



1993

T.C.

**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ**

**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KULAK BURUN BOĞAZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI**

**ODYOLOJİ TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**NEFESLİ ÇALGI ÇALAN SANATÇILARDA ORTA KULAK**

**FONKSİYONLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Dr. FULYA ÖZER**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ANKARA**

**2018**





1993

T.C.

**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ**

**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KULAK BURUN BOĞAZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI**

**ODYOLOJİ TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**NEFESLİ ÇALGI ÇALAN SANATÇILARDA ORTA KULAK**

**FONKSİYONLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Dr. FULYA ÖZER**

**TEZ DANIŞMANI**

**Prof. Dr. Levent N. Özlüoğlu**

**ANKARA**

**2018**

T.C  
BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Odyoloji Tezli Yüksek Lisans Programı çerçevesinde Fulya Özer tarafından yürütülmüş olan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 03/01/2018

Tez Konusu: "Nefesli Çalgı Çalan Sanatçılarda Orta Kulak Fonksiyonlarının Değerlendirilmesi"

TEZ DANIŞMANI: Prof. Dr. Levent N. ÖZLÜOĞLU

**TEZ JÜRİSİ ÜYELERİ**

Prof. Dr. Levent N. Özlüoğlu  
Prof. Dr. Selim Sermed Erbek  
Doç. Dr. Bülent Gündüz

Başkent Üniversitesi  
Başkent Üniversitesi  
Gazi Üniversitesi



**ONAY:** Bu tez, Başkent Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulunun 16/01/2018 tarih ve 24 Karar Sayısı ile kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Rengin ERDAL  
Enstitü Müdürü



BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
YÜKSEK LİSANS / DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: 02 / 01 / 2018

Öğrencinin Adı, Soyadı : FULYA ÖZER

Öğrencinin Numarası : 21510172

Anabilim Dalı : KULAK BURUN BOĞAZ ANABİLİM DALI

Programı : ODYOLOJİ TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

Danışmanın Unvanı/Adı, Soyadı : PROF. DR. LEVENT N. ÖZLÜOĞLU

Tez Başlığı : NEFESLİ ÇALGI ÇALAN SANATÇILARDA ORTA KULAK  
FONKSİYONLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Yukarıda başlığı belirtilen Yüksek Lisans/Doktora tez çalışmamın; Giriş, Ana Bölümler ve Sonuç Bölümünden oluşan, toplam 77 sayfalık kısmına ilişkin, 02 / 01/ 2018 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından "Turnitin" adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezin benzerlik oranı % 12'dir.

Uygulanan filtrelemeler:

1. Kaynakça hariç
2. Alıntılar hariç
3. Beş (5) kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

"Başkent Üniversitesi Enstitüleri Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Usul ve Esasları" inceledim ve bu uygulama esaslarında belirtilen azami benzerlik oranlarına tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Öğrenci İmzası:

Onay

03 / 01 / 2018

Öğrenci Danışmanı Unvan, Ad., Soyad,

Prof. Dr. Levent N. ÖZLÜOĞLU

## TEŞEKKÜR

Başkent Üniversitesi Kulak Burun Boğaz ailesine katılmamı sağlayan ve otoloji-nörootoloji alanına yönelmemde çok büyük katkıları olan sevgili hocam Prof. Dr. Levent N. Özlüoğlu'na;

Odyoloji yüksek lisans eğitimi almama izin veren ve desteğini esirgemeyen Başkent Üniversitesi Adana Dr. Turgut Noyan Hastanesi Merkez Müdürü Prof.Dr. Ali Fuat Yapar'a;

Otoloji alanında uzmanlık sonrası cerrahi tekniğimin gelişmesinde çok büyük emekleri olan sevgili hocalarım Prof. Dr. İsmail Yılmaz ve Doç. Dr. Haluk Yavuz'a;

Odyoloji eğitimi almaya beni cesaretlendiren, yüksek lisans eğitimim boyunca ve tez hazırlama aşamasında her türlü desteğini hissettiğim çok sevgili hocam Prof. Dr. Seyra Erbek'e;

Öğrencilerine sıcacık yüreği ile şefkat gösterip destek olan Sağlık Bilimleri Enstitüsü müdürü Prof. Dr. Rengin Erdal ve enstitü sekreteri Berrin Öztürk Öngüner'e;

Biyoistatistiği yapabilecek kadar bana istatistiği öğreten ve sevdiren sevgili hocam Prof. Dr. Mehtap Akçil'e ve Başkent Üniversitesi Adana Dr. Turgut Noyan Hastanesi biyoistatistik sorumlusu Çağla Sarıtürk'e;

Tez çalışmamın teknik kısmında yardımcı olan odyometrist Gamze Özer ve biyomedikal teknisyeni Erdal Güngör'e;

Orkestra üyelerinin çalışmaya tam katılımlarını sağlayarak çalışmamı kısa sürede tamamlamamı sağlayan Çukurova Devlet Senfoni Orkestrası müdürü korno sanatçısı Artunç Çoruh' a ve müdür yardımcısı fagot sanatçısı Eray İnal'a;

Çalgı bilgisi konusunda bilgilerinden ve kütüphanesinden yararlandığım Çukurova Üniversitesi Devlet Konservatuvarı Nefesli ve Vurmalı Çalgılar Anasanat Dalı başkanı Öğr.Gör. Figen Nisanoğlu'na;

Yüksek lisans eğitimim boyunca daima yanımda olan, beni yüreklendiren ve bütün akademik yazılarımın olduğu gibi tezimin de ilk okumasını yapan sevgili eşim Dr. Cem Özer'e ve akademik hayatım boyunca sabır ve sevgisini hep hissettiğim sevgili kızım Rana'ya teşekkürü bir borç bilirim.

## ÖZET

**Özer F. Nefesli Çalgı Çalan Sanatçılarda Orta Kulak Fonksiyonlarının Değerlendirilmesi, Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Klinik Odyoloji Programı Yüksek Lisans Tezi, 2017.**

**AMAÇ:** Bu çalışmanın amacı, nefesli çalgı çalan sanatçılarda normal bireylere göre orta kulak ve östaki tüpü fonksiyonlarının durumunu değerlendirmek ve nefesli çalgının orta kulak rezonant frekansındaki etkisini inceleyebilmektir.

**GEREÇ ve YÖNTEM:** Çalışma, Çukurova Devlet Senfoni orkestrası'nın nefesli çalgı çalan sanatçılardan gönüllü olarak çalışmaya katılan 28 sanatçı (56 kulak) ve kontrol grubu olarak 34 gönüllü (68 kulak) üzerinde gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların saf ses odyometri ile konuşma (0.5,1,2 kHz) ve yüksek frekans (4,6,8 kHz) saf ses ortalama eşikleri, 226 Hz alçak prob tone immitansmetrede timpanometrik tepe basıncı (TPP), timpanometrik gradient (TG), statik komplians, akustik refleks ve otomatik olarak östaki fonksiyon testi ile östaki tüpü patent durumuna bakılmıştır. Tüm katılımcılara multifrekans timpanometri yapılarak rezonant frekans ( RF) değerleri elde edilmiş; çalışma grubunun performans öncesi ve sonrası RF değerleri ayrıca kaydedilmiştir.

**BULGULAR:** Çalışma grubunda yüksek frekans saf ses ortalamaları anlamlı olarak yüksek bulunmuş ve akustik refleksin alınamaması daha sık olarak gözlenmiş ve anlamlı bulunmuştur ( $p=0.005$ ). TPP ve TG ortanca değerleri için çalışma grubunda istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılık vardır ( $p=0.000$ ,  $p=0.031$ ). Östaki tüpünün patent olma durumu açısından gruplarda tüm kulaklar değerlendirildiğinde istatistiksel olarak çalışma grubunda fark gözlenmiştir ( $p=0.048$ ). Tahta üflemeli çalgı çalan sanatçılarda östaki disfonksiyonu bakır üflemeli sanatçılara ve kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha fazla görülmüştür ( $p=0.029$ ). Çalışma grubunda tüm kulakların performans

öncesi RF ortalama değeri 925 Hz (SD±237,6); performans sonrası RF 1020 Hz (SD±249,6) olarak hesaplanmıştır. Performans öncesi ve sonrası elde edilen RF ortalama değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmuştur (p=0.004). Bu farkın tahta üflemeli çalgı çalanlarda daha belirgin olduğu tespit edilmiştir.

RF değerleri açısından çalışma ve kontrol grubu karşılaştırıldığında; çalışma grubunda sağ kulak RF değeri 998,92 Hz (SD±254,05), sol kulakta ise 1041,07 Hz (SD±247,97); kontrol grubunda sağda; 906,42 Hz (SD±175,10) ve solda 863,21 Hz (SD± 139,28) olup, sol kulak açısından iki grup arasında istatistiksel olarak fark bulunmuştur (p=0.03).

**SONUÇ:** Bu çalışma, orkestrada nefesli çalgı çalan sanatçıların orta kulak fonksiyonlarını inceleyen ilk çalışma özelliğine sahiptir. Nefesli çalgı çalan sanatçılarda orta kulak fonksiyonları değerlendirilmiş; östaki disfonksiyonunun daha belirgin olduğu ve rösanant frekansının performans öncesine ve kontrol grubuna göre daha yüksek elde edildiği gözlenmiştir. Bu farklılığın çok daha fazla belirgin olduğu tahta üflemeli çalgı çalan sanatçılar için birtakım koruyucu tedbirler geliştirilmelidir. Bu çalışma, daha geniş bir seride, multifrekans timpanometrinin niteleyici komponentlerini içeren ve sonotubometri gibi geçerliliği yüksek bir östaki fonksiyon testinin kullanılacağı bir çalışmanın ön çalışmasıdır.

**ANAHTAR KELİMELER:** orkestra, nefesli çalgı, orta kulak, östaki tüpü, multifrekans timpanometri

Bu çalışma Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu tarafından onaylanmış (Proje noKA17/137) ve Başkent Üniversitesi Araştırma Fonunca desteklenmiştir.



## ABSTRACT

**Özer F. Evaluation of the middle ear functions in wind instruments performers, Baskent University Health Science Institute, Graduate Thesis of the Clinical Audiology Programme, 2017**

**AIM:** The purpose of this study is to evaluate the state of the middle ear and the Eustachian tube functions according to normal individuals, and to be able to examine the effect of wind instrument on the resonant frequency of the middle ear.

**MATERIAL AND METHODS:** The study was carried out on 28 volunteers (56 ears) of wind instruments performers from Çukurova State Symphony Orchestra as a study group and 34 volunteers (68 ears) as a control group. Pure tone audiometry of the participants' were obtained and conversation (0.5, 1, 2 kHz) and high frequency (4,6,8 kHz) pure tone mean thresholds were noted. Tympanometric peak pressure (TPP) in 226 Hz low probe tone immitansmeter, tympanometric gradient, static compliance, acoustical reflex, and patency of the eustachian tube were examined in both groups. Multifrequency tympanometry was performed on all participants to obtain resonance frequency (RF) values. The RF values of the study group before and after performance were also recorded.

**RESULTS:** High frequency (4,6,8 kHz) pure tone mean thresholds were observed as statistically high in the study group. Absence of acoustic reflex was observed more frequently in the study group and was found to be statistically significant ( $p = 0.005$ ). There was a statistically significant difference in the TPP and TG median values in the study group ( $p = 0.000$ ,  $p = 0.031$ ). When all the ears were evaluated in both groups in terms of patentability of the Eustachian tube, there was a statistically significant difference in the study group ( $p = 0.048$ ). In the artists who played the wooden wind instrument, the Eustachian tube dysfunction was seen significantly more compared to the copper blow artist and control group

( $p = 0.029$ ). In the study group, pre-performance RF mean value of all ears was 925 (SD  $\pm$  237.6); post-performance RF was 1020 (SD  $\pm$  249.6). A significant difference was found between RF mean values obtained before and after performance ( $p = 0.004$ ). This difference was found to be more evident in the wooden wind instrument performers.

When the study and control groups were compared in terms of RF values; the right RF value was 998,92 Hz (SD $\pm$ 254,05) and left RF value was 1041,07 Hz (SD $\pm$ 247,97) in the working group; right RF value was 906,42 Hz (SD $\pm$ 175,10), and left RF value was 863,21 Hz (SD $\pm$ 139,28) in the control group. There was a statistically significant difference between the two groups in the left ear ( $p = 0.03$ ).

**CONCLUSION:** To our knowledge, this study features the first study to examine the middle ear functions of artists playing orchestral wind instruments. The middle ear functions were evaluated in the artists playing the wind instruments and a more prominent Eustachian tube dysfunction were observed. The frequency of the resonance was also found to be higher than that of the control group and before the performance in the study group. Some protective measures should be developed for artists who play the wood blown instruments in which this difference was found to be much more evident. This study is a preliminary study, and a more comprehensive study should be performed in wider patient series with qualitative components of multifrequency tympanometry and a highly valid Eustachian tube function test such as sonotubometry.

**KEY WORDS:** orchestra, wind instrument, middle ear, Eustachian tube, multifrequency tympanometry

This study was approved by Baskent University Institutional Review Board (Project no:KA17/137) and supported by Baskent University Research Fund.

# İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

TEŞEKKÜR .....	iv
ÖZET .....	v
ABSTRACT.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
KISALTMALAR.....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	xii
TABLolar DİZİNİ.....	xiii
1.GİRİŞ .....	1
2.GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Orta Kulak Anatomisi ve Fizyolojisi.....	3
2.1.1. Orta Kulak Anatomisi.....	3
2.1.2. Orta Kulak Fizyolojisi.....	5
2.2.Östaki Tüpü Anatomisi ve Fizyolojisi.....	6
2.2.1. Östaki Tüpü Anatomisi.....	6
2.2.2. Östaki Tüpü Fizyolojisi.....	8
2.3. Çalgı Bilgisi.....	11
2.3.1. Orkestra Çalgılarının Sınıflandırılması.....	11
2.3.2. Tahta Üflemeli Çalgılarda Sesin Elde Edilişi.....	12
2.3.3. Bakır Üflemeli Çalgılarda Sesin Elde Edilişi.....	13
2.4. Orta Kulak Fonksiyonlarını Değerlendiren Testler.....	14
2.4.1. Akustik İmmitans kavramı.....	14
2.4.2. Timpanometri.....	15

2.4.3. Multifrekans Timpanometri ve Rezonant Frekans Kavramı.....	19
2.4.4. Östaki Tüpü Fonksiyon Testleri.....	21
3. GEREÇ VE YÖNTEM .....	23
4. BULGULAR .....	30
5. TARTIŞMA .....	42
6. SONUÇ .....	51
7. KAYNAKLAR .....	53
8. EK.1.....	61

## KISALTMALAR

**daPa** : Dekapaskal

**dB** : Desibel

**Hz** : Hertz

**MFT** : Multifrekans Timpanometri

**RF** : Rezonant Frekans

**Ya** : Admitans

**Ba** : Akustik suseptans

**Ga** : Akustik konduktans

## ŞEKİLLER DİZİNİ

**Sayfa No:**

<b>Şekil 1:</b> Kulağın Yapısı.....	3
<b>Şekil 2:</b> Timpanometride değerlendirilen parametreler.....	18
<b>Şekil 3:</b> Multifrekans Timpanometride Vanhuyse Modeli.....	20
<b>Şekil 4:</b> Timpanogram ve östaki fonksiyon testi sonuç çıktısı.....	26
<b>Şekil 5:</b> GSI Multifrekans Timpanometri cihazı.....	27
<b>Şekil 6:</b> Multifrekans Timpanometri sonuç çıktısı.....	28
<b>Şekil 7:</b> Çalışma ve Kontrol Gruplarında Yaş Dağılımı.....	31

## TABLolar DİZİNİ

Sayfa No:

Tablo 1: Çalışma ve Kontrol Gruplarının Özellikleri.....	30
Tablo 2: Çalışma ve Kontrol Gruplarının Semptom Dağılımı.....	31
Tablo 3: Çalışma ve Kontrol Gruplarının Konuşma Frekansları Saf Ses Ortalaması ortanca değerlerinin karşılaştırılması.....	33
Tablo 4: Çalışma ve Kontrol Gruplarının Yüksek Frekansları Saf Ses Ortalama değerlerinin karşılaştırılması.....	33
Tablo 5: Çalışma ve Kontrol Gruplarının Timpanogram parametreleri açısından karşılaştırılması.....	35
Tablo 6: Çalışma ve Kontrol Gruplarında Akustik Refleks yanıtları.....	36
Tablo 7: Çalışma ve Kontrol Grubunun Östaki Tüpü patent olma durumuna göre karşılaştırılması.....	36
Tablo 8: Çalışma grubunun Performans önce ve sonra RF değerleri.....	37
Tablo 9: Çalışma ve Kontrol Grubu RF Ortalama Değerlerinin karşılaştırılması.....	37
Tablo 10: Gruplara göre sağ ve sol kulakta östaki patent durumu.....	38
Tablo 11: Çalışma ve Kontrol Gruplarının östaki patent durumunun karşılaştırılması....	39
Tablo 12: Gruplar arasında RF değerleri açısından karşılaştırmanın sonuçları.....	40
Tablo 13: Gruplar arası sağ ve sol kulak RF değerlerinin karşılaştırılması.....	40

## 1.GİRİŞ

Orkestrada çalgı çalan sanatçılar, hem çalıştıkları ortamın hem de ürettikleri sesin yarattığı yüksek ses düzeyi nedeniyle işitme kaybı açısından riskli bir ortamda bulunmaktadır (1). Nefesli çalgı çalan sanatçılar, kokleada yüksek ses etkisinin yaratabileceği hasarın yanı sıra zorlu ve sürekli nefes verme ile üst hava yollarına gönderilen yüksek basınçlı havanın orta kulakta yapabileceği etki açısından da diğer orkestra çalışanlarından farklılık göstermektedir.

