



T.C.

ANKARA YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KARTİLAJ VE FASYA GREFT TİMPANOPLASTİ
UYGULANAN HASTALARDA MULTİFREKANS
MULTİKOMPOONENT TİMPANOMETRİ BULGULARI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sıddıka AKMAN

ODYOLOJİ VE KONUŞMA BOZUKLUKLARI PROGRAMI

Ankara, 2021

T.C.
ANKARA YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KARTİLAJ VE FASYA GREFT TİMPANOPLASTİ
UYGULANAN HASTALARDA MULTİFREKANS
MULTİKOMONENT TİMPANOMETRİ BULGULARI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sıddıka AKMAN

ODYOLOJİ VE KONUŞMA BOZUKLUKLARI PROGRAMI

Ankara, 2021

T.C.
ANKARA YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Kartilaj ve Fasya Greft Timpanoplasti Uygulanan Hastalarda Multifrekans
Multikomponent Timpanometri Bulguları

Sıddıka AKMAN

Yüksek Lisans Tezi

17/06/2021

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Mehmet Hakan KORKMAZ

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Mehmet Hakan KORKMAZ

Dr. Öğr. Üyesi Şule KAYA Doç. Dr. Bilgehan BÖKE

Okuduğumuz ve Savunmasını dinlediğimiz bu tezin bir Yüksek Lisans derecesi için
gereken tüm kapsam ve kalite şartlarını sağladığını beyan ederiz.

Prof. Dr. Seyfullah Oktay ARSLAN

Enstitü Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans derecesi için gereken tüm şartları sağladığını tasdik ederim.

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda patent ve telif haklarını ihlal edici etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tezde kullanılmış olan tüm bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi beyan ederim.
17.06.2021

Sıddıka AKMAN



TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmam süresince fikirleri, deneyimi ve desteği ile yol gösterici katkılarından dolayı tez danışmanım Prof. Dr. M. Hakan KORKMAZ'a,

Tez çalışmamda bana yardımcı olan tüm deneyimlerini içtenlikle paylaşan Uzm. Dr. Kemal KESEROĞLU'na,

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmam süresince değerli bilgi ve deneyimlerini paylaşan, desteğini yakından hissettiğim, motivasyon kaynağım Dr. Öğr. Üyesi Şule KAYA'ya,

Eğitimim süresince her konuda bilgi ve deneyimlerini her daim paylaşan, Doç. Dr. Banu MÜJDECİ'ye,

S.B.Ü Dışkapı Yıldırım Beyazıt Hastanesi KBB/ Odyoloji kliniğinde çalışan tez hastalarımı almamda yardımcı olan aynı zamanda güler yüzlerini esirgemeyen tüm arkadaşlarıma,

Tez sürecim boyunca anlayış gösteren ve desteklerini esirgemeyen Malatya E Tipi Kapalı Ceza İnfaz Kurumu 1. Müdürü Engin ŞİMSEK'e, 2. Müdürü Cemal KARGIN'a, Psikososyal Servisi ve Eğitim Servisinde çalışan değerli mesai arkadaşlarıma,

Koşulsuz sevgileriyle dünyamı aydınlatan, mesafelere rağmen desteklerini her zaman yanımda hissettiğim annem Şerife AKMAN' a, babam Ali AKMAN'a, kardeşim M. Mehmet AKMAN'a,

Bu kapsamda özellikle tez çalışmam sırasında daima yanımda olan arkadaşlarıma,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	v
TABLolar DİZİNİ	vi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Orta Kulak Anatomisi	3
2.2. Orta Kulak Fizyolojisi	4
2.3. Kronik Otitis Media.....	5
2.3.1. Timpanik Membran Perforasyonu ve İşitmeye Etkisi	5
2.3.2. Timpanoplasti	6
2.3.3. Timpanoplastide Greft Materyelleri	6
2.4. Orta Kulak Fonksiyonlarını Değerlendiren Ölçümler	7
2.4.1. Akustik İmmitans	7
2.4.1.1. Timpanometri	7
2.4.1.2. Timpanometrik Parametreler	8
2.4.1.3. Timpanogram Tipleri.....	9
2.5. Multifrekans Timpanometri (MFT).....	10
2.5.1. Multikomponent Timpanometri	11
2.5.2. MultiFrekans, Multikomponent Timpanometrik Parametreler.....	12
2.5.3. Multifrekans Timpanometre Sınıflandırması Vanhuyse Modeli.....	12
2.5.4. Rezonans Frekans	13
2.5.5. 45 Derecelik Admitans Faz Açısına Denk Gelen Frekans (F45°).....	13
2.6. Timpanoplasti ve Timpanometrik Ölçümler	14
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	17
3.1. Bireyler ve Cerrahi Tekniği	17
3.1.1. Çalışma Grupları.....	17
3.1.2. Kontrol Grubu	18

3.2. Yöntem	18
3.3. İstatistiksel Analiz	19
4. BULGULAR	20
5. TARTIŞMA	24
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	31
7. KAYNAKLAR.....	34
8. EKLER.....	45
EK-1. ETİK KURUL ONAY FORMU	45
EK-2. BİLGİLENDİRİLMİŞ ONAM FORMU.....	46
EK-3. ÖZGEÇMİŞ	47



ÖZET

Kartilaj ve Fasya Graft Timpanoplasti Uygulanan Hastalarda Multifrekans Multikomponent Timpanometri Bulguları

Çalışmanın amacı, KOM nedeniyle Timpanik membran (TM) perforasyonu olan kartilaj greft veya fasya greft Tip 1 timpanoplasti uygulanmış bireylerin orta kulak fonksiyonlarını multifrekans, multikomponent timpanometri ile değerlendirmek, timpanoplastinin orta kulak rezonans frekansına (RF) etkisini tespit etmek kartilaj, fasya greft ve kontrol gruplarında ölçüm sonuçlarını incelemektir.

Çalışmaya yaş ortalaması 35.51 yıl olan 42 kadın ve 20 erkek toplam 62 birey/kulak dahil edilmiştir. Çalışma grubu KOM tanısı almış Tip 1 timpanoplasti uygulanan 23 kulaktan oluşmaktadır, materyal olarak 15 kulakta fasya, 8 kulakta kartilaj greft kullanılmıştır. Kontrol grubunda sağlıklı işitmeye sahip 39 kulak değerlendirilmiştir. Saf ses odyometri (SSO), 226 Hz timpanometri ve multifrekans, multikomponent timpanometri uygulandı. SSO hava ve kemik yolu eşikleri, timpanometrik parametreler, multifrekans, multikomponent timpanometri RF değeri ve Vanhuyse modeli tüm katılımcılarda incelenmiştir.

Fasya greft uygulanan kulaklarda SSO hava yolu 19.67 ± 8.24 dB, kartilaj greft uygulananlarda 20.57 ± 12.66 dB bulunmuştur. Fasya ve kartilaj greft uygulanan kulakların SSO hava yolu ortalaması kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0.001$; $p<0.01$). Fasya ve kartilaj greft timpanoplasti grubunun SSO kemik yolu ortalaması kontrol grubuna kıyasla anlamlı derecede yüksektir ($p=0.004$; $p<0.01$). Gruplar arasında statik komplians, gradient, kulak kanal hacim değeri istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılık yoktur ($p>0.05$). Timpanik tepe basıncı değeri kartilaj, fasya ve kontrol grubu karşılaştırmasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir ($p=0.037$; $p<0.05$). Kartilaj greft uygulananların değerlerinin kontrol grubuna göre yüksek olması istatistiksel olarak anlamlıdır ($p=0.001$; $p<0.01$). Ortalama RF değeri; fasya greft grubunda 643.33 ± 154.54 Hz, kartilaj greft grubunda 520 ± 312.68 Hz, kontrol grubunda ise 773.96 ± 127.16 Hz olup, fasya greft grubunun kontrol grubuna göre düşük olması istatistiki olarak anlamlı düzeyde bulunmuştur ($p=0.001$; $p<0.01$). Vanhuyse modeli değerlendirildiğinde 1000 Hz timpanoplasti uygulanan kulakların çoğunda 3B3G, 5B3G, kontrol grubunda ise çoğunda 3B1G, 1B1G modeli bulgulanmıştır.

Sonuçta, multifrekans multikomponent timpanometri orta kulak patolojisine sahip ve onarılmış TM'nın orta kulak dinamiklerine etkisinin araştırılmasında hızlı ve pratik bir ölçüm aracı olarak tanısal anlamda yararlı bilgiler sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Fasya, kartilaj greft, KOM, multifrekans multikomponent timpanometri, timpanoplasti



ABSTRACT

Multifrequency Multicomponent Tympanometry Results for the Patients who were Applied Cartilage and Fascia Tympanoplasty

The purpose of this study is to evaluate the middle ear functions of individuals who have TM perforation because of COM and who were applied fascia or cartilage graft type 1 tympanoplasty; with multifrequency, multicomponent tympanometry, determine the effect of resonance frequency (RF) for tympanoplasty on middle ear, and compare the measurement results on fascia, cartilage graft and control groups.

Totally 62 (42 females, 20 males) subjects/ears with 35.51 average age were included in this study. The study group consisted of 23 (15 Fascia grafts, 8 cartilage grafts) ears diagnosed with COM and underwent tympanoplasty operation. The control group consists of 39 healthy ears. Pure tone audiometry was studied according to air, bone pathway threshold, tympanometric parameters and multifrequency multicomponent tympanometry RF and Vanhuyse model were applied in all ears participating in the study.

There was not statistically significant difference between the groups for their static compliance, gradient, ear canal volume values ($p > 0.05$). TTP value shows statistically significant difference ($p = 0.037$; $p < 0.05$) when cartilage, fascia and the control groups were compared. The RF value was 643.33 ± 154.54 Hz in fascia graft, 520 ± 312.68 Hz in cartilage graft 773.96 ± 127.16 Hz in the control group and statistically significant difference was found between RF values of the fascia, cartilage graft and control groups ($p = 0.001$; $p < 0.01$). When the Vanhuyse model was evaluated, 3B3G, 5B3G in most of the ears 1000 Hz in the study group, and 3B1G, 1B1G configuration in most of the control groups were obtained. A statistically significant difference was found between Vanhuyse model of the study and control groups ($p = 0.001$; $p < 0.01$).

In conclusion, provide useful diagnostic information as a rapid and practical measurement tool for multifrequency multicomponent tympanometry in the investigation of the effects of repaired TM with a pathology of the middle ear and multifrequency, multifrequency tympanometry on middle ear dynamics.

Keywords: Cartilage, COM, fascia graft, multifrequency multicomponent tympanometry, tympanoplasty

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

%	: Yüzde
ark.	: Arkadaşları
B	: Suseptans
cm ³	: Santimetre Küp
daPa	: Dekapaskal
dB	: Desibel
G	: Kondüktans
Hz	: Hertz
KBB	: Kulak Burun Boğaz
KOM	: Kronik Otitis media
MFT	: Multifrekans Timpanometre
ml	: Mililitre
PF	: Pars Flaksida
PT	: Pars Tensa
RF	: Rezonans Frekans
SD	: Standart Sapma
SSO	: Saf Ses Ortalaması
TM	: Timpanik Membran
TTP	: Timpanogram Tepe Basıncı
X _a	: Akustik Reaktans
Y _a	: Akustik komplians

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 4.1. Gruplara göre dağılım.....	20
Tablo 4.2. Cinsiyete göre dağılımı.....	21
Tablo 4.3. Kartilaj ve Fasya Greft grupları ile kontrol grubu ölçümlerinin. karşılaştırılması	21
Tablo 4.4. Gruplara göre timpanogram tipi arasındaki ilişki	22
Tablo 4.5. Grup ile 226 Hz Vanhuyse modeli arasındaki ilişki	23
Tablo 4.6. Grup ile 226 Hz Vanhuyse modeli arasındaki ilişki	23
Tablo 4.7. Grup ile 1000 Hz Vanhuyse modeli arasındaki ilişki	23

1. GİRİŞ

Kronik otitis media (KOM), orta kulak enfeksiyonu ve timpanik membran perforasyonu ile karakterize bir bozukluktur. Bu bozukluk, yetişkinlerde iletim tipi işitme kaybı ve timpanik boşluktaki kronik inflamasyon sonucunda ortaya çıkan timpanik membran ve orta kulak kemikçiklerinin hasarından kaynaklanmaktadır (1). Kemikçik zincir yıkımı sık rastlanan bir komplikasyondur ve KOM vakalarının yaklaşık üçte birinde görülür. Bu yıkım orta kulak mekaniğinin bozulmasına ve işitme kaybına neden olabilir. KOM'un tedavisi, medikal tedavi ve cerrahi operasyonlarla gerçekleştirilmektedir (2).

Timpanoplasti, KOM sebebiyle bozulan orta kulak işitme mekanizmasının yeniden şekillendirilmesi için kullanılan cerrahi bir tekniktir. Timpanoplasti öncelikle inflamasyonu gidermeyi, sonrasında ise orta kulak ve timpanik membran hasarını onararak iç kulaktaki iletim mekanizmasının eski haline dönmesini amaçlar. Timpanoplasti rutin bir cerrahi prosedür olarak kullanılmıştır ancak bu prosedürde uygulanan teknikler ve kullanılan greft materyalleri hakkında tartışmalar ortaya çıkmıştır (3).

Günümüzde çeşitli greft materyalleri kullanılmaktadır. En sık kullanılan greft materyali temporal fasya greftidir. Bu materyal, erişimi kolay olması ve normal ventile edilen ortakulakların çoğunlukla greft tutma oranının yüksek olması nedeniyle tercih edilmiştir. Ancak orta kulak patolojilerinde büyük perforasyonların görülmesi durumunda temporal fasya greft kullanımı genellikle başarısızlıkla sonuçlanabilir. Bu gibi durumlarda orta kulak basıncına karşı daha dayanıklı ve stabil olması nedeniyle kıkırdak gibi daha sert bir greft materyali tercih edilmektedir (4).

Geleneksel timpanometrinin orta kulak fonksiyonu değerlendirmek için yararlı bir klinik araç olduğu kanıtlanmış olmasına rağmen, bazı orta kulak patolojileri hakkında sınırlı bilgi sağlamaktadır. 226 Hz prob tonlu timpanometri, esas olarak orta kulak sertliği ile ilgili patolojiler hakkında bilgi vermektedir. Sonrasında bilgisayar destekli timpanometri araçlarının ortaya çıkmasıyla, çok bileşenli timpanogramları farklı frekanslarda kaydetmek mümkün olmuştur (5). Multifrekans timpanometri,

otoskleroz, kemikçik zinciri lezyonları gibi orta kulak sistemindeki değişiklikleri araştırmak için daha hassas bir yöntemdir. Multifrekans Timpanometri kütle ve sertlik elemanları arasındaki dengeyi belirleyen rezonans frekansı analiz etmek için, 220 ve 2000 Hz frekans aralığında farklı prob ton ve farklı basınçlar göndererek ortalama rezonans frekans değeri ile orta kulak sisteminde kütle ya da sertlik nedenli patolojilere göre değişkenlik göstermektedir (6).

