T.C.

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MÜZİK EĞİTİMİ ALAN ÖĞRENCİLERDE GİZLİ İŞİTME KAYBININ ARAŞTIRILMASI

CEREN TOMBULOĞLU

ORCID: 0000-0002-6597-9964

KULAK BURUN BOĞAZ ANABİLİM DALI

Odyoloji Yüksek Lisans Programı

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İZMİR

OCAK 2024

TEZ KODU: DEU.HSI.MSc-2020970139

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MÜZİK EĞİTİMİ ALAN ÖĞRENCİLERDE GİZLİ İŞİTME KAYBININ ARAŞTIRILMASI

CEREN TOMBULOĞLU
ORCID: 0000-0002-6597-9964

KULAK BURUN BOĞAZ ANABİLİM DALI

Odyoloji Yüksek Lisans Programı

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Günay KIRKIM
ORCID: 0000-0003-4170-5317

İZMİR
OCAK 2024

T.C.

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

ETİK BEYANI

Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırlayıp sunduğum Müzik Eğitimi Alan Öğrencilerde Gizli İşitme Kaybının Araştırılması" başlıklı Yüksek Lisans tezim içinde elde ettiğim verileri, bilgileri, belgeleri akademik ve etik kurullar çerçevesinde elde ettiğimi, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tezimde yararlandığım eserlere bilimsel kurallara uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, tezimin özgün olduğunu, tezimin çalışma ve yazımında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak ve kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Ceren Tombuloğlu

25.12.2023

TEŞEKKÜR

Lisansüstü eğitimim süresince değerli bilgi birikim ve tecrübelerini benimle paylaşan, yapıcı, destekleyici tutumları sayesinde bugün bu bilgi birikimi ve tecrübeye sahip olmamı sağlayan tez danışmanım, Prof. Dr. Günay Kırkım 'a,

Dokuz Eylül Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Öğretim Üyeleri'ne,

Yüksek lisans eğitimim boyunca her konuda desteklerini esirgemeyen, tezimin her aşamasında yardımı ve emeği geçen Doç. Dr. Serpil Mungan Durankaya' ya

Yüksek lisans eğitimim süresince bilgi ve emeklerini esirgemeyen klinik anlamda gelişmemde katkısı olan Doç. Dr. Selhan Gürkan'a,

Klinikte ihtiyaç duyduğum her konuda değerli bilgilerini paylaşan Öğr. Gör. Hande Evin Eskicioğlu ve Uzm. Ody. Yaşam Yıldırım Başkurt'a

Veri toplama sürecimde emeği geçen Prof. Dr. Pınar Karaçalı, Öğr. Gör. Alev Sezer ve Seval Orpak'a

Bu süreçte bana destek veren, motive eden klinik arkadaşlarım Adar, Aslı, Esra, Fatma, Hilal, İlayda ve Mehmet'e

Eğitimim süresince her ihtiyacım olduğunda yanımda olan ve beni de bir evlatları gibi gören Nurcan Pekçetin ve Çetin Pekçetin'e

Son olarak karakterimin yön bulmasında yaşamım boyunca emeği geçen, bu süreçte ve her anımda yanımda olan canım aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TABLOLAR DİZİNİ i

ŞEKİLLER DİZİNİ ii

KISALTMALAR ve SİMGELER iii

ÖZET v

ABSTRACT vi

1. GİRİŞ ve AMAÇ 1

1.1. Problemin Tanımı ve Önemi 1

1.2. Araştırmanın Amacı 2

1.3. Araştırmanın Hipotezleri 2

2. GENEL BİLGİLER 3

2.1. İşitme Sisteminin Anatomi ve Fizyolojisi 3

2.1.1. Dış Kulak 3

2.1.2. Orta Kulak 3

2.1.3. İç Kulak 4

2.1.4. Santral İşitme Yolları 5

2.1.5. Santral İşitsel Sistemin Görevleri 6

2.2. Gürültüye Bağlı İşitme Kayıpları 7

2.3. Gizli İşitme Kaybı 8

2.4. Odyolojik Değerlendirme 10

2.4.1. Saf Ses Odyometri 10

2.4.2. Yüksek Frekans Odyometri (YFO) 10

2.4.3. Otoakustik Emisyonlar 10

2.4.3.1. Transient (Anlık) Uyarılmış Otoakustik Emisyonlar (TEOAE) 10
2.4.3.2. Distorsiyon (Bozulma) Ürünü Otoakustik Emisyonlar (DPOAE) 11
2.4.3.3. Otoakustik Emisyonda Kontralateral Supresyon Ölçümü (MOKR) 11
2.5. Santral İşitsel İşlemlemenin Değerlendirilmesi 12
2.5.1. Dikotik Dinleme Testleri 13
2.5.2. Frekans ve Süre Paternleri Testi 13
2.5.3. Boşluk Tespit Etme Testleri 13
2.5.4. Rastgele Aralık Tespit Etme Testi (RATET) 13
2.5.5. Gürültüde Boşluk Tanıma Testi (GIN- GBTT) 14
2.6. Gürültüde Konuşma Testleri 14
2.6.1. Sabit Sinyal Gürültü Oranında Uygulanan Testler 15
2.6.2 Speech Perception in Noise Test (SPIN) 16
2.6.3. Connected Speech Test (CST) 16
2.6.4. Adaptif Sinyal Gürültü Oranında Uygulanan Testler 16
2.6.4.1. Word in Noise Test (WIN) 16
2.6.4.2. Quick SIN (Qıick Speech in Noise) Testi 16
2.6.4.3. Hearing in Noise Test (HINT) 16
2.6.4.4. Matriks Testi 17
2.6.4.5. Türkçe Matriks Testi (TMT) 17
2.7. İşitsel Uyarılmış Potansiyeller (İUP) 19
2.7.1. İşitsel Uyarılmış Beyinsapı Potansiyelleri (İUBP) 19
3. GEREÇ ve YÖNTEM 22
3.1. Araştırmanın Tipi 22
3.2. Araştırmanın Yeri Zamanı ve Planı 22
3.3. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi 22
3.4. Araştırma Materyali 23

3.5. Araştırmanın Değişkenleri....23
3.6. Veri Toplama Araçları....23
3.6.1. Saf Ses Odyometri Testi....23
3.6.2. Konuşma Odyometrisi....24
3.6.3. Akustik İmmitansmetri Testi....24
3.6.4. Yüksek Frekans Odyometri....24
3.6.5. DPOAE (Distorsiyon Ürünü Otoakustik Emisyon)....24
3.6.6. Otoakustik Emisyonda Kontralateral Supresyon Ölçümü (MOKR)....24
3.6.7. Türkçe Matriks Testi....25
3.6.8. Rastgele Aralık Tespit Etme Testi....26
3.6.9. İşitsel Uyarılmış Beyinsapı Cevapları....26
3.7. Verilerin Değerlendirilmesi....26
3.8. Araştırma Sınırlılıkları....27
3.9. Etik Kurul Onayı....27
4. BULGULAR....28
4.1. Odyolojik Bulgular....28
4.1.1. Saf Ses Odyometri....29
4.1.2. Yüksek Frekans Odyometri (YFO) Bulguları....30
4.1.3.Türkçe Matriks Testi (TMT) Bulguları....31
4.1.4. İşitsel Uyarılmış Beyinsapı Cevapları (İUBP) Testi Bulguları....32
4.1.5. Otoakustik Emisyonda Kontralateral Supresyon Ölçümü (MOKR)....33
4.1.6. Rastgele Aralık Tespit Etme Testi (RATET)....34
4.2. Korelasyon Analizleri....35
5. TARTIŞMA....36
6. SONUÇ ve ÖNERİLER....42
7. KAYNAKLAR....43

8.EKLER 50
EK 8.1 DEĞERLENDİRME FORMU (EK 1).....50
EK 8.2 RASTEGELE ARALIK TESPİT ETME TESTİ FORMU (EK-2) 51
EK 8.3.ETİK KURUL ONAYI (EK-3) 52
EK 8.4 ÖZGEÇMİŞ (EK-4).....54

TABLOLAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. TMT rastgele oluşturulan cümle örnekleri……19

Tablo 2. Enstrüman çalan bireylerin sayısı ve deneyim süreleri…….....28

Tablo 3. Gruplara göre SSO değerlerinin ortalama, standart sapma, minimum, maksimum değerleri…….……....29

Tablo 4. Gruplar arası YFO ortalama ve standart sapma değerleri ……..…30

Tablo 5. Sessizlikte ve gürültüde gruplar arası TMT ortalama ve standart sapma değerleri ……31

Tablo 6. İUBP dalga latansları ortalama standart sapma ve istatistiksel Anlamlılık değerleri…….....32

Tablo 7. İUBP dalga amplitüdleri ortalama standart sapma ve istatistiksel anlamlılık değerleri.……..….....32

Tablo 8. Gruplar arası sağ -sol kulak DPOAE SP'siz ve SP' li ortalama ve standart sapma değerleri …….....33

Tablo 9. Frekansa göre gruplar arası sağ ve sol kulak RATET ortalama, minimum ve maksimum değerleri.……34

Tablo 10. İUBP ile çalınan enstrüman sayısı ve deneyim süreleri arasındaki ilişki……...…..35

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Dış orta ve iç kulak anatomisi ……..4

Şekil 2. Santral işitme yolları…….6

Şekil 3. İUBP dalga yapısı……20

Şekil 4. Patolojilere göre İUBP dalga yapıları……..21

Şekil 5. Sessizlikte ve gürültüde uygulanan TMT protokolü……25

KISALTMALAR ve SİMGELER

% **:** Yüzde

± **:**Artı Eksi

ASHA **:**American Speech- Language Hearing Association

AP :Aksiyon Potansiyeli

dB HL **:**Desibel Hearing Level

dB SL **:**Decibel Sensation Level (Ses Algılama Seviyesi)

dB SPL **:** Decibel Sound Pressure Level (Ses Basınç Seviyesi)

dB **:**Desibel

DPOAE **:**Bozulma Ürünü Otoakustik Emisyon

EcochG **:**Elektrokokleografi

EFR :Zarf Takip Yanıtları

FFR **:**Frekans Takip Yanıtları

GBTT :Gürültüde Boşluk Tanıma Testi

HINT :Hearing İn Noise Test

Hz :Hertz

İUBP **:**İşitsel Uyarılmış Beyinsapı Potansiyelleri

İUP :İşitsel Uyarılmış Potansiyeller

KAE :Konuşmayı Alma Eşiği

MOK :Medial Olivakoklear Nöronlar

MOKR **:**Medial Olivacochlear Refleks

Ms **:**Milisaniye

OAE **:**Otoakustik Emisyon

Quick SIN :Quick Speech in Noise

RATET **:**Rastgele Aralık Tespit Etme Testi

SNR :Sinyal Noise Ratio (Sinyal Gürültü Oranı)

SP :Sumasyon Potansiyeli

SP'li :Supresyonlu

SP'siz :Supresyonsuz

SSO **:**Saf Ses Ortalaması

TEOAE **:**Anlık Uyarılmış Otoakustik Emisyon

TMT **:**Türkçe Matriks Testi

WIN :Word in Noise

YFO **:**Yüksek Frekans Odyometrisi

MÜZİK EĞİTİMİ ALAN ÖĞRENCİLERDE GİZLİ İŞİTME KAYBININ ARAŞTIRILMASI

Yüksek Lisans Tezi

Ceren Tombuloğlu

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı

ÖZET

Bu çalışma müzik eğitimi alan ve müzik eğitimi almayan bireyleri gizli işitme kaybı bakımından değerlendirmek amacıyla yapıldı.

