

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

Tez Yöneticisi  
Dr. Öğr. Üyesi Memduha TAŞ

**18-25 YAŞ GENÇLERDE CEP TELEFONUNDAN  
KULAKLIKLARLA MÜZİK DİNLEMENİN İŞİTME  
FONKSİYONLARI ÜZERİNE ETKİSİNİN  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

**Elçin NURÇİN**

Referans no: 10293993

EDİRNE -2019

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

Tez Yöneticisi  
Dr. Öğr. Üyesi Memduha TAŞ

**18-25 YAŞ GENÇLERDE CEP TELEFONUNDAN  
KULAKLIKLA MÜZİK DİNLEMENİN İŞİTME  
FONKSİYONLARI ÜZERİNE ETKİSİNİN  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

**Elçin NURÇİN**

Destekleyen Kurum: TÜBAP (2016/166)

Tez No:

EDİRNE -2019

T.C.  
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ  
Sağlık Bilimleri Enstitü Müdürlüğü

O N A Y

Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları yüksek lisans programı çerçevesinde ve Dr. Öğretim Üyesi Memduha TAŞ danışmanlığında yüksek lisans öğrencisi Elçin NURÇİN tarafından tez başlığı “18-25 Yaş Gençlerde Cep Telefonundan Kulaklıkla Müzik Dinlemenin İşitme Fonksiyonları Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi” olarak teslim edilen bu tezin tez savunma sınavı **09/09/2019** tarihinde yapılarak aşağıdaki jüri üyeleri tarafından “**Yüksek Lisans Tezi**” olarak kabul edilmiştir.

İmza  
Adı Soyadı  
Jüri Başkanı

Prof. Dr. Ahmed R. Karasahhoğlu  
TAM

İmza  
Ünvanı Adı Soyadı  
Üye

Dr. Öğr. Üyesi Memduha TAŞ

İmza  
Ünvanı Adı Soyadı  
Üye

Dr. Öğr. Üyesi Elçin NURÇİN

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Tammam SİPAHİ  
Enstitü Müdürü

## TEŐEKKÜR

Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı'nda gerçekleştirdiğim yüksek lisans eğitimim süresince bilimsel katkılarını esirgemeyen değerli bilim insanı hocam Prof. Dr. Ahmet R. Karasalihoğluna; sonsuz bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, bilgi ve hoşgörüsünü esirgemeyen değerli tez danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Memduha TAŞ'a başta olmak üzere, Sayın Dr. Öğr. Üyesi Erdoğan BULUT'a, Sayın Dr. Öğr. Üyesi Őule YILMAZ'a, Prof. Dr. Necdet SÜT'e, Arş. Gör. Betül ÖRS'e, Arş. Gör. Serkan GİLANLI'ya, Sayın Dr. Öğr. Üyesi Elif Gilanlı'ya bu süreçte her zaman yanımda olan Zekiye Hande YILMAZ'a, Tuğba KIZIL GÜL'e birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum tüm arkadaşlarıma; anlayış ve desteğinden dolayı değerli aileme; çalışmamızı destekleyen Trakya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (TÜBAP)'a ve tüm Anabilim Dalı çalışanlarına teőekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

<b>GİRİŞ VE AMAÇ</b> .....	1
<b>GENEL BİLGİLER</b> .....	4
<b>PERİFERİK ve SANTRAL İŞİTME SİSTEMLERİNİN ANATOMİ ve FİZYOLOJİSİ</b> 4	
<b>İŞİTME FİZYOLOJİSİ</b> .....	19
<b>GÜRÜLTÜNÜN EPİDEMİYOLOJİSİ</b> .....	22
<b>GÜRÜLTÜYE BAĞLI İŞİTME KAYIPLARINDA AYIRICI TANI</b> .....	24
<b>SOSYAL GÜRÜLTÜ MARUZİYETİ</b> .....	30
<b>GEREÇ VE YÖNTEM</b> .....	31
<b>BULGULAR</b> .....	35
<b>TARTIŞMA</b> .....	71
<b>SONUÇLAR</b> .....	77
<b>ÖZET</b> .....	79
<b>SUMMARY</b> .....	81
<b>KAYNAKLAR</b> .....	83
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b> .....	95
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	97
<b>EKLER</b>	

## SİMGE VE KISALTMALAR

<b>dB</b>	: Desibel
<b>DPOAE</b>	: Distorsiyon Ürünü Otoakustik Emisyon
<b>DTH</b>	: Dış Tüylü Hücreler
<b>GBİK</b>	: Gürültüye Bağlı İşitme Kaybı
<b>GED</b>	: Geçici Eşik Değişikliği
<b>HL</b>	: Hearing Level
<b>KED</b>	: Kalıcı Eşik Değişikliği
<b>MMÖ</b>	: Müzik Maruziyeti Öncesi
<b>MMS</b>	: Müzik Maruziyeti Sonrası
<b>MMSD</b>	: Müzik Maruziyeti Dinlenme Sonrası
<b>SNR</b>	: Sinyal gürültü oranı
<b>SSO</b>	: Saf Ses Odyometri
<b>SPL</b>	: Sound Pressure Level
<b>TEOAE</b>	: Transient Otoakustik Emisyon
<b>İTH</b>	: İç Tüylü Hücreler

## GİRİŞ VE AMAÇ

Ses, maddesel (katı,sıvı,gaz) bir ortamda yayılan mekanik bir titreşimin ortam moleküllerini dalgalandırması (1) ve oluşan bu dalgalanmaların yine maddesel ortamda yayılarak kulağa taşınmasıyla oluşan bir enerjidir. İnsanda işitme duyusunu uyaran fiziksel bir olay olarak da tanımlanabilir (2).

Gürültü kabaca hoşla gitmeyen ve rahatsız edici sestir (3). İnsan sağlığı üzerinde fiziksel, biyolojik ve psikolojik olarak olumsuz etkilere sahip olan gürültünün en belirgin özelliği de gürültüye bağlı işitme kaybıdır (4). Küresel nüfusun % 12'si veya daha fazlası yani 600 milyondan fazla kişi gürültüye bağlı işitme kaybı riski altındadır (5).

Günümüzde mesleki ve sosyal yaşamda teknolojinin gelişmesiyle ortaya çıkan gürültü maruziyetinden dolayı giderek artan işitme kayıpları, toplumun geniş kesimlerini etkileyen yaygın bir halk sağlığı sorunudur (3). Özellikle çocuklarda ve genç yetişkinlerde gürültüye bağlı işitme kaybı riskini artırdığı tahmin edilen gürültü maruziyetinin kaynağı, eğlence gürültüsüdür (6).

Gelişen müzik dinleme teknolojisinin taşınabilir cihazlara entegre olmasıyla birlikte, hemen hemen herkesin her zaman taşıdığı cep telefonlarında da müzik dinlemek oldukça kolay hale gelmiştir. Günümüzün taşınabilir müzik çalar cihazları, iyi bir ses kalitesi ve müzik saklama kapasitesine sahiptir. İyi bir ses kalitesine müzikte bozulmaya neden olmaksızın yüksek düzeyde çalınması (7) gençlerin kulaklıkla müzik dinleme sürelerinin artmakta olduğu yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (8).

Tahammül edilebilir seviyenin üzerinde ve uzun süre gürültüye maruz kalmak, işitme sisteminin yapısında ve işleyişinde, dış saç hücreleri, stria vascularis ve destekleyici hücreler dahil, koklea içindeki yapılara zarar vererek geçici veya kalıcı değişimlere sebep olabilir (9,10). Bu değişiklikler işitme sisteminin normal işlevinin bozulmasına ve sensorinöral işitme kaybına neden olan koklear hasar ile sonuçlanır (11). Bu hasar sonucunda işitme eşikleri normale dönerse geçici işitme kaybı olarak isimlendirilir.

Yapılan çalışmalar sonucunda geçici eşik değişikliğinde, gürültü maruziyet süresinin, yaklaşık olarak 10 katı süre sonra bireyin işitme eşiklerindeki geçici değişiklik, gürültü öncesi işitme eşik değerlerine yaklaştığı gözlenmiştir (1).

Gürültüye bağlı işitme kaybı uzun bir süre boyunca belirli şiddetin üstündeki sese maruz kalan kişilerde görülen ve ilk olarak 4kHz daha sonra 3kHz, 6kHz frekanslarını (4,12,13) zamanla, daha fazla gürültüye maruz kalmanın etkisiyle 0,5 kHz, 1kHz, ve 2 kHz frekanslarını etkilediği yapılan çalışmalarda gösterilmiştir. (4,12,13). Bu maruziyet iç tüylü hücrelerin hasarına, kalıcı işitme eşik değişikliğine ve konuşmanın ayırt edilebilmesinde güçlüğü neden olmaktadır (14). Genç nüfusun taşınabilir müzik çalarlara olan ilgisinin artışı ile birlikte erken yaşlardan itibaren yüksek ses seviyesine maruz kalma oranında artış olduğu görülmektedir (15).

Taşınabilir müzik çalarlardan gelen ses basınç seviyeleri, en yüksek ses seviyesi kontrol ayarlarında 121 dB(A)'ya kadar ses seviyeleri üretebilir ve maksimum seviyeleri 139 dB'e kadar yükselebilir (16). Bu aletlerle 100 dB(A) şiddet seviyesinde 15 dakika müzik dinlendiğinde, gürültülü bir işyerinde 85 dB(A) şiddetinde 8 saat çalışan bir işçi kadar gürültüye maruz kalma etkisi görülür (17). Serbest zaman ses seviyesine günlük 8 saat maruz kalma durumunda 75 dBA ve 85 dBA arasındaki seviyeler minimum işite hasar riski taşırken 85 dBA ve üzeri ses seviyelerinin yüksek işitme hasarı riski taşımaktadır (18).

Müzik dinlemek için kulak içi kulaklık ile kişisel müzik çalar kullanan kişiler, kulak üzeri ve serbest alanda müzik dinleyenlere göre, ses seviyesini 5,5 dB daha yüksek duymaktadır. Bunun yanı sıra gürültülü ortamlarda kulak içi kulaklıkla müzik dinleyenler, daha yüksek ses seviyesinde müzik dinlemeyi tercih etmektedirler (19). Dünyadaki endüstriyel gürültüye maruz kalma için çeşitli hasar riski kriterleri mevcutken, eğlence amaçlı gürültüye maruz kalma veya müzik maruziyeti için belirlenmiş bir hasar risk kriteri yoktur (20).



Yoğun gürültüye maruz kaldıktan sonra kokleadaki en belirgin anatomik değişiklik, corti organındaki dış tüylü hücrelerin (DTH) dejenerasyonudur (21). Gürültüye bağlı işitme kaybında dış tüy hücrelerinin aktivasyonunu gösteren otoakustik emisyonlar (22), işitme eşiklerinin belirlenmesinde kullanılan saf ses odyometrisi, uzun süreli gürültü maruziyetine bağlı oluşan yüksek frekanslardaki eşik kaymalarının belirlenmesi için yüksek frekans odyometrisi ve orta kulağın durumunun değerlendirilmesi için kullanılan immitansmetrik ölçümler odyolojik değerlendirme için kullanılmaktadır.

Çalışmamızda gönüllü bireylerde cep telefonundan kulaklıkla müzik dinlemenin oluşturabileceği işitme fonksiyonları üzerindeki geçici eşik değişikliğinin odyolojik olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

## GENEL BİLGİLER

### PERİFERİK ve SANTRAL İŞİTME SİSTEMLERİNİN ANATOMİ ve FİZYOLOJİSİ

#### Periferik İşitme Sisteminin Anatomisi

**Dış kulak:** Dış kulak, kulak kepçesi ve dış kulak yolu olmak üzere iki yapıdan oluşur (23,24). Kulak kepçesi üzeri deri ve perikondrium ile kaplı yarım daire şeklinde ince elastik bir kıkırdaktan oluşmuştur (25,3). Başa deri, dış kulak yolu kıkırdağı, kas ve bağlarla bağlanır. Kulak kepçesinin en üst kısmına helix, onun hemen altında ve iç kısımda olan bölüme antihelix, helix ve antihelix arasında kalan bölüme ise scaphoid fossa adı verilir. Dış kulak yolunun hemen girişinde bulunan çukur kısma ise konka adı verilir (16).

Dış kulak yolu; bir ucu açık bir ucu kapalı boru şeklinde olup (26); konkal kıkırdaktan timpanik membrana kadar uzanan (3), üçte bir dış kısmı fibroelastik ve üçte iki iç kısmı ise kemik yapıda olan anatomik bir yapıdır (27,28). Hafif "S" şeklinde oblik yerleşim gösterir. Arka-üst duvarının uzunluğu yaklaşık 25 mm , ön-alt duvarı ise yaklaşık 31 mm'dir (16,3). Dış kulak yolu kıkırdak kısmını kaplayan deride ter, yağ ve serumen bezleri bulunur. Kemik kısmını örten deri oldukça ince olup hemen periostun üzerini örter (23,3). Bu borunun kapalı kısmını üzeri epitelyal tabaka ile örtülü olan timpanik membran oluşturur (26).

**Orta kulak:** Orta kulak temporal kemik içerisinde , kulak zarı ve kemik labirent arasında bulunan, kulak zarından iç kulağın lateral duvarına kadar uzanan mukoza ile örtülü içi hava dolu boşluklardan meydana gelen bir kavitedir (23,16,29,30). Vertikal ve sagittal çapları 15 mm, horizontal derinliği üstte 6 mm iken umboda 2 mm' dir (16).

Orta kulak; kulak kanalını sonlandıran timpanik membran, orta kulak kavitesi ve üç küçük kemikçik olan malleus, inkus, ve stapesten oluşur. Östaki tüpü, kaslar ve ligamentlerden meydana gelir (16,31,32). Kemikçikler manibrium mallei ile timpanik membrana yerleşmiştir ve ligamentum annulare ile kokleaya ait oval pencerede yer alan incusa bağlanmışlardır (32) .

Orta kulak boşluğu yerleşim olarak kulak zarına göre; mezotimpanum kulak zarı düzeyine rastlayan, epitimpanum kulak zarının üstünde kalan ve hipotimpanum ise kulak zarının alt kısmında kalan bölüm olmak üzere üç kısma ayrılır (3) .

**Timpanik membran:** Timpanik membran dış ve orta kulak arasında bulunan kulak kanalını sonlandıran hafif oval , tepe kısmı 2 mm yükseklikte olan sedef renkli ince, yarı saydam bir zardır (32,33).

Çapı yaklaşık 9 mm'dir (0.35 inç). Kulak kanalından bakıldığında; yukarıdan aşağıya ve dıştan içe eğilimli olup, ortası hafifçe çukurlaşmış bir koni biçiminde fakat gergin bir yapıdadır (23). Koninin tabanı, fibröz anüler ligament tarafından elipsin inferior kısmının 270 dereceden fazla bir bölümünde (34), timpanik kemiğin anulusunda yerleşmiş olan Gerlach halkası adı verilen fibröz anulusa sıkıca tutunur (35,24,34). Zarın üstünde fibröz anulus yoktur. Bunun yerine doku anterior ve posterior malleolar ligamentlerle devam eder (23) .

Kulak zarının bu ligamentler üzerinde kalan 1/4 lük gevşek olan kısmına Shrapnel membranı olarak da adlandırılan pars flaccida, alttaki 4/3 lük gergin olan kısma ise pars tensa adı verilir (23,16).

Timpanik membranın tamamı üç tabakadan oluşur; mezotimpanum kulak zarı düzeyine rastlayan bölümü, epitimpanum kulak zarının üstünde kalan ve hipotimpanum ise kulak zarının altında kalan orta kulak boşluğu bölümüdür (3). Bu katmanlar arasında, zarın sertliğini ve gerginliğini sağlayan sirküler ve radyal liflerden oluşan bağ doku tabakası bulunur (36).

Timpanik membranın yüzey alanı yaklaşık olarak 85 mm'dir .Titreşen kısmı yaklaşık 55 mm<sup>2</sup> alana sahip pars tensa, birbirini kaplayan kollajenöz liflerden oluşur (32). Pars tensa dış yüzde skuamöz, ortada fibröz ve iç yüzde mukozal tabaka olmak üzere 3 tabakadan oluşur. Ortadaki kollajenöz lifler sirküler ve radyal olarak dağılım gösterirler (24).

Timpanik membranın daha küçük bir kısmı, malleusun manubriumunun üstünde bulunan pars flaccida, pars tensa'dan daha kalındır ve lifleri farklı yönelimlere sahiptir (radyal, sirküler,parabolik) (32). Ancak, en gelişmiş olanlar radyal ve sirküler kollajen lifleridir. (37). Timpanik membranın üst kısmında annular sulkusta *Rivinus çentiği* adı verilen kısma tutunur (35). Pars flaksida da pars tensadaki bu fibröz organizasyonunun bulunmaması nedeni ile basınç ve şekil değişikliklerine daha az dayanıklıdır (34) .

**Kemikçik zinciri:** Orta kulak boşluğunda timpanik membranı oval pencereye ve iç kulağa bağlayan üç küçük hareketli kemikten oluşan kısa kemik zinciridir (malleus, incus, stapes) (36). Bu üç kemikçik vücudumuzun en küçük kemik yapılarıdır. Orta kulak boşluğuna ligamentlerle tutunurlar. Kemikçikleri orta kulağa bağlayan 4 adet bağ ve 2 tane kas vardır (16). Ligamentlerin dörtte üçü malleus'a, biri inkus'a aittir. Kemikçiklere bağlanan kaslar da m. tensor tympani ve m. stapedius'dur (38,3).

**Malleus:** Malleus “çekiç” veya “topuz” şeklinde olup (36) 8 ila 9 mm uzunluğunda ve 25 mg ağırlığındadır (39) . Laterali en fazla olan kemikçik olan malleus baş, boyun, manubrium ve umbo kısımlarından oluşmaktadır. Baş kısmı, epitimpanuma doğru uzanır ve inkusun gövdesi ile eklem yapar (34).

Boyun kısmı olarak adlandırılan handle veya manubrium, malleusun baş kısmından ince bir çıkıntı ile ayrılmıştır. Manibrium sıkıca timpanik membrana merkezden umbonun üst kısmına kadar uzanır (36).

Boyun kısmının alt ve lateral kısmı kulak zarı üzerinde sıklıkla otoskopik olarak görünen bir çıkıntı meydana getirir. Tensör timpan kasının tendonu, boynun inferiorunda medial yüzeyine tutunur (34,39).

**İncus:** 7 mm uzunluğunda ve kabaca 30 mg ağırlığında olan incusa genel olarak “örs” denir ancak daha çok iki köklü bir diş gibi görünür (39). Ana kısmı kısa ve uzun kollar ile lentiküler çıkıntı olarak adlandırılan kısımlardan oluşmaktadır. Kısa kolu gövdeden arkaya doğru uzanarak inkudal fossaya yerleşir. Uzun kol medialdedir ve mezotimpanuma doğru uzanır (34). Stapes başı ile eklem yapan lentiküler parçayı oluşturmak için incus'un long process'i yana doğru çıkıntı yapan yassı kemik taban ile sonlanır (16,34) .

**Stapes:** Ağırlığı 4mg, kapladığı alan ise 3.5 mm<sup>2</sup> olan Stapes kemikçik zincirinin en küçük ve en son kemikçigidir (39). Stapesin baş kısmı incus'un lenticular process'i ile birleşirken; boyun kısmı çatallaşır. Anterior ve posterior crura ile oluşan ark, stapesin tabanında birbirine yaklaşır. Annular ligament sayesinde stapesin tabanı (footplate) oval pencereye dayanır (37).

**Orta kulak kasları:** Orta kulakta iki küçük kas vardır: biri, tensör timpani kası , malleusun manubriumuna bağlıdır diğeri ise stapedius kası stapes çıkıntısına bağlıdır (32). Tensör timpani kası, östaki borusunun başlangıcına girişine yakın malleus ve orta kulak boşluğunun duvarı arasında uzanır (32,36). 25 mm uzunluğunda ve 6mm<sup>2</sup> çapındadır (39). Bu kasın tendonu, malleus sapının üst kısmına bağlanır (36) Tensör timpani kası trigeminal sinir (CN V) tarafından inerve edilir (39).

Stapes kası, ortalama uzunluğu 6,3 mm olan vücuttaki en küçük iskelet kasıdır. Timpanik boşluğun arka duvarının piramidal üstünlüğünde bulunur ve fasiyal (VII. kraniyal) sinir tarafından inerve edilir. Stapes tendonu, piramidal üstünlüğün tepesinde bulunur ve stapes boyununun arka yüzüne yerleştirmek için öne doğru ilerler (39) , daha sonra stapesin başına bağlanır (40).

**Östaki tüpü:** 1562'de İtalyan anatomist Bartolomeus Eustachius, östaki tüpünün yapısal özelliklerini ve komşuluklarını ilk kez kendi tezinde açıklamış ,daha sonra anatomi profesörü Antonio Valsalva tarafından, daha önce tarif edilen bu faringotimpanik boru “Eustachian tube” olarak adlandırılmıştır (41).

Çocuklarda 17 mm, erişkinlerde ortalama 35 mm uzunluğunda olup orta kulak ile nazofarenksi birbirine bağlayan, 1/3 orta kulak bölümü kemikten, 2/3 nazofarenks

bölümü kıkırdaktan oluşan bir tüptür (42). Östaki tüpü fibröz kıkırdak ve kemik segmentlerinden oluşur. Kemik segmenti tamamen temporal kemiğin petröz bölümüne ve orta kulak ön duvarında yer alır (36,43). Tüpün en dar yeri kemik ve kıkırdak bölümlerinin birleşme yeridir. Tübün kıkırdak bölümü yalancı çok katlı ( Psödostratifiye) prizmatik silindirik silyalı epitelle döşelidir. Fakat timpanik kaviteye doğru epitel silyalı küp şeklindeki epitele dönüşür (23).

**İç kulak:** İşitme “koklea” ve denge “vestibüler sistem” ile ilgili reseptörlerin bulunduğu bölümdür. Temporal kemiğin petröz bölümünde yer almaktadır (23,3,44). Yuvarlak pencereler ve oval pencereler yoluyla orta kulakla, aquaductus cochlea ve vestibuli yolu ile kafa içine bağlantılıdır (23,3). İç kulak biri diğerinin içinde olan kemik ve zar labirent olarak iki kısımdan oluşur (23,16,25).

Kemik labirent vestibül, semisirküler kanallar (superior, posterior, lateral) ve kokleadan meydana gelir (23,45).

**Vestibül:** Timpanik kavitenin medialinde yer alan , 4 mm çapında düzensiz oval bir boşluktur. Fossula fenestra cochlea ve fossula fenestra vestibüli aracılığıyla orta kulak kavitesiyle bağlantılıdır (23,3,44)

**Semisirküler kanallar:** Semisirküler kanallar vestibülün arka ve yukarısında yer almıştır. Her kanal yaklaşık olarak 2/3 lük bir daire meydana getirir. Her bir kanalın bir ucunda ampulla olarak adlandırılan ve vestibüler duyu epiteli barındıran genişlemeler bulunur (38)

**Koklea:** Koklea işitme duyu organıdır. Yapısal olarak bir salyangozun kabuğuna çarpıcı bir benzerlik taşıdığından ismini Yunanca'dan bu nesneden “cochlos” sözcüğünden alır (36). Sarmal yapının uzunluğu 3.1–3.3 cm, yüksekliği insanlarda yaklaşık 0,5 cm ve çinçilla gibi küçük hayvanlarda benzerdir (32).

Üzeri otik kapsül denilen kemikli bir kabukla kaplı olan “koklea”, “modiolis” denilen kemik koni şeklindeki içi boş merkezi bir sütun etrafında 2,75 tur salyangoz şeklinde kıvrılmış bitişik membran tüpünden oluşur (46,23).

Baziler membran ve Reissner'in membranı olan iki membran, kokleayı üç sıvı dolgululu hazneye ayırır: scala vestibuli, scala media ve scala tympani (47). Başlangıcı

taban olarak adlandırılan oval pencereye yakın ve diğer ucu apekte sonlanır. Koklea ortasındaki scala media, Reissner membranı ile scala vestibuli ve baziler membran ile scala tympaniden ayrılır (32).

Orta kulak ve koklea arasında stapes ekli oval pencere *scala vestibuli* ve *scala tympani* kemikli duvarında bulunan yuvarlak pencere olmak üzere iki açıklık vardır. (3,47,28) . Modiolus'un içinde koklear damarlar ile VIII. kranial sinirin koklear dalı bulunur. Koklear kanal modiolus çevresinde dönen kemik spiral lamina ile bölünerek scala tympani ve scala vestibüli meydana gelir (44) .

Endolenf ile dolu olan Scala medya, koklear labirentin apikal bir şekilde sonlandırılmasının hemen sona ermesiyle, koklea'nın tepesine doğru daralır (32). Perilenf ile doldurulmuş olan scala vestibuli ve scala tympani, modiolusun tepesindeki, "*helicotrema*" denilen küçük bir delikle birleşir ( 23,16,47).

İnsanlarda bu açıklığın alanı yaklaşık 0,05 mm<sup>2</sup>'dir. Baziler membran, sesleri frekanslarına göre (spektrum) ayırır. Baziler zar boyunca yer alan Corti organı, baziler membranın titreşimini bir sinir koduna dönüştüren duyu hücreleri (tüy hücreleri) içerir (32).

**Corti organı:** Corti organı yapısal özellikleri açısından , temporal kemiğin petröz kısmına yerleşmiş olan kokleanın skala media kısmında, iç kulakta ise baziler membranın üzerinde yerleşmiş olup ses enerjisine hassas duyu reseptörler ve destek hücrelerinden oluşur (48).

Corti organı ismini 1851 yılında ismini ilk tanımlayan İtalyan anatomist Alfonso Corti den almıştır (36). İnsanlarda koklea içerisindeki toplam uzunluğu yaklaşık 35 mm civarındadır. Genişliği bazalden apekse giderek artar (49).

Korti organında; işitsel duyu hücreleri , Claudius, Boettcher, Deiters ve Hensen adı verilen destek hücreleri, pillar hücreler, falengeal parmaklı hücreler, tektorial membran ve retiküler lamina yer alır (36).

OC ve doğuştan gelen duyu nöronlarının farklı bir sarmal gangliyonundaki benzersiz organizasyonu ve efferentlerin olivokoklear sisteme organizasyonu, sadece memelilerde bulunan özelliklerdir. Tetrapodların baziler papillalarının bir OC'ye geçişlerini yumurta yumurtlayan memelilerde gösterir (50).

Destek hücreleri korti organı için yapısal ve metabolik destek sağlarken duyu hücreleri (İTH ve DTH) akustik enerjinin nöral enerjiye dönüşümünde rol oynamaktadır (23) .

DTH'nin çevresini saran geniş bir ekstrasellüler boşluk (Nuel boşluğu) ve DTH ile İTH arasında tünel şeklinde bir boşluk "Corti tüneli" bulunur. İçerisinde perilemf dolu olan bu boşluklar destek hücrelerinin özelleşmesiyle oluşur (51) .

Corti organının duyu hücreleri tek sıra iç tüylü hücreler ve 3 ile 5 sıra halindeki dış saçlı hücrelerden meydana gelir. İç ve dış tüylü hücrelerin apikal kısmında sterosilyalar bulunur (44,49). Bununla birlikte, İTH ve DTH , sterosilyalar organizasyonu ve koklea'nın uzunluğu boyunca sterosilyalar yüksekliğin derecelendirilmesi gibi benzer genel özelliklere sahip olan mekanik alıcılardır. Bu sterosilyalar boy yüksekliği, duyu hücresinin ayarlama yeteneğinde en önemli, anatomik özellik olabilir (52). Stereocilia, saç hücrelerinin apikal yüzeyinde bir V veya W şeklinde düzenlenir ve stereocilyanın yönü, spiralın dışına bakan V'nin merkezi ucu ile hizalanır (53).

İç tüylü hücrelerin sterosilyaları, dış tüylü hücrelerin stereosilyalarına göre iki kat daha kalın ve küp şeklindedirler. Stereosilyalar gerçek silya olmamakla birlikte tüylerin kutikular plaklarından uzanan uzun ve sert mikrovillus yapıdadırlar. Dış tüylü hücrelerin en uzun sterosilyaları tektoriyal membranın apikaline bağlanırken kısa olan iç titreşim tüylü hücrelerin sterosilyaları tektoriyal membran ile ilişki kurmazlar ( 51).

Corti organında yaklaşık 15500 tüylü hücre vardır. Bunların 3500'ü iç tüylü hücre 12000'i ise dış tüylü hücredir. Bu tüylü hücreler kompleks fakat belli bir düzen içerisinde afferent ve efferent nöronlarla inervasyon sağlarlar (25).

Dış tüylü hücreler; yapısal özelliği silindirik şeklindedir. Nükleusları bazal yerleşim gösterir. 3-4 sıra şeklinde bulunan DTH karakteristik olarak "W" şeklinde görülür. Tektoryal membran ile temas halinde olmakla beraber 3 sıralı 46-148 adet stereosilyadan meydana gelir. DTH'lerin uzunlukları koklea bazalinden apekse doğru giderek artarken stereosilyalarında da benzer bir artış olur (49).

Baziler membran boyunca frekansa spesifik titreşim gerçekleştirir. Anatomik yerleşim ve frekans arasındaki ilişki, Tonotopik Yerleşim olarak adlandırılır (32) Baziler membranın yanıtını güçlendirerek düşük şiddetteki seslerin şiddetinin artırılmasında mekanik bir yükseltici rolü oynar. Koklear amplifikatör mekanizması, tüylü hücrelerin elektrik sinyallerine yanıt olarak kasılma ve uzama yeteneklerine



ilişkilendirilmektedir. Bu özelliği somatik elektromotilite olarak adlandırılmaktadır (54). Dış tüy hücrelerinde mevcut olan prestin adı verilen proteinin dış tüylü hücrelerin motor proteini ve tüylü hücrelerin elektromotilitesinin güç kaynağı olduğu varsayılmaktadır. DTH' in kaybıyla birlikte bozulan elektromotilite 40-60 dB'lik işitme kaybına neden olur (48).

İç tüylü hücreler; yapısal olarak basık ve silindriktir. Çoğunlukla tek sıra halinde yerleşim gösterirler. Bu hücrelerin tüyleri düz bir hat veya geniş bir "U" şeklinde dizilirler. Stereosilyalar , tektoryal membran ile ilişki kurmazlar. Her hücrenin tüyleri, apeksleri modiolustan uzakta yerleşmiştir. İki sıralı ve çift "V" şeklinde düzenlenmiş 120 stereosilya bulundurur (49).

İç ve dış pillar hücreleri, Deiters hücrelerinin falangial uzantıları ve tüylü hücrelerin stereosilyalarının uzandığı apikal yüzeye, retiküler lamina denir (55). İç tüylü hücreler Tip I nöron olarak isimlendirilen afferent sinir liflerinin %90-95'i ile sinaps yapar. İç tüylü hücrelerin her biri yaklaşık 15-20 Tip I nöron tarafından innerve edilirken DTH ise geri kalan %5-10'u tarafından innerve edilir. Bunlar ise Tip II nöron olarak adlandırılır. Her biri yaklaşık olarak 10 dış tüylü hücrenin innervasyonunu yapan Tip II nöronlar miyelin içermezler, Tip I nöronlar ise miyelinli liflerdir. İTH ve DTH' i innerve eden sinir lifleri, spiral ganglionda yerleşim gösterirler (56,57).

### **Satral İşitme Sisteminin Anatomisi**

Santral işitme sistemi üzerinde gürültüye maruz kalmanın etkileri, gürültünün şiddeti, frekansı ve süresi ile ilgilidir. Hasar, maruz kalma sonrasında hemen ortaya çıkabileceği gibi, zaman içinde gelişip artabilir. İşitme kaybına bağlı olarak daha üst seviyelerde eşik değişikliği, gürülük algısında anormal artış, konuşmayı ayırt etme becerisinde kötüleşme, temporal işleme becerilerinde azalma görülür (9)

Santral işitme sistemi bir çok gelişimsel ve patolojik durumdan etkilenebilen, basit ve sözel olmayan uyanları tanımlayan ayrıca lisan gibi karmaşık uyanları tanımlayan ve ayırt eden bir çok nöral yollardan oluşan bir sistemdir (16).

VIII. kraniyal sinir; superior vestibüler sinir, sakküler sinir, posterior vestibüler sinir ve koklear sinirden meydana gelir .Bu sinirler otik kapsülü değişik kanallardan geçerek iç kulak yoluna girerler ve burada n.fasyalis ve n.intermedius ile birlikte seyrederek (3) . VIII. sinir içindeki lifler tonotopik bir konfigürasyonda organizedirler. Alçak frekanslı sesler sinirin merkezinde yer alırken, yüksek frekanslı sesler sinirin

dış yüzeyindeki apikal lifleri sarar (54).

Sinir liflerinin taşıdığı bilgiler, işitsel sistem üzerindeki birçok istasyona uğrayarak inerve edilir. Santral işitme sisteminde, sağ kulak ve sol kulaktan gelen sinyaller, beynin her iki hemisferinde yer alan işitsel kortekslere iletilirler ve bu iletimde kontralateral yol daha baskındır (58).

*Santral işitme sisteminin yapıları;*

- Cochlear nucleus complex (CNC)
- Superior olivary complex (SOC)
- Lateral lemniscus (LL)
- Inferior colliculus (IC)
- Medial geniculate body (MGB)
- Auditory cortex (AC)'dir

**Cochlear nucleus complex (CNC):** Santral işitme sistemi işitme sinirinin Cochlear nucleuslara girdiği yerden itibaren başlar (16). Nucleus'lar pontomedüller kavşakta , simetrik şekilde yerleşim gösterirler (16,59). Kohlear nükleuslar ventral kohlear nükleus ve dorsal kohlear nükleus olmak üzere iki majör bölümden oluşur. Ventral kohlear nukleus; yapısal olarak anteroventral ve posteroventral kohlear nükleus olarak sınıflandırılabilirken, anteroventral nukleus da kendi içinde anterio ve posterior alt bölümlerine ayrılır (60,61).

**Superior olivary complex (SOC):** Superior olivary kompleks, ponsun gri cevherinin arkasında olup ve ponsun alt kısmında yerleşim gösterir (3). Akustik uyarılar ile eksitator veya inhibitör olabilirler. Genellikle kontralateral kulağın uyarılması akustik olarak santral sinir sistemi hücre gövdelerinde eksitator olurken, ipsilateral kulağın uyarılması inhibitördür (16,59) . Bu kompleksin bir fonksiyonu da çaprazlaşan olivokoklear bant ile kendine gelen tüm sinir ve tek fibril akımını inhibe etmektir. Böylelikle uyarının şiddetinin düşürerek gürültüye karşı tolerans sağlar.İnsanı stapes kası dışında koruyan ikinci mekanizmadır (62).

Bu nükleer kompleks superior olive'in medial (MSO) çekirdeği, Superior olive'in lateral (LSO) çekirdeği, Trapezoid cismin medial çekirdeği ve periolivary çekirdek olmak üzere 4 çekirdekten oluşur (63).

Cohlear nucleustan çıkan sinir liflerinin birçoğu kontralateral superior olivary complexse giderken az bir kısmı ipsilateral superior olivary complexse gelir. Superior

oliver complexin her iki kulaktan girdilerin birleştiği ilk bölge olduğu düşünülmektedir. Medial superior olivary complex, DTH'de sonlanan kontralateral efferentlerin , lateral superior olivary complex ise İTH'de sonlanan ipsilateral efferent liflerin kaynağı olarak bilinmektedir (59,64).

**Lateral lemniscus (LL):** En önemli çıkan yoldur. Beyin sapının lateralinde yer alır. Cochlear nucleusları ve SOC'u inferior colliculusa bağlar (3). Cochlear nucleus ve superior olivary complex ile inferior colliculusla bağlantı kurar. Lateral lemniscus ise, diğer işitsel nükleuslardaki gibi, fakat daha az düzeyde işitme kodlaması yapmaktadır (65).