Orta kulak fonksiyonlarını değerlendirirken, timpanometriden yararlanılır. 226 Hz frekans timpanometri orta kulağın immitans değerini, dış kulak yolundaki basınç değişikliklerinin bir fonksiyonu olarak ölçen objektif bir test bataryasıdır (2). Timpanometri spesifik olarak, intratimpanik basınç, östaki tüpü fonksiyonu, timpanik membranın bütünlüğü ve hareket kabiliyeti ile kemikçik zincir devamlılığı ve hareketi hakkında bilgi verir (3). Östaki fonksiyonun timpanometri ile test edilmesi sırasında kullanılacak testler; Valsalva Test, Toynbee Testi, İnflasyon-Deflasyon Testleridir (4). Literatürde otomatik Williams Testi diye de adlandırılan, valsalva ve Toynbee testlerini arka arkaya yaparak inflasyon-deflasyon eğrisini otomatik olarak çıkaran timpanometri cihazları günümüzde giderek daha sıklıkla kullanılmaktadır.

Multifrekans timpanometri, 226 Hz ile 2000 Hz arasında değişik probe tonlar ile elde edilen timpanogram değerlerinin analizini yaparak orta kulak dinamiği hakkında daha doğru bilgiler veren bir yöntemdir (4). Multifrekans Timpanometrinin klinik uygulamada tanı koymada önemli parametrelerinden biri orta kulağın rezonant frekansı (RF)'dir (5). RF orta kulağın kütle ve sertliği etkileyen çeşitli durumlarda değişiklik göstermektedir.

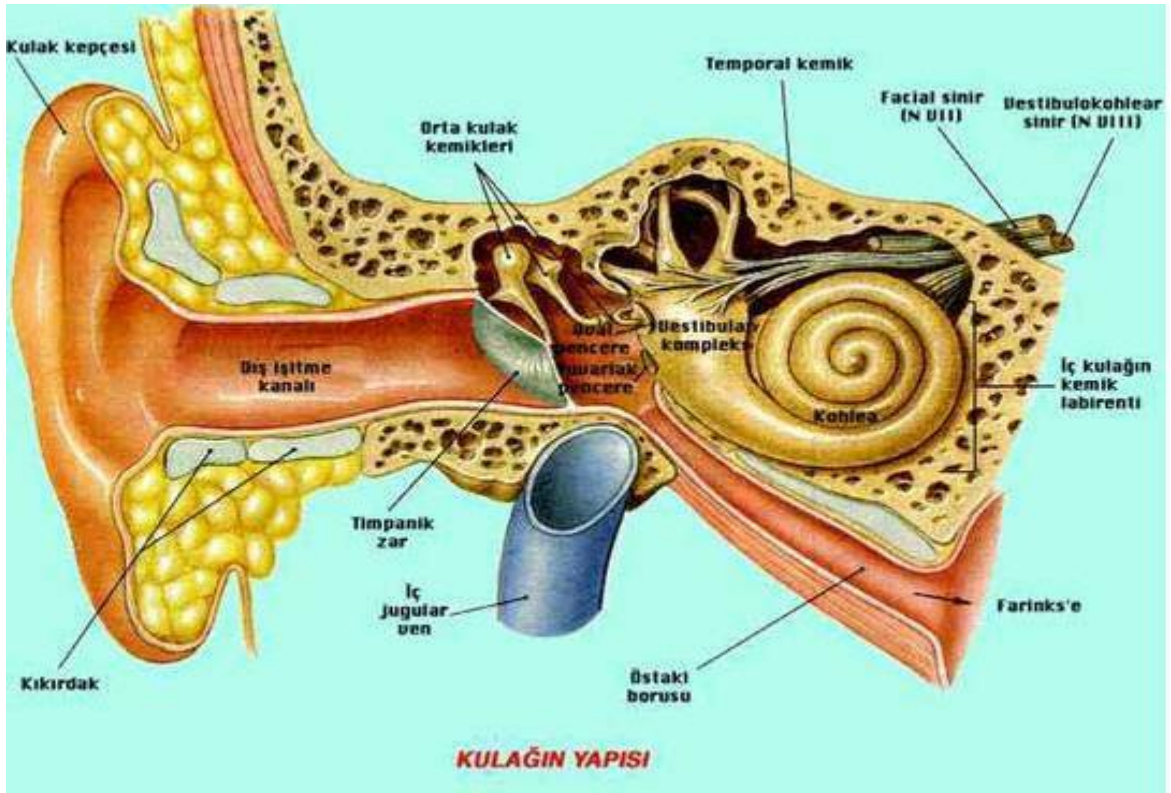


Bu çalışmanın amacı, nefesli çalgı çalan sanatçıların, normal bireylere göre orta kulak ve östaki fonksiyonlarının durumunu değerlendirmek ve nefesli çalgının orta kulak rezonant frekansındaki etkisini inceleyebilmektir.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Orta Kulak Anatomisi ve Fizyolojisi

Orta kulak, temporal kemik içine yerleşmiş timpanik membran ile iç kulak arasında bulunan içi hava dolu bir boşluktur (6).



Şekil 1: Kulağın Yapısı (7).

#### 2.1.1. Orta Kulak Anatomisi

Orta kulak, timpanik anulusun lokalizasyonuna göre üç bölüme ayrılır; hipotimpanium, mezotimpanium ve epitympanium (8). Mezotimpanium hemen timpanik membranın mediali, hipotimpanium kaudali ve epitympanium da kranial kısmını oluşturur (6,8). Anatomik komşuluklarını tanımlamak için altı duvardan bahsedilir (6).

İnferior duvarda juguler bulbus;

Anterior duvarda internal karotid arter ile östaki tüpü;

Süperior duvarda tegmen timpani;

Medial duvarda kokleanın bazal kıvrımı promontorium;

Lateral duvarda timpanik membran;

Posterior duvarda ise mastoid hava hücreleri bulunur (6).

Orta kulakta kulak zarı ile iç kulak arasında hareketli üç adet birbiri ile eklem yapan ve akustik enerjinin taşınmasını sağlayan kemikçikler bulunur. Bunlar sırasıyla malleus, inkus ve stapes kemikçikleridir (6).

Malleus: Orta kulak kemikçiklerinin en büyüğü olup 8-9 mm'dir. Kapitulum kısmı inkusla eklem yaparken, manibrium kısmı timpanik membran ile temastadır. Üç adet asıcı ligamanı ile epitimpaniumda tutunur (6,9).

İnkus: 5-7 mm boyundadır. Korpus ya da gövde denen kısmı malleus ile temastadır. İki uzantısı vardır; Kısa uzantısı manibriumun arkasında ve ona paraleldir, uzun lentiküler uzantısı ise stapes başı ile eklem yapar (6,9).

Stapes: 3.5 mm boyundadır. Taban kısmı oval pencereye oturur ve ligamentum annulare denilen bir bağ ile oval pencere kenarlarına sıkıca tutunur. Baş kısmı inkus ile temasta olup gövde kısmı iki bacadan oluşur (6,9).

Orta kulaktaki timpanik kaslar 2 adettir; tensor timpani kası ve stapedius kası (10).

Tensor timpani kası: Kaynaklandığı iki noktadan biri sfenoidin büyük kanadı ile östakinin kıkırdak kısmı, diğeri ise östaki borusunun üzerindeki kemik kanalın duvarıdır.

Malleusun boynuna yapışan bu kas kasıldığında manibriumu içe ve arkaya çekerek kulak zarını tespit eder ve iç kulağa yüksek seslerin geçişini sınırlar.

Stapedius kası: Eminentia pyramidarum içinde bulunan bu kasın kendisi değil tendonu dışarıda olup stapes arka bacağı üst yüzeyine yapışır. Kasıldığında stapes arka bacağı arkaya doğru çekilir ve taban önde yukarı doğru kalkar. Bu şekilde annular ligaman tespit edilerek yüksek sestten iç kulağın korunması sağlanır (9,10).

### **2.1.2. Orta Kulak Fizyolojisi**

Orta kulak sistemi, ses dalgaları havadan iç kulak sıvısına geçerken oluşan direnç uyumsuzluğunu ortadan kaldıran mekanik bir transformer olarak çalışır (11). Bu direnç farklılığından dolayı akustik enerji 30 dB civarında bir kayba uğrar. Bu kaybın telafisi için orta kulakta aktif olarak çalışan ve ilk olarak Helmholtz tarafından bildirilen çeşitli mekanizmalar vardır (11):

1. Timpanik membranın alan etkisi; timpanik membranın akustik enerji ile titreşime katılan alanı  $55 \text{ mm}^2$ 'dir. Buna karşılık titreşime uğrayan stapes tabanındaki oval pencerenin alanı ise  $3,2 \text{ mm}^2$ 'dir. Bu iki titreşim gösteren alan arasında ortaya çıkan hidrolik oran farkı 17/1 olur ve ses enerji iletiminin bu oranda artarak orta kulaktan iç kulağa geçmesi sağlanır.

2. Kemikçik sistemin kaldıraç etkisi; timpanik membranda oluşan titreşimler kemikçik sisteme malleusun anterior çıkıntısı aracılığı ile inkusa iletilir. İnkusun uzun kolu malleusun uzun kolu ile uyum içinde çalışır. Ancak bu iki kol arasında büyüklük farkı vardır. Malleusun uzun kolu inkusun uzun kolundan 1,3 kez daha uzundur ve 1,3/1 oranı kemikçiklerde bir kaldıraç etkisi ortaya çıkararak sesin iç kulağa iletiminde bir artışa neden olur.

Bu iki sistemle orta kulağın ses enerjisinin iletimine sağladığı katkı oranı 22/1 olup bu da 27,5 dB bir kazanç sağlar (11).

## **2.2.Östaki Tüpü Anatomisi ve Fizyolojisi**

Östaki tüpü, ilk olarak 1563 yılında Eustachius tarafından anatomik olarak nazofarinks ile orta kulağı bağlayan bir boru olarak tarif edilmiştir. O sırada fonksiyonu tam olarak bilinmeyen östaki tüpünün, orta kulağın havalanmasının düzenlenmesinde etkili olduğunu, 17. yüzyılda yaptıkları çalışmalarla Toynbee, Politzer ve Bezold ilk olarak ortaya koymuştur (10). Östaki tüpü anatomik bir borudan çok histolojisi, anatomisi ve nöronal arkı ile çevresindeki yapılarla uyum içinde çalışan, diğer organların fonksiyonlarını düzenleyen ve koruyan bir organ gibi davranmaktadır (12).

### **2.2.1.Östaki Tüpü Anatomisi**

Embriyolojik olarak östaki tüpü; fetal dönemin 16.ve 28. haftaları arasında birinci faringeal cepten meydana gelir. Hayatın ilk 2 yılında temporal kemiğin petröz ve skuamöz kısımlarındaki hızlı gelişime paralel olarak östaki tüpü de gelişir. Gelişimi sırasında östaki tüpünün kıkırdak kısmı kemik kısmına doğru yönelir ve erişkinde çocuğa göre daha vertikal bir seyir izler. Östaki tüpünün bebeklikte boyutu ortalama boyutu 17,5 mm iken; yetişkinde ortalama 37,5 mm ölçülmüştür (12).

Anatomik olarak östaki tüpü; kıkırdak ve kemik kısım olmak üzere iki kısımdan ve etrafındaki önemli peritubal kaslardan oluşur. Şekil olarak, apeksinden birleşen iki koni gibi düşünülebilir. Bu durumda; östakinin en dar yeri isthmus denilen kemik kıkırdak birleşim yeridir. Yetişkinde 2/3 anterior kısmı kıkırdaktan; 1/3 posterior kısmı kemikten oluşur (10). Östaki tüpünün kartilaj kısmı ters 'J' şeklinde olup, lümeni medialde uzun lateralde ise daha kısadır. Kartilaj lümenin nazofarinksteki açıklığının yüksekliği 8,5 mm iken, isthmusta 2

mm'ye kadar düşer. Östaki tüpünün kemik kısmı 11 mm olup istmustan itibaren giderek genişleyerek 2x5 mm'lik oval bir açıklıkla orta kulağa açılır (10,12).

Anatomik olarak östaki tüpü etrafındaki peritubal kaslar üç adettir; Tensor veli palatini (TVP), Levator veli palatini (LVP) ve salfingofaringeal kası (12).

Tensor veli palatini kası: prensip olarak ve belki de tek olarak östaki tüpünü açan kastır (10). Bu kasın kaynaklandığı noktalar; lateral kısım için kafa tabanında sfenoid kemik ve skafoïd fossa, medial kısım için östaki tüpü kıkırdığı lateral kısmıdır. Tendonu medial pterigoid plate (hamulus)'a tutunur. Sfenoidden gelen kısımdan ve kıkırdak östaki tüpü kısmında uzanan bir kısım kas demetinin tendonu orta kulağa geçerek malleusun başına tutunur ve bu kısım Tensor timpani kası adını alır (10). Bu tensor timpani kasının östaki fonksiyonunda belirgin bir etkisi yoktur. Tensor veli palatini kasının medial kısmı östaki fonksiyonunda aktif olarak rol almaktadır. Tensor veli palatini kası kasılı değilken, kitle etkisi nedeniyle östaki tüp girişinin kapalı kalmasını sağlar. Kasıldığında lateral laminayı aşağı-dışa çekerek lateral membranöz duvarı dilate eder ve tüpün açılmasını sağlar (12).

Levator veli palatini; petröz apekten kaynaklanır, östaki tüpü tabanı boyunca paralel ilerleyip yumuşak damak dorsal yüzünde lifler halinde yayılarak sonlanır. Östaki tüpünün tabanını yükselterek açılmasına yardımcı olmaktadır (12).

Salfingofaringeal kas ise östaki tüpünün kıkırdak kısmının medial kenarlarından kaynaklanıp inferolateral olarak ilerleyip palatofaringeal kas içinde sonlanır. Fonksiyonu tam bilinmemektedir (10,12).

Tensor veli palatini motor inervasyonunu V. Sinir mandibular dalından alırken; Levator veli palatini ve salfingofaringeal kaslar X. Sinirden motor uyarıyı alır. Yutkunma, esneme dişleri kenetleme gibi durumlarda bu kaslar uyarılabilir (12).

Histolojik olarak östaki tüpü incelendiğinde; kemik lümende orta kulak mukozasının devamı şeklinde silyalı küboidal epitelyum gözlenirken; kıkırdak lümendeki epitelyum, üst havayolu epitelinin devamı olup pseudostratifiye silyalı kolumnar epitelidir. Kıkırdak lümenin taban kısmı goblet hücreler ve mukus sekresyonundan zengin iken; aynı lümenin üst yarımı düz bir şekildedir ve hiç goblet hücre içermez (10).

Lenfoid doku özellikle kıkırdak lümenin inferior kısmında ve submukozaal olarak gözlenir. Bu dokunun enflamasyonu lümenin tıkanmasından sorumlu olabilir. Lateral mukozal duvar Ostman'ın yağ yastığı denen bir yağ dokusu birikimi ile kaplıdır. Bu yağ yastıkçığının miktarında metabolik nedenlerle olan azalma patolus östaki denilen bir hastalık nedeni olarak gösterilir (10,12). Patolous östaki, istirahat halinde sürekli açık kalan östaki tüpü demek olup hastanın sesinin ve nefesinin kendi kulağında duyması şeklinde bulgu veren bir durumdur (2).

### **2.2.2. Östaki Tüpü Fizyolojisi**

Sağlıklı bir orta kulak için etkili ve düzgün çalışan bir östaki tüpü gereklidir. Orta kulak ile alakalı pek çok fonksiyonu olan östaki tüpünün en önemli görevleri; basınç eşitleme, mukosilyer temizleme ve drenaj, nazofarinks florasından ve yüksek sestten korumadır (10).

Östaki tüpü nazofariks girişi normalde kapalıdır. Östaki tüpünün yutkunmakla açılması 4 adımda gerçekleşir (13):

1. Yumuşak damağın yukarı doğru kalkması ve levator veli palatini kasının kasılması ile kıkırdağın medial lamina mediale döner ve nazofarengal orifisin dilatasyonu başlar.
2. Damak elevasyonu ve medial lamina rotasyonu devam ederken lateral duvar lateralize olur ve nazofarengal orifis lateral ve vertikal planda açılır.

3. Lateral faringeal duvarın lateral hareketi nazofarengal orifisin dilatasyonunu devam ettirir ve tensor veli palatini kasının kasılması ile tütün proksimal kısmında dilatasyon başlar.

4. Tensor veli palatini kasının maksimum kontraksiyonunda tütün distal kısmı da isthmusa kadar açılır ve tüpte tam bir dilatasyon sağlanır.

Tüp yaklaşık 0.3-0.5 saniye açık kaldıktan sonra kapanmaya başlar. Östaki tütünün girişinin kapanması pasif olarak gerçekleşir. Tensor veli palatini kasının relaksasyonu ile birlikte tüp distalden proksimale doğru kapanır (13).

Östaki tütünün fizyolojini anlamak için fonksiyonlarını da incelemek gerekir (10):

Basınç eşitleme veya havalandırma: Orta kulağın havalanması şu nedenlerle zorunludur; bir zarın titreşebilmesi için gergin olması yani her iki tarafında basıncın eşit olması gerekmektedir. Bir tarafta az basınç olursa zar basıncın az olduğu tarafa doğru yönelir ve titreşme yapamaz (9). Ayrıca orta kulağın havalanması sağlanamazsa yani dış ortamla bağlantısı kesilirse hava basıncı düşer ve organizma içinde havalı boşluklarda mukoza, havayı sürekli emer. Bu da damarların permeabilitesini bozarak transudasyon olur ve hava yerine transuda dolar (10). 19. Yüzyılda Politzer'in ortaya attığı "Hydrops-ex-vacuo" modelinde de bu vurgulanmıştır. Politzer, östaki tütünün fizyolojik açılmaları olmazsa orta kulakta nazofarinkse göre hafif bir negativite oluşacağını ve östakinin sürekli kapalı kalmasının orta kulak patolojilerine neden olabileceğini bu modelle anlatmıştır (10,13).