Bu nedenle çalışmamızda, KOM nedeniyle kartilaj ve fasya greft kullanılarak Tip 1 timpanoplasti operasyonu geçirmiş hastalar ve kontrol grubu karşılaştırılmıştır. Grupların odyolojik değerlendirme, multifrekans ve multikomponent timpanometri sonuçları arasında farkların belirlenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmada kurulan ana hipotez şu şekildedir;

H₀: Kartilaj greft, fasya greft timpanoplasti uygulanan çalışma grubu ve kontrol grubunun odyolojik ve multifrekans multikomponent timpanometri değerleri arasında fark yoktur.

H₁: Kartilaj greft, fasya greft timpanoplasti uygulanan çalışma grubu ve kontrol grubunun odyolojik ve multifrekans multikomponent timpanometri değerleri arasında fark mevcuttur.

Çalışmada kurulan alt hipotezler şu şekildedir;

H₀: Kartilaj greft, fasya greft timpanoplasti uygulanan çalışma grubu ve kontrol grubunu ortalama RF değerleri arasında fark yoktur.

H₁: Kartilaj greft, fasya greft timpanoplasti uygulanan çalışma grubu ve kontrol grubunu ortalama RF değerleri arasında fark mevcuttur.

H₀: Kartilaj greft, fasya greft timpanoplasti uygulanan çalışma grubu ve kontrol grubunu Vanhuyse Modeli arasında fark yoktur.

H₁: Kartilaj greft, fasya greft timpanoplasti uygulanan çalışma grubu ve kontrol grubunu Vanhuyse Modeli arasında fark mevcuttur.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Orta Kulak Anatomisi

Orta kulak, dış ve iç kulak arasında yer alan hava dolu bir boşluktur. Timpan veya timpanik boşluk olarak da adlandırılır. Kafatasında temporal kemiğin içinde yer alan nispeten dar, uzun bir alandır. Erişkinlerde yatay düzlem boyunca 2 ila 4 mm arasında değişen bir genişliğe, yaklaşık 13 mm'lik bir dikey boyuta ve yaklaşık 2 cm³ bir hacime sahiptir (8).

Dış kulak kanalının medial ucunda bulunan timpanik membran (TM), timpanik boşluğunun sınırını oluşturur. Her iki tarafı hava ile çevrelenen insan vücudundaki eşsiz bir membrandır. Takribi 0.1 mm'lik bir kalınlığa ve 10 mm civarında bir çapa sahip olan (9) TM, pars tensa (PT) ve daha küçük pars flaksida (PF) olmak üzere iki ayrı kısma sahip ince bir zardan oluşur. TM'nin daha küçük en üstün kısmı olan PF biraz daha kalın ve daha gevşek. PT, manubrium tarafından içeri doğru çekilmiş gibi biraz konik bir şekle sahiptir, bu da PT'nin üst kısmına bağlanır. PT'de ise fibröz yapı ve fibröz anulus bulunurken daha kalın olan PF de ise bulunmaz (10).

Kemikçik olarak bilinen kulak kemikleri malleus, incus ve stapesdir. Kemikçik zinciri bu üç kemik sayesinde TM çarpan akustik enerjinin iç kulağa iletilmesini sağlar (11). Kemikçiklerin en büyüğü malleustur, 9 mm uzunluğunda ve 25 mg ağırlığındadır. Malleusun ön ve yan parçaları ön ve yan malleolar ligament ile orta kulak kavitesine bağlanma noktasını sağlar. Manubrium TM ile bağlanmaktadır. Yan parçanın TM ile bu şekilde birleşmesi, ön ve arka malleolar kıvrımları ve PF'yi meydana getirir (12). Kemikçik zincirin ortasında bulunan inkus kemikçikler arasındaki bağlantıyı sağlar. Incus, gövde, kısa ve uzun olmak üzere iki koldan oluşur. Yaklaşık olarak 30 mg ağırlığında ve uzun kolun uzunluğu 7 mm'dir. Incusun gövdesi, malleusun baş kısmı ile uzun lentikular prosesi ise stapes eklem yapar (13). En küçük kemikçik olan stapes yaklaşık olarak 4 mg ağırlığında ve 3.5 mm uzunluğundadır. Kaput, kollum, ön ve arka krus ve taban (footplate) kısımlarından oluşur. Stapesin tabanı oval pencereye oturur (14).

Orta kulakta iki küçük kas bulunmaktadır. Biri tensör timpani kası diğeri ise stapedius kasıdır. İnsan vücudunun en küçük kasları en küçük kemikçiklerine

bağlanmaktadır. Stapedius kası, vücudun en küçük çizgili kası olup kemikçiğin arkaya doğru çekilmesini sağlar. Stapes kemikçiğine tutunur ve uzunluğu 6 mm civarındadır. Stapes kası, stapedius kasıfasiyal sinir (CN VII) tarafından innerve edilir (15). Tensor timpani kası yaklaşık olarak 25 mm uzunluğundadır, malleus ve östaki tüpünün girişine yakın orta kulak kavitesi duvarı arasında uzanır. Kasılırken, timpanik mebranı içe doğru iterek mebranı gerer ve manibrumu içeri çeker. Tensör timpani kası, trigeminal sinir (CN V) tarafından innerve edilir (16).

Orta kulak boşluğu ve nazofarenks arasındaki tek iletişim olan östaki tüpünün, orta kulağadoğru posterior, lateral ve superior yönü vardır. Yetişkinlerde tüpün eksen, kafasının sagittal, frontal ve yatay düzlemlerine yaklaşık olarak 45°'dir. Östaki tüpünün uzunluğu yetişkinlerde

31 ile 44 mm arasında değişkendir. Orta kulak tarafından üçte birlik kısmı kemik, nazofarenkse açılan üçte ikilik kısmı ise kartilaj yapıdan oluşmaktadır. Östaki tüpünün hemen yakınında açılıp kapanmasında rol alan üç kas vardır levator veli palatini, tensör veli palatini ve salpingoparingeal kasıdır (17,18).

2.2. Orta Kulak Fizyolojisi

Orta kulak sayesinde TM ve iç kulak arasında mekanik bir iletim sağlanır. Kulağa hava titreşimleri olarak ulaşan ses; TM ve kemikçik zincirinde mekanik titreşimlere, ardından da sıvı dolu kokleada hareket eden bir dalgaya dönüştürülür (19). Orta kulak, TM'nın kütlesi ve esnekliğinden kaynaklı eksi sürtünme nedeniyle kaybedilen ses enerjisinin, iç kulağa ne kadar iletildiğini belirler. Sesin frekansı, TM'nın kütlesine ve esnekliğine eşit olduğunda sistem rezonanstadır. Bu rezonansta ses, kemikçik zinciri ile oval pencereye iletilir ve daha sonra perilemfe aktarılır. Bu aktarımda, havanın empedansı ile sıvının empedansı arasında akustik resistans farkı olduğundan ses enerjisinin orta kulaktan iç kulağa aktarımında yaklaşık olarak 30 dB'lık kayıp olacaktır (20). Orta kulak sistemi, sesin hava ortamından sıvı ortama geçerken ki empedans uyumsuzluğunu telafi etmek amacıyla dönüştürücü bir mekanizma işlevi görür. Bu mekanizmanın ilki TM'nın oval pencereye alan oranı avantajı, diğeri ise kaldıraç etkisidir. TM'nın yüzey alanı oval pencerenin yüzey alanından yaklaşık olarak 17 kat daha fazladır bu sayede enerji kaybı azalır.

Manibriumun, inkusun uzun kolundan 1,3 kat daha uzun olması kaldıraç etkisini oluşturur. Bu iki mekanizmanın etkileri birleştğinde yaklaşık olarak 22 dB'lık ayrıca konik kulak zarı bükülme etkisiyle de 4-5 dB'lık kazanç sağlamaktadır (9).

2.3. Kronik Otitis Media

Kronik otitis media (KOM), işitme kaybı, TM perforasyonu ve akıntı ile karakterize 2 ile 6 hafta süren orta kulağın tekrarlayan ve kalıcı inflamasyonudur (21). Sosyoekonomik düzey, kalabalıkta yaşama koşulları, tıbbi bakıma sınırlı erişim, yetersiz beslenme ve hijyen, tütün dumanına maruz kalmak KOM gelişimi ile ilişkilidir (22). Orta kulakta kalınlaşmış garanüller orta kulak mukozası, mukozalpolipler ve kolesteatom tipik bulgularındandır. Perforasyonun boyutuna, kemikçik zinciri hasarı ve kolesteatom varlığına göre yaklaşık olarak 26-60 dB işitme kaybı beklenilmektedir. Enfeksiyonun devam ettiği ve akıntının tekrar ettiği durumlarda kişilerde ilerleyici işitme kaybı meydana gelebilir. Antibiyotik tedavisi, timpanoplastive mastoidektomi ile tedavisi mümkündür (23).

2.3.1. Timpanik Membran Perforasyonu ve İşitmeye Etkisi

TM kemikçik zinciri ile birlikte yuvarlak pencereye ses aktarımında önemli bir rol oynar. Bu sistemin en yaygın bozukluklarından biri TM perforasyonudur. TM perforasyonu travma ve KOM gibi çeşitli nedenlerden kaynaklanabilir. Oval ve yuvarlak pencerelere arasındaki ses basıncının büyüklüğü ve faz farkının ortadan kalkması işitme kaybına neden olmaktadır (24). TM perforasyonları genellikle iletim tipi işitme kaybına neden olmakta ve işitme kaybı ihmal edilebilir bir düzeyde olabileceği gibi, 50 dB e kadar kayıplar görülmektedir. İşitme kaybının derecesi perforasyonun büyüklüğüne ve lokalizasyonuna bağlıdır (25). TM Perforasyonundan kaynaklı işitme kaybına neden olan diğer bir etken mastoid ve orta kulak havalanmasıdır, 4.3 ml'den daha küçük olan kulaklarda işitmenin daha kötü olduğu gözlemlenmiştir (26).

2.3.2. Timpanoplasti

Timpanoplasti, baş ve boyun cerrahisinde çeşitli greft türleriyle ve tekniklerle yaygın olarak uygulanan cerrahi işlemlerden biridir. KOM, travmatik rüptür veya ameliyat sonrası komplikasyonlara bağlı perforasyonu onarmak ve orta kulak fonksiyonunu eski haline getirmek için uygulanır (27). Modern timpanoplasti ilk olarak 1950'lerde Wullstein ve Zöllner tarafından deri greftler kullanılarak işitmeyi artıran cerrahi bir uygulama olarak geliştirilmiştir (28).

Timpanoplasti, miringoplasti ve ossiküloplastik olmak üzere iki temel işlem içerir. Miringoplasti, TM perforasyonu onarımını sağlar ve bu uygulamada orta kulak kemikçiklerine herhangi bir işlem yapılmaz. Ossiküloplastik, kemikçik zincirinin yeniden yapılandırılmasıdır (29).

Wullstein'ın yapmış olduğu sınıflamaya göre 5 tip timpanoplasti vardır, Tip 1 timpanoplasti yalnızca TM perforasyonu ele alır ve TM'i eski haline getirmek için uygulanır. Kemikçik zinciri sağlamdır. Tip 1 timpanoplastide amaç, orta kulağın kirlenmesini önlemek ve işitme kaybını düzeltmek için sağlam bir TM elde etmektir (30).

Timpanoplastide başarı oranı; hastanın cinsiyeti, yaşı, perforasyonun boyutu, operasyonun primer ya da revizyon olması, orta kulak mukozasının durumu, kolesteatom varlığı, kemikçik zincir durumu, sigara kullanımı ve kullanılan materyalin özellikleri gibi olası risk faktörlerine göre değişmektedir (31).

2.3.3. Timpanoplastide Greft Materyelleri

TM onarımında; deri, damar, periosteal, perichondrium, dura madde, kartilaj, damar ve yağ vb. gibi kullanılan sayısız greft materyali vardır. Ancak bu onarımda, temporalis fasya ve tragal kartilaj yaygın olarak kullanılmaktadır (32).

Temporalis fasya grefti ilk olarak 1960 yılında Hermann tarafından kullanılmış olup, o tarihten itibaren güçlü, dayanıklı yapısı ve temininin kolay olmasından dolayı timpanoplasti uygulamalarında hala yaygın olarak kullanılmaktadır (33). Kartilaj grefti ise, ilk olarak 1963 yılında Salen tarafından uygulanmıştır. TM'nin onarımında kartilaj grefti, uzun süre sağlam kalmasından, düşük nüks ve enfeksiyon oranıyla küçük ve

büyük perforasyonlarda fonkiyonel sonuç göstermesinden dolayı tercih edilen bir greft materyali haline gelmiştir (34).

Temporalis fasya çok tercih edilen bir greft materyalidir ve primer timpanoplasti için yaklaşık olarak % 80- 90'lık başarı oranı vardır. Fakat, fasya greft atrofik değişikliklere uğrayabilir, vaskularizasyon eksikliği, östaki tüpü disfonksiyonu, orta kulağın yetersiz havalandırılması ve orta kulak iltihabı nedeniyle başarısız sonuçlar elde edilebilir. Geniş perforasyonlarda, kolesteatomlu veya atelektezik kulaklarda başarı oranının azalması nedeniyle daha sağlam bir grefte ihtiyaç duyulmuştur (35). Temporalis fasya grefte alternatif olarak kartilaj greftlerin kullanımına ilgi artmıştır. Kartilaj greft kolay elde edilmektedir. Negatif orta kulak basıncına karşı direnç göstererek stabilitesini ve elastikiyetini korumaktadır. Orta kulak tarafından iyi tolere edilebilmesi sebebiyle tercih edilmektedir (36). Sertliği ve kalınlığı nedeniyle odyolojik açıdan tartışmalara sebep olmasına rağmen çeşitli çalışmalar işitsel sonuçların başarılı olduğunu göstermiştir (37,38).

2.4. Orta Kulak Fonksiyonlarını Değerlendiren Ölçümler

2.4.1. Akustik İmmitans

İmmitans, timpanometri ve akustik refleks ölçümlerini kapsayan genel bir terimdir. Günümüzdeki mevcut immitansetreler akustik admitansı ve alt unsurları olan akustik suseptans (B) ve akustik kondüktansı (G) ölçerler (39). İmmitans ölçümlerinin klinik kullanımının birincil mantığı, orta kulak fonksiyon bozukluklarına karşı duyarlı olmalarıdır. Ek olarak, akustik immitans prosedürü hastadan hiçbir davranışsal yanıt gerektirmez (40).