**Inferior colliculus (IC):** İki taraflı olup mezensefalonda yerleşim gösterir. Beyin sapının tavanının bir kısmını oluşturur. Çıkan işitme lifleri için başlıca konağı oluşturur ve akustik bilgileri hazır hale getirir. Alt beyin sapından gelenleri üst kısımdaki "medial genikulat cisme" ve "işitme korteksine" gönderir (3,66). Inferior colliculus central nucleus , dorsal cortex ve lateral cortex olmak üzere üç bölümden meydana gelir (16) .

**Medial geniculate body (MGB):** Inferior kollikulus ve işitme korteksi arasında, ara istasyon olan MGB, talamusta bulunur (3). BIC'nin lif sayısının yaklaşık 250.000, işitsel sinirin liflerinin yaklaşık 10 katı olması ilginçtir. Bu sapma, işitsel sinir sisteminde önemli miktarda sinyal işlemenin meydana geldiğini gösterir (32).

**Auditory cortex (AC):** Auditory Cortex her iki kulakta da sağ ve sol temporal lobun Superior Temporal Gyrus kısmında bulunan, Lateral sulcus ve Transverse Temporal Gyrus'a kadar uzanan işitme ile ilgili temel ve en üst düzey işlemlerin gerçekleştiği kısımdır (16). İşitme korteksi ve diğer ilişkili bölgeler olmak üzere iki kısımdır. Bu ilişkili kısımlar akustik ve diğer sensoriyel gelen uyarıları alırlar (49). İnsanlarda , işitme korteksi Brodmann'ın 41. ve 42. alanları diye numaralandırılmıştır (47). Auditory cortex talamusa, orta beyine ve ponsa inen üç ana yol verir. Her bir kortikal işitme alanı kısa geri dönüşümlü halkalar oluşturmak için medial genikulat cisme afferent lifler gönderir. Ayrıca auditory cortex AC'in santral nükleusunun bilateral santral ve ipsilateral perisantral nükleusları ile bağlantı kurar (63).

Temporal lobun üst kısmında , spesifik ve spesifik olmayan ilişkili alanlar ile çevrelenmiştir (3). Akustik alanlarda hücreler organize olarak kolonlar şeklinde dizilmiş olup, her bir alanın özel anlamı vardır. Böylelikle her bir kolon hücresi frekansın ve şiddetin kodlanması ile ilişkili iken bir diğeri bir kulağın uyarılmasına

inhibitör yanıtlar, diğer kulağa eksitator yanıtlar gönderebilir (28,48).

AC üç kısım olarak görülür. A1 bölgesi olarak tanımlanan yer Broadman'ın 41. alanı, AC'İ temsil eder. Medial genikulat cismin ventralinden gelen lifler her zaman A1 bölgesine ulaşır. Primer AC'İ çevreleyen birden fazla kortikal alan veya kuşak bölgeleri vardır. Assosiasyon alanları olarak adlandırılır ve Broadman'ın 52 ve 22. alanını kapsarlar (65). İlişkili alanlar AC'İ frontal ve temporoparietal bölgelere ilişkilendirir. Bu bölgeler dil, konuşma, görme alanlarını ilgilendirir.

### **Periferik İşitme Sisteminin Fizyolojisi**

Periferik İşitme Sistemi yapısal ve işlevsel olarak farklı özellikleri olan dış kulak, orta kulak ve iç kulak olmak üzere 3 bölümden meydana gelir (23,16,3) .

#### **Dış Kulak**

Dış ortamdan gelen ses dalgalarının karşılaştığı ilk organ olan kulak kepçesi sesleri toplar ve dış kulak yoluna iletir. Yapısal özelliği sayesinde sesi filtreler ve amplifiye eder (16,27,67). Kulak kepçesinin en üst kısmına helix, onun hemen altında ve iç kısımda olan bölüme antihelix, helix ve antihelix arasında kalan bölüme ise scaphoid fossa adı verilir. Konka ise dış kulak yolunun hemen girişinde bulunan çukur kısımdır (67) megafon görevi yapar ve ses dalgalarını dış kulak yolunda yoğunlaştırır. Bununla birlikte, kulak kepçesi çoğunlukla konkadaki akustik rezonansa bağlı olarak, yüksek frekanslar için duyarlılığa birkaç desibel katkı sağlar (29). Bu şekilde ses dalgalarının şiddetini 6 dB artırdığı öne sürülmektedir (23).

Dış kulak basitçe sesin lokalizasyonuna yardımcı olur ve akustik sinyallerin timpanik membrana ulaşmasına yardım eder (23) .Dış kulak yolu rezonatör bir yapı olduğundan ses dalgalarını kulak zarına iletirken aynı zamanda sesin şiddetini de artırır (16).

Ses dalgalarının atmosferde yayılması ile dış kulak yolunda yayılması karşılaştırıldığında işitmesi normal yetişkin bir insanda sesin şiddetinin 1000-8000Hz arasında artışın olduğu belirlenmiştir. Normal işiten yetişkin bir insan kulağına gelen ses şiddetindeki artış 3000-4000 Hz'lerde en yüksek değerine erişmektedir. 3500 Hz civarındaki bir ses dalgası, dış kulak yolunda yaklaşık 15-20 dB kuvvetlenmektedir (68).

## Orta Kulak

Orta kulak ses enerjisini dış kulak yolundaki hava ortamından kokleadaki sıvıya iletmekle görevlidir (69,70).

Bu iletim iki şekilde gerçekleşir.

1. Ses dalgaları timpanik membran ve kemikçik zincirini titreştirerek oval pencere aracılığıyla perilenfe geçer.
2. Ses dalgaları timpanik membran ve orta kulaktaki havayı titreştirerek oval ve yuvarlak pencere üzerinden perilenfe iletilir (34,41).

Akustik uyarın ortam değiştirirken hava ve perilenf arasındaki rezistans farkından dolayı yaklaşık olarak 30 dB'lik kayba uğrar. Orta kulağın görevi bu kaybı karşılamak yani sesin şiddetini 30 dB artırmaktır (18). Ortam değişikliği sırasında ortaya çıkan enerji kaybı telafi edilmektedir, Bu telafi mekanizması şu şekilde özetlenebilir : Bu yaklaşık 25 dB'lik bir artış demektir.

Orta kulak akustik uyarının şiddetini üç mekanizma ile arttırır (3):

- 1- Timpanik membranın yükseltici etkisi (catenary lever)
- 2- Kemikçik zincirin yükseltici etkisi (ossicular lever)
- 3- Timpanik membran ve stapes taban yüzeyleri arasındaki büyüklük farkı (hydrolic lever).

Bu telafi mekanizmalarının etkisi sonucunda havadan sıvı ortama geçen akustik uyarının kaybettiği yaklaşık 30 dBe yakın olan ses enerjisi geri kazanılmış olur.

Catenary Lever; Kulak zarının Kemik anulus ve manubrium mallei olmak üzere titreşim bakımından iki sabit noktası vardır. Kulak zarı kemiğe sıkı bir şekilde yapıştığı için anulusta titreşmez, ince olan orta kısımda titreşir. Böylelikle ses enerjisi kısmen hareketli manubriuma büyüyerek geçerken ses enerjisi iki katına çıkar. (3,59).

Ossicular Lever; Orta kulağın içine stratejik olarak yerleştirilmiş olan yarı sert bir yapıda olan malleus inkus ve stapes olmak üzere üç kemikçikten oluşan kemikçik zinciri akustik enerjinin timpanik membrandan iç kulağa iletim ve amplifikasyonunu sağlayan temel yapı taşlarıdır (23,71). Malleus ve inkusun, ses iletim sırasında bir manvela gibi hareket ederek sesi 1:1/3 oranında yükselmeleri sonucu yaklaşık 2,5 dB artış olmaktadır (36) .Böylece orta kulağın ses şiddetinde yarattığı total yükselme yaklaşık 27,5 olarak orta kulak ses amplifikasyonunu sağlamış olur (23).

Hydrolic Lever; Timpanik membran ile stapes tabanı arasındaki yüzey alan farkından kaynaklanan bu mekanizma orta kulağın amlifikatör etkisinde en önemli rolü üstlenir (23). Timpanik membran ve stapes tabanındaki titreşim alanları arasındaki oran yaklaşık olarak 18/1dir. Kulak zarının en periferik bölgelerinin titreşmediği varsayılırsa efektif oran 14/1dir. Ses, timpanik membran ile stapes tabanının birbirine oranı ile orantılı olarak 14 kat kuvvetlenerek iç kulağa geçer (72,73). Bu artış sesin ortam değiştirmesinden kaybettiği 30dB'lik kaybı telafi etmede yarar sağlar (70).

Orta kulak kasları da ses iletimine etki eder. M. Stapedius ve M. Tensor timpani kaslarının kontraksiyonu şiddetli sesleri söndürme (attenuation) etkisi ile iç kulak yapılarını koruyucu etkiye sahiptir (16,29) .

M. tensor tympani, innervasyonu 5. kranial sinir tarafından sağlanır. Fizyolojik olarak yüksek şiddetli akustik uyarılarda timpanik membranın gerginliğini azaltarak iç kulağı korur.

M. Stapedius ise Innervasyonu 7. Kranial sinir ile sağlanır. Fizyolojik olarak yüksek şiddetli akustik uyarılarda iç kulağı korumak için stapes tabanını oval pencereden uzaklaştırır (16,29).

Orta kulak akustik uyarıları iç kulağa ileten pasif bir mekanizmadır. Orta kulağın etkileri mekanik açıdan doğrusal bir yapıya sahiptir. Bu özellik sayesinde ses şiddeti yükseldiğinde, iç kulağa transfer edilen ses enerjisi de yükselir. Bu orta kulağın transfer fonksiyonu olarak adlandırılır (16,26).

### **İç Kulak**

Kemik zinciri ile iletilen ses, kokleadaki perilenfe oval pencere aracılığı ile girer. Normal koşullarda timpanik membran ve kemikçik zinciri ile oval pencereye ulaşan ses dalgaları hem hızlı hem de yukarıda bahsedilen üç sistemin yükseltici etkisinden dolayı, hava yoluyla yuvarlak pencereye ulaşan ses enerjisinden fazladır. Pencerelelere ulaşan iki ayrı ses dalgası arasında iletim hızının farklı olması yüzünden faz farkı ortaya çıkar. Bu faz farkı sonucu, ses dalgalarının perilenfe geçmesi ile perilenf hareketlenir ve baziller membranda titreşimler meydana gelir (3,44).

Bu titreşimler bazal turdan başlayarak apikal tura kadar uzanır. Bekesy, bu hareketi gezinen dalga "travelling wave" olarak adlandırmıştır (44).

Baziller mebran bazal turda dar, apikalde ise daha geniştir. Bazal turda baziller

membran daha gergindir ve baziller membran genişliği arttıkça gerginliği de aynı ölçüde azalır, böylelikle bazal turdan apikal tura kadar gezinen dalga iletilmiş olur (63).

Bekesy'nin ortaya koyduğu diğer bir teori de , baziler membran amplitüdlerinin her yerde aynı olmadığıdır (23,3). Yüksek frekanslarda membran düzensiz bir hale gelir ve şiddet yükselmesi ile paralel olmayan bir ses enerjisi iç kulağa yönlendirilirken alçak frekanslarda timpanik membranda değişiklik olmayabilir (69).

Orta kulaktaki lineer özelliklerin aksine baziler membrandaki titreşim amplitüdüleri nonlineerdir. Yani ses dalgalarının şiddetinin artması ile amplitüd aynı oranda artmaz ve bu özellik yüksek frekanslarda daha belirgindir (70).

İç kulakta, ses dalgaları tarafından üretilen mekanik titreşimler elektrokimyasal sinyallere dönüştürülür. Bu dönüşüm süreci, özellikle titreşime duyarlı tüy hücresi sinir lifleri içeren Corti organında meydana gelir (36).

Corti organı baziler membrandaki titreşime karşılık olarak sinir uyarıları üreten reseptör organdır. Tüy hücrelerinin taban ve kenarları koklea sinir sonlanmalarından oluşan bir ağ ile sinaps yapar. Bu sonlanmaların %90 ile 95'inin iç tüy hücreleri üzerinde sonlanması, bu hücrelerin sesin saptanmasındaki özel önlemlerini belirtir (74).

Corti organı üzerinde yer alan tektoriyal membran, asellüler yapıda %97 si su, %3'ü ise protein ve karbonhidrat içeriğine sahip jel kıvamında matriksi olan fibriler bir yapısal özelliktedir. Dış tüylü hücreleri içerisindeki en uzun stereosilyalarının ucu tektoriyal membranın alt yüzüne yapışır ya da içine gömülüdür. Tektoriyal membran akustik uyarıyla birlikte tüylü hücrelerin hareketini kontrol eder ve baziler membran hareketiyle eş hareket de bulunur (75).

Tüy hücreleri belli bir eşiğin ötesinde uyarıldığında, lifler boyunca hareket eden ve bağlanan nöronlara iletilen voltaj uyarıları gönderir, böylece uyarıların beyindeki işitsel kortekse hızlı geçişini kolaylaştırır (36). Tüylü hücre silyasının hareketi, potasyum ve kalsiyum kanallarının açılmasına neden olarak, tüylü hücrelerde elektriksel potansiyelin başlamasına ve afferent nöronlar tarafından beyin sapına iletilmesini sağlar (25).

Kokleadaki tüylü hücreler, sesi işitsel sınırdan işitilebilir aralıkta kulağa ulaşan sesler hakkında ileten bir sinir uyarım koduna dönüştürür ve sesleri spektrumlarına (frekanslarına) ayırır, böylece farklı tüy hücresi popülasyonları farklı frekanstaki

(spektrum) sesler tarafından aktive edilir. Bunun yanı sıra, koklea, seslerin genliğini (amplitüd) sıkıştırır ve böylece geniş dinamik doğal ses aralığına uyum sağlamayı mümkün kılar (32).

Akustik enerji kokleaya, oval penceredeki stapes tabanının piston benzeri hareketi ile erişmekte ve direkt olarak skala vestibulinin perilenfinde basınç dalgaları oluşturur (36). Perilenfe ulaşan ses enerjisi, ortalama 32 mm uzunluğundaki baziler membranda uzunlamasına ilerleyen dalgalar şeklinde, bazaldan apekse doğru hareketlenmeye yol açar (75).

Baziler membranın genişliği bazal kıvrımdan apikal kıvrıma doğru giderek artar. Bu durum frekans seçiciliğinde ve ses şiddetinin algılanmasında önem taşır. Yüksek frekanslı sesler tarafından oluşan dalgalar kokleanın apikal bölgesine ulaşmazken, düşük frekanslı ses dalgaları baziler membranın tüm uzunluğu boyunca ilerlemektedir (59).

### **Santral İşitme Sisteminin Fizyolojisi**

ASHA'ya (American Speech Language Hearing Association) santral sinir sisteminin fonksiyonlarını şu şekilde sınıflandırılmıştır;

1. Sesin lokalizasyonu ve lateralizasyonunu işlevi
2. İşitsel ayırt etme işlevi
3. İşitsel şekil tanımlanması işlevi
4. Temporal rezolüsyon, temporal maskeleme, temporal sıralamayı kapsayan işitmenin temporal özellikleri
5. Bir başka uyaran varlığında işitsel performans
6. Bozulmuş akustik uyaran varlığında işitsel performanstır (76)

Spiral gangliondaki sinir hücrelerinin aksonları nükleus seviyesinde sonlanırlar. Bunların her birinin nükleus içinde sonlandığı hücreler farklıdır. Koklear nükleus içinde beş ayrı hücre tipi vardır (25,54). Bu hücreler Sferik, globüler bushy, multipolar hücreler, oktopus hücreleri ve granüler hücrelerdir. Hücrelerin her birinin hassas olduğu tek bir frekans vardır, buna "karakteristik frekans" denir (3)

Bunlar hem dış görünüşleri hem de fizyolojik görevleri bakımından birbirlerinden farklıdır. Uyarıların başlamasına ve kesilmesine, frekans değişikliklerine duyarlı hücreler ayırıcıdır. Koklear nükleustan çıkan liflerin çoğu beyin sapında çaprazlaşarak karşı taraf SOC 'se giderler , az miktarda lif ise ipsi lateral SOC'e ulaşır (69,54). Bu



complex çaprazlaşan olivo-koklear bant ile kendine gelen tüm sinir ve tek fibril akımını inhibe ederek uyarının şiddetini düşürür ve gürültüye karşı tolerans sağlar. İnsanı stapes refleksi dışında gürültüden koruyan ikinci mekanizmadır (62). Kohlear nukleuslar tüm afferent işitsel liflerin bilgilerinin aktarılması için ilk ve zorunlu bir duraktır (60).

Superior olivary complex, alt pons bölümünde yer alır, trapezoid body'ye yakındır. Her iki taraf superior olivary complexteki nöronlar, iki kulaktan etkilenmelerinden dolayı sesin lokalize edilmesi işlevini yerine getirdikleri bilinmektedir. Medial Superior Olivary'deki (MSO) nöronlar, iki kulak arasındaki zaman farkını ortaya koyarak sesin lokalizasyonunu sağlar (77,78). Lateral Superior Olivary (LSO) ise sesin şiddetindeki ortaya çıkan farklılıktan fayda sağlayarak sesin yönünü belirlemeye çalışır. Her iki kulağa da sesin ulaşma süresindeki fark; en iyi tiz frekanslarda ortaya çıkarken, sesin şiddetindeki fark en iyi pes frekanslı seslerde algılanır (78).

Inferior kollikulus son derece karışık bir nukleustur. İçerisinde 18 hücre tipi ve işitme bakımından özel görevi olan beş ayrı alan vardır. Bu çekirdeğin işitme davranışları ile ilgili olduğu düşünülmektedir (3,69). Talamusun medial genikulat cisimciği inferior kollikulusa bazı lifler göndermektedir. Fakat bunların görevi bilinmektedir. Medial genikulat cisim işitsel korteks yanında görsel ve dokunsal duylardan da girdi alır (65).

Primer işitsel korteks, temporal lobun üst kısmındaki Sylvian fissürde yer alır. İşitme korteksinde akustik alanlarda hücreler organize ve kolonlar şeklinde dizilmiş olup, her bir bölgenin özel anlamı vardır (49) . Yani her bir kolon hücresi frekansın ve şiddetin kodlanması ile ilişkili iken; biri bir kulağın aktive edilmesine inhibitör uyarılar , diğer kulağa eksitator uyarılar gönderebilir (59,79).

## **İŞİTME FİZYOLOJİSİ**

### **Ses Dalgası ve Özellikleri**

Ses, maddeden oluşan bir ortamda yayılan mekanik bir titreşim dalgası (1) , insanda işitme duyusunu uyaran fiziksel bir olay olarak da tanımlanabilir (2) . Ses katı, sıvı ve gaz gibi ortamlardan geçer fakat boşluktan geçmez. Katı ortamlarda daha hızlı ve gaz ortamlarda çok daha düşük hızla yayılırken sıvı ortamlardaki

yayıma hızı ise ikisinin ortasındadır (3). Deniz seviyesinde 20 derecelik sıcaklıktaki hava tabakasında sesin hızı 344 m/sn olarak tespit edilmiştir. Sıvı ortamlarda ise havaya göre 4 kat daha hızlı olarak yayılır (1437 m/sn). Kemikte ise yayılma hızı 3013 m/sn olarak tespit edilmiştir (3).

Nesne titreştiği zaman çevresindeki hava moleküllerine çarparak basınç etkisi oluşturur ve bu etki sonucunda ses dalgası olarak dağılır. Titreşen nesne ses kaynağı olarak adlandırılırken, ses dalgasının bulunduğu bölgeye ses alanı denir. Ses şiddeti, birim yüzeye düşen sesin kuvveti olarak tanımlanır ve birimi  $\text{watt/cm}^2$  dir (16).

Boyuna dalgalar maddesel ortamda ilerlerken moleküllerin sıkışma ve gevşeme hareketi titreşim enerjisi oluşturur .Moleküllerin bir defada sıkışıp gevşeme hareketi içinde oluşan aralık sesin dalga boyunu belirler. Bir tek titreşim ile pozitif ve negatif iki faz oluşur (79) . Sesin saniyedeki titreşim sayısı sesin frekansı, tonu ya da perdesi olarak adlandırılır. Sesin frekansı “Hertz” (Hz) ‘dir. Yüksek frekanslı sesler tiz, alçak frekanslı seslere pes sesler olarak tanımlanır.

Sesin kulak tarafından duyulan yüksekliği amplitüde bağlıdır (3). Bir ortamın ses dalgalarının, yayılımına yanıt olarak gösterdiği dirence “akustik direnç” ya veya “empedans” denmektedir. Empedans, ortam moleküllerinin yoğunluğu ve esnekliği ile orantı gösterir. Ses dalgaları ortam değiştirirken her iki ortamın empedansı , uzaklık mesafesine kadar daha az ise yeni ortama geçen enerji miktarı da o kadar fazla olur (3).

Ses titreşimlerinin ortamda ilerleme hızına *ses hızı* denir , birimi  $\text{m/sn}$  dir. Ses dalgalarının ortamdaki hızı yayıldığı ortamın özelliklerine göre değişkenlik gösterebilir. Farklı maddesel ortamlardaki ses hızları şu şekildedir. Havada; 340  $\text{m/sn}$ , suda; 1,433  $\text{m/sn}$ , çelikte 4,704  $\text{m/sn}$  iken kemikte yayılma hızı ise 3013  $\text{m/sn}$  dir. Ses dalgasının en önemli fiziksel özellikleri, frekansı, basıncı, amplitüdü ve dalga boyuna sahip olmasıdır (80).

Ses dalgaları atmosferden Corti organına iletilmesi ve sonucunda işitmenin gerçekleşebilmesi hava yolu ve kemik yolu olmak üzere iki yol ile olur.

1. Hava Yolu İletimi: Dış kulak yolundan başlayıp oval pencerede sonlanan ses enerjisi akımına hava iletimi adı verilmektedir.
2. Kemik Yolu İletimi: Güçlü bir koklea, etrafındaki kemik dokuların titreşmesi ile de uyarılabilir. Bu yol ile gerçekleşen ses iletimine ise kemik iletimi adı

verilmektedir (3).

Biyokimyasal olaylarla ses enerjisi, elektriksel enerjiye korti organında dönüştürülür. Bu dönüşüm mekano elektriksel dönüşüm olarak adlandırılır (81). Meydana gelen elektriksel akım, iç ve dış tüy hücrelerinin kendisi ile ilişkili olan sinir liflerini uyarmaktadır. Bu şekilde ses enerjisi frekans ve şiddetine göre farklı sinir liflerine iletilmekte ve kodlanmaktadır (3,81).

Ses dalgası, iç kulaktaki korti organına iletilirken başın ve vücudun engelleyici etkisiyle karşılaşır. Ancak ses, kulak kepçesi, dış kulak yolu ve orta kulak aracılığıyla yükseltılarak iç kulağa ulaşmış olur. İki kulak arasındaki uzaklık (interaural mesafe) sesin diğer kulağa ulaşmasında zaman farkı oluşturmaktadır. Ses yakın kulağa göre 0.6 ms'n'lik bir zaman farkı ile diğer kulağa daha geç iletilir (18).

Başın ses dalgalarının işitilmesinde engelleyici etkisinin yanısıra bir de Gölge Etkisi (Shadow effect) bulunmaktadır. Başın gölge etkisi ile ses dalgaları bloke edilir, karşı kulağa giden ses basıncı azalmış olur. Başın gölge etkisi, sesin frekansına veya dalga boyuna bağlı olup pes frekanslarda, tiz frekanslara göre daha fazladır (26). Tek bir frekansta, siklus halinde çıkan sesler saf sesler olarak adlandırılır. Buna en iyi örnek diapozon sesidir. Doğadaki saf sesler çok ender olarak ortaya çıkarlar. Günlük yaşamdaki sesler çoğunlukla birçok sinusoidal komponentin birleşmesinden oluşan *kompleks sesler* şeklindedir. Bu sesler periodik ve aperiodik olabilirler (1).

## **İşitme**

İnsan kulağı 16-20000 Hz arasındaki sesleri işitir. Konuşma sesleri en geniş 500- 4000 Hz frekansları arasındadır. Şiddet birimi dB olarak ifade edilir. İnsan kulağı için fısıltı sesi şiddet olarak 30 dB, hafif konuşma 40 dB, orta tonlarda bir konuşma 60 dB, yüksek sesle konuşma 80 dB, uçağın kalkışı 120- 140 dB olarak bilinmektedir (44,48). Normal işitme fonksiyonlarına sahip insan kulağı 0-120 dB aralığındaki sesleri duyabilir. En rahat ayırt edici ses şiddeti 50-70 dB'dir ve 120 dB üzeri ses şiddeti insanı çok rahatsız eder (16) .

İşitme sistemi fonksiyonel bakımdan iletim aygıtı ve perseption aygıtı diye 2'ye ayrılır. Bunlardan iletim aygıtı; dış kulak ve orta kulak, persepsiyon aygıtı ise iç kulak, işitme siniri ve onun santral bağlantıları ile işitme merkezinden oluşur (23).

İşitme, ses dalgalarının dış kulak yoluna girmesi ile başlar. Dış kulak yolu ses dalgalarını sıkıştırır ve gergin olan kulak zarına iletir. Hava yolu denilen bu sisteme

karşılık kafa kemikleri de titreşimleri iç kulağa kadar ulaştırabilmektedir. Buna kemik yolu denilmektedir. Normal bir kulakta hava yolu ile işitme, kemik yolu ile işitmeden ortalama iki kat fazladır (23).

Kulak kepçesinin topladığı ses enerjisinin, kulağın çeşitli bölümlerinde değişikliklere uğradıktan sonra, aksiyon potansiyelleri halinde beyine gönderilip burada ses halinde algılanması olayına işitme denir (23). İşitme sistemi, her bir parçası birbiri ile bağlantı içinde çalışan birçok özelleşmiş hücre ve yapıdan (51) meydana gelir. Temporal kemiğe yerleşmiş olan kulak, işitme ve dengenin sorumlu organıdır. Dış, orta, iç kulak ile santral işitme yolları bu sistemin organlarıdır. İşitme işlevi ses dalgalarının dış kulak yolunu uyarmasıyla başlar; orta kulak, koklea, 8. sinir ve korteks'e kadar uzanan anatomik oluşumların senkronize hareketi ile devam ederek gerçekleşir (50).

İşitme sistemi, Periferik İşitme Sistemi ve Santral İşitme Sistemi olmak üzere iki bölümde incelenir (16) .

## **GÜRÜLTÜNÜN EPİDEMİYOLOJİSİ**

### **Gürültü**

Gürültü genel olarak hoş gitmeyen, istenmeyen ses ya da insanları rahatsız eden ses kombinasyonu olarak tarif edilmektedir (82,83). Başka bir tanıma göre gürültü fizik nitelikleri insanın diğer insanlarla ve çevre ile olan ilişkilerini bozduğunda veya o ses ile ortaya çıkan akustik enerjinin kişide gereksiz stres yaratıp gerçek fizyolojik yıkıma neden olduğunda ses, gürültü olur (68) .

Belirli bir ses basıncı seviyesinin üstünde ve belirli bir süre boyunca gürültüye maruz kalındığında, işitme sisteminin yapısında ve işlevinde geçici veya kalıcı değişikliklere neden olma kapasitesine sahiptir (27).

### **Gürültünün Sağlık Üzerine Etkileri**

Gürültü, işyerlerinde çalışan personelin beden ve ruh sağlığını tehdit eden çevresel parametreler içerisinde önemli yer tutar. Gürültünün insan üzerindeki etkileri iki grupta incelenebilir (84). Bunlar, işitme duyusuna yaptığı etkiler ve fizyolojik ve psikolojik etkilerdir.

## **İşitme Duyusuna Yaptığı Etkiler**

**Geçici eşik değişikliği (GED):** Normal bir kulak uzun süre ve zararlı seviyede gürültüye maruz kalırsa işitme hassasiyeti oluşur ve bu da beraberinde geçici işitme eşiği düşmesi olarak ortaya çıkar. Fakat bu, bir süre sonra normale döner. Bu fenomen çoğunlukla gürültüde kalma süresinin ilk iki saatinde düzelir (12). Birçok geçici eşik değişikliği ilk iki gün içerisinde yaklaşık olarak 16 saatte düzelmektedir. 40 dB'den fazla olan geçici eşik değişikliği patolojik olarak tanılanır ve kalıcı eşik değişikliği ile ilişkilidir (85). GED'in boyutu, maruziyet sonrasında işitme eşiklerinin ölçülme zamanına kadar geçecek süreye bağlı olarak değişir. Bu nedenle ölçüm, gürültü verildikten 2 dakika sonra yapılır (13).

**Kalıcı eşik değişikliği (KED):** Kalıcı işitme kaybı belirgin olarak 4 kHz'de görülen geri dönüşü olmayan işitme kaybı olarak tanımlanabilir. İşitme kaybı ilk 2-3 yılda en üst düzeyde iken, 10- 15 yıl sonra hızı azalarak ilerler. Gürültüye maruziyet ortadan kalktıktan sonra işitme aynı düzeyini korur (85). Çınlama ve baş dönmesiyle devam eden klinik bir tablodur (85). Tek kulakta görülebilir. İşitme kaybı olarak sensörinöral tip işitme kaybı tek başına veya iletim tipi işitme kaybı ile birlikte görülebilir (68). Bu tür gürültüye bağlı koklear işitme kayıplarında orta kulak ve iç kulakta travmaya bağlı olarak kulak zarında yırtılma, kemikçik sisteminde kopma, yuvarlak ve oval pencerelerde fistül oluşumuyla birlikte korti organında kısmen veya tamamen zedelenmeler görülebilmektedir (15). Tedavi edil(e)mez ise kalıcı işitme kaybı ile sonuçlanır (85).

**Akustik travma:** Akustik travma ise ani çok şiddetli bir gürültüye bir kez maruz kalma sonucunda işitmede meydana gelen ani değişikliktir (10). Maruziyet düzeyine göre geçici veya kalıcı işitme kaybı gözlenebilir. Akustik travma sonrası mutlaka düzenli odyolojik değerlendirme yapılmalıdır.

**Fizyolojik ve psikolojik etkiler:** Taşınabilir müzik çalar kullanıcıları dinledikleri müzikleri, ruh halleri ve duygularındaki etkileri düzenlemek için bir araç olarak kullandıklarını bildirmişlerdir. Bağımlılık yaratan bir davranış olarak algılandığında, yüksek sesle müzik dinlemek, olumsuz etkiler ile beden ve zihin üzerindeki olumlu kazanımlar arasındaki psikolojik bir denge olarak da görülebilir

(85,). Yüksek sesle sürekli gürültüye maruz kalındığında kişide , birinin düşüncelerine, duygularına veya fiili faaliyetlerine müdahale etme, kızgınlık, hoşnutsuzluk, rahatsızlık, memnuniyetsizlik veya küstahlık hissi oluşur (86). Kişilerde kalp atım hızı ve kan basıncında artışa, periferik vazokonstriksiyon ve dolayısıyla periferik vasküler direnci arttırarak fizyolojik aktivasyona neden olur. (87).

### **Gürültüye Bağlı İşitme Kaybı**

Teknoloji, modern yaşamın bir parçası olup hayatı kolaylaştırmakta; ancak bunun yanında gürültüye bağlı işitme kayıplarını da içine alan olumsuzlukları beraberinde getirmektedir (88). İnsan sağlığı üzerinde fiziksel, biyolojik ve psikolojik olarak olumsuz etkilere neden olan gürültünün en belirgin özelliği gürültüye bağlı işitme kaybıdır (3). Gürültü; işyerlerinde, silahlı kuvvetlerde, endüstride ve eğlence yerlerinde maruz kalınan önemli bir sorundur (88). Gürültüye bağlı işitme kaybı dünya çapında erişkin popülasyonun işitme kaybının en önemli nedenlerinden biridir (89). Gürültü kaynaklı işitme kaybı, bir kerelik yoğun darbeli sese maruz kalmaktan veya LA 75–85 dB'den daha yüksek ses basıncı seviyelerine sahip uzun süreli maruziyetten kaynaklanabilir (örn endüstriyel ortamlarda) (90).

Hem yoğunluğunun hem de gürültünün maruz kalma süresi, iç kulağın tüy hücrelerine zarar verme potansiyelini belirler. "Rahatça" yüksek sesle algılanan sesler bile zararlı olabilir (19).

### **GÜRÜLTÜYE BAĞLI İŞİTME KAYIPLARINDA AYIRICI TANI**

Gürültüye bağlı işitme kayıplarında ayırıcı tanı nedeniyle kliniklere başvuran hastalarda rutin odyolojik değerlendirme içerisinde immitansmetrik değerlendirmeler, saf ses odyometrisi, yüksek frekans odyometrisi ve gerekli durumlarda otoakustik emisyonlar kullanılır (68).

### **İmmitansmetrik Değerlendirme**

İmmitansmetrik değerlendirme orta kulak fonksiyonlarını değerlendiren objektif test yöntemlerinden biridir. Birçok alt testleri bulunmaktadır. Bu testler orta kulak basıncını, yüksek şiddetteki sese karşı kulağı koruyan akustik refleksi ve östaki tüpü fonksiyonlarını değerlendirir (91).

### **Timpanometri**

+200 dapa -400 dapa basınç aralığında oluşan timpanik membran hareketiyle orta kulak basıncını ölçer. Ölçüm sonucunda dış kulak yolu hacmi, statik kompliyans ve gradyan değerlerini verir (92).

### **Akustik Refleks Eşiği**

İşitme sisteminin yüksek şiddetteki ses karşı oluşturduğu koruma mekanizmalarından biridir. Akustik refleks testi bize, sesin hem periferik hem de santral işitme sistemi üzerindeki ilerleyişini gösterir. Ses uyarını dış kulak , orta kulak ve iç kulaktan sonra 8. Kranial sinir vasıtasıyla superior olivary komplekse ulaşır. Superior olivary kompleksten 7. Kranial sinir aracılığıyla stapes kası, kasılması için uyarılır. Bu akustik refleks arkını oluşturur. Kliniklerde rutin olarak kullanılan güvenilir bir odyolojik testtir (93,94).

### **Saf ses odyometri**

0,125 kHz-8 kHz frekans aralığında yarım oktav bantlar şeklinde, 0-120 dBHL şiddet aralığında farklı uyaran türleri kullanılarak bireylerin işitme eşiklerinin ölçüldüğü test yöntemidir. Saf ses odyometri bireyin hava yolu ve kemik yolu işitme eşiklerini değerlendirir. Hava yolu işitme eşiği değerlendirmesinde supra aural veya insert kulaklıklar kullanılarak bireyin duyabileceği ses şiddetinden başlanıp, gittikçe ses şiddeti düşürülür ve bireyin eşik değeri saptanır.

Kemik yolu işitme eşiğinin değerlendirmesinde ise kemik vibratör kullanılarak aynı işlem uygulanır (23).

### **Yüksek frekans Odyometri**

8 kHz- 20 kHz frekans aralığında supra aural kulaklıklar kullanılarak yapılan işitme eşiği ölçümleridir. Rutin odyolojik değerlendirme içerisinde kullanılmasa da yüksek frekanslara doğru düşüş gösteren işitme kayıplı hastalarda ve gürültü maruziyeti durumlarında uygulanır (16).

### **Otoakustik Emisyonlar (OAE)**

İç kulağın mekanik olarak aktif bir sistem olduğunu ilk kez 1948 yılında Gold tarafından ortaya sürülmüşse de otoakustik emisyon'un keşfi 1978 yılında İngiliz

fizikçi David Kemp tarafından yapılmıştır (22).