Çalışmaya 18-30 yaş arası, Saf Ses Odyometri ve Akustik İmmitansmetrik Değerlendirme ile normal işitme ve normal orta kulak bulgularına sahip olan bireyler dahil edildi sonrasında Yüksek Frekans Odyometri (YFO), Türkçe Matriks Testi (TMT), Rastgele Aralık Tespit Etme Testi (RATET), Distorsiyon Ürünü Otoakustik Emisyon (DPOAE), Otoakustik Emisyonda Kontralateral Supresyon (MOKR) , İşitsel Beyinsapı Cevapları (İUBP) ölçümleri uygulandı.

Müzik eğitimi alan çalışma grubu ile müzik eğitimi almayan kontrol grubu arasında Saf Ses Odyometri, YFO, sessizlikte ve gürültüde gerçekleştirilen TMT, RATET, DPOAE ve MOKR ölçümlerinde anlamlı fark elde edilmedi ($p>0,05$). Yapılan İUBP ölçümünde maksimum şiddette elde edilen dalgalar; dalga latans ve amplitüd bakımından incelendi. Gruplar arasında dalga latanslarında ve I ve III. dalga amplitüdlerinde anlamlı fark elde edilmezken ($p>0,05$) dalga V amplitüdünde kontrol grubu ile çalışma grubu arasında anlamlı fark elde edildi ($p<0,05$).

Gizli işitme kaybına normal işitme bulguları eşlik etmesine rağmen sürekli yüksek sese maruz kalan bireylerin, işitme sisteminde harabiyetler oluşabilmektedir. Gizli işitme kaybına yönelik yapılan birçok test bulunmasına rağmen bulgular tartışmalı ve klinik anlamda bireylerin incelenebilmesi ve rutin oluşturulabilmesi için ek çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Gizli işitme kaybı, koklear sinaptopati, gürültü maruziyeti, müzik eğitimi

Tezin Sayfa Adedi:71

Danışman: Prof. Dr. Günay KIRKIM

INVESTIGATION OF HIDDEN HEARING LOSS IN MUSIC EDUCATION STUDENTS

Master Thesis

Ceren Tombuloğlu

DOKUZ EYLUL UNIVERSITY HEALTY SECIENCE INSTITUTE
Department of Otorhinolaryngology

ABSTRACT

This study was conducted to evaluate individuals with and without music education in terms of hidden hearing loss.

The study included individuals between the ages of 18 and 30 who had normal hearing and normal middle ear findings based on Pure Tone Audiometry and Acoustic İmmittance Measurement. High Frequency Audiometry, Turkish Matrix Test, Random Gap Detection Test, Transient Evoked Otoacoustic Emission Test, Distortion Product Otoacoustic Emission, Contralateral Suppression in Otoacoustic Emission, Auditory Brainstem Responses measurements were performed.

There was no significant difference in Pure Tone Audiometry, High Frequency Audiometry, Turkish Matrix Test performed in silence and noise, Random Gap Detection Test, Distortion Product Otoacoustic Emission and Contralateral Suppression in Otoacoustic Emission measurements between the study group receiving music education and the control group without music education ($p > 0.05$). In the Auditory Evoked Potentials measurement, the waves obtained at maximum intensity were examined in terms of wave latency and amplitude. Wave latencies between groups and I and III. While no significant difference was obtained in wave amplitudes ($p>0.05$), a significant difference was obtained between the control group and the study group in wave V amplitude ($p<0.05$).

Although hidden hearing loss is accompanied by normal hearing findings, individuals who are constantly exposed to loud noise may experience damage to their auditory system. Although there are many tests for latent hearing loss, the findings are controversial and additional studies are needed to examine individuals clinically and establish a routine.

Key Words: Hidden Hearing loss, cochlear Synaptopathy, noise exposure, music education

Page Number: 71

Advisor: Prof. Dr. Günay KIRKIM

1. GİRİŞ ve AMAÇ

1.1. Problemin Tanımı ve Önemi

Gürültü yüksek şiddette, rahatsız edici veya istenmeyen sesler olarak tanımlanmaktadır. Devamlı olarak yüksek sese maruziyet, iç kulakta bulunan koklear tüy hücreleri veya işitme sinirinde harabiyete neden olabilmektedir. Tüylü hücre harabiyeti; işitme kaybı, tinnitus ve konuşmaları anlama sorunlarına neden olabilmektedir (1).

Gürültü maruziyetinin ardından meydana gelen hasar, gürültünün şiddeti ve süresine bağlı olarak haftalar içinde düzelebilir. İşitme kaybının geri dönüşümlü olması geçici eşik kayması olarak isimlendirilir, ancak ortaya çıkan işitme kaybı düzelmezse bu durum da kalıcı eşik kayması olarak adlandırılır (2,3).

Sadece gürültü değil müzik de bireylerde işitme kaybına neden olabilmektedir. Müzik eğitimi alan ve/veya müzik ile uğraşan bireylerin konser/etkinlik sırasında kullandıkları enstrümanların sesi, diğer sanatçıların enstrümanlarının sesi, sanatçıların kendi sesi de dahil olmak üzere tüm sesler işitsel yolakta hasar oluşturma kapasitesine sahiptir (4) .

Yapılan araştırmalarda, geçici eşik kayması sonrası işitme normal sınırlara dönse de, devam eden eşik üstü seslerin iç tüy hücreleri ve işitme sinir fibrillerini etkilediği, gizli işitme kaybına yol açtığı bildirilmektedir (5–7). Gizli işitme kaybı saf ses odyometride normal sınırlarda işitmeye sahip olunmasına rağmen gürültüde konuşmaları ayırt etme algısının bozulmasıdır. Gizli işitme kaybının tanılanmasında rutin odyolojik değerlendirme yetersiz kalabilmektedir (8) .

Son yıllarda gizli işitme kaybı üzerine yapılan çalışmalarda elde edilen bulgular henüz netlik kazanmamıştır. Prendergast ve ark 2017 yılında yaptıkları çalışmada, gürültü maruziyeti anketle sorgulanan normal işiten bireylere Anlık Uyarılmış Otoakustik Emisyon (TEOAE) ve İşitsel Uyarılmış Beyinsapı Potansiyelleri (İUBP) testleri uygulamışlardır. Yapılan ölçümlerde gürültü maruziyeti ile testler arasında anlamlı ilişki bulunmamıştır (9).

Bramhall ve ark. askeriyede çalışan ve gürültü maruziyeti olan normal işiten bireylerde İUBP I. dalga amplitüdünde düşüş görüldüğünü belirtmişlerdir.

Bal ve ark. kişisel dinleme cihazı ile dinleme yapan normal işiten 109 gönüllü katılımcıyı yüksek ve düşük risk grubu olarak gruplandırarak bu gruplarda gizli işitme kaybının varlığını ortaya koymak amacıyla Yüksek Frekans Odyometri (YFO), Otoakustik Emisyon (OAE), Elektrokokleografi (EcochG), İUBP, sessizlikte gürültülü ortamlarda Türkçe Matriks Testi (TMT) uygulamışlardır. Yüksek risk grubunda gürültülü ortamda yapılan TMT' de daha kötü performans, elektrokleografi ölçümünde, sumasyon potansiyeli (SP) ve aksiyon potansiyeli (AP) dalga latanslarında uzamalar, AP dalga amplitüdünde azalma ile İUBP testinde I. ve V. dalga latanslarında uzamalar ve dalga amplitüdlerinde de düşüşler gözlemişlerdir (10).

1.2. Araştırmanın Amacı

Gürültü maruziyeti olan bireyler işitme kaybı açısından risk grubundadır. Bu bireylerde gerçekleştirilen rutin odyolojik değerlendirmelerde bulgular, normal sınırlarda işitme ile uyumlu elde edilebilmektedir. Rutin odyolojik değerlendirmeler ayırıcı tanıda yetersiz kalabilmektedir. Bu nedenle ileri odyolojik değerlendirmeler oldukça önem taşımaktadır. Gürültü maruziyetinin gizli işitme kaybına yol açabileceği bilinmekle birlikte müzik ile uğraşanlar da gizli işitme kaybı açısından risk grubundadırlar. Ancak bu riskin eğitim döneminde de var olabileceğine dair araştırmalar sınırlıdır. Bu araştırmanın amacı müzik eğitimi alan öğrencilerde gizli işitme kaybının varlığını değerlendirmektir.

1.3. Araştırmanın Hipotezleri

H0= Müzik eğitimi alan bireylerde gizli işitme kaybı yoktur.

H1= Müzik eğitimi alan bireylerde gizli işitme kaybı vardır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. İşitme Sisteminin Anatomi ve Fizyolojisi

2.1.1. Dış Kulak

Dış kulak, kulak kepçesi (pinna) ve dış kulak yolu olmak üzere 2 bölümden oluşur. Pinna sesin dış ortamdan toplanmasını sağlar ve sesi dış kulak yoluna aktarır. Dış kulak yolu ortalama 23-29 mm uzunluğundadır. Kulak kepçesine yakın olan 1/3'lük bölüm kıkırdak yapı, kulak zarına yakın olan 2/3'lük bölüm kemik yapıdan oluşur (11).

2.1.2. Orta Kulak

Orta kulak; kulak kanalını sonlandıran kulak zarını, malleus, inkus ve stapes olarak adlandırılan üç küçük kemikçiği, tensör timpani ve stapes kası adı verilen iki küçük kası ve orta kulaktan nazofarenkse açılan östaki tüpünü içerir (12,13).

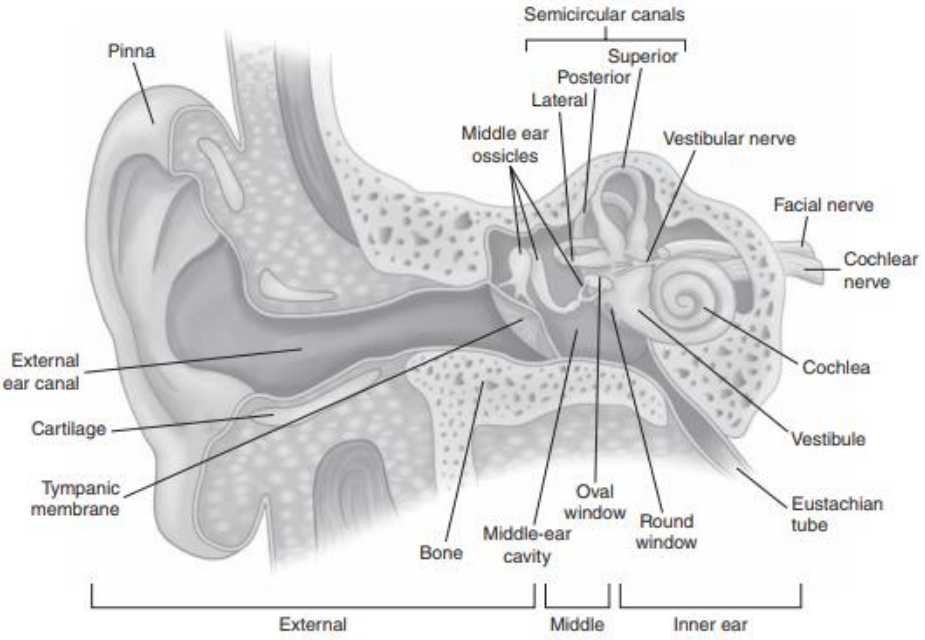
Kulak zarı iç bükeydir; pars tensa ve pars flassida adı verilen iki bölümden oluşur. Pars flassida kulak zarının gergin ve daha küçük olan bölümü, pars tensa ise pars flassidadan daha sert yapıda ve daha büyük olandır.