2.4.1.1. Timpanometri

Timpanometri; kliniklerde rutin olarak 1970 yılının başlarında uygulanmaya başlanmıştır. Orta kulak fonksiyonlarını değerlendirmek için hızlı ve güvenilir bir yöntemdir. TM'nın hareketliliği, kemikçik zincir dinamikleri, orta kulak basıncı, östaki tüpü işlevi hakkında bilgi sağlayan bir tekniktir (41).

Standart 220/226 Hz probe ton uyaran veren timpanometri dış kulak kanalına yerleştirilen probe ile 85 dB SPL şiddetinde uyaran verir ve ölçüm esnasında dış kulak yoluna yerleştirilen probe ile TM arasındaki hava basıncı + 200 daPa ile -400 daPa arasında değiştirilir. Bu esnada çizilen grafiğin adı timpanogramdır (42).

Timpanometrik ölçüm yapan cihazların prob, pnömatik sistem, akustik immitans ölçüm sistemi, akustik refleks aktivatör sistemi ve kayıt cihazından oluşan 5 bileşeni bulunur (43).

2.4.1.2. Timpanometrik Parametreler

ANSI (1987), standartlarının uygulanmasının ardından timpanogramlar kantitatif timpanometrik ölçümlere göre sınıflandırılmış, timpanogram tipi, statik kompians (Y_a), timpanometrik genişlik (TW), timpanogram gradienti (GR), timpanometrik tepe basıncı (TPP) ve kulak kanal hacmi en sık kullanılan parametrelerdir.

Akustik Kompians (Y_a); ses enerjisinin, TM'den ve orta kulaktan geçiş kolaylığını ifade eder (44). Sağlıklı işitmeye sahip kulaklarda 0 ± 100 daPa timpanik tepe basıncında ve 0.3- 1.5 ml arasında bulunur (45).

Timpanometrik Genişlik (TW); timpanogramın tepe noktasının yüksekliğinin yarısının genişliği olarak alınır ve daPa cinsinden ölçülür. Timpanometrik genişlik ve tepe noktasının keskinliği orta kulak patolojisinin tanısında faydalı bulunmuştur (46).

Timpanogram Gradienti (TG); timpanometrik tepe noktasının yakınındaki timpanogram şeklinin tepe keskinliğinin nicel ifadesidir. Orta kulak kompiansının tepe noktası ile ortalama değeri arasındaki fark olan bu değer daPa cinsinden ifade edilir. Gradient, iki nokta arasındaki fark olarak tanımlanmıştır. Eğrinin tepe noktasından (Y_x) 50 dapa pozitif (Y_p) veya negatif (Y_n) alana doğru gidilir. Elde edilen değerler toplanılarak tepe noktasının yüksekliğine oranlayarak bulunur. Gradient hesaplanması genellikle şu şekilde $G_{dif} = Y_x - (Y_p + Y_n)/2$ temsil edilir (47,48).

Timpanometrik Tepe Basıncı (TPP); timpanogram eğrisinin tepe noktasında meydana gelen kulak kanal basıncıdır, daPa olarak ifade edilir orta kulak boşluğundaki

basıncın bir göstergesidir. Admitansın en yüksek kaydedildiği nokta timpanik tepe basıncı (TTP) olarak adlandırılır. Admitans değeri maksimum olduğunda TM' nın iki tarafının hava basıncı eşit seviyededir ve TM esnekliğinin en yüksek olduğu basınç seviyesidir. Östaki tüpü fonksiyonu normal ise tepe basıncı 0 daPa civarında oluşur eğer orta kulak basıncı negatif (<-100 daPa) ise östaki tüpü işlev bozukluğu düşünülebilir (49,50,51).

Kulak kanalı hacmi; prob ucu ile TM arasında sıkışan havanın hacmin tahmini değeridir. Orta kulak admitansı tahmin edebilmek için timpanometri ile kulak kanal hacmi ölçülür ve toplam admitans değerinden çıkarılır. TM geçirgenliğinin minimum kabul edildiği +200 veya -400 daPa basınçta elde edilen admitans miktarıdır. Çocuklarda ortalama 0.3 ml ile 1.0 ml arasında yetişkinlerde 0.65 ml ile 1.75ml arasında değişmektedir normalde kadınlarda erkeklerden daha küçüktür (52).

2.4.1.3. Timpanogram Tipleri

Timpanometri, Liden ve Jerger'in nitel sınıflandırma yöntemini yayınlamasıyla yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır (53). Timpanogramları sınıflandırırken tepe noktası yüksekliği ve basıncı, timpanogramın şekli esas alınarak değerlendirilir. Bu sınıflandırma sistemine göre;

Tip A; orta kulak fonksiyonu normal olan hastalarda Tip A eğrileri görülür. TTP 0 ± 50 daPa ve statik komplians 0.4 – 0.6 ml'dir.

Tip B; timpanogram düzdür, tepe noktası yoktur ve statik komplians <0.25 ml dir. Dış kulak kanalındaki basınç varyansları ile TM arkasındaki sıvının basınç eşleşmediği için tepe noktası bulunamaz. Bu tip eğriler orta kulak boşluğu sıvı ile dolduğunda görülür.

Tip C; timpanogramın tepe noktası -100 daPa'dan daha düşük bir basınçta oluşur. Orta kulaktaki basınç negatif olduğundan TM daha geçirgendir.

Liden-Jerger sınıflandırmasında ayrıca çift tepe ile karakterize edilen Tip D timpanogram içerir. Daha sonra iki alt tür olan Tip Ad ve Tip As olarak adlandırılan 2 tip daha eklenmiştir.

Tip Ad: Genel olarak Tip A şablonunu korur fakat normal basınç alanında normalden daha yüksek statik komplians >1.4 ml veren timpanogramdır. Bu tür eğriler, TM perforasyonu veya orta kulak kemikçik zincirinin kopukluğuyla ilişkilendirilebilir.

Tip As: Normal orta kulak basıncını düşündüren 0 daPa'da veya yakınında aynı karakteristik piki gösterir. Ancak tepe noktası Tip A'ya göre daha düşük statik komplians 0,3 ml' den daha azdır. Tip As stapesin kısmen hareketsiz hale geldiği hastalarda sıklıkla görülür (53,54).

2.5. Multifrekans Timpanometri (MFT):

226 Hz ile 2000 Hz arasında farklı prob tonlar ile elde edilen multifrekans timpanometri, birden fazla akustik admitans bileşeninin analizine dayanan sistemdir. 1970'lerde Multifrekans timpanometri kullanılarak ilk çalışmalar yapılmıştır ancak 1990'lardan itibaren multifrekans, multikomponent timpanometri, normal otoskopik bulgularla iletim tipi işitme kayıplarının ayırıcı tanısında yararlı bir tetkik olarak kullanılmaya başlamıştır. Multifrekans timpanometri, admitans bileşenlerinin suseptans (B), konduktans (G) ve faz açısının değerlendirilmesiyle timpanometri sisteminin kütle (mass) ve sertlik (stiffness) bileşenleri arasındaki dengenin durumunu tanımlar (55).

Standart 226 Hz düşük prob ton timpanometride orta kulak sistemi sertlik etkisi altındadır. Yüksek frekanslı probe tonlar ise kütle etkisini artıran otoskleroz, kemikçik zincirinde bölgesel veya toplam disfonksiyon, orta kulak malformasyonları, primer kolestoatom, orta kulak tümörleri, osteogenesis imperfecta ve fibröz displazi gibi patolojilerin ayırıcı tanısında multifrekans timpanometri önem kazanmaktadır (42,56).

Multifrekans timpanometri ile ölçüm yapılırken ilk olarak standart 226 Hz probe ton timpanogram ve statik admittans kaydedilir. Kulak kanal basıncı +200 ile -400 daPa arasında 200 daPa/sn basınç değişikliği yapılır, daha sonra basınç düzeyi sabitlenerek 250-2000 Hz frekans aralığında peş peşe 50 Hz aralıklarla uyarın verilerek orta kulak ortalama rezonans frekansı değerleri saptanır (57).

2.5.1. Multikomponent Timpanometri

Orta kulak fonksiyonunu tanımlamak için iki yaklaşım kullanılmıştır. İmpedans-admitans. İmpedansın komponentleri resistans ve reaktanstır. Akustik resistans, sürtünme (friction) ve koklear tüketim nedeniyle orta kulak sistemi içinde dağılan ses enerjisi miktarını ifade eder. Tendonların ve bağların viskoelastik özellikleri, perilenf ve mukozanın viskozitesi ve orta kulağın dar hava geçişleri resistans oluşumuna katkı sağlar. Reaktans depolanan ve ardında orta kulak sisteminden yansıtılan enerji miktarını ifade eder. Reaktif komponentler kütle ve sertlikten oluşur. Kokleadaki kemikçikler ve perilenf, reaktansın kütle bileşenleridir. Bağlar, tendonlar, TM ve kapalı hava, sistemin sertliğine katkıda bulunur. Empedansı direkt olarak ölçmek mümkün değildir çıkarım yoluyla ulaşılması gereken somut olmayan bir niceliktir. Bu nedenle impedasın yerine tersi olan Admitans (Y) ölçülür. Admitansın ikibileşeni olan Konduktans “G” direncin karşılığı ve Suseptans “B” reaktansın tersidir (58).

Orta kulak sisteminin akustik uyarana tepkisi prob ton, sistemin bir bütün olarak tepkisi veya toplam yanıt katkıda bulunan her bileşenin yanıtı olarak ölçülebilir. Toplam yanıtın ölçümü, orta kulak sisteminin prob tona, her bir bileşenin durumu hakkında bilgi sağlamadığından genel bakış sağlar. TM normal ise, 226 Hz’de toplam yanıtın ölçümü orta kulak fonksiyonu değerlendirmek için yeterli veri sağlar. Bununla birlikte bir TM anormalliği varsa, orta kulağın gerçek durumunu kamufle eder veya maskeler (yani bir otosklerotik durum hiperflasid bir TM tarafından maskelenebilir). Bu durumda, her komponentin ölçümü, orta kulak sisteminin toplam durumuna ilişkin daha fazla ayrıntı verecektir. Bu durum özellikle 678 Hz ve üstü prob ton frekansları için geçerlidir (59).

226 Hz’lik bir prob ton frekansı ile normal orta kulak sisteminde, sertlik kontrollü sistem rol oynar. Rezistif (Konduktans) bileşenin toplam sistem yanıtına çok az katkısı bulunur. Bu nedenle suseptans toplam admitans ölçümüne çok yakın olacaktır (“Y” yaklaşık olarak “B” ye eşittir). Orta kulağın kompliansı, kanalı hacmi, 226 Hz admitans değerinde ölçmek mümkündür 226 Hz göre kalibre edilmiştir. Daha

yüksek prob ton frekans kullanıldığında, orta kulak artık sertlik kontrollü bir sistem gibi davranmaz. Kütle bileşenleri daha önemli hale gelir. Rezonansa yaklaşıldığında timpanogramda çentiklenme görülecektir bu da tanısal bilgi sağlamak için değerlidir. Yüksek prob tonlarda her komponentin etkisinin ölçümü orta kulak sisteminin durumu hakkında önemli bilgiler sağlar. Admitans bu gibi durumlarda akustik mmhos olarak ölçülür ($1 \text{ acoustic mmho} = 10^{-8} \text{ m}^3/\text{Pa.s}$) (60).

2.5.2. MultiFrekans, Multikomponent Timpanometrik Parametreler

Tanı amaçlı türetilebilecek yararlı 4 parametre şunlardır; Multifrekans Timpanometre Sınıflandırması Vanhuyse modeli, rezonans frekans (RF), 45 derecelik admitans faz açısına denk gelen frekans (F_{45°), çoklu frekanslarda statik admitans (SA) ölçümüdür.

2.5.3. Multifrekans Timpanometre Sınıflandırması Vanhuyse Modeli

Vanhuyse, başlangıçta 678 Hz’de normal kulaklarda ve çeşitli patolojilerde oluşan tepe ve çentik sayısı ile sınıflandırılmış suseptans (B) ve kondüktans (G) kaydedilen 4 timpanogram modelini açıklamak için geliştirmiş (61) olsa da, bu model daha sonra Margolis ve Goygoolea tarafından daha yüksek prob tonlarına uyarlanmıştır timpanogram şeklindeki değişiklikleri frekansın bir fonksiyonu olarak açıklamada kullanılmıştır. Sistem sertlikten, kütleyle kontrollü halde geçerken B ve G komponentleri 1B1G, 3B1G, 3B3G, 5B3G olarak adlandırılan ve bileşenlerdeki tepe ve çentiklerin sayısını gösteren bir dizi boyunca ilerler (62).

1B1G modelinde, bir B tepesi ve bir G tepesi bulunan timpanogram şeklindedir. Orta kulakta sertlik etkisi baskın olduğunda, orta kulak reaktansı dış kulak yolu resistansından daha büyük olduğunda yani admitans faz açısı 90° ve 45° arasında olduğunda ortaya çıkar. Normal kulaklarda standart düşük frekanslı timpanometri 1B1G modeli elde edilir.

3B1G modeli, B timpanogramında iki tepe noktası (maksima) bir çukur (minima) ve tek tepeli G bulunan timpanogram şeklindedir. Bu model gözlemlendiğinde orta kulakta ya sertlik ya da rezonans hakimdir ve admitans fazı 45° ile 0° arasındadır. B grafiğindeki çentik pozitif veya negatif kuyruğun üzerinde olduğunda orta kulak

sertlik etkisindedir.

3B3G modeli, B ve G grafiklerinin her biri 3 tepe noktalıdır. Orta kulakta rezonans ya da kütle etkisindedir. Admitans faz açısı 0° ile -45° arasındadır.

5B3G modeli, B grafiğinde 3 tepe noktası ve 2 çentik, G grafiği ise 2 tepe noktası ve 1 çentik bulunan timpanogram şeklindedir. Admitans faz aşaması -45 ile -90 arasındadır. Orta kulak sisteminde kütle etkisi baskındır (63,64).