Orta kulakta iki yönlü gaz değişimi dış ortamla basınç dengesinin devamı için gereklidir. Orta kulaktaki gaz yoğunluğu venöz dolaşım ile aynıdır. Mukoza ve kavite arasındaki gaz geçişi oksijen, karbondioksit söz konusu olduğunda hızlı olurken, azot için yavaştır. Karbondioksit nitrojenden yaklaşık olarak 40 kat daha hızlı, oksijen ise nitrojene göre kabaca iki kat daha hızlı absorbe olur. Karbondioksit ve oksijen kısa dönem basınç



değişikliklerinde etkiliyken, uzun dönemde de nitrojendeki basınç değişiklikleri önem kazanmaktadır. Östaki tüpü; kısa dönemdeki basınç dengelenmesinde oksijen, karbondioksit pompası gibi çalışırken; uzun dönemdeki basınç dengesinde ise nitrojen pompası olarak görev yapar (13).

Mukosilyer temizleme ve drenaj: Orta kulak boşluğunun temizlenmesi, östaki tüpünden mukus tabakanın programlı bir şekilde dışarı atılması ile olur (10). Östaki tüpünün tabanında yer alan çok sayıdaki goblet hücreler ve kolumnar silyalı epitelyum bu görevini sağlamaktadır. Hastalısız orta kulaktaki bir materyalin östaki tüpü yoluyla drenaj süresinin yaklaşık 10 dakika olduğu kabul edilmektedir (13). Dışarı drene edilecek mukusun viskozitesi, silyalı epitelin hareket kabiliyetini de belirler. Sinüzit, kistik fibrosis gibi hiperviskosite durumlarında östaki tüpünün drenaj fonksiyonu azalır. Viral bir enfeksiyon sonrası östaki tüpündeki silyalı epitelin yenilenmesi ise bir ay sürer (10).

Orta kulak koruma: Östaki tüpünün kemik kısmı kalıcı olarak açık olduğundan kıkırdak kısmının normalde kapalı olarak durması, orta kulağın korunması görevinde önemlidir (10). Ayrıca östaki tüpü tabanında üretilen surfaktan proteinler (SP-A), fagositik ve antiinflamatuvar etki ile bu koruyucu görevde yer alır. Timpanik kaviteye ve mastoid hava hücrelerine istenmeyen sekresyonların ve diğer olası patojenik ajanların girmesinin engellenmesi, gastroözefageal reflü materyalinin engellenmesi, konuşma sırasında kişinin kendi sesinin blokajı ve ani gaz değişimlerinin önlenmesi koruma fonksiyonu içinde değerlendirilir (13). Glotiste ses üretildiğinde farinks ve oral kavitede en yüksek basınca ulaşır. Bu yüksek basınçlı sesin direkt olarak orta kulağa geçişi, östaki tüpünün kapalı olması ile önlenir (10). Östaki tüpü ayrıca dış kulak yoluna gelen yüksek sesten orta kulağın korunmasında da görev alır. Yüksek ses, timpanik membranı içeriye doğru iter ve bu koordine bir şekilde önce tensor timpani sonra da tensor veli palatini kaslarının kasılmasına neden olur.

Bu da östaki tüpünü açarak orta kulağı nazofarinkse kadar uzanan devamlı bir kavite haline getirerek yüksek sesin basıncının sönmesine yardımcı olur (10).

### **2.3. Çalgı Bilgisi**

Çalgı bilgisi, çalgıların yapıları, dizgelerini, ses genişliklerini, ses renklerini, görevlerini ve özelliklerini öğreten bilim dalının adıdır (14). Bir çalgıda kulağımızla duyabileceğimiz bir sesin oluşabilmesi için şu üç koşul gereklidir: 1. Titreşim yapan bir cisim (tel, hava), 2. Titreşimleri iletecek bir araç (hava, su, tel), 3. Titreşimleri alacak bir cihaz (kulak, radyo gibi) (15,16)

Bir cismin, bir saniye içindeki tam titreşim sayısına frekans denir. Örneğin La notasının frekansı 440'dır. Titreşen cisim bir saniyede 440 tam titreşim yapıyorsa kulağımıza La notası geliyor demektir. Frekans ne kadar az olursa, ses de o kadar kalın olur. Frekans arttıkça ses incilir (16).

Ses veren cisim tel ise, telin uzunluğu, telin kalınlığı ve telin gerginlik derecesi, sesin ince ya da kalın oluşunda önemlidir. Eğer ses veren cisim bir üflemeli çalgı ise, ses boru içindeki havanın titreşiminden oluşmaktadır. Bu durumda da, borunun uzunluğu en önemli etkidir. Boru uzadıkça ses kalınlaşır; boru kısaldıkça ses incilir. Borunun kalınlığı da etken olmakla beraber telli çalgıda telin kalınlığının etkisi kadar etkili değildir (14,15).

#### **2.3.1. Orkestra Çalgılarının Sınıflandırılması**

Orkestra çalgıları ses rengi, yapı ve sesin elde edilme biçimine göre dört ana gruba ayrılır (14);

1. Tahta üflemeli veya nefesli çalgılar
2. Bakır üflemeli veya nefesli çalgılar

3. Vurma algılar

4. Yaylı algılar

Tahta üflemeli algılar Şu çalgılardan oluşur;

I. Flüt, Kùçük Flüt (piccolo), Alto Flüt

II. Obua, Cor Anglais

III. Klarinet, Bas Klarinet, Kùçük Klarinet

IV. Fagot, Kontra Fagot.

Bakır üflemeli algılar Şu çalgılardan oluşur;

I. Korno,

II. Trompet,

III. Trombon,

IV. Tuba

Vurma algıların en önemlileri; Timpani, Zil, Trampet, üçgen, davul, ksilofon an, celesta.

Yaylı algıların en önemlileri ise; I. Keman, II. Keman, Viyola, Viyolonsel, Kontrabas (14,15).

### 2.3.2. Tahta Üflemeli Çalgılarda Sesin Elde Edilişi

Tüm üflemeli çalgılarda olduğu gibi, tahta üflemeli çalgılarda ses, boru içindeki havayı titreşime geçirmek yoluyla elde edilir (15). Boru içindeki havanın titreştirilmesi tahta üflemeli çalgılarda üç ayrı yolla olur:

1. Doğrudan doğruya bir delikten üfleyerek (Flüt),
2. Tek kamışın insan nefesi ile titreşime geçirilmesi ve bu titreşimlerin boru içindeki havayı titreştirmesi (Klarinet),
3. Çift kamışın insan nefesi ile titreşime geçirilmesi ve bu titreşimlerin boru içindeki havayı titreştirmesi (Obua ve Fagot) (15).

Günümüzde nikel, gümüş, altın gibi çeşitli metallere veya metal karışımlarından yapılmakta olan flüt, yirminci yüzyılın başında abanoz gibi dayanıklı ağaçlardan yapılmaktaydı. Metal olduğu halde tahta üfleme çalgılar arasında kabul edilmesinin nedeni, ses renginin diğer tahta üfleme çalgılarla iyi kaynaşması; ayrıca tekniğinin ve ses elde edilme biçiminin tahta üfleme çalgılarla benzeşmesidir (14,15).

Çalgıdan çıkan sesin kalınlığı ya da inceliği, sesin üretildiği borunun uzunluğuna bağlıdır. Boru uzadıkça ses kalınlaşır, boru kısaldıkça ses incilir. Çalgının üzerinde delikler vardır. Deliklerin tümü kapalı olduğunda içerideki havanın tümü uzun bir mesafede titreşeceğinden çalgı en kalın sesi verir. En alttan bir delik açınca titreşim yapan havanın mesafesi kısalmaya başlayacak ve böylece ses incelenecektir. Bu şekilde her bir delik açıldıkça titreşim yapan hava kolunu biraz daha kısalmaya başlayacak ve ses giderek ince hale geçecektir (15).

### 2.3.3. Bakır Üflemeli Çalgılarda Sesin Elde Edilişi

Bakır üfleme çalgılarda sesin elde edilişi, tıpkı tahta üfleme çalgılarda olduğu gibi boru içindeki havanın titreşime geçirilmesi yoluyla olur. Ancak, tahta üfleme çalgılarda kamışın yaptığı görevi, bakır üfleme çalgılarda sanatçının dudağı yapar (14,15). Sanatçı dudaklarını ayırmadan, çalgının ya kupa denen (trompet, trombon, tuba) ya da huni denen (korno) metal ağızlığına dayar. Dudaklar arasından dışarıya zorlanarak çıkarılan nefes, dudakları titreşime geçirir. Dudaklardaki titreşim de boru içindeki havayı titreştirir. Bu da sesin çıkmasını sağlar (15).

Ağızlığın biçimi ve boyutu ses niteliğini belirlemede ve ince-kalın seslerin daha kolay elde edilmesinde önemlidir (14). Trompette kupa şeklinde küçük ve sığ olan ağızlık, trompetten çıkan sesin parlak olmasına ve ince seslerin kolay çıkmasına yardım ederken; kornoda huni şeklinde giderek daralan ve derin olan ağızlık ise kornonun sesine yumuşak ve daha olgun bir nitelik kazandırır (15).

Bakır üflemeli çalgılarda sesin değişik yükseklikte elde edilmesi tahta üfleme çalgılardan farklıdır. Tahta üfleme çalgılarda delikler vardır ve en alttan yukarıya doğru sırası ile açıldıkça ses giderek inceler. Bakır üfleme çalgılarda gövdede delik yoktur. Değişik ana sesler ana boruyu uzattıkça elde edilir. Boru uzatıldıkça ses de giderek kalınlaşır (14,15).

Bakır üfleme çalgılarda ana boruyu uzatma işlemi, trombonda sürgünün aşağı kaydırılması; korno, trompet ve tubada çalgı üzerindeki ek boruları açıp ana boruya ekleyen valf'ler ile olur. Her seferinde de dudak gerginliğini değiştirip derece derece dudağı sıkarak sanatçı, o sesin farklı renklerini ortaya çıkarır (15).

## 2.4 Orta Kulak Fonksiyonlarını Değerlendiren Testler

### 2.4.1. Akustik İmmittans kavramı

Akustik İmmittans, orta kulağın akustik enerjiyi geçirebilme (admittans) ve orta kulağın akustik enerjiye gösterdiği direnç (empedans) kabiliyetlerinin bütününe verilen addır (3).

Akustik admittans (Ya) iki alt unsuru kondüktans (Ga), suseptans (Ba)'dır. Akustik empedans (Za)'ın iki alt unsuru ise rezistans (Ra), reaktans (Xa)'dır. Günümüzde akustik immittans ölçümü yapan cihazlar aslında akustik admittansı ve onun alt unsurları olan kondüktans ve suseptansı ölçer (2,3).

### 2.4.2. Timpanometri

Timpanometri, orta kulağın immittans değerini, dış kulak yolundaki basınç değişikliklerinin bir fonksiyonu olarak ölçen objektif bir test bataryasıdır (2). Test basitçe dış kulak yolunun bir prob ile tıkandıktan sonra dış ortam basıncına göre dış kulak yolunda negatif ve pozitif basınç değişikliklerinde timpanik membrandan yansıyan akustik enerji miktarının ölçülmesi ile orta kulağın geçirgenlik ve iletim özellikleri hakkında bilgi alma esasına dayanır (3). Timpanometri spesifik olarak, intratimpanik basınç, östaki tüpü fonksiyonu, timpanik membranın bütünlüğü ve hareket kabiliyeti ile kemikçik zincir devamlılığı ve hareketi hakkında bilgi verir (3).

Timpanometri testinin yapılışı ve timpanogram elde edilişi: Dış kulak yoluna yerleştirilen bir prob ile 226 Hz' de 85 dB SPL den uyarın verilirken aynı zamanda bu prob ile kulak zarı arasındaki hava basıncı +200 daPa ile -400 daPa arasında değiştirilerek bir grafik çizdirilir. Bu grafiğe timpanogram adı verilir. Basınç +200'e ayarlandığında basıncın etkisi ile timpanik membranda aşırı derecede sertleşme gösterir (maksimum

empedans ve minimum admitans noktası). Dış kulak yolu basıncı en yüksek pozitif basınçtan giderek düşürüldüğünde dış kulak yolu ile orta kulak basıncının eşitlendiği noktada timpanogram tepe noktasına ulaşır (maksimum admitans, minimum empedans noktası). Dış kulak yolundaki basınç eksi değere düştükçe timpanik membran ve kemikçikler dış kulak yoluna itileceği için hareket tekrar azalır ve maksimum negatif basınçta tekrar minimum admitans noktasına gelinir (17).

Timpanogram ilk olarak Terkildsen ve Scott-Nielson tarafından tıkanmış bir kulak kanalı aracılığı ile insan kulağının admitansını ölçen bir elektroakusik alet olarak tasarlanmıştır (2). Hemen araksından Terkildsen ve Thompsen 1959'da ilk timpanogramı çizdirebilmeyi başarmışlardır. Kullanılan cihaz Madsen ZO61 olup alçak frekans 226 Hz probe-tone kullanılmıştır. Alçak frekans prob-tone kullanılmasının nedeni tesadüf olabileceği gibi yüksek frekans mikrofonlarının artifakt sorununu ortadan kaldırmak ve kalibrasyon kolaylığı sağlamak da olabilir (2).

Alçak frekans 226 Hz prob-tone kullanılarak yapılan timpanogramlar tarihte ilk olarak Liden tarafından tanımlanmış, daha sonra Jerger tarafından modifiye edilerek 1970 yılından beri yaygın olarak kullanılmıştır. Liden-Jerger sınıflandırması, eğrinin tepe yaptığı noktanın basınç değeri ve tepe amplitüdüne göre yapılan bir sınıflandırmadır (2). Buna göre timpanogram tipleri;

Tip A: Normal basınç alanında ( $0 \pm 50$  mm H<sub>2</sub>O) normal amplitüdle (0,6 ml) tepe veren orta kulağın normal olduğu durumlarda elde edilen timpanogramdır. İki subgrubu vardır;

Tip As: Normal basınç alanında ( $0 \pm 50$  mm H<sub>2</sub>O) normalden daha düşük amplitütle elde edilen timpanogramdır. Otoskleroz, kemikçik sistem fiksasyonu gibi durumlarda gözlenebilir.

Tip Ad: Normal basınç alanında ( $0 \pm 50$  mm H<sub>2</sub>O) normalden daha yüksek amplitütle elde edilen timpanogramdır. Timpanik membranda veya kemikçik sistemde hipermobilite, kemikçik zincir kopukluğu gibi durumlarda gözlenebilir.

Tip C: -50 mmH<sub>2</sub>O' dan daha düşük bir basınçta normal amplitütle peak yapan timpanogram çeşididir. -100 ve -200 mmH<sub>2</sub>O arasında yer alan timpanogramların, negatif orta kulak basıncı ve östaki disfonksiyon durumlarında gözlendiği; -200 den daha düşük alanda yer alan timpanogramların ise efüzyonlu otitis media'da gözlendiği belirtilir.

Tip B: Tepe noktası vermeyen düz timpanogram çeşididir. Orta kulakta çok fazla negatif basınç vardır ve dış kulak yolundaki basınç değiştirilse bile admitans değerinde bir değişiklik elde edilemez. Efüzyonlu otitis media, timpanik kavitede yer kaplayan koleastatom veya tümör gibi lezyonlar ile kulak zarının perforasyonu ve probun yanlış yerleştirilmesi bu timpanogramı ortaya çıkarabilir.

Tip D: Timpanogram tepe noktası çift tepeli veya bir çentik şeklinde gözlenen bir grafikdir. Özellikle timpanik membranda skar veya aşırı mobil timpanik membran durumlarında gözlenebilir (2,3,17).

Timpanometrinin yorumlanabilmesi için dört önemli parametrenin bilinmesi önemlidir (2):

1. Dış kulak yolu hacmi (V<sub>ea</sub> veya V<sub>ec</sub>): Timpanometrinin amacının değişen dış kulak yolu basıncına göre orta kulak admitansının doğru bir şekilde tahmin edilmesi olduğu düşünülürse, doğru bir orta kulak değerlendirmesi ancak doğru bir dış kulak yolu

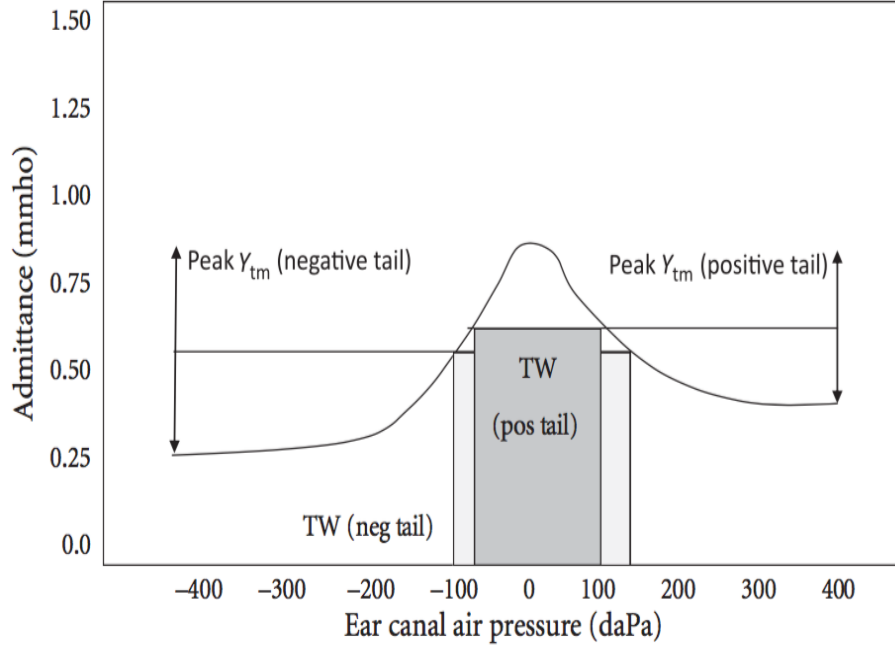


hacmi değerlendirmesi ile olabilir. Bu nedenle dış kulak yolunun işlemeden önce muayenesi ve hacmini etkileyebilecek serumen gibi materyallerin temizlenmesi ve zarın intakt olması önemlidir. Bu durumda dış kulak yolu hacmi, probe ile kulak zarı arasında kalan boşluğun milimetrik değerini verir (2).