1948 yılında Gold ve ark. tarafından kokleanın sadece sesleri alan bir mekanizma değil akustik enerji de üretebildiği keşfedilmiş ve kokleanın aktif bir işlevi olduğu savunulmuştur (95). Dış tüy hücre (DTH) hareketi koklea içerisinde mekanik bir enerji ortaya çıkararak oval pencere ile orta kulaktan timpanik membrana daha sonra da kulak kanalına doğru iletilir (96,97) . Dış tüylü hücreler (OHC) korti organındaki hücreler arasında, ses "üretme" kabiliyeti sağlayan elektro-hareketliliğe ve mekanik doğrusallığa sahip olan tek hücre silyasıdır (98,99) .

Timpanik membranın titreşimi ile akustik bir sinyal (OAE) oluşur ve bu sinyal hassas bir mikrofonla ölçülebilir (96,97). Dış tüylü hücrelerin oluşturdukları hareket, korti organının titreşimini artırır ve bu hücreler koklea içinde bir ses kaynağı gibi hareket ederler. Bu mekanik hareketlenmeye "*koklear amplifikasyon*" adı verilir (100). Bunlar kulak kanalında ölçülen, kokleada üretilen ve kokleada doğrusal olmayan ve aktif bir işlemin ürünü olarak kabul edilen seslerdir (101).

David Kemp 1978 yılında, kulak zarının önüne yerleştirilen çok hassas mikrofonlar yardımıyla kaydedilebilen; sağlıklı iç kulağın ürettiği, çok düşük seviyeli seslerin olduğunu saptamıştır (22).

Buna göre otoakustik emisyonlar, kokleada dış tüylü hücrelerden kaynaklanan, dış kulak kanalına yerleştirilen duyarlı bir mikrofonla kaydedilebilen çok alçak şiddetteki ses dalgaları olarak tanımlanabilir (102).

Normal koklea hem sesi alır, hem de spontan ya da akustik uyaranlara yanıt olarak düşük şiddette ses üretir. Bu seslere otoakustik emisyon (OAE) denir. Bu sesler kontraksiyon kabiliyetleri sayesinde dış tüylü hücreler tarafından üretilirler (103).

Kemp 1976 yılında dış kulak yoluna koyduğu bir hoparlör aracılığıyla bir "click" uyarını gönderip, 5-15 milisaniye sonra aynı frekansta fakat daha düşük intansiteli bir sesi dış kulak yolundan kayda almıştır. 1979 yılında ise kulağa herhangi bir ses uyarını göndermeden iç kulağın spontan olarak ürettiği ses dalgalarını kayda alarak spontan EOAE'lerin varlığını kanıtlayarak ortaya koymuştur . İngiliz fizikçi aynı yıl içerisinde iç kulağa iki ayrı frekanstan ses gönderip, farklı frekansta bir ses kayıt etmiş ve distortion product otoakustik emisyonların (DPOAE) varlığını keşfetmiştir (104).

OAE'lerin keşfi, sadece kokleanın ses işleme ilkelerine ilişkin geliştirilen



varsayımları değiştirmekle değil aynı zamanda işitsel sistemin değerlendirilmesinde kullanılan önemli bir tanı aracının geliştirilmesine de önayak olmuştur (105,106).

Emisyonların saptanması hem koklea hem de orta kulak sistemlerinin normal veya normale yakın fonksiyon göstermesiyle bağlantılıdır (107,108) OAE'ler elde ediliyorsa işitme eşiklerinin 30-35 dB'den daha yüksek olmadığı sonucu çıkarılır (109).

İşitme kaybının olduğu frekanslarda emisyonların saptanmayıp, işitmenin normal olduğu frekanslarda emisyonun saptanması, OAE'ların koklear orijinli olduğunu gösteren bulgulardandır (103). Otoakustik emisyon kaydı ayrıca frekansa özgü koklear hassasiyeti ölçmekte, işitmenin monitörizasyonunda, sensörinöral ve nöral işitme kayıplarını ayırt etmek için kullanılır (31).

Gürültüye bağlı işitme kaybının neden olduğu erken koklear hasarın tespitinde önemli bir ölçüm metodu olarak kabul edilmekte ve yoğun gürültüye maruziyet sonucu DTH aktivasyonu OAE' ler tarafından saptanarak gösterilmektedir (110) Bu bilgiler ışığında OAE yanıtlarının düşük düzeylerde oluşu veya yokluğu iç kulak hasarının klinik öncesi bir bulgusudur (111).

Otoakustik emisyon testi odyolojik ölçümlerin objektif testlerinden biridir (102).

İki sınıfa ayrılırlar:

1. Akustik bir uyarı ile ortaya çıkan Uyarılmış Otoakustik Emisyonlar
2. Akustik uyarı olmadan oluşan Spontan Otoakustik Emisyonlar

### **Uyarılmış Otoakustik Emisyonlar**

Dış akustik uyarı varlığında kulak kanalından ölçülen düşük seviyeli akustik sinyallerdir (17). Kullanılan uyarının stimulus cinsine göre üç sınıfa ayrılırlar:

- 1- Spontan Otoakustik Emisyonlar (SOAE)
- 2- Distorsiyon Ürünü Otoakustik Emisyonlar (DPOAE)
- 3- Transient (TEOAE)

### **Spontan Otoakustik Emisyonlar (SOAE)**

Spontan otoakustik emisyonlar (SOAE) dışardan herhangi bir akustik uyarı almadan kendiliğinden meydana gelen koklear kaynaklı, kulak kanalından kaydedilebilen düşük seviyedeki akustik dar bant sinyallerdir (112,113). SOAE'ler işitme eşikleri normal kulakların sadece %50'si ile %70'inden kaydedilebilen,

amplitüdüleri -10 ile +20 dB SPL (Sound Pressure Level) dolaylarında olan saf tonlardır (112,113). Ayrıca şiddetli tinnitus olgularının SOAE ile bağlantılı olduğu iddia edilmiştir (109). Klinikte koklear fonksiyonu değerlendirme açısından pratik bir ölçüm yöntemi değildir (108).

### **Geçici Uyarılmış Otoakustik Emisyon (TEOAE)**

Kemp'in tanımladığı orjinal emisyonlardır ve iç kulaktan bir tür "yankı" yı temsil ettikleri için, başlangıçta "Kemp's Echoes" olarak tanımlanmıştır. Kısa süreli akustik uyarı takiben 4-20 ms içinde kayıt edilen emisyonlardır (114). Yüksek frekanslı komponentler, düşük frekanslı komponentlere göre daha kısa latanslı frekans gruplarıdır. TEOAE komponentlerinin her birinin latansı, kokleadaki dağılan dalga mekaniğince belirlenir (30). Klikler veya tone bipler gibi kısa süreli uyarılarla tespit edilirler. Genellikle 80 dB SPL civarında geniş bir stimulus kullanılır (115,116). Uyarıların süresi olduğunda (geçici), OAE'ler geçici uyarılmış otoakustik emisyonlar (TEOAE) olarak tanımlanır. TEOAE'ler geniş bant uyarıları tarafından uyarılırken kokleadaki geniş bir bölge hakkında bilgi sağlar (101).

Normal işitme eşikleri olan yetişkinlerde 500-4500 Hz bölgesi içinde bulunan TEOAE, farklı frekanslarda farklı seviyelerde görülmekle birlikte genellikle 1-2 kHz civarında en büyük olarak gözlenmektedir. Kulakla ilgili bir patoloji yokluğunda elde edilen TEOAE'de kişilerarası farklılıklar gösterirler. Bebekler ve çocuklardan elde edilen TEOAE ölçüm sonuçları yetişkinlerden elde edilenden daha büyüktür (117,118).

### **Distorsiyon Ürünü Otoakustik Emisyonlar (DPOAE)**

Sağlıklı bir koklea doğrusal olmayan bir sistem gibi hareket eder. Kokleanın doğrusal olmayan hareketinin bir açısı da "distortion"dur. Aynı zamanda girdi uyarıcısında var olanların dışında frekanslardaki enerji çıktılarıdır (119). Distorsiyon product otoakustik emisyon (DPOAE) seviye haritalamasıyla,  $2f_1-f_2$  ve  $2f_2-f_1$  emisyonları bir dizi  $f_2$  frekansı ve oranı üzerinden toplandığı görülür. Ölçüm yapılırken,  $2f_1-f_2$  ve  $2f_2-f_1$  emisyonları ayrı ayrı kaydedilir. Daha sonra bu oran artırılarak tekrardan  $f_2$  taraması yapılır. Emisyonlar, tek tek  $f_2 / f_1$  oran çiftleri olarak çizilir, grafiğin üst yarısında  $2f_1-f_2$  emisyonları ve alt yarıda  $2f_2-f_1$  emisyonları bulunur. Harita adı verilen, bireyin özelliği olan ve zaman içinde izlenebilen koklear

cevaplarının genel bir resmi net sonucu gösterir (120).

Gürültü maruziyeti sonrası iç kulakta en fazla etkilenen hücre grubu dış tüy hücreleridir. Distorsiyon ürünü otoakustik emisyon “Distortion Product Otoacoustic Emissions” (DPOAE) testi, dış tüy hücre hasarının tespitinde etkili bir yöntem olarak kullanılmaktadır (121,110). Gürültüye bağlı işitme kayıpları genelde tüy hücrelerin ilk turuna lokalizedir ve DPOAE (2f1-f2) dış tüy hücre bütünlüğünün saptanmasında en uygun test olduğu görünmektedir. Yapılan çalışmalarda da DPOAE'nun dış tüy hücre hasarının tespit edilmesinde etkili bir yöntem olduğu ve anormal işitme ile ilgili semptomların olduğu ancak odyogramın normal işitme eşiklerine sahip olduğu durumlarda bile akustik travmaya bağlı işitme kaybının değerlendirilmesinde hassas bir yöntem olduğu kaynaklarda vurgulanmıştır (110,122).

Sinyal gürültü oranı (Signal to Noise Ratio-SNR), kokleadan alınan sinyalin, ölçüm sırasında kayıt edilen internal gürültüye oranı olarak tanımlanır. DPOAE cevaplarını değerlendirmek için SNR değerleri DPOAE amplitüdlere göre daha güvenilirdir (123,124).

### **Otoakustik Emisyon Ölçümünün Yararları**

- Non-invaziv bir yöntem olması
- Pasif kooperasyon gereksinimi
- Hassas bir test olması
- Koklea için spesifik olması
- Test süresinin kısa olması (125,126)

### **Otoakustik Emisyon Yanıtlarını Etkileyen Faktörler**

1. Ölçümün değerlendirildiği frekans. Alçak frekanslarda, test güvenilirliğini düşürür.
2. Kullanılan ölçüm parametrelerinin farklılığı
3. Orta kulağın geçirgen olması. Özellikle negatif basınç elde edildiğinde OAE yanıtlarında önemli düşüşler elde edilmiştir.
4. Proben dış kulak yoluna uygun olarak yerleştirilmemesi. Buşon, debris veya vemic caseous'ten kaynaklı prob uyumunun yetersiz kalması. Proben uygunluğu, kulak kanalındaki gürültünün kontrolü açısından önemli bir faktördür
5. Hastanın kopere olması

6. Sinyalin gönderildiği yanıtın alındığı kavitelerdeki genişliklerin farklı olması
7. Yaşa bağlı olarak değişen koklear yanıtların üretim farklılıkları
8. Cinsiyet ( kadınlarda erkeklere göre daha yüksek yanıtlar gözlenmektedir)
9. Odyometrik eşik
10. Sağ kulak Sol kulak asimetrisi (sağ kulak yanıtlarının sol kulak yanıtlarından daha yüksek olması) (127)

## **SOSYAL GÜRÜLTÜ MARUZİYETİ**

Gürültüye bağlı işitme kaybı geçmişte iş yeri gürültüsü nedeniyle sadece işçilerde oluşmaktaydı. Günümüzde ise eğlence kaynaklarının (disko, bar, kişisel müzik çalarlar) oluşturduğu sosyal gürültü maruziyeti gürültüye bağlı işitme kaybına neden olan faktörlerden biri olmuştur (128). Yapılan bir çalışmada 1980'lerin başından 2000 yılına kadar yani 20 yılı aşkın bir süredir, sosyal gürültüye maruz kalan gençlerin sayısının % 6,7'den % 18,8'e çıktığı tespit edilmiştir (14).

Smith ve arkadaşları da 18-25 yaş arası genç yetişkinlerin% 18,8'inin boş zaman etkinliklerinden kaynaklanan gürültüye maruz kaldığını bildirmişlerdir. Özellikle, güçlendirilmiş müziğe (yani, diskolar, rock konserleri ve kişisel müziğe) maruz kalmak genç dinleyiciler arasında işitme hasarı ile ilişkilendirilmiştir (129).

Konserlerden, kulüplerden ve kişisel müzik çalarlardan gelen yüksek sesli müzik potansiyel olarak tehlikeli bir eğlence gürültüsü kaynağı oluşturmaktadır (130). Rock konserlerindeki ses seviyeleri 120 dB ile 140 dB arasında kaydedildi. Barlarda ise ses seviyesi haftasonu gecesi 95 dB'ye kadar ulaşabileceği kanısına varılmıştır (130). Kişisel müzik dinleme cihazlarının aşırı kullanımından kaynaklanan işitme kayıpları, popüler medyada büyük endişe kaynağıdır (85). Kişisel müzik çalar aletlerinin pil ömrünün çok uzun olması ve çok güçlü ses çıkışlarına sahip olmaları nedeni ile tehlike büyümektedir. Ortam gürültüsü arttıkça çevreden gelen sesi duymamak için dinleyiciler bu aletleri daha yüksek sesle dinlemekte, bu da olası zararı artırmaktadır (15).

ABD'de NIOSH-National Institute for Occupational Safety and Health (Ulusal Mesleki Sağlık ve Güvenlik Enstitüsü), gürültüye bağlı işitme kaybını, gelecek yüzyılda ele alınması gereken, 21 öncelikli alan arasında görmektedir (131).

## **GEREÇ VE YÖNTEM**

Bu çalışma, Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı Bilimsel Araştırmalar Etik Kurul onayı (Bkz. Ek-2) alındıktan sonra çalışmaya dâhil edilme kriterlerini sağlayan 109 sağlıklı gönüllü bireyde Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi KBB bölümünde yapıldı.

Araştırmanın gücü ile ilgili değerlendirmeler ve gönüllü sayısının/örneklem büyüklüğü ile ilgili bilgiler çalışmamıza benzer literatürler baz alınarak belirlendi. Çalışmaya dahil edilme kriterlerini sağlayan 18-25 yaş arası ( yaş ortalaması  $20\pm 1,1$ ) 90 sağlıklı gönüllü 51 kadın, 39 erkek çalışma kapsamına alındı.

Çalışmaya katılan gönüllü bireylere, Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu imzalatıldı. Katılımcılara ilk olarak otoskopik muayene yapıldı. Otoskopik muayene sonrasında odyolojik değerlendirmeleri alındı. Odyolojik değerlendirme sonrasında işitmeleri normal olarak değerlendirilen bireyler çalışma kapsamına alındı. Odyolojik değerlendirmelerde bireylere ilk olarak saf ses odyometri testi daha sonra immitansmetrik değerlendirme yapıldı. İmmitasmetrik inceleme yapılan bireylerde “Transient Evoked” Otoakustik Emisyon OAE’ler (TEOAE) ve daha sonra “Distorsiyon Product” Otoakustik Emisyon (DPOAE) testleri yapıldı.

### **ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ**

Araştırma klinik prospektif bir çalışma olup Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Ünitesi’nde yürütüldü. Çalışmaya Trakya Üniversitesi’nde öğrenim gören 18-25 yaş

kulak ile ilgili herhangi bir şikayeti olmayan gönüllüler dahil edildi. Odyolojikdeğerlendirmeler sonucunda işitme eşikleri 0-15 dBHL içerisinde olan 90 kişi (51kadın,39erkek) yaş ortalaması  $20\pm 1,1$  oluşturuldu. Her birey için sağ ve sol kulaklar ayrı ayrı baz alınarak işitme ölçümleri yapıldı. Olguların, işitme testlerinden önce, 24 saat boyunca kişisel müzik çalarlarını veya diğer yüksek ses kaynaklarını dinlemekten kaçınmaları istendi.

Çalışmaya dahil edilen gönüllülere ilk olarak 30 dk boyunca Apple marka iphone telefondan 85,4 dB şiddetinde klasik müzik (Mozart's Re-minor piano, Schubert's Ave Maria, P. Tchaikovsky's Seasons and Chopin's Waltzes) dinletildi. Müzik maruziyeti öncesi ve sonrası odyolojik testler (saf ses odyometri, yüksek frekans odyometri, timpanometri ve otoakustik emisyon testleri) uygulandı. Müzik dinletilen sürenin (30dk) 10 katı süre sonra (300dk) gönüllülere müzik dinletmeden önce yaptığımız saf ses odyometri, yüksek frekans odyometri, timpanometri ve otoakustik emisyon testleri tekrar yapıldı. Aynı kişilere farklı günlerde ilk dinlettiğimiz şiddetin (85,4 dBA) yarısı kadar 45,4 dBA şiddetinde telefondan kulaklıkla müzik tekrar dinletildi ve odyolojik testler tekrarlandı. Yapılan testler sonucunda kişilerin müzik maruziyeti öncesi ve sonrası işitme eşikleri karşılaştırılarak, müzik maruziyetinin işitme sistemi üzerindeki etkisi değerlendirildi.

## **TEST PROTOKOLÜ**

### **Saf Ses Odyometri**

Saf ses odyometri ölçümü AC-40 (Interacoustic Clinical Audio- meters AC-40, Denmark) Odyometre cihazı ile IAC "Industrial Acoustic Company" standartlarındaki sessiz kabinde yapıldı. Yüksek frekans odyometri için Koss R / 80 (Koss Co., ABD) kulaklıklar kullanıldı, saf ses odyometri için TDH-39 (Telephonics, USA) kulaklıklar tercih edildi. Tüm katılımcıların 250,500,1000,2000,4000 ve 8000 Hz ile 10000,12500 ve 16000 Hz hava yolu frekansları baz alınarak işitme eşikleri belirlendi.

### **İmmitansmetrik İnceleme**

İmmitansmetrik inceleme AT 235H (Interacoustics, Taastrup, Denmark) model timpanometri cihazı ile cihazıyla yapıldı. Olgunun dış kulak kanallarına uygun 1 cm'lik plastik tüp adaptörlerinin ucuna timpanometri plastik prob uçlarından katımcının kulak

kanalına uygun prob yerleştirildi. Prob tonu 75 dB SPL'de 226Hz'e ayarlandı. Ölçüm basınç aralığı ise pompa yönü pozitif- negatif olmak üzere +400 ve -200 daPa arasına ayarlandı. Prob uygun pozisyonda iken ölçümlere başlandı. Her iki kulak için orta kulak statik kompliansı ve basınç değerleri tespit edilip 500-4000 Hz frekans aralığında kontralateral akustik refleks eşikleri, orta kulak basıncı ve statik komplians belirlenmiştir.

İncelemede komplians zirve eğrisi +100 ve -100 daPa arasında olanlar "A" tip (Normal tip) timpanogram olarak alındı ve dış kulak kanal hacimleri, basınç değişkenleri değerlendirildi.

### **Distortion-Product" Otoakustik Emisyon Ölçümü**

Distorsiyon ürünü otoakustik emisyonlar ILO292 USB II OAE cihazı kullanılarak DPOAE modunda ölçüldü. Ölçümler standart sessiz odalarda gerçekleştirilerek, bireylerin dış kulak kanallarına uygun prob uçlarından yetişkinler için kullanılan ILO292 USB II yetişkin probu (SNS-Type OAE prop) yerleştirildi. f2 ve f1 frekansları arasındaki oran 1.22 olacak şekilde ayarlandı. Uyarın şiddeti f1 frekansı için L1 ve f2 frekansı için L2 olarak alınarak ve L1-L2 seviyeleri arasındaki fark 10 dB SPL (L1=65dB SPL, L2=55dB SPL) düzeyinde tutuldu.

Sonuçlar birincil tonların f1 ve f2 ortalamasında gösterilmiştir. DPOAE'ler dış kulak kanalındaki f1 ve f2 uyarınları için iki farklı hoparlör kullanılarak uyarıldı. DPOAE'lar dış kulak kanalındaki mikrofon ile 2f1-f2 frekanslarındada ölçüldü. f1 ve f2'nin geometrik ortalamalarında 1.0 kHz, 1.4 kHz, 2.8 kHz, 4.0 kHz, 6.0 kHz frekanslarında kaydedildi. Test süresi yaklaşık olarak 60 sn oldu. DPOAE amplitüdlerinin gürültü eşliğinin 3 dB üstündeki değerleri anlamlı kabul edildi. Ölçümler gürültü düzeyinin 50 dB'i geçmediği sessiz bir odada yapıldı. DPOAE sonuçlarının değerlendirilmesinde; elde edilen 2f1-f2 kübik distorsiyon ürünleri f1 ve f2'nin geometrik ortalamasında yani 1.0 kHz, 1.4 kHz, 2.8 kHz, 4.0 kHz, 6.0 frekans bantlarında oluşan sinyal gürültü oranı "Signal/Noise-Ration (S/N-R)" esas alındı. Çalışmamızda bu S/N-R oranları her birey için frekansa özgü olarak değerlendirilerek S/N-R frekans eğrileri çizildi.

### **Transient Evoked Otoakustik Emisyon Ölçümü**

Transient Evoked otoakustik emisyon ölçümleri, ILO292 USB II OAE Analyser otoakustik emisyon cihazları kullanılarak yapıldı. Ölçümler standart sessiz odalarda

gerçekleştirildi, bireylerin dış kulak kanallarına uygun prob uçlarından yetişkinler için kullanılan ILO292 USB II yetişkin probu (SNS-Type OAE probu) yerleştirildi. Prob uygun pozisyonda iken ölçümlere başlandı. Ölçümler sırasında stimulus şiddeti  $80\pm 3$  dB SPL olarak belirlendi. Test stabilitesinin %80'in üzerinde olmasına dikkat edilerek teste devam edildi. Non-linear klikler ILO292 USB II Analyser OAE cihazında 260 kez ve stimulus başlangıcından itibaren ilk 20 ms'n'de analiz yapılacak şekilde ayarlandı. Zaman penceresinin (Time Window, ölçüm zaman aralığı) ilk 20 ms'n'de ölçüm yapacak şekilde ayarlanması dışında cihazın diğer ayarlarında değişiklik yapılmadı. TEOAE ölçümünde ilk 1 ms'n'de oluşan dalga formu, stimulusun ölçüm yapılan kulak kanalındaki ses yansımasıdır. Ses yansıması, stimulus başlangıcından sonra 1-2 ms aralığına uzayabilir ve sıklıkla da bu 1-2 ms aralığında, TEOAE'ler görsel olarak ses yansımasından ayırt edilebilir. Bu nedenle "zaman penceresi" stimulus başlangıcından sonra ILO292 USB II OAE Analyser cihazında 2,5 ms ile 7 ms arasında ayarlanarak orijinal dalga formu rekonstrükte edildi. TEOAE varlığı, normal TEOAE ölçüm yöntemi standardında olan; rekonstrükte formdaki dalganın yeniden üretilebilirliği (Wave Reproducibility)'nin %70'in ve yanıtın (Response) 3 dB'in üstünde olması durumunda kabul edildi.

## **İSTATİSTİKSEL ANALİZ**

Normal dağılım kontrolü için Shapiro-Wilk testi kullanıldı. Bağımlı iki grubun karşılaştırılmasında ise nicel değişkenler; normal dağılıma uyduğunda eşleştirilmiş örneklem için t testi, normal dağılıma uymadığında Wilcoxon testi kullanıldı. Üç bağımlı grubun (MMÖ, MMS, MMDS) karşılaştırılmasında, nicel değişkenler normal dağılıma uyduğunda tekrarlı ölçümlerde ANOVA, normal dağılıma uymadığında ise Friedman testi uygulandı. Analizde bağımlı gruplar arasında anlamlı fark olduğu sonucuna ulaşıldığında, farklılığın hangi gruptan kaynaklandığı; tekrarlı ölçümlerde ANOVA testi sonrası Bonferroni düzeltmeli Wilcoxon testi ile araştırılırken Friedman testi sonrasında ise Bonferroni düzeltmeli Dunn testi ile araştırıldı.

Tanımlayıcı istatistik olarak nicel değişkenlerde minimum ve maksimum değer ile birlikte normal dağılıma uyanlar için ortalama ve standart sapma, normal dağılıma uymayanlar için ortanca ile 25. ve 75. yüzdeler verilirken nitel değişken için sayı ve yüzde verildi. Anlamlılık düzeyinin 0,05 olarak belirlendiği tüm istatistiksel analizler, IBM SPSS 20.0 paket programı ile gerçekleştirildi.



## **BULGULAR**

Klinik ve odyolojik değerlendirmeler sonucunda 18-25 yaş arası, yaş ortalamaları  $20\pm 1,1$  olan ve çalışmaya dahil edilme kriterlerini sağlayan toplam 90 sağlıklı gönüllü birey çalışma kapsamına alındı. Çalışma grubuna dahil edilen toplam 90 gönüllünün 51'i kadın (%.(%43,3) ve 39'u erkek ( %.(%56,7) idi.

Çalışmamız üzerinde kurduğumuz hipotezi değerlendirmek için uyguladığımız test protokolü iki basamakta gerçekleştirildi. İlk basamağı gönüllü bireylere 85,4 dB şiddetinde kulaklıkla önceden belirlediğimiz müzikler dinletilerek; müzik maruziyet öncesi, 30 dk'lık müzik maruziyetinden hemen sonra ve müzik maruziyetinden 10 katı dinlenme süresi sonrası ( $10*30=300$ dk) saf ses odyometri, immitansmetrik değerlendirme ve otoakustik emisyon testleri kayıtları değerlendirildi.

İkinci basamakta ise gönüllü bireylere 45,4 dB şiddetinde kulaklıkla önceden belirlediğimiz müzikler dinletilerek; müzik maruziyet öncesi, 30 dk'lık müzik maruziyetinden hemen sonra ve müzik maruziyetinden 10 katı dinlenme süresi sonrası ( $10*30=300$ dk) saf ses odyometri, immitansmetrik değerlendirme ve otoakustik emisyon testleri kayıtları değerlendirildi.

### **Odyolojik Kayıtların Değerlendirilmesi**

Çalışmamızda otoskopik muayene sonucunda işitmesi normal olarak değerlendirilen 90 gönüllü birey, sağ ve sol kulaklar olmak üzere toplam 180 kulak üzerinde odyolojik olarak değerlendirildi.

Çalışmada yer alan 90 kişinin ortalama yaşı  $20 \pm 1,1$  olup 51 (%56,7)'i kadın, 39 (%43,3)'u erkektir. Cinsiyete göre yaş dağılımları incelendiğinde erkeklerin  $20 \pm 1,2$ , kadınların  $20 \pm 1,1$  olduğu ve aralarında istatistiksel yönden bir farklılık olmadığı sonucuna ulaşıldı ( $p=0,890$ ).

### İmmitansmetrik Ölçümlerin İncelenmesi

İmmitansmetrik ölçümlerde kontralateral olarak ölçülen stapes refleks eşikleri değerlendirilmiştir. Araştırmaya başlarken her olguya impedans odyometrik değerlendirme yapıldı. Çalışmaya impedans odyo verileri normal olan olgular dahil edildi. Çalışmamızda immitansmetrik değerlendirmeler sonucunda işitmesi normal aralıklarda olduğu gösterilen toplam 90 olgunun (=180 kulak) ölçüm sonuçları aşağıdaki gibidir.

### İmmitansmetrik Ölçümlerin İstatistiksel Analizi

Veri setinde yer alan değişkenlerin normal dağılım gösterip göstermediği Shapiro-Wilk testiyle analiz edilmiş ve normal dağılıma uymadıkları görülmüştür. Bu nedenle sağ ve sol kulak farkı Wilcoxon testi ile incelenmiştir .

**Tablo 1. MMÖ,MMS ve MMDS, sağ ve sol kulak impedans odyometri değerleri**

	Sağ kulak		Sol kulak		p
	Med (25.-75.)	Min-Maks	Med (25.-75.)	Min-Maks	
<b>ECV</b>					(dB)
MMÖ	0,85 (0,6-1,2)	0,14-3,62	0,85 (0,6-1,2)	0,12-5,27	0,684
MMS	0,98 (0,7-1,7)	0,13-5,21	0,95 (0,7-1,5)	0,12-5,64	0,562
MMDS	1 (0,7-1,7)	0,1-4,79	0,85 (0,7-1,5)	0,12-4,82	0,051
<b>SC</b>					
MMÖ	0,57 (0,4-0,9)	0,1-3,83	0,63 (0,4-1)	0,08-5,81	0,374
MMS	0,67 (0,4-1,3)	0-57	0,73 (0,5-1,3)	0,09-39	0,583
MMDS	0,64 (0,5-1)	0,09-3,7	0,6 (0,4-1,1)	0,1-4,6	0,253
<b>GRDNT</b>					
MMÖ	0,3 (0,2-0,5)	0,06-5	0,32 (0,2-0,6)	0,06-2,47	0,329
MMS	0,35 (0,2-0,7)	0,08-23	0,38 (0,2-0,7)	0,13-47	0,827
MMDS	0,35 (0,3-0,5)	0,04-27	0,33 (0,2-0,5)	0,04-1,97	0,505

**MMÖ:** Müzik Maruziyeti Öncesi **MMS:** Müzik Maruziyeti Sonrası **MMDS:** Müzik Maruziyeti Dinlenme Sonrası **ECV:** dış kulak yolu hacmi **SC:** statik kompians **GRADİENT:** gradyan

Wilcoxon testi ile yapılan ECV, SC ve GRADİENT ölçümlerine bakıldığında MMÖ,MMS ve MMDS elde edilen bulgularda da sağ kulak ile sol kulak arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

### Saf Ses Odyogramlarının İncelenmesi

Çalışmanın hedefleri doğrultusunda olguların Saf Ses Odyometri değerlendirilmeleri; 85.4 dB ve 45.4 dB olmak üzere her iki çalışmada da müzik maruziyeti öncesi (MMÖ), müzik maruziyeti sonrası (30dk) (MMS) ve müzik maruziyetinin on katı dinlenme süresi (300dk) sonrası (MMDS) saf ses odyometri değerlendirmeleri yapılmıştır.

Her üç aşamada da işitme eşiklerine ait değerler Saf Ses Ortalaması (SSO) 0.25 kHz, 0.5 kHz, 1.0 kHz, 2.0 kHz ve 4.0 kHz frekansları, yüksek frekans odyometri ortalaması ise 8.0 kHz, 10.0 kHz, 12.0 kHz ve 16.0 kHz frekansları baz alınarak değerlendirilmiştir.

### **Olguların 85,4 dB ve 45,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS, sağ ve sol kulak Saf Ses Odyometri Sonuçlarının İstatistiksel Analizi**

Veri setinde yer alan değişkenlerin normal dağılım gösterip göstermediği Shapiro-Wilk testiyle analiz edilmiş ve en az bir değişkenin normal dağılıma uymadığı görülmüştür. Sağ ve sol kulak farkını incelerken ise Wilcoxon testi kullanılmıştır .

Olguların 85,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS, sağ ve sol kulak saf ses işitme eşik değerlerinin ortalamaları Tablo 2’de verilmiştir.

**Tablo 2. Olguların 85,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS, sağ ve sol kulak saf ses hava yolu işitme eşik değerleri**

	Sağ kulak		Sol kulak		p
	Ort±ss	Min-Maks	Ort±ss(dB)	Min-Maks	
<b>Saf Ses İşitme Eşikleri (dB HL)</b>					
MMÖ	5,82±1,2	5-10	5,75±1,1	5-10	0,619
MMS	5,76±1,4	1,3-11,3	5,81±1,3	1,3-8,8	0,635
MMDS	5,61±1,0	5-8,8	5,75±1,0	3,8-8,8	0,293
<b>Yüksek frekans</b>					
MMÖ	5,79±4,9	0-21,3	5,68±5,0	0-23,8	0,688
MMS	5,47±4,3	0-17,5	5,88±4,7	0-20	0,543
MMDS	5,32±4,5	0-20	5,60±5,2,0	0-26,3	0,675

**MMÖ:** Müzik maruziyeti öncesi **MMS:** Müzik Maruziyeti Sonrası **MMDS:** Müzik maruziyeti dinlenme sonrası

Saf Ses Ortalaması MMÖ ölçüm değerlerinde sağ kulaktan elde edilen ortalama değer 5,82±1,2 dB iken sol kulakta ise 5,75 ±1,1 dB olarak elde edilmiştir. Yapılan istatistiksel inceleme sonucunda sağ kulak ile sol kulak arasında anlamlı farklılık olmadığı görülmüştür (p=0,619). MMS’de sağ kulak için ortalama 5,76±1,4 dB sol kulak için 5,81±1,3 dB değerlerine ulaşılmış olup sağ kulak ile sol kulak arasında SSO ölçümleri açısından anlamlı fark olmadığı saptanmıştır (p=0,635). MMDS sağ

kulak için 5,61±1,0 dB sol kulak için 5,75±1,1 dB olarak bulunan ortalama SSO değerleri arasında anlamlı fark yoktur (p=0,293).

Yüksek frekans ortalama değerlerinde MMÖ ölçüm değerlerinde sağ kulaktan elde edilen ortalama değer 5,79±4,9 dB iken sol kulakta ise 5,68 ±5,0 dB olarak elde edilmiştir. Yapılan istatistiksel inceleme sonucunda sağ kulak ile sol kulak arasında anlamlı farklılık olmadığı görülmüştür (p=0,688). MMS'de sağ kulak için ortalama 5,47±4,3 dB sol kulak için 5,88±4,7 dB değerlerine ulaşılmış olup sağ kulak ile sol kulak arasında SSO ölçümleri açısından anlamlı fark olmadığı saptanmıştır (p=0,543). MMDS sağ kulak için 5,32±4,5 dB sol kulak için 5,6±5,2 dB olarak bulunan ortalama SSO değerleri arasında anlamlı fark yoktur(p=0,675)

Olguların 85,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS, sağ ve sol kulak saf ses işitme eşik değerlerinin ortalamaları Tablo 3'te verilmiştir.

**Tablo 3. Olguların 45,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS, sağ ve sol kulak saf ses hava yolu işitme eşik değerlerinin karşılaştırması**

	Sağ kulak		Sol kulak		p
	Ort±ss	Min-Maks	Ort±ss	Min-Maks	
Saf ses ortalama	(dB HL)		(dB HL)		
MMÖ	5,51±1,2	3,8-12,5	5,57±1,5	3,8-15	0,795
MMS	5,92±1,5	5-12,5	5,57±1,2	1,3-10	0,039
MMDS	5,58±1,2	3,8-13,8	5,65±1,2	3,8-10	0,450
Yüksek frekans					
MMÖ	5,04±3,9	0-21,3	5,49±4,2	0-18,8	0,303
MMS	5±4,6	0-21,3	5,21±5,2	0-21,3	0,801
MMDS	4,35±4,3	0-25	4,64±4,2	0-18,8	0,422

**MMÖ:** Müzik Maruziyeti Öncesi **MMS:** Müzik Maruziyeti Sonrası **MMDS:** Müzik Maruziyeti Dinlenme Sonrası

Saf ses ortalama (SSO) MMÖ ölçüm değerlerinde sağ kulaktan elde edilen ortalama değer 5,51±1,2 dB iken sol kulakta ise 5,57±1,5 dB olarak elde edilmiştir. Yapılan istatistiksel inceleme sonucunda sağ kulak ile sol kulak arasında anlamlı farklılık olmadığı görülmüştür (p=0,795). MMS'de sağ kulak için ortalama 5,92±1,5 dB sol kulak için 5,57±1,2 dB değerlerine ulaşılmış olup sağ kulak ile sol kulak arasında SSO ölçümleri açısından anlamlı fark olduğu saptanmıştır (p=0,039). MMDS sağ kulak için 5,58±1,2 dB sol kulak için 5,65±1,2 dB olarak bulunan ortalama SSO değerleri arasında anlamlı fark yoktur(p=0,450).

