 2003.
35. Dubin MG, Pollock HW, Ebert CS, Berg E, Bunting JE, Prazma JP. Eustachian tube dysfunction after tobacco smoke exposure. *Otolaryngology - Head and Neck Surgery*. 126 (1):14-19, 2002.

36. Porth CJ, Bamrah VS, Tristani FE, Smith JJ. The Valsalva maneuver: mechanisms and clinical implications. *Heart Lung*. 13(5):507-18, 1984.
37. Silman S, Arick D. Efficacy of a Modified Politzer Apparatus in Management of Eustachian Tube Dysfunction in Adults. *J Am Acad Audiol* 10(9):496-501, 1999.
38. Nagappan R, Arora S, Winter C. Potential dangers of the Valsalva maneuver and adenosine in paroxysmal supraventricular tachycardia--beware pre-excitation. *Crit Care Resusc* 4(2): 107–11, 2002.
39. Leunig A, Mees K. Mittelohrbelüftung mit dem Otovent-Latexmembran-System. *Laryngo-Rhino-Otologie* 74(6): 352–354, 2008.
40. Boies LR, Hilger JA, Priest RE. *Fundamentals of Otolaryngology*. Philadelphia, WB Saunders Comp. 833-47, 1993.
41. Oulis CJ, Vadiakas GP, Ekonomides J, Dratsa J. The effect of hypertrophic adenoids and tonsils on the development of posterior crossbite and oral habits. *J Clin Pediatr Dent* 18:197-201, 1994.
42. Hibbert J. Tonsils and adenoids. *Scott- Brown's Otolaryngology: Pediatric Otolaryngology* (Kerr AG, Evans JNG, eds). Fifth edition. London, Bulterworths, 368- 383, 1987.
43. Wright JW, Wright JW, Hicks, GW. The Eustachian tube prosthesis revisited. *Journal of Otolaryngology* 86(5):834-837, 1978.
44. Brodsky L. Tonsillitis, tonsillectomy, and adenoidectomy. *Head and Neck Surgery-Otolaryngology* (Bailey BJ, Calhoun KH, eds). Vol 1, second edition. New York, Lippincott- Raven Press. 1221-1235, 1998.
45. Deutsch ES. Tonsillectomy and adenoidectomy. *Pediatric Clinics of North America* 1996;43:1319-1338.
46. Martin FN. *Introduction to Audiology*. Boston, Allyn and Bacon. 177-81, 1997.
47. Block MG, Wiley TL. Overview and basic principles of acoustic immittance. *Handbook of Clinical Audiology* (Katz J, ed). fourth edition. Baltimore, Williams&Wilkins. 271-82, 1994.

48. Esmer N, Akıner MN, Karasalihoğlu AR, Saatçi MR. Klinik Odyoloji. Ankara, Bilim yayınevi. 91-99, 1995.
49. Bluestone CD, Klein JO. Otitis Media in Infants and Children. Philadelphia, WB Saunders. 125-153, 1990.
50. Fria TJ. Assessment of hearing. *Pediatry Clinic North Am* 28:757-775, 1981.
51. Nozza RJ, Fria TJ. The Assessment of Hearing and middle-Ear Function in Children. *Pediatric Otolaryngology* (Bluestone CD, Stool SE, Scheetz MD, eds). Vol 1. Philadelphia, WB Saunders. 125-153, 1990,
52. Postic WP, Handler SD. *Pediatric Otolaryngology*. New York, MC Millian. 12-14, 1986.
53. Paradise JL, Smith CG, Bluestone CD. Tympanometric detection of middle-ear effusion in infants and young children. *Pediatrics* 58:198-211, 1976.
54. Brooks DN. The use of the electroacoustic impedance bridge in the assessment of middle ear function. *Int Audial* 8:563-569, 1969.
55. Jerger JF. Clinical experience with impedance audiometry. *Archives of Otolaryngology* 92:311-324, 1970.
56. Northern JL. *Selected Reading in Impedance Audiometry*. Dobbs Ferry, NY, American Electromedics Corp. 1976.
57. Lieden G. The scope and application of current audiometric tests. *J Laryngol Otol* 83:5007-520, 1969.
58. Bluestone CD, Beery QC, Paradise JL. Audiometry and tympanometry in relation to middle ear effusions in children. *Laryngoscope* 83:504-594, 1973.
59. Bluestone CD, Beery QC, Paradise JL. Audiometry and tympanometric pattern classification in relation too middle ear effusions. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 84:1-9, 1975.
60. Lassman FM. The measurement of teh hearing of children. *Otolaryngology* (Paparella MM, Shumrick DA, eds).2. Baskı. Philadelphia, WB Saunders. 1197-1224, 1980.