2.5.4. Rezonans Frekans

Rezonans Frekans (RF), multifrekans timpanometri ile ölçülebilen en kullanışlı parametrelerdendir. Ortalama RF 950 Hz olmakla, 650 ile 1400 Hz arasında değişmektedir RF, toplam susteptansın sıfır ($\Delta B=0$), olduğu frekanstır. Orta kulak sisteminde ortalama RF değerinde sertlik ve kütle eşdeğerdir. Rezonans üzerindeki frekanslarda orta kulak kütle kontrollü sistem etkisindedir. Orta kulak patolojileri sistemin rezonans noktasını değiştirir (63). Orta kulak patolojilerinden kaynaklı olarak, RF ortalaması sağlıklı kulaklara göre daha düşük veya yüksek olabilir. Örneğin otosklerozda orta kulağın sertliği artmaktadır. Orta kulak ortalama RF değeri otoskleroz ve rheumatoid arthritis de karakteristik olarak artarken, kemikçik zincir kopukluğu atelektatik TM, efüzyonlu otitis mediada tipik olarak orta kulak RF değeri düşmektedir ve delta B (ΔB) olarak isimlendirilir (64).

2.5.5. 45 Derecelik Admitans Faz Açısına Denk Gelen Frekans (F45°)

Bu parametre, çeşitli orta kulak patolojilerinden kaynaklı olarak normal değerlerden daha düşük veya yüksek olabilir. 45° faz açısına karşılık gelen frekansın sağlıklı kulakları otosklerozlu kulaklardan ayırt etme açısından ortalama RF değerinden daha iyi bir indeks olduğu düşünülmektedir. Bu parametreler aynı zamanda B ve G timpanogram ölçülebilir. Faz açısı 45° olduğu zaman susteptans ve kondüktans eşit etki etmektedir. $\Delta B=\Delta G$ olarak ifade edilir, gösterimi $D\theta$ şeklindedir (65,66).

2.6. Timpanoplasti ve Timpanometrik Ölçümler

TM'nin yeniden şekillendirilmesinde iki amaç vardır ilki kusurlu membranın tamamen ve kalıcı olarak onarılmasını diğeryse işitmenin en üst düzeyde iyileştirilmesidir. Mekanik bakış açısına göre her iki amaçta, timpanoplasti materyali ve onun yeniden yapılandırılmış membran içindeki şekli ve konumundan etkilenir (67). Kemikçik zinciri kütlesi, TM sertliği, orta kulağı destekleyen bağlar ve tendonlar ses iletiminde doğrudan etkiye sahiptir. Orta kulak bileşenlerine yapılan cerrahi müdahaleler (mastoidektomi, timpanoplasti) ses iletim sisteminde değişikliğe sebep olur. Bu tür müdahaleler orta kulak sistemi kütle etkisini artırıp, sertliği azaltır (68).

Yetişkinlerde, +250 0tm için orta kulak sisteminde 226 Hz ile 710 Hz arasında sertlik baskındır ve 800 Hz ile 1000 Hz prob ton frekansları arasında kütle baskındır. Benzer şekilde -3000tm, 226 Hz ve 800 Hz arasında sertlik baskınken, 900 Hz ile 1000 Hz prob tonfrekansları arasında kütle baskın hale gelir (69).

Kartilaj greft, orta kulak negatif basınç değişiklikleri altında daha yüksek stabilite sağlamaktadır. Kartilaj greftle yeniden şekillendirilen membranda, artan kütle ve sertlik nedeniyle akustik transfer özellikleri değişir ve yüksek akustik empedansa neden olur. Bu değişimin sebebi, kütle yoğunluğu ve malzeme özelliklerinden kaynaklanır. Kullanılan materyalin kalınlığı, sertliği belirlemede önemli bir değişkendir (70).

Tip 1 timpanoplastinin orta kulak RF ortalamasına etkisini inceleyen çalışmada temporalis fasya grefti ve kondrotimpanoplasti (modifiye edilmiş kartilaj timponoplasti) uygulanan kişilerdeki işitme geri kazanımları, temporalis fasya greft tip 1 timponoplasti operasyonu uygulanan kişilere göre daha fazla olduğu bulunmuştur. Kartilaj ile onarılan TM ve kemikçik zincir, sistemin uyumunu iyileştirirve sistemin kütlesini artırarak oluşan sertliği ortadan kaldırdığı için daha küçükempedans ile sonuçlanır (71).

Kartilaj greft uygulamalarında, kütle ve sertlik etkisinden dolayı orta kulak hacmi ve kompliyansda azalma görülebilir. Mutlu ve arkadaşlarının (ark.) yaptığı çalışmada fasya ve kartilaj grupları işitme kazancı ve timpanometrik ölçümler bakımından benzer bulunmuştur fakat kartilaj greft kullanımı sonrası orta kulak hacimlerinde fasya greft kullanılan hastalara göre daralma bulunmuştur. Bu durumun

da kartilaj greftin fasya grefte göre daha sert bir materyal oluşundan kaynaklandığını belirtilmiştir. Fasya greftin, kompliansının daha yüksek bulunması kartilajın kütle ve sertlik etkisiyle ilişkilendirilmiştir (72).

Uzun ve ark. fasya greft ve kartilaj greft timpanoplastilerinin timpanometrik bulgularını karşılaştırdığı çalışmada statik komplians, timpanometrik genişlik, orta kulak basıncı değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Graftler, geç dönem foksiyonel işitme sonuçları bakımından karşılaştırıldığında, kartilaj grubu daha başarılı bulunmuştur. Bu bulgu, kartilaj greftin orta kulak basıncına ve yetersiz östakitüpü fonksiyonuna karşı daha dirençli olmasıyla açıklanmıştır (73).

Çallıoğlu ve ark. kelebek kartilaj timpanoplasti tekniğinin kompliansa etkisini incelediği çalışmada, timpanometrik parametrelerin, kartilaj greft uygulanan grup ve kontrol grubu arasında komplians ve orta kulak basınç değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Komplians değeri düşük bulunmuştur. Bu düşüşte materyalin kütle ve sertlikte artışa neden olmasıyla açıklanmıştır. 7 hastada Tip B, 6 hastada ise Tip A tipanogram örüntüsü bulunmuştur. Opere edilen kulaklarda, Tip B timpanogram anlamlı olarak daha sık görülmüştür (74).

Dornhoffer, kartilaj timpanoplasti ile ilgili yaptığı çalışmada operasyon sonrası TM'nin incelenmesinde odyogramın 6 ile 8 hafta sonra alınmasını önermiştir. Timpanogramda ise, kartilaj greftin sert yapısı nedeniyle çoğu durumda düşük hacimli Tip B tipanogram elde edilmiştir. Operasyon sonrası hava ve kemik iletimini kontrol etmek ve efüzyon olup olmadığını belirlemek için işitme seviyelerini kullanmak gerektiğini belirtmiştir (75).

Ortalama RF değeri, kulaktaki patolojilere göre değişiklik göstermektedir. Orta kulak effüzyonu, otoskleroz kemikçik zincir adezyonları, TM retraksiyonda RF ortalamasında artış görülürken, TM patolojisi ve otitis eksterna, seröz otitis media, kemikçik zincir kopukluğu gibi orta kulak patolojilerinde RF ortalamasında azalma görülmüştür (76).

Konukseven ve ark. timpanoplasti ve mastodektomi operasyonlarının dış ve orta kulağa etkisini araştırdıkları çalışmada, orta kulak ortalama RF değerinin kontrol grubuna kıyasla daha düşük olduğunu belirtmişlerdir (77).

Iacovou ve ark. yaptığı çalışmada ise ortalama RF değeri kondrotimpanoplasti grubunda 808 ± 458 Hz ve 628 ± 256 Hz Fasya greft grubunda ortalama RF değeri, kondrotimpanoplasti hastalarının % 73,7'sinde, fasya greft hastaların % 42,9'u normal aralıkta kalmaktadır. Ortalama RF değeri kontrol gruba kıyasla fasya greft hastalarında anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur (71).



3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları programı yüksek lisans tezi olarak yapılmıştır. Çalışmanın uygulama kısmı S.B.Ü. Dışkapı Yıldırım Beyazıt Sağlık Uygulama ve Araştırma Hastanesi KBB Kliniği Odyoloji Ünitesinde yapılmıştır. Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Etik Kurulu'ndan 2019/575 araştırma kodu ile 27.12.2019 tarihinde etik kurul izni (EK-1) alınmıştır. Çalışmaya katılan gönüllülere, yapılacak işlemlerin içeriği ve süresi anlatılarak yazılı izinleri alınmıştır (Ek 2).

3.1. Bireyler ve Cerrahi Tekniği

Çalışma 18-65 yaş arası, KOM tanısıyla timpanik membran (TM) perforasyonu olan ve kartilaj veya fasya greft kullanılarak Tip 1 timpanoplasti operasyonu uygulanmış ve sağlıklı işitme ve intakt timpanik membrana sahip gönüllülerden oluşan kontrol grubu olmak üzere üç gruptan oluşmaktadır.

Cerrahi teknik olarak; TM santral perforasyonları genel anestezi altında tragal kartilaj greft veya temporal adale fasyası kullanılarak Tip 1 timpanoplasti operasyonu ile tamir edilmiştir. Tragal kıkırdak kalınlığı yaklaşık olarak 0.5 mm'ye kadar inceltilmiş ve medial faset perikondriumdan çıkarılmıştır. Temporalis kas fasyası ise over-underlay tekniği ile uygulanmıştır.

3.1.1. Çalışma Grupları

Timpanoplasti, operasyonu sonrası en erken 3. ay KBB kontrol muayenesinde grefti başarılı olan ve çalışmaya katılmayı kabul eden 15 fasya greft ve 8 kartilaj greft tip 1 timpanoplasti operasyonu geçirmiş 23 hasta/ kulak çalışmaya dahil edilmiştir. Kartilaj greftli 8 hasta 1. grubu, fasya greftli 23 hasta 2. grubu oluşturmuştur.

Çalışmaya dahil edilme kriterleri:

- 18-65 yaş aralığında olan,
- Dış kulak yolu anatomisi testlerin yapılmasına uygun olan,
- İnaktif KOM tanısı almış ve Tip 1 timpanoplasti operasyonu geçiren,
- Preoperatif dönemde TM perforasyonu olan hastalar.

Ayrıca aşağıdaki kriterlerin herhangi birini karşılamayan ve çalışma esnasında testi tamamlayamayan bireyler çalışma dışı bırakılmıştır.

- TM perforasyonu dışında herhangi bir orta kulak patolojisi olan,
- Postoperatif muayene bulgularında perforasyon görülen,
- Tip 1 timpanoplasti operasyonu dışına çıkılan hastalar.

3.1.2. Kontrol Grubu

Herhangi bir kulak hastalığı bulunmayan kulak zarı intakt ve normal işitmeye sahip bireyler kontrol grubunu oluşturmuştur. Çalışmada toplam 39 kulağa ait veriler analiz edilmiştir.

Çalışmaya dahil edilme kriterleri:

- 18-65 yaş aralığında olan,
- İmmütansimetrik incelemede Tip A timpanogram elde etmek,
- Normal işitmeye sahip olmak (SSO hava ve kemik yolu işitme eşiklerinin 500-4000 Hz frekanslarında ≤ 15 dB olması).

3.2. Yöntem

Çalışmaya dahil edilen çalışma ve kontrol grubu bireylerin KBB muayenesi yapılarak, SSO hava ve kemik yolu ölçümleri ve 226 Hz timpanometri, multifrekans, multikomponent timpanometri ölçümleri yapılmıştır. Çalışma grubundaki bireylerin

odyolojik değerlendirmeleri postoperatif 3-6 ay aralığında yapılmıştır.

Saf Ses Odyometri

Çalışmaya dahil edilen bireylere değerlendirmeler, Industrial Acoustics Company (IAC) Inc (USA)'ın sessiz kabinlerinde Otometrics marka Madsen klinik odyometre cihazı ve TDH-39 kulaklık kullanılarak yapılmıştır. Saf ses hava yolu işitme eşikleri 125-8000 Hz aralığında belirlenmiştir. SSO kemik yolu ise 500-4000 Hz aralığında RadioEar 71 kemikyolu vibratör kullanılarak belirlenmiştir. SSO Hava yolu 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz işitme eşikleri hesaplanmıştır.

İmmitansmetri

Multifrekans multikomponent timpanometrik değerlendirme GSI Tymptar (USA) versiyon 2.0 ile gerçekleştirilmiştir. Multifrekans, multikomponent timpanometri komponentlerinin (Ya, B, G timpanogramlar) grafiksel görüntüleri ve orta kulak RF değeri kaydedilip, 226 Hz timpanometrik parametreler (statik komplians, kulak kanalı hacmi, TTP, timpanogram gradianti,) incelenmiştir. Bu değerlendirmeler kulak kanalına harici yerleştirilmiş uygun bir prob ucu (CIR 55-INSERT) kullanılarak llmştir.

3.3. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler için NCSS (Number Cruncher Statistical System) 2007 (Kaysville, Utah, USA) programı kullanıldı. Çalışma verilerini analiz etmek için tanımlayıcı istatistiksel metotların (Ortalama, Standart Sapma, Medyan, Frekans,Oran, Minimum, Maksimum) yanı sıra verilerin dağılımı Shapiro-Wilk Testi ile değerlendirilmiştir. Niceliksel verilerin normal dağılım göstermeyen üç ve üzeri grup karşılaştırmalarında Kruskal Wallis testi; iki grup karşılaştırmalarında ise Mann Whitney-U testi kullanıldı. Niteliksel verilerin arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla Chi-square analizi kullanıldı. Anlamlılık $p < 0.05$ düzeyinde değerlendirildi.

4. BULGULAR

Bu çalışmada 3 grup yer almıştır; 1. grup kartilaj greftli, 2. grup fasya greftli hastaların olduğu çalışma gruplarını oluştururken, 3. grubu ise kontrol grubunu oluşturmaktadır. Bütün bulgular bütün gruplar için üç kategori halinde sunulmuştur. İlk olarak çalışmaya katılan bireylerin tanımlayıcı özellikleri ikinci olarak, her bir grup için ve kontrol grubundaki bireylerden elde edilen SSO hava ve kemik yolu, immitansmetrik bulgulara ait tanımlayıcı istatistikler, 226-2000 Hz aralığında TTP, timpanogram gradienti, statik komplians, kulak kanal hacmi, ortalama RF değeri, betimleyici istatistik (frekans, yüzde, ortalama, minimum ve maksimum değerler ve standart sapma gibi parametreler) ve son olarak ise grupların multifrekans, multikomponent timpanometri Vanhuyse modeline ait karşılaştırmalara yer verilmiştir. Değerlendirmeler fasya greft, kartilaj greft, kontrol grupları ayrı ayrı ele alınarak gerçekleştirilmiştir.