Yüksek frekans ortalama değerlerinde MMÖ ölçüm değerlerinde sağ kulaktan elde edilen ortalama değer 5,04±3,9 dB iken sol kulakta ise 5,49 ±4,2 dB olarak elde edilmiştir. Yapılan istatistiksel inceleme sonucunda sağ kulak ile sol kulak arasında

anlamli fark yoktur ( $p=0,303$ ). MMS'de sağ kulak için ortalama  $5,0\pm4,6$  dB sol kulak için  $5,21\pm5,2$  değerlerine ulaşılmış olup sağ kulak ile sol kulak arasında SSO lümleri açısından anlamli fark olmadığı saptanmıştır ( $p=0,801$ ). MMDS sağ kulak için  $4,35\pm4,3$  dB sol kulak için  $4,64\pm4,2$  dB olarak bulunan ortalama SSO değerleri arasında anlamli fark yoktur( $p=0,422$ ).

#### **Olguların 85,4 dB ve 45,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS Saf Ses Hava Yolu işitme eşik değerleri tekrarlı ölçümlerin istatistiksel analizi**

Tabloda yer alan değişkenlerin normal dağılım gösterip göstermediği Shapiro-Wilk testiyle analiz edilmiş ve en az bir değişkenin normal dağılıma uymadığı görülmüştür. Bu nedenle tekrarlı zaman ölçümler arasındaki ilişki Friedman testi ile incelenmiştir. Çoklu karşılaştırma analizi için Bonferroni düzeltilmeli Dunn testinden yararlanılmıştır.

Olguların 85,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS, üç bağımlı grubun saf ses işitme eşik değerlerinin karşılaştırılması Tablo 4'de verilmiştir.

**Tablo 4. Olguların 85,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS saf ses hava yolu işitme eşik değerleri tekrarlı ölçümlerin karşılaştırması**

		MMÖ	MMS	MMDS	p*	p**	
85.4 dB		(dB HL)	(dB HL)	(dB HL)			
<b>0.25 kHz</b> (n=180)	Ort±ss	8,58±4,5	8,08±4,7	7,75±4,6	0,126	MMÖ-MMS	-
	Min-Maks	5-25	5-25	5-30		MMÖ-MMDS	-
<b>0.5kHz</b> (n=180)	Ort±ss	6,64±2,9	6,61±3,1	6,28±2,4	0,391	MMS-MMDS	-
	Min-Maks	5-20	5-20	5-15		MMÖ-MMS	-
<b>1.0 kHz<sup>a</sup></b> (n=180)	Ort±ss	5,31±1,2	5,56±1,9	5,19±1	a	MMÖ-MMDS	-
	Min-Maks	5-10	0-15	5-10		MMS-MMDS	-
<b>2.0 kHz</b> (n=180)	Ort±ss	5,64±2,1	5,53±1,9	5,67±2	0,653	MMÖ-MMS	-
	Min-Maks	5-15	0-15	5-15		MMÖ-MMDS	-
<b>4.0 kHz</b> (n=180)	Ort±ss	5,56±2	5,44±1,7	5,58±2,1	0,932	MMS-MMDS	-
	Min-Maks	0-15	0-15	0-15		MMÖ-MMS	-
<b>SSO</b> (n=180)	Ort±ss	5,78±1,1	5,78±1,3	5,68±1	0,236	MMÖ-MMDS	-
	Min-Maks	5-10	1,3-11,3	3,8-8,8		MMS-MMDS	-

**MMÖ:** Müzik Maruziyeti Öncesi **MMS:** Müzik Maruziyeti Sonrası **MMDS:** Müzik Maruziyeti Dinlenme Sonrası

**p\*** MMÖ, MMS ve MMDS ortalama ölçüm değerleri **p\*\*** MMÖ-MMS, MMÖ-MMDS, MMS-MMDS ikili karşılaştırma değerleri

a; veri yapısı nedeniyle analiz gerçekleştirilemedi.

0.25 kHz, 0.5 kHz, 1.0 kHz 2.0 kHz ve 4.0 kHz ve Saf Ses Ortalaması için gerçekleştirilen SSO tekrarlı ölçümlerinde MMÖ, MMS ve MMDS arasında anlamlı farklılık olmadığı saptanmıştır (p>0,05).

Olguların 85,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS, üç bağımlı grubun yüksek frekans işitme eşik değerlerinin karşılaştırılması Tablo 5'te verilmiştir.

**Tablo 5. Olguların 85,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS yüksek frekans hava yolu işitme eşik ortalamaları, grup içi tekrarlı ölçümlerin karşılaştırması**

		MMÖ	MMS	MMDS	P*	P**	
85.4 dB		(dB HL)	(dB HL)	(dB HL)			
8.0 kHz (n=180)	Ort±ss	4,78±5,9	4,39±4,8	4,36±5,3	0,616	MMÖ-MMS	-
	Min-Maks	0-30	0-20	0-30		MMÖ-MMDS	-
10.0 kHz							
Sağ kulak (n=90)	Ort±ss	4,39±5,4	3,39±5	3,56±4,6	0,263	MMÖ-MMS	-
	Min-Maks	0-20	0-20	0-20		MMÖ-MMDS	-
Sol kulak (n=90)	Ort±ss	2,39±4	3,67±5,2	2,78±4,6	0,251	MMS-MMDS	-
	Min-Maks	0-15	0-20	0-20		MMÖ-MMS	-
12.0 kHz							
Sağ kulak (n=90)	Ort±ss	4,94±6,2	4,5±5,6	4,5±5,8	0,984	MMÖ-MMS	-
	Min-Maks	0-25	0-20	0-25		MMÖ-MMDS	-
Sol kulak (n=90)	Ort±ss	6,11±7,2	6,17±6,8	5,44±6,3	0,675	MMS-MMDS	-
	Min-Maks	0-30	0-30	0-25		MMÖ-MMS	-
16.0 kHz (n=180)	Ort±ss	9,25±9,3	9,44±9,6	9,33±9,6	0,973	MMÖ-MMDS	-
	Min-Maks	0-30	0-35	0-40		MMS-MMDS	-
Yüksek frekans (n=180)	Ort±ss	5,74±4,9	5,67±4,5	5,46±4,8	0,266	MMÖ-MMS	-
	Min-Maks	0-23,8	0-20	0-26,3		MMÖ-MMDS	-
MMS-MMDS							

**MMÖ:** Müzik Maruziyeti Öncesi **MMS:** Müzik Maruziyeti Sonrası **MMDS:** Müzik Maruziyeti Dinlenme Sonrası

**p\*** MMÖ, MMS ve MMDS ortalama ölçüm değerleri **p\*\*** MMÖ-MMS, MMÖ-MMDS, MMS-MMDS ikili karşılaştırma değerleri

85,4 dB SSO ölçümlerinde 0.8 khz için MMÖ'de 4,78±5,9 dB, MMS'de 4,39±4,8 dB ve MMDS'DE 4,36±5,3 dB olarak ortalama değerler hesaplanmıştır. Yapılan analiz sonucunda tekrarlanan üç ölçüm arasında SSO ölçüm değerlerinde anlamlı farklılık görülmemiştir (p=0,616).

10.0 kHz sağ ve sol kulak, 12.0 kHz sağ ve sol kulak, 16.0 kHz için gerçekleştirilen SSO tekrarlı ölçümlerinde MMÖ, MMS ve MMDS arasında anlamlı farklılık olmadığı saptanmıştır (p>0,05).

85,4 dB SSO yüksek frekans ortalama ölçümlerinde MMÖ'de 5,74±4,9 dB MMS'de 5,67±4,5 dB ve MMDS'DE 5,46±4,8 dB olarak ortalama değerler hesaplanmıştır. Yapılan analiz sonucunda tekrarlanan üç ölçüm arasında SSO ölçüm değerlerinde anlamlı farklılık görülmemiştir (p=0,266).

Olguların 45,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS, üç bağımlı grubun Saf Ses Odyometri işitme eşik değerlerinin karşılaştırılması Tablo 6'da verilmiştir.

**Tablo 6. Olguların 45,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS Saf Ses Odyometri hava yolu ortalamaları, grup içi tekrarlı ölçümlerin değerleri**

		MMÖ	MMS	MMDS	P*	P**	
45.4 dB		(dB HL)	(dB HL)	(dB HL)			
<b>0.25 kHz</b>							
Sağ kulak (n=90)	Ort±ss	6,56±3,1	7,44±4,6	6,93±3,7	0,327	MMÖ-MMS	-
	Min-Maks	5-15	5-25	5-25		MMÖ-MMDS	-
Sol kulak (n=90)	Ort±ss	6,89±3,4	7,06±4,6	6,28±3,5	0,063	MMS-MMDS	-
	Min-Maks	5-20	5-25	5-25		MMÖ-MMS	-
<b>0.5kHz</b> (n=180)	Ort±ss	6,03±2,6	6,53±3,1	6,06±2,6	0,088	MMÖ-MMDS	-
	Min-Maks	5-20	5-20	0-15		MMS-MMDS	-
<b>1.0 kHz</b>							
Sağ kulak (n=90)	Ort±ss	5,22±1	5,61±1,8	5,22±1	0,091	MMÖ-MMS	-
	Min-Maks	5-10	5-15	5-10		MMÖ-MMDS	-
Sol kulak (n=90)	Ort±ss	5,22±1,3	5,11±1,1	5,44±1,8	0,307	MMS-MMDS	-
	Min-Maks	5-15	0-10	5-15		MMÖ-MMS	-
<b>2.0 kHz</b> (n=180)	Ort±ss	5,39±2	5,56±1,9	5,53±1,9	0,209	MMÖ-MMDS	-
	Min-Maks	5-25	0-15	5-20		MMS-MMDS	-
<b>4.0 kHz</b> (n=180)	Ort±ss	5,53±2,1	5,53±1,9	5,56±2,7	0,651	MMÖ-MMS	-
	Min-Maks	0-15	0-15	0-30		MMÖ-MMDS	-
<b>Genel Ortalama</b>							
Sağ kulak <sup>a</sup> (n=90)	Ort±ss	5,51±1,2	5,92±1,5	5,58±1,2	0,021	MMÖ-MMS	<0,001
	Min-Maks	3,8-12,5	5-12,5	3,8-13,8		MMÖ-MMDS	0,004
Sol kulak (n=90)	Ort±ss	5,57±1,5	5,57±1,2	5,65±1,2	0,533	MMS-MMDS	<0,001
	Min-Maks	3,8-15	1,3-10	3,8-10		MMÖ-MMS	-
						MMÖ-MMDS	-
						MMS-MMDS	-

**MMÖ:** Müzik Maruziyeti Öncesi **MMS:** Müzik Maruziyeti Sonrası **MMDS:** Müzik Maruziyeti Dinlenme Sonrası

**p\*** MMÖ, MMS ve MMDS ortalama ölçüm değerleri **p\*\*** MMÖ-MMS, MMÖ-MMDS, MMS-MMDS ikili karşılaştırma değerleri

a; çoklu karşılaştırma analizinde conover testi sonuçları verildi.

45,4 dB SSO ölçümlerinde 0.25 kHz sağ kulak için MMÖ'de 6,56±3,1 dB, MMS'de 7,44±4,6 dB ve MMDS'de 6,93±3,7 dB olarak ortalama değerler hesaplanmıştır. Yapılan analizde tekrarlanan üç ölçüm arasında SSO ölçüm değerlerinde anlamlı farklılık görülmemiştir (p=0,327). Sol kulakta ise MMÖ 6,89±3,4, MMS 7,06±4,6 MMDS 6,28±3,5 olarak ortalama değerlere hesaplanmıştır. Yapılan analiz sonucunda tekrarlanan üç ölçüm arasında SSO ölçüm değerlerinde anlamlı farklılık görülmemiştir (p=0,063).

0.5 kHz, 1.0 kHz sağ kulak ve sol kulak, 2.0 kHz, 4.0 kHz için gerçekleştirilen SSO tekrarlı ölçümlerinde MMÖ, MMS ve MMDS arasında anlamlı farklılık olmadığı saptanmıştır (p>0,05).

45,4 dB SSO genel ortalama tekrarlanan ölçümlerinde sağ kulakta fark varken sol kulakta fark bulunmamıştır (sağ kulak: p>0,021 sağ kulak p=0,533). Sağ kulakta MMÖ'de 5,51±1,2 dB ,MMS'de 5,92±1,5 dB ve MMDS'de 5,58±1,2 dB olarak ortalama değerler hesaplanmıştır. Farklılığın kaynağını tespit etmek için Bonferroni düzeltilmeli Dunn testi ile yapılan çoklu karşılaştırma analizinde MMS ölçüm değerleri MMÖ ve MMDS'e göre anlamlı derecede farklıdır (p<0,001). MMÖ ve MMDS ölçümleri arasındaki fark da anlamlı bulunmuştur (p=0,004).

Olguların 45,4 dB MMÖ, MMS ve MMDS, üç bağımlı grubun yüksek frekans Odyometri işitme eşik değerlerinin karşılaştırılması Tablo 7'de verilmiştir.

**Tablo 7. Olguların 45,4 dB MMÖ, MMS ve MMDS yüksek frekans odyometri hava yolu eşik ortalamaları grup içi tekrarlı ölçümlerin değerleri**

		MMÖ	MMS	MMDS	P*	P**	
45.4 dB		(dB HL)	(dB HL)	(dB HL)			
8.0 kHz (n=180)	Ort±ss	4,97±4,6	3,86±4,9	3,36±4,5	<0,001	MMÖ-MMS	0,012
	Min-Maks	0-20	0-30	0-20		MMÖ-MMDS	0,004
10.0 kHz (n=180)	Ort±ss	3,58±4,3	3,08±4,9	2,36±4,3	<0,001	MMS-MMDS	1,000
	Min-Maks	0-25	0-25	0-25		MMÖ-MMS	0,098
12.0 kHz (n=180)	Ort±ss	3,86±6	4,58±6,3	3,7±5,9	0,325	MMÖ-MMDS	0,013
	Min-Maks	0-30	0-35	0-30		MMS-MMDS	1,000
16.0 kHz (n=180)	Ort±ss	8,64±8,1	8,89±9,9	8,55±9,2	0,738	MMÖ-MMS	-
	Min-Maks	0-30	0-35	-10-35		MMÖ-MMDS	-
Yüksek frekans (n=180)	Ort±ss	5,51±1,2	5,92±1,5	5,58±1,2	0,006	MMS-MMDS	-
	Min-Maks	3,8-12,5	5-12,5	3,8-13,8		MMÖ-MMS	0,043
						MMÖ-MMDS	0,027
						MMS-MMDS	1,000

**MMÖ:** Müzik Maruziyeti Öncesi **MMS:** Müzik Maruziyeti Sonrası **MMDS:** Müzik Maruziyeti Dinlenme Sonrası  
**p\*** MMÖ, MMS ve MMDS ortalama ölçüm değerleri **p\*\*** MMÖ-MMS, MMÖ-MMDS, MMS-MMDS ikili karşılaştırma değerleri



45,4 dB SSO ölçümlerinde 8.0 kHz için MMÖ'de  $4,97\pm 4,6$ , MMS'de  $3,86\pm 4,9$  ve MMDS'de  $3,36\pm 4,5$  dB olarak ortalama değerler hesaplanmıştır. Yapılan Friedman testi analizinde tekrarlanan üç ölçüm arasında SSO ölçüm değerlerinde anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p<0,001$ ). Yapılan çoklu karşılaştırma analizinde MMÖ-MMS ölçümleri arasındaki fark anlamlıdır ( $p=0,012$ ).

10.0 khz için MMÖ'de  $3,58\pm 4,3$  dB , MMS'de  $3,08\pm 4,9$  dB ve MMDS'DE  $2,36\pm 4,3$  dB olarak ortalama değerler hesaplanmıştır. Yapılan analizde tekrarlanan üç ölçüm arasında SSO ölçüm değerlerinde anlamlı farklılık vardır ( $p<0,001$ ). Çoklu karşılaştırma analizinde MMÖ ölçüm değerleri ile MMDS ölçüm değerleri arasındaki fark anlamlıdır ( $p=0,013$ ).

12.0 kHz ve 16.0 kHz için gerçekleştirilen SSO tekrarlı ölçümlerinde MMÖ, MMS ve MMDS arasında anlamlı farklılık olmayıp ilgili sonuçlara Tablo 6'de yer verilmiştir ( $p>0,05$ ).

45,4 dB SSO yüksek frekans ortalama ölçümlerinde MMÖ'de  $5,51\pm 1,2$  dB MMS'de  $5,92\pm 1,5$  dB ve MMDS'de  $5,58\pm 1,2$  dB olarak ortalama değerler hesaplanmıştır. Yapılan analizde tekrarlanan üç ölçüm arasında SSO ölçüm değerlerinde anlamlı farklılık vardır ( $p=0,006$ ). Çoklu karşılaştırma analizinde MMS ölçüm değerleri ile MMDS ölçüm değerleri arasındaki fark anlamlıdır ( $p<0,05$ ).

12 kHz ve 16.0 kHz için gerçekleştirilen SSO tekrarlı ölçümlerinde MMÖ, MMS ve MMDS arasında anlamlı farklılık olmayıp ilgili sonuçlara Tablo 6'de yer verilmiştir ( $p>0,05$ ).

### **85,4 dB ile 45,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS Saf Ses Odyometri Hava Yolu İşitme eşik değerlerinin farkları arasındaki ilişkinin istatistiksel analizi**

Veri setinde yer alan tekrarlı ölçümlerin farklarının normal dağılım gösterip göstermediği Shapiro-Wilk testiyle analiz edilmiştir. Tüm değişkenler normal dağılıma uyduğunda sağ ve sol kulak farkının incelenmesinde eşleştirilmiş örneklemelerde t testi kullanılırken en az bir değişkenin normal dağılıma uymadığı durumlarda ise Wilcoxon testi kullanılmıştır.

Olguların 85,4 dB ile 45,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS saf ses odyometri gruplar arası tekrarlı ölçümlerin farkları Tablo 8'de gösterilmiştir.

**Tablo 8. Olguların 85,4 dB ile 45,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS Saf Ses Odyometri hava yolu işitme eşik değerlerinin farkları arasındaki ilişkinin incelenmesi**

Saf Ses Ortalaması		85.4 dB (dB HL)	45.4 dB (dB HL)	p
Sağ kulak (n=90)	MMÖ-MMS	0,06±1,6	-0,4±1,6	0,054
	MMDS-MMS	-0,15±1,3	-0,33±1,6	0,294
	MMDS-MMÖ	-0,21±1,2	0,07±1,3	0,201
Sol kulak (n=90)	MMÖ-MMS	-0,06±1,3	0,0±1,9	0,747
	MMDS-MMS	-0,06±1,4	0,08±1,4	0,391
	MMDS-MMÖ	0,0±1,1	0,08±1,6	0,512

**MMÖ:** Müzik Maruziyeti Öncesi **MMS:** Müzik Maruziyeti Sonrası **MMDS:** Müzik Maruziyeti Dinlenme Sonrası

Saf Ses Ortalaması sağ kulak için MMÖ-MMS yapılan ölçümlerin farklarından elde edilen 85,4 dB ile 45,4 dB arasındaki değerler sırasıyla 0,06±1,6 dB , -0,4±1,6 dB'dir. Klinik olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır (p=0,054). 85,4 dB, 45,4 dB'e göre kulağa göre anlamlı derecede daha yüksektir. Sol kulaktaki MMÖ, MMS ve MMDS ölçümlerin farkında gerçekleştirilen 85,4 dB ve 45,4 dB karşılaştırıldığında anlamlı fark olmadığı görülmüştür (p>0,05). Bu ölçümlerden elde edilen bulgulara ve ilgili analizin sonuçlarına Tablo 8'de yer verilmiştir.

Olguların 85,4 dB ile 45,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS yüksek frekans odyometri gruplar arası tekrarlı ölçümlerin fark değerleri Tablo 9'da verilmiştir.

**Tablo 9. Olguların 85,4 dB ile 45,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS yüksek frekans odyometri hava yolu işitme eşik değerlerinin farkları arasındaki ilişkinin incelenmesi**

Yüksek frekans		85.4 dB (dB HL)	45.4 dB (dB HL)	p
(n=180)	MMÖ-MMS	0,06±4,1	0,16±3,9	0,292
	MMDS-MMS	-0,22±4,4	-0,61±4	0,569
	MMDS-MMÖ	-0,28±3,9	-0,77±3,5	0,127

**MMÖ:** Müzik Maruziyeti Öncesi **MMS:** Müzik Maruziyeti Sonrası **MMDS:** Müzik Maruziyeti Dinlenme Sonrası

Yüksek frekans MMÖ, MMS ve MMDS olmak üzere yapılan ölçümlerin farkında anlamlı farklılık bulunmamıştır (p>0,05).

### **Elektrofizyolojik Değerlendirmeler**

Çalışmamızda odyolojik ve immitansmetrik incelemeler sonucunda işitmesi normal aralıklarda olduğu saptanan toplam 90 olguda (=180 kulak ) 85,4 dB ve 45,4

dB olmak üzere her iki aşamada da müzik maruziyet öncesi (MMÖ), 30 dk'lık müzik maruziyet sonrası (MMS) ve 30\*10 müzik maruziyet dinlenme sonrası TEOAE S/N-R yanıtları ile DPOAE S/N-R yanıtlarının ölçüm sonuçları değerlendirilmiştir.

### TEOAE S/N-R yanıtlarının sağ kulak ve sol kulak ölçüm değerlerinin istatistiksel analizi

Veri setinde yer alan değişkenlerin normal dağılım gösterip göstermediği Shapiro-Wilk testiyle analiz edilmiştir. Tüm değişkenler normal dağılıma uyduğunda sağ ve sol kulak farkının incelenmesinde eşleştirilmiş örneklerde T Testi kullanılırken en az bir değişkenin normal dağılıma uymadığı durumlarda ise Wilcoxon testi kullanılmıştır.

Olguların sağ ve sol kulaklarından elde edilen 85,4 dB müzik maruziyet öncesi (MMÖ), 30 dk'lık müzik maruziyet sonrası (MMS) ve 30\*10 müzik maruziyet dinlenme sonrası TEOAE S/N-R yanıtları Tablo 10'da gösterilmiştir.

**Tablo 10. Olguların sağ ve sol kulaklarından elde edilen 85,4 dB MMÖ, MMS ve MMDS, TEOAE S/N-R yanıtları**

	Sağ kulak		Sol kulak		p
	Ort±ss / Med (25.-75.)	Min-Maks	Ort±ss / Med (25.-75.)	Min-Maks	
TEOAE S/N-R	(dB SPL)		(dB SPL)		
<b>1.0 kHz</b>					
MMÖ	9,52±6,7	-9,1-25,9	8,96±7,5	-11,7-27,3	0,430
MMS	7,9 (2,9-11,8)	-33,9-20,9	6,4 (1-10,2)	-11,1-22,2	0,050
MMDS	8,7 (3,7-12,5)	-30,3-22,8	7,1 (3,7-12,1)	-7,1-23,8	0,595
<b>1.4 kHz</b>					
MMÖ	13,58±6,4	-5,2-27,9	12,02±6,5	-5,8-25,7	0,003
MMS	12,2 (7,1-17,5)	-7,8-27	10,1 (6-13,7)	-6,7-27,8	0,012
MMDS	12,13±6,4	-7-27,7	11,28±6,9	-7,6-28,8	0,117
<b>2.0 kHz</b>					
MMÖ	12,2 (8-16)	-1,9-24	10,95 (6,9-14,4)	-4,5-97	0,017
MMS	10,43±6,5	-3,4-26,8	9,38±6,6	-7-28,8	0,054
MMDS	11,53±6,3	-2,9-26	10,1±6,1	-4,5-24	0,007
<b>2.8 kHz</b>					
MMÖ	12,13±5,8	-0,7-25,5	11,01±5,6	-0,9-23,3	0,032
MMS	10,9 (6,5-15,6)	-4,8-29	10,1 (6,1-14,2)	-8,5-23,8	0,029
MMDS	11,45±5,8	-2,8-24,5	10,21±6,5	-12,7-24	0,030
<b>4.0 kHz</b>					
MMÖ	8,55±6,1	-5,3-26	9,71±6,6	-6,4-27,2	0,043
MMS	8,16±6,9	-8,1-27,8	9,09±6,3	-4,6-23,7	0,110
MMDS	8,31±6,3	-9,2-22,4	9,71±6,4	-4,2-28,2	0,019
<b>Repro</b>					
MMÖ	90 (80-95)	52-99	88 (75,8-94)	17-98	0,001
MMS	85,5(70,7-93,0)	32-99	80,5(67-89)	26-99	0,003
MMDS	86,5 (73,8-94)	43-99	85 (71-94)	16-99	0,039
<b>Response</b>					
MMÖ	14,1 (10,9-16,9)	3,7-26,1	14,1 (11,7-16,4)	2,9-74	0,384
MMS	13,92±4,9	1,5-25,3	13,54±5	0,4-25	0,221
MMDS	14,4 (11-17,6)	3,7-26,7	14,2 (10,9-17,2)	2,9-24,2	0,362

**MMÖ:** Müzik Maruziyeti Öncesi **MMS:** Müzik Maruziyeti Sonrası **MMDS:** Müzik Maruziyeti Dinlenme Sonrası

85,4 dB TEOAE S/N-R MMÖ ölçümlerinde 1.0 kHz için sağ kulaktan elde edilen ortalama değer  $9,52 \pm 6,7$  iken sol kulakta ise  $8,96 \pm 7,5$  olarak elde edilmiştir. Yapılan istatistiksel incelemeler sonucunda sağ kulak ile sol kulak arasında anlamlı farklılık olmadığı görülmüştür ( $p=0,430$ ). MMS'de sağ kulak için ortanca değeri  $7,9(2,9-11,8)$ , sol kulak için  $6,4(1-10,2)$  değerlerine ulaşılmış olup sağ kulak ile sol kulak arasında TEOAE S/N-R ölçümleri açısından anlamlı farklılık saptanmıştır ( $p=0,050$ ). MMDS sağ kulak için  $8,7(3,7-12,5)$ , sol kulak için  $7,1(3,7-12,1)$  olarak bulunan ortanca TEOAE SN/R değerleri arasında anlamlı fark yoktur ( $p=0,595$ ).

1.4 kHz için MMDS ölçümünde sağ kulak ile sol kulak arasında fark bulunmazken MMÖ ve MMS de fark vardır. MMÖ ölçümlerde sağ kulak ortalama değeri  $13,58 \pm 6,4$ , sol kulak ortalama değeri ise  $12,02 \pm 6,5$ 'tür. Analizde sağ ve sol kulak TEOAE S/N-R ölçümleri arasında anlamlı fark olduğu görülmüştür ( $p=0,003$ ). MMÖ de sağ kulak TEOAE S/N-R ölçüm değerleri sol kulağa göre anlamlı derecede daha yüksektir. MMS'de sağ kulak için ortanca değeri  $12,2(7,1-17,5)$ , sol kulak için  $10,1(6-13,7)$  değerlerine ulaşılmış olup sağ kulak ile sol kulak arasında TEOAE S/N-R ölçümleri açısından anlamlı farklılık saptanmıştır ( $p=0,012$ ). MMS'de sağ kulak TEOAE SN/R ölçüm değerleri sol kulağa göre anlamlı derecede daha yüksektir

2.0 kHz için yapılan MMÖ'de sağ kulak için ortanca değeri  $12,2(8,0-16,0)$ , sol kulak için  $10,95(6,9-14,4)$  değerlerine ulaşılmış olup sağ kulak ile sol kulak arasında TEOAE S/N-R ölçümleri açısından anlamlı farklılık saptanmıştır ( $p=0,017$ ). MMÖ de sağ kulak TEOAE S/N-R ölçüm değerleri sol kulağa göre anlamlı derecede daha yüksektir. 2.0 kHz için yapılan MMS ölçümlerde sağ kulak ortalama değeri  $10,43 \pm 6,5$  S/N-R ölçümleri arasında anlamlı fark yoktur ( $p=0,054$ ). MMDS ölçümlerinde ise sağ kulakta  $11,53 \pm 6,3$  sol kulakta  $10,1 \pm 6,1$  olarak bulunan ortalama TEOAE S/N-R değerleri arasında anlamlı fark vardır ( $p=0,007$ ). MMÖ de sağ kulak TEOAE S/N-R ölçüm değerleri sol kulağa göre anlamlı derecede daha yüksektir

TEOAE SN/R MMÖ ölçümlerinde 2.8 kHz için sağ kulaktan elde edilen ortalama değer  $12,13 \pm 5,8$  iken sol kulakta ise  $11,01 \pm 5,6$  olarak elde edilmiştir. Yapılan istatistiksel incelemeler sonucunda sağ kulak ile sol kulak arasında anlamlı farklılık görülmüştür ( $p=0,032$ ). MMÖ de sağ kulak TEOAE S/N-R ölçüm değerleri sol kulağa göre anlamlı derecede daha yüksektir. MMS'de sağ kulak için ortanca değeri  $10,9(6,5-15,6)$ , sol kulak için  $10,1(6,1-14,2)$  değerlerine ulaşılmış olup sağ kulak ile sol kulak arasında TEOAE S/N-R ölçümleri açısından anlamlı farklılık

saptanmıştır ( $p=0,029$ ). MMS de sağ kulak TEOAE S/N-R ölçüm değerleri sol kulağa göre anlamlı derecede daha yüksektir.

MMDS ölçümlerinde ise sağ kulakta  $11,45\pm5,8$  sol kulakta  $10,21\pm6,5$  olarak bulunan ortalama TEOAE S/N-R değerleri arasında anlamlı fark vardır ( $p=0,030$ ). MMDS de sağ kulak TEOAE S/N-R ölçüm değerleri sol kulağa göre anlamlı derecede daha yüksektir.

4.0 kHz için yapılan MMÖ ölçümlerde sağ kulak ortalama değeri  $8,55\pm6,1$ , sol kulak ortalama değeri ise  $9,11\pm6,6$ 'dir. Analizde sağ ve sol kulak TEOAE S/N-R ölçümleri arasında anlamlı fark vardır ( $p=0,043$ ). MMÖ de sol kulak TEOAE SN/R ölçüm değerleri sağ kulağa göre anlamlı derecede daha yüksektir. MMS ölçümlerinde ise sağ kulakta  $8,16\pm6,9$  sol kulakta  $9,09\pm6,3$  olarak bulunan ortalama TEOAE S/N-R değerleri arasında anlamlı fark yoktur ( $p=0,110$ ). MMDS ölçümlerinde ise sağ kulakta  $8,31\pm6,3$ , sol kulakta  $9,71 \pm6,4$  olarak bulunan ortalama TEOAE S/N-R değerleri arasında anlamlı fark vardır ( $p=0,019$ ). MMDS de sol kulak TEOAE S/N-R ölçüm değerleri sağ kulağa göre anlamlı derecede daha yüksektir.

Repro için yapılan MMÖ'de sağ kulak için ortanca değeri 90 (80-95), sol kulak için 88 (75,8-94) değerlerine ulaşılmış olup sağ kulak ile sol kulak arasında TEOAE S/N-R ölçümleri açısından anlamlı farklılık saptanmıştır. MMÖ'de de sağ kulak TEOAE S/N-R ölçüm değerleri sol kulağa göre anlamlı derecede daha yüksektir ( $p=0,001$ ). MMS ölçümlerinde ise sağ kulakta 85,5 (70,7-93,0) sol kulakta 80,5(67-89) olarak bulunan ortalama TEOAE S/N-R değerleri arasında anlamlı fark vardır ( $p=0,03$ ). MMS'de de sağ kulak TEOAE S/N-R ölçüm değerleri sol kulağa göre anlamlı derecede daha yüksektir. MMDS'de sağ kulak için ortanca değeri 86,5 (73,8-94,0), sol kulak için 85 (71,0-94,0) değerlerine ulaşılmış olup sağ kulak ile sol kulak arasında TEOAE S/N-R ölçümleri açısından anlamlı farklılık saptanmıştır ( $p=0,039$ ). MMDS'de de sağ kulak TEOAE S/N-R ölçüm değerleri sol kulağa göre anlamlı derecede daha yüksektir.

Response için gerçekleştirilen MMÖ,MMS ve MMDS tüm ölçümlerde sağ kulaktan ve sol kulaktan ölçülen değerler arasında fark yoktur ( $p>0,05$ ).

Olguların sağ ve sol kulaklarından elde edilen 45,4 müzik maruziyet öncesi (MMS), 30 dk'lık müzik maruziyet sonrası (MMS) ve 30\*10 müzik maruziyet dinlenme sonrası TEOAE S/N-R yanıtları Tablo 11'da gösterilmiştir.

**Tablo 11. Olguların 45,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS sağ ve sol kulaklarından elde edilen, TEOAE S/N-R yanıtları**

	Sağ kulak		Sol kulak		P
	Ort±ss / Med (25.-75.)	Min-Maks	Ort±ss / Med (25.-75.)	Min-Maks	
TEOAE S/N-R	(dB SPL)		(dB SPL)		
<b>1.0 kHz</b>					
MMÖ	9,57±6	-3,9-23	8,35±6,1	-7-29	0,081
MMS	7,35±6,1	-10,1-17,7	7,68±5,9	-6,5-22,2	0,621
MMDS	10,76±7,3	-5,3-28,9	8,27±6,5	-7,1-27,9	<0,001
<b>1.4 kHz</b>					
MMÖ	13,1 (8,5-17,6)	-7,9-28,2	10,9 (8,1-14,9)	-5,3-25,3	0,003
MMS	12,1 (6,3-16,3)	-8,2-26,1	10,2 (6,4-15,3)	-8,5-22	0,094
MMDS	13,85±7	-1,6-30,4	11,05±7,1	-18,2-29,2	<0,001
<b>2.0 kHz</b>					
MMÖ	11,8 (8,5-15,2)	-5-24,8	10,7 (7,3-14,5)	-0,1-25,5	0,063
MMS	11,31±5,4	-1,8-22,7	10,16±5,8	-1,4-23,5	0,030
MMDS	12,69±5,6	-3-28,3	9,98±06	-6,6-28	<0,001
<b>2.8 kHz</b>					
MMÖ	10,9 (7,5-14,6)	-3,8-25,3	11,6 (6,7-14,5)	-0,8-23,9	0,744
MMS	11,45±5,6	-5,8-26	10,98±5,5	-4,5-23,1	0,358
MMDS	11,69±5,9	-6,4-27,7	10,6±6,8	-12,7-25,1	0,064
<b>4.0 kHz</b>					
MMÖ	8,84±6,1	-7,1-22,9	9,68±6,4	-7,8-25,1	0,135
MMS	10,7 (6,1-12,1)	-7-102	9,7 (6,2-14,2)	-7,5-20,5	0,550
MMDS	10,1 (5,6-13,3)	-9,2-35,5	10,1 (4,6-13,6)	-9,7-26,7	0,940
<b>Repro</b>					
MMÖ	87,5 (81-94)	20-99	87 (79,4-92,8)	38-99	0,072
MMS	88 (77,9-92,3)	28-98	85,4 (68,8-92)	23-98	0,009
MMDS	89,5 (81,8-95,3)	48-99	87,5 (75,5-92)	10,9-99	<0,001
<b>Response</b>					
MMÖ	14,4 (11,4-16,7)	3,3-50	14,4 (10,9-16,7)	5-25,4	0,767
MMS	14,5 (11,2-16,6)	2,9-23,6	14,7 (11,4-16,7)	3,8-32,4	0,270
MMDS	13,8 (11,3-16,9)	2,8-22,9	13,7 (11,1-16,9)	3,1-85	0,755

**MMÖ:** Müzik Maruziyeti Öncesi **MMS:** Müzik Maruziyeti Sonrası **MMDS:** Müzik Maruziyeti Dinlenme Sonrası

45,4 dB TEOAE S/N-R MMÖ ölçümlerinde 1.0 kHz için sağ kulaktan elde edilen ortalama değer 9,57±6 iken sol kulakta ise 8,35±6,1 olarak elde edilmiştir. Yapılan istatistiksel incelemeler sonucunda sağ kulak ile sol kulak arasında anlamlı farklılık olmadığı görülmüştür (p=0,081). MMS'de sağ kulak için ortalama değeri 7,35±6,1 sol kulak için 7,68±5,9 değerlerine ulaşılmış olup sağ kulak ile sol kulak arasında TEOAE S/N-R ölçümleri açısından anlamlı farklılık saptanmamıştır (p=0,621). MMDS sağ kulak için 10,76±7,3, sol kulak için 8,27±6,5 olarak bulunan ortalama TEOAE değerleri arasında anlamlı fark vardır (p<0,001). MMS de sol kulak TEOAE SN/R ölçüm değerleri sağ kulağa göre anlamlı derecede daha yüksektir.