Malleus inkus ve stapes adı verilen üç küçük kemikçik dış kulaktan gelen sesi iç kulağa iletme işlevini yerine getirir. Malleus kulak zarının lifli tabakasına gömülü haldedir ve kemikçikler birbirleri ile bağlantılıdır (11,13).

Stapedius ve tensör timpani kaslarının kasılması; yüksek şiddetteki zarar verici seslerin azaltılması ile iç kulağı koruma işlevi gösterir (11). Tensör timpani kası malleus ile orta kulak boşluğunda bulunmakla birlikte trigeminal sinir (V. Sinir) tarafından innerve edilir. Stapedius kası ise stapese yapışık olarak fasiyal sinire yakın kemik kanalda konumlanır. Stapedius kası en küçük çizgili kas olmakla birlikte fasiyal sinir (VII. Sinir) tarafından innerve edilir (12).

Östaki tüpü orta kulağa 30 derecelik bir açıyla başlar ve yaklaşık 36 milimetrelik mesafe ile nazofarenkse uzanır. Östaki tüpü tüylü epitel ile kaplıdır ve altta yatan dokunun üstte bulunan üçte birlik kısımda kemik ve altta bulunan üçte ikilik kısımda kıkırdaktır. Östaki tüpü kıkırdağın yay mekanizması tarafından kapalı durumdadır Yalnızca esneme, hapşırma veya yutkunma sırasında veya burundan aşırı hava basıncı uygulandığında açılmaktadır (11).

Orta kulak hava ortamından gelen sesi sıvı ortam olan iç kulağa aktarma aracı olarak düşünülebilir. Ses bu ortam geçişini yaparken kayba uğrar. Timpanik membranın titreşen alanı (55 m^2), stapes tabanının (3,2 mm^2) yüzey farkı ve malleus ile inkusun uzun kollarının kaldıraç görevi sayesinde ses yükseltilerek iç kulağa aktarılır (12). Şekil 1'de dış orta ve iç kulağın anatomisine ait görsel bulunmaktadır.



Şekil 1. Dış orta ve iç kulak anatomisi (5).

2.1.3. İç Kulak

İç kulak, kemik labirent ve membranöz labirent olmak üzere iki bölümdür. Kemik labirent kemik içindeki kanaldır. Membranöz labirent ise işitme ve vestibüler sistemlerin uç organlarını bulunduran kemik labirent içerisindeki sıvı dolu kanallardır. İşitmeye duyarlı olan koklea, salyangoz şeklinde 2.5mm uzunluğunda sarmal kemikli yapıdır. Kokleada skala vestibüli, skala timpani ve skala media olmak üzere sıvı dolu 3 kanal bulunmaktadır. Skala vestibüli skala mediadan reissner membranı ile skala timpani skala mediadan bazilar membran ile ayrılır. Skala timpani ve skala vestibülide sodyumu yüksek potasyumu düşük olan perilenf; Skala mediada ise potasyumu yüksek sodyumu düşük endolenf sıvısı bulundurur (11,12).

Bazilar membranda işitme hücrelerini içeren korti organı yerleşim gösterir. Korti organında iç tüylü ve dış tüylü hücreler yer alır.

Kulağa gelen sesler, skala timpani ile skala vestibüli arasında basınç farklılıkları ile bazilar membran üzerinde dalgalanma meydana getirir. Bazilar membranın hareketi ile tüylü hücreler mekanik enerjiyi elektriksel enerjiye dönüştürür. Sinir lifleri kokleadan çıkar, modiolusa uzanır ve burada spiral ganglionu oluştururlar (11,14).

2.1.4. Santral İşitme Yolları

Sinir lifleri koklear modiolusta başlayan beyin tabanında sonlanan iç işitsel kanaldan geçerler. İç işitsel kanalın vestibüler bölümünde utrikül, sakkül ve semisirküler kanallar yer almaktadır. İşitsel kanalın koklear bölümünde 30 000, vestibüler bölümünde ise 20 000 sinir lifi yer almaktadır. Sinir lifleri kokleanın bazal bölümünden ve apikal bölümünden gelen liflerle düzenlenmiş sinir demetini oluşturur.

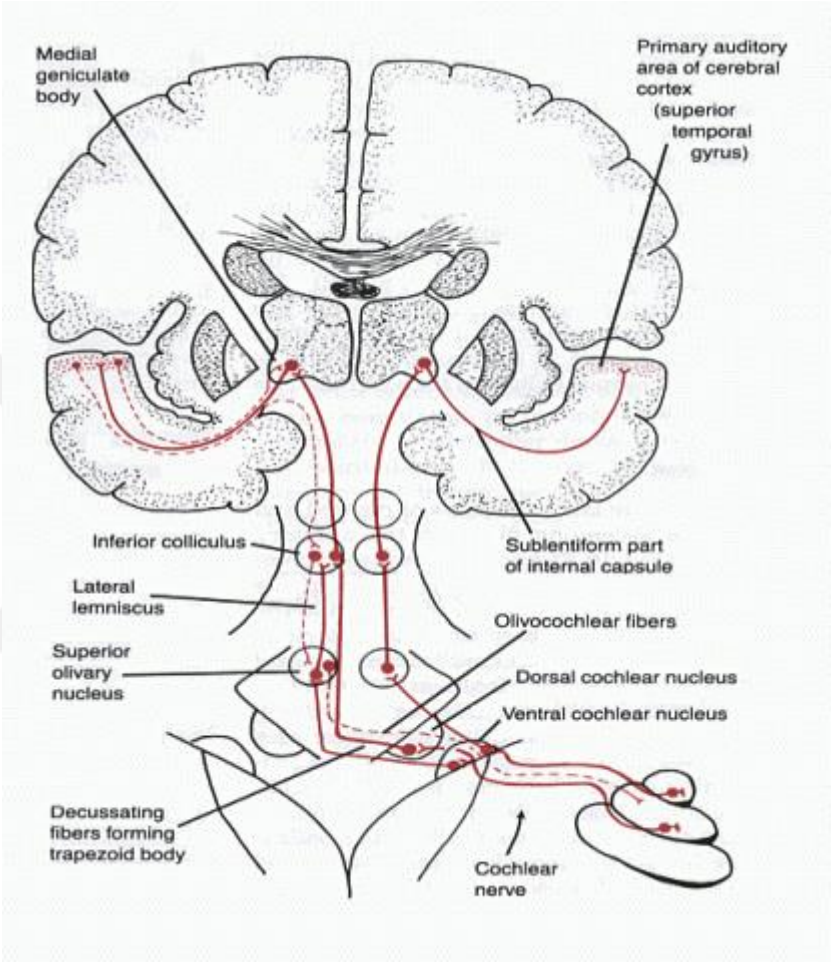
İşitme siniri; serebellum, medulla oblangata ve ponsun serebellopontin açıyı oluşturduğu noktada beyinsapına bağlanır ve bu seviyede VIII. sinirin işitsel ve vestibüler bölümleri ayrılır. İşitsel sinir lifleri koklear çekirdeklerde sonlanır. Koklear çekirdeğin farklı hücreleri sinir hücrelerine tepkiler vererek beyne giden girdiyi değiştirir. Beynin iki lobunda birçok çaprazlaşma noktası bulunmaktadır. Kommissur adı verilen sinir demetleri beynin her iki tarafındaki benzer yapıları birleştirir. İşitsel yollardaki ilk çaprazlama trapezoidal gövdede meydana gelir. Kommissural yollar lateral lemnisküs, inferior kollikulus ve işitsel korteksi (korpus kollosum aracılığıyla) iki tarafa bağlar ancak iki lobta bulunan medial genikulat cisimler arasında iletişim gerçekleşmez. Şekil 2'de santral işitme yollarına ait görsel bulunmaktadır.

Süperior olivari kompleks hem ipsilateral hem kontralateral girdileri alır. Kulağa ulaşan sesin, süresi ve şiddetindeki farklılıkları analiz ederek sesin yönünün ayırt edilmesini sağlar. Aynı zamanda orta kulakta bulunan stapedius ve tensör timpani kaslarının aktivitesine de aracılık eder.

Lateral lemnisküs ipsilateral alt beyinsapından iletim için önemlidir. Liflerin bir kısmı lateral lemnisküsün çekirdeğinde son bulurken bir kısmı kontralateral lemnisküse devam ederek inferior kollikulusa geçerler. İnferior kollikulus her iki süperior olivary kompleksten afferent uyarı alır. Bazı lifler medial genikulat gövdeye doğrudan ulaşmak için inferior kollikulusu atlar.

Talamusta bulunan medial genikulat cisim işitsel uyaranlar için son aktarmadır. Medial genikulat cismin üç bölümünden birisi olan ventral bölüm işitsel bilgilerden

sorumludur. Medial genikulat cisimde kommissural bağlantılar yer almadığı için çaprazlama yoktur. İşitsel uyarıların kabul alanları Süperior Temporal Gyrus veya Heshl Gyrusu adı verilen serebral korteksin her iki tarafında bulunan temporal loblardır. Kokleada gözlemlenen frekans seçici özelliğin daha az derecede de olsa işitsel kortekste de görüldüğüne dair kanıtlar bulunmaktadır (13) .



Şekil 2. Santral işitme yolları (15)

2.1.5. Santral İşitsel Sistemin Görevleri

Bireyler arasında iletişim gerçekleşebilmesi için konuşmacının kendisini doğru ifade etmesi ve bunu dinleyicinin konuşmacıyı anlayabileceği şekilde yapması gerekmektedir. Dinlerken ve söyleneni anlamaya çalışırken periferal işitsel sistem bütünlüğü ile merkezi işitsel sistem arasındaki ilişki önemlidir. İşitsel işlemleme, beynin sesleri tanıyıp yorumladığında ne olduğu ile ilişkilidir.

İşitsel sistemin görevleri aşağıda belirtilmiştir.

1. İşitsel Ayırt etme: Sesleri birbirinden ayırt edebilme yeteneği
2. Sesin Lokalizasyon ve Lateralizasyonu; Sesin geldiği yönü tanıma ve ayırt edebilme yeteneği
3. İşitsel Paterni Tanıma: Ses paternlerindeki benzerlik ve farklılıkları ayırt edebilme yeteneği
4. İşitmenin Zamansal Yönleri: Zaman içinde sesin işlemlenme yeteneğidir ve aşağıda belirtilen özellikleri içerir:
    a) Zamansal Maskeleme: İşitsel uyaranın işlemlenmesinin öncesi veya sonrasında gelen uyaran tarafından maskelenmesidir.
    b) Zamansal Çözünürlük: İşitsel uyaranlardaki hızlı değişimlerin algılanmasıdır.
    c) Zamansal Birleştirme: Ard arda gelen uyaranlardaki enerjinin birleştirilme ve bilgilerin birbirine eklenme yeteneğidir.
    d) Zamansal Sıralama: Sıralı seslerin algılanma yeteneğidir.
5. Farklı İşitsel Uyaranlarda İşitsel Performansın Azalması: Farklı bir akustik uyaran olduğu durumlarda diğer konuşma ve seslerin algılanması yeteneğidir.
6. Bozulmuş Akustik Sinyallerde İşitsel Performansın Azalması: İşitsel uyarandaki eksiklik (uyaran frekansındaki değişimler, ses spektrumundaki bilgi eksikliği) olmasına rağmen uyaranın doğru algılanabilme yeteneğidir.