Tablo 4.1 ve 4.2’de; çalışmaya katılan gönüllülerin gruplara ve cinsiyete göre dağılımlarının sayısı ve yüzdelik oranı gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Gruplara göre dağılım.

		n	%
Grup I	Kartilaj	8	12.9
Grup II	Fasya	15	24.2
Grup III	Kontrol	39	62.9

Katılımcıların, %62,9’u (n=39) kontrol grubunu oluştururken, %24.2’si (n=15) fasya greft ve %12.9’u (n=8) ise kartilaj greft Tip 1 timpanoplasti operasyonu geçirmiş bireylerden oluşmaktadır. Yaşları 18-65 yıl arasında yaş ortalaması ise 35.51 ± 12.96 yıl arasında dağılım gösteren toplam 62 kulak çalışmaya katılmıştır.

Tablo 4.2. Cinsiyete göre dağılımı.

Grup	Kadın n (%)	Erkek n (%)
Kartilaj	4 (%6.4)	4 (%6.5)
Fasya	10 (%16.1)	5 (%8.1)
Kontrol	28 (% 45.2)	11 (%17.7)
Toplam	42 (%67.7)	20 (%32.3)

Katılımcıların, %67.7'si (n=42) kadın gönüllüler, %32.3'ü (n=20) ise erkek gönüllülerden oluşmaktadır.

Tablo 4.3. Kartilaj ve Fasya Greft grupları ile kontrol grubu ölçümlerinin karşılaştırılması

		N	Ort±S.d	Min-Max (Medyan)	p
Komplians (ml)	Kartilaj	8	0.97±1.88	0.18-5.6 (0.3)	0.078
	Fasya	15	0.96±0.76	0.2-2.3 (0.4)	
	Kontrol	39	0.72±0.41	0.2-1.7 (0.6)	
Kulak kanal volüm (ml)	Kartilaj	8	2.1±1.6	0.9-5.7 (1,45)	0.066
	Fasya	15	1.33±0.37	0.9-2 (1.3)	
	Kontrol	39	1.18±0.36	0.3-1.9 (1,19)	
Timpanogram Gradienti (ml)	Kartilaj	8	135±99,83	30-315(150)	0.328
	Fasya	15	128±88.78	30-305 (100)	
	Kontrol	39	83.26±35.45	20-175 (82.5)	
TTP (daPa)	Kartilaj	8	70 ±104.34	-115-255 (75)	0.037*
	Fasya	15	19.33±46.21	-110-115 (25)	
	Kontrol	39	16.25±22.68	-50-95 (20)	
SSO Hava Yolu (dB)	Kartilaj	8	20.57±12.66	7-46 (16)	0.001**
	Fasya	15	19.67±8.24	10-35 (17)	
	Kontrol	39	9.25±3.25	4-18 (10)	
SSO Kemik Yolu (dB)	Kartilaj	8	11.26±7.57	5-25 (10)	0.013*
	Fasya	15	8.73±4.53	3-17 (7)	
	Kontrol	39	5.17±3.53	0-15 (5)	
RF (Hz)	Kartilaj	8	520±312.68	250-1000 (375)	0.018*
	Fasya	15	643.33±154.54	350-950 (700)	
	Kontrol	39	773.96±127.16	450-1150 (750)	

Kruskall Wallis Testi *p<0.05 **p<0.01

Fasya, kartilaj greft grupları ve kontrol grubu statik komplians değerleri istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılık göstermemektedir (p>0.05). Gruplara göre

kulak kanal hacim değeri istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılık göstermemektedir ($p>0.05$). Gruplara göre timpanogram gradienti değeri istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılık göstermemektedir ($p>0.05$). Gruplara göre TTP değeri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir ($p=0.037$; $p<0.05$). Kartilaj grubu TTP değerinin kontrol grubuna göre yüksek olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0.001$; $p<0.01$). Kartilaj, fasya ve kontrol grupları SSO hava yolu açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir ($p=0.001$; $p<0.01$). Fasya ve kartilaj grubu SSO hava yolu kontrol grubu göre yüksek olması istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0.001$; $p<0.01$). Gruplar arasında SSO kemik yolu işitme eşikleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir ($p=0.013$; $p<0.05$). Fasya ve kartilaj grubunun SSO kemik yolu değerinin kontrol grubuna göre yüksek olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0.001$; $p<0.01$). Gruplar arasında ortalama RF değeri istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılık göstermektedir ($p=0.018$; $p<0.05$). Fasya grubunun ortalama RF değerinin kontrol grubuna göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0.001$; $p<0.01$).

Tablo 4.4'te 226 Hz'de fasya, kartilaj greft grubu ve kontrol grubu timpanogram tipi sınıflandırmalarına ait Chi-Square Testi sonuçlarına yer verilmiştir.

Tablo 4.4. Gruplara göre timpanogram tipi arasındaki ilişki.

		<i>Grup</i>			p
		Kartilaj n (%)	Fasya n (%)	Kontrol n (%)	
TimpanogramTipi	<i>TİP-A</i>	7 (%87,5)	10 (%66.7)	39(%100)	0.005**
	<i>TİP-AD</i>	1 (%12.5)	3 (%20)	0 (%0)	
	<i>TİP-B</i>	0 (%0)	2 (%13.33)	0 (%0)	

Chi-Square Testi ** $p<0.01$

Grup ile tip arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ($p=0.005$; $p<0.01$). Fasya ve kartilaj greft grupları arasında anlamlı farklılık elde edilmemiştir ($p>0.05$). Farklılık kontrol grubundan kaynaklanmaktadır.

Tablo 4.5, 4.6 ve 4.7'de Vanhuyse modeline göre fasya, kartilaj greft ve kontrol grubunun 226, 678 ve 1000 Hz'de elde edilen Chi-Square test sonuçlarına ver verilmiştir.

Tablo 4.5. Grup ile 226 Hz Vanhuyse modeli arasındaki ilişki.

		Grup			p
		Kartilaj n (%)	Fasya n (%)	Kontrol n (%)	0.020*
226 B/G	1B1G	7 (%87.5)	15 (%100)	39 (%100)	
	3B3G	1 (%12.5)	0 (%0)	0 (%0)	

Chi-Square Testi ** $p < 0.01$

Grup ile 226 B/G arasında istatistiki olarak anlamlı düzeyde bir farklılık bulunmuştur ($p=0.020$; $p < 0.05$). kartilaj greft grubu ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p=0.001$; $p < 0.01$).

Tablo 4.6. Grup ile 226 Hz Vanhuyse modeli arasındaki ilişki.

		Grup			p
		Kartilaj n (%)	Fasya n (%)	Kontrol n(%)	0.189*
678 B/G	1B1G	2 (%28.57)	3 (%20)	18 (%46.25)	
	3B1G	3 (%42.85)	6 (%40)	19(%58.97)	
	3B3G	1 (%14.29)	3 (%20)	1 (%2.56)	
	5B3G	1 (%14.29)	3 (%20)	1 (%2.56))	

Chi-Square Testi ** $p < 0.01$

Grup ile 678 B/G dağılımı arasında istatistiki olarak anlamlı düzeyde bir farklılık bulunamamıştır ($p > 0.05$). Kartilaj greft uygulanan 1 kulakta Vanhuyse modeli dışında veri elde edilmiştir ve analiz dışı bırakılmıştır.

Tablo 4.7. Grup ile 1000 Hz Vanhuyse modeli arasındaki ilişki.

		Grup			p
		Kartilaj n (%)	Fasya n (%)	Kontrol n (%)	0.001**
1000 B/G	1B1G	0 (%0)	0 (%0)	3 (%7.69)	
	3B1G	0(%0)	0 (%0)	34 (% 87.18)	
	3B3G	2 (%28.57)	2 (%18.18)	0 (%0)	
	5B3G	5 (%71.43)	9 (%81.82)	2 (%5.12)	

Chi-Square Testi ** $p < 0.01$

Grup ile 1000 B/G arasında istatistiki olarak anlamlı düzeyde bir farklılık bulunmuştur ($p=0.001$; $p < 0.01$). 3B3G değerinde kontrol ile fasya ve kartilaj grubu arasında farklılık bulunmaktadır ($p=0.001$; $p < 0.01$). Kartilaj greft uygulanan 1 kulaktan ve fasya greft uygulanan 4 kulaktan Vanhuyse modeli dışında veri elde edilmiştir ve analiz dışında bırakılmıştır.

5. TARTIŞMA

Bu tez çalışması, sağlıklı kulaklar ile temporal fasya ve kartilaj greft metaryalleri kullanılan Tip 1 timpanoplasti uygulanan kulakların orta kulak fonksiyonlarını, ortalama RF değerlerini ve Vanhuyse modelini değerlendirebilmek amacıyla yapılmıştır.

Çalışmada, fasya greft, kartilaj greft ve kontrol grubu, SSO hava yolu sonuçları açısından karşılaştırılmıştır. Gruplar arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Iacovou ve ark. 2013 yılında yaptıkları literatür taramasında Tip 1 timpanoplasti yapılan 12 çalışmayı incelemiştir. Operasyon sonrası SSO hava yolu kıkırdak greft gruplarında 20.7 ± 8.6 dB ile 24 ± 9.8 dB arasında değiştiği tespit edilmiştir (78). 2014 yılında Aydemir uzmanlık tezinde 67 hastanın timpanoplasti operasyonu sonrası SSO hava yolu incelediği çalışmada 33 hastadan oluşan kartilaj greft grubunda SSO hava yolu 40.96 dB iken 34 hastadan oluşan fasya greft grubundaise 35.38 dB olarak bulmuştur (79). Shakya ve ark. 2019 yılında 35 kişi ile yaptığı çalışmada tragal kartilaj greftin uygulandığı grubunun SSO hava yolu 32.67 dB olarak bulunmuştur (80). Bu çalışmada SSO hava yolu, Fasya greft uygulanan hastaların SSO $19,67 \pm 8,24$ iken kartilaj greft uygulanan hastalarda 20.57 ± 12.66 dB ve kontrol grubunun 9.25 ± 3.25 dB bulunmuştur. Sonuçlar literatür ile uyumludur ve normal işitme kabul edilebilecek sınırlara ulaşılmıştır, ancak tamamen normal kulak seviyesine ulaşmamıştır.

Timpanometri orta kulak patolojilerini tespit etmek için kliniklerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada standart 226 Hz timpanometri ve multifrekans multikomponent timpanometri kullanılarak fasya greft ve kartilaj greft timpanoplasti uygulanan bireyler değerlendirilmiştir. Dornhoffer 2006 yılında standart 226 Hz timpanometri ile yaptığı çalışmada timpanoplasti operasyonundan 6-8 hafta sonrasında yaptığı ölçümlerde, kartilaj greftin sert yapısı nedeniyle çoğu durumda düşük orta kulak hacimli Tip B timpanogram elde etmiştir (75). Aktaş ve ark. 2001 yılında 29 olgu üzerinde yaptığı çalışmada ise 16 olguda Tip A, 13 olguda ise Tip B ve Tip C timpanogram elde etmiştir (81). Çallıoğlu ve ark. 2016 yılında kartilaj greftkullanarak yaptığı çalışmada 7 hastada Tip B, 6 hastada ise Tip A timpanogram sonucu bulunmuştur. Opere edilen kulaklarda, Tip B timpanogram anlamlı olarak daha sık

görülmüştür (74). Moore ve ark. 2002 yılında daha önce fasya greftlemesinde başarısız olan hastalarda TM'ı onarmak için fasyadan kalın triangular fossa kartilajı kullandığı revizyon timpanoplasti çalışmasında kartilaj greft kullanımının iyileşme oranını ve kronik negatif basınca karşı koruyacağı, TM'nin hareketliliğini ve işitmeyi kazancını geliştireceğini öngörmüştür. Timpanogram tipi olarak 89 hastadan %78'inde Tip A ve C timpanogram 17 hastada ise hala Tip B timpanogram elde edilmiştir ve %100 zar tutma başarısı, hastaların %98'inde 30 dB ve altı iletim tipi işitme kaybı bulunmuştur (82). 2021 yılında Qahtani 0.6 mm kartilaj greft uygulanan 26 hastada timpanometrik değerleri incelediği çalışmada hastaların %41.6 Tip As, %45.83 Tip A, B, C sınıflandırmasına uymayan modeller elde etmiştir (83). Sonuç olarak bu çalışmada; fasya, kartilaj greft uygulanan kulaklar ve kontrol grubu timpanogram tiplerinin görülme sıklığı açısından karşılaştırıldığında, sayısal farklılıklar olmakla birlikte bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Kartilaj greft uygulanan kulakların %87.5'ünde fasya greft uygulanan kulakların %66.78 Tip A timpanogram ve normatif aralıkta orta kulak basıncı bulunmuştur. Kullanılan materyal olarak fasya greft ve kartilaj greft uygulanan kulakların çoğunda Tip A timpanogram bulunmuştur ve sağlıklı kulaklarla karşılaştırmada anlamlı bir farklılık elde edilmemiştir. Kartilaj greft uygulanan kulakların %12.5'ünde Tip Ad, fasya greft uygulanan kulakların %20'sinde Tip Ad, %13'ünde Tip B timpanogram görülmüştür. Timpanogram tipi bakımından fasya greft ve kartilaj greft arasında yapılan karşılaştırmada anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Ayrıca kartilaj greftin normale kıyasla sert olmasına rağmen bütünlük ve ölçülebilir hareketlilik ile iyileştiğini göstermiş ve genel olarak literatürle uyumlu bulunmuştur.