1.4 kHz için MMS ölçümünde sağ kulak ile sol kulak arasında fark bulunmazken MMÖ ve MMDS de fark vardır (Tablo 11). MMÖ ölçümlerde sağ kulak ortanca değeri 13,1 (8,5-17,6), sol kulak ortanca değeri ise 10,9 (8,1-14,9)'tür. Analizde sağ ve sol kulak TEOAE S/N-R ölçümleri arasında anlamlı fark olduğu görülmüştür ( $p=0,003$ ). MMÖ de sağ kulak TEOAE S/N-R ölçüm değerleri sol kulağa göre anlamlı derecede daha yüksektir. MMDS'de sağ kulak için ortalama değeri  $13,85\pm 7$  sol kulak için  $11,05\pm 7,1$  değerlerine ulaşılmış olup sağ kulak ile sol kulak arasında TEOAE S/N-R ölçümleri açısından anlamlı farklılık saptanmıştır ( $p<0,001$ ). MMÖ de sağ kulak TEOAE ölçüm değerleri sol kulağa göre anlamlı derecede daha yüksektir.

2.0 kHz için yapılan MMÖ'de sağ kulak için ortanca değeri 11,8 (8,5-15,2), sol kulak için 10,7 (7,3-14,5) değerlerine ulaşılmış olup sağ kulak ile sol kulak arasında TEOAE S/N-R ölçümleri açısından anlamlı farklılık yoktur ( $p=0,063$ ). MMS'de sağ kulak için ortalama değeri  $11,31\pm 5,4$ , sol kulak için  $10,16\pm 5,8$  değerlerine ulaşılmış olup sağ kulak ile sol kulak arasında TEOAE S/N-R ölçümleri açısından anlamlı farklılık saptanmıştır ( $p=0,030$ ). MMS de sağ kulak TEOAE S/N-R ölçüm değerleri sol kulağa göre anlamlı derecede daha yüksektir. MMDS ölçümlerinde ise sağ kulakta  $12,69\pm 5,6$  sol kulakta  $9,98\pm 06$  olarak bulunan ortalama TEOAE S/N-R değerleri arasında anlamlı fark vardır ( $p<0,001$ ). MMDS de sağ kulak TEOAE S/N-R ölçüm değerleri sol kulağa göre anlamlı derecede daha yüksektir.

2.8 kHz için MMÖ ölçümlerinde sağ kulaktan elde edilen ortanca değer 10,9 (7,5-14,6) iken sol kulakta ise 11,6 (6,7-14,5) olarak elde edilmiştir. Yapılan istatistiksel incelemeler sonucunda sağ kulak ile sol kulak arasında anlamlı farklılık görülmemiştir ( $p=0,744$ ). 2.8 kHz MMS'de sağ kulak için ortalama değeri  $11,45\pm 5,6$  sol kulak için  $10,98\pm 5,5$  değerlerine ulaşılmış olup sağ kulak ile sol kulak arasında TEOAE S/N-R değerleri açısından anlamlı farklılık saptanmamıştır ( $p=0,358$ ). MMDS ölçümlerinde sağ kulakta  $11,69\pm 5,9$  sol kulakta  $10,6\pm 6,8$  olarak bulunan ortalama TEOAE S/N-R değerleri arasında da anlamlı fark yoktur ( $p=0,064$ ).

4.0 kHz için yapılan MMÖ ölçümlerde sağ kulak ortalama değeri  $8,84\pm 6,1$ , sol kulak ortalama değeri ise  $9,68\pm 6,4$ 'dir. Analizde sağ ve sol kulak TEOAE S/N-R ölçümleri arasında anlamlı fark yoktur ( $p=0,135$ ). MMS ve MMDS için gerçekleştirilen tüm zaman ölçümlerinde de sağ kulaktan ve sol kulaktan ölçülen değerler arasında fark yoktur ( $p>0,05$ ).

Repro için yapılan MMÖ ölçümde sağ kulak için ortanca değeri 87,5 (81-94), sol kulak için 87 (79,4-92,8) değerlerine ulaşılmış , analiz neticesinde sağ kulak ile sol kulak arasında TEOAE S/N-R ölçümleri açısından anlamlı farklılık saptanmamıştır ( $p=0,072$ ). MMS ve MMDS için yapılan ölçümlerde ise anlamlı farklılık gözlenmiştir. MMS ölçümlerinde sağ kulakta 88 (77,9-92,3) sol kulakta 85,4 (68,8-92) olarak bulunan ortanca TEOAE S/N-R değerleri arasında anlamlı fark vardır ( $p=0,009$ ). MMS'de de sağ kulak TEOAE S/N-R ölçüm değerleri sol kulağa göre anlamlı derecede daha yüksektir. MMDS'de ise sağ kulak için ortanca değeri 89,5 (81,8-95,3), sol kulak için 87,5 (75,5-92) değerlerine ulaşılmış olup sağ kulak ile sol kulak arasında TEOAE S/N-R ölçümleri açısından anlamlı farklılık saptanmıştır ( $p<0,001$ ). MMDS'de de sağ kulak TEOAE S/N-R ölçüm değerleri sol kulağa göre anlamlı derecede daha yüksektir.

Response için gerçekleştirilen tüm zaman ölçümlerinde sağ kulaktan ve sol kulaktan ölçülen değerler arasında fark yoktur ( $p>0,05$ ) .

#### **85,4 dB ile 45,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS TEOAE S/N-R yanıtlarının grup içi tekrarlı ölçüm değerlerinin İstatistiksel analizi**

Veri setinde yer alan değişkenlerin normal dağılım gösterip göstermediği Shapiro-Wilk testiyle analiz edilmiştir. Tüm değişkenler normal dağılıma uyduğu durumlarda tekrarlı ölçümler arasındaki farklılığın incelenmesinde tekrarlı ölçümlerde ANOVA testi kullanılırken en az bir değişkenin normal dağılıma uymadığı durumlarda ise Friedman testi kullanılmıştır.

Analizde anlamlı fark olduğu sonucuna ulaşıldığında, farklılığın hangi gruptan kaynaklandığı; tekrarlı ölçümlerde ANOVA testi sonrası Bonferroni düzeltmeli Wilcoxon testi ile araştırılırken Friedman testi sonrasında ise Bonferroni düzeltmeli Dunn testi ile araştırıldı.

Olguların 85,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS, üç bağımlı grubun TEOAE S/N-R yanıtlarının karşılaştırılması Tablo 12'de verilmiştir.



**Tablo 12. Olguların 85,4 dB, TEOAE S/N-R yanıtları grup içi tekrarlı ölçümlerin incelenmesi**

		MMÖ	MMS	MMDS	P*	P**	
		(dB SPL)	(dB SPL)	(dB SPL)	(dB SPL)		
<b>85.4 dB</b>							
<b>1.0 kHz</b>							
Sağ kulak (n=90)	Ortanca (25. - 75.)	9,00 (5,1-13,9)	7,90 (2,9-11,8)	8,70 (3,7-12,5)	<0,001	MMÖ-MMS	<0,001
	Min-Maks	-9,1-25,9	-33,9-20,9	-30,3-22,8		MMÖ-MMDS	0,133
						MMS-MMDS	0,133
Sol kulak (n=90)	Ort±ss	8,96±7,5	5,84±6,8	7,95±6,8	<0,001	MMÖ-MMS	<0,001
	Min-Maks	-11,7-27,3	-11,1-22,2	-7,1-23,8		MMÖ-MMDS	0,063
						MMS-MMDS	0,046
<b>1.4 kHz</b>							
Sağ kulak (n=90)	Ort±ss	13,58±6,4	11,75±7,4	12,13±6,4	0,012	MMÖ-MMS	0,009
	Min-Maks	-5,2-27,9	-7,8-27	-7-27,7		MMÖ-MMDS	0,010
						MMS-MMDS	0,669
Sol kulak (n=90)	Ort±ss	12,02±6,5	10,32±6,6	11,28±6,9	0,015	MMÖ-MMS	0,020
	Min-Maks	-5,8-25,7	-6,7-27,8	-7,6-28,8		MMÖ-MMDS	0,481
						MMS-MMDS	0,354
<b>2.0 kHz</b>							
Sağ kulak (n=90)	Ort±ss	12,04±5,7	10,43±6,5	11,53±6,3	0,008	MMÖ-MMS	0,004
	Min-Maks	-1,9-24	-3,4-26,8	-2,9-26		MMÖ-MMDS	0,744
						MMS-MMDS	0,121
Sol kulak (n=90)	Ortanca (25. - 75.)	10,95 (6,9-14,4)	9,20 (4,9-13,5)	9,70 (6,6-14,9)	0,011	MMÖ-MMS	0,009
	Min-Maks	-4,5-97	-7-28,8	-4,5-24		MMÖ-MMDS	0,259
						MMS-MMDS	0,615
<b>2.8 kHz</b>							
Sağ kulak (n=90)	Ort±ss	12,13±5,8	11,05±6,4	11,45±5,8	0,019	MMÖ-MMS	0,027
	Min-Maks	-0,7-25,5	-4,8-29	-2,8-24,5		MMÖ-MMDS	0,380
						MMS-MMDS	0,839
Sol kulak (n=90)	Ort±ss	11,01±5,6	10,11±6,4	10,21±6,5	0,428	MMÖ-MMS	-
	Min-Maks	-0,9-23,3	-8,5-23,8	-12,7-24		MMÖ-MMDS	-
						MMS-MMDS	-
<b>4.0 kHz</b> (n=180)	Ort±ss	9,13±6,4	8,62±6,6	9,01±6,4	0,196	MMÖ-MMS	-
	Min-Maks	-6,4-27,2	-9,2-28,2	-9,2-28,2		MMÖ-MMDS	-
						MMS-MMDS	-
<b>Repro</b>							
Sağ kulak (n=90)	Ortanca (25. - 75.)	90,00 (80-95)	85,50 (70,8-93)	86,50 (73,8-94)	<0,001	MMÖ-MMS	<0,001
	Min-Maks	52-99	32-99	43-99		MMÖ-MMDS	0,890
						MMS-MMDS	0,010
Sol kulak (n=90)	Ortanca (25. - 75.)	88,00 (75,8-94)	80,50 (67-89)	85,00 (71-94)	<0,001	MMÖ-MMS	<0,001
	Min-Maks	17-98	26-99	16-99		MMÖ-MMDS	1,000
						MMS-MMDS	0,001
<b>Response</b> (n=180)	Ort±ss	13,97±4,7	13,73±4,9	14,11±4,7	0,001	MMÖ-MMS	0,002
	Min-Maks	2,9-74	0,4-25,3	2,9-26,7		MMÖ-MMDS	1,000
						MMS-MMDS	0,007

**MMÖ:** Müzik Maruziyeti Öncesi **MMS:** Müzik Maruziyeti Sonrası **MMDS:** Müzik Maruziyeti Dinlenme Sonrası **p\*** MMÖ, MMS ve MMDS ortalama ölçüm değerleri **p\*\*** MMÖ-MMS, MMÖ-MMDS, MMS-MMDS ikili karşılaştırma değerleri

85,4 dB TEOAE S/N-R ölçümlerinde 1.0 kHz sağ kulak için MMÖ'de 9,00 (5,1-13,9), MMS'de 7,90 (2,9-11,8) ve MMDS'de 8,70 (3,7-12,5) olarak ortanca değerler hesaplanmıştır. Tekrarlanan ölçümlerde TEOAE S/N-R değerlerinde gerçekleşen fark anlamlıdır ( $p < 0,001$ ).

Yapılan çoklu karşılaştırma analizinde MMÖ ve MMS ölçümleri arasındaki fark da anlamlıdır ( $p<0,001$ ). Sol kulakta ise MMÖ'de  $8,96\pm7,5$  , MMS'de  $5,84\pm6,8$  ve MMDS'de  $7,95\pm6,8$  olarak ortalama değerler hesaplanmıştır. Tekrarlanan ölçümlerde TEOAE SN/R değerlerinde gerçekleşen fark anlamlıdır ( $p=<0,001$ ). Yapılan çoklu karşılaştırma analizinde MMÖ ve MMS ölçümleri arasında anlamlı fark bulunmuştur ( $p<0,001$ ). MMS ve MMDS ölçümler arasındaki fark da anlamlı bulunmuştur ( $p=0,046$ ).

1.4 kHz sağ kulak için MMÖ'de  $13,58\pm6,4$ , MMS'de  $11,75\pm7,4$  ve MMDS'de  $12,13\pm6,4$  olarak ortalama değerler hesaplanmıştır. Tekrarlanan ölçümlerde TEOAE S/N-R değerlerinde gerçekleşen fark anlamlıdır ( $p=0,012$ ). Yapılan çoklu karşılaştırma analizinde MMÖ ve MMS ölçümleri arasında anlamlı fark bulunmuştur ( $p=0,009$ ). MMS ile MMDS arasında ise anlamlı fark gözlenmemiştir. MMÖ ile MMDS ölçümler arasında da anlamlı fark gözlenmiştir ( $p=0,010$ ). Sol kulakta ise S/N-R değerleri MMÖ'de  $12,02\pm6,5$ , MMS'de  $10,32\pm6,6$ ve MMDS'de  $11,28\pm6,9$  olarak hesaplanmıştır. Tekrarlanan ölçümlerde TEOAE SN/R değerlerinde gerçekleşen fark anlamlıdır ( $p=0,015$ ). Yapılan çoklu karşılaştırma analizinde MMÖ ve MMS ölçümleri arasında anlamlı fark bulunmuştur ( $p=0,020$ ). 1.4 kHz için gerçekleştirilen TEOAE SN/R tekrarlı ölçümlerinde MMÖ-MMDS ve MMS-MMDS arasında anlamlı farklılık olmayıp ilgili sonuçlara Tablo 12'de yer verilmiştir ( $p>0,05$ ).

85,4 dB TEOAE S/N-R ölçümlerinde 2.0 kHz sağ kulak için MMÖ'de  $12,04\pm5,7$ , MMS'de  $10,43\pm6,5$  ve MMDS'de  $11,53\pm6,3$  olarak ortalama değerler hesaplanmıştır. Tekrarlanan ölçümlerde TEOAE S/N-R değerlerinde gerçekleşen fark anlamlıdır ( $p=0,008$ ).

Yapılan çoklu karşılaştırma analizinde MMÖ ve MMS ölçümleri arasındaki fark da anlamlıdır ( $p=0,004$ ). 2.0 kHz için gerçekleştirilen TEOAE S/N-R tekrarlı ölçümlerinde MMÖ-MMDS ve MMS-MMDS arasında anlamlı farklılık olmayıp ilgili sonuçlara Tablo 15'de yer verilmiştir ( $p>0,05$ ). Sol kulakta ise MMÖ'de  $10,95$  (6,9-14,4) MMS'de  $9,20$  (4,9-13,5) ve MMDS'de  $9,70$  (6,6-14,9) olarak ortanca değerler hesaplanmıştır. Tekrarlanan ölçümlerde TEOAE S/N-R değerlerinde gerçekleşen fark anlamlıdır ( $p=0,011$ ).Yapılan çoklu karşılaştırma analizinde MMÖ ve MMS ölçümleri arasında anlamlı fark bulunmuştur ( $p=0,009$ ). 2.0 kHz için gerçekleştirilen TEOAE S/N-R tekrarlı ölçümlerinde MMÖ-MMDS ve MMS-MMDS arasında anlamlı farklılık olmayıp ilgili sonuçlara Tablo 15'de yer verilmiştir ( $p>0,05$ ).

85,4 dB TEOAE S/N-R ölçümlerinde 2.8 kHz sağ kulak için MMÖ'de 12,13±5,8, MMS'de 11,05±6,4 ve MMDS'de 11,45±5,8 olarak ortalama değerler hesaplanmıştır. Tekrarlanan ölçümlerde TEOAE S/N-R değerlerinde gerçekleşen fark anlamlıdır ( $p=0,019$ ). Yapılan çoklu karşılaştırma analizinde MMÖ ve MMS ölçümleri arasındaki fark da anlamlıdır ( $p=0,027$ ). 2.8 kHz için gerçekleştirilen TEOAE S/N-R tekrarlı ölçümlerinde MMÖ-MMDS ve MMS-MMDS arasında anlamlı farklılık olmayıp ilgili sonuçlara Tablo 15'de yer verilmiştir ( $p>0,05$ ). Sol kulakta ise MMÖ'de 11,01±5,6 MMS'de 10,11±6,4 ve MMDS'de 10,21±6,5 olarak ortanca değerler hesaplanmıştır. Tekrarlanan ölçümlerde TEOAE S/N-R değerlerinde anlamlı fark bulunmamıştır. Yapılan analizde 2.8 kHz için tekrarlanan üç ölçüm arasında TEOAE S/N-R ölçüm değerlerinde anlamlı farklılık görülmemiştir ( $p=0,428$ ).

85,4 dB TEOAE ölçümlerinde 4.0 khz için MMÖ'de 9,13±6,4, MMS'de 8,62±6,6 ve MMDS'de 9,01±6,4 olarak ortalama değerler hesaplanmıştır. Yapılan analizde tekrarlanan üç ölçüm arasında TEOAE S/N-R ölçüm değerlerinde anlamlı farklılık görülmemiştir. 4.0 kHz için gerçekleştirilen TEOAE SN/R tekrarlı ölçümlerinde MMÖ, MMS ve MMDS arasında anlamlı farklılık olmayıp ilgili sonuçlara Tablo 15'de yer verilmiştir ( $p>0,05$ ).

Repro sağ kulakta MMÖ'de 90,00 (80-95) , MMS'de 85,50 (70,8-93) ve MMDS'de 86,50 (73,8-94) olarak ortalama değerler hesaplanmıştır. Tekrarlanan ölçümlerde TEOAE S/N-R değerlerinde gerçekleşen fark anlamlıdır ( $p=0,001$ ). Yapılan çoklu karşılaştırma analizinde MMÖ ve MMS ölçümleri arasında anlamlı fark bulunmuştur ( $p<0,001$ ). MMÖ ile MMDS arasında anlamlı fark bulunmazken ( $p=0,890$ ), MMS ve MMDS ölçümleri arasında anlamlı fark bulunmuştur ( $p=0,010$ ). Sol kulak için MMÖ'de 88,00 (75,8-94), MMS'de 80,50 (67-89) ve MMDS'de 85,00 (71-94) olarak ortanca değerler hesaplanmıştır. Tekrarlanan ölçümlerde TEOAE S/N-R değerlerinde gerçekleşen fark anlamlıdır ( $p=<0,001$ ). Yapılan çoklu karşılaştırma analizinde MMÖ ve MMS ölçümleri arasında anlamlı fark bulunmuştur ( $p<0,001$ ). MMÖ ile MMDS arasında anlamlı fark bulunmazken ( $p=0,890$ ), MMS ve MMDS ölçümleri arasında anlamlı fark bulunmuştur ( $p=0,001$ ).

Response için MMÖ'de 13,97±4,7, MMS'de 13,73±4,9 ve MMDS'de 14,11±4,7 olarak ortalama değerler hesaplanmıştır. Tekrarlanan ölçümlerde TEOAE S/N-R değerlerinde gerçekleşen fark anlamlıdır ( $p=0,001$ ). Yapılan çoklu karşılaştırma analizinde MMS ölçülen response değerleri, MMÖ ve MMDS

ölçümlerinden anlamlı derecede farklı olduğu sonucuna ulaşıldı (MMÖ-MMS: p=0,002; MMS-MMDS: p=0,007). MMS ölçülen response değerleri MMÖ ve MMDS elde edilen değerlere göre anlamlı derecede daha düşüktür. MMÖ ile MMDS arasında ise anlamlı fark bulunmamıştır (p=1,000).

Olguların 45,4 dB MMÖ, MMS ve MMDS, üç bağımlı grubun TEOAE S/N-R yanıtlarının karşılaştırılması Tablo 13'te verilmiştir.

**Tablo 13. Olguların 45,4 dB MMÖ, MMS ve MMDS, TEOAE S/N-R yanıtları grup içi tekrarlı ölçümlerin incelenmesi**

		MMÖ	MMS	MMDS	P*	P**	
45.4 dB		(dB SPL)	(dB SPL)	(dB SPL)			
<b>1.0 kHz</b>							
Sağ kulak (n=90)	Ortanca	9,7	8,9	11,2	<0,001	MMÖ-MMS	0,027
	(25. - 75.)	(5,4-13,5)	(3,8-11,7)	(5,9-14,1)		MMÖ-MMDS	0,158
	Min-Maks	-3,9-23	-10,1-17,7	-5,3-28,9		MMS-MMDS	<0,001
Sol kulak (n=90)	Ortanca	8,35	8,45	8,55	0,772	MMÖ-MMS	-
	(25. - 75.)	(5,4-11,8)	(3,95-11,2)	(4,95-12)		MMÖ-MMDS	-
	Min-Maks	-7-29	-6,5-22,2	-7,1-27,9		MMS-MMDS	-
<b>1.4 kHz</b>							
Sağ kulak (n=90)	Ort±ss	13,23±6,5	11,42±6,9	13,85±7	<0,001	MMÖ-MMS	0,001
	Min-Maks	-7,9-28,2	-8,2-26,1	-1,6-30,4		MMÖ-MMDS	1,000
						MMS-MMDS	0,001
Sol kulak (n=90)	Ortanca	10,85	10,2	11	0,268	MMÖ-MMS	-
	(25. - 75.)	(8,1-14,9)	(6,4-15,3)	(7,3-15,3)		MMÖ-MMDS	-
	Min-Maks	-5,3-25,3	-8,5-22	-18,2-29,2		MMS-MMDS	-
<b>2.0 kHz</b>							
Sağ kulak (n=90)	Ortanca	11,8	11,9	12,4	0,190	MMÖ-MMS	-
	(25. - 75.)	(8,5-15,2)	(8,5-14,8)	(8,9-16,5)		MMÖ-MMDS	-
	Min-Maks	-5-24,8	-1,8-22,7	-3-28,3		MMS-MMDS	-
Sol kulak (n=90)	Ort±ss	10,87±5,2	10,16±5,8	9,98±6	0,253	MMÖ-MMS	-
	Min-Maks	-0,1-25,5	-1,4-23,5	-6,6-28		MMÖ-MMDS	-
						MMS-MMDS	-
<b>2.8 kHz</b> (n=180)	Ortanca	11,300	11,700	11,600	0,840	MMÖ-MMS	-
	(25. - 75.)	(7,4-14,5)	(8,2-14,8)	(7,3-14,8)		MMÖ-MMDS	-
	Min-Maks	-3,8-25,3	-5,8-26	-12,7-27,7		MMS-MMDS	-
<b>4.0 kHz</b> (n=180)	Ortanca	10,0	10,15	10,10	0,539	MMÖ-MMS	-
	(25. - 75.)	(5,1-13,6)	(6,1-12,4)	(5,3-13,5)		MMÖ-MMDS	-
	Min-Maks	-7,8-25,1	-7,5-102	-9,7-35,5		MMS-MMDS	-
<b>Repro</b>							
Sağ kulak (n=90)	Ortanca	87,5	88	89,5	0,001	MMÖ-MMS	0,020
	(25. - 75.)	(81-94)	(77,9-92,2)	(81,7-95,2)		MMÖ-MMDS	1,000
	Min-Maks	20-99	5-98	48-99		MMS-MMDS	0,003
Sol kulak (n=90)	Ortanca	87	85,35	87,5	0,044	MMÖ-MMS	0,042
	(25. - 75.)	(79,4-92,7)	(68,7-92)	(75,5-92)		MMÖ-MMDS	0,791
	Min-Maks	38-99	23-98	10,9-99		MMS-MMDS	0,539
<b>Response</b> (n=180)	Ortanca	14,400	14,600	13,700	0,367	MMÖ-MMS	-
	(25. - 75.)	(11,1-16,7)	(11,2-16,7)	(11,2-16,9)		MMÖ-MMDS	-
	Min-Maks	3,3-50	2,9-32,4	2,8-85		MMS-MMDS	-

**MMÖ:** Müzik Maruziyeti Öncesi **MMS:** Müzik Maruziyeti Sonrası **MMDS:** Müzik Maruziyeti Dinlenme Sonrası **p\*** MMÖ, MMS ve MMDS ortalama ölçüm değerleri **p\*\*** MMÖ-MMS, MMÖ-MMDS, MMS-MMDS ikili karşılaştırma değerleri

45,4 dB 1.0 kHz sağ kulak için MMÖ'de 9,7 (5,4-13,5) , MMS'de 8,9 (3,8-11,7) ve MMDS'de 11,2 (5,9-14,1) olarak ortanca değerler hesaplanmıştır. Tekrarlanan ölçümlerde TEOAE S/N-R değerlerinde gerçekleşen fark anlamlıdır ( $p<0,001$ ). Yapılan çoklu karşılaştırma analizinde MMÖ ve MMS ölçümleri arasında anlamlı fark bulunmuştur ( $p=0,027$ ). MMÖ ile MMDS arasında anlamlı fark bulunmazken ( $p=0,158$ ), MMS ve MMDS ölçümler arasında anlamlı fark vardır ( $p<0,001$ ). Sol kulakta ise MMÖ'de 8,35 (5,4-11,8) MMS'de 8,45 (3,95-11,2) MMDS'de 8,55( 4,95-12) olarak ortanca değerler hesaplanmıştır. Tekrarlanan ölçümlerde TEOAE S/N-R değerlerinde de anlamlı fark bulunmamıştır. Yapılan çoklu karşılaştırma analizinde farklılığı yaratan grubun MMS ölçüm olduğu bilgisine ulaşıldı. MMS elde edilen değerler, MMÖ ve MMDS ölçümlerinden anlamlı derecede farklı olup MMÖ ve MMDS değerlerine göre daha düşüktür (MMÖ-MMS:  $p=0,027$ ; MMS-MMDS:  $p<0,001$ ). MMÖ ile MMDS arasında ise anlamlı fark bulunmamıştır ( $p=1,000$ ).

1.4 kHz sağ kulak için MMÖ'de  $13,23\pm 6,5$ , MMS'de  $11,42\pm 6,9$  ve MMDS'de  $13,85\pm 7$  olarak ortalama değerler hesaplanmıştır. Tekrarlanan ölçümlerde TEOAE S/N-R değerlerinde gerçekleşen fark anlamlıdır ( $p=<0,001$ ). Yapılan çoklu karşılaştırma analizinde MMÖ ve MMS ölçümleri arasında anlamlı fark bulunmuştur ( $p=0,001$ ). MMÖ ile MMDS arasında anlamlı fark bulunmazken ( $p=1,000$ ), MMS ve MMDS ölçümler arasında anlamlı fark bulunmuştur ( $p=0,001$ ). MMS ölçülen değerler, MMÖ ve MMDS elde edilen değerlere göre anlamlı derecede daha düşüktür. Sol kulakta ise MMÖ'de 10,85 (8,1-14,9) MMS'de 10,2 (6,4-15,3) MMDS'de 11,0 (7,3-15,3) olarak ortanca değerler hesaplanmıştır. Tekrarlanan ölçümlerde TEOAE S/N-R değerlerinde de anlamlı fark bulunmamıştır. Yapılan analizde 1.4 kHz için tekrarlanan üç ölçüm arasında TEOAE S/N-R ölçüm değerlerinde anlamlı farklılık görülmemiştir ( $p=0,268$ ).

2 kHz, 2.8 kHz ve 4 kHz için gerçekleştirilen TEOAE S/N-R tekrarlı ölçümlerinde MMÖ, MMS ve MMDS arasında anlamlı farklılık olmayıp ilgili sonuçlara Tablo 13'te yer verilmiştir ( $p>0,05$ ).

Repro sağ kulakta MMÖ'de 87,5 (81-94), MMS'de 88 (77,9-92,2) ve MMDS'de 89,5 (81,7-95,2) olarak ortanca değerler hesaplanmıştır. Tekrarlanan ölçümlerde TEOAE değerlerinde gerçekleşen fark anlamlıdır ( $p=0,001$ ). Yapılan çoklu karşılaştırma analizinde MMÖ ve MMS ölçümleri arasında anlamlı fark bulunmuştur ( $p=0,020$ ). MMÖ ile MMDS arasında anlamlı fark bulunmazken

( $p=1,000$ ), MMS ve MMDS ölçümler arasında anlamlı fark bulunmuştur ( $p=0,003$ ). Sol kulakta MMÖ'de 87,5 (81-94), MMS'de 88 (77,9-92,2) ve MMDS'de 89,5(81,7-95,2) olarak ortanca değerler hesaplanmıştır. Tekrarlanan ölçümlerde TEOAE S/N-R değerlerinde gerçekleşen fark anlamlıdır ( $p=0,044$ ). Yapılan çoklu karşılaştırma analizinde MMÖ ve MMS ölçümleri arasında anlamlı fark bulunmuştur ( $p=0,042$ ). MMÖ ve MMDS ( $p=0,791$ ) ile ,MMS ve MMDS ölçümler arasında anlamlı fark bulunmamıştır ( $p=0,539$ ).

Response için gerçekleştirilen TEOAE S/N-R yanıtları tekrarlı ölçümlerinde MMÖ, MMS ve MMDS arasında anlamlı farklılık olmayıp ilgili sonuçlara Tablo 13'te yer verilmiştir ( $p>0,05$ ).

### **Olguların 85,4 dB ile 45,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS TEOAE SN/R yanıtları tekrarlı ölçümlerin fark analizi**

Veri setinde yer alan tekrarlı ölçümlerin farklarının normal dağılım gösterip göstermediği Shapiro-Wilk testiyle analiz edilmiştir. Tüm değişkenler normal dağılıma uyduğunda sağ ve sol kulak farkının incelenmesinde eşleştirilmiş örneklerde T-testi kullanılırken en az bir değişkenin normal dağılıma uymadığı durumlarda ise Wilcoxon testi kullanılmıştır.

Olguların 85,4 dB ile 45,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS TEOAE SN/R yanıtları gruplar arası tekrarlı ölçümlerin fark değerleri Tablo 14'te verilmiştir.

**Tablo 14. Olguların 85,4 dB ile 45,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS TEOAE S/N-R yanıtları gruplar arası ölçümlerin karşılaştırması**

TEOAE		85.4	45.4	p
		(dB SPL)	(dB SPL)	
<b>1.0 kHz</b>				
Sağ kulak (n=90)	MMÖ-MMS	2,68±6,6	2,22±5,8	0,539
	MMDS-MMS	1,3 (-1,9-5,1)	3,35 (-1,2-8,6)	0,019
	MMDS-MMÖ	-1,1 (-5,9-3,6)	1,25 (-3,5-6)	0,004
Sol kulak (n=90)	MMÖ-MMS	3,13±7	0,67±5,6	0,008
	MMDS-MMS	2,11±6,9	0,59±5,8	0,087
	MMDS-MMÖ	-1,01±6,3	-0,09±6,1	0,317
<b>1.4 kHz</b>				
Sağ kulak (n=90)	MMÖ-MMS	1,35 (-1,7-4,9)	1,25 (-1-4,6)	0,798
	MMDS-MMS	0,38±6,3	2,43±5,9	0,032
	MMDS-MMÖ	-1,45±5,3	0,62±5,8	0,010
Sol kulak (n=90)	MMÖ-MMS	1,7±5,8	1,03±5,3	0,417
	MMDS-MMS	1 (-2,9-4,2)	0,65 (-3-5,1)	0,913
	MMDS-MMÖ	-0,74±5	0,6 (-3,3-3,7)	0,256
<b>2.0 kHz</b>				
Sağ kulak (n=90)	MMÖ-MMS	1,3 (-1,1-4,5)	1,1 (-3-4)	0,149
	MMDS-MMS	1,45 (-2,5-3,4)	1,2 (-2,5-4,5)	0,828
	MMDS-MMÖ	-0,3 (-3,1-2,5)	0,25 (-2,7-3,4)	0,090
Sol kulak (n=90)	MMÖ-MMS	1,2 (-1,8-3,9)	0,25 (-1,6-3,9)	0,338
	MMDS-MMS	0,72±5,2	-0,17±5,7	0,221
	MMDS-MMÖ	-0,74±4,1	-0,89±4,7	0,834
<b>2.8 kHz</b>				
Sağ kulak (n=90)	MMÖ-MMS	0,85 (-1-3,2)	0 (-2,6-2,1)	0,004
	MMDS-MMS	0,15 (-1,6-2,2)	0,35 (-2-2)	0,534
	MMDS-MMÖ	-0,45 (-2,8-1,2)	0,3 (-2-2,6)	0,006
Sol kulak (n=90)	MMÖ-MMS	0,65 (-1,4-3,6)	0,3 (-1,6-2,6)	0,198
	MMDS-MMS	0,3 (-2,1-2,7)	-0,1 (-2,2-2,4)	0,430
	MMDS-MMÖ	-0,3 (-2,5-1,4)	-0,55 (-3,3-1,5)	0,708
<b>4.0 kHz</b>	MMÖ-MMS	0,6 (-1,9-2,9)	0,05 (-1,8-2)	0,330
	MMDS-MMS	0,55 (-1,2-2,2)	0,2 (-1,6-2,6)	0,582
	MMDS-MMÖ	-0,1 (-1,7-1,3)	0,35 (-1,9-2,6)	0,606
<b>Repro</b>				
Sağ kulak (n=90)	MMÖ-MMS	2 (-0,3-13)	2 (-2,1-8,3)	0,050
	MMDS-MMS	2,5 (-2-8)	2,75 (-2,3-8)	0,841
	MMDS-MMÖ	0 (-8-2)	0,75 (-6-5,1)	0,010
Sol kulak (n=90)	MMÖ-MMS	5,5 (-1-12,3)	1,5 (-3-9,6)	0,295
	MMDS-MMS	5 (-1-10,3)	2 (-5,5-8,6)	0,237
	MMDS-MMÖ	0 (-7,5-3)	-1 (-6-3,3)	0,997
<b>Response</b> (n=180)	MMÖ-MMS	0,3 (-0,4-1,1)	0,05 (-0,8-1)	0,108
	MMDS-MMS	0,3 (-0,4-1,1)	-0,2 (-1,3-1)	0,003
	MMDS-MMÖ	0 (-0,8-0,7)	-0,2 (-1,3-0,7)	0,035

**MMÖ:** Müzik Maruziyeti Öncesi **MMS:** Müzik Maruziyeti Sonrası **MMDS:** Müzik Maruziyeti Dinlenme Sonrası

85,4 dB TEOAE ölçümlerinde 1.0 kHz sağ kulak için gruplar arası karşılaştırmada MMDS-MMS'de 85,4 dB ve 45,4 dB için sırasıyla 1,3 (-1,9-5,1), 3,35 (-1,2-8,6) olarak ortanca değerler hesaplanmıştır. Yapılan ölçümlerin farklarında TEOAE yanıtlarındaki fark anlamlıdır ( $p=0,019$ ). MMDS-MMÖ'de yapılan ölçümlerin farkından ortanca değerler 85,4 dB -1,1 (-5,9-3,6) 45,4 dB'de 1,25 (-3,5-6) arasındaki karşılaştırmada anlamlıdır ( $p=0,004$ ). Sol kulak için MMÖ-MMS'de yapılan ölçümlerin farklarında 85,4 dB ile 45,4 dB arasındaki karşılaştırmada sırasıyla  $3,13\pm 7$ ,  $0,67\pm 5,6$ 'dir. Analiz neticesinde yapılan ölçümlerin farkları anlamlıdır ( $p=0,008$ ).