Santral işitsel işlemleme işitsel bilginin algısal olarak işlemlenmesi bu işlemlemede yer alan nörobiyolojik aktiviteyi ve bu aktivite ile oluşan işitsel potansiyelleri içermektedir. Santral işitsel işleme bozukluğu yukarıda belirtilen görevlerde meydana gelen eksikliklerdir. İşitme becerilerinin bazılarındaki eksiklik, bireyde ciddi konuşma, okuma yazma ve öğrenme sorunlarına neden olabilir. İşitme kaybı olan kişiler ve hatta normal işiten kişiler bile konuşmayı anlamada güçlük çekebilirler (16,17) .

2.2. Gürültüye Bağlı İşitme Kayıpları

Gürültüye bağlı işitme; kaybı uzun süre gürültüye maruz kalınması durumu ile oluşan sensörinöral tip işitme kaybıdır. Pek çok ülkede presbiakuziden sonra en yaygın görülen edinilmiş işitme kaybıdır. Yüksek gürültü maruziyeti genellikle mesleki maruziyetten (fabrika, askeriye, sanayi) kaynaklanabileceği gibi eğlence amaçlı (konser, müzik dinleme) gürültüden de kaynaklanabilmektedir. Son dönemde kulaklık kullanımının artması da gürültüye bağlı işitme kaybı riskini artmasına neden olan

faktörlerdendir. Ancak bunun yanı sıra sigara kullanımı, diyabet, egzersiz eksikliği gibi faktörler de işitme sistemini etkileyebilmektedir (1) .

Dünya Sağlık Örgütü (2017) 12-35 yaş arası yaklaşık 1.1 milyar gencin gürültü nedeniyle işitme kaybı yaşadığını vurgulamaktadır (18).

Gürültüye bağlı işitme kaybının ana semptomu zamanla ilerleme göstermesidir. Gürültüye bağlı işitme kaybının erken evrelerinde işitme sinir hücreleri ile spiral ganglion nöronları arasında bulunan şerit sinapslarda geçici değişiklikler meydana gelmektedir. Gürültü maruziyeti sonrasında şerit sinaps sayıları azalmaktadır. İşitme bir süre sonra düzelse de şerit sinapslarda düzelme görülmemektedir. Uzun süreli gürültü maruziyeti tüylü hücrelerin harabiyetine ve spiral ganglion nöronlarının dejenarasyonuna neden olmaktadır. Bu durum işitme eşiklerinin artmasına, konuşmayı ayırt etme skorlarının düşmesine kalıcı işitme kayıplarına yol açabilir (1,18) .

Gürültü maruziyeti sonrasında meydana gelen gürültüye bağlı işitme kaybında, başlangıç şiddetine bağlı olarak eşiklerin 2-3 haftada tamamen düzelmesine‘’ geçici eşik kayması’’ veya yüksek bir değerde kalarak kalıcı hale gelmesine ise ‘’kalıcı eşik kayması’’ adı verilir.

Geçici eşik kayması, gürültü maruziyeti sonrası ortaya çıkar ve işitme hassasiyetinde azalma bulgusu olarak görülür. İşitme kaybı özellikle yüksek frekans bölgesinde oluşur. Bunun sebebi kokleanın tonotopik yerleşimine bağlı olarak ilk etkilenim gösteren bölgenin bazal bölge olmasından kaynaklanır. Dinlenme sonrasında gürültü maruziyeti şiddeti ve süresine bağlı olarak saatler içinde düzelme gösterir.

Kalıcı eşik kayması, gürültü maruziyetinin sürekli hale gelerek işitme sisteminin etkilenmesi, kokleada bulunan tüy hücrelerinin harabiyeti sürecidir. Travma etkisine bağlı olarak tek taraflı ya da çift taraflı olarak da görülebilir (3,19) .

2.3. Gizli İşitme Kaybı

Sensörinöral işitme kaybının ana nedeninin kokleada bulunan tüylü hücrelerin hasar görmesinden veya işlev bozukluğundan kaynaklandığı yaygın olarak kabul edilmiştir. Baziler membranın hareketini artıran dış tüylü hücreler, iç tüylü hücrelere göre hasara karşı daha hassastır. İç tüy hücre kaybının aşırı olduğu durumlarda,

kokleada ölü bölgeler oluşur ve baziler membranın titreşimi hakkında bilgi işitsel kortekse iletilmez.

Dış tüy hücrelerindeki kayıp ya da işlev bozukluğu işitmede hassasiyette ve frekans seçiciliğinde azalmaya yol açar. İşitmeyi değerlendirmek amaçlı saf ses odyometri ölçümü uygulanır bu ölçüm 0.125 -8 kHz frekansları arasındaki işitme hassasiyetini değerlendirmekle birlikte iç tüy hücre, dış tüy hücre harabiyeti hakkında ayrım yapmaz. Bununla birlikte bazı işitsel eksiklikler için saf ses odyometrinin yeterli olmadığı giderek daha açık hale gelmektedir. Bu durum normal işitmeye sahip bireylerde işitsel işlemlemede meydana gelen olumsuz değişiklikleri belirlemede yetersiz kalabilmektedir (8).

Gizli işitme kaybı rutin odyolojik değerlendirmede işitme kaybı bulgularının bulunmadığı, işitsel algılamadaki bozulmalar olarak tanımlanabilir.

Gürültüye maruz kalan bireylerde iç tüy hücreleri ve koklear sinapslarda etkilenmeler meydana gelebilir. Koklear sinaps kaybı hemen olmasına rağmen spiral ganglion hücrelerinin kaybı uzun zaman alır. Spiral ganglion nöron kaybının hemen gerçekleşmemesi davranışsal elektrofizyolojik değerlendirmelerde görülme süresini uzatmaktadır. Bu durum ‘’koklear sinaptopati’’ ya da ‘’gizli işitme kaybı’’ olarak adlandırılır. Koklear sinaptopatide işitme kaybı bulguları görülmez (5) .

Koklear sinaptopati ile ilgili yapılan hayvan çalışmaları, koklear sinaptopatik hasarın ve işitsel sinir liflerindeki seçici kaybın gürültüye maruz kalmanın "gizli" bir sonucu olabileceğini gösterir. Bu durum işitsel algısal işlev bozukluğu olarak ortaya çıkabilir. Bununla birlikte, koklear sinaptopati işitme eşiklerinde kısa sürede değişikliğe sebep olmadığından odyolojik testler ile saptanamayabilir (20).

Gizli işitme kaybı maruz kalınan gürültü ile ortaya çıkabildiği gibi yaşlanma ile de ortaya çıkabilmektedir (21). Yapılan araştırmalar gürültü maruziyeti olmasa da erken yetişkinlik döneminde spiral ganglion hücrelerinin, sinaptik yapıların koklear sinir hücrelerinin sayılarında azalma görüldüğünü bildirmişlerdir (22).

2.4. Odyolojik Değerlendirme

2.4.1. Saf Ses Odyometri

Hava yolu ve kemik yolu işitme işitme eşiklerini değerlendirmek için kullanılır. Kişinin işitme kaybının derecesi, tipi, konfigürasyonu hakkında fikir verir. Hava yolu ölçümü 0.25- 8 kHz frekanslarını değerlendirirken, kemik yolu ölçümü 0,25- 4 kHz aralığını değerlendirir. Hava yolu ölçümü dış kulağa ya da kulak kanalına yerleştirilen bir kulaklık ile, kemik yolu ölçümü ise mastoid üzerine yerleştirilen vibratör ile gerçekleştirilir (4) .

2.4.2. Yüksek Frekans Odyometri (YFO)

YFO testi 9 ile 18 kHz frekanslarını değerlendirir ve saf ses odyometri testine göre işitsel işlevdeki hasarı belirlemede daha hassastır (23,24). İşitme kayıplarının en sık görüldüğü bölge yüksek frekans bölgesidir. Ototoksisite, presbiakuzi ve gürültü kaynaklı işitme kayıpları, kokleanın bazalında bulunan dış tüy hücrelerinin dejenarasyonu ile başlayarak yüksek frekansları etkilediği ve zamanla alçak frekansları da etkileyen işitme kaybına neden olduğu düşünülür (25,26). Yüksek frekans odyometri eşiklerinin, saf ses odyometri değerlendirmesi ile işitme eşikleri normal olarak değerlendirilen bireylerde gürültüde konuşmayı anlama güçlüğünü öngörmede iyi bir parametre olduğu öne sürülür (24).

Liberman ve arkadaşları (2017) tarafından yapılan çalışmalarda gizli işitme kaybında; işitme eşikleri etkilenmeden önce iç tüy hücreleri, dış tüy hücreleri, koklear sinir lifleri arasındaki sinapsların etkilendiği ve bu kaybın saf ses odyometride görülmese bile yüksek frekansları etkilediği belirtilmektedir (27,28) .

2.4.3. Otoakustik Emisyonlar

Otoakustik emisyon ölçümleri dış tüylü hücre fonksiyonunu değerlendiren işitme kaybı varlığında koklear mekaniğin indirekt invaziv olmayan ölçümü için kullanılmaktadır. Objektif bir testtir ve Anlık Uyarılmış Otoakustik Emisyon (TEOAE) ve Bozulma Ürünü Otoakustik Emisyon (DPOAE) olmak üzere ikiye ayrılır (11,29).

2.4.3.1. Transient (Anlık) Uyarılmış Otoakustik Emisyonlar (TEOAE)

TEOAE' ler, klik veya ton burst gibi kısa akustik uyaranlarla üretilir. Sinyal-gürültü oranını (SNR) iyileştirmek için 260 ile 500 uyaran sunulur. Yanıtlar, normal

dış, orta ve iç kulağa sahip bireylerden elde edilebilir. Koklear hasara bağlı işitme kaybı arttıkça, yanıtın genliğinde azalma ya da yanıtın tamamen kaybolması gözlenir (11).

2.4.3.2. Distorsiyon (Bozulma) Ürünü Otoakustik Emisyonlar (DPOAE)

DPOAE' ler, koklear işlevi incelemek için yaygın olarak kullanılır. İşitme hassasiyeti ve frekans seçiciliği için gerekli olan dış tüylü hücrelerinin bütünlüğünü değerlendirir. DPOAE' lerin varlığı genellikle normal işitme ile ilişkilendirilir ve işitme kaybı olan kişilerde azalır veya yanıt elde edilmez (30).

DPOAE' ler, "birincil" olarak adlandırılan iki saf tonlu uyaranın kulağa sunulmasıyla eş zamanlı olarak ölçülür. Birincil uyaranın frekansları geleneksel olarak "f1" ve "f2" dir. Oluşan otoakustik emisyon frekansı, uyaran frekansından farklı ama bu frekanslarla bağlantılıdır. F1 ve F2 frekansları değiştikçe kokleanın farklı alanlarından yanıtlar üretilir (11,19) .

2.4.3.3. Otoakustik Emisyonda Kontralateral Supresyon Ölçümü (MOKR)

Medial Olivakoklear nöronlar (MOK), beyin sapında bulunan süperior olivari kompleks olarak adlandırılan ilk binaural işlemenin gerçekleştiği merkez içerisinde bulunur. Süperior olivari kompleksin sırasıyla kulaklar arası süre ve şiddet farklılıklarını işleyen çekirdekleri medial süperior olivari ve lateral süperior olivaridir. MOK nöronları Medial süperior olivariyi çevreleyen Periolivary bölgesinde bulunur. MOK nöronları afferent ve efferent girdileri alır.