Fasya, kartilaj greft Tip 1 timpanoplasti uygulanan kulaklar ve kontrol grubunun statik komplians, kulak kanal hacmi, TTP, timpanogram gradienti değerleri incelenmiştir. Statik komplians, kulak kanal volumü ve timpanogram gradienti açısından gruplar arası bir farklılığa rastlanılmamış, ancak gruplar arasında TTP değeri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Kartilaj greft uygulanan kulaklarda TTP değeri kontrol grubuna göre anlamlı olarak kontrol grubundan yüksek bulunmuştur. Bu sonucun kartilaj greft kullanılarak elde edilen yeni TM'nin elastikiyetinin daha az olup sert olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Uzun ve ark. 2010 yılında fasya greft ve kartilaj greft timpanoplastilerinin timpanometrik bulgularının karşılaştırıldığı çalışmada statik komplians, timpanometrik genişlik, orta kulak basıncı değerleri

arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır (73). Mutlu ve ark. 2012 yılında yaptığı çalışmada 42 hastanın, 14'üne temporal fasya greft ve 28'ine kartilaj greft uygulamıştır. Çalışma sonucunda komplians, TTP ve timpanometrik gradient açısından herhangi bir farklılık elde edilmezken, operasyondan 6 ay sonra orta kulak hacimlerinde, kartilaj greft uygulanan hastalarda, temporal fasya greft uygulanan hastalara göre daralma olduğu tespit edilmiştir. Post- op orta kulak hacmi değerleri fasya greft grubunda 1.44 ml iken kartilaj greft grubunda 1.53 ml olarak bulunmuştur (72). Qahtani ve ark. 0.6 mm kartilaj greft uygulanan 26 hastada timpanometrik değerleri incelediği çalışmada hastaların dış kulak hacim değerini Tip As modeli elde ettiği kulaklarda 1.61 ml, herhangi bir tipe uygun olmayan kulaklarda ise 0.98 ml olarak elde etmiştir (83). Bu çalışmada fasya greft kullanılan kulaklarda kulak kanal hacmi 1.33 ml iken, kartilaj greft 2.1 ml olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar literatürle uyumludur. Kartilaj greftin sertlik ve kütle etkisine bağlı olarak orta kulak hacmini azaltması olasıdır. Çallıoğlu ve ark. 2016 yılında yaptığı çalışmasında, kelebek kartilaj timpanoplasti tekniğinin, timpanometrik parametrelere etkisi incelenmiş, kartilaj greft uygulanan grup ve kontrol grubu arasında orta kulak basınç değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Komplians değeri 0.29 ml elde edilmiş ve kontrol grubuna göre düşük bulunduğu bildirilmiş. Bu azalma, materyalin kütle ve sertlikte artışa neden olmasıyla açıklanmıştır (74). Bu çalışmada ise timpanoplasti uygulanan kulaklar ve kontrol grubu arasında komplians değeri açısından anlamlı bir fark elde edilmemiştir. Fasya greft uygulanan kişilerde 0.96 ml kartilaj greft uygulanan bireylerde 0.97 elde edilmiştir. Kontrol grubunda ise 0.72 ml bulunmuştur. Fizyolojik olarak komplians değerleri 0.3 ila 1.5 ml arasında normal kabul edilmektedir. Çalışma sonuçları normatif sınırlar içerisindedir. Komplians orta kulak sistemin uyumu ve geçirgenliği anlamına gelir. Bu sonuçlara göre greftin sisteme uyum sağladığını göstermektedir.

Literatürde sağlıklı kulaklarda ortalama RF değerini inceleyen araştırmalarda; Colletti 1977'de 80 yetişkinde ortalama RF değerini 650 Hz ile 1400 Hz (84), Funasaka 1984'te 720 ile 1880 Hz (85), Morgolis ve Goycoolea 1993'te 28 yetişkinde 650 ile 1,400 Hz ortalama olarak 950 Hz (86), Hanks ve Mortensen 1997'de 53 yetişkinde 650 ile 1300 Hz arasında (87), Shanks, 800 Hz ile 1200 Hz (68), Franco-Vidal 2005'te 24 yetişkinde 926 Hz (88), Miani 2020'de 48 kulakta yaptığı çalışmada ise ortalama RF değeri 1085 Hz (Sd±244) olarak elde edilmiştir.

(89). Türkiye’de yetişkinlerde sağlıklı kulak ortalama RF değerini inceleyen çalışmalarda, Özer’in 2018 yılında 36 gönüllü ile yaptığı çalışmasında RF kontrol grubunda sağ kulakta; 906,42 Hz ve sol kulakta 863,21 Hz (90), Sezin ve ark. 2013 yılında 21 ile 46 yaş aralığında 60 yetişkinde ortalama RF değeri 999.6 ± 134.9 Hz (91), Ögüt ve ark. 2008 yılında 50 sağlıklı kulakta yaptığı çalışmada ortalama RF değeri 934.6 Hz (92), Kaya ve ark. 2020 yılında 19- 45 yaş aralığında 60 gönüllü ile yaptıkları çalışmada kadınlarda ortalama RF değeri 885.8 ± 123.5 Hz olarak belirlemişti, erkeklerde 870.3 ± 124.3 Hz olarak belirlemişlerdir (93). Bu çalışmada ise yaşları 18- 65 arasında değişen 39 yetişkin sağlıklı kulaktan elde edilen ortalama RF değeri 773.96 ± 127.16 Hz olarak elde edilmiş ve literatürle uyumlu bulunmuştur.

Literatürde timpanoplasti operasyonu geçiren kulaklarda ortalama RF değerini inceleyen çalışmalarda, Konukseven ve ark. 2020 yılında timpanoplasti ve mastodektomioperasyonlarının dış ve orta kulağa etkisini araştırdıkları çalışmada, orta kulak RF’nin kontrol grubuna kıyasla daha düşük olduğunu belirtmişlerdir (77). Iacovou ve ark. 2012 yılında yaptığı çalışmada ise ortalama RF değeri kondrotimpanoplasti grubunda 808 ± 458 Hz ve Fasya greft grubunda ortalama RF değeri 628 ± 256 Hz, kondrotimpanoplasti hastalarının %73.7’sinde, fasya greft hastaların %42,9’u normal aralıktadır. Ortalama RF değeri, kontrol gruba kıyasla fasya greft hastalarında anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur (71). Oğuztürk’ün, timpanoplasti ve mastoidektomili hastalarda dış kulak yolu ve orta kulak ortalama RF değerini incelediği çalışmasında, Timpanoplasti Tip 1 grubundaki 10 bireyin geniş bant akustik absorbans ölçümünde belirlediği ortalama RF değeri 450,00 Hz (325-1085) olarak bildirilmiştir (94). Bu çalışmada, fasya greft uygulanan grubunun ortalama RF değeri 643.33 ± 154.54 Hz iken, kartilaj greft uygulanan grubunun ortalama RF değeri 520 ± 312.68 Hz olarak bulunmuştur. Gruplara göre RF değeri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir. Timpanoplasti gibi orta kulak bileşenlerine yapılan müdahaleler orta kulak sistemi kütle etkisini artırıp sertliği azaltır (68). KOM, atelektatik TM gibi patolojiler, ortalama RF değerinde azalmaya neden olmaktadır (95). Bu çalışmada ise Tip 1 timpanoplasti uygulanan fasya ve kartilaj greft grubunun ortalama RF değeri kontrol grubuna göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ve literatürle uyumludur.

Alaerts’in bulgularına göre standart 226 Hz timpanogram orta kulağın sertlik özelliklerindeki değişikliklere duyarlı olup, orta kulağın kütlesini ayırt etmede

başarısız olabilir. Orta kulakta kütle etkisini artıran orta kulak patolojileri ortalama RF değerini azalacaktır. Orta kulak rezonansındaki bu değişiklik, düşük frekanslı prob tonu için timpanogramın şeklini etkilemez ancak yüksek frekanslı prob tonları için timpanogramın şeklini değiştirebilir (96). Bu çalışmada multifrekans timpanometri kullanılarak, ortalama RF değeri incelenmiştir. Gruplar arasında ortalama RF değeri istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılık göstermektedir ($p=0.018$; $p<0,05$). Fasya ve kartilaj greft Tip 1 timpanoplasti uygulanan kulaklarda ortalama RF değeri sağlıklı kulaklara göre düşük bulunmuştur. Literatürle birlikte değerlendirildiğinde bu bulgular orta kulaktaki değişikliklerin ayrımının daha net yapılabilmesi için ortalama RF değerinin klinik rutinde uygulanmasının gerekliliğini göstermektedir.

Literatürde TM perforasyonlarında kartilaj ve fasya greft operasyonlarından sonra ve yeni oluşan TM'nın, multifrekans multikomponent timpanometri Vanhuyse modelini değerlendiren çalışmalara rastlanmamıştır. Çalışmamızda, multikomponent timpanometri ile B ve G komponentlerinin grafik şekillerinin incelenerek değerlendirilmiştir.

226 Hz'de fasya greft uygulanan 15 kulağın 1B1G modeli, kartilaj greft uygulanan 7 kulağın 1B1G, 1 kişinin ise 3B3G modeli olarak bulunmuştur.

Margolis 1985 yılında ve Vanhuyse'nin 1975 yılında orta kulak patolojisine sahip kulaklarda yaptıkları çalışmalarda 678 Hz'de orta kulak kütle etkisindeyken 3B3G ve 5B3G modeli gözlemlenmiştir (97,62). Bu çalışmada ise, 678 Hz'de timpanoplasti uygulanan kulakların çoğunda 3B3G ve 5B3G, kontrol grubunun çoğunda ise 3B1G modeli bulunmuştur.

Raut ve ark. 2019 yılında 1000 Hz'de orta kulak patolojilerinde multikomponent timpanometrinin etkinliğini incelediği çalışmada daha önce ortakulak patolojisi geçmişi olan 26 katılımcı 36 kulak içermektedir. 13 kulakta 5B3G, 5 kulakta 3B3G, 4 kulakta 3B1G, 4 kulakta 1B1G modeli olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca 7 kulakta flat tipi timpanogram görülürken, 6 kulakta Vanhuyse modeli dışıdanormal konfigürasyonlar gözlemlenmiştir (98).

Orta kulaktaki enflamasyon; orta kulağın kütlesini artırırken, TM'daki ödem ise TM'ın sertliğinin artmasına neden olur. Bu nedenle hastalığın evresine bağlı olarak Vanhuyse modeli değişecektir. 3B3G veya 5B3G modelinde orta

kulakta sıvı olduğunugösterirken, flat tipi modelde TM'de ödemin neden olduğu sertliğin belirtisidir (62).Timpanogramda gözlenen derin çentikler, geniş çentikler, anormal suseptans değerleri orta kulakta kütle etkisinin baskın olduğu fikrini akla getirmelidir.

Çalışmamızda 1000 Hz'de fasya greft uygulanan kulaklardan oluşan grubunun %18.18'inde 3B3G, %81.82'inde 5B3G kartilaj greft uygulanan kulakların %28.57'ünde 3B3G, %71.43'inde 5B3G, kontrol grubun 3B1G modeli gözlemlenmesi bu kulaklarda orta kulakta kütle etkisinin baskın olduğu göstermiş olup, sonuçlarımız orta kulak patolojine sahip kulaklarla yapılan çalışmalar ile uyumlu bulunmuştur.

Calandruccio ve ark. 2006 yılında bebekler ve yetişlerde multifrekans timpanometri normatif değerlerini oluşturmak için yaptığı çalışmaya 33 yetişkin değerlendirilmiş, 226 Hz'de 1B1G 630 Hz'de 1B1G, 1000 Hz ağırlıklı olarak 3B1G modeline rastlanmıştır. Bu çalışmada kontrol grubunda, 226 Hz'de sağlıklı kulağının tamamında 1B1G, 678 Hz'de ağırlıklı olarak 1B1G, 3B1G rastlanmıştır. Elde edilen modeller literatürle karşılaştırıldığında ağırlıklı olarak uyumlu olduğu görülmüştür (99).

Margolis ve Goycoolea'nın 1993 yılında 23 yetişkin 56 kulakta yaptığı multifrekans timpanometri çalışmasında düşük tonlarda 1B1G modeli sıkla görülürken, 1000 Hz' de 1B1G ve 3B1G modeline yaygın olarak rastlanmıştır (86). Raut 'ın 2019 yılında yaptığı çalışmasında ise sağlıklı kulağa sahip tüm katılımcılarda 1000 Hz'de 3B1G modeline rastlanmıştır. Bu çalışmada ise; 1000 Hz'de kulakların %27.18'inde 3B1G modeline rastlanmıştır (98). Literatürdeki çalışmalarda elde edilen modellerle uyumlu olduğu görülmüştür.

Bu çalışmanın bazı limitasyonları bulunmaktadır. İlk olarak, 2019 yılı aralık ayında Çin'in Wuhan kentinde ortaya çıkan ve dünyayı etkisi altına alan pandemi nedeniyle sınırlı sayıda örneklem ile çalışılmasıdır. Diğer i ise örneklem azlığı nedeniyle sağ ve sol kulak ayrımı yapılmamasıdır.

Bu çalışmada Tip 1 timpanoplasti operasyonu ile farklı materyaller kullanılarak TM onarımı yapılan kulaklarda multifrekans ve multikomponent timpanometri kullanılarak ortalama RF değeri ve Vanhuyse modeli değerlendirilmiş, literatürde bazı yönlerden benzer çalışmalar olsa da, bu konuyu farklı boyutlarıyla ele alıp

materyallere bağılı değişimi değerlendirirken ortalama RF değeri ve Vanhuyse modelinin önemine işaret eden bir çalışma olması nedeniyle değerli bir çalışmadır. Multifrekans, multikomponent timpanometride 226, 678, 1000 Hz prob tonda B ve G komponentleri incelenmiştir. Bu değerlendirmeler klinik verioluşturması açısından oldukça önemlidir. Orta kulak patolojilerinin belirlenmesinde multikomponent timpanometrenin klinik olarak faydasını belgeleyen kanıta dayalı çalışmalara ihtiyaç vardır.

Çalışmamızda elde ettiğimiz bulgular, fasya ve kartilaj greft kullanılarak Tip1 timpanoplasti operasyonu geçiren kulaklarda ortalama RF değerinde azalma ve yüksek frekanslarda yapılan ölçümlerde çoğunlukla 3B3G ve 5B3G Vanhuyse modelielde edilmiştir. Bu bulgular ışığında, çalışma timpanoplasti operasyonu sonrasında orta kulakta kütle etkisinin baskın olduğunu destekler niteliktedir.

Genel olarak literatüre bakıldığında, yüksek frekanslar başta olmak üzere bütün frekanslarda; KOM'da, iletim tipi işitme kayıplarında, timpanoplasti sonrasında, ortalama RF değerinin normal kulaklara göre düşüş eğiliminde olduğu gözlenmiştir. Kontrol grubunun 1000 Hz'de çoğunda 1B1G ve 3B1G modeli görülürken, fasya ve kartilaj Tip 1 timpanoplasti yapılan kulakların çoğunda ise 3B3G, 5B3G modeli elde edilmiştir ve orta kulak sisteminde kütle etkisi baskın olduğu grlmştir. Düşük prob ton timpanometride orta kulak sistemi sertlik etkisi altındadır. TM normal ise, standart 226 Hz'de timpanometri orta kulak fonksiyonu değerlendirmek için yeterli veri sağlar fakat TM anormalliği varsa, orta kulağın gerçek durumu maskelenebilir. Yüksek prob ton frekansları kullanıldığında ise kütle bileşenleri daha önemli hale gelir ve sistem rezonansa yaklaştığında timpanogramda çentiklenme görülür bu da ayırıcı tanıiin önemlidir. Sonuç olarak multifrekans multikomponent timpanometri, admitans bileşenlerinin B, G ve faz açısının değerlendirilmesiyle orta kulak sisteminin kütle ve sertlik bileşenleri arasındaki ilişki hakkında detaylı ve tanısal bilgi sağlaması açışından standart 226 Hz timpanometriye göre daha avantajlıdır.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Multifrekans multikomponent timpanometri ile yapılan incelemeler uzun süredir çeşitli araştırmalarda kullanılmış ve farklı patolojik durumların orta kulağın sesi iletme fonksiyonuna etkileri yönünden araştırılmıştır. Kartilaj greft ve fasya greft kullanılarak yapılan Tip 1 timpanoplasti operasyonu sonrası 226, 678 ve 1000 Hz’de Vanhuyse modeli, ortalama RF değerleri, multifrekans multikomponent timpanometri ile değerlendirilmiştir. Çalışmamız, klinik veri oluşturması açısından önem taşımaktadır.