1.4 kHz sağ kulak için yapılan gruplar arası karşılaştırmada MMDS-MMS'de 85,4 dB ve 45,4 dB için sırasıyla ortalama değerler  $0,38\pm 6,3$ ,  $2,43\pm 5,9$  olarak hesaplanmıştır. Yapılan ölçümlerin farkları istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p=0,032$ ). MMDS-MMÖ 85,4 dB ve 45,4 dB için sırasıyla ortalama değerler  $-1,45\pm 5,3$ ,  $0,62\pm 5,8$  olarak hesaplanmıştır ( $p=0,010$ ). Yapılan ölçümlerin farkları istatistiksel olarak anlamlıdır Sol kulakta yapılan tüm zaman farkı ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

2.0 kHz sağ kulak sağ kulak ve sol kulakta yapılan ölçümlerin farklarından elde edilen veriler anlamlı değildir (Tablo 14).

2.8 kHz sağ kulak için MMÖ-MMS ortanca değerleri 85.4 dB'de 0,85 (-1-3,2) , 45.4 dB'de ise 0 (-2,6-2,1) olarak hesaplanmış olup yapılan karşılaştırmada, ölçümlerin farkları anlamlıdır ( $p=0,013$ ). MMDS-MMÖ'de yapılan ölçümlerin farkından ortanca değerler 85,4 dB -0,45 (-2,8-1,2) 45,4 dB'de 0,3 (-2-2,6) arasındaki karşılaştırmada anlamlıdır ( $p=0,006$ ). Sol kulakta yapılan tüm zaman farkı ölçümlerinde anlamlı fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

4 kHz ve için sağ kulak ve sol kulakta yapılan ölçümlerin farkları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (Tablo 13).

Repro sağ kulak için MMÖ-MMS yapılan ölçümlerin farklarında ortanca değerleri 85.4 dB'de 2 (-0,3-13), 45.4 dB'de 2 (-2,1-8,3) olarak hesaplanmış olup TEOAE yanıtlarında aralarındaki karşılaştırmada anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p=0,050$ ). MMDS-MMÖ ortanca değerleri 85.4 dB'de 0 (-8-2), 45.4 dB'de 0,75 (-6-5,1) olarak yapılan ölçümlerin farkları hesaplanmış olup TEOAE yanıtlarında anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p=0,010$ ). Sol kulakta yapılan ölçümlerin farkları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur ( $p=0,05$ ) (Tablo 14).



Response sağ kulak için yapılan gruplar arası karşılaştırmada MMDS-MMS'de 85,4 dB ve 45,4 dB için sırasıyla ortanca değerler 0,3 (-0,4-1,1), -0,2 (-1,3-1) olarak hesaplanmıştır. Yapılan ölçümlerin farkları istatistiksel olarak anlamlıdır (p=0,003). MMDS-MMÖ'de 85,4 dB ve 45,4 dB için sırasıyla ortanca değerler 0 (-0,8-0,7), -0,2 (-1,3-0,7) olarak hesaplanmıştır. Yapılan ölçümlerin farkları istatistiksel olarak anlamlıdır (p=0,035).

### **85,4 dB ile 45,4 dB MMÖ, MMS ve MMDS DPOAE S/N-R Yanıtları Sağ Kulak ve Sol Kulak Ölçüm Değerlerinin İstatistiksel Analizi**

Veri setinde yer alan değişkenlerin normal dağılım gösterip göstermediği Shapiro-Wilk testiyle analiz edilmiştir. Tüm değişkenler normal dağılıma uyduğunda sağ ve sol kulak farkının incelenmesinde eşleştirilmiş örneklemlerde T Testi kullanılırken en az bir değişkenin normal dağılıma uymadığı durumlarda ise Wilcoxon testi kullanılmıştır.

Distorsiyon ürünü otoakustik emisyon (DPOAE) testinde 1.0 kHz, 1.4 kHz, 2.0 kHz, 2.8 kHz, 4.0 kHz, 6.0 kHz, 8.0 kHz frekanslarında ve 65/55 dB SPL uyaran şiddetlerinde sinyal gürültü oranı hesaplanarak amplitüdümler değerlendirildi.

Olguların sağ ve sol kulaklarından elde edilen 85,4 dB müzik maruziyet öncesi (MMS), 30 dk'lık müzik maruziyet sonrası (MMS) ve 30\*10 müzik maruziyet dinlenme sonrası DPOAE S/N-R yanıtları Tablo 15'te gösterilmiştir

**Tablo 15. Olguların sağ ve sol kulaklarından elde edilen 85,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS, DPOAE S/N-R yanıtları (dB SPL)**

	Sağ kulak		Sol kulak		p
	Ort±ss / Med (25.-75.)	Min-Maks	Ort±ss / Med (25.-75.)	Min-Maks	
<b>1.0 kHz</b>	<b>(dB SPL)</b>		<b>(dB SPL)</b>		
MMÖ	14,4 (9,8-20,7)	-11,7-32,1	15,1 (8,6-20,6)	-12,5-30,4	0,278
MMS	11,94±8,9	-14,4-28,6	11,77±9,2	-11,3-31	0,843
MMDS	12,7 (9,1-18,3)	-12,2-30,9	14,4 (7,5-18,5)	-10,7-29,4	0,625
<b>1.4 kHz</b>					
MMÖ	23 (17,5-28,3)	-1-41,1	22,4 (17,5-27,8)	-9-40,8	0,353
MMS	21,7 (14,5-26,1)	-1,7-35,3	19,5 (13,9-24,9)	-15,1-38,2	0,097
MMDS	22,7 (15,7-27,6)	-0,9-37	22,4 (15,4-26,5)	-10,7-36,6	0,141
<b>2.0 kHz</b>					
MMÖ	22,4 (16,9-28,8)	-5,2-38,4	20,3 (15,8-25,6)	-15,8-39,7	0,060
MMS	22,2 (14,6-26,2)	-4,9-39,4	20,2 (14,1-24,7)	-17,9-38,7	0,012
MMDS	23,4 (17,5-27,5)	1,2-39,7	20,4 (15,9-25,8)	-16,9-37,6	0,021
<b>2.8 kHz</b>					
MMÖ	21,79±7,5	-14-38,9	19,83±7,9	-8,6-34,4	0,004
MMS	20,77±6,7	-5,1-34,1	18,78±9,4	-18,7-38	0,016
MMDS	22,2 (16,9-27,7)	-13,3-34,6	20,5 (13,7-24,6)	-15,6-33,1	0,010
<b>4.0 kHz</b>					
MMÖ	24,4 (21,7-29,7)	-16,7-37,8	24,7 (20,1-28,9)	-17,4-37,8	0,286
MMS	24,8 (20,5-29,1)	-15,9-37,5	24,3 (20,9-28,1)	-12,6-37,7	0,291
MMDS	24,4 (21-29,4)	-15,9-38,6	24,5 (19,4-29,0)	-11,7-36,5	0,217
<b>6.0 kHz</b>					
MMÖ	25,6 (19,8-31,2)	-15,9-41,6	25,2 (19,5-31,2)	-16,7-39,3	0,413
MMS	26,2 (19,1-31,6)	-15-38,5	25,4 (19,3-30,8)	-15,3-38,5	0,822
MMDS	27,1 (20,1-30,9)	-14,9-39,2	26,4 (20-31,3)	-15,4-41,9	0,741
<b>8.0 kHz</b>					
MMÖ	21,6 (12,6-27,2)	-16,7-37,9	23,3 (14,4-28,7)	-12,8-36,4	0,287
MMS	22,2 (13,2-27,1)	-13,7-37,2	24 (13,5-27,7)	-13,8-38,2	0,226
MMDS	21,3 (12,8-27,7)	-14,9-39,4	22,1 (13,1-27,9)	-13,8-37,3	0,852

**MMÖ:** Müzik Maruziyeti Öncesi **MMS:** Müzik Maruziyeti Sonrası **MMDS:** Müzik Maruziyeti Dinlenme Sonrası

85,4 dB DPOAE ölçümlerinde 1.0 kHz için gerçekleştirilen MMÖ, MMS ve MMDS tüm zamanlarda sağ kulaktan ve sol kulaktan ölçülen değerler arasında fark yoktur ( $p>0,05$ ).

1.4 kHz için gerçekleştirilen MMÖ ve MMDS ölçümlerde sağ kulak ile sol kulaktan elde edilen değerler arasında anlamlı fark yokken ( $p>0,005$ ), MMS ölçüm sonucunda sağ kulak ile sol kulak arasında anlamlı fark gözlenmiştir. MMS sağ kulaktan 21,7 (14,5-26,1), sol kulaktan 19,5 (13,9-24,9) ortanca değerlerine ulaşılmış ve anlamlı fark bulunmamıştır ( $p=0,097$ ).

2.0 kHz için gerçekleştirilen MMÖ ölçümde sağ kulakta 22,4 (16,9-28,8), sol kulakta 20,3 (15,8-25,6) ortanca değerleri elde edilmiştir. Yapılan istatistiksel incelemeler sonucunda sağ kulak ile sol kulak arasında anlamlı farklılık olmadığı

görülmüştür ( $p=0,060$ ). MMS'de sağ kulak için ortanca değeri 22,2 (14,6-26,2), sol kulak için sol kulak için 25,4 (19,3-30,8) ortanca değerlerine ulaşılmış olup sağ kulak ile sol kulak arasında DPOAE S/N-R değerleri açısından anlamlı farklılık saptanmıştır ( $p=0,012$ ). MMS de sol kulak DPOAE S/N-R ölçüm değerleri sağ kulağa göre daha yüksektir. MMDS ölçümlerinde ise sağ kulakta 23,4 (17,5-27,5) ,sol kulakta 20,4 (15,9-25,8) olarak bulunan ortalama DPOAE S/N-R değerleri arasında anlamlı fark vardır ( $p=0,021$ ). MMDS'de sağ kulak DPOAE S/N-R ölçüm değerleri sol kulağa göre daha yüksektir.

2.8 kHz için yapılan MMÖ'de sağ kulak için ortalama değeri  $21,79\pm 7,5$  sol kulak için  $19,83\pm 7,9$  değerlerine ulaşılmış olup sağ kulak ile sol kulak arasında DPOAE S/N-R ölçümleri açısından anlamlı farklılık saptanmıştır ( $p=0,004$ ). MMÖ de sağ kulak DPOAE S/N-R ölçüm değerleri sol kulağa göre anlamlı derecede daha yüksektir. 2.8 kHz için yapılan MMS ölçümlerde sağ kulak ortalama değeri  $20,77\pm 6,7$ , sol kulak ortalama değeri ise  $18,78\pm 9,4$ 'dir. Analizde DPOAE sağ ve sol kulak S/N-R değerleri arasında anlamlı fark vardır ( $p=0,016$ ). MMDS ölçümlerinde ise sağ kulakta 22,2 (16,9-27,7) sol kulakta 20,4 (15,9-25,8) olarak bulunan ortalama DPOAE S/N-R değerleri arasında anlamlı fark vardır ( $p=0,010$ ). MMDS'de sağ kulak DPOAE ölçüm değerleri sol kulağa göre anlamlı derecede daha yüksektir

Çalışmada 4.0 kHz, 6.0 kHz,8.0 kHz için gerçekleştirilen DPOAE S/N-R tüm zaman ölçümlerinde, elde edilen sağ ve sol kulak değerleri arasında anlamlı farklılık olmayıp ilgili sonuçlara Tablo 15'te yer verilmiştir ( $p>0,05$ ).

Olguların sağ ve sol kulaklarından elde edilen 45,4 dB müzik maruziyet öncesi (MMS), 30 dk'lık müzik maruziyet sonrası (MMS) ve 30\*10 müzik maruziyet dinlenme sonrası DPOAE S/N-R yanıtları Tablo 16'da gösterilmiştir

**Tablo 16. Olguların sağ ve sol kulaklarından elde edilen 45,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS, DPOAE S/N-R yanıtları (dB SPL)**

	Sağ kulak		Sol kulak		p
	Ort±ss / Med (25.-75.)	Min-Maks	Ort±ss / Med (25.-75.)	Min-Maks	
<b>1.0 kHz</b>	<b>(dB SPL)</b>		<b>(dB SPL)</b>		
MMÖ	15,3 (10,4-20,3)	-8,1-30,4	16,3 (10,9-20,2)	-6,2-29,7	0,590
MMS	15,1 (11,4-19)	-11,6-31,1	13,6 (8,4-16,6)	-8,9-25,5	0,008
MMDS	14,9 (9,9-18,8)	-15,5-33,5	16 (9,8-20,4)	-18,1-30,3	0,428
<b>1.4 kHz</b>					
MMÖ	24,7 (19,6-28,6)	-12,2-38,3	23,7 (18,7-27,4)	0,6-34,7	0,042
MMS	23,7 (18-26,7)	3,5-37,4	21,3 (17-25,3)	-16,5-32,2	0,002
MMDS	22,01±7,0	2,9-36,7	21,66±7	2,4-35,1	0,601
<b>2.0 kHz</b>					
MMÖ	22,87±7,2	5,5-39,6	21,24±7,3	-4,1-37	0,030
MMS	23,1 (18,6-27,3)	6,5-35,2	21,1 (16,9-25,2)	-13,8-33,8	0,001
MMDS	22,91±6,7	0,4-37,4	21,65±7,6	-1,4-37	0,003
<b>2.8 kHz</b>					
MMÖ	22,2 (18,4-25,3)	-15-34,5	22,15 (17,0-26,3)	-14,6-34,9	0,609
MMS	23 (19-27,4)	7,1-33,3	20,8 (16,1-25,1)	-14,5-32,5	0,001
MMDS	22,8 (17,4-26,9)	7,2-35	20,6 (14,5-24,7)	-15-37	0,004
<b>4.0 kHz</b>					
MMÖ	26,6 (22,4-29,5)	-14,4-39	26,5 (22,3-29,6)	6,7-36,9	0,787
MMS	25,32±5,6	2-40,3	24,76±5,8	7,5-39,3	0,378
MMDS	26,6 (22,9-30,3)	-18,7-36,7	25,7 (21,2-28,6)	7,5-36,7	0,020
<b>6.0 kHz</b>					
MMÖ	26,44±7,3	7,6-37,9	24,13±9,7	-15,6-39,8	0,008
MMS	27,1±7,1	0,6-41,8	25,14±7,6	2,8-38	0,004
MMDS	28,6 (23,9-33,2)	7,1-39,8	26,4 (19,6-30,6)	-15,1-39,5	<0,001
<b>8.0 kHz</b>					
MMÖ	21,2 (15,5-27,7)	-12,7-37,7	21,8 (13,8-27)	-14,9-37,3	0,754
MMS	23,7 (18,4-28,1)	-8,2-37,2	23 (17,7-27,6)	-17,6-36,6	0,341
MMDS	25,1 (17,1-29,6)	-12,2-35,7	23,1 (15,3-28,7)	-12,9-37,8	0,119

**MMÖ:** Müzik Maruziyeti Öncesi **MMS:** Müzik Maruziyeti Sonrası **MMDS:** Müzik Maruziyeti Dinlenme Sonrası

45,4 dB DPOAE S/N-R 1.0 kHz için gerçekleştirilen MMÖ ve MMDS ölçümlerde sağ kulak ile sol kulaktan elde edilen değerler arasında anlamlı fark yokken ( $p>0,005$ ), MMS ölçüm sonucunda sağ kulak ile sol kulak arasında anlamlı fark gözlenmiştir. MMS sağ kulaktan 15,1 (11,4-19), sol kulaktan 13,6 (8,4-16,6) ortanca değerlerine ulaşılmış ve anlamlı fark bulunmuştur ( $p=0,008$ ).

1.4 kHz sağ kulak için MMÖ ölçümlerinde elde edilen ortanca değer 24,7 (19,6-28,6) sol kulakta ise 23,7 (18,7-27,4) olarak elde edilmiştir. Yapılan istatistiksel incelemeler sonucunda sağ kulak ile sol kulak arasında anlamlı farklılık görülmüştür ( $p=0,042$ ). MMÖ de sağ kulak DPOAE S/N-R ölçüm değerleri sol kulağa göre anlamlı derecede daha yüksektir. MMS'de sağ kulak için ortanca değeri 23,7 (18-26,7), sol kulak için 21,3 (17-25,3) değerlerine ulaşılmış olup sağ kulak ile sol kulak arasında

DPOAE ölçümleri açısından anlamlı farklılık saptanmıştır ( $p=0,002$ ). MMS de sağ kulak DPOAE S/N-R ölçüm değerleri sol kulağa göre anlamlı derecede daha yüksektir. MMDS sağ kulak için  $22,01\pm7$ , sol kulak için  $21,66\pm7$  olarak bulunan ortalama DPOAE değerleri arasında ise anlamlı fark yoktur ( $p=0,601$ ).

2.0 kHz için gerçekleştirilen MMÖ ölçümlerinde sağ kulaktan elde edilen ortalama değer  $22,87\pm7,2$  iken sol kulakta ise  $21,24\pm7,3$  olarak elde edilmiştir. Yapılan istatistiksel incelemeler sonucunda sağ kulak ile sol kulak arasında anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p=0,030$ ). MMÖ'de sağ kulak DPOAE S/N-R ölçüm değerleri sol kulağa göre daha yüksektir. MMS'de sağ kulak için ortanca değeri 23,1 (18,6-27,3), sol kulak için 21,1 (16,9-25,2) değerlerine ulaşılmış olup sağ kulak ile sol kulak arasında DPOAE S/N-R ölçümleri açısından anlamlı farklılık saptanmıştır ( $p=0,001$ ). MMS de sağ kulak DPOAE S/N-R ölçüm değerleri sol kulağa göre anlamlı derecede daha yüksektir. MMDS ölçümlerinde ise sağ kulakta  $22,91\pm6,7$  sol kulakta  $21,65\pm7,6$  olarak bulunan ortalama DPOAE S/N-R değerleri arasında anlamlı fark vardır ( $p=0,003$ ). MMDS de sağ kulak DPOAE S/N-R ölçüm değerleri sol kulağa göre anlamlı derecede daha yüksektir.

2.8 kHz için gerçekleştirilen MMÖ ölçümde sağ kulakta 22,2 (18,4-25,3), sol kulakta 22,15 (17,0-26,3) ortanca değerleri elde edilmiştir. Yapılan istatistiksel incelemeler sonucunda sağ kulak ile sol kulak arasında anlamlı farklılık olmadığı görülmüştür ( $p=0,609$ ). MMS'de sağ kulak için ortanca değeri 23 (19-27,4), sol kulak için 20,8 (16,1-25,1) ortanca değerlerine ulaşılmış olup sağ kulak ile sol kulak arasında DPOAE S/N-R ölçümleri açısından anlamlı farklılık saptanmıştır ( $p=0,001$ ). MMS de sağ kulak DPOAE S/N-R ölçüm değerleri sol kulağa göre daha yüksektir. MMDS ölçümlerinde ise sağ kulakta 22,8 (17,4-26,9) ,sol kulakta 20,6 (14,5-24,7) olarak bulunan ortalama DPOAE S/N-R değerleri arasında anlamlı fark vardır ( $p=0,004$ ). MMDS'de sağ kulak DPOAE S/N-R ölçüm değerleri sol kulağa göre daha yüksektir.

4.0 kHz için gerçekleştirilen MMÖ ve MMS ölçümlerde sağ kulak ile sol kulaktan elde edilen değerler arasında anlamlı fark yokken ( $p>0,005$ ), MMDS ölçüm sonucunda sağ kulak ile sol kulak arasında anlamlı fark gözlenmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 24'de gösterilmiştir. MMDS sağ kulaktan 26,6 (22,9-30,3) ,sol kulaktan 25,7 (21,2-28,6) ortanca değerlerine ulaşılmış ve anlamlı fark bulunmuştur

( $p=0,020$ ). MMDS'de sağ kulak DPOAE S/N-R ölçüm değerleri sol kulağa göre daha yüksektir.

6.0 kHz için gerçekleştirilen tüm zaman ölçümlerinde sağ kulaktan ve sol kulaktan ölçülen değerler arasında anlamlı fark vardır ( $p<0,05$ ) (Tablo 15). MMÖ sağ kulaktan  $26,44\pm7,3$ , sol kulaktan  $24,13\pm9,7$  ortalama değerlerine ulaşılmış ve anlamlı fark bulunmuştur ( $p=0,008$ ). MMÖ'de sağ kulak DPOAE S/N-R ölçüm değerleri sol kulağa göre daha yüksektir. MMS'de sağ kulak için ortalama değeri  $27,1\pm7,1$ , sol kulak için  $25,14\pm7,6$  ortalama değerlerine ulaşılmış olup sağ kulak ile sol kulak arasında DPOAE S/N-R ölçümleri açısından anlamlı farklılık saptanmıştır ( $p=0,004$ ). MMS de sağ kulak DPOAE S/N-R ölçüm değerleri sol kulağa göre daha yüksektir. MMDS ölçümlerinde ise sağ kulakta  $28,6$  ( $23,9-33,2$ ), sol kulakta  $26,4$  ( $19,6-30,6$ ) olarak bulunan ortalama DPOAE S/N-R değerleri arasında anlamlı fark vardır ( $p=<0,001$ ). MMDS'de sağ kulak DPOAE S/N-R ölçüm değerleri sol kulağa göre daha yüksektir.

Çalışmada 8.0 kHz için gerçekleştirilen MMÖ, MMS ve MMDS tüm ölçümlerde, elde edilen sağ ve sol kulak değerleri arasında anlamlı farklılık olmayıp ilgili sonuçlara Tablo 16'da yer verilmiştir ( $p>0,05$ ).

### **85,4 dB ile 45,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS grup içi tekrarlı ölçümlerin Teoae S/N-R yanıtlarının istatistiksel analizi**

Tabloda yer alan değişkenlerin normal dağılım gösterip göstermediği Shapiro-Wilk testiyle analiz edilmiş ve en az bir değişkenin normal dağılıma uymadığı görülmüştür. Bu nedenle tekrarlı zaman ölçümler arasındaki ilişki Friedman testi ile incelenmiştir. Çoklu karşılaştırma analizi için Bonferroni düzeltmeli Dunn testinden yararlanılmıştır.

Olguların 85,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS, üç bağımlı grubun DPOAE S/N-R yanıtlarının değerleri Tablo 17'de verilmiştir.

**Tablo 17. Olguların 85,4 dB MMÖ, MMS, MMDS) sağ kulak-sol kulak grup içi tekrarlı ölçümlerin DPOAE S/N-R yanıtları (dB SPL)**

		MMÖ	MMS	MMDS	P*	P**	
DPOAE- 85.4 dB		(dB SPL)	(dB SPL)	(dB SPL)			
<b>1.0 kHz</b> (n=180)	Ortanca	15,0	13,1	13,6	<0,001	MMÖ-MMS	<0,001
	(25. - 75.)	(9,5-20,7)	(5,7-18,3)	(8,6-18,3)		MMÖ-MMDS	0,163
	Min-Maks	-12,5-32,1	-14,4-31	-12,2-70		MMS-MMDS	0,061
<b>1.4 kHz</b> (n=180)	Ortanca	22,65	20,1	22,5	<0,001	MMÖ-MMS	<0,001
	(25. - 75.)	(17,5-28)	(14,2-25,3)	(15,6-27,0)		MMÖ-MMDS	0,420
	Min-Maks	-9-41,1	-15,1-38,2	-10,7-37		MMS-MMDS	0,001
<b>2.0 kHz</b>							
Sağ kulak (n=90)	Ortanca	22,4	22,15	23,35	0,043	MMÖ-MMS	0,057
	(25. - 75.)	(16,9-28,8)	(14,5-26,1)	(17,5-27,4)		MMÖ-MMDS	1,000
	Min-Maks	-5,2-38,4	-4,9-39,4	1,2-39,7		MMS-MMDS	0,172
Sol kulak (n=90)	Ortanca	20,3	20,2	20,35	0,572	MMÖ-MMS	-
	(25. - 75.)	(15,8-25,6)	(14,0-24,7)	(15,9-25,8)		MMÖ-MMDS	-
	Min-Maks	-15,8-39,7	-17,9-38,7	-16,9-37,6		MMS-MMDS	-
<b>2.8 kHz</b>							
Sağ kulak (n=90)	Ortanca	22,6	21,35	22,2	0,358	MMÖ-MMS	-
	(25. - 75.)	(17,7-25,9)	(16,7-25,0)	(16,8-27,7)		MMÖ-MMDS	-
	Min-Maks	-14-38,9	-5,1-34,1	-13,3-34,6		MMS-MMDS	-
Sol kulak (n=90)	Ortanca	21	19,95	20,5	0,202	MMÖ-MMS	-
	(25. - 75.)	(13,9-26,2)	(14,4-24,8)	(13,7-24,6)		MMÖ-MMDS	-
	Min-Maks	-8,6-34,4	-18,7-38	-15,6-33,1		MMS-MMDS	-
<b>4.0 kHz</b> (n=180)	Ortanca	24,550	24,30	24,5	0,441	MMÖ-MMS	-
	(25. - 75.)	(20,9-29,1)	(20,9-28,1)	(19,4-29)		MMÖ-MMDS	-
	Min-Maks	-17,4-37,8	-15,9-230	-15,9-308		MMS-MMDS	-
<b>6.0 kHz</b> (n=180)	Ortanca	25,350	25,850	26,800	0,398	MMÖ-MMS	-
	(25. - 75.)	(19,8-31,2)	(19,2-30,9)	(20,1-31,1)		MMÖ-MMDS	-
	Min-Maks	-16,7-41,6	-15,3-38,5	-15,4-41,9		MMS-MMDS	-
<b>8.0 kHz</b> (n=180)	Ortanca	22,700	23,250	21,650	0,947	MMÖ-MMS	-
	(25. - 75.)	(13,9-27,9)	(13,5-27,6)	(13,0-27,7)		MMÖ-MMDS	-
	Min-Maks	-16,7-37,9	-13,8-38,2	-14,9-39,4		MMS-MMDS	-

**MMÖ:** Müzik Maruziyeti Öncesi **MMS:** Müzik Maruziyeti Sonrası **MMDS:** Müzik Maruziyeti Dinlenme Sonrası **p\*** MMÖ, MMS ve MMDS ortalama ölçüm değerleri **p\*\*** MMÖ-MMS, MMÖ-MMDS, MMS-MMDS ikili karşılaştırma değerleri

85,4 dB DPOAE S/N-R ölçümlerinde 1.0 kHz için MMÖ'de 15,0 (9,5-20,7), MMS'de 13,1 (5,7-18,3) ve MMDS'de 13,6 (8,6-18,3) olarak ortanca değerler hesaplanmıştır. Tekrarlanan ölçümlerde DPOAE S/N-R değerlerinde gerçekleşen fark anlamlıdır (p=<0,001). Yapılan çoklu karşılaştırma analizinde MMÖ ve MMS ölçümleri arasındaki fark anlamlıdır (p<0,001). MMÖ-MMDS ve MMS-MMDS arasında ise anlamlı fark gözlenmemiştir. (p>0,05).

2. kHz için için sağ kulak MMÖ'de 22,4(16,9-28,8), MMS'de 22,15 (14,5-26,1) ve MMDS'de 23,35 (17,5-27,4) olarak ortanca değerler hesaplanmıştır. Tekrarlanan ölçümlerde DPOAE S/N-R değerlerinde gerçekleşen fark anlamlıdır ( $p=0,043$ ). Yapılan çoklu karşılaştırma analizinde MMÖ ve MMS ölçümleri arasındaki fark anlamlıdır. Sol kulak için tüm zaman ölçümleri arasında anlamlı fark bulunmamaktadır ( $p=0,572$ ).

Çalışmada 2.8 kHz sağ ve sol kulak , 4.0 kHz, 6.0 kHz ve 8.0 kHz frekansları için MMÖ,MMS ve MMDS'de gerçekleştirilen tüm zaman ölçümlerinde, elde edilen değerler arasında anlamlı farklılık olmayıp ilgili sonuçlara Tablo 17'de yer verilmiştir ( $p>0,05$ ).

Tabloda yer alan değişkenlerin normal dağılım gösterip göstermediği Shapiro-Wilk testiyle analiz edilmiş ve en az bir değişkenin normal dağılıma uymadığı görülmüştür. Bu nedenle tekrarlı zaman ölçümler arasındaki ilişki Friedman testi ile incelenmiştir. Çoklu karşılaştırma analizi için Bonferroni düzeltmeli Dunn testinden yararlanılmıştır.

Olguların 45,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS, üç bağımlı grubun DPOAE S/N-R yanıtlarının karşılaştırılması Tablo 18'de verilmiştir.



**Tablo 18. Olguların 45,4 dB MMÖ, MMS, MDS DPOAE S/N-R yanıtları sağ kulak- sol kulak grup içi tekrarlı ölçümlerin karşılaştırması**

			<b>MMÖ</b>	<b>MMS</b>	<b>MMDS</b>	<b>P*</b>	<b>P**</b>	
		<b>DPOAE- 45.4 dB</b>	<b>(dB SPL)</b>	<b>(dB SPL)</b>	<b>(dB SPL)</b>			
<b>1.0 kHz</b>								
Sağ kulak (n=90)	Ortanca		15,3	15,1	14,9	0,707	MMÖ-MMS	-
	(25. - 75.)		(10,4-20,2)	(11,4-19,0)	(9,9-18,83)		MMÖ-MMDS	-
	Min-Maks		-8,1-30,4	-11,6-31,1	-15,5-33,5		MMS-MMDS	-
Sol kulak (n=90)	Ortanca		16,3	13,55	16	0,002	MMÖ-MMS	0,022
	(25. - 75.)		(10,9-20,2)	(8,3-16,6)	(9,8-20,4)		MMÖ-MMDS	1,000
	Min-Maks		-6,2-29,7	-8,9-25,5	-18,1-30,3		MMS-MMDS	0,004
<b>1.4 kHz</b>								
Sağ kulak (n=90)	Ortanca		24,65	23,7	23,3	0,083	MMÖ-MMS	-
	(25. - 75.)		(19,6-28,6)	(18-26,7)	(18,1-26,7)		MMÖ-MMDS	-
	Min-Maks		-12,2-38,3	3,5-37,4	2,9-36,7		MMS-MMDS	-
Sol kulak (n=90)	Ortanca		23,7	21,3	22,1	0,033	MMÖ-MMS	0,030
	(25. - 75.)		(18,7-27,4)	(17-25,3)	(18,3-26,5)		MMÖ-MMDS	0,943
	Min-Maks		0,6-34,7	-16,5-32,2	2,4-35,1		MMS-MMDS	0,353
<b>2.0 kHz</b>								
Sağ kulak (n=90)	Ortanca		23,45	23,05	22,85	0,899	MMÖ-MMS	-
	(25. - 75.)		(17,8-28,2)	(18,6-27,3)	(19,7-27,3)		MMÖ-MMDS	-
	Min-Maks		5,5-39,6	6,5-35,2	0,4-37,4		MMS-MMDS	-
Sol kulak (n=90)	Ortanca		21,55	21,1	21,35	0,185	MMÖ-MMS	-
	(25. - 75.)		(17,4-26,6)	(16,9-25,2)	(16,4-25,4)		MMÖ-MMDS	-
	Min-Maks		-4,1-37	-13,8-33,8	-1,4-37		MMS-MMDS	-
<b>2.8 kHz</b>								
Sağ kulak (n=90)	Ortanca		22,2	22,95	22,75	0,452	MMÖ-MMS	-
	(25. - 75.)		(18,4-25,3)	(19-27,4)	(17,4-26,9)		MMÖ-MMDS	-
	Min-Maks		-15-34,5	7,1-33,3	7,2-35		MMS-MMDS	-
Sol kulak (n=90)	Ortanca			20,800	20,55	0,032	MMÖ-MMS	0,281
	(25. - 75.)		22,15	(16,1-25,1)	(14,5-24,7)		MMÖ-MMDS	0,030
	Min-Maks		(17,0-26,3)	-14,5-32,5	-15-37		MMS-MMDS	1,000
<b>4.0 kHz</b>								
Sağ kulak (n=90)	Ortanca		26,6	26,25	26,6	0,294	MMÖ-MMS	-
	(25. - 75.)		(22,4-29,5)	(22,2-28,1)	(22,9-30,3)		MMÖ-MMDS	-
	Min-Maks		-14,4-39	2-40,3	-18,7-36,7		MMS-MMDS	-
Sol kulak (n=90)	Ortanca		26,45	25,65	25,65	0,062	MMÖ-MMS	-
	(25. - 75.)		(22,3-29,6)	(21,7-28,9)	(21,2-28,6)		MMÖ-MMDS	-
	Min-Maks		6,7-36,9	7,5-39,3	7,5-36,7		MMS-MMDS	-
<b>6.0 kHz</b>								
Sağ kulak (n=90)	Ortanca		26,8	28,3	28,6	0,278	MMÖ-MMS	-
	(25. - 75.)		(22,4-32,3)	(23,3-32,4)	(23,9-33,2)		MMÖ-MMDS	-
	Min-Maks		7,6-37,9	0,6-41,8	7,1-39,8		MMS-MMDS	-
Sol kulak (n=90)	Ortanca		24,5	26,6	26,4	0,147	MMÖ-MMS	-
	(25. - 75.)		(18,8-31,4)	(19,7-31,4)	(19,6-30,6)		MMÖ-MMDS	-
	Min-Maks		-15,6-39,8	2,8-38	-15,1-39,5		MMS-MMDS	-
<b>8.0 kHz</b> (n=180)	Ortanca		21,350	23,600	24,100	0,001	MMÖ-MMS	0,008
	(25. - 75.)		(14,8-27,1)	(18,3-27,6)	(15,9-29,4)		MMÖ-MMDS	0,004
	Min-Maks		-14,9-37,7	-17,6-37,2	-12,9-37,8		MMS-MMDS	1,000

**MMÖ:** Müzik Maruziyeti Öncesi **MMS:** Müzik Maruziyeti Sonrası **MMDS:** Müzik Maruziyeti Dinlenme Sonrası **p\*** MMÖ, MMS ve MMDS ortalama ölçüm değerleri **p\*\*** MMÖ-MMS, MMÖ-MMDS, MMS-MMDS ikili karşılaştırma değerleri

45,4 dB DPOAE S/N-R ölçümlerinde 1.0 kHz sol kulak için MMÖ'de 16,3 (10,9-20,2), MMS'de 13,55 (8,3-16,6) ve MMDS'de 16 (9,8-20,4) olarak ortanca değerler hesaplanmıştır. Tekrarlanan ölçümlerde DPOAE S/N-R değerlerinde gerçekleşen fark anlamlıdır ( $p < 0,001$ ). Yapılan çoklu karşılaştırma analizinde MMÖ ve MMS ölçümleri arasındaki fark anlamlıdır ( $p = 0,022$ ). MMÖ-MMDS arasında ise anlamlı fark gözlenmemiştir. ( $p > 0,005$ ). MMS-MMDS arasında da anlamlı farklılık vardır ( $p = 0,004$ ).

1.4 kHz sol kulak için MMÖ'de 23,7 (18,7-27,4), MMS'de 21,3 (17-25,3) ve MMDS'de 22,1 (18,3-26,5) olarak ortanca değerler hesaplanmıştır ( $p = 0,033$ ). Yapılan çoklu karşılaştırma analizinde MMÖ ve MMS ölçümleri arasındaki fark anlamlıdır ( $p = 0,030$ ).

2.8 kHz sol kulak için MMÖ'de 22,15 (17,0-26,3), MMS'de 20,80 (16,1-25,1) ve MMDS'de 20,55 (14,5-24,7) olarak ortanca değerler hesaplanmıştır ( $p = 0,032$ ). Yapılan çoklu karşılaştırma analizinde MMÖ ve MMDS ölçümleri arasındaki fark anlamlıdır ( $p = 0,030$ ).