MOK aksonlarının ilk hedefi dış tüy hücreleridir. Çaprazlaşma yapan ve çaprazlaşma yapmayan MOK demetleri olarak süperior olivari kompleksten çıkarlar. ‘’Çaprazlaşma’’ terimi burada dış tüy hücrelerine giden yolda orta hattı geçip geçmediğini ifade eder. Çaprazlaşma yapan MOK demeti aksonları kontralateral dış tüy hücrelerini innerve ederken, çaprazlaşma yapmayan MOC demeti aksonları ipsilateral dış tüy hücrelerini innerve eder (31) . MOK sinir lifleri akustik uyarı ile dış tüylü hücrelerin uyarılması ile aktive olur. Bu baskılayıcı etki MOC Refleksi (MOKR) olarak adlandırılır. MOK refleksi ölçümleri işitsel mekanik hakkında bilgi sağlar. Ayrıca gürültüye bağlı işitme kaybına yönelik bilgi sağlanmasına yardımcı olabilir. MOK refleksi, kısa uyaranlar ile oluşan dış tüy hücre hareketinin yan ürünü olarak üretilen otoakustik emisyonlar ile ölçülebilir. Otoakustik emisyon ile geniş bant

gürültünün kontralateral olarak gönderilmesi ile MOK refleks aktivasyonu inhibe olur (32).

DPOAE' ler MOK refleksi tarafından indüklenen dış tüy hücre aktivitesine duyarlı olup insanlarda efferent etkileri incelemek için invaziv olmayan bir yöntemdir. Sessiz ortamda ve gürültü eşliğinde kaydedilen DPOAE' ler genlik, faz farkları ve MOK refleksinin aracılık ettiği koklear amplifikatör değerindeki azalmayı ölçmek için kullanılabilir (33).

MOK aktivasyonu için en uygun kontralateral akustik uyaran seviyesinin belirlenmesi için yapılan çalışmada, 55–65 dB SPL seviyesinde maksimum düşüşler sağlanmıştır. DPOAE' lerin seviyesi genellikle MOK aktivitesiyle azalmakla birlikte genlik artışı da görülebilir. MOK kaynaklı azalma miktarı insanlarda tipik olarak 1 ila 3 dB aralığındadır (34) .

2.5. Santral İşitsel İşlemlemenin Değerlendirilmesi

Saf ses odyometri gibi işitme ölçümleri, ağırlıklı olarak çevresel işitsel işlemeye dayandıklarından, genellikle merkezi işitsel işlemenin eksikliklerine duyarlı değildir. Benzer şekilde, işitsel anlama ölçümleri, bir sesin anlamını algılamak için semantik işlemeyi gerektirdiğinden, merkezi işitsel işlemlemeyi değerlendirmek için uygun değildir. Merkezi işitsel işleme ile ilgili olan ölçümler, işitsel ayırt etme ve tanımlama ölçütleridir. İşitsel ayırt etme, işitsel uyaranlar arasındaki benzerlik ve farklılıkları algılama yeteneğini ifade eder. İşitsel ayırt etme ölçümleri, deneklerin, uyaranların aynı mı yoksa farklı mı olduğunu belirtmelerini gerektiren iki alternatiften birinin seçim prosedürünü içerir. İşitsel tanımlama, işitsel uyaranları tanıma yeteneğini ifade eder. Hem sözlü hem de sözlü olmayan işitsel uyaranların tanımlanması, işitsel sınıflandırma ve tahmin görevleri dahil olmak üzere çeşitli görevler kullanılarak değerlendirilebilir (35).

ASHA *(American Speech and Hearing Association)*, santral işitsel işlemleme değerlendirme testlerini; işitsel ayırt etme testleri, işitsel zamansal işlemleme ve sıralama testleri, dikotik konuşma testleri monaural düşük bileşenli konuşma testleri binaural etkileşim testleri olarak sınıflandırmaktadır. Ek olarak subjektif davranışsal değerlendirmelerin yanı sıra, elektroakustik ve elektrofizyolojik değerlendirmelerin de önemi belirtilmektedir (36).

2.5.1. Dikotik Dinleme Testleri

Musiek ve Raymond M. Hurley (1997) tarafından dikotik dinleme testlerinin nörolojik hasarlara, ikincil merkezi işitsel işlev bozukluklarına duyarlı olduğu bildirilmektedir. Dikotik dinlemede, iki kulağa aynı anda farklı işitsel uyaran sunulur ve katılımcı her sunumdan sonra, duyduklarını tekrar eder. Bu işitsel uyaranlar tek heceli ünsüz- ünlü çiftinden oluşmaktadır (/ba/,/da/,/ga/,/pa/,/ta/). İki kulağa gelen uyaranların süre ve söyleniş biçimi olarak benzerliğinin artması testin zorluk düzeyini artırır (37) .

2.5.2. Frekans ve Süre Paternleri Testi

Frekans Patern Testi, ilk olarak 1970'li yıllarda Marilyn Pinheiro ve Paul Ptacek tarafından deneysel olarak tanıtılmış olup, sonrasında birtakım değişikliklere uğramıştır(38) .

Frekans Patern Testi' nde katılımcılara düşük frekanslı (880 Hz) ve yüksek frekanslı (1122 Hz) saf sesler sunulur ve katılımcılardan istenen sesin perdesini, kalın-ince-kalın gibi sıralamaları istenir. Süre Patern Testi' nde gönderilen uyaranlar frekans ve şiddet olarak aynı olmakla birlikte uyaran süresi farklıdır. Katılımcıdan arka arkaya gönderilen üç uyarandan uyaranları kısa- uzun- uzun gibi sıralaması istenir (35,36,39).

2.5.3. Boşluk Tespit Etme Testleri

Zamansal çözünürlük, santral işitsel sistemin işitsel uyarandaki değişimlere yanıt verme becerisini ifade eder. Bu beceri dinleyicinin değişimleri algılayarak konuşmayı anlamlandırması için önemlidir. Zamansal çözünürlük performansı, yaşla birlikte ve işitme kaybı oluşumuyla azalma gösterebilir. Zamansal çözünürlüğü değerlendirmeye yönelik çeşitli testler geliştirilmiştir: Bunlar ''Rastgele Aralık Tespit Etme Testi (RATET) , Uyarlanabilir Zamansal Çözünürlük Testi, İşitsel Füzyon Testi ve Gürültüde Boşluk Tanıma Testi'' olarak sınıflandırılabilir (40) .

2.5.4. Rastgele Aralık Tespit Etme Testi (RATET)

Robert W. Keith tarafından geliştirilen ''Rastgele Aralık Tespit Etme Testi'' temporal çözünürlüğü değerlendirmede kullanılan testlerden biridir. Aslında (Auditory Fusion Test-R /AFT-R) İşitsel Füzyon Testi'nin revize edilmiş halidir. Klik uyaran ve ton burst uyaranlarda test gerçekleştirilebilmektedir. Tonal uyaranlarla testi gerçekleştirmenin avantajı temporal çözünürlük hakkında frekansa spesifik sonuçlar

elde edilebilmesidir. Gönderilen saf ses uyaranlar 17 milisaniyeden (ms) oluşmaktadır. Uyaranlar arasındaki boşluk seviyeleri 0-40 ms arasında değişmekle birlikte test sırasında ‘’0, 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40 ms boşluklar katılımcıya randomize şekilde ulaşmaktadır. Bireylere testten önce uygulanan ve teste hazırlayan, boşluk sürelerinin artarak sıralı devam ettiği alt testler gerçekleştirildikten sonra asıl test 500- 4000 Hz frekanslarında gerçekleştirilir. Hastadan duyduğu sesi ‘’tek ses’’ ya da ‘’çift ses’’ olarak testi gerçekleştiren klinisyene bildirmesi istenir. Hastanın doğru ayırt ettiği en düşük aralık ‘’Boşluk Tespit Eşiği’’ olarak adlandırılır.

Robert W. Keith tarafından klik ve ton burst uyaranlarda, belirlenen eşiğin normal olarak kabul edilen değeri 2-20 ms olarak belirlenmiştir (40) .

2.5.5. Gürültüde Boşluk Tanıma Testi (GIN- GBTT)

Temporal çözünürlüğü değerlendiren, Gürültüde Boşluk Tanıma Testi (GBTT) Frank Musiek tarafından 2005 yılında, bireylerin özellikle merkezi işitsel işlemleme yeteneklerinin değerlendirilmesi amacıyla geliştirilmiştir. Gürültüde Boşluk Tanıma Testi’ nde kullanılan dört farklı test listesi bulunmaktadır. Listeler 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15 ve 20 ms uzunluğunda 60 boşluk içerir ve her biri altı kez ve rastgele sıralanır. Uyaran olarak klik ve ton burst yerine beyaz gürültü kullanılır. Beyaz gürültü arasında bulunan 6 ms' lik boşluklar 0-3 adet aralık bulunur ve boşluk süreleri rastgele değişim gösterir ve uyaranlar arası aralık 5 sn'dir (41).

Gürültü seviyeleri katılımcının saf ses ortalamasına göre 35-50 dB SL’ de normal işiten bireylerde 50 dB SL’ de gerçekleştirilebilir ve katılımcıya gürültü arasındaki boşluğu fark ettikleri an düğmeye basmaları konusunda bilgi verilir. Dinleyicinin 6 sunumdan 4 tanesini algıladığı aralık ‘’boşluk tespit eşiği’’ olarak adlandırılır.

GBTT farklı yaş gruplarına da kolayca uygulanabilir, merkezi işitsel işlemleme bozukluğu olan popülasyonda zamansal çözünürlüğü değerlendirmekle birlikte merkezi işitsel sistemin bütünlüğü hakkında bilgi verir (42,43).

2.6. Gürültüde Konuşma Testleri

Gürültülü ortamlarda konuşmayı anlama performansını saf ses odyometri ve konuşma odyometrisi testleri yansıtmamaktadır. Hastanın gürültülü ortamlardaki performansını algılayabilmek için gürültüde yapılan konuşma testleri önem

taşımaktadır. Gürültüde konuşma testleri, saf ses odyometri ve konuşma testlerinden bağımsız olarak eşik üstü harabiyet hakkında da bilgi vermektedir. Bu testlerde günlük ortamlarda iletişim becerisini değerlendirmek için cümle testleri, sözcük testlerinden aşağıda belirtilen nedenlerden dolayı daha uygundur:

Tek heceli veya gürültüde yapılan sözcük tanıma testleri dinleyicinin dikkatini vermesi için bir duyuru cümlesi veya uyaran gerektirir. Cümleler ise ek bir uyaran gerektirmeden testi zaman açısından daha verimli kılar. Aynı zamanda cümleler ile yapılan konuşma testleri günlük ortamları daha iyi yansıtır (44).

Gürültüde yapılan konuşma testleri günümüzde gürültülü ortamlardaki iletişim becerilerini, işitsel rehabilitasyon sürecinin verimliliğini değerlendirmede kullanılmaktadır. Yetişkinlerde gürültüde konuşma testinin değerlendirilmesinde birçok farklı test kullanılmaktadır. Klinisyen hangi konuşma testini hangi birey için uygun olduğunu belirli faktörlere göre belirler. Bireyin yaşı, ek problem varlığı, işitme kaybı derecesi/ tipi, işitme cihazı / koklear implant kullanım durumu, testin süresi testin uygulama biçimi (serbest alan/ kulaklık) gibi faktörler testin uygulanabilirliği kararında önem taşımaktadır(45).

Türkçe dili için standardizasyonu yapılan gürültüde konuşma testleri HINT (Hearing Noise Test) ve Türkçe Matriks testidir.