2. Statik komplians (Y<sub>tm</sub>): Bu terim eski bir terim olup aslında doğru bir anlatım değildir. Aslında değerlendirilen ölüm, tepe noktası telafili akustik admitans veya net orta kulak admitansıdır. Normal kulaklarda ve 226 Hz'de bu değer, çoğunlukla komplians komponentinden oluştuğundan bu eski terim alışılagelmiştir. Dış kulak yolundaki hava hacminin admitansının toplam admitanstan çıkarılması ile elde edilir. Timpanogramdaki grafiğin yüksekliği bu değeri gösterir. Yutkunmadan ve nefes almadan etkilenmediği için güvenilir bir değerdir (2).

3. Timpanogram gradienti ve genişliği (TG ve TW): Timpanogramın Őeklini ve timpnometrinin tepe noktasının dikliğini belirleyen ve orta kulak patolojilerinde statik admittansdan daha hassas bir değerdir.  $\pm 50$  daPa değerlerinden elde edilen ortalama admitans değerini tepe noktası değerinden çıkarılması ile kolaylıkla hesaplanır (2,18).

4. Timpanometrik tepe basıncı (TTP): Timpanogramın tepe noktasının bulunduğu basınç seviyesidir. Normal kulaklarda -100 ile + 50 arasında bir değere sahip olabilir. Timpanometrik tepe basıncı, orta kulak boşluğundaki basıncın hakkında genel bir fikir vermektedir. Östaki disfonksiyonlarında ve efüzyonlu otitis mediada sıklıkla negatife kaymakla beraber bu değer, orta kulak patolojileri için spesifik ve sensitif değildir. Tedavi kararı için de tek başına kullanılmamalıdır (2,10).



Şekil 2: Timpanometride değerlendirilen parametreler (2).

### 2.4.3. Multifrekans Timpanometri ve Rezonant Frekans Kavramı

Multifrekans veya Multikomponent Timpanometri (MFT), klasik timpanometriden farklı olarak 226 Hz ile 2000 Hz arasında birden fazla prob-tone frekanslarla elde edilen ve akustik immitans komponentlerinden birden fazlasının değerlendirildiği bir yöntemdir (2).

Tek frekansta sadece admitansı ölçen konvansiyonel timpanometriden farklı olarak MFT, prob-tone frekansı değiştikçe admitansın komponentleri hakkında daha çok bilgi verir (2,5). Admitansın komponentleri olan kondüktans (G) ve suseptans (B; sertlik suseptans ve kitle suseptans) parametrelerindeki değişimi çok daha ayrıntılı gösterir. Frekanslardaki bu değişim, normal ve patolojik kulaklar hakkında konvansiyonel timpanometriye göre daha doğru bilgiler verir. Multifrekans Timpanometride ayrıca çoklu frekanslarda statik admitans ölçümü, Vanhuyse paterni, 45 derece faz açısında admitans değerlendirmesi ve orta kulağın rezonant frekansı bilgileri de elde edilmektedir (2,5).

1975 yılında MFT ile ilgili ilk çalışmalar Coletti tarafından yapılmıştı (2). 290 kişilik bu ilk çalışmada düşük frekanslarda V şeklinde, orta frekanslarda W şeklinde ve yüksek frekanslarda ters V şeklinde 3 grup elde edilmiştir (5).

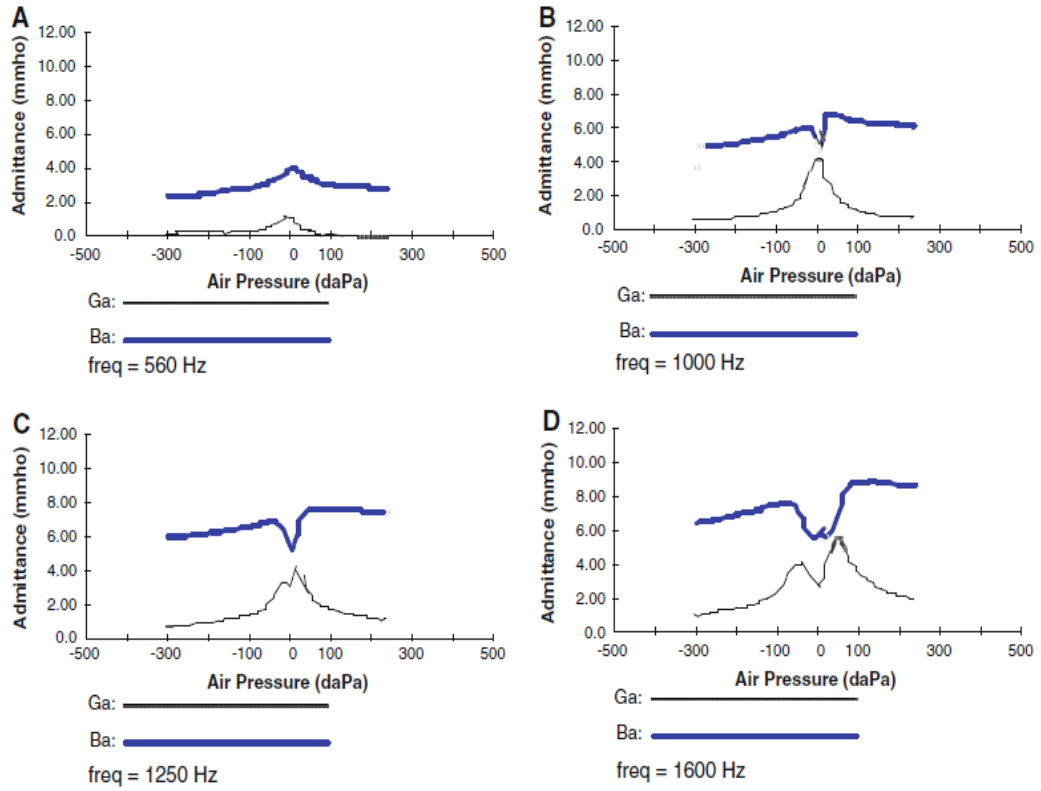
Aynı yıllarda Vanhuysse ve ark. 678 Hz'de normal ve patolojik kulaklarda oluşan pik ve grafik sayısı ile kategorize edilmiş suseptans (B) ve kondüktans (G) timpnogramlarını tanımlamışlardır (5) . Daha sonra bu model, Margolis tarafından yüksek frekanslara da adapte edilmiştir. Vanhuysse modeline göre (5) ;

1B1G paterni; 1 pikli suseptans, 1 pikli kondüktans timpnogramıdır. Normal kulaklarda standart düşük frekanslı timpanogramla elde edilen patern bu paternidir. Orta kulak sertlik etkisinde iken yani orta kulak direnci dış kulak yolu direncinden fazla iken elde edilir. Admitans faz açısı 90-45 derece arasındadır.

3B1G paterni; 3'lü suseptans (2 pik ve ortada çukur) ve 1 pikli kondüktans paternidir. Bu paternde orta kulak ya sertlik etkisinde ya da rezonanstadır. Suseptans grafiğindeki çukur pozitif veya negatif kuyruğun üzerinde ise orta kulak sertlik etkisindedir. Admitans faz açısı 45 derece ile 0 derece arasındadır.

3B3G paterni; 3 pikli suseptans ve 3 pikli kondüktans timpanogramından oluşur. Orta kulak rezonansta veya kütle etkisindedir. Admitans faz açısı 0 derece ile -45 derece arasındadır. Suseptans timpanogramındaki derin çukur pozitif veya negatif kuyruğa eşit olduğunda (suseptans=0) orta kulak rezonanstadır. Bu derin çukur pozitif veya negatif kuyruğun altına inerse orta kulak kütle etkisindedir.

5B3G paterni; 5 pikli suseptans ve 3 pikli kondüktans timpanogramı vardır. Orta kulak kütle etkisindedir. Admitans faz açısı -45 derece ile 90 derece arasındadır (5,19).



Şekil 3: Multifrekans Timpanometride Vanhuyse Modeli (19).

Multifrekans Timpanometride değerlendirilen bir değer parametre, 45 derecede admitans faz açısı frekansıdır.  $F_{45^\circ}$  şeklinde gösterilen bu frekans, suseptansın konduktansa eşit olduğu durumdaki frekanstır. Otosklerotik kulaklarda rezonant frekansa alternatif olduğu bildirilmektedir (5).

Multifrekans Timpanometrinin klinik uygulamada tanı koymada en önemli ve primer fonksiyonu orta kulağın rezonant frekansını (RF) bulabilmesidir (2). RF suseptansın sıfır olduğu ve sistemin doğal frekansında titreştiği frekanstır. Bu frekansta direnç en düşük seviyedir ve kütle ve komplians unsurları aynı fazda hareket eder (2,19). Yapılan pek çok çalışmada RF değerinin 650 ile 1400 arasında değiştiği ve ortalama 950 Hz olduğu bildirilmiştir (20). Rezonans Frekansın orta kulağın kütle ve sertliğini etkileyen çeşitli

durumlarda değiştiği bilinmektedir. RF değerini arttıran durumlar; orta kulağın sertliğinin arttığı otoskleroz, kemikçik sistem fiksasyonu ve romotoid artrit gibi hastalıklardır (5,19).

Rezonans frekansı azaltan durumlar ise orta kulağın kütle etkisinin arttığı veya sertlik etkisinin azaldığı durumlardır. Örneğin; efüzyonlu otitis media, kemikçik zincir kopukluğu, atelektazik kulak zarı gibi (5,19).

#### **2.4.4. Östaki Tüpü Fonksiyon Testleri**

Orta kulağın fonksiyonlarını değerlendirmede, östaki tüpünün fonksiyonlarının değerlendirilmesi de oldukça önemlidir. Timpanometri cihazı ile kolaylıkla yapılabilecek bir takım testler vardır (2,21):

Timpanometrik Tepe Basıncı lçm, aslında dolaylı olarak östaki tüpünün fonksiyonunu verir. Spesifik olamamakla beraber Timpanometrik Tepe basıncının negatife veya pozitifeye kaymış olması östaki tüpünün normal çalışmadığını gösterir (2).

Timpanometride elde edilen ve 1975 de Bluestone tarafından tarif edilen östaki fonksiyon değerlendirmesinde kullanılan 3 ana test şunlardır (2,4):

Valsalva Test: Klasik Valsalva manevrası kullanılır. nce 220 Hz de klasik bir timpanogram alınır. Hastadan valsalva manevrası yapması istenir. Burun deliklerini eliyle sıkarak kapatıp kulaklarında dolgunluk hissi oluncaya kadar yanaklarını şişirir. Bu aşamada burun sıkma bırakılıp, yutkunma önlenerek ikinci bir timpanogram alınır. Östaki tüpü çalışıyorsa TPP' de pozitifeye kayma gözlenir (4).

Toynbee Testi: Klasik Toynbee manevrası kullanılır. nce 220 Hz'de klasik bir timpanogram alınır. Hastadan Toynbee manevrası yapması istenir. Kişinin burun deliklerini kapatıp yutkunması istenir. Bu aşamada burun sıkma bırakılıp, yutkunma

önlerek ikinci bir timpanogram alınır. Östaki tüpü çalışıyorsa TPP' de negatife kayma gözlenir (4).

İnflasyon-Deflasyon Testi: 220 Hz klasik timpanogram uygulanırken dış kulak yoluna yüksek pozitif basınç (inflasyon) ve yüksek negatif basınç (deflasyon) uygulanırken hastadan birkaç kez arka arkaya yutkunması istenir ( $\pm 400$  daPa). Test öncesi ve test sonrası alınan timpanogramlar değerlendirildiğinde östaki tüpü çalışıyorsa TPP'de inflasyonda pozitif ve deflasyonda negatife kayma gözlenecektir (4).

Her üç testte de basınçta anlamlı değişiklik, 10 daPa değerinde kayma olarak kabul edilir ve östaki tüpü "patent" veya "iyi" olarak değerlendirilir (4,21).

### 3. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışma, Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu tarafından onaylanmış (Proje no: KA 17/137) ve Başkent Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir.

#### 3.1.Örneklem:

Bu çalışma tanımlayıcı, karşılaştırmalı, deneysel olmayan bir çalışma olup; çalışmanın örnekleme gönüllülük esasına göre nefesli çalgı çalan orkestra sanatçılarından oluşmuştur. 1-31 Ekim 2017 tarihleri arasında, Adana Çukurova Devlet Senfoni Orkestrası nefesli çalgı çalan sanatçılardan gönüllü olarak çalışmaya katılanlar dahil edilmiştir. Kontrol grubu olarak Adana Uygulama Araştırma Merkezi Kulak Burun Boğaz bölümüne aynı tarih aralığında gelen veya hastanede çalışan kulak ile ilgili şikayeti olmayan benzer yaş grubunu kapsayan kişiler dahil edilmiştir.

Çalışmada dışlanma kriterleri şu şekilde sıralanmıştır;

1. Kronik otitis Media tanısı olan ve/ veya daha önce kulak ameliyatı geçiren hastalar,
2. Dalma, su altı sporu ve uçuş hobisi olanlar,
3. Kulak burun boğaz muayenesinde anormal kulak muayenesi olanlar,
4. Daha önce veya çalışma sırasında tespit edilmiş işitme kaybı olanlar çalışma dışı bırakılmıştır.

Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayandığı için tüm katılımcılara “Bilimsel araştırmalar için bilgilendirilmiş gönüllü olur formu” doldurulmuştur.

### 3.2. Veri Toplama Araçları:

**3.2.1. Tanımlayıcı bilgi formu:** Tüm katılımcılar bir anket formu doldurmuştur (EK 1). Bu anketin ilk kısmı genel bilgilerden oluşmaktadır. Burada yaş, cinsiyet, eğitim durumu, sigara kullanımı ile sanatçı olanlarda enstrüman kullanımı ile ilgili sorular vardır. Anketin ikinci kısmı, Östaki Tüpü Disfonksiyon Anketi (ETDQ-7)'de (22) yer alan soruları da içerecek şekilde orta kulak ve östaki fonksiyonlarına ait semptomları sorgulamaktadır.

**3.2.2. Saf ses odyometri (Interacoustics AC 40®, Denmark);** Industrial Acoustic Company (IAC) standardındaki sessiz odalarda hastalara saf ses odyometrisi yapılmıştır. 500-2000 Hz saf ses ortalaması konuşma frekanslarındaki ortalama için hesaplanmış, 4000-8000 Hz'de saf ses ortalaması ise yüksek frekanslardaki ortalama için kaydedilmiştir. Konuşma frekanslarındaki ortalamanın 0-20 dB arası normal işitme düzeyi olması ve konuşmayı ayırt etme skoru % 92 ve üzeri olması çalışmaya alınma kriteri olarak belirlenmiştir.

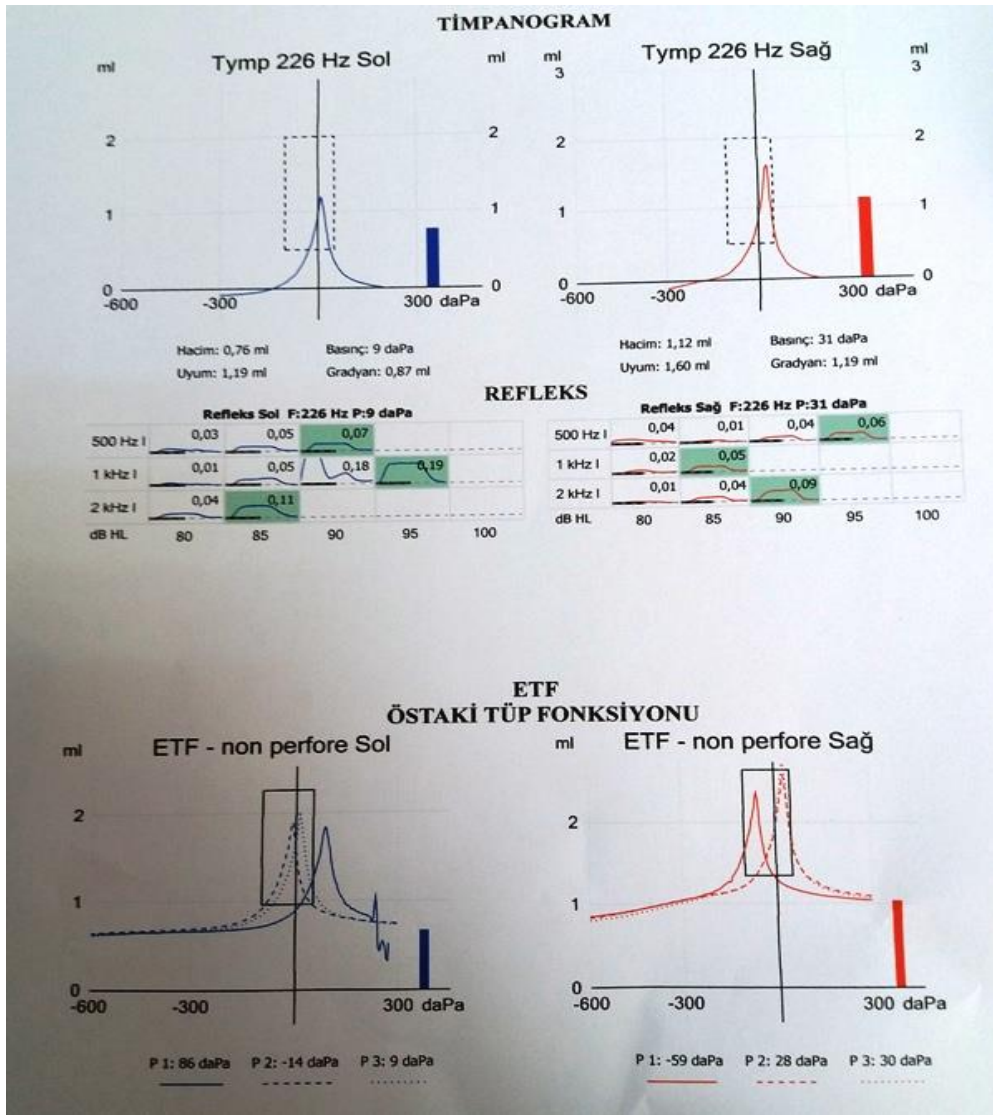
**3.2.3. Akustik Timpanometri (Interacoustics 235H, Denmark);** Hastalar oturtularak dış kulak yoluna bir prob yerleştirilir. Bu probun üç ana parçası vardır. Hoparlör kısmından 226 Hz, 85 dB SPL şiddet düzeyinde ses gönderilir, manometre kısmı dış kulak yolundaki hava basıncını +200 daPa ile -400 daPa arasında değiştirir. Mikrofon kısmı ise timpanik membrandan geri gelen sinyali toplar ve timpanogram grafiği elde edilir.