8.0 kHz için MMÖ'de 21,350 (14,8-27,1), MMS'de 23,600 (18,3-27,6) ve MMDS'de 24,100 (15,9-29,4) olarak ortanca değerler hesaplanmıştır ( $p = 0,001$ ). Yapılan çoklu karşılaştırma analizinde MMÖ ve MMS ölçümleri arasındaki fark anlamlıdır ( $p = 0,008$ ). MMÖ ve MMDS ölçümleri arasındaki fark da istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p = 0,004$ ). Çalışmada DPOAE 2.0 kHz, 2.8 kHz, 4.0 kHz, 6.0 kHz frekansları için gerçekleştirilen tüm zaman ölçümlerinde, elde edilen sağ ve sol kulak değerleri arasında anlamlı farklılık olmayıp ilgili sonuçlara Tablo 18'de yer verilmiştir ( $p > 0,05$ ).

### **85,4 dB ile 45,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS DPOAE S/N-R farkları arasındaki ilişkinin istatistiksel analizi**

Veri setinde yer alan değişkenlerin normal dağılım gösterip göstermediği Shapiro-Wilk testiyle analiz edilmiştir. Tüm değişkenler normal dağılıma uyduğunda sağ ve sol kulak farkının incelenmesinde eşleştirilmiş örneklemelerde t testi kullanılırken en az bir değişkenin normal dağılıma uymadığı durumlarda ise Wilcoxon testi kullanılmıştır.

Olguların 85,4 dB ile 45,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS DPOAE S/N-R değerlerinin farkları Tablo 19'de gösterilmiştir.

**Tablo 19. Olguların 85,4 dB ile 45,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS DPOAE S/N-R yanıtları sağ-sol kulak gruplar arası tekrarlı ölçümlerin karşılaştırması**

<b>DPOAE</b>		<b>85.4</b>	<b>45.4</b>	<b>p</b>
<b>1.0 kHz</b>		<b>(dB SPL)</b>	<b>(dB SPL)</b>	
Sağ kulak (n=90)	<b>MMÖ-MMS</b>	3 (-1,7-8,6)	-0,3 (-3,1-3,4)	0,017
	<b>MMDS-MMS</b>	1,4±7,9	-0,02±7,4	0,219
	<b>MMDS-MMÖ</b>	-1,55 (-5,9-2)	0,1 (-4,1-3,9)	0,083
Sol kulak (n=90)	<b>MMÖ-MMS</b>	2,38±7	2,76±7,1	0,731
	<b>MMDS-MMS</b>	0,88±9	2,33±8	0,229
	<b>MMDS-MMÖ</b>	-1,7 (-6,7-4,4)	0,9 (-4,5-4,1)	0,246
<b>1.4 kHz</b>				
Sağ kulak (n=90)	<b>MMÖ-MMS</b>	2,5 (-1,3-5,8)	1,15 (-1,9-4,8)	0,295
	<b>MMDS-MMS</b>	2 (-1,2-5,2)	-0,6 (-4,1-3,2)	0,004
	<b>MMDS-MMÖ</b>	-0,3±6	-1,49±6,4	0,207
Sol kulak (n=90)	<b>MMÖ-MMS</b>	2,4 (-0,3-6,6)	1,75 (-2,1-7)	0,511
	<b>MMDS-MMS</b>	1,1 (-2,3-5,7)	1,65 (-1,8-5,9)	0,649
	<b>MMDS-MMÖ</b>	-1,6 (-4,5-4,1)	-0,8 (-4,7-3,4)	0,805
<b>2.0 kHz</b>				
Sağ kulak (n=90)	<b>MMÖ-MMS</b>	0,75 (-1,7-4,8)	0 (-2,9-3,4)	0,178
	<b>MMDS-MMS</b>	0,7 (-1,5-3,4)	0,4 (-3,8-3,6)	0,014
	<b>MMDS-MMÖ</b>	-0,15±6	0,04±6	0,117
Sol kulak (n=90)	<b>MMÖ-MMS</b>	1,3 (-2,2-4,6)	1,7 (-2,2-5,1)	0,880
	<b>MMDS-MMS</b>	0,15 (-2,2-4,9)	0,5 (-3,5-3,8)	0,806
	<b>MMDS-MMÖ</b>	-0,05 (-4,1-2,2)	-0,5 (-5,3-4)	0,902
<b>2.8 kHz</b>				
Sağ kulak (n=90)	<b>MMÖ-MMS</b>	0,65 (-2-3,8)	-0,4 (-3,8-2,6)	0,013
	<b>MMDS-MMS</b>	0,2 (-2,2-2,9)	-0,5 (-3,3-2,5)	0,230
	<b>MMDS-MMÖ</b>	-0,4 (-3,3-2,7)	0,1 (-2,8-3,5)	0,358
Sol kulak (n=90)	<b>MMÖ-MMS</b>	0,8 (-2,6-3,9)	0,75 (-1,6-4,5)	0,604
	<b>MMDS-MMS</b>	0,4 (-3,4-2,8)	-0,45 (-4,7-3,7)	0,652
	<b>MMDS-MMÖ</b>	-0,7 (-3,4-2,7)	-1,7 (-4,6-2,2)	0,267
<b>4.0 kHz</b>	<b>MMÖ-MMS</b>	0,6 (-1,6-2,7)	0,75 (-1,8-3,3)	0,526
	<b>MMDS-MMS</b>	0 (-2,3-2,7)	0,6 (-2-2,7)	0,318
	<b>MMDS-MMÖ</b>	-0,1 (-2,8-1,7)	-0,3 (-3,3-2,1)	0,929
<b>6.0 kHz</b>				
Sağ kulak (n=90)	<b>MMÖ-MMS</b>	0 (-2,4-3,1)	-0,15 (-3,4-2,1)	0,285
	<b>MMDS-MMS</b>	0,35 (-2-3)	0,45 (-2,1-2,9)	0,995
	<b>MMDS-MMÖ</b>	0,55 (-2-2,8)	0,9 (-1,5-3)	0,716
Sol kulak (n=90)	<b>MMÖ-MMS</b>	0 (-2,7-1,9)	-0,4 (-4,2-3,6)	0,726
	<b>MMDS-MMS</b>	0,75 (-2-2,9)	-0,65 (-3,2-2,6)	0,160
	<b>MMDS-MMÖ</b>	0,05 (-2,2-3,3)	-0,9 (-3,6-3,7)	0,288
<b>8.0 kHz</b> (n=180)	<b>MMÖ-MMS</b>	0 (-3,1-2,9)	-1,5 (-4,4-1,6)	0,004
	<b>MMDS-MMS</b>	0,05 (-3,1-2,5)	0,15 (-3,4-3,7)	0,243
	<b>MMDS-MMÖ</b>	-0,15 (-2,9-2,3)	1,05 (-1,7-5,8)	0,001

**MMÖ:** Müzik Maruziyeti Öncesi **MMS:** Müzik Maruziyeti Sonrası **MMDS:** Müzik Maruziyeti Dinlenme Sonrası

85,4 dB DPOAE S/N-R ölçümlerinde 1.0 kHz sağ kulak için MMÖ-MMS'de 85,4 dB ve 45,4 dB için sırasıyla 3 (-1,7-8,6), -0,3 (-3,1-3,4) olarak ortanca değerler hesaplanmıştır. Yapılan ölçümlerin farklarında DPOAE S/N-R yanıtlarındaki fark anlamlıdır ( $p=0,017$ ).

1.4 kHz sağ kulak için MMDS-MMS'de 85,4 dB ve 45,4 dB için sırasıyla 2 (-1,2-5,2), -0,6 (-4,1-3,2) olarak ortanca değerler hesaplanmıştır. Yapılan ölçümlerde DPOAE S/N-R yanıtlarındaki fark anlamlıdır ( $p=0,004$ ).

2.0 kHz sağ kulak için MMDS-MMS 'de ortanca değerleri 85.4 dB'de 2 (-1,2-5,2), 45.4 dB'de 0,4 (-3,8-3,6) olarak hesaplanmış olup DPOAE S/N-R yanıtlarında yapılan ölçümlerin farklarında anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p=0,014$ ).

2.8 kHz sağ kulak için MMÖ-MMS ortanca değerleri 85.4 dB'de 0,65 (-2-3,8), 45.4 dB'de 0,4-0,4(-3,8-2,6) olarak hesaplanmış olup yapılan ölçümlerin farklarında DPOAE S/N-R yanıtlarında anlamlı farklılık görülmüştür ( $p=0,013$ ).

4.0 kHz ve 6.0 kHz için sağ kulak ve sol kulakta yapılan ölçümlerin farklarında anlamlı farklılık elde edilememiştir (Tablo 19).

8.0 kHz için MMÖ-MMS yapılan ölçümlerin farklarında ortanca değerleri 85.4 dB'de 0 (-3,1-2,9), 45.4 dB'de -1,5 (-4,4-1,6) olarak hesaplanmış olup DPOAE S/N-R yanıtlarında anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p=0,004$ ). MMDS-MMÖ ortanca değerleri 85.4 dB'de -0,15 (-2,9-2,3), 45.4 dB'de -1,05 (-1,7-5,8) olarak yapılan ölçümlerin farkları hesaplanmış olup DPOAE S/N-R yanıtlarında anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p=0,001$ ).

## TARTIŞMA

Son on yılda, özellikle de popüler olan iPod'un 2001'de Apple Inc tarafından piyasaya sürülmesinden bu yana kişisel dinleme cihazları giderek daha popüler hale gelmiştir. Entegre müzik çalarlı çok işlevli akıllı telefonların popülaritesindeki artışın bu trendi daha da arttırdığı tespit edilmiştir (132).

Ses teknolojisindeki ilerlemeler ve müzik endüstrisindeki bu hızlı gelişmelerle birlikte birçok insan zarar verici ses düzeyinin üstünde müziğe kendilerini maruz bırakmakta, bu da gürültüye bağlı işitme kaybına neden olabilmektedir (133). Ses, başkalarıyla ve çevremizle etkileşime girdiğimiz önemli bir ortamdır. Ancak aşırı gürültü, sağlığa zarar verebilir ve geçici veya kalıcı eşik kaymalarına neden olabilir (5). Yüksek yoğunlukta gürültüye uzun süre maruz kalmak tüylü hücre hasarına neden olarak beraberinde kalıcı işitme sebebiyet verebilir (14).

Dünya nüfusunun % 12'sinin veya daha fazlasının gürültü nedeniyle işitme kaybı riski taşıdığı bilinmektedir (5). Dünya Sağlık Örgütü, tüm işitme kaybı vakalarının üçte birinin gürültüye maruz kalmaya bağlanabileceğini tahmin etmektedir (134). Aşırı gürültüye maruz kalma aynı zamanda bazı bireylerde tinnitusa yol açabilir (18). Dünya Sağlık Örgütü tarafından yayınlanan bir raporda son zamanlarda, dünya genelinde 1.1 milyar gencin gürültüye bağlı işitme kaybı riski altında olduğu belirtilmiştir. Bu raporda kişisel müzik çalar kullanımı sırasında rekreasyonel müziğe maruz kalma ve barlarda, kulüplerde ve konserlerde yüksek şiddetli müziğe maruz kalmanın önemli risk faktörleri olduğu bildirilmiştir (135).

Gürültü maruziyet seviyesi, gürültünün özelliğine, şiddetine ve maruz kalınan süreye bağlı olarak değişebilir (20). Bu nedenle çalışmamızda işitmesi normal olan

90 gönüllü birey 30 dakika boyunca sırasıyla 85.4 dBA ve 45.4 dBA şiddetinde müzik uyarısına maruz bırakılmıştır. Müzik maruziyet öncesi ve sonrası değerlendirilen saf ses odyometri ve otoakustik emisyon değerleri, farklı müzik seviyelerindeki maruziyet durumları ve sağ-sol kulak karşılaştırmaları değerlendirilmiştir. Olguların MMÖ, MMS ve MMDS'de OAE yanıtları değerlendirilmiş ve kaydedilen OAE sonuçlarında özellikle TEOAE'lerde MMÖ, MMS ve MMDS ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar kaydedilmiştir. 1.0 kHz, 1.4 kHz, 2 kHz, ve 2,8 kHz frekanslarında istatistiksel olarak anlamlı düşüşler elde edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda uyaran türü olarak müzik kullanılmış, ancak şarkılar içinde ve arasında önemli farklılıklar olduğu bulunmuştur. Farklı müzik seçiminin, araştırma parametrelerinde standardizasyonu bozduğu düşünülmüştür. Leyla ve arkadaşlarının (136) yaptığı bir çalışmada klasik müzikte kullanılan geniş tonlamalar sürekli dinlendiğinde, işitme sistemine zarar verdiği gösterilmiştir. Bu nedenle çalışmamızda klasik müzik olarak Mozart's Re-minor piano, Schubert's Ave Maria, P. Tchaikovsky's Seasons and Chopin's Waltzes dinletilmiştir.

Literatür incelemelerine göre pediatrik ve daha yaşlı yetişkin popülasyonlarından elde edilen normatif veriler hali hazırda mevcuttur. Fakat daha az sayıda çalışma, 18-25 yaş arasındaki nüfusa odaklanmaktadır; yapılan çalışmalarda 18-25 yaş arası bireylerin gürültü maruziyetinin diğer yaş gruplarına göre daha fazla olduğu bulunmuştur (129). Bu yaş grubundaki bireylerin günümüz teknolojilerine daha yatkın olması ve teknolojik yenilikleri yaşamına daha kolay entegre etmesinden dolayı yaşamlarında kişisel müzik çalarları daha çok kullandıkları belirtilmiştir. Çalışmamıza da 18-25 yaş grubu kişisel müzik çalar kullanan işitme eşikleri normal seviyedeki bireyler dahil edilmiştir.

Saf ses odyometri değerlerinde MMÖ, MMS ve MMDS işitme eşiklerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Benzer çalışmalarda da kısa süreli müziğe maruz kalmanın işitme eşiklerinde önemli bir farklılığa neden olmadığı bildirilmiştir. Koreli adölesanların kişisel müzik çalar kullanımıyla ilgili yapılan bir çalışmada işitme eşiği ile kişisel müzik çalarların günlük kullanımı arasında anlamlı bir ilişki olmamasına rağmen, bu aletleri 5 yıldan fazla kullanmış olan ve 15 saatlik kümülatif kullanım sürelerini gösteren öğrencilerin 4 kHz' de işitme eşiklerinde anlamlı derecede yükselme ortaya çıktığını ve bu bulguların, kişisel müzik çalarların

kümülatif uzun süreli kullanımının işitme seviyeleri üzerinde zayıflatıcı bir etkiye sahip olabileceğini bildirmişlerdir (137).

Yapılan çalışmalarda yüksek frekans odyometrinin gürültüye bağlı işitme kayıplarında erken teşhis için kullanılabilecek bir test olduğu savunulmuştur (138). Jung ve ark. kişisel dinleme cihazı kullanan bireylerde yaptığı çalışmada saf ses ve yüksek frekans odyometri testleri değerlendirilmiştir. Gürültüye bağlı işitme kaybının tanısında yüksek frekans odyometri testinin yer alması gerektiği vurgulanmıştır (139).

Çalışmamızda da yüksek frekans odyometri ile gürültü maruziyeti değerlendirilmiştir. Ancak gürültü maruziyet öncesi ve sonrası değerlendirmelerde yüksek frekans eşiklerinde istatistiksel anlamlılık elde edilememiştir. 85,4 dBA ve 45,4 dBA gürültü maruziyetleri karşılaştırıldığında 45,4 dBA gürültü maruziyeti sonrası 8.0 khz ve 10.0 kHz frekanslarında işitme eşiklerinde düşme olduğu görülmüştür. Bu durum gürültü seviyesindeki artış ile koklear etkilenimin birbiriyle doğrudan bağlantılı olduğunu kanıtlamaktadır (140).

Vinck ve arkadaşları (141), saf ses odyometri eşiklerinde anlamlı bir değişiklik olmamasına rağmen, TEOAE parametrelerinde ve geniş bant gürültüsüne maruz kalmanın neden olduğu DPOAE seviyelerinde önemli düşüşler bulmuşlardır (142). Bizim çalışmamızda da bu çalışmayı destekler nitelikte saf ses odyometriye göre OAE ölçümlerinde anlamlı farklılık bulunmuştur.

Trzaskowski ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada normal işiten 20 kişilik bir yetişkin grubunda, 30 dakikalık 86.6 dBA müziğe maruz kalmanın maruziyet öncesi , maruziyet sonrası ve dinlenme sonrası yaptıkları ölçümlerde 2-8 kHz aralığında herhangi bir frekans için saf ses odyometrisinde eşik değişikliği ortaya çıkmamıştır (143). Çalışmamızda da MMÖ, MMS ve MMDS saf ses odyometri hava yolu işitme eşiklerinde farklılık gözlenmemiştir.

Bhagat ve arkadaşları işitmesi normal 18-38 yaşları arasındaki 20 yetişkine 30 dakikalık rock müzik ,ortalama 85 dBC dinletmişlerdir. MP3 çalar müziğinin maruziyetinden önce ve sonra ölçüm yapmışlar ve maruziyet öncesi ile maruziyet sonrası ölçümlerin karşılaştırılmasında, işitme eşiklerinde anlamlı bir fark elde edememişlerdir. 1.4-6.0 kHz aralığındaki yarım oktav bantlarındaki DPOAE seviyelerinin önemli ölçüde azaldığını bulmuşlardır. Bu çalışmaya benzer şekilde

bizim çalışmamızda da DPOAE ölçümlerinde 1.0-2.0 kHz arasındaki değerlerde anlamlı düşüş gözlenerek istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (20).

Başka bir hipotezde gürültü maruziyet hikayesi olan 286 kişide yapılan odyolojik değerlendirmeler sonucunda, kaydedilen OAE'lerin saf ses odyometri testine göre gürültü maruziyetine karşı daha duyarlı olduğu kanısına varılmıştır. Bulgularımız sonucunda müzik maruziyeti sonrası yapılan odyolojik değerlendirmeler karşılaştırıldığında OAE'lerde istatistiksel olarak daha fazla anlamlılık görülmüştür (144).

Literatürdeki çalışmalar müzik çalarlarla gürültüye maruziyetin TEOAE'ler ve DPOAE'lerle daha hızlı tespit edilebileceğini göstermiştir (145,146,147). Marshall ve arkadaşları yaptıkları çalışmada gürültü maruziyeti sonrası bir tarama aracı olarak TEOAE ve DPOAE'lerin performanslarını karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda TEOAE'lerin gürültüye bağlı işitme kaybını DPOAE'lerden daha iyi tespit ettikleri görülmüştür. Çalışmada TEOAE ve DPOAE üretiminin altında yatan farklı seviyeye bağlı mekanizmaların, iç kulağın gürültüye bağlı hasarından farklı şekilde etkilendiğini bildirmişlerdir. Bununla birlikte hangi uyaran parametrelerinin seçildiğine bağlı olarak, TEOAE ve DPOAE performansı arasında bir fark bulunup bulunmayacağı konusunda kesin bir yargıya varamamışlardır (146).

Başka bir çalışmada katılımcılar bir MP3 çalar kullanarak pop-rock müzik türüne 1 saat maruz bırakılmıştır. Gürültü maruziyetinden sonra işitmedeki değişiklikler, saf ses odyometri, geçici uyarılmış otoakustik emisyon ve distorsiyon ürünü otoakustik emisyonlar ile değerlendirilmiştir. Gürültü maruziyetinden sonra işitme eşiklerinin ve geçici uyarılmış otoakustik emisyon genliklerinin, maruziyet öncesi ve sonrası ölçümleri arasında önemli ölçüde değiştiği bulunmuştur. Ancak aynı sonuçlar distorsiyon ürünü otoakustik emisyon amplitüdü için görülmemiştir. TEOAE'ler DPOAE'lerden daha yüksek bulunmuştur (147). Çalışmada daha güçlü ses tonlamalarının olduğu müzik türleri kullanılarak daha yüksek şiddette ve daha uzun süre maruziyet yapılmasına rağmen; çalışmamızdaki TEOAE ve DPOAE, müzik maruziyet öncesi ile müzik maruziyet sonrası ölçümlerdeki bulgularda benzer şekilde anlamlı değerler elde edilmiştir. Bulgularımızda 85,4 dB MMÖ, MMS ve MMDS arasındaki TEOAE S/N-R 1, 1.4, 2 ve 2.8 kHz ölçümlerinde anlamlı farklılık gözlenirken DPOAE S/N-R değerlerinde sadece 1, 1.4 ve 2kHz frekanslarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Marshall ve



arkadaşları (2001) tarafından yapılan araştırmanın sonuçları da çalışmamızı destekler niteliktedir (146). Bu çalışmadaki karşılaştırmalar göz önüne alındığında; müzik maruziyet öncesi ve sonrası TEOAE'lerin, DPOAE'lere göre istatistiksel olarak daha anlamlı olduğu gözlenmiştir.

Yaptığımız ölçümler sonucunda sağ kulaktan elde edilen TEOAE ve DPOAE değerleri sol kulağa göre daha yüksektir. Yılmaz'ın otitis media öyküsü olan gençlerde otoakustik emisyonları değerlendirdiği çalışmada kulaklar arası emisyonların karşılaştırmasında sağ kulaklarda sol kulaklara göre daha yüksek emisyon değerleri elde edilmiştir (127).

Strasser ve arkadaşlarının (148) 1 saat boyunca ortalama 94 dB (A) düzeyindeki endüstriyel gürültüye maruz kalmanın oluşturduğu fizyolojik değişimlerin, aynı derecede beyaz gürültüye maruz kalan bireylerde yaklaşık % 50 daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Ağır metal müzik maruziyeti ile, endüstriyel gürültünün neden olduğu eşik kaymaları birbirine çok benzer bulunmuştur. Klasik müzik maruziyetinde ise, endüstriyel gürültü ve ağır metalik müziğe maruziyete göre kıyasla eşik kaymaları yaklaşık dörtte biri oranında değişmiştir.

Strasser ve arkadaşlarının yaptığı başka bir çalışmada (149), 1 saat boyunca 94 dB, 2 saat boyunca 91 dB, 4 saat boyunca 88 dB ve 8 saat boyunca 85 dB ses şiddetine maruz kalmanın tolere edilebileceği bildirilmiştir. Ancak aynı ses şiddetine maruz bırakılan kişilerde her zaman aynı etkinin beklenemeyeceği ve frekans ile zaman açısından gürültü maruziyetinin ayrı bir önemle değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Endüstriyel gürültü ve klasik müzik maruziyetinin son derece farklı etkiler göstermesine sebep olarak, ses yapısının zaman yapısı ve seviye dağılımındaki farklılıklardan kaynaklanabileceği bildirilmiştir. Klasik müzik ile endüstriyel gürültünün ses analizi yapıldığında; klasik müzik, endüstriyel gürültüye göre daha düşük düzeylerde ses dağılımı içerdiği gösterilmiştir. Klasik müzik seslerinin seviye dağılımının, endüstriyel gürültüden daha "normal bir dağılım" gösterdiği açıkça bildirilmiştir. Klasik müziğin endüstriyel gürültü ve diğer müzik türlerine göre daha düşük düzeylerde ses dağılımı göstermesi; pop ve rock müzik türleriyle yapılan çalışmalar (137,139,148,149) sonucunda elde edilen değerlere kıyasla klasik müzik maruziyeti sonrasında yapmış olduğumuz çalışmada, işitme fonksiyonlarının minimum düzeyde etkilendiğini tespit etmiş olmamızı destekler niteliktedir.

Normal işitmeye sahip bireylere 5 farklı kaset çalardan farklı ses şiddetlerinde 11 farklı müziğin dinletildiği bir çalışmada, vurmali enstrüman yoğunluğu fazla olan müziklerin işitme sistemi için daha tehlikeli olduğu kanısına varılmıştır. Klasik müziğin diğer müzik türlerine kıyasla spektrum açısından daha dar olması işitme sistemine olan etkisinin daha az olduğu gösterilmiştir (150).

Çalışmamız sonucunda elde ettiğimiz bulgular doğrultusunda müzik maruziyet sonrası işitme sistemindeki geçici eşik değişikliğinin minimum seviyede olması, katılımcılara gürültü olarak klasik müziğin dinletilmesiyle doğrudan bağlantılı olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenlerle klasik müziğin insan işitme duyusuna daha uyumlu olduğuna dair hiçbir şüphenin olmadığı sonucuna varılmıştır.

Çalışma sonuçlarımıza baktığımızda sol kulak değerlerinin sağ kulak değerlerine göre gürültüye daha duyarlı olduğu görülmüştür. Maruziyet öncesi ölçümlerde sağ kulak ile sol kulak TEOAE ve DPOAE ölçümleri incelendiğinde sol kulak değerlerinin, sağ kulağa göre daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Maruziyet sonrası hem sol hem de sağ kulakta TEOAE ve DPOAE ölçümlerinde düşüş ortaya çıkmıştır. Ancak sol kulakta MMS ortaya çıkan düşüş miktarının sağ kulaktakine göre anlamlı derecede daha fazla olduğu görülmüştür. Zhao ve arkadaşlarının yapmış oldukları derlemede, yüksek sese veya müziğe maruz kalmaya bağlı olarak sağ ve sol kulak hasarı arasında karşılaştırmada, sol kulağın hasara daha duyarlı olduğu belirtilmiştir (151).

## SONUÇLAR

Müzik maruziyeti öncesi, müzik maruziyeti sonrası ve müzik maruziyeti dinlenme sonrası elde edilen veriler değerlendirildiğinde;

Saf ses odyometri ve yüksek frekans odyometri sonuçlarında önemli derecede istatistiksel farklılıklar izlenmemiştir. Ancak TEOAE ve DPOAE değerlerinde sağ kulak-sol kulak ve müzik maruziyet öncesi-sonrası karşılaştırmalarında istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar elde edildi.

Saf ses odyometri ve yüksek frekans odyometri gibi sübjektif testlerde istatistiksel anlamlılık gözlenmezken, TEOAE ve DPOAE gibi objektif testlerde istatistiksel anlamlılık gözlenmiştir. Bu durum objektif testlerin gürültü maruziyeti için daha hassas ölçümler olabileceği düşünülmüştür.

Yapılan sağ kulak-sol kulak karşılaştırmasında 85,4 dBA müzik uyarısında TEOAE için 1, 1.4, 2, 2.8, 4 kHz ve repro değerlerinde, DPOAE için 2 ve 2.8 kHz değerlerinde sağ kulak ölçümlerinin yüksek olduğu bulundu. 45,4 dBA müzik uyarısında TEOAE için 1, 1.4, 2 ve repro değerlerinde, DPOAE için 1, 1.4, 2, 2.8, 4 ve 6 kHz değerlerinde sağ kulak ölçümlerinin yüksek olduğu gözlemlendi. Yapılan çalışmalarda da sol kulak gürültü hassasiyetinin daha fazla olduğu gösterilmiş, çalışmamızda da bulduğumuz sonuçlar literatürü desteklemektedir. MMÖ, MMS ve MMDS karşılaştırmasında 85,4 dBA müzik uyarısında TEOAE için 1, 1.4, 2, 2.8, repro ve response değerlerinde, 45,4 dBA müzik uyarısında 1, 1.4 ve repro değerlerinde maruziyet sonrası değerlerin istatistiksel olarak düşük olduğu gözlemlendi. DPOAE için 85,4 dBA müzik uyarısında 1, 1.4 ve 2 kHz değerlerinde, 45,4 dBA müzik uyarısında 1, 1.4, 2.8 ve 8 kHz değerlerinde istatistiksel düşüş gözlenmiştir.

Bu karşılaştırma sonucunda TEOAE verilerinin DPOAE'ye göre daha fazla istatistiksel anlamlı sonuçlar vermesi, TEOAE'nin gürültü maruziyetinde daha hassas bir test bataryası olduğunu göstermektedir.

85,4 dBA-45,4 dBA müzik uyararı maruziyeti karşılaştırmasında TEOAE için 1, 1.4, 2.8, repro ve response değerlerinde ve DPOAE için 1.4, 2 ve 2.8 kHz değerlerinde gruplar arası istatistiksel anlamlılık gözlenmiştir. Bu durum farklı maruziyet seviyelerinin işitme sistemi üzerindeki etkilerinin farklı olduğunu göstermektedir.

Yapılan değerlendirmeler sonucunda , hem kısa süreli müzik maruziyetinin hem de farklı seviyelerde maruziyetin işitme sisteminde koklear fonksiyonu minimal olarak etkilediği gözlenmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda gürültü şiddetinden çok, gürültü maruziyet süresinin koklear fonksiyonları daha çok etkileyebileceği düşünülmüştür.

## ÖZET

Bu çalışma, 18-25 yaş arası normal işiten bireylerde müzik maruziyeti öncesi ve sonrası işitme sistemini değerlendirerek, müzik maruziyetinin işitme fonksiyonları üzerindeki etkilerini görmek amacıyla planlanmıştır.

Etik kurul onayı alındıktan sonra, işitmesi normal olan 90 sağlıklı gönüllüye (51K/ 39 E, ;Ortalama yaş  $20\pm 1,1$ ) müzik maruziyeti öncesi, 30 dakika müzik maruziyeti sonrası ve müzik maruziyeti dinlenme sonrası; saf ses odyometri, yüksek frekans odyometri, Transient Otoakustik Emisyon ve Distorsiyon Ürünü Otoakustik Emisyonlar ile odyolojik değerlendirme yapılmıştır. Tüm bu uygulama sırasıyla hem 85,4 dBA hem de 45,4 dBA şiddetindeki müzik uyarısıyla tekrarlanmıştır.

Saf ses odyometri ve yüksek frekans odyometri sağ kulak-sol kulak, müzik maruziyet öncesi-sonrası ve 85,4 dBA-45,4 dBA karşılaştırmalarında önemli bir farklılık gözlenmedi. Transient Otoakustik Emisyon için sağ kulak-sol kulak karşılaştırmasında belli frekanslarda sağ kulak emisyon değerleri sol kulak emisyon değerlerinden istatistiksel olarak daha yüksek bulundu ( $p<0,05$ ). Müzik maruziyet öncesi-sonrası karşılaştırmada Transient Otoakustik Emisyon değerlerinde müzik maruziyeti sonrası istatistiksel olarak düşüş gözlendi ( $p<0,05$ ). 85,4 dBA-45,4 dBA müzik uyarısında yapılan karşılaştırmada istatistiksel anlamda önemli farklılıklar gözlenmedi ( $p>0,05$ ). Distorsiyon Ürünü Otoakustik Emisyonlar için sağ kulak-sol kulak karşılaştırmasında belli frekanslarda sağ kulak emisyon değerleri sol kulak emisyon değerlerinden istatistiksel olarak yüksek bulundu ( $p<0,05$ ). Müzik maruziyeti sonrası Distorsiyon Ürünü Otoakustik Emisyonlar

değerlerinde belli frekanslarda maruziyet sonrasında istatistiksel olarak anlamlı düşüşler bulundu ( $p < 0,05$ ). 85,4 dBA-45,4 dBA müzik uyarısında yapılan karşılaştırmada istatistiksel anlamda önemli farklılıklar gözlenmedi ( $p > 0,05$ ). Çalışmamız sonucunda müzik maruziyetinin işitme fonksiyonu üzerindeki etkisi objektif ve sübjektif odyolojik testlerle değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda sübjektif testlerde istatistiksel anlamlılık elde edilmese de, objektif testlerde maruziyet sonrası anlamlı farklılık elde edilmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlar müzik maruziyeti sonrası işitme fonksiyonlarının negatif yönde etkilendiğini göstermiştir.

**Anahtar kelimeler:** Gürültü Maruziyeti, Geçici Eşik Değişikliği, Müzik Maruziyeti, Transient Otoakustik Emisyon, Distorsiyon Ürünü Otoakustik Emisyonlar

**STUDY OF THE EFFECTS OF LISTENING TO MUSIC THROUGH  
EARPHONES ON LISTENING FUNCTIONS OF YOUNGSTERS  
AGED 18-25**

**SUMMARY**

This study was planned to evaluate the effects of music exposure on hearing functions by evaluating the hearing system before and after music exposure in normal hearing subjects aged between 18-25 years.

After obtaining the approval of the ethics committee, 90 healthy volunteers (51F /39 M; mean age  $20\pm 1,1$ ) with typical hearing were evaluated before music exposure, after 30 minutes of music exposure, and later on relaxing of exposure to music via pure sound audiometry, high frequency audiometry, Transient Evoked Otoacoustic Emissions and Distortion Product Otoacoustic Emissions. All these

The comparison between pure sound audiometry and high frequency audiometry, and right ear-left ear, pre-post-music exposure and 85.4 dBA-45.4 dBA; hasn't been resulted in a significant difference. In the right ear-left ear comparison for Transient Evoked Otoacoustic Emissions, right ear emission values were found to be statistically higher than left ear emission values at certain frequencies ( $p < 0.05$ ). After music exposure There was a statistically significant decrease in Transient Evoked Otoacoustic Emissions values pre-post-music exposure ( $p < 0.05$ ). No statistically significant differences were observed in the comparison of 85.4 dBA-45.4 dBA music stimulus ( $p > 0.05$ ). In the right ear-left ear

comparison for Distortion Product Otoacoustic Emissions, right ear emission values were found to be statistically higher than left ear emission values at certain frequencies ( $p < 0.05$ ). There was a statistically significant decrease in Distortion Product Otoacoustic Emissions values before and after music exposure after exposure at certain frequencies ( $p < 0.05$ ). No statistically significant differences were observed in the comparison of 85.4 dBA-45.4 dBA music stimulus ( $p > 0.05$ ).

At the end of the study, the effect of music exposure on hearing function was evaluated via objective and subjective audiological tests. Although there was no statistical significance in subjective tests as a result of the evaluation, a significant difference was obtained in objective tests after exposure. The results showed that hearing functions were negatively affected after music exposure.

**Key words:** Noise Exposure, Temporary Threshold Shift, Music Exposure, Transient Evoked Otoacoustic Emissions, Distortion Product Otoacoustic Emissions



## KAYNAKLAR

1. Esmer N, Akiner MN, Karasalihoğlu AR, Saatçi MR. Sesin fiziksel özellikleri. Klinik Odyoloji. 1. Baskı, Ankara: Özişik Matbaacılık; 1995.p.1-15.
2. Güler, Ç. Çobanoğlu, Z. Gürültü, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No. 19, TC Sağlık Bakanlığı Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü, TC Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, ISBN 975-7572-44-6, Ankara 1994. p11.
3. Akyıldız AN. Kulak hastalıkları ve mikrocerrahisi. Cilt 1 Ankara: Bilimsel Tıp Yayınevi 1998:1-71, 77-102,143-97, 62-72, 22-57.
4. Akyıldız N. Gürültüye bağlı sensörinöral işitme kayıpları. Akyıldız N. (editör). Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi Cilt II'de. Ankara: Bilimsel Tıp Yayınevi; 2002.s.415-430.
5. Alberti PW, Symons F, Hyde ML. Occupational hearing loss. The significance of asymmetrical hearing thresholds. Acta Otolaryngol 1979;87(3-6):255–263. doi: 10.3109/00016487909126417.
6. McNeill K et al. MP3 player listening habits of 17 to 23 year old university students. The Journal of the Acoustical Society of America 2010;128(2): 646-653.
7. Widén SE. et al. Headphone listening habits and hearing thresholds in swedish adolescents. Noise & Health 2017;19(88):125.
8. Fligor BJ, Cox LC. Output levels of commercially available portable compact disc players and the potential risk to hearing. Ear and Hearing 2004;25(6):513-527.