Tip 1 timpanoplasti uygulanan fasya, kartilaj greft ve sağlıklı işitmeye sahip kontrol grubu ile yapılan çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir.

SSO Hava yolu; 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz işitme eşiklerinin ortalama değerlerine bakıldığında, Fasya greft uygulanan hastaların 19.67 ± 8.24 dB iken kartilaj greft uygulanan hastaların 20.57 ± 12.66 dB bulunmuştur. Kontrol grubunun 9.25 ± 3.25 dB bulunmuştur. Gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır ($p=0.001$; $p<0.01$).

SSO kemik yolu; fasya greft uygulananlarda 8.73 ± 4.53 dB, kartilaj greft uygulananlarda ise 11.29 ± 7.57 dB, kontrol grubunda 5.71 ± 3.53 dB bulunmuştur. Gruplara göre SSO kemik yolu işitme istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir ($p=0.013$; $p<0.01$).

Sağlıklı işitmeye sahip 39 kulaktan oluşan kontrol grubunda timpanogram tipi gönüllülerin tamamında Tip A olarak tespit edilmiştir.

Kartilaj greft uygulanan 8 kulağın, 7’sinde Tip A ve 1 kulakta ise Tip Ad timpanogram elde edilmiştir. Fasya greft kullanılan 15 kulağın; 10’unda Tip A, 3’ünde Tip Ad, 2’sinde Tip B timpanogram elde edilmiştir.

Statik komplians değeri fasya greft kullanılan kulaklarda 0.96 ml ($Sd \pm 0.76$), kartilaj greft kullanılan kulaklarda ise 0.97 ml ($Sd \pm 1.88$) kontrol grubunda ise 0.72 ml ($Sd \pm 0.4$); olup statik komplians gruplara göre değeri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0.05$).

Kulak kanal hacim değeri fasya greft kullanılan kulaklarda 1.33 ml ($Sd\pm0.37$), kartilaj greft kullanılan kulaklarda ise 2.1 ml ($Sd\pm1.6$) olup, kontrol grubunda ise 1.6 ml ($Sd\pm1.02$), kulak kanal hacim değeri istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılık göstermemektedir ($p>0.05$).

Timpanogram Gradienti (TG) ortalama değeri, fasya greft kullanılan kulaklarda 128 ± 88.78 ml, kartilaj greft kullanılan kulaklarda ise 135 ± 99.83 ml, kontrol grubunda ise 83.26 ± 35.45 ml olup gruplara göre timpanogram gradient değeri istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılık yoktur ($p>0.05$).

TPP ortalama değeri fasya greft kullanılan kulaklarda 19.33 ± 46.21 daPa, kartilaj greft kullanılan kulaklarda ise 70 ± 104.34 daPa, kontrol grubunda 16.25 ± 22.68 daPa olup Kartilaj greft uygulanan kulaklarla TTP değeri istatistiki olarak anlamlı düzeyde kontrol grubuna göre yüksektir. ($p=0.037$; $p<0.05$).

Ortalama RF değeri bakımından fasya ve kartilaj greft Tip 1 timpanoplasti uygulanan çalışma grubu ve sağlıklı işitmeye sahip kulaklarda karşılaştırıldığında; fasya greft uygulananlarda ortalama RF değeri 643.33Hz ($Sd\pm154.54$), kartilaj greft uygulananlarda 520 Hz ($Sd\pm312.68$), kontrol grubunda ise 773.96 Hz ($Sd\pm127.16$) olarak bulunmuştur. Gruplar arasında ortalama RF değeri istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılık göstermektedir ($p=0.018$; $p<0.05$).

Vanhuyse modeli çalışma grubunda değerlendirildiğinde; 226 Hz de fasya greftleme yapılan 15 kulağın modeli 1B1G, kartilaj greftleme yapılan 7 kulağın modeli 1B1G, 1 kulağın modeli ise 3B3G olarak bulunmuştur. 678 Hz de fasya greftleme yapılan 15 kulaktan, 3'ünde 1B1G, 6'sında 3B1G, 3'ünde 3B3G, 3'ünde 5B3G, Kartilaj greftleme yapılan 7 kulaktan 2'sinde 1B1G, 3'ünde 3B1G, 1'inde 3B3G, 1'inde 5B3G, 1000 Hz 'de ise fasya greftleme yapılan 11 kulaktan 2'sinde 3B3G, 9'unda 5B3G, kartilaj greftleme yapılan 7 kulaktan 2'sinde 3B1G, 5'inde 5B3G modeli görülmüştür. Fasya ve kartilaj greft uygulanan grup ile kontrol grubu arasında istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılık vardır ($p=0.001$; $p<0.01$).

Vanhuyse modeli açıdan sağlıklı işitmeye sahip kulaklar değerlendirildiğinde 226 Hz'de kontrol grubundaki tüm kulaklarda 1B1G modeli, 678 Hz'de kulakların 18'inde 1B1G, 19'sinde 3B1G, 1'sinde 3B3G ve 1'inde 5B3G, 1000 Hz ise 3'inde 1B1G, 34'sinde 3B1G ve 2'sinde 5B3G modeli görülmüştür.

Sonuç olarak bu çalışmadan elde edilen veriler ileride yapılacak çalışmalar için bir ölçüt sağlayacaktır. Ayrıca multifrekans, multiompanent timpanometrinin önemli bileşenleri olan RF değerinin ve Vanhuyse modelinin orta kulak patolojilerin ayırıcı tanısı üzerine etkilerinin araştırılacağı çalışmalara ışık tutması beklenmektedir. Türk popülasyonunda daha büyük örneklem ile cinsiyet, sağ ve sol kulak ayrımı yapılarak değişik yaş gruplarında, alçak ve yüksek prob tonlarda multifrekans-multikomponent timpanometri orta kulak patolojilerine sahip kulaklarda ve sağlıklı kulaklarda normal değer aralıklarının belirleneceği çalışmaların alana fayda sağlayacağı düşünülmektedir.



7. KAYNAKLAR

1. Park HW, Ahn J, Kang MW, Cho YS. Postoperative change in wideband absorbance after tympanoplasty in chronic suppurative otitis media. *Auris Nasus Larynx*, 2019, 47(2):215-219. doi:10.1016/j.anl.2019.08.010.
2. Wallis S, Atkinson H, Coatesworth AP. Chronic otitis media. *Postgraduate Medicine.*, 2015, 127(4):391–395. doi:10.1080/00325481.2015.1027133.
3. Varshney S, Nangia A, Bist SS, Singh RK, Gupta, N, Bhagat S. Ossicular Chain Status in Chronic Suppurative Otitis Media in Adults. *Indian Journal of Otolaryngology and Head & Neck Surgery.*, 2010, 62(4):421–426. doi:10.1007/s12070-010- 0116-3.
4. Jain A, Samdani S, Sharma, MP, Meena V. Island cartilage vs temporalis fascia in type 1 tympanoplasty: A prospective study. *Acta Otorrinolaringológica Española*, 2018. doi:10.1016/j.otorri.2017.10.004.
5. Lai D, Li W, Xian J, Liu S. Multifrequency tympanometry in adults with otitis media with effusion. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology.*, 2008, 265(9):1021– 1025. doi:10.1007/s00405-008-0705-x.
6. Darrouzet V, Dulon D, Franco-Vidal V. Multifrequency immittancemetry in experimentally induced stapes, round window and cochlear lesions. *Audiology and Neurotology.*, 2007, 12(2): 85–100. doi:10.1159/000097795.
7. Musiek FE, Baran JA. *The Auditory System*, San Diego, Plural Publishing, 2016:49-67.
8. Yost WA. *Fundamentals of Hearing: An Introduction*, 4th ed. San Diego, Akademik Press, 2000: 30-62.
9. Hughes GB, Pensak ML. *Clinical Otology*, 3th ed New York, Thieme, 2007: 23-44.

10. Gea SLR, Decraemer WF, Funnell RWJ, Dirckx JJJ, Maier H. Tympanic membrane boundary deformations derived from static displacements observed with computerized tomography in human and gerbil. *Journal of the Association for Research in Otolaryngology*, 2009, 11(1):1–17. doi:10.1007/s10162-009-01929-9.
11. Martonos C, Damian A, Gudea A, Bud IT, Stan F. Morphological and morphometrical study of the auditory ossicles in chinchilla. *Anat Histol Embryol*. 2019, 48:340–345. doi: 10.1111/ahe.12446.
12. Luers JC, Hüttenbrink KB. Surgical anatomy and pathology of the middle ear. *Journal of Anatomy.*, 2015, 228(2):338–353. doi:10.1111/joa.12389.
13. Martin FN, Clark GJ, *Introduction to Audiology* 12nd ed. Boston, Pearson, 2015:238-272.
14. Seike JA, King WD, Drumright DG. *Anatomy & Physiology for Speech, Language, and Hearing*, 4nd ed. San Diego, Plural Publishing, 2005:441-479.
15. Moller AR. *Hearing Anatomy, Physiology and Disorders of The Auditory System*, 4nd ed. San Diego, Elsevier, 2006: 6-10.
16. Lalwani AK. *Current Diagnosis and Treatment: Otolaryngology Head and Neck Surgery* 2th ed. New York, McGraw-Hill, 2004:577-596.
17. Yoshioka S, Naito K, Fujii N, Katada K. Movement of the eustachian tube during sniffing in patients with patulous eustachian tube: evaluation using a 320-row area detector ct scanner, *Otology & Neurotology.*, 2013, 34(5):877-83. doi: 10.1097/MAO.0b013e31827d0963.
18. Dornhoffer JL, Leuwer R, Schwager K, Wenzel S. *A Practical Guide to the Eustachian Tube*, Germany, Springer 2014:2-21.
19. Zhao F, Koike T, Wang J, Sienz H, Meredith R. Finite element analysis of the middle ear transfer functions and related pathologies. *Medical Engineering & Physics.*, 2009, 31(8): 907–916. doi:10.1016/j.medengphy.2009.06.009.

20. Rich JN, Allen, ST, Rivera AL. *Middle Ear Physiology. Encyclopedia of Otolaryngology, Head and Neck Surgery*, Berlin, Springer, 2013: 1686–1688. doi:10.1007/978-3-642-23499-6_804.
21. Morris PS, Leach, AJ. Acute and chronic otitis media. *Pediatric Clinics of North America.*, 2009, 56(6): 1383–1399. doi:10.1016/j.pcl.2009.09.007.
22. Master, A., Wilkinson, E., & Wagner, R. Management of Chronic Suppurative Otitis Media and Otosclerosis in Developing Countries. *Otolaryngologic Clinics of North America.*, 2018, 51(3):593–605, doi:10.1016/j.otc.2018.01.017.
23. Acuin C. Chronic suppurative otitis media, *BMJ Clin Evid.*, 2007, PMID: 19454051.
24. Mehta RP, Rosowski JJ, Voss SE, Neil E, Merchant SN. Determinants of Hearing Loss in Perforations of the Tympanic Membrane. *Otology & Neurotology.*, 2006, 27(2):136–143. doi:10.1097/01.mao.0000176177.17636.53.
25. Rösli C, Sim JH, Chatzimichalis M, Huber AM. How does closure of tympanic membrane perforations affect hearing and middle ear mechanics an evaluation in a patient cohort and temporal bone models, *Otology & Neurotology.*, 2012, 33(3):371–378. doi:10.1097/mao.0b013e31824296ee.
26. Casale G, Shaffrey E, Kesser BW. Correlation between hearing loss and middle ear volume in patients with a tympanic membrane perforation, *The Laryngoscope*, 2019, 1-5. doi:10.1002/lary.28107.
27. Alzhrani F, Aldueb R, Alosaimi K, Islam T, Almuhawwas F, Alsanosi A. Safety of tympanoplasty and ossiculoplasty performed by otorhinolaryngology trainees. *J Laryngol Otol.*, 2020:1–6. doi.org/10.1017/ S0022215120000584.
28. Malhotra, M., Malhotra, R., Varshney, S., Priya, M., Bhardwaj, A., Tyagi, A., Gupta, S. (2020). A Historical Review of Indian Perspectives on Techniques of Tympanoplasty. *International Journal of Otolaryngology*, 2020, 1–6. doi:10.1155/2020/1408270.

29. Haberman RS. *Middle Ear and Mastoid Surgery*, 7th ed. New York, Thieme, 2004:5-22.
30. Wullstein H. Results of Tympanoplasty. *Archives of Otolaryngology - Head and Neck Surgery*, 1960, 71(3):478–485.
31. Yung M, Vivekanandan S, Smith P. Randomized Study Comparing Fascia and Cartilage Grafts in Myringoplasty. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*, 2011, 120(8):535–541. doi:10.1177/000348941112000808.
32. Barron C, Lukens J, Niermeyer W, Onwuka A, Chiang T, Elmaraghy C. Investigation of Novel Grafts in Use for Pediatric Tympanoplasty. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*, 2019. doi:10.1177/0003489419862575.
33. Jiang Z, Lou Z. Impact of the nature of the temporalis fascia graft on the outcome of type I underlay tympanoplasty. *The Journal of Laryngology & Otolaryngology*, 2017, 131(06):472–475. doi:10.1017/s0022215117000615.
34. Cabra J, Monux A. Efficacy of cartilage palisade tympanoplasty: Randomized controlled trial. *Otol Neurotol*, 2010, 31:589–95. doi:10.1097/MAO.0b013e3181dbb35e.
35. Kolehkekatt AA, Al Abri R, Al Zaabi K, Al Marhoobi N, Jose S, Pillai S, Mathew J. Cartilage rim augmented fascia tympanoplasty: a more effective composite graft model than temporalis fascia tympanoplasty, *The Journal of Laryngology & Otolaryngology*, 2018, 132(06): 497–504. doi:10.1017/s0022215118000762.
36. Arriaga MA. Cartilage tympanoplasty: classifications of methods—techniques—results, *Otol Neurotol*, 2010, 31:861–1012. doi:10.1097/MAO.0b013e3181e40a89.
37. Gerber MJ, Mason JC, Lempert PR. Hearing results after primary cartilage tympanoplasty. *Laryngoscope*, 2000, 110:1994–1999.