61. Vanhuyse VJ, Creten WL, Van Camp KJ. On the Wnotching of tympanograms. *Scand Audiol* 4:45–50, 1975.
62. Hunter LL, Margolis RH. Multifrequency tympanometry: Current clinical application. *American Journal of Audiology* 1:33-43, 1992.
63. Büyüklü F. Kulak Burun Boğaz ve Baş Boyun Cerrahisi. 1. baskı, 1. cilt. Ankara, Anadolu Sanat Dijital Baskı. 2013.
64. Holte L. Aging effects in multifrequency tympanometry. *Ear Hear.* 17:12–18, 1996.
65. Zwislocki JJ. Analysis of the middle-ear function. Part I: input impedance. *J Acoust Soc Am* 34:1514–1523, 1962.
66. Moller AR. Transfer function of the middle ear. *J Acoust Soc Am* 35:1526–1534, 1963.
67. Coletti V. Multifrequency tympanometry. *Audiology* 16:278–287, 1977.
68. Sato E, Nakashima T, Lilly D, Sausti SA, Ueda H, Misawa H, Uchida Y, Furuhashi A, Asahi K, Nanaganawa S. Tympanometric findings in patients with enlarged vestibular aqueducts. *Laryngoscope* 112(9):1642–1646, 2002.
69. Shahnaz N, Linda P. Standard and Multifrequency Tympanometry in Normal and Otosclerotic Ears, *Ear Hear*, 18:326-341, 1997.
70. Frade C, Martin C. Diagnostic value of the multifrequency tympanometry in active rheumatoid arthritis. *Auris Nasus Larynx* 25:131–136, 1998.
71. Margolis RH, Hunter LL, Giebink SG. Tympanometric evaluation of middle ear function in children with otitis media. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 103:34–38, 1994.
72. Wada H, Koike T, Kobayashi T. Clinical applicability of the sweep frequency measuring apparatus for diagnosis of middle ear diseases. *Ear Hear* 19(3):240–249, 1998.
73. Darrouzet V, Dulon D, Franco-Vidal V. Multifrequency immittancemetry in experimentally induced stapes, round window and cochlear lesions. *Audiol Neurotol* 12:85–100, 2007.

74. Ögüt F. Multifrekansiyel Timpanometri Ölçümlerinin Otoklerotik ve Normal Kulaklarda Karşılaştırılması. Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı, İzmir, 2006.
75. Kutlu-Dağ E. Gebeliğin Orta Kulak Akustik Özelliklerine Etkisi. Yüksek lisans tezi, Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı, Ankara, 2014.
76. Sezin RK. Normal İşitmeye Sahip Yetişkinlerde Multifrekans Timpanometri Normalizasyon Değerleri. Yüksek lisans tezi, Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı, Ankara, 2011
77. Sözen M. Vücut Kitle İndeksinin Orta Kulak Rezonans Frekansına Etkisi. Yüksek lisans tezi, Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı, Ankara, 2016
78. Shanks J, Shelton C. Basic principles and clinical applications of tympanometry. Clin Audiol. 24: 299-328, 1991.
79. Margolis, R., & Shanks, J. E. (1991). "Tympanometry: Principles and Procedures" In W. F. Rintelmann (Ed.), Hearing Assessment, Pro-Ed., Texas: Austin, s. 179-246.
80. Shahnaz N, Davies D, Standard and multifrequency tympanometric norms for caucasian and chinese young adults. Ear & Hearing 27:75–90, 2006.
81. İçmen D. Multifrekans Timpanometri Ölçümlerinin Seröz Otitli ve Sağlıklı Çocuklarda Karşılaştırılması. Yüksek lisans tezi, Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı, Ankara, 2015