9. Erdoğan AA. Gürültüye bağlı işitme kayıpları. Belgin E (Editör), Şahlı S (Yard. Editör) Temel Odyoloji'de. Ankara: Güneş Tıp Kitapevleri;2015.s.383-404.
10. Kemaloğlu YK, Tutar H. Gürültüye bağlı işitme kayıpları ve akustik travma. Türkiye Klinikleri Ear Nose and Throat-Special Topics 2013;6(1):44-54.
11. Katz J, et al. Handbook of clinical audiology. Wolters Kluwer;2014,p. 595-616.
12. Alınışık Erdoğan A, Gürültüye bağlı işitme kayıpları. Belgin E, Şahlı AS. Temel odyoloji. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri;2015, p.383-404.
13. Ekerbiçer HÇ, Saltık A. Endüstriyel gürültünün insan sağlığı üzerine etkileri ve korunma yöntemleri. TAF Prev Med Bull 2008;7(3):261-264.
14. Sliwinska-Kowalska M, Davis, A. Noise-induced hearing loss. Noise ve Health 2012;14(61):274-80.
15. Tanrikulu N, Şenkal ÖA, Aydın E, Özlüoğlu, L Tekindal, MA. Üniversite öğrencilerinin kulaklıkla müzik dinleme alışkanlıklarının işitme eşikleri üzerine etkisi: başkent üniversitesi örneği. KBB ve BBC Dergisi 2013; 21(3):93-103.
16. Belgin E. Gürültüye bağlı işitme kayıpları. Belgin E, Şahlı AS (ed). Temel Odyoloji'de. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri; 2015.p.27-55;19-25.
17. Neal C, S Kennon-McGill, A Freemyer, Shum A Staecker H, Durham D. Hair cell counts in a rat model of sound damage: Effects of tissue preparation & identification of regions of hair cell loss. Hearing Research 2015;120–132
18. Lee GJC. et al. The music listening preferences and habits of youths in Singapore and its relation to leisure noise-induced hearing loss. Singapore Medical Journal 2014;55(2):72-77. doi:10.11622/smedj.2014018
19. Nelson DI, Nelson, RY, Concha-Barrientos M, Fingerhut M. The global burden of occupational noise-induced hearing loss. American Journal Of Industrial Medicine 2005;48(6):446-458.
20. Bhagat SP, Davis AM. Modification of otoacoustic emissions following ear-level exposure to MP3 player music. Int J Audiol 2008;47(12):751–60.
21. Fay R, Henderson D, Le Prell C, Popper A. Noise-Induced Hearing Loss. [Electronic Resource] : Scientific Advances [e-book]. New York, NY : Springer New York : Imprint: Springer, 2012.; 2012. Available from: Anadolu University Library Catalog, Ipswich, MA. Accessed May 16, 2016.
22. Kemp DT. Stimulated acoustic emission from within the human auditory system. J Acoust Soc Am 1978;64:1386 – 91.

23. Karasalihoğlu AR. Kulak burun boğaz hastalıkları ve baş-boyun cerrahisi. 3. Baskı. Ankara: Güneş Kitabevi; 2003.s.3-14.
24. Aslan A. Kulak anatomisi. Koç C (Editör). Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş- Boyun Cerrahisi'nde. Ankara: Güneş Tıp Evleri; 2013.p.47-63.
25. JJ Ballenger, JB Snow, Gerek M. Ballenger's , Kulak Burun Boğaz (Baş ve Boyun Cerrahisi). 100. Yıl Baskı, İstanbul Palme Yayınevi;2014
26. Bailey JB, Johnson JT. Baş ve boyun cerrahisi-otolarenoloji. 2. Cilt, 4. Baskı. Lippincott Williams and Wilkins; 2011.s.1883.
27. DeWeese DD, Saunders WH, Schuller DE, Schleuning AJ. Otolaryngology-head and neck surgery. 7th ed. St Louis: Mosby; 1988.
28. Samuelson C, Friedland D. Anatomy of the auditory system. In: Flint P, Haughey B, Lund V, Niparko J, Richardson M, Robbins K, Thomas J (eds). Cumming' s Otolaryngology Head and Neck Surgery. Elsevier: Philadelphia,, 2010:1831.
29. Hallowell D, Silverman SR. Hearing and deafness. 4th edition. Thomson Learning 1978.p.46
30. Swartz JD. et al. Panel 2: Eustachian tube, middle ear, and mastoid— anatomy, physiology, pathophysiology, and pathogenesis. Otolaryngology—Head and Neck Surgery 2012;148(4S):26-36.
- 31.Lee KJ. Essential otorhinolaryngology, head and neck surgery, 10th edition. McGraw-Hill Companies 2012.p.24-65.
32. Møller, Aage, and Aage R Miller. Hearing : Anatomy, Physiology, and Disorders of the Auditory System, Third Edition, Plural Publishing, Incorporated, 2012. ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/trakya/detail.action?docID=1886758>.
33. Hixon T. et al. Preclinical speech science: Anatomy, physiology, acoustics, and perception, 3rd edition, Plural Publishing, 2018. ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/trakya/detail.action?docID=5509496>.
34. Cruz OLM. Kafa tabanı, temporal kemik, dış kulak ve orta kulak anatomisi. Cummings CW, (Ed.). Cummings Otolaringoloji Baş ve Boyun Cerrahisi'nde. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri; 2007.p.2801-14.
- 35.Volandri G. et al. Biomechanics of the tympanic membrane. Journal of Biomechanics 2011;44(7):1219-1236.

36. Britannica Educational Publishing Staff. Ear, nose, and throat. Rogers K. (Ed). Rosen Publishing Group; 2011. ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/trakya/detail.action?docID=798361>.
37. Gilberto N. et al. Pars tensa and tympanicomalleal joint: proposal for a new anatomic classification. European Archives of Oto-Rhino-Laryngology 2019; 276(8):1-8.
38. Ömür M, Dadaş B. Klinik baş ve boyun anatomisi. Cilt 1, İstanbul: Ulusal Tıp Kitabevi; 1996. s.181-213.
39. Gelfand S. Essentials of audiology, Thieme Medical Publishers, Incorporated, 2016. ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/trakya/detail.action?docID=4420004>.
40. Som PM, Curtin HD. Head and neck imaging, 4th edition. St.Louis, Mosby Inc.;2003.p.1058-71.
41. Çakır N. Otolaringoloji baş ve boyun cerrahisi. 2. Baskı. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi; 1999.s.18-37,68-72.
42. Devranoğlu İ, Akkın S. Dış ve orta kulak anatomisi. Devranoğlu İ (Ed). Dış ve Orta Kulak Cerrahisi'nde: İstanbul, Deomed Yayıncılık;2011.s.1-10.
43. Paltura, Ceki, et al. Eustachian tube diameter: Is it associated with chronic otitis media development?. American Journal of Otolaryngology 2017;38(4):414-6.
44. Donaldson JA, Duckert LG. Anatomy of the ears. In: Paparella MM, Shumrick DA, Gluckman JL, Meyerhoff WL (Eds.). Otolaryngology Vol.1, 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders Co.; 1991.p.23-58.
45. Wright A. Anatomy and ultrastructure of the human ear. In: Keer AG, Gleeson M (Eds.). Scott-Brown's Otolaryngology. Vol.1, 6th ed. London: Butterworth-Heinemann Publish; 1997.p.1-50.
46. Robles L, Ruggero MA. Mechanics of the mammalian cochlea. Physiological Reviews 2001;81(3):1305-1352.
47. Xie B. Head-related transfer function and virtual auditory display. J. Ross Publishing; 2013.
48. Bulut, E. Corti Organı Frekans Seçiciliğinde Dış Tüylü Hücrelerin Rolü. (Doktora Tezi). Edirne: Trakya Üniversitesi;2009.
49. Santi PA, Mancini P. Koklear anatomi ve santral işitme yolları (Çeviri: F. Karayel). Koç C (Editör). Cummings Otolaringoloji Baş ve Boyun Cerrahisi'nde. Cilt 4, Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri; 2007.s.3373-97.

- 50.Fritzsch, Bernd, et al. Inner ear development: building a spiral ganglion and an organ of Corti out of unspecified ectoderm. *Cell and Tissue Research* 2015; 361(1):7-24
- 51.Raphael Y, Altschuler RA. Structure and innervation of the cochlea. *Brain Res Bull.* 2003;60(5-6):397-422.
- 52.Lim, DJ. Functional structure of the organ of Corti: a review. *Hearing Research* 1986;22(1-3):117-146.
- 53.Lizuka-Kogo A. Spatiotemporal coordination of cellular differentiation and tissue morphogenesis in organ of Corti development. *Medical Molecular Morphology* 2018;51(2):65-81.
- 54.Özdemir S. İç Kulak, işitme siniri ve santral koklear yolların fizyolojisi. Önerci M, Güneri EA, (Editörler). *Nörootoloji'nde*. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Hastaneleri Basımevi; 2016.p.26–34.
- 55.Goutman JD, Elgoyhen AB, Gomez-Casati ME. Cochlear hair cells: The sound-sensing machines. *FEBS Lett.* 2015;589(22):3354-61.
- 56.Friedman RA. *Anatomi ve fizyoloji (çeviri: Ç. Kaleli)*. Kaleli Ç (Editör). *Otolaringoloji temel bilgiler*. İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri; 2003.s.3-12.
57. Lonsbury-Martin BL, Martin GK, Luebke AE. Physiology of the auditory and vestibular systems. In: Ballenger JJ, Snow JB (Eds). *Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery*. 15th ed. Philadelphia: Williams and Wilkins; 1996.p.879-929
58. Pickles CF, James O. *An Introduction to the physiology of hearing*, 4th ed. Bingley, UK: Emerald Group Publishing Limited; 2012.p.211, 215-217, 238.
59. Mills JH, Khariwala SS, Weber PC. İşitmenin anatomi ve fizyolojisi (Çeviri: B. Şerbetçioğlu). Korkut N (Editör). *Baş ve Boyun Cerrahisi'nde*. Cilt 2, Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri;2011.s.1883-903.
60. Arnesen AR, Osen KK. The cochlear nerve in the cat: Topography, cochleotomy, fiber spectrum. *J Comp Neurol* 1978;178:661.
61. Silverstein H. Cochlear and vestibular gross and histologic anatomy (as seen from postauricular approach). *Otolaryngol Head Neck Surgery* 1984;92:207-211.
62. Muş N, Özdamar Ö. İşitsel beyin sapı cevaplarının oluşma mekanizması. Ankara; 1996.p.59-67.
63. Cumming JW, Flint PW, Harker LA, Haughey BH, Schüller DE. 4th ed. Vol 4. Section 149. Cochlear anatomy and central auditory pathways. St. Louise: Mosby

Year Book; 2005.

64. Lysakowski A. Vestibüler uç organ ve sinir yollarının anatomisi (Çeviri: B. Dadaş, A. T. Koşar ). Koç C (Editör). Cummings Otolaringoloji Baş ve Boyun Cerrahisi'nde. Cilt 4, Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri; 2007.s.3089-114.

65. Flint PW et al. Cummings otolaryngology head and neck surgery vol 2. 5th ed. Philadelphia: Mosby, 2010:1831-7.

66. Zeigelboim BS., et al. Central auditory processing in patients with spinocerebellar ataxia. Hearing Research 2015;324:235-244

67. Schuknecht HF, Pathology of the ear. Leaf and Febinger, 1993.p.345-63.

68. Devren M. Gürültüye Bağlı İşitme Kayıplı Olguların Odyolojik Bulguları ve Psiko-Sosyal Yönden Karşılaştırılması (Tez). Edirne: Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi;1999.

69. John HM, Waren YA. Anatomy and physiology of hearing. In: Bailey BJ (Ed). Otolaryngol Head Neck Surgery Vo1.2, Philedelphia: JB Lippincott Co; 1993.p.1441

70. Abbas PJ, Miller CA. Physiology of the auditory system. In: Cummings CW, Fredrickson LM, Harker LA, Krause CJ, Richardson MA, Schuller DE (Editors). Otolaryngology Head and Neck Surgery vol.4, 3th ed. St. Louis Missouri: Mosby Year Book Inc; 1998. p.2831-74.

71. Saha R. et al. Morphological variations of middle ear ossicles and its clinical implications. Journal of Clinical And Diagnostic Research (JCDR) 2017;11(1):1-4.

72. Bluestone CD. Physiology of the middle ear and eustachian tube. In Paparella MM, Shumrick DA, Gluckman JL, Meyerhpff WL (Editors). Otolaryngology. 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders Company; 1991.p.163–97.

73. Guyton AC, Hall JE. Textbook of Medical Physiology. 7th ed. Philadelphia: WB Saunders Company; 1986.

74. Guyton AC, Hall JE. Tıbbi fizyoloji. 11. Basım. Nobel Tıp Kitabevleri 2007;83(7):1056-7.

75. Kanlıkama M. İşitme fizyolojisi. In: Çelik O (editör). Otoloji ve Nörootoloji, 1. Baskı, İstanbul: Elit Ofset Matbaacılık; 2013.p.59-84.

76. American Speech Language Hearing Assosiation (ASHA). (Central) Auditory processing disorders Working group on auditory processing disorders. Technical Report,2005,1.

77. Moller RA. Hearing: Its physiology and pathophysiology. 1.ed. Dallas: Academic Press; 2000.p.5-24.
78. Guyton AC, Hall JE. The sense of hearing. Textbook of Medical Physiology, 11.th ed. Elsevier Inc; 2006.p.651-660.
79. Belgin E. İşitme fizyolojisi. Koç C (Editör). Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş- Boyun Cerrahisi'nde. Ankara: Güneş Tıp Evleri; 2013.s.65-72.
80. Goodwin, J. Acoustics and electroacoustics, In: Kerr, AG, Grooves J (eds.) Scott- Brown's Otolaryngology. 5th edition, Vol1. Basic Sciences London; 1987.p.1-67.
81. Brenda L, Lonsbury-Martin, Martin GK. Coats AC. Physiology of the auditory and vestibular systems. In Ballenger JJ (ed). Diseases of the Nose, Throat, Ear, Head and Neck. Lea & Febiger; 1991.p.948-1005.
82. Public Health Service. Healthy People 2000: National Health Promotion and Disease Prevention Objectives; DHHS Publication No. (PHS) 90-50212 Washington DC: US Government Printing Office; 1990.
83. Evans G, Bullinger M, Hygge S. Chronic noise exposure and physiological response: A prospective study of children living under environmental stress. Psychol. Sci. 1998;9:75-77.
84. Çetin O. OAL'de gürültüye bağlı işitme kayıplarının incelenmesi. Madencilik Dergisi 2000;(Eylül-Aralık):39-45
85. Portnuff CDF. Reducing the risk of music-induced hearing loss from overuse of portable listening devices: understanding the problems and establishing strategies for improving awareness in adolescents. Adolescent Health, Medicine and Therapeutics 2016;7:27-35.
85. Kenar F, Ayçiçek A. Endüstriyel odyoloji ve gürültüye bağlı işitme kayıpları. Türkiye Klinikleri J E.N.T.-Special Topics 2015;8(2):132-6.
86. Passchier-Vermeer W, Wim FP. Noise exposure and public health. Environmental health perspectives 2000; 108(1):123-131.
87. Stansfeld SA, Matheson MP. Noise pollution: non-auditory effects on health. British Medical Bulletin 2003; 68(1):243-257.
88. Ersoy A, Koc ER, Sahin S, Duzgun U, Acar B, Ilhan A. Possible effects of rosuvastatin on noise-induced oxidative stress in rat brain. Noise Health, 2014;16(68):18-25
89. Rabinowitz PM. Noise-induced hearing loss. American Family Physician

2000;61(9):2759-2760.

90. Basner M. et al. Auditory and non-auditory effects of noise on health. *The Lancet* 2014;383(9925):1325-1332.

91. Kırkım G. İmmitansmetrik değerlendirme yöntemleri. Belgin E, Şahlı AS (ed). *Temel Odyoloji*'de. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri; 2015.p.105-112.

92. Watters GWR, Jones JE, Freeland AP. The predictive value of tympanometry in the diagnosis of middle ear effusion. *Clinical Otolaryngology & Allied Sciences* 1997;22(4):343-345.

93. Thomsen KA. The origin of impedance audiometry. *Acta oto-laryngologica* 1999,119(2):163-165.

94. Lutman, ME. Phasor admittance measurements of the middle ear I. theoretical approach. *Scandinavian Audiology* 1984;13(4):253-264.

95. Gold T. Heraing II. the physical basis of the action of the cochlea. *Proc R Soc Lond B.* 1948:135;492-8.

96. Hall JW, Baer JE, Chase PA, et al. Clinical application of otoacoustic emissions: What do we know about factors influencing measurement and analysis? *Otolaryngol Head Neck Surg* 1994;110:22- 8.

97. Nozza RJ, Sabo DL, Mandel EM. A role for otoacoustic emissions in screening for hearing impairment and middle ear disorders in school-age children. *Ear Hear.* 1997;18:227- 39.

98. Jean KM, Linthicum FH. JR. *Auditory System.* Los Angeles: House Ear Institute 2004;1241-1300.

99. Julie L, Hazelbaker MA. Effect of bone conduction transducer placement of distortion production otoacoustic emission, *The Ohio State University* 2004; 5-114. Available from: URL:<http://etd.ohiolink.edu>. Erişim Tarihi: 25.05.2019

100. Brownell W.E. Outer hair cell electromotility and otoacoustic emissions. *Ear Hear* 1990;11:82-92.

101. Cacace AT. *Scientific foundations of audiology : Perspectives from physics, biology, modeling, and medicine,* Kleine, Emile et al. (Ed), Plural Publishing, Incorporated, 2015. ProQuest Ebook Central,102.Probst R, Harris FP: Otoacoustic emissions. *Adv Otorhinolaryngol* 1997;53:182-204.

103. Martin GK, Probst R, Lonsbury-Martin BL. Otoacoustic emissions in human ears: normative findings. *Ear Hear* 1990,11:106-20.



104. Dağlı AŞ. Distortion product otoakustik emisyonlar (Uyarı/cevap eğrileri). K.B.B. ve Baş Boyun Cerrahisi Dergisi 1996;4(2):140-2
105. Janssen T, Müller J. Otoacoustic emissions as a diagnostic tool in a clinical contex. In: Manley GA, Fay RR, Popper AR (eds). Active processes and otoacoustic emissions in hearing. 1 st ed. New York:Springer; 2008.p.421-60.
106. şerbetçioğlu B, Gürkan S, Mungan S. ABR ve OAE testlerinin klinik önemi ve uygulama prensipleri. Türkiye Klinikleri J E.N.T.-Special Topics 2012;5(2):51-61
107. Plinkert PK, Bootz F, Vossieck T. Influence of static middle ear pressure on transiently evoked otoacoustics emissions and distortion products. Eur Arch Otorhinolaryngol 1994;251(2):95-9.
108. Bright KE. Spontaneous otoacoustic emissions. In: Robinette MS, Glatke TJ (Eds). Otoacoustic Emissions. 2nd ed. New York: Thieme Medical Puplichers Inc; 2002. p.74-94.
109. Harris FP, Probst R. Otoacoustic emissions and audiometric outcomes. In: Robinette MS, Glatke TJ (eds.): Otoacousti Emissions: Clinical Applications. New York, Thieme: 1997.pp.151–180.
110. Avan P, Bonfils P. Distortion-product otoacoustic emission spectra and high resolution audiometry in noise-induced hearing loss. Hear Res. 2005;209:68- 75.
111. Bulut E. et al. Genç bireylerde müzik maruziyeti sonrası olivokoklear efferent sistem aktivasyonunun değerlendirilmesi. Journal of Academic Research in Medicine 2018;8(3):38-44.
112. Judkins RF, Li H. Surgical anatomy of the rat middle ear. Otolaryngol Head Neck Surg 1997;117:438–47.
113. Kemp DT. Otoacoustic emissions, travelling waves and cochlear mechanisms. Hear Res. 1986;22:95–104.
114. Kemp DT. Otoacoustic emissions, their origin in cochlear function and use. British Medical Bulletin 2002; 63: 223-241
115. Johnson KC. Audiologic assessment of children with suspected hearing loss. Otolaryngol Clin North Am 2002;35(4):711-32.
116. Glatke TJ, Robinette MS. Transient evoked otoacoustic emissions. In: Robinette MS, Glatke TJ (Eds). Otoacoustic Emissions. 2nd ed. New York: Thieme Medical Puplichers Inc; 2002.p.95-115.

117. Hall JW. III. Distortion product and transeint evoked oaes: Nonpatahologic factors infeuncing measurment. handbook of otoaoustic emissions. Singular Publishing Group: 2000;2- 269.
118. Musiek FE, Rintelmann FE. Otoacoustic emission in Clinical Praticce, Contempory perpective in Hearing Assessment Ally and Bacon 1999;167-170.
119. Sassi FC, Matas CG, de Mendonça LI, de Andrade CR. Reprint of: stuttering treatment control using P300 event-related potentials. J Fluency Disord 2011;36: 308-17.
120. Buckey JC, et al. DPOAE level mapping for detecting noise-induced cochlear damage from short-duration music exposures. Noise & Health 2015;17(78): 263.
121. Lonsbury-Martin BL, Martin GK. Noise induced hearing loss. In: Cummings CW, Fredrickson JM, Harker LA, et al ed. Otolaryngology Head&Neck Surgery. Mosby-Year Book 1998.4. pp.2906- 2925.
122. Davis B, Qiu W, Hamernik RP. Sensitivity of distortion product otoacoustic emissions in noise-exposed chinchillas. J Am Acad Audiol. 2005;16: 69- 78.
123. Brown AM, McDowell B, Forge A. Acoustic distortion products can be used to monitor the effects of chronic gentamicin treatment. Hear Res.1989;42:143- 56.
124. Hatzopoulos S, Di Stefano M, Campbell KC, et al. Cisplatin ototoxicity in the Sprague Dawley rat evaluated by distortion product otoacoustic emissions. Audiology 2001;40:253-64.
125. Akyıldız N. Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi. Cilt 1. Ankara Bilimsel Tıp Yayınevi; 2002,1-87
126. Lonsbory-Martin BL, Martin G. A review of otoacoustic emissions. J Acoust Soc Am. 1991;89:2027–67.
127. Yılmaz Ş. Otitis Medya Öyküsü Olan Gençlerde Otoakustik Emisyonlar. Karşılaştırılması (Tez). Edirne: Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi;2003.
128. Naik K, Pai S. High frequency hearing loss in students used to ear phone music: A randomized trial of 1,000 students. Indian Journal of Otology. 2014;20(1):29-32.
129. Smith PA. et al. The prevalence and type of social noise exposure in young adults in England. Noise and Health 2000;2(6):41-56.
130. Chung JH., et al. Evaluation of noise-induced hearing loss in young people using a web-based survey technique. Pediatrics 2005;115(4):861-867.

131. Dokur Ş, et al. Endüstriyel gürültü sorunu ve korunma. Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi 2015;6(21):17-24.
132. Hussain, Timon, et al. "Early Indication of Noise-Induced Hearing Loss in Young Adult Users of Personal Listening Devices." *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology* 2018;127(10):703-709.
133. Zhao, F, et al. Music exposure and hearing disorders: An Overview. *International Journal Of Audiology* 2010;49(1):54-64.
134. Noise and Hearing Loss. In: National Institutes of Health. Consensus Development Conference Statement. Edited by: Services USDoHH. Bethesda, MB: 1990
135. World Health Organization. Hearing loss due to recreational exposure to loud sounds: a review. No. 9789241508513. World Health Organization, 2015;1-38.
136. Mamedova L. et al. Study of ultrastructural changes on the cochleae caused by various intonations used in classical music. *Asian Journal of Cell Biology* 2008;3(2):72-79.
137. Kim MG, et al. Hearing threshold of Korean adolescents associated with the use of personal music players." *Yonsei Medical Journal* 2009;50(6):771-776.
138. Mehrparvar AH., et al. High-frequency audiometry: a means for early diagnosis of noise-induced hearing loss. *Noise and Health* 2011;13(55):402.
139. Peng, JH, Tao ZZ, Huang ZW. Risk of damage to hearing from personal listening devices in young adults. *Journal of Otolaryngology* 2007;36(3):181-185.
140. Ahmed, HO., et al. High-frequency (10–18 kHz) hearing thresholds: reliability, and effects of age and occupational noise exposure. *Occupational Medicine* 2001;51(4):245-258.
141. Vinck BM, Van Cauwenberge PB, Leroy L, Corthals P. Sensitivity of transient evoked and distortion product otoacoustic emissions to the direct effects of noise on the human cochlea. *Audiology* 1999;38(1):44–52
142. Balatsouras DG. The evaluation of noise-induced hearing loss with distortion product otoacoustic emissions. *Med Sci Monit* 2004;10(5):218–22.
143. Trzaskowski B. et al. Otoacoustic emissions before and after listening to music on a personal player. *Medical Science Monitor: International Medical Journal Of Experimental And Clinical Research* 2014;20:1426-31.

144. Attias J, Horovitz G, El-Hatib N, Nageris B. Detection and clinical diagnosis of noise-induced hearing loss by otoacoustic emissions. *Noise and Health* 2001;3(12):19-31.
145. Montoya FS, et al. Evaluation of cochlear function in normal-hearing young adults exposed to MP3 player noise by analyzing transient evoked otoacoustic emissions and distortion products. *Journal of Otolaryngology--Head & Neck Surgery* 2008;37(5).
146. Marshall, Marshall, Lynne, Judi A. Lapsley Miller, and Laurie M. Heller. Distortion-product otoacoustic emissions as a screening tool for noise-induced hearing loss. *Noise and Health* 2001;3(12):43.
147. Keppler H, et al. Short-term auditory effects of listening to an MP3 player. *Archives of Otolaryngology--Head & Neck Surgery* 2010;136(6):538-548.
148. Strasser H, Irle H, Scholz R. Physiological cost of energy-equivalent exposures to white noise, industrial noise, heavy metal music, and classical music. *Noise Control Engineering Journal* 1999;47(5): 87-197.
149. Strasser H, Irle H, Legler R. Temporary hearing threshold shifts and restitution after energy-equivalent exposures to industrial noise and classical music. *Noise and Health* 2003;5(20):75-84.
150. Turunen-Rise I, Flottorp G, Tvette O. Personal cassette players ('Walkman'). Do they cause noise-induced hearing loss?. *Scandinavian Audiology* 1991;20(4):239-244.

## ŞEKİLLER LİSTESİ

### TABLolar

<b>Tablo 1.</b> MMÖ,MMS ve MMDS, sağ ve sol kulak impedans odyometri ortalama değerleri .....	36
<b>Tablo 2.</b> Olguların 85,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS, sağ ve sol kulak saf ses hava yolu işitme eşik değerleri .....	37
<b>Tablo 3.</b> Olguların 45,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS, sağ ve sol kulak saf ses hava yolu işitme eşik değerlerinin karşılaştırması .....	38
<b>Tablo 4.</b> Olguların 85,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS saf ses hava yolu işitme eşik değerleri tekrarlı ölçümlerin karşılaştırması .....	39
<b>Tablo 5.</b> Olguların 85,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS yüksek frekans hava yolu işitme eşik ortalamaları, grup içi tekrarlı ölçümlerin karşılaştırması .....	40
<b>Tablo 6.</b> Olguların 45,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS Saf Ses Odyometri hava yolu ortalamaları, grup içi tekrarlı ölçümlerin değerleri.....	41
<b>Tablo 7.</b> Olguların 45,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS yüksek frekans odyometri hava yolu eşik ortalamaları grup içi tekrarlı ölçümlerin değerleri.....	42
<b>Tablo 8.</b> Olguların 85,4 dB ile 45,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS saf ses odyometri hava yolu işitme eşik değerlerinin farkları arasındaki ilişkinin incelenmesi .....	44
<b>Tablo 9.</b> Olguların 85,4 dB ile 45,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS yüksek frekans odyometri hava yolu işitme eşik değerlerinin farkları arasındaki ilişkinin incelenmesi .....	44
<b>Tablo 10.</b> Olguların sağ ve sol kulaklarından elde edilen 85,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS,TEOAE S/N-R yanıtları .....	45

<b>Tablo 11.</b> Olguların 45,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS sağ ve sol kulaklarından elde edilen, TEOAE S/N-R yanıtları .....	48
<b>Tablo 12.</b> Olguların 85,4 dB, TEOAE S/N-R yanıtları grup içi tekrarlı ölçümlerin incelenmesi .....	51
<b>Tablo 13.</b> Olguların 45,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS, TEOAE S/N-R yanıtları grup içi tekrarlı ölçümlerin incelenmesi.....	54
<b>Tablo 14.</b> Olguların 85,4 dB ile 45,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS TEOAE S/N-R yanıtları gruplar arası ölçümlerin karşılaştırması .....	57
<b>Tablo 15.</b> Olguların sağ ve sol kulaklarından elde edilen 85,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS, DPOAE S/N-R yanıtları (dB SPL).....	60
<b>Tablo 16.</b> Olguların sağ ve sol kulaklarından elde edilen 45,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS, DPOAE S/N-R yanıtları (dB SPL).....	64
<b>Tablo 17.</b> Olguların 85,4 dB MMÖ, MMS, MMDS) sağ kulak-sol kulak grup içi tekrarlı ölçümlerin DPOAE S/N-R yanıtları (dB SPL).....	65
<b>Tablo 18.</b> Olguların 45,4 dB MMÖ, MMS, MMDS DPOAE S/N-R yanıtları ortalamaları sağ kulak-sol kulak grup içi tekrarlı ölçümlerin karşılaştırması .....	67
<b>Tablo 19.</b> Olguların 85,4 dB ile 45,4 dB MMÖ,MMS ve MMDS DPOAE S/N-R yanıtları sağ-sol kulak gruplar arası tekrarlı ölçümlerin karşılaştırması .....	69

## ÖZGEÇMİŞ

1992 yılında Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nde doğdum. Lise eğitimimi 2010 yılında Karpaz Meslek Lisesi'nde, lisans eğitimimi 2014 yılında Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Zihin Engelliler Öğretmenliği bölümünde tamamladım. 2014 yılında Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları bölümünde yüksek lisansına başladım.

### **Yayınlar:**

- 1) Çetrez-İscan G, Nurçin E, Fazlıoğlu Y. Effect of most-to-least prompting procedure on dressing skill of students with autism. *Educational Research and Reviews* 2016;11(18):1766-1774.
- 2) Yılmaz Ş, Taş M, Nurçin E, Bulut E. Assessment of reduced tolerance to sound (hyperacusis) in university students. *Noise & Health* 2017;19(87):73-80.
- 3) Bulut E. et al. Genç bireylerde müzik maruziyeti sonrası olivokoklear efferent sistem aktivasyonunun değerlendirilmesi. *Journal of Academic Research in Medicine* 2018;8(3).

**EKLER**





# EK 1

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10



T.C  
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ  
Tıp Fakültesi Dekanlığı

Sayı: B.30.2.TRK.0.20.05.04/ 060.04.02/10373  
Konu:


28/12  
EDİRNE  
25 Aralık 2015

Yrd. Doç. Dr. Memduha FAŞ  
Sağlık Bilimleri Fakültesi

Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu'nun 23.12.2015 tarihli toplantısında almış olduğu, yürütücüsü olduğunuz, "18-25 Yaş Gençlerde Cep Telefonundan Kulaklıkla Müzik Dinlemenin İşitme Fonksiyonları Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi" adlı TÜTF-BAEK 2015/207 protokol no.lu Yüksek Lisans Öğrencisi Elçin NURÇİN'in tez çalışmasına ait 03 no.lu karar;

"Yenidoğan 1. Basamak İşitme Taramasını Geçemeyen Bebeklerde İleri Odyolojik Değerlendirme Sonuçlarının ve Risk Faktörlerinin İncelenmesi" adlı TÜTF-BAEK 2015/216 protokol no.lu çalışmanıza ait 04 no.lu karar ekte gönderilmiştir.

Bilgilerinizi arz ederim.

  
Prof. Dr. Nurettin AYDOĞDU  
Dekan a  
Dekan Yardımcısı

Ek 2 sayfa

## EK 2

### T.C. TRAKYA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU Edirne, Türkiye

<b>ARAŞTIRMA BAŞVURUSU ONAY BAŞVURU BİLGİLERİ</b>	PROTOKOL KODU	TÜTF-BAEK 2015/207	
	PROTOKOL ADI	18-25 Yaş Gençlerde Cep Telefonundan Kulaklıkla Müzik Dinlemenin İşitme Fonksiyonları Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi	
	SORUMLU ARAŞTIRICI ÜN VANI / ADI	Yrd Doç Dr Memduha TAŞ	
	ARAŞTIRMA MERKEZİ		
	DESTEKLEYİCİ		
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	Tek Merkez Ulusal	Çok Merkez Uluslararası
<b>KARAR BİLGİLERİ</b>	Karar No: 23/03		Tarih: 23.12.2015
	Üniversitemiz Sağlık Bilimleri Fakültesi Öğretim Üyesi Yrd. Doç. Dr. Memduha TAŞ'ın sorumluluğunda yapılması planlanan ve yukarıda başvuru bilgileri verilen Yüksek Lisans Öğrencisi Elçin NURÇİN'in tez çalışmasının araştırma başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gerekeceği, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş araştırmaya ilişkin güdelerin gönüllüye ve/veya bağlı bulunduğu sosyal güvenlik kurumuna ödendiği koşullarda ve veri toplanacak yerlerden gerekli izinler alındıktan sonra gerçekleştirilmesinde etik bilimsel standartlar açısından sakınca bulunmadığına mevcudun oy birliği ile karar verilmiştir.		
<b>ETİK KURUL BİLGİLERİ</b>			
<b>ÇALIŞMA ESASI</b>	Helsinki Bildirgesi, Iyı Klinik Uygulamalar Kılavuzu, TÜTF-BAEK Yönergesi		

#### ÜYELER

Ünvan/Ad/ Soyadı	Uzmanlık Dalı	Kurumu	Cinsiyeti	İlişki(*)	Katılım (**)	İmza
Prof Dr Ülfet VATANSEVER ÖZBEK Başkan	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	TÜTF Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları A.D	K	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Yrd Doç Dr Esin KARLIKAYA Başkan Yardımcısı	Tıp Tarihi ve Etik	TÜTF Tıp Tarihi ve Etik A.D	K	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof Dr Ç Hakan KARADAĞ Üye	Tıbbi Farmakoloji	TÜTF Tıbbi Farmakoloji A.D	E	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Yrd Doç Dr F Nesrin TURAN Üye	Biyoistatistik	TÜTF Biyoistatistik A.D	K	E <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Yrd. Doç. Dr. Hilmi TOZKIR Üye	Tıbbi Genetik	TÜTF Tıbbi Genetik A.D.	E	E <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof Dr Hasan ÜMIT Üye	İç Hastalıkları	TÜTF İç Hastalıkları A.D	E	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Selma Arzu VARDAR Üye	Fizyoloji	TÜTF Fizyoloji A.D	K	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Doç Dr Selim DÖNMEZ Üye	İç Hastalıkları	TÜTF İç Hastalıkları A.D	E	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof Dr Muzaffer ESKİOCAK Üye	Halk Sağlığı	TÜTF Halk Sağlığı A.D	E	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof Dr Koray ELTER Üye	Kadın Hastalıkları ve Doğum	TÜTF Kadın Hastalıkları ve Doğum A.D	E	E <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Yrd Doç Dr Rugül KÖSE ÇINAR Üye	Ruh Sağlığı ve Hastalıkları	TÜTF Ruh Sağ ve Has A.D	K	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Doç Dr Sevtap HEKİMOĞLU ŞAHİN Üye	Anestezi ve Reanimasyon	TÜTF Anestezi ve Reanimasyon A.D	K	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Doç Dr Atakan SEZER Üye	Genel Cerrahi	TÜTF Genel Cerrahi A.D	E	E <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof Dr Berkan DEMİRAL Üye		TÜ İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi	E	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Avukat Bakı KURNAZ Üye		TÜ Rektörlüğü	E	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	

\*Araştırma ile ilişki  
\*\*Toplantıda Bulunma

Prof. Dr. Nurettin AYDOĞDU  
Dekan a.  
Dekan Yrd.