38. Dornhoffer J. Cartilage tympanoplasty: indications, techniques and outcomes in 1000 patient series. *Laryngoscope*.,2003, 113:1844–1856.
39. Lilly, D. ‘The Evolution of Aural Acoustic-Immittance Measurements, *ASHA Leader*., 2005, 10(5): 6, 24.
40. Wiley TL, Fowler CG. *Acoustic Immittance Measures in Clinical Audiology: A Primer*, , , 1st ed. California, Singular Publishing Group 1997: 10-20.
41. Danesh AA, Shahnaz, N, Hall JW. The Audiology of Otosclerosis. *Otolaryngologic Clinics of North America*., 2018, 51(2):327–342. doi:10.1016/j.otc.2017.11.007.
42. Lilly DJ. Multiple frequency, multiple component tympanometry. *Ear and Hearing*., 1984, 5(5):300–308. doi:10.1097/00003446-198409000-00007.
43. Shanks JE. Tympanometry, *American Speech- Language-Hearing Association (ASHA)*, 1988, 53: 354-377.
44. Kompis M, Hohl A, Seifert E, Blaser D, Wimmer W, Caversaccio M. Voluntary increase of acoustic middle ear impedances with simultaneous sound attenuation associated with mild hyperacusis (VIMH), *Acta Oto-Laryngologica*., 2019, 1–6. doi:10.1080/00016489.2018.1563720.
45. Niemczyk E, Lachowska M, Tataj E. Wideband acoustic immittance – Absorbance measurements in ears after stapes surgery, *Auris Nasus Larynx*., 2020, 47(6):909-923, doi.org/10.1016/j.anl.2020.04.011.
46. Hunter LL, Shahnaz N. *Acoustic Immittance Measures Basic and AdvancePractice*, 1st. San Diego, Plural Publishing, 2014.
47. Koebse KA, Margolis RH. Tympanometric gradient measured from normal preschool children, *Audiology*., 1986, 25:149-157.
48. Jonge R. Normal tympanometric gradient: comparison of three methods. *Audiology*., 1986, 25(4-5):299-308. doi: 10.3109/00206098609078394.

49. Prieve BA, Calandruccio L, Fitzgerald T, Mazevski A, Georgantas LM. Changes in transient-evoked otoacoustic emission levels with negative tympanometric peak pressure in infants and toddlers, *Ear and Hearing.*, 2008, 29(4):533–542. doi: 10.1097/AUD.0b013e3181731e3e.
50. Aithal S, Aithal V, Kei J, Anderson S, Liebenberg S. Eustachian tube dysfunction and wideband absorbance measurements at tympanometric peak pressure and 0 dapa. *Journal of the American Academy of Audiology.*, 2019, 30(9):781–791.
51. Sichel J, Priner Y, Barshtein G, Weiss S. Characteristic of the type B tympanogram can predict the magnitude of the air- bone gap in otitis media with effusion, *The Annals of Otology, Rhinology & Laryngology.*, 2003, 112(5):450-454.
52. Gelfand SA., *Essentials of Audiology*, 4nd ed. New York, Thieme, 2001: 226-236..
53. Luers JC, Hüttenbrink KB. Surgical anatomy and pathology of the middle ear, *Journal of Anatomy.*, 2015, 228(2):33–353. doi:10.1111/joa.12389.
54. Alencar APT, Iório MCM, Morales DS. Equivalent volume: study in subjects with chronic otitis media, *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology.*, 2005, 71(5): 644– 648.
55. Tamae A, Ishizu K, Yoshida T, Kubo K, Matsumoto N, Yasui T, et al. Evaluation of the Effects of Chronic Kidney Disease and Hemodialysis on the Inner Ear Using Multifrequency Tympanometry. *J Int Adv Otol.*, 2018, 14(3): 447-50.
56. Shahnaz N, Polka L. Standard and Multifrequency Tympanometry in Normal and Otosclerotic Ears. *Ear and Hearing.*, 1997, 18(4):326–341. doi:10.1097/00003446-199708000-00007.
57. Valvik BR, Johnsen, M, Laukli E. Multifrequency tympanometry: preliminary experiences with a commercially available middle-ear analyzer, *International Journal of Audiology.*, 1994, 33(5):245–252. doi:10.3109/00206099409071884.

58. Van Camp K, Raman E, Creten W. Two component versus admittance tympanometry, *Audiology.*, 1976, 15(2):120-7. doi: 10.3109/00206097609071768.
59. Van Camp K, Creten W, Van de Heyning P, Decraemer W, Vanpeperstraete P. A search for the most suitable Immittance components and probe tone frequency in tympanometry, *Scand Audiol.*, 1983, 12(1):27-34. doi: 10.3109/01050398309076221.
60. Grason-Stadler, GSI TympStar Version Middle-Ear Analyzer Reference Instruction Manual, Denmark, 2011, 4:7-8.
61. Wilson RH, Shanks JE, Kaplan SK. Tympanometric changes at 226 Hz and 678 Hz across 10 trials and for two directions of ear canal pressure change, *Journal of Speech Language and Hearing Research.*, 1984, 27(2):257. doi:10.1044/jshr.2702.257.
62. Vanhuyse VJ, Creten, WL, Van Camp KJ. On the w-notching of tympanograms, *Scandinavian Audiology.*, 1975, 4(1):45–50. doi:10.3109/01050397509075014.
63. Kökten, N., Eğilmez, O.K.: Geniş band ve multifrekans timpanometri, *Türkiye Klinikleri.-Special Topics*, 2015, 8(2):26-31.
64. Iacovou E, Vlastarakos PV, Ferekidis E, Nikolopoulos TP. Multi- frequency tympanometry: clinical applications for the assessment of the middle ear status. *Indian Journal of Otolaryngology and Head & Neck Surgery*, 2012, 65(3):283–287. doi:10.1007/s12070-011-0470-9.
65. Shahnaz N. Multi-frequency tympanometry immittance principles, *Hearing and Hearing Disorders:Research and Diagnostics.*, 2007, 6:2-12. doi.org/10.1044/hhd11.1.2.
66. Kontrogianni A, Ferekidis E, Ntouniadakis E, Psarommatis I, Apostolopoulos N, Adamopoulos G. Multiple-frequency tympanometry in children with otitis media with effusion, *Otorhinolaryngol Relat Spec.*, 1996, 58(2): 78–81. doi:10.1159/000276803.

67. Eldaebes MMAS, Landry TG, Bance ML. Effects of Cartilage Overlay on the Tympanic Membrane. *Otology & Neurotology*, 2018, 39(8):995–1004. doi:10.1097/mao.0000000000001888.
68. Shanks JE. Tympanometry. *Ear and Hearing*., 1984, 5(5):268–280. doi:10.1097/00003446-198409000-00003.
69. Shahnaz, N, Miranda, T, Polka L. Multifrequency tympanometry in neonatal intensive care unit and well babies, *Journal of the American Academy of Audiology*., 2008, 19(5):392–418. doi:10.3766/jaaa.19.5.3.
70. Mürbe D, Zahnert T, Bornitz M, Hüttenbrink KB. Acoustic properties of different cartilage reconstruction techniques of the tympanic membrane, *The Laryngoscope*., 2002, 112(10):1769–1776. doi:10.1097/00005537-200210000-00012.
71. Iacovou E. Effect of the type I tympanoplasty on the resonant frequency of the middle ear: comparison between chondrotympanoplasty and temporalis fascia grafting, *J Otolaryngol Head Neck Surg*., 2012, 41(1):14-19.
72. Mutlu Ö, Okuyucu Ş, Gümüş R, Gözel S. Timpanoplastide tragal kıkırdak ada ve temporal kas fasya greft sonuçları, *Journal of Medical Updates*., 2012, 2(3):114-119. doi: 10.2399/jmu.2012003005.
73. Uzun C, Cayé-Thomasen P, Andersen J, Tos M. A tympanometric comparison of tympanoplasty with cartilage palisades or fascia after surgery for tensor cholesteatoma in children, *The Laryngoscope*., 2003, 113(10):1751–7 doi:10.1097/00005537-200310000-00017.
74. Callioglu E, Tuzuner, Demirci S, Bercin AS, Oguzhan T, Korkmaz MH. The effect of inlay butterfly cartilage tympanoplasty technique on compliance, *Acta Oto-Laryngologica*, 2016, 136(7):669–672. doi:10.3109/00016489.2016.1153809.
75. Dornhoffer JL. Cartilage Tympanoplasty. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 2006, 39(6): 1161–1176. doi:10.1016/j.otc.2006.08.006.

76. Norrix LW, Burgan B, Ramirez N, Velenovsky DS. Interaural multiple frequency tympanometry measures: clinical utility for unilateral conductive hearing loss, *Journal of the American Academy of Audiology.*, 2013, 24(3):231–240. doi:10.3766/jaaa.24.3.8.
77. Konukseven O, Kaya Ş, Oguzturk S, Gezgin B. External and middle ear resonance frequency of fourty patients with tympanoplasty and mastoidectomy, *Clinical Otolaryngoly.*, 2020, 45(4):622-625. doi: 10.1111/coa.13546.
78. Iacovou E, Vlastarakos PV, Papacharalampous G, Kyrodimos E, Nikolopoulos TP. Is cartilage better than temporalis muscle fascia in type I tympanoplasty Implications for current surgical practice, *Eur. Arch. Otorhinolaryngol*, 2013, 270(11): 2803-13.
79. Aydemir S. Geniş kulak zarı perforasyonlarında temporal fasya ve kıkırdak greft ile yapılan timpanoplasti sonuçlarının karşılaştırılması, Tıp Fakültesi, Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Ana Bilim Dalı, Tıpta Uzmanlık Tezi, Kayseri: Erciyes Üniversitesi, 2014.
80. Shakya D, KC A, Nepal A. A comparative study of endoscopic versus microscopic cartilage type ı tympanoplasty, *International Archives of Otorhinolaryngology.*, 2019, 24(01): e19–e24. doi:10.1055/s-0039-1693139.
81. Aktaş D, Miman MC, Özturan O. Timpanoplasti sonuçlarının odyolojik değerlendirmesinde timpanometrinin yeri. *Türkiye Klinikleri KBB Dergisi.*, 2001, 1(3):141-7.
82. Moore GF. Revision tympanoplasty utilizing fossa triangularis cartilage. *The Laryngoscope.*, 2002, 112(9):1543–1554. doi:10.1097/00005537-200209000-00003.
83. Al Qahtani B, Al Tuwaijri M, Al Tamimi F, Al Majed A, Wasi M, Al Jabber A. Tympanometric patterns in patients undergoing cartilage tympanoplasty of 0.6 mm thickness. *Indian J Otol* 2015;21:233-7.
84. Colletti V. Multifrequency Tympanometry. *International Journal of Audiology.*, 1977, 16(4): 278–287. doi:10.3109/00206097709071839.

85. Funasaka S, Funai H, Kumakawa K. Sweep-frequency tympanometry its development and diagnostic value, *Audiology.*, 1984, 23,:366-79.
86. Margolis RH, Goycoolea HG. Multifrequency tympanometry in normal adults. *Ear and Hearing.*, 1993, 14(6):408–413. doi:10.1097/00003446-199312000-00006.
87. Hanks WD, Mortensen AB. Multifrequency tympanometry: effects of ear canal volume compensation on middle ear resonance. *Journal of the American Academy of Audiology.*, 1997, 8(1):53-8.
88. Franco-Vidal V, Legarlantezec C, Blanchet H, Convert C, Torti F, Darrouzet V. Multifrequency admittanceometry in meniere’s disease: a preliminary study for a new diagnostic test. *Otology & Neurotology.*, 2005, 26(4):723– 727. doi:10.1097/01.mao.0000178136.81729.7c.
89. Miani C, Bergamin AM., Barotti A, Isola M. Multifrequencymulticomponent tympanometry in normal and otosclerotic ears. *Scandinavian Audiology.*, 2000, 29(4), 225–237. doi:10.1080/010503900750022853.
90. Özer F., Nefesli Çalgı Çalan Sanatçılarda Orta Kulak Fonksiyonlarının Değerlendirilmesi, , Sağlık Bilimleri Enstitüsü Kulak Boğaz Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Başkent Üniversitesi, 2018.
91. Sezin RK, Hizal E, Erbek S, Ozluoğlu LN. Normative values of middle ear resonance frequency in normal hearing adults, *Kulak Burun Bogaz Ihtisas Dergisi.*, 2013, 23: 331-5.
92. Ogut F, Serbetcioglu B, Kirazli T, Kirkim G, Gode S. Results of multiple-frequency tympanometry measures in normal and otosclerotic middle ears. *International Journal of Audiology.*, 2008, 47(10): 615–620. doi:10.1080/14992020802178656.
93. Kaya S, Karabulut M, Keseroğlu K, Dağlı D, Er S, Korkmaz MH. Sağlıklı Yetişkinlerde Multi-Frekans Timpanometri ve Orta Kulak Rezonans Frekansı: Klinik Normatif Değerleri, *KBB-Forum.*, 2020, 19(1): 27-33.

94. Oğuztürk S. Timpanoplasti ve mastoidektomili hastalarda dış kulak yolu ve orta kulak rezonans frekansı, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Odyoloji Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Konya: Karatay Üniversitesi, 2017.
95. Ferekidis E, Vlachou S, Douniadaakis D, Apostolopoulos N, Adamopoulos G. Multiple-frequency tympanometry in children with acute otitis media. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery.*, 1999, 121(6):797–801. doi:10.1053/hn.1999.v121.a91893.
96. Alaerts J, Luts H, Wouters J. Evaluation of middle ear function in young children, *Otology & Neurotology.*, 2007 28(6), 727–732.
97. Margolis, RH, Van Camp KJ, Wilson RH, Creten, WL. Multifrequency Tympanometry in Normal Ears. *International Journal of Audiology*, 1985, 24(1):44–53. doi:10.3109/00206098509070096.
98. Raut M, Vanaja, CS. Efficacy of multicomponent tympanometry in identifying middle ear disorder Indian Journal of Otolaryngology and Head & Neck Surgery. 2019, doi:10.1007/s12070-018-1564-4.
99. Calandruccio, L., Fitzgerald TS, Prieve BA. Normative Multifrequency Tympanometry in Infants and Toddlers. *Journal of the American Academy of Audiology*, 2006, 17(7):470–480. doi:10.3766/jaaa.17.7.