Orta kulağın Timpanometrik Tepe Basınç (TPP) değeri, timpanogram grafiğinin şekli, timpanometrik gradient (TG) ile statik admitans veya daha yaygın kullanımı ile statik komplians değeri bu testle elde edilmiştir.

Ayrıca her iki kulakta östaki fonksiyonunu değerlendirmek için akustik timpanometride Valsalva ve Toynbee testlerinin arka arkaya uygulanması ile otomatik olarak östaki fonksiyon testi de yapılmıştır. Önce 226 Hz de klasik bir timpanogram alındıktan sonra hastadan valsalva manevrası (burun deliklerini eliyle sıkarak kapatıp kulaklarında dolgunluk



hissi oluncaya kadar yanaklarını şişirme manevrası) istenmiştir. Bu aşamada burun sıkma bırakılıp, ikinci bir timpanogram alınmıştır. Daha sonra hastaya klasik Toynbee manevrası (burun deliklerini kapatıp yutkunma manevrası) yaptırılır ve bu aşamada burun sıkma bırakılıp, üçüncü bir timpanogram alınır. Östaki fonksiyonu normal olanlarda bu testte normal/valsalva/yutkunma sırasında çizilen üç grafiğin farklı olması ve 10 daPa değerinde kayma gerekmektedir. Buna göre katılımcılar, bu testten “tüp patent” veya “tüp disfonksiyonu” sonucu almışlardır. Şekil 4’de bir timpanogram ve östaki fonksiyon testi sonucu görülmektedir.



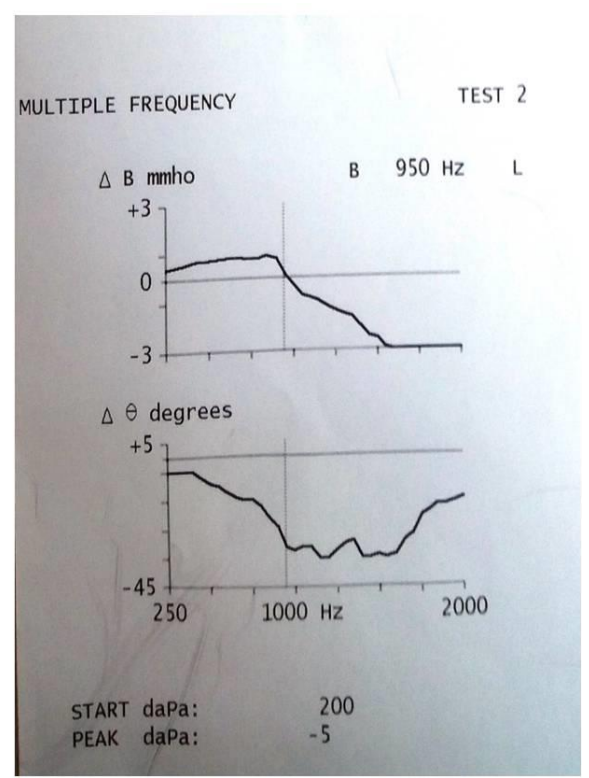
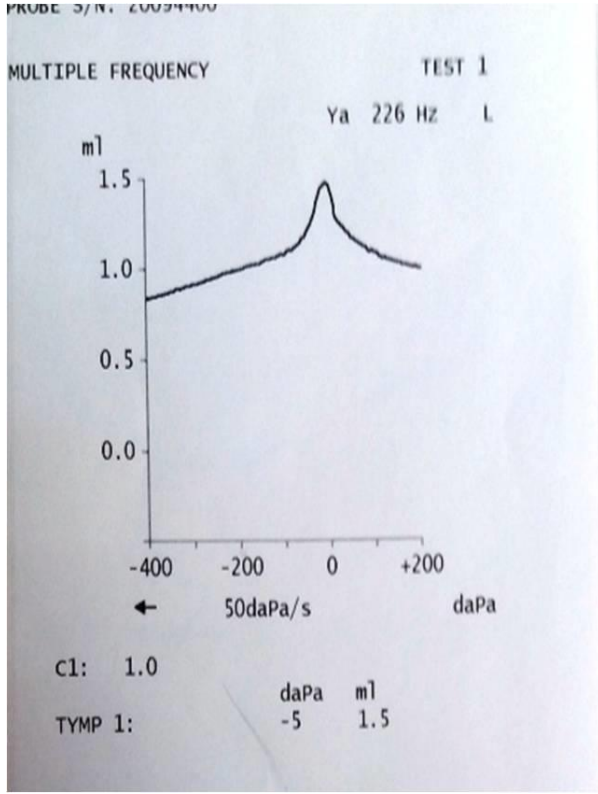
Şekil 4: Timpanogram ve östaki fonksiyon testi sonuç çıktıları.

**3.2.4.Multifrekans Timpanometri (GSI,Grason Stadler, ABD);** Multifrekans Timpanometri testi iki aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk olarak sabit frekansta probe tone vererek +200 ile -400 daPa arasında basınç değişikliği yaparak standart timpanometri yapılmıştır. İkinci aşamada basınç sabit düzeyde tutularak 250- 2000Hz frekans aralığında ardışık olarak ve 50 Hz aralıklarla uyarın verilerek orta kulak rezonant frekans değerleri tespit edilmiş ve diğer immitansmetrik değerlerle birlikte çıktıları alınmıştır.

Şekil 5’de multifrekans timpanometri cihazı ve şekil 6’da multifrekans timpanometri çıktısı görülmektedir.



Şekil 5: Multifrekans Timpanometri cihazı.



Şekil 6: Multifrekans Timpanometri sonuç çıktısı.

### 3.2.5. Testlerin yapılma aşamaları;

Multifrekans timpanometri cihazı taşınabilir bir cihazdır. Orkestra sanatçıları konser günü gerçekleştirdikleri genel provada nefesli çalgı ile yaklaşık 4 saatlik performanslarına başlamadan önce ve prova bitiminin hemen sonrası bu ölçüm, orkestra yerinde yapılmıştır. Konserin ertesi günü sanatçılar odyolojik değerlendirme ve östaki fonksiyon testleri için Başkent Üniversitesi Adana Uygulama Araştırma Merkezi Kulak Burun Boğaz bölümüne çağırılmıştır.

### 3.3. Verilerin Değerlendirilmesi:

Çalışmanın verileri analiz edilirken **Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) 17.0 version** programı kullanılmıştır. Değerlendirmede; öncelikle grupların tanımlayıcı istatistikleri verilmiştir. Tanımlayıcı istatistikler gösterilirken ( $ort \pm std. sapma$ ), Frekans (Yüzde %) ve ortanca veya median (InterQuartilRange) kullanılmıştır. Değişkenler

için  $n=50$  altı Shapiro Wilk,  $n= 50$  üzeri Kolmogorov-Smirnov testi ile normal dağılım; Levene Testi ile varyansların homojenliği ön şartlar olarak değerlendirilmiştir.

Veri analizi yapılırken, iki grup karşılaştırması için “Bağımsız İki grup t testi (Student’s t test)”, ön şartlar sağlanmadığında ise “Mann Whitney-U testi” kullanılmıştır. İki kategorik değişken arasındaki ilişkileri belirlemek için “Ki-Kare Testi” kullanılmıştır. 3 grubun bir bağımlı değişken üzerinden ilişkisine bakmak için “Kruskall Wallis Testi” kullanılmıştır. Çalışma grubunda önce-sonra performans değerlerinin karşılaştırılması için de ön şartlar sağlandığından “Paired- Samples t testi” uygulanmıştır. Tüm testlerde önemlilik  $p<0.05$  düzeyinde değerlendirilmiştir.

#### 4. BULGULAR

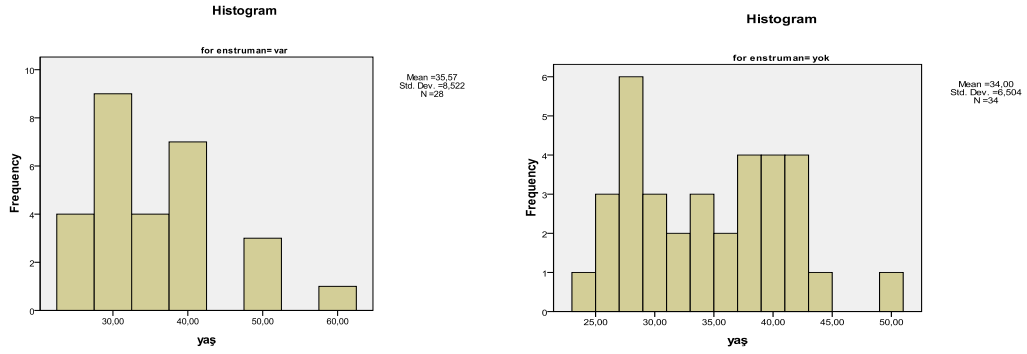
Bu çalışma, orkestrada nefesli çalgı çalan sanatçıların kontrol grubuna göre orta kulak fonksiyonlarını değerlendirmek ve rezonant frekansını bulmak için 28 sanatçıdan oluşan bir çalışma grubu (28 katılımcı, 56 kulak) ve 34 gönüllüden oluşan bir kontrol grubu (34 katılımcı, 68 kulak) üzerinde gerçekleştirilmiştir. Tablo 1’de her iki gruptaki cinsiyet, eğitim durumu ve sigara kullanımı ile ilgili tanımlayıcı bilgiler yer almaktadır. Gruplar arasında tanımlayıcı özellikler açısından bir fark gözlenmemiştir ( $p>0.05$ ).

Tablo 1: Çalışma ve Kontrol Gruplarının Özellikleri.

	Cinsiyet		Eğitim durumu			Sigara		Total	
	kadın	erkek	önlisans	Lisans	Yüksek lisans	Var	yok		
enstrüman var	N	11	17	0	20	8	16	12	28
	%	39,3%	60,7%	,0%	71,4%	28,6%	57,1%	42,9%	100,0%
yok	N	16	18	17	17	0	12	22	34
	%	47,1%	52,9%	50,0%	50,0%	,0%	35,3%	64,7%	100,0%
Total	N	27	35	17	37	8	28	34	62
	%	43,5%	56,5%	27,4%	59,7%	12,9%	45,2%	54,8%	100,0%

Çalışma ve kontrol grupları yaş dağılımına bakıldığında; enstrüman çalanlarda yaş ortalaması 35,5 (25-60) enstrüman çalmayan kontrol grubunda yaş ortalaması 34 (24-49) yaş olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel olarak aralarında bir farka rastlanmamıştır ( $p>0.05$ ). Şekil 7’ de yaş dağılımı verilmiştir.

Şekil 7: Çalışma ve Kontrol Gruplarında Yaş Dağılımı.



Çalışma ve Kontrol gruplarında yer alan tüm katılımcılar EK.1’de verilen orta kulak ve östaki fonksiyonları ile ilgili semptomları sorgulayan bir anket doldürmüşlardır. Bu ankette verilen cevapların gruplara göre dağılımı Tablo 2’ de verilmiştir.

Tablo 2: Çalışma ve Kontrol Gruplarının Semptom Dağılımı.

Semptomlar	Çalışma grubu	Kontrol grubu	Toplam	P
ÜSYE sıklığı				0.007
<2	17 (%60,7)	9 (%26,5)	26(%41,9)	
≥2	11 (%39,3)	25 (%73,5)	36(%58,1)	
Burun Tıkanıklılığı				0.211
Evet	16(%57,1)	14 (%41,2)	30(%48,4)	
Hayır	12(%42,9)	20(%58,8)	32(%51,6)	
İşitme Kaybı				0.027
Evet	9 (%32,1)	3 (%8,8)	12(%19,4)	
Hayır	19 (%67,9)	31 (% 91,2)	50(%80,6)	
Kulakta basınç				0.13
Evet	9 (%32,1)	5 (%14,7)	14(%22,6)	
Hayır	19 (%67,9)	29(%85,3)	48(%77,4)	
Çınlama				0.52
Evet	6(%21,4)	5(%14,7)	11(%7,7)	
Hayır	22(%78,6)	29(%85,3)	51(%82,3)	
Uçak, dalma,yüksek yerde ağrı/tıkanıklık				0.906
Evet	16(%57,1)	15(%55,6)	31(%56,4)	
Hayır	12(%42,9)	12(%44,4)	24(%43,6)	
Çiğneme,yutma,esnemedede ağrı/tıkanıklık				0.18
Evet	7(%25)	14(%41,2)	21(%33,9)	
Hayır	21(%75)	20(%58,8)	41(%66,1)	
Normalde açılıp kapanma				0.027
Evet	9(%32,1)	3(%8,8)	12(%19,4)	
Hayır	19(%67,9)	31(%91,2)	50(%80,6)	
Kulakta yankılama				1.00
Evet	3(%10,7)	4(%11,8)	7(%11,3)	
Hayır	25(%89,3)	30(%88,2)	55(%88,7)	

Çalışma ve Kontrol gruplarındaki tüm katılımcılara sessiz kabinde saf ses odyometri testi yapılmıştır. 500 Hz, 1 ve 2 kHz'deki saf ses ortalama (SSO) değerleri, konuşma frekansları ortalaması olarak değerlendirilmiştir ve çalışma ile kontrol grubu karşılaştırılmıştır. Çalışma grubunda; sol kulak SSO değerlerinin ortalaması 9,8(SD±5) dB, ortancası 10 (InterQuartilRange IQR:7) ve kontrol grubunda aynı kulak için ortalama değer 11,08 (SD±4,6), ortanca değeri 10 (IQR:7) dB'dir. Sağ kulakta aynı frekanslar için elde edilen ortanca değer; çalışma grubunda 8 (IQR:6)(ortalama: 9,6 SD±4,5) ve kontrol grubunda 10

(IQR:7) (ortalama 11,3SD±4,4) dB'dir. Bu değerlerin iki grup arasında istatistiksel farkı yoktur ( $p>0.05$ ).

Çalışma ve kontrol grupları 4, 6, 8 kHz yüksek frekans saf ses ortalama değerleri açısından da karşılaştırılmıştır. Sağ kulak için; çalışma grubunun ortalama değeri 17,6 (SD±11,1) dB ve ortanca değeri 11(IQR:11) dB; kontrol grubunda ortalama değer 13,2(SD±8) ve ortanca değeri 11 (IQR 11) dB'dir. Sol kulak için; çalışma grubunun ortalama değeri 18,4(SD±11,4) ve ortanca değeri 12,5 (IQR: 15) dB; kontrol grubunda ortalama değer 13,2 (SD±8,1)ve ortanca değeri 11(IQR:15) dB'dir. Her iki kulakta; yüksek frekanslarda elde edilen saf ses ortalama değerlerinin açısından gruplar arasında anlamlı bir fark tespit edilmiş olup ( $p<0.05$ ), çalışma grubunda değerlerin daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Grupların saf ses ortalama değerleri açısından karşılaştırılması Tablo 3'de özetlenmiştir.

Tablo 3: Çalışma ve Kontrol Gruplarının Konuşma Frekansları (0,5,1,2 kHz) Saf Ses Ortalaması ortanca değerlerinin karşılaştırılması (çalışma grubu: 56 kulak, kontrol grubu 68 kulak)

	Sağ kulak	Sol kulak	Toplam kulak
Çalışma	8 (IQR:6)	10 dB (IQR:7)	8 dB (IQR:6)
Kontrol	10 (IQR:7)	10 dB (IQR:7)	10 dB (IQR:7)
p	0.098	0.341	0.061



Tablo 4: Çalışma ve Kontrol Gruplarının Yüksek Frekansları (4,6,8 kHz) Saf Ses Ortalama değerlerinin karşılaştırılması (çalışma grubu: 56 kulak, kontrol grubu 68 kulak)

	Sağ kulak	Sol kulak	Toplam kulak
Çalışma	11 dB (IQR:11)	12,5 dB (IQR: 15)	12,5 dB (IQR: 15)
Kontrol	11 dB (IQR 11)	11 dB (IQR:15)	11 dB (IQR:15)
p	0.138	0.103	0.027

Çalışma ve Kontrol grubunda yer alan katılımcıların her iki kulağında akustik timpanometri ile timpanogram çeşidine, Timpanometrik Tepe Basıncına (TPP), Timpanometri gradiente (Timpanogram gradient, TG), statik kompliansına ve akustik refleksine bakılmıştır.

Çalışma ve kontrol grubundaki kişilerin tamamında timpanogram çeşidi Tip A olarak tespit edilmiş olup, TPP değerleri ve TG değerleri ile statik komplians açısından gruplar sağ kulak, sol kulak ve tüm kulaklar olarak karşılaştırılmıştır. Sağ kulak için; çalışma grubunda TPP ortanca değeri -7,5 daPa (IQR: 17,75), kontrol grubu TPP ortanca değeri -3 daPa (IQR:9,5) olup istatistiksel olarak fark yoktur. Sol kulakta TPP değerleri karşılaştırıldığında, çalışma grubunun ortanca değeri -10 daPa (IQR:13,5) ve kontrol grubunun ortanca değeri -3 daPa (IQR: 9,5) tespit edilmiştir ve istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p<0.05$ ). Çalışma ve kontrol grubu tüm kulaklar açısından karşılaştırıldığında çalışma grubunda orta kulakta negatif basıncın kontrol grubuna göre daha fazla olduğu görülmüştür ( $p<0.05$ ).