2.6.1. Sabit Sinyal Gürültü Oranında Uygulanan Testler

Sabit sinyal-gürültü oranı (SGO) testleri, sabit bir SGO 'da doğru yüzdeyi ölçer. SGO koşulları, klinisyen tarafından testten önce belirlenir ve test boyunca değişmeden kalır. Bu testlerin potansiyel avantajı, hastalara açıklanması kolay, işitme cihazının yararları için basit doğru yüzde puanı sağlamalarıdır. Bu tür testlerin bir dezavantajı, SGO 'nun nerede düzeltileceğini bilmenin zor olmasıdır. Zorlu bir SGO’ da (örn. -6 dB SGO) yapılan testte, işitme cihazlarının hastaya sağladığı fayda miktarını olduğundan az olabilirken seçilen dB SGO yetersiz ise, desteklenen fayda abartılmış olabilir.

2.6.2 Speech Perception in Noise Test (SPIN)

Gürültüde sunulan cümleler, 5 ile 8 kelimeden oluşmaktadır. Her cümlenin son kelimesi puanlanan kelimedir. Test maddelerinin yarısı yüksek, diğer yarısı düşük tahmin edilebilirliğe sahiptir(46).

2.6.3. Connected Speech Test (CST)

Bu test öncelikle işitme cihazının yararının değerlendirilmesine yönelik araştırmalarda bir ölçüt olarak kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Test, karşılıklı olarak üretilen bağlantılı 48 pasajdan oluşmaktadır. Her pasaj puanlama için 25 anahtar kelime içerir. Tüm pasajlar normal bir dinleyici için eşit anlaşılırlığa sahiptir(47).

2.6.4. Adaptif Sinyal Gürültü Oranında Uygulanan Testler

2.6.4.1. Word in Noise Test (WIN)

WIN testi, bir dinleyicinin gürültü varlığında kelimeleri doğru bir şekilde tekrar etme yeteneğini inceler. Yüksek frekanslarda sensörinöral işitme kaybı olan askerlerde iletişim becerilerini değerlendirmek için geliştirilmiştir(48).

2.6.4.2. Quick SIN (Qıick Speech in Noise) Testi

Quick SIN, gürültüde konuşmayı anlama performansını değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan bir klinik testtir. Quick SIN, 6 cümlelik 5 kelime içeren 12 liste içerir. Hedef cümleler sabit bir seviyede sunulur ve gürültü seviyesi 5 dB'lik adımlarla azalır, dolayısıyla SGO +25 ile 0 arasında değişir. Doğru bilinen her kelime bir puandır. SGO değeri altı cümleden bilinen doğru kelimelerin 25.5' tan çıkarılmasıyla hesaplanmaktadır (49,50).

2.6.4.3. Hearing in Noise Test (HINT)

HINT, 1994 yılında Nilsson, Soli ve Sullivan tarafından geliştirilmiştir. İşitme kaybının iletişim üzerindeki etkisini değerlendirmek ve işitme cihazı kullanıcılarında gürültülü ortamdaki konuşmayı anlamayı değerlendirmek için kullanılır (51,52).

HINT günlük yaşamda kullanılan cümlelerden oluşmaktadır. Bu test 10 cümleli 24 liste ve 20 cümleli 12 listeden oluşmaktadır. HINT konuşma materyalleri daha önceden İngiliz çocuklar için hazırlanmış BKB (Bamford-Kowal-Bench) cümleleri arasından seçilerek oluşturulmuştur(53).

Türkçe versiyonu 2006 yılında Şule Çekiç (2006) tarafından geliştirilmiştir. HINT sadece yetişkin grup için geçerli olmayıp HINT-C olarak adlandırılan testin çocuklara uygun versiyonu İngilizce olarak bulunmaktadır(44,53,54).

2.6.4.4. Matriks Testi

Matriks testi 1982 yılında Hagerman tarafından İsveç dilinde geliştirilmiştir. Türkçe versiyonu Zokoll ve arkadaşları tarafından 2015 yılında oluşturulmuştur. Günümüzde Türkçe dahil olmak üzere Almanca, Fransızca, İngiliz İngilizcesi, Amerikan İngilizcesi, Danca, Rusça, İspanyolca, Lehçe, Felemenkçe gibi birçok dilde mevcuttur. Matriks testi gürültülü ortamlarda konuşmayı anlama performansını, işitme cihazı ve koklear implant kullanan bireylerin memnuniyetini değerlendirmede kullanılmaktadır (55).

2.6.4.5. Türkçe Matriks Testi (TMT)

Saf ses odyometri testi, sessizlikte yapılan konuşma testi, gürültülü ortamlardaki iletişim becerisinin zorluğu hakkındaki bulguları yansıtmamaktadır. Bu tip gürültülü ortamlarda konuşmayı anlamada güçlük çeken bireylerin iletişim becerisini değerlendirmek önem taşır. Bu amaca yönelik son yıllarda gürültüde konuşma testleri, odyolojik değerlendirmelerde giderek önem kazanmaktadır. Konuşma testlerinin gerçekleştirebilmesi için önemli olan test edilecek bireyin anadilinin uygunluğudur. Türkçe, yaklaşık 70 milyonun ana dili olarak Türk dil ailesinin en büyük dilidir. Klinikte Türkçe dilinde kullanılan konuşma testleri tek ve çok heceli kelime testlerinden oluşur (44). Literatürde faklı dillerde yapılan birçok gürültüde konuşma testi olduğu, bu testlerin değerlendirmelerinin yapılan testin dil ve prosedürüne göre değişiklik gösterdiği açıklanır. Bu gürültülü ya da sessiz koşullarda gerçekleştirilen testler, aynı sözdizimsel yapıya sahip olan birçok dil için uygun olan Matriks ve HINT testlerinin geliştirilmesine yol açmıştır (56) .

TMT' nin konuşma materyalları dilbilimciler ve ortak yazarlar tarafından geliştirilmiştir ve bunu İsveç Hagerman Testi ve İcra Konsorsiyum'u tarafından önerilen kriterler takip eder. TMT cümleleri Türkçe sözcük sıralamasına göre dizilim gösterir (isim/ sayı/sıfat/nesne/ fiil) ve her biri beş kelimeye sahip 10 cümleden oluşmaktadır. Sonuç olarak farklı 50 kelimeden oluşmasına rağmen 100.000 farklı

cümle kurulabilmektedir. TMT' de yer alan kelimeler günlük hayatta, konuşma dilinde sık kullanılan kelimeler arasından seçilmiştir. Kullanılan kelimelerin sürekliliği dil uzmanlarına danışılmıştır. Türkçede /ğ/ bir ses olmayıp kelimeleri uzatmak ve iki ünlü arasına gelerek yumuşatmak için kullanıldığından içeriğinde /ğ/ içeren kelimeler hariç tutulmuştur. Farklı yaş grubundan bireylerinde kelimeleri tanıması açısından soyut kelimelerde dahil edilmemiştir.

İsimler ve nesneler, birbirine eklenmeyi engellemek için sessiz fonem ile başlayan ve biten iki heceli kelimelerden oluşur.

Sıfatlar, iki heceden oluşan sessiz fonem ile başlayan 4 tanesi sesli fonemle 6 tanesi sessiz fonemle sonlanır.

Rakamlar, Beş tane tek heceli beş tane iki heceli kelimelerden seçilmiş olup birkaç biraz gibi belirsiz ifadeler kullanılmamıştır.

Yüklemler, iki heceli beş kelime ve üç heceli beş kelimeden oluşur. Tüm yüklemler sessiz fonemle başlar ve üçüncü tekil şahısta di'li ve miş'li geçmiş zamanda çekimlenmiştir.

TMT'de herhangi bir ek kullanılmamasına, Türkçedeki tüm ünlüler dahil edilerek sözcük dağılımına dikkat edilmiştir.

TMT rastgele cümle listesi Tablo 1'de verilmiştir (44).

Tablo 1. TMT rastgele oluşturulan cümle örnekleri

İsim	**Sayı**	**Sıfat**	**Nesne**	**Yüklem**
Seyhan	İki	Yeni	Kilim	Verdi
Poyraz	Beş	Bordo	Gömlek	Kazanmış
Fırat	Sekiz	Mavi	Cımbız	Fırlatmış
Hikmet	On	Yeşil	Balon	Hak etmiş
Gönül	Yedi	Küçük	Sepet	Çizdi
Nurşen	Bir	Güzel	Çatal	Gördü
Dilek	Altı	Renkli	Terlik	Satmış
Meltem	Dört	Yeni	Fincan	Bulmuş
Tuncay	Üç	Beyaz	Yatak	Verdi
Zuhal	Dokuz	Temiz	Minder	Getirdi

Gürültüde gerçekleştirilen matriks testinde kullanılan maske gürültüsü, kullanılan cümlelerin 30 kez üst üste getirilmesi ile oluşturulmuştur.

TMT, adaptif olan ve olmayan olmak üzere iki şekilde gerçekleştirilebilir. Test standart olarak %50 konuşmayı anlama eşiği (KAE) değerlendirirken %20 ve %80 olarak da değişebilmektedir. Adaptif olarak gerçekleştirildiğinde gürültü düzeyi 65 dB olarak ya da işitme kaybı bulunan bireylerde daha yüksek seviyede ayarlanarak sinyalin de gürültü seviyesinde olduğu seviyede (SGO 0dB) teste başlanır ve bireyin cevaplarına göre sinyal şiddetini yazılım düzenler.

Test açık ve kapalı set olarak gerçekleştirilebilir. Açık sette birey duyduğu cümleyi tekrar eder, kapalı sette ise duyduğu cümleleri önünde bulunan ekrandan işaretleyerek bildirir. Kapalı sette gerçekleştirilen testin bireye görsel ipucu vermesi nedeniyle daha iyi olduğu bildirilmiş olup Zokoll ve arkadaşları kapalı set gerçekleştirilen testin açık set yapılan testten 0,8 dB'lik SGO daha iyi olduğunu ifade etmiştir (44,56).

2.7. İşitsel Uyarılmış Potansiyeller (İUP)

İşitsel Uyarılmış Potansiyeller; beynin elektriksel aktivitesinin yanıtlarıdır. İşitsel sistemdeki nöronal zar boyunca elektriksel aktivitedeki değişikliklerle üretilir. İUP oluşum sürelerine göre erken, orta ve geç latanslı işitsel uyarılmış potansiyeller olarak sınıflandırılabilir (57,58).

Erken işitsel uyarılmış potansiyeller İşitsel Uyarılmış Beyinsapı Potansiyelleri (İUBP) ve EcochG'yi (Elektrokokleografi) içerir, 0-10 milisaniye aralığında ortaya çıkan yanıtlardır. Kaynağı koklea ve VIII. sinirdir. Orta işitsel uyarılmış potansiyeller Orta Latans Cevapları testini içerir 10-50 milisaniye arasında ortaya çıkan yanıtlardır. Geç işitsel uyarılmış potansiyeller Kortikal Uyarılmış Potansiyeller testini içerir 50 milisaniyeden sonra ortaya çıkan yanıtlardır (59).