Timpanogram Gradienti (TG) değeri her iki kulak için de her iki grupta ölçülmüştür. Çalışma grubunda sağ kulakta TG ortanca değeri 0,33 ml (IQR: 0,38), sol kulakta 0,23 ml (IQR: 0,33) tespit edilmiştir. Kontrol grubunda TG ortanca değerleri ise sağ kulakta 0,23ml (IQR: 0,33)ve sol kulakta 0,19 ml (IQR:0,29)olarak ölçülmüştür. Çalışma ve kontrol grubu

arasında her iki kulakta TG değeri açısından istatistiksel bir farka rastlanmamıştır ( $p>0.05$ ). Ancak kulakların tamamı açısından gruplar karşılaştırıldığında çalışma ve kontrol grupları arasında fark gözlenmiştir ( $p=0.031$ ).

Statik komplians ortanca değeri; çalışma grubunda sağ kulakta 0,55ml (IQR:0,41), sol kulakta 0,61ml(IQR:0,32) olarak; kontrol grubunda ise sağ kulakta 0,52 ml (IQR:0,34), sol kulakta 0,65ml (IQR: 0,41) ölçülmüştür. Bu değer için gruplar karşılaştırıldığında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Timpanogram parametreleri açısından iki grubun karşılaştırılması Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5: Çalışma ve Kontrol Gruplarının Timpanogram parametreleri açısından karşılaştırılması.

Timpanogram Parametreleri	Çalışma	Kontrol	P
TPP sağ	-7,5 daPa(17,75)	-3 daPa(9,5)	0,07
TPP sol	-10 daPa (13,5)	-3 daPa(7,75)	0,001
TPP total	-9 daPa (15,5)	-3 (10,7)	0.000
TGsağ	0,33 ml (0,38)	0,23 ml (0,33)	0,213
TG sol	0,28 ml (0,33)	0,19 ml (0,29)	0,066
TG total	0,30 ml (0,35)	0,23 ml (0,30)	0,031
Komplians Sağ	0,55 ml (0,41)	0,61 ml (0,32)	0,676
Komplians Sol	0,52 ml (0,34)	0,65ml (0,41)	0,149
Komplians Total	0,53 ml (0,36)	0,64 ml (0,36)	0,245
Timpanogram	Tip A	Tip A	

Akustik timpanometri cihazında her iki gruptaki katılımcıların akustik refleksine bakılmış; çalışma grubunda 56 kulakta (n=28) % 82,1'inde, kontrol grubunda 68 kulakta (n=34) %97,1'inde refleks alınmıştır. Gruplar arasında akustik refleks sonucuna göre yapılan karşılaştırmada çalışma grubunda akustik refleksin alınamaması daha sık olarak gözlenmiştir ve istatistiksel olarak anlamlıdır (Pearson Ki-Kare Testi  $p=0.005$ ). Tablo 6'da sonuçlar gösterilmiştir.

Tablo 6: Çalışma ve Kontrol Gruplarında Akustik Refleks yanıtları.

			Akustik Refleks		Total
			Var	yok	
Enstruman	Var	N	46	10	56
		%	%82,1	%17,9	%100
	Yok	N	66	2	68
		%	%97,1	%2,9	%100
Total		N	112	12	124
		%	%100	%100	%100

Pearson Ki-Kare Testi  $p=0.005$

Çalışma ve Kontrol gruplarında yer alan katılımcılarda akustik timpanometri cihazı kullanılarak östaki tüpünün patent olma durumu değerlendirilmiştir. Östaki tüpünün patent olma durumu açısından gruplarda tüm kulaklar değerlendirildiğinde istatistiksel olarak bir fark gözlenmiş (Fischer's Exact Test  $p=0.048$ ) ve çalışma grubunda 28 katılımcıda toplam 56 kulağın 34'ünde östaki disfonksiyonu olduğu belirlenmiştir. Sonuçlar Tablo 7'de özetlenmiştir.

Tablo 7: Çalışma ve Kontrol Grubunun Östaki Tüpü patent olma durumuna göre karşılaştırılması ( $p=0.048$ ).

			enstruman		Total
			Var	yok	
östakitest	patent	N	22	38	60
		%	%36,7	%63,3	%100
	disfonks	N	34	30	64
		%	%53,1	%46,9	%100
Total kulak		N	56	68	124
		%	45,2	%54,8	%100

Çalışma ve kontrol grubunda yer alan katılımcıların multifrekans timpanometri cihazı kullanılarak rözanant frekans (RF) değeri hesaplanmıştır. Çalışma grubunda RF değeri enstrüman ile çalmadan önce ve sonra ölçülüp karşılaştırması yapılmıştır. Çalışma grubunda tüm kulakların (28 katılımcı, 56 kulak) performans öncesi RF ortalama değeri 925

(SD±237,6); performans sonrası RF 1020 (SD±249,6) olarak hesaplanmıştır. Performans öncesi ve sonrası elde edilen RF ortalama değerlerinin karşılaştırılması Paired-Samples T testi ile yapılmış ve anlamlı fark bulunmuştur (p=0.004).

Tablo 8: Çalışma grubunun Performans önce ve sonra RF değerleri

Çalışma grubu	RF ortalama	Standart sapma (SD)	Ortanca
Performans öncesi	925	237,6	950
Performans sonrası	1020	249,6	975

Paired-Samples T testi p=0.004

Çalışma grubunun performans sonrası RF değerlerinin, kontrol grubu ile karşılaştırılması yapıldığında; sağ kulakta ortalama RF değeri çalışma grubunda 998,92 (SD±254,05), kontrol grubunda 923,23 (SD±166,3) bulunmuştur. Bu değerler sol kulak için çalışma grubunda 1041,07 (SD±247,97), kontrol grubunda 885,29 (SD± 135,49) olarak ölçülmüştür. Çalışma ve kontrol grubu, Student t-testi ile karşılaştırıldığında sol kulak açısından iki grup arasında istatistiksel olarak fark bulunmuştur (p=0.03). (Tablo 9)

Tablo 9: Çalışma ve Kontrol Grubu RF Ortalama Değerlerinin karşılaştırılması.

	Çalışma grubu	Kontrol grubu	p
RF sağ kulak	998,92 (±254,05)	923,23 (±166,30)	0.164
RF sol kulak	1041,07 (±247,97)	885,29 (±135,49)	0.03

Student T testi (p<0.05)

Çalışma grubunda yer alan katılımcılar, üfleme tekniği açısından çaldıkları enstrümana göre tahta üflemlili ve bakır üflemlili çalgı çalanlar olarak iki alt gruba ayrılmış ve bu iki grup, kontrol grubu ile beraber östaki patent durumu ve RF ortalamaları açısından tekrar karşılaştırılmıştır.

Östaki patent durumu açısından gruplar arası karşılaştırma yapıldığında; kulaklar ayrı ayrı değerlendirildiğinde gruplar arasında anlamlı bir farka rastlanmazken (Tablo 10); gruplar tüm kulaklar ile değerlendirildiğinde; östaki patent durumuna göre üç grup arasında anlamlı bir farka rastlanmıştır. Bu farkın hangi gruptan kaynaklandığını bulmak için ikili karşılaştırma Mann-Whitney Testi ile yapılmış ve tahta üflemlili çalgı çalan sanatçılarda östaki disfonksiyonu bakır üflemlili sanatçılara ve kontrol grubuna göre daha fazla görülmüş ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0.029$ ) (Tablo 11).

Tablo 10: Gruplara göre sağ ve sol kulakta östaki patent durumu.

	Tahta Üflemlili (n=16) (patent/disfonksiyon)	Bakır üflemlili (n=12) (patent/disfonksiyon)	Kontrol (n=34) (patent/disfonksiyon)
Östaki testi sağ	4/12	6/6	18/16
Östaki testi sol	5/11	7/5	20/14

Pearson Ki Kare testi  $p>0.05$

Tablo 11: Çalışma ve Kontrol Gruplarının östaki patent durumunun karşılaştırılması.

			ÖSTAKİ TÜPÜ		Total
			PATENT	DİSFONKS	
çalğı	tahta üfl	N	9	23	32
		%	28,1%	71,9%	100,0%
	kontrol	N	38	30	68
		%	55,9%	44,1%	100,0%
	bakırüfl	N	13	11	24
		%	54,2%	45,8%	100,0%
Total		N	60	64	124
		%	48,4%	51,6%	100,0%

Pearson Ki-Kare Testi p=0.029

Çalışma grubunda yer alan tahta üflemeli ve bakır üflemeli çalgı kullanan katılımcıların kontrol grubu ile beraber RF ortanca değeri açısından karşılaştırılması, Kruskal-Wallis testi ile yapılmıştır. Tahta üflemeli çalgı çalan katılımcıların RF ortalama değeri 1025 Hz (SD±264,5) ve ortanca değeri 950 Hz (IQR:337,5) ve bakır üflemeli çalgı çalan katılımcıların RF ortalama değeri 964 Hz (SD± 246,2) ve ortanca değeri 950 Hz (IQR: 250) olarak hesaplanmıştır. Buna göre sağ kulak için ve tüm kulaklar açısından gruplar arasında anlamlı farka rastlanmamıştır. Sol kulak için RF ortanca değerleri açısından anlamlı bir fark bulunmuş (p=0.02), bu farklılığın hangi gruptan ortaya çıktığını bulmak için ikili Mann-Whitney testleri uygulanmıştır. Farklılığı yaratan grubun tahta üflemeli çalgı çalan katılımcılardan oluştuğu görülmüştür. Elde edilen sonuçlar Tablo12 ve 13’de özetlenmiştir.

Tablo 12: Gruplar arasında RF değerleri açısından karşılaştırmanın sonuçları.

	RF Ortalama	Standart sapma (SD)	Ortanca
Tahta üflemeli n=16,N=32	1025	264,5	950
Bakır üflemeli n=12,N=24	964	246,2	950
Kontrol n=32,N=64	938	207,4	950

Kruskal Wallis Testi  $p>0.05$

Tablo 13: Gruplar arası sağ ve sol kulak RF değerlerinin karşılaştırılması.

	Sağ kulak			Sol kulak		
	RF	SD	ORTANCA	RF	SD	ORTANCA
Tahta üflemeli n=16	1025	264,5	950	1125	246,9	1050
Bakır üflemeli n=12	964	246	1010	929	209,3	925
Kontrol n=32	923,2	166,3	950	885,2	135,4	925

Kruskal Wallis Testi  $p=0.02$



Nefesli algı çalan katılımcılar üfleme tekniğine göre alt gruba ayrılarak RF bakıldığında; tahta üflemeli çalgı çalanlarda prova öncesi 950 (SD±222,8) Hz, sonrasında 1025 (SD±264,5) Hz ölçülmüşken; bakır üflemeli çalgı çalanlarda prova öncesi 912 (SD±232,3)Hz, sonrasında 964,1(SD±246,2)Hz ölçülmüştür. Tahta üflemeli çalgı çalanlarda performans sonrası RF' de daha çok artma tespit edilmiştir. Ancak istatistiksel açıdan önemi bulunamamıştır ( $p>0.05$ ).

## 5. TARTIŞMA

Çalgı çalmak, özel bir yetenek kadar teknik bilgi, donanım ve çaba gerektirir. Nefesli çalgı çalmak, bunlarla beraber ince nazik dudak yapısı, düzgün ve eksiksiz diş yapısı ile beraber iyi bir nefes kapasitesi gerektirir (14). Orkestrada nefesli çalgı çalmak ise tüm bunların yanı sıra ahenk içinde diğer enstrümanlarla beraber çalabilme kabiliyeti de ister.

Orkestrada nefesli çalgı çalan sanatçılar, bu kadar özel yeteneklere sahip kişiler olmalarına rağmen; hem çalıştıkları ortamın hem de ürettikleri sesin yarattığı yüksek ses düzeyi nedeniyle mesleki anlamda ve kişisel sağlıkları anlamında tehdit altındadırlar (23).

Meslek hastalıkları kişinin, işi sebebiyle karşılaştığı şartlar dolayısıyla, sağlık durumunda meydana gelen bozukluklar ve aksamalar olarak tarif edilebilir (24). İşitme kaybı, orkestrada çalan tüm sanatçılar arasında en çok vurmali ve nefesli çalgı çalan sanatçılar arasında görülme sıklığı yüksek bir meslek hastalığıdır (23). Royster ve ark. (25), Şikago Senfoni Orkestrası ile yaptıkları bir çalışmada en çok gürültüye maruziyetin, vurmali çalgılar ile beraber hemen onların yanında ve önünde oturan nefesli çalgı çalan sanatçılarda olduğunu tespit etmiştir. Tüm sanatçıların % 52,6' sında 3-6 kHz düzeyinde bir veya iki kulakta işitme kaybına rastlamışlardır. Poissant ve ark. (1), 8 Trompet sanatçısı ile yaptıkları bir çalışmada; tek başına performans sonrası hemen yapılan Distortion-Product Otoakustik Emisyon testinde ani etkilenme olduğunu tespit etmişler ve bu ani değişikliğin bir saat sonra eski haline döndüğünü göstermişlerdir.

Nefesli çalgı, kokleada yüksek ses etkisinin yaratabileceği hasarın yanı sıra zorlu ve sürekli nefes verme ile üst hava yollarına gönderilen havanın orta kulakta yapabileceği etkisi açısından da diğer orkestra çalgılarından farklılık göstermektedir. Nefesli bir çalgıda ses, bir borunun içine hava göndermek sureti ile üretilir. Bu gönderilen hava tahta üflemeli ve bakır üflemeli çalgılarda farklı tekniklerle yapılır. Tahta üflemeli bir çalgıda (obua, klarnet gibi) bir

kamış ağızlığa zorlamalı üfleme yapılıp, borudaki hava titreşime geçirilirken; bakır üflemeli bir çalgıda (trompet, korno gibi) dudaklar arasından dışarı zorlanan nefesin dudakları titreştirmesi ve bu titreşim ile borudaki havanın titreşimi sağlanarak ses elde edilir. Sesin elde edilebilmesi için gereken nefes, iyi bir akciğer kapasitesi ve diyaframı iyi kullanarak gerçekleştirilir (14).

Orkestrada nefesli çalgı çalan sanatçılar, çalgıda ses üretebilmek için her gün yaptıkları prova nedeniyle ortalama 4 saat zorlu ekspirasyon yapmaktadırlar. Sürekli olarak yapılan bu zorlu nefes verme eyleminin, orta kulak üzerindeki etkisi bugüne kadar literatürde araştırılmamıştır.

Dış ortamdaki atmosferik basınçta meydana gelen ani değişimlerden orta kulak ve iç kulak sistemlerini koruyan en önemli organ östaki tüpüdür (2,3). Östaki tüpü, normal şartlarda gün içerisinde yutkunmanın frekansına bağlı olarak 500-1000 kez tekrarlanarak açılır ve açıldığında 0.020 sn açık kalır. Günde 3,3 dakika açık kalmış olur (13). Atmosferik basınçta dalgalanmalar veya fizyolojik olmayan ani değişikliklerde (uçak yolculuğu veya su altı dalma gibi) östaki tüpü ayrıca açılarak dış ortamla orta kulak basıncını dengeler (3).

Östaki tüpünün fonksiyonunu etkileyen pek çok nazal patoloji vardır ve bu hastalıkların tedavisi ile östaki tüpü fonksiyonları da çoğunlukla geri döner (3). Akyıldız ve ark. (26), yaptıkları çalışmada septum deviasyonunun östaki fonksiyonunu belirgin olarak bozduğunu, septoplasti sonrası burun fonksiyonları düzeldikçe östaki tüpünün de daha rahat çalıştığını çalışmalarında göstermişlerdir.

Orta kulak fonksiyonlarını değerlendirirken, östaki tüpünün fonksiyonlarını da değerlendirmek gerekir. Östaki tüpünün değerlendirilmesinde kullanılan testlerin hangisinin daha etkili olduğu konusunda literatürde oluşmuş bir fikir birliği yoktur. Smith ve ark.(27), sağlıklı kulaklarda östaki tüpünü açan en etkili manevranın Valsalva manevrası olduğunu, Toynbee manevrasının su içmeden kuru bir şekilde yapıldığında daha etkili olduğunu

çalışmalarında göstermişlerdir. Östaki tüpünün fonksiyonlarını değerlendirmede de en etkili testin sonotubometri olduğunu iddia etmişlerdir. Otomatik olarak Valsalva ve Toynbee manevralarını bir arada kullanarak östaki fonksiyonunu değerlendiren otomatik Williams testi, günümüz timpanometri cihazlarının çoğunda vardır ve bu çalışmada da bu test kullanılmıştır. Timpanoplasti sonrası östaki fonksiyonunun düzeldiğini ve timpanoplasti öncesi nazal fonksiyonların mutlaka düzeltilmesi gerekmediğini gösterdikleri bir çalışmada Akyıldız ve ark. (28), postoperatif test olarak timpanometride otomatik ölçüm yapan bu testi rahatlıkla kullanmışlar ve inflasyon-deflasyon testi kadar etkin olduğuna inanmışlardır.

Orta kulak fonksiyonlarını değerlendirmede; klasik 226 Hz frekans timpanometri çok yaygın olarak kullanılmasına rağmen; normal orta kulak ile bazı patolojileri ayırt etmekte yetersiz kalabilmektedir (29). Jerger ve ark.(30), 1974'te 60 otosklerotik kulağa timpanogram uygulamışlar ve otosklerotik kulakların %95'inin normal tip A timpanogramına sahip olduğunu ve standart düşük prob ton frekansa sahip olan timpanogramların normal ve otosklerotik kulakları ayırmada çok yetersiz olduğunu belirtmişlerdir. Ünlüer ve ark.(31), 2014 yılında yaptıkları çalışmada; 0-28 hafta arasındaki yenidoğan ve infant grubunda Transient Oto-akustik Emisyon ile klasik timpanometri ve multifrekans timpanometri ile testler yapıp karşılaştırmışlardır. 226 Hz prob ton kullanılarak yapılan orta kulak fonksiyon değerlendirmelerinin, özellikle yedi aydan küçük bebeklerde çelişkili test sonuçları verdiğini, 1000 Hz prob ton kullanımının ise daha güvenilir olduğunu belirtmişlerdir. Klasik timpanometri kütle etkisi yaratan patolojilerde sertlik etkisi yaratan patolojilere göre daha da kısıtlıdır. Lai ve ark.(32), 2008' de yaptıkları çalışmada; erişkinlerde klasik timpanometri ile multifrekans timpanometriyi otitis mediada karşılaştırmışlar ve tanıda multifrekans timpanometrinin daha hassas ve objektif olduğunu bildirmişlerdir. Ögüt ve ark.(33), cerrahi olarak gösterilmiş otosklerozlu vakalarında multifrekans timpanometrinin spesifitesini %82, sensitivitesini %80 olarak göstermişlerdir.

1975 yılında ilk çalışmalar yapılmakla beraber multifrekans timpanometri, halen günümüzde rutin kullanıma girememiştir. Orta kulak ve dış kulak yapıları yaşa ve kalıtsal özelliklere göre değişkenlik göstermektedir. Bu farklılıklar orta kulak admitansı ve ilgili değerleri de etkilemekte ve normatif değerlerin değişkenlik göstermesine sebep olmaktadır (34). Dolayısıyla birçok araştırmacı farklı popülasyonlar ve klinikler için normalizasyon çalışmaları yapmıştır. Kliniğimizde de Sezin ve ark. (20), 2011’de yaptıkları tez çalışmasında; yaşları 21-46 yaş arasında değişen 60 kişiyle yaptıkları çoklu frekans normalizasyon değerleri ortalamasını 999.6 Hz (SD±134.9) olarak saptamışlardır. Ayrıca sağ kulaklardan elde edilen değerlerin ortalaması 1020.8 Hz (SD±140.6), iken sol kulak ortalamaları 978.3 Hz (SD±180.5) olarak belirlemişlerdir.

Orkestrada nefesli çalgı çalan sanatçıların orta kulak fonksiyonlarının değerlendirildiği bu çalışmada, öncelikle orta kulak ve östaki fonksiyonlarını sorgulayan bir anket yapılmıştır. Bu ankette yer alan sorular, orta kulak ve östaki disfonksiyonunda görülebilecek semptomları sorgulayacak şekilde hazırlanmıştır. Bu anket, literatürde östaki fonksiyonunu sorgulayan, geçerliliği ve güvenilirliği gösterilmiş Östaki Tüpü Disfonksiyon Anketi (ETDQ-7)’de yer alan soruları da kapsamaktadır. Testin bu çalışmada aynen kullanılmamasının nedeni, testin Türkçe geçerliliğinin olmayışıdır. Mc Coul E ve ark. (22), ETDQ-7 anketinin güvenilirliğini timpanometrik tepe basıncı ile karşılaştırarak göstermişlerdir. Çalışmamızda orta kulak ve östaki fonksiyonlarını değerlendiren semptomlar açısından normal zamanda açılıp kapanma dışındaki sorularda gruplar arasında bir farklılık görülmemiştir. Ancak bu soru dışında diğer sorularda bir farkın olmayışı nedeniyle ETDQ-7 anketinin Türkçe’ye uyarlanması ve östaki disfonksiyonunu dolaylı olarak değil de etkin bir şekilde ölçen bir testle beraber yapılarak güvenilirliğinin test edilmesi gerektiği kanaatine varılmıştır.

Çalışmamızda, çalışma ve kontrol grupları, saf ses odyometri sonuçları açısından karşılaştırılmıştır. Konuşma frekansları ortalaması (0.5,1,2 kHz) açısından gruplar arası bir

farka rastlanmaz iken; yüksek frekans ortalamasında (4,6,8 kHz) iki grup arasında anlamlı fark tespit edilmiştir. Çalışma grubunda yüksek frekans ortalamalarının daha fazla olmasının yüksek sese maruz kalmanın etkisi ile olduğu düşünülmüştür. Orkestrada ortam gürültü düzeyi ile ilgili yapılan bir çalışmada; orkestra çaldığında yaklaşık 79-99 dB düzeyinde bir ses olduğu ve bu sesin vurmali çalgı çalanlar ile onların hemen önünde oturan nefesli çalgı çalanların olduğu alanda en üst düzeye çıktığı bildirilmiştir (25).

Timpanometrik Tepe Basıncı (TPP), orta kulak ve östaki tüpü fonksiyonlarının değerlendirilmesinde tek başına kullanılmamakla beraber, negatif basınç yönünde olması östaki disfonksiyonunu işaret edebilir (2). Bu çalışmada çalışma ve kontrol grupları arasında tüm kulaklar karşılaştırıldığında; çalışma grubunda TPP değeri anlamlı olacak şekilde negatif tespit edilmiştir. Ancak değer fizyolojik olarak kabul edilen sınırlar (0,-50) içerisinde. Timpanometride bakılan parametrelerden biri timpanometrik gradient (TG)'dir. Timpanometrik genişlikle ters orantılı olan bu parametre, çalışmamızda gruplar arasında tüm kulaklar karşılaştırıldığında çalışma grubunda anlamlı bir şekilde daha yüksektir. Bu da bütün kulaklarda tespit edilen tip A grafiğinin, çalışma grubunda keskin dar açılı şeklinde olduğunu (Tip AD) ve orta kulakta belirgin bir efüzyonun olmadığını göstermektedir. Alper C.(18), 1999' da yaptığı deneysel bir çalışmada, efüzyonlu otitis mediada timpanometri yapmışlar ve magnetik rezonans görüntüleme ile sadece timpanometrik genişlik-gradient parametresinin korale olduğunu göstermişlerdir. Bu değer, tüm timpanometri parametreleri arasında efüzyonu gösteren en hassas değer olarak kabul edilmektedir (2,18). Bizim çalışmamızda timpanogram şekli çoğunlukla Tip AD grafiğidir. Bu grafik timpanik membran ve kemikçik sistem hiperobilitesinde görülmektedir (2). Nefesli çalgıya üfleme üst hava yolunda ve dolayısıyla orta kulakta artan bir hava basıncı yaratıp, timpanik membranı dış kulak yoluna itebileceği gibi; ortamdaki yüksek ses de zarı orta kulağa itmek isteyecektir. Her iki durumun bir arada

olması ile zarda bir mobilite oluşabileceği düşünülmüştür. Ancak bu düşünce ispatlanmaya açık bir düşüncedir.

Klasik 226 Hz timpanometride bakılan, daha çok orta kulak sisteminin kompliansıdır (2,3). Komplians sistemin uyumunu, geçirgenliğini ifade etmektedir. Çalışmamızda alçak frekans prob tone timpanometri ile bakılan komplians ölçümleri açısından her iki grup arasında bir farklılık gözlenmemiştir. Bu sonuçla, üst hava yoluna sürekli gönderilen hava basıncının, orta kulağın net admitansı veya geçirgenliğini etkilemediği düşünülmüştür. Ancak, orkestra çalışanlarının tamamında yüksek frekanslarda komplians değişimine bakmanın ve üfleme ile oluşabilecek artmış hava basıncı etkisine daha geniş bir seride bakılmasının daha uygun olacağı kanaatine varılmıştır. Timpanometride akustik refleksin olup olmadığı da bakılan parametrelerdendir. Çalışmamızda çalışma grubundaki katılımcılarda refleksin alınmamasına istatistiksel olarak daha çok rastlanmıştır. Bu durum, çalışma grubunun işitme sonuçlarının daha kötü olması ile ilişkili olarak değerlendirilmiştir.

Çalışmamızda östaki disfonksiyonu, test sırasında üst solunum yolu enfeksiyonu olmadıklarından emin olunan tüm katılımcıların yer aldığı her iki grupta da oldukça sık olarak gözlenmiştir. Çalışma grubunda istatistiksel olarak daha fazla disfonksiyon gözlenmekle beraber p değeri 0.05'den küçük olmakla beraber yüksektir (p=0.048). Nefesli çalgılar üfleme tekniği açısından iki alt gruba ayrılıp tekrar östaki tüpü değerlendirmesi yapıldığında; tahta üflemleri çalgı çalan katılımcılarda istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha fazla östaki disfonksiyonu gözlenmiştir (p=0.029). Tahta üflemleri çalgılardan flüt dışındakilerde kamışa üflenerek boruya hava gönderilir. Provalarda bu sanatçılar gözlenerek bu üflemin oldukça zorlamalı bir şekilde olduğu, üst hava yollarında yüksek basınca neden olabileceği düşünülmüştür. Ancak bu basıncın ne kadar olabileceği ile ilgili müzik ya da tıp literatüründe bir çalışmaya ulaşılamamıştır. Nefesli çalgı çalma sırasında östaki tüpünden geçen hava

miktarının ne kadar arttığı ile ilgili sonotubometri gibi güvenilirliği daha yüksek bir metod ve daha fazla sayıda katılımcı ile bir çalışma yapmanın uygun olacağı düşünülmüştür.

Multifrekans timpanometri, prob frekansı 226-2000 Hz arası değiştikçe admitansın komponentleri nasıl değişiyor bilgi verir (2). Bu değişikliklerin gerçekleştiği frekanslar normal ve patolojik kulaklarda farklılık göstermektedir. Bu frekanslardan en iyi bilineni orta kulağın resonant frekansıdır (RF). Sistemin iletim özelliğindeki değişiklikler, RF'deki değişikliklerle kolayca anlaşılabilir (5).

Admitansın bileşenleri suseptans (B) ve konduktans (G)'dir. Suseptans, kitle suseptans (Bm) ve sertlik suseptans (Bs) olarak iki kısımdan oluşur. RF, bu iki alt komponentin sıfır olduğu frekanstır. Bm ve Bs birbirine diktir ve dolayısıyla toplam B yani sistemin suseptansı RF'de sıfıra yakındır (19). Bu durumda RF' de sistemin admitansından sorumlu olan sadece konduktans(G)'dir. Bu nedenle orta kulak sisteminde kütle veya sertliği etkileyebilecek pek çok patolojide orta kulağın RF değeri de değişecektir (2,5,19).

1975 yılında ilk ortaya çıktığından itibaren literatürde orta kulağı, kemikçik sistemi ve iç kulağı etkileyebilecek pek çok durumda mutlifrekans timpanometri ile RF'deki değişimler ölçülmektedir. Iacovou E ve ark.(19), 2013 yılında yaptıkları bir literatür derlemesinde İngilizce literatürde multifrekans timpanometri ile ilgili 20 adet prospektif kontrollü çalışma, 4 adet prospektif karşılaştırmalı çalışma, 7 adet prospektif cohort çalışması, 1 adet retrospektif çalışma ve 3 adet hayvan çalışması tespit etmişlerdir. Bu çalışmaların sonucu olarak; RF'yi arttıran patolojiler olarak otoskleroz, kemikçik sistem fiksasyonu, Juvenil romotoid artrit ve romotoid artrit olarak belirtilmektedir. RF'yi azaltan patolojiler ise; efüzyonlu otitis media, kemikçik zincir kopması, atelektatik membran ve genişlemiş vestibüler aquaduct olarak literatürde tespit edilmiştir (19). Bütün bu çalışmaların sonucu olarak belirtilmelidir ki, klinik uygulamada RF' nin günümüze kadar gelen en önemli kullanım alanı, otoskleroz cerrahisinde karar verdiricek kadar etkili olmasıdır (33).



2013 yılından sonra literatürde yer alan yayınlara bakıldığında; orta kulak ve/veya iç kulak sistemleri etkileyebilecek pek çok durumda RF ölçülmüştür. Böylece RF'nin artma ve azalması gözlenerek çeşitli sistemik hastalıkların veya hamilelik, yüksek irtifa uçucuları gibi çeşitli fizyolojik durumların orta kulağı nasıl etkilediği anlaşılmaya çalışılmıştır (35,36,37,38). Dağ ve ark.(35), 2016'da yayınladıkları çalışmada hamileliğin RF' de azalmaya yol açtığını ve kilo alımı ile ters ilişkide olduğunu tespit etmişlerdir. Tuncer ve ark.(36), ise yüksek irtifa uçucularının uçucu adaylarına göre daha düşük RF değerine sahip olduklarını tespit etmişlerdir. Vidal ve ark.(37), 2014'de yaptıkları bir çalışmada trendelenburg pozisyonunda RF değerinin arttığını bulmuşlardır. Bütün bu çalışmalara rağmen literatürde müzik ile uğraşan sanatçıların RF değerlerinin ölçüldüğü ve orta kulaktaki etkilenmenin incelendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Literatürde müzik ile ilgili çalışmalarda daha çok işitme ön planda tutulmuştur. Kiss ve ark.(39), 2001'de yaptıkları bir çalışmada ortam gürültüsünün saf ses odyometride değişiklik yapmadan DPOAE'da tüm frekanslarda etkilenme olduğunu göstermişlerdir. Avusturya Opera ve Bale Orkestrası ile yapılan bir çalışmada Murray ve ark.(40), haftada 37 saat çalışan orkestranın 119 üyesinde saf ses odyometride işitme kaybı düzeyinde bir değişiklik görememişler ancak DPOAE'da belirgin değişim kaydetmişlerdir. Kliniğimizde yapılan bir çalışmada, Hacettepe Senfoni Orkestrasında çalışan 30 üyede saf ses ortalamaları normal sınırlarda bulunurken, TEOAE değerlerinde anlamlı düşüş tespit edilmiştir. Ayrıca bu çalışmada bakılan kontralateral supresyon testinde fark gözlenmemiştir (41).

Çalışmamızda, nefesli çalgı çalan sanatçılarda RF önce günlük provalarına başlamadan önce ölçülmüş, sonra provaları bitince tekrar ölçüm alınmıştır. Prova öncesi RF ortalama değeri 925 (SD±237,6) Hz ölçülmüşken, prova sonrası 1020 (SD±249,6) Hz olarak tespit edilmiştir. Önce ve sonra bakılan bu iki değer karşılaştırması yapıldığında RF değerinin performans sonrası istatistiksel olarak arttığı gözlenmiştir. Orkestra çalışanlarının

içinde buldukları yaklaşık 100 dB ortam gürültüsü, orta kulakta korunma mekanizmalarını aktif hale getirecektir. Timpanik membran itilecek, üstaki tüpü açılacak ve sesin nazofarinkste sönümlenmesi sağlanacaktır. Ayrıca stapedius kası kasılacak ve stapes tabanı önde havaya kalkarak iç kulağın sesten korunması sağlanacaktır. Ancak bu mekanizmalar aktif hale geçerken; nefesli çalgı çalanlarda üst hava yolunda artan hava basıncı üstakiden geçerek orta kulakta artmış hava basıncına yol açabilecek, timpanik membranı dış kulak yoluna itmeye çalışacaktır. Timpanik membran üzerindeki bu iki yönlü etkinin membranda aşırı bir mobilite oluşturduğu buna bağlı olarak da RF’de bir artma meydana getirdiği düşünülmüştür. Ancak bu çalışmada orkestranın tamamında RF değeri bakılmamış, sadece nefesli çalgı çalanlar değerlendirilmiştir. Bu nedenle ortam gürültüsünün tek başına RF’ de artma yapabileceği bu çalışma ile gösterilemez. Ayrıca nefesli çalgıya sürekli üflemenin de orta kulakta ve dolayısıyla timpanik membranda etkili olduğu ve bu şekilde RF’ yi arttırdığı düşüncesi de, tüm orkestra çalışanlarının katıldığı daha geniş bir seride yapılacak bir çalışma ile desteklenebilir.

Nefesli çalgı çalan katılımcılar üfleme tekniğine göre alt gruba ayrılarak RF bakıldığında; tahta üflemeli çalgı çalanlarda prova öncesi 950(SD±222,8) Hz, sonrasında 1025(SD±264,5)Hz ölçülmüşken; bakır üflemeli çalgı çalanlarda prova öncesi 912(SD±232,3), sonrasında 964,1(SD±246,2) ölçülmüştür. Tahta üflemeli çalgı çalan sanatçılarda performansın RF’yi daha çok yükselttiği görülmüştür. Üfleme tekniği daha zor olan enstrümanın RF değerini daha çok yükseltmesinin nedeni olarak, üst hava yolu ile orta kulağa geçen ve timpanik membranda mobilite yaratan havanın bu grupta daha fazla ve etkili olabileceği düşünülmüştür.

Bu çalışmada tahta üflemeli çalgı çalan sanatçıların istatistiksel olarak diğer gruplardan farklı olarak hem üstaki fonksiyonları daha bozuk, hem performans sonrasında RF’ de yükselme daha fazla tespit edilmiştir. Tahta üflemeli çalgı çalan sanatçıların

orkestrada oturum planı incelendiğinde; orkestranın tam ortasında ve timpaninin tam önünde yer almaktadırlar. Yüksek sese en çok maruz kalınabilecek bölge burası olarak gözlenmiş ve yapılan çalışmalarda da gösterilmiştir (1,40). Ancak, daha zor olan üfleme tekniğine bağlı olarak üst hava yolunda daha çok artan yüksek basıncın orta kulak ve timpanik membrandaki etkisi de olabilir. Yine bu artmış hava basıncı etkisiyle östaki tüpü, fonksiyonlarını tam olarak gerçekleştiriyor olabilir. Vidal ve ark.(37), trendelenburg pozisyonunda multifrekans timpanometri ölçümü almışlar ve RF'yi yüksek tespit etmişlerdir. Bunun nedenini tam olarak açıklayamamakla beraber artmış iç kulak basıncının kütle etkisi ile annular ligamanda oluşturduğu gerginlik olabileceğini öne sürmüşlerdir. Üfleme tekniği daha zor olan tahta üflemeli çalgı çalanlarda üst hava yolunda artmış hava basıncı, orta kulak kadar iç kulakta da bir etki oluşturup annular ligamanda bir gerginlik oluşturabilir. Yüksek frekanslardaki işitmenin sanatçılarda daha kötü olması da bu fikri desteklemektedir. Ayrıca zorlu üfleme, beyin ve boyun bölgesinde venöz oluşumlarda yüksek basınca ve buna bağlı olarak orta kulak vasküler yapısında değişikliğe yol açarak RF' de artma meydana getirebilir. Tahta üflemeli çalgı çalanlarda RF'de daha fazla oluşan artmanın nedenlerini araştırabilmek için ortam gürültüsünü azaltarak ve katılımcı sayısını arttırarak yapılacak çalışmalara ihtiyaç vardır.