2.7.1. İşitsel Uyarılmış Beyinsapı Potansiyelleri (İUBP)

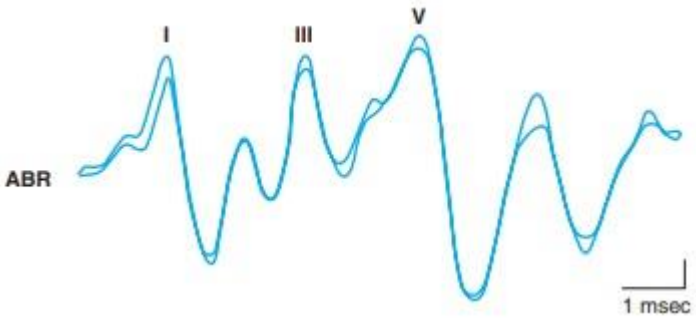
İUBP, testinin işitme eşikleri belirlenirken yararlı olduğu kanıtlanmasına rağmen bir işitme testi olmadığının unutulmaması önemlidir. İUBP ve diğer uyarılmış potansiyeller periferik ve merkezi sinir sistemi harici nöral senkronizasyona yanıt verme yeteneğini değerlendirir.

Hastanın katılımını gerektiren işitme testinin gerçekleştirilemediği bebek ve yetişkinlerin işitsel işlevlerinin değerlendirilmesinde kullanılır. Objektif invaziv olmayan bir ölçümdür (60) .

İUBP; I. dalga koklear sinirin distali, II. dalga koklear sinirin proksimali, III. dalga koklear nükleus, IV. dalga süperior olivari kompleks, V. dalga lateral lemnisküs, VI. ve VII. dalga İnferior Kollikulus bölümlerinin yanıtlarıdır (11) .

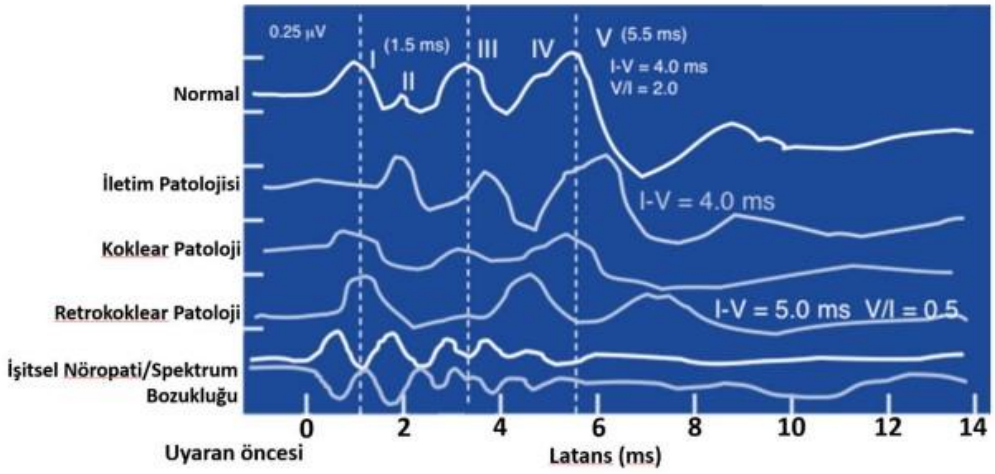
İUBP' yi gerçekleştirmek için hasta yatar pozisyonda olmalı ve elektrotların yerleştirileceği bölgeler dikkatli bir şekilde temizlenmelidir. İpsilateral ölçümde referans elektrot kulak lobulu ya da mastoid kemik üzerine toprak elektrot ise diğer kulak lobulu ya da mastoid kemiğe, aktif elektrot alın ya da vertekse yerleştirilir. Kontralateral ölçümde referans elektrotlar mastoid kemiğe, toprak elektrot alna, aktif elektrot ise alın ortası veya vertekse yerleştirilerek ölçüm yapılabilir. Yerleştirilen elektrotların empedanslarının 5 kohm'dan, elektrotlar arası empedans farkının ise 2 kohm' dan düşük olması elde edilecek ölçümün hassasiyeti için önemlidir (11).

İUBP ölçümünün değerlendirilmesinde elde edilen dalgaların latansları, dalgalar arası latans değerleri, dalga amplitüdleri, dalga morfolojisi, V. dalganın elde edildiği eşik değeri önem taşımaktadır. Patoloji varlığında bu değerlerde normal bireylere göre farklılık görülmektedir. Latans analizinin gerçekleştirilebilmesi için I., II., III., IV., V., VI. ve VII dalgaların yerleşimleri önemlidir. Tanısal değerlendirmede I., III. ve V. dalgalar önem taşımakla birlikte yapılan çalışmalar II. ve IV. dalganın yapısı nedeniyle tespit edilemediğini vurgulamaktadır. Şekil 3'te İUBP dalga yapısı görülmektedir (61) .



Şekil 3. İUBP dalga yapısı (62)

İletim tipi patolojilerde I. III. V. Dalgalarda uzama görülürken dalgalar arası latans farklılıkları korunmaktadır. Koklear patolojilerde iletim tipi patolojilerde olduğu gibi dalgalar arası latans farkı korunurken eşik seviyesine yaklaştıkça dalga latanslarında uzama görülebilir. Normal işiten bireylerde eşik üstü seviyede I. dalga elde edilebilirken koklear patolojisi olan bireylerde I. dalga maksimum şiddette elde edilmeyebilir. Retrokoklear patolojilerde patolojinin bölgesine göre dalga latanslarında gecikme ve dalgalar arası latans değerlerinde ve/veya kulaklar arası latans değerlerinde değişim gözlenmektedir. Şekil 4'te patolojilere göre İUBP dalga yapıları görülmektedir (11,61,62) .



Şekil 4. Patolojilere göre İUBP dalga yapıları (62)

3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Tipi

Araştırma kesitsel bir araştırma olarak planlandı.

3.2. Araştırmanın Yeri Zamanı ve Planı

Araştırma Mayıs 2022'de literatür tarama ile başladı ve Ocak 2024' de tez savunmasıyla sonlandırıldı. Bu araştırma Dokuz Eylül Üniversitesi Hastanesi Odyoloji Bölümü'nde gerçekleştirildi.

Literatür Tarama	Mayıs 2022- Temmuz 2022
Etik Kurul Onayı	Ağustos 2022
Verilerin Toplanması	Eylül 2022- Haziran 2023
Verilerin Kaydedilmesi	Ağustos 2023
Verilerin İstatistiksel Analizi	Ekim 2023
Tez Yazımının Tamamlanması	Aralık 2023
Tez Bitirme Sınavı	Ocak 2024

3.3. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Araştırmanın örnekleminde, çalışma grubunu Dokuz Eylül Üniversitesi Devlet Konservatuvarı Opera Anasanat Dalı Müzik Bölümü'nde okuyan normal işitmeye sahip bireyler, kontrol grubunu ise müzik eğitimi almayan normal işitmeye sahip bireyler oluşturmaktadır. Araştırmaya 18-30 yaş arası her grupta 16 birey olmak üzere toplam 32 gönüllü katılımcı dahil edildi.

Katılımcıların çalışmaya dahil edilme kriterleri;

- Çalışma grubunda 18-30 yaş arası müzik eğitimi alan öğrenciler /Kontrol grubunda 18-30 yaş arası müzik eğitimi almayan herhangi bir enstrüman çalmayan bireyler
- Normal Otoskopik bulgulara sahip olması
- Saf ses odyometri testinde normal sınırlarda işitmeye sahip olmak
- Normal orta kulak fonksiyonlarına sahip olmak
- Herhangi bir nörolojik, psikiyatrik, bilişsel problemlerinin bulunmaması

- Gönüllü olarak araştırmaya katılmak isteyip bilgilendirilmiş onamın imzalanmış olması.

Dışlama kriterleri

- Katılımcının gönüllü olmaması
- Katılımcının normal sınırlarda işitmeye ve normal orta kulak bulgularına sahip olmaması
- Ek nörolojik hastalık varlığı (serebrovasküler olaylar; geçici iskemik atak/inme vb)
- Ek genetik ve/veya sistemik hastalığın varlığı

3.4. Araştırma Materyali

Dokuz Eylül Üniversitesi Müzik Bölümü'nde okuyan çalışma grubu ile müzik eğitimi almayan kontrol grubuna; saf ses odyometri, akustik immitansmetrik değerlendirme testi uygulandı. Normal işitme ve normal orta kulak bulgularına sahip olan bireylere YFO, TMT, RATET, DPOAE, Kontralateral MOC Refleks Testi ve İUBP testleri yapıldı. Katılımcılara testler öncesinde kişisel bilgiler, müzik eğitimi, deneyim ve çalışma saatlerinin sorgulandığı bir değerlendirme formu doldurduldu. Tüm testler Dokuz Eylül Üniversitesi Hastanesi Odyoloji Bölümü'nde bulunan ve rutinde kullanılan ekipmanlar ile yapıldı.

3.5. Araştırmanın Değişkenleri

Bağımlı Değişkenler: Sinyal/gürültü oranındaki anlama seviyeleri, yüksek frekans odyometri eşikleri, rastgele aralık tespit etme testi eşikleri, kontralateral MOCR ölçüm değerleri, İUBP dalga, latans ve amplitüdleri bağımlı değişkenlerdir.

Bağımsız Değişkenler: Öğrencilerin yaşları ve cinsiyetleri bağımsız değişkenlerdir.

3.6. Veri Toplama Araçları

3.6.1. Saf Ses Odyometri Testi

Çalışmamıza katılan bireylere otoskopik bakının ardından sessiz kabinde Otometrics MADSEN Astera² (GN Otometrics A/S, 2630 Taastrup, Denmark) klinik odyometri cihazı ile işitme eşiklerini belirlemek için saf ses odyometri testi, 250 Hz ile 8000 Hz aralığında TDH- 39 supraaural kulaklık ile gerçekleştirildi. Kemik yolu değerlendirmesi 500 Hz ile 4000 Hz arasında B-71 kemik vibratör ile gerçekleştirildi.

3.6.2. Konuşma Odyometrisi

Konuşmayı alma seviyesi; sessiz kabinde saf ses odyometri testi sonrasında sunulan ses şiddet seviyesinde kelimelerin %50'sinin doğru anlaşıldığı en düşük şiddet seviyesinde belirlendikten sonra eşik üstü seviyede fonetik dengeli kelime listelerinden tek heceli kelimeler okunarak katılımcı tarafından tekrarlanan doğru cevaplar yüzdelik olarak belirtildi.

3.6.3. Akustik İmmitansmetri Testi

Çalışmamıza katılan bireylere akustik immitansmetri testi 226 Hz prob ton ile Otometrics MADSEN Zodiac (GN Otometrics A/S, 2630 Taastrup, Denmark) ekipmanı ile gerçekleştirildi.

Timpanogram tipleri Jerger sınıflamasına göre belirlendi. İpsilateral refleks ölçümleri 500 Hz, 1000 Hz ve 2000 Hz'de var/yok şeklinde belirlenirken, kontralateral akustik refleks ölçümleri 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz ve 4000 Hz'de eşik belirlenerek ölçüm gerçekleştirildi. Bu değerlendirme katılımcının normal orta kulak fonksiyonlarına sahip olup olmadığını belirlemek için uygulanmıştır.

3.6.4. Yüksek Frekans Odyometri

Otometrics Madsen Astera2 model odyometre cihazı kullanılarak yüksek frekans odyometrisi Circum- aural Sennheiser HDA 300 kulak üstü kulaklık ile 9000 Hz, 10000 Hz, 11200 Hz, 12500 Hz, 14000 Hz, ve 16000 Hz frekanslarında gerçekleştirildi.

3.6.5. DPOAE (Distorsiyon Ürünü Otoakustik Emisyon)

DPOAE Madsen Capella^2 Otoakustik Emisyon cihazı ile 1000- 8000 Hz frekans aralığında, 65/55 dB uyaran ile, f1/f2 değeri 1,22 olarak, 2 pts/oct oktavda ölçüm gerçekleştirildi. Çalışma ve kontrol gruplarından elde edilen SGO' ları karşılaştırıldı.