Bu çalışma, orkestrada nefesli çalgı çalan sanatçıların orta kulak fonksiyonlarını inceleyen ilk çalışma özelliğine sahiptir. Aynı zamanda üflemeli ve özellikle de tahta üflemeli sanatçılar için koruyucu tedbirlerin alınması gerekliliğine dikkat çeken bir çalışmadır. Dünyada çok büyük orkestralar, provalarda vurmali çalgıların olduğu bölüm için fiber cam bariyerler ("drum screen") kullanmaktadır. Provalarda timpani önüne fiber cam bariyer yerleştirilmesinin ve sanatçılar için geliştirilen koruyucu kulak tıkacının özellikle tahta üflemeli çalgı çalan sanatçılarda kullanılmasının gerekliliği bu çalışma sayesinde düşünülmüştür. Yine bu sanatçıların özellikle orkestra sezonu boyunca atmosferik basınçta

ani değişikliğe yol açabilecek aktivitelerden (uçuculuk, dalma sporu gibi) sakınması konusunda uyarılmaları da önemlidir.

Sonuç olarak; bu çalışmada nefesli çalgı çalan sanatçılarda orta kulak fonksiyonları değerlendirilmiş; orta kulak tepe basıncında hafif negativitenin gözlendiği, östaki disfonksiyonunun daha belirgin olduğu ve rsanant frekansının performans öncesine ve kontrol grubuna göre daha yüksek elde edildiği gözlenmiştir. Bu alışma, tüm orkestrada farklı enstruman alanların da dahil edildiği daha geniş bir seride, Vanhuyse modeli ile yüksek frekans komplianslarının ölçüldüğü bir multifrekans timpanometrinin ve sonotubometri gibi geçerliliği yüksek bir östaki fonksiyon testinin kullanıldığı bir çalışmanın n çalışmasıdır.

## 6. SONUÇLAR

Bu çalışma, orkestrada nefesli çalgı çalan sanatçıların kontrol grubuna göre orta kulak fonksiyonlarını değerlendirmek ve rezonant frekansını bulmak için 28 sanatçıdan oluşan bir çalışma grubu (28 katılımcı, 56 kulak) ve 34 gönüllüden oluşan bir kontrol grubu (34 katılımcı, 68 kulak) üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Enstrüman çalanlarda yaş ortalaması 35,5 (25-60) enstrüman çalmayan kontrol grubunda yaş ortalaması 34 (24-49) yaş olarak tespit edilmiştir.

Yüksek frekans (4, 6, 8 kHz) saf ses ortalama değerlerine bakıldığında; çalışma grubunun ortalama değeri sağ kulakta 17,6 (SD±11,1) dB, sol kulakta 18,4(SD±11,4) dB' dir. Kontrol grubunda ortalama değer sağ kulakta 13,2(SD±8) dB, sol kulakta 13,2 (SD±8,1) dB'dir. Gruplar arasında anlamlı bir fark tespit edilmiştir (p<0.05).

Timpanogram grafiği tüm katılımcılarda Tip A olarak tespit edilmiştir.

TPP ortanca değerleri çalışma grubunda sağ; -7,5 daPa (IQR: 17,75), sol; -10 daPa (IQR:13,5); kontrol grubunda sağ ve solda -3 daPa (IQR:9,5) olup çalışma grubunda istatistiksel olarak anlamlı bir negativite vardır (p<0.05).

Timpanogram Gradienti (TG) ortanca değerleri çalışma grubunda sağ; 0,33 ml (IQR: 0,38), sol; 0,23 ml (IQR: 0,33); kontrol grubunda TG ortanca değerleri ise sağ; 0,23ml (IQR: 0,33), sol;0,19 ml (IQR:0,29) olup çalışma grubunda kulakların tamamı açısından anlamlı bir fark gözlenmiştir (p=0.031).

Gruplar arasında akustik refleks sonucuna göre yapılan karşılaştırmada çalışma grubunda akustik refleksin alınamaması daha sık olarak gözlenmiş ve anlamlı bulunmuştur. (p=0.005).

Östaki tüpünün patent olma durumu açısından gruplarda tüm kulaklar değerlendirildiğinde istatistiksel olarak çalışma grubunda fark gözlenmiştir (p=0.048). Tahta

nefesli çalgı çalan sanatçılarda östaki disfonksiyonu bakır üflemeli sanatçılara ve kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha fazla görülmüştür ( $p=0.029$ ).

Çalışma grubunda tüm kulakların performans öncesi RF ortalama değeri 925 ( $SD\pm 237,6$ ); performans sonrası RF 1020 ( $SD\pm 249,6$ ) olarak hesaplanmıştır. Performans öncesi ve sonrası elde edilen RF ortalama değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ( $p=0.004$ ). Bu farkın tahta üflemeli çalgı çalanlarda daha belirgin olduğu tespit edilmiştir.

RF değerleri açısından çalışma ve kontrol grubu ile karşılaştırılması yapıldığında; çalışma grubunda sağ RF değeri 998,92 Hz ( $SD\pm 254,05$ ), solda 1041,07 Hz ( $SD\pm 247,97$ ); kontrol grubunda sağda; 906,42 Hz ( $SD\pm 175,10$ ) ve solda 863,21 Hz ( $SD\pm 139,28$ ) olup, sol kulak açısından iki grup arasında istatistiksel olarak fark bulunmuştur ( $p=0.03$ ).

## 7.KAYNAKLAR

1. Poissant, S.F., Freyman, R.L., MacDonald, A.J. et al.: Characteristics of noise exposure during solitary trumpet playing: Immediate impact on distortion-product otoacoustic emissions and long-term implications for hearing, *Ear and Hearing*, 33:543-553, 2012.
2. Hunter, LL. and Sanford, C. A.: Tympanometry and Wideband Acoustic Immitance, In Katz J seventh ed: *Physiologic Principles and Measures*, Section 2, Ch 9, pp.137-163. Walters Klumer, Philedelphia, 2015.
3. Kileny, P.R., Zwolan, T.A.: Diagnostic Audiology, In Cummings fifth ed: *Otolaryngology Head and Neck Surgery*, Vol. 2, Ch 133, pp. 1887-1903. C.W. Mosby Elsevier, Philadephia, 2010.
4. Uzun, C.: Uçuculukta ve Dalgıçlıkta Kulak, In Onur Çelik (ed): *Otoloji ve Nöro-otoloji*, Cilt 2, Ch 48, pp.755-775, Elit Ofset Matbaacılık, İstanbul, 2013.
5. Kökten, N., Eğilmez, O.K.: Geniş band ve multifrekans timpanometri, *Türkiye Klinikleri J E.N.T.-Special Topics*, 8(2):26-31, 2015.
6. Ryzerman, JM., Kumar, A.: Anatomy and Embryology of The Ear, In Pensak M.L.:*Clinical Otology*, Ch1, pp.2-26, Thime Mediacal Publishers, NewYork, 2015.
7. <http://www.nkfu.com/kulak-resimleri/>
8. Howard, W.F.: Anatomy of the Temporal Bone, External Ear and Middle Ear, In Cummings fifth ed: *Otolaryngology Head and Neck Surgery*, Vol. 2, Ch 127, pp. 1821-1830. C.W. Mosby Elsevier, Philadephia, 2010.
9. Akyıldız N. Kulak hastalıkları ve mikroşirürüjisi. Cilt I, Ankara: Ongün Kardeşler Matbaacılık:1-33, 1986.

10. Reilly, R.C., Sando, I.: Anatomy and physiology of the eustachian tube, In Cummings fifth ed: Otolaryngology Head and Neck Surgery, Vol. 2, Ch 131, pp. 1866-1875. C.W. Mosby Elsevier, Philadelphia, 2010.
11. Keith, R.W., Ratigan, J.A., Choo, D.I.: Principles of Clinical Audiology and Assessment of Auditory Physiology, In Pensak M.L.: Clinical Otology, Ch1, pp.2-26, Thime Mediacal Publishers, NewYork, 2015.
12. Özdamar O.İ., Acar, G.Ö., Tekin M.: Östaki Tüpünün Embriyolojisi ve Anatomisi, Curr Pract ORL, 11(2):67-71, 2015.
13. Çelik, O., Uz, U.: Östaki tüpü fizyolojisi ve fonksiyonları, Curr Pract ORL, 11(2):72-80, 2015.
14. Çalışır, F.: Çalgı Bilgisi, Yeni Dağarcık Yayınları, Ankara, 1980.
15. Akdil, S. M.: Çalgı Bilgisi Notları, Çukurova Üniversitesi Devlet Konservatuarı Ders Notları, Adana, 1990.
16. Zeren, A.: Müzik Fiziği, Pan Yayınları, İstanbul, 1987.
17. Kırkım, G.: İmmitansmetrik değerlendirme yöntemleri, In Erol Belgin ed: Temel Odyoloji, Ch 9, pp. 105-112. Güneş Tıp Kitabevleri, Ankara, 2015.
18. Alper, C.M., Doyle, W.J.: MRI validation of the accuracy of tympanometric gradient for the diagnosis of OME, Br J Audiol, 33(4):233-239, 1999.
19. Iacovou, E., Vlastarakos, P.V., Ferekidis E. et al.: Multi-frequency tympanometry: Clinical applications for the assesment of the middle ear status, Indian J Otolaryngol Head Neck Surg, 65(3):283-287, 2013.
20. Sezin, R.K.: Normal işitmeye sahip yetişkinlerde multifrekans timpanometri normalizasyon değerleri, Yüksek Lisans Tezi, Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Kulak Boğaz Anabilim Dalı Odyoloji ve Konuşma Ses Bozuklukları Bölümü, Ankara, 2011.



21. Martin, C., Karkas, A., Prades, J.M.: Tubotympanic system functioning, *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis*, 134(3):177-184, 2017.
22. McCoul, E.D., Anand, V.K., Christos, P.J. et al.: Validating the clinical assesment of eustachian tube dysfunction: The eustachian tube dysfunction questionnaire, *Laryngoscope*, 122(5):1137-1141, 2012.
23. Killion, M.C.: Factors influencing use of hearing protection by trumpet players, *Trends in Amplification*, 16(3):173-178, 2012.
24. Sağlam, S.: Ankara Devlet Opera ve Balesi Sanatçılarının Sağlık Durumlarının Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Ankara, 2010.
25. Royster, J.D., Royster L.H., Killion M.C.: Sound exposures and hearing thresholds of symphony orchestra musicians. *J Acoust Soc Am*, 89: 2793-2803,1991.
26. Akyıldız, M.Y., Özmen, Ö.A., Demir, U.L. et al.: Impact of septoplasty on eustachian tube functions, *J Craniofac Surg*, 28(8):1929-1932, 2017.
27. Smith, M.E., Blythe, A.J.C., Baker C. et al.: Tests ofEusthachian Tube Function: The effect of testin technique on tube opening in healthy ears, *Otol Neurotol* 38(5): 714-720, 2017.
28. Akyıldız, M.Y., Özmen, Ö.A., Demir, U.L. et al.: Should nasal function be considered prior to tympanoplasty, *J Int Adv Otol*, doi:10.515/iao.2017.3624. 2017.
29. de Moraes, T.F., Macedo, C. C., Feniman, M.R.:Multifrequency tympanometry in infants, *Int Arch Otorhinolaryngol*, 16(2):186-194, 2012.

30. Jerger, J., Anthony, L., Jerger, S., Mauldin, L.: Studies in impedance audiometry. 3. Middle ear disorders. Arch Otolaryngol. Mar;99(3):165-71, 1974.
31. Ünlüer, N.Ö., Türkyılmaz, M.D., Budak, B. et al.: Yenidoğan ve infantta multifrekans timpanometri bulguları, H.Ü. Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, 1(1), 2014.
32. Lai, D., Li, W., Xian, J. et al.: Multifrequency tympanometry in adults with otitis media, Eur Arch Otorhinolaryngol, 265:1021-1025, 2008.
33. Ögüt, F.: Multifrekansiel timpanometri ölçümlerinin otosklerotik ve normal orta kulaklardaki karşılaştırılması, Odyoloji Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2006.
34. Frade, C., Martin, C.: Diagnostic value of the multifrequency tympanometry in active rheumatoid arthritis, Auris Nasus Larynx, 25:131-136, 1998.
35. Dag, E.K., Gulumser, C., Erbek, S.: Decrease in middle ear resonance frequency during pregnancy, Audiology Research, 6:147-149, 2016.
36. Tuncer, M.M.: Çoklu frekans Timpanometri ölçümlerinin uçucularda ve uçucu adaylarında karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Kulak Boğaz Anabilim Dalı Odyoloji ve Konuşma Ses Bozuklukları Bölümü, Ankara, 2014.
37. Franco-Vidal, V., Bonnard, D., Bellec, O. et al.: Effects of body tilt on multifrequency admittance tympanometry, Otol and Neurotol, 36:737-740, 2014.
38. İçmen, D.: Multifrekans timpanometri ölçümlerinin seröz otitli ve sağlıklı çocuklarda karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Başkent Üniversitesi Sağlık

Bilimleri Enstitüsü Kulak Boğaz Anabilim Dalı Odyoloji ve Konuşma Ses Bozuklukları Bölümü, Ankara, 2014.

39. Kiss, J.G., Toth, F.,Tovo, L.et al.:Distortion-product otoacoustic emission (DPOAE) following pure-tone and wide-band noise exposures, Scand Audiol, 30(suppl)52: 138-140,2001.
40. Murray, N.M., LePage, E.L.,Mikl, N.: Innerear damagein an opera theatre orchestra as detected by otoacoustic emissions, pure tone audiometry and sound levels. Aust J Audiol, 20: 67-78, 1998.
41. Kumdakçı S.: Orkestra sanatçılarında işitmenin odyometri ve geçici uyarılmış otoakustik emisyon testleriyle değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Kulak Boğaz Anabilim Dalı Odyoloji ve Konuşma Ses Bozuklukları Bölümü, Ankara, 2016.

Ek-1: NEFESLİ ÇALGI ÇALAN SANATÇILARDA ORTA KULAK FONKSİYONLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ ARAŞTIRMASI ANKET FORMU

TANIMLAYICI BİLGİLER

1. Anket Formu No:
  - a. Ad Soyad:
2. Cinsiyet
  - a. Erkek
  - b. Kadın
3. Yaş
4. Eğitim Durumu
  - a. Lise
  - b. Meslek yüksek Okulu (ön lisans)
  - c. Üniversite (Lisans)
  - d. Yüksek Lisans
5. Çalıştığı Bölüm (sadece sanatçı dolduracaktır)
  - a. Orkestra sanatçısı
  - b. Konservatuar öğrencisi
  - c. Diğer
6. Çalınan enstrüman:..... (sadece sanatçı dolduracaktır)
7. Çalışma süresi:.....ay/yıl (sadece sanatçı dolduracaktır)
8. Günde enstrümanı çalma süresi:.....saat/dk (sadece sanatçı dolduracaktır)
9. Sigara kullanımı
  - a. Evet içme süresi:..... Günde içilen miktar
  - b. Hayır

## ÖSTAKİ VE ORTA KULAK FONKSİYONU İLE İLGİLİ ANKET

10. Yılda üst solunum yolu enfeksiyon geçirme sıklığı:.....

11. Burun tıkanıklığı var mı?

- a. Evet ne kadar süredir?..... hangi taraf
- b. Hayır

12. İşitme kaybı var mı?

- a. Evet hangi kulak sağ/ sol
- b. Hayır

13. Kulakta basınç/tıkanıklık hissi var mı?

- a. Evet hangi kulak sağ/ sol
- b. Hayır

14. Kulakta çınlama ve/veya uğultu var mı?

- a. Evet hangi kulak sağ/ sol
- b. Hayır

15. Performans sonrası kulakta ağrı basınç tıkanıklık hissi oluyor mu? (sadece sanatçı cevap verecektir)

- c. Evet hangi kulak sağ/ sol
- d. Hayır

16. Uçak yolculuğunda veya denizde dalarken veya yüksek bir yere giderken kulakta ağrı basınç zorlanma var mı?

- a. Evet hangi kulak sağ/ sol
- b. Hayır

17. Çiğneme, yutma, esneme gibi hareketler sırasında kulakta ağrı basınç var mı?

- a. Evet hangi kulak sağ/ sol
- b. Hayır

18. Normal zamanlarda tıkanıp açılmalar oluyor mu?

- a. Evet
- b. Hayır

19. Normal zamanlarda konuştuğunuz ses kulağınızdan geliyor gibi oluyor mu?

- a. Evet
- b. Hayır

## HASTA VERİLERİ

### 20. Her iki kulak için saf ses ortalama

#### a. Sağ kulak

<b>Odyolojik Tetkik</b>	125 Hz	250Hz	500Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	6000 Hz	8000 Hz	Speech Discrimina	Ortalama
Kemik(dB)										
Hava (dB)										

#### b. Sol kulak

<b>Odyolojik Tetkik</b>	125 Hz	250Hz	500Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	6000 Hz	8000 Hz	Speech Discrimina	Ortalama
Kemik(dB)										
Hava (dB)										

### 21. Her iki kulakta multifrekans timpanometride Resonans frekans değeri

#### a. Sağ kulak RF

#### b. Sol kulak RF

### 22. Östaki fonksiyon testi

#### a. Sağ kulak

#### b. Sol kulak