3.6.6. Otoakustik Emisyonda Kontralateral Supresyon Ölçümü (MOKR)

MOK Refleks ölçümleri DPOAE, Madsen Capella^2 Otoakustik Emisyon cihazı ile kulağa prob yerleştirildikten sonra DPOAE ölçümü gerçekleştirilmiş olup, prob kulaktan çıkarılmadan Interacoustics Clinical Audiometer AC33 cihazı ile kontralateral kulaktan 65 dB SPL seviyesinde geniş bant gürültü verilerek 2 ölçüm

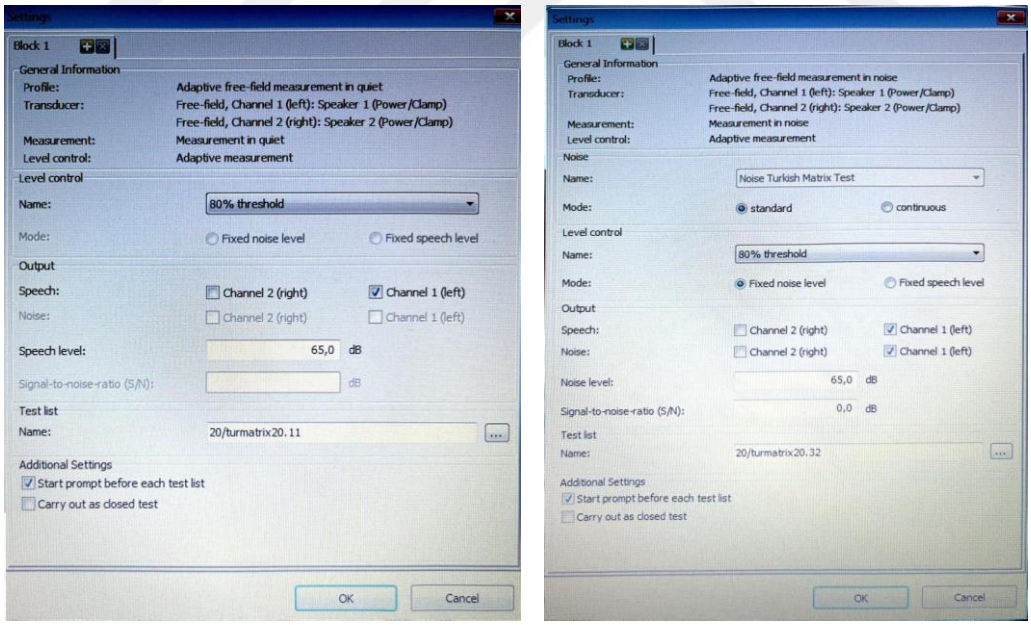
kaydedildi. Elde edilen ölçümlerin sinyal/gürültü oranları ortalaması alınarak hesaplandı.

3.6.7. Türkçe Matriks Testi

TMT, yazılımı destekleyen Otometrics MADSEN Astera2 (GN Otometrics A/S, 2630 Taastrup, Denmark) klinik odyometre cihazında Oldenburg Ölçüm Uygulamaları (OMA) üzerinden sessiz kabinde uygulandı. Çalışmamıza dahil edilen çalışma grubu ve kontrol grubu TMT' de adaptif ölçüm prosedürü kullanılarak 0° azimutta bulunan hoparlör ile sessizlikte ve gürültüde %80 konuşmayı anlama eşiğinde değerlendirildi.

Sessizlikte gerçekleştirilen ölçümde; 65 dB SPL' de konuşma uyaranı ile ölçüme başlandı. Bireye sunulan beş kelimeli cümleden dört kelimeyi doğru bildiğinde konuşma uyaranı yazılım tarafından otomatik olarak azaldı. Katılımcı dört kelimeden az bildiği durumlarda ise konuşma uyaranı otomatik olarak arttı.

Şekil 5' te sessizlikte ve gürültüde gerçekleştirilen TMT ölçüm protokolü bulunmaktadır.



Şekil 5. Sessizlikte ve gürültüde uygulanan TMT protokolü

Gürültüde gerçekleştirilen ölçümde; gürültü konuşma uyaranı ile birlikte olacak şekilde ayarlanmış olup sürekli modda değildir ve 65 dB SPL seviyesinde sabit olarak ayarlandı. Konuşma uyaranı ise 65 dB SPL seviyesindeydi (0 dB SGO' da).

Katılımcı beş kelimeli cümleden dört kelimeyi doğru bildiğinde konuşma uyaranı yazılım tarafından otomatik olarak azaltıldı ve dört kelimeden az bildiği durumlarda ise konuşma uyaranı otomatik olarak artırıldı.

3.6.8. Rastgele Aralık Tespit Etme Testi

Yapılan çalışmada RATET, TDH 39 kulaklıklar ile katılımcının en rahat dinleme eşiğinde; standart 60 dB HL' de uygulandı. Sağ ve sol kulaklar ayrı ayrı değerlendirildi.

İlk olarak katılımcıya test anlatılmış olup testi öğrenmesi amacıyla alt test 1: tarama/deneme başlığındaki prosedüre göre 500 Hz' deki saf ses uyaranların boşluk miktarı artan bir sırayla (0, 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40 ms) sunularak teste başlandı.

Daha sonra katılımcılara alt test 2 başlığı altında 500, 1000, 2000, ve 4000 Hz frekanslarındaki boşluk miktarları 0-40 ms arasında olan, rastgele değişen sesleri ''tek ses'' olarak mı ''çift ses'' olarak mı algıladığını söylemesi istendi. Kişinin sesleri fark edebildiği eşik ''aralık tespit etme eşiği'' olarak kabul edildi.

Aralık tespit etme eşiği kulakların 500, 1000, 2000, 4000 Hz' deki eşik ortalaması alınarak hesaplandı.

3.6.9. İşitsel Uyarılmış Beyinsapı Cevapları

Katılımcılara yapılan İUBP testi Otometrics Charter EP200 cihazı ile gerçekleştirildi. Alın (FPz), yüksek alın (Fz) mastoid (A1 A2) bölgeleri Nuprep ile temizlendikten sonra FPz' ye toprak elektrot, Fz' ye jumper ile birleştirilen aktif elektrot, ve mastoidlere referans eletrotlar yerleştirildi. Tüm elektrotların dirençleri 5 kΩ altında ve elektrotlar arası direnç değerleri 2 kΩ değerinden düşüktü. Katılımcılara uyumaları gerektiği bilgisi verildikten sonra 85 dB nHL şiddet seviyesinde 11.1 rate, alterne polaritede her bir kulak için iki kayıt alındı. Elde edilen dalgalarda çalışma grubu ile kontrol grubu I. III. ve V. dalga amplitüdleri ve latansları karşılaştırıldı.

3.7. Verilerin Değerlendirilmesi

Tüm verilerin istatistiksel analizleri IBM SPSS-24 (Statistical Package for the Social Science) paket programında %95 güven aralığında gerçekleştirildi. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogrov Smirnov Testi ile değerlendirildi. Normal dağılıma uygunluk göstermediği için nonparametrik test yöntemi olan Mann Whitney U testi kullanıldı.

Anlamlılık düzeyi tüm karşılaştırmalarda $p < 0,05$ olarak kabul edildi.

3.8. Araştırma Sınırlılıkları

Çalışmaya katılan müzik eğitimi alan bireylerin ders yoğunlukları sebebi ve ölçümlerin uygulanacağı yer ile öğrencilerin eğitim gördüğü yer arasındaki mesafe öğrenci katılımının az olmasına sebep oldu.

3.9. Etik Kurul Onayı

Bu çalışma Dokuz Eylül Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 31.08.2022 tarihinde 7366-GOA dosya numarası ve 2022/28-21 karar numarası ile onay alındı.

4. BULGULAR

Araştırmaya 16 müzik eğitimi alan çalışma grubu ve 16'sı müzik eğitimi almayan kontrol grubu olmak üzere 32 kişi dahil edildi. Çalışmaya katılan bireyler 18-30 yaş aralığındaydı. Çalışma grubunda 12 kadın, 4 erkek kontrol grubunda 11 kadın 5 erkek katılımcı yer aldı. Çalışma grubu yaş ortalaması 22,56±2,22; kontrol grubu yaş ortalaması 22,43±2,96'dır.

Araştırmaya katılım gösteren bireyler; keman, piyano, gitar, bağlama, bateri olmak üzere farklı enstrümanlar çalmakta olup, opera eğitimi alan öğrencilerdir. Öğrenciler eğitimleri haricinde günlük 1-3 saat arasında çalışma yaptıklarını belirtmişlerdir. Çalışma grubunda bulunan 16 öğrenciden 11'i nadiren kulak çınlaması yaşadığını belirtmiştir. Ayrıca katılımcılardan 4 tanesi özellikle sol kulaklarında çınlama şikayetinin yanında işitmede azalma hissettiklerini belirtmişlerdir. Çalışma ve kontrol grubundaki katılımcıların tümünde eşit seviyede kulaklık kullanımı mevcuttur.

Çalışmaya katılım gösteren müzik eğitimi alan öğrencilerin, müziğe ilgi duymaya başladıkları zaman dilimi ve çaldıkları enstrüman sayısı amatör ve/veya profesyonel olma durumları gözetilmeksizin Tablo 2'de belirtildi.

Tablo 2. Enstrüman çalan bireylerin sayısı ve deneyim süreleri

Enstrüman Sayısı	**Kişi Sayısı (n)**	**Deneyim Süresi (y) Ort±SS (Min/Maks)**
Bir enstrüman	4	11,25±1,50 (10/13)
İki enstrüman	7	11,42±5,06 (5/20)
Üç enstrüman	3	11,66±6,02 (6/18)
Dört ve daha fazla	2	10,5±2,12 (9/12)
y;yıl, Ort;Ortalama, SS; Standart Sapma Min;Mininum, Maks; Maksimum		

4.1. Odyolojik Bulgular

İstatistiksel analizler SPSS programı (SPSS for Windows version 24) ile gerçekleştirildi. Kolmogrov Smirnov testi ile yapılan analize göre kontrol ve çalışma gruplarının normal dağılım göstermediği saptandı. Normal dağılım göstermeyen veriler nonparametrik test yöntemi olan Mann Whitney U Testi ile analiz edildi. P değerinin 0,05'ten küçük olduğu sonuçlar anlamlı olarak kabul edildi.

4.1.1. Saf Ses Odyometri

Saf Ses Odyometri Testi' nde saf ses ortalamaları (SSO), SSO_1, SSO_2 ve SSO_3 olmak üzere sırası ile 500, 1000, 2000 Hz; 1000, 2000, 4000 Hz ve 500,1000, 2000, ve 4000 Hz olarak değerlendirildi. Saf ses ortalama değerleri Tablo 3' de belirtilmektedir.

Tablo 3. Gruplara göre SSO değerlerinin ortalama, standart sapma, minimum, maksimum değerleri

	SSO_1 (dB HL)		**SSO_2 (dB HL)**		**SSO_3 (dB HL)**	
Gruplar	**Sağ Kulak Ort±SS (Min./ Maks.)**	**Sol Kulak Ort±SS (Min./Maks.)**	**Sağ Kulak Ort±SS (Min./ Maks.)**	**Sol Kulak Ort±SS (Min./Maks.)**	**Sağ Kulak Ort±SS (Min./ Maks.)**	**Sol Kulak Ort±SS (Min./Maks.)**
Çalışma Grubu	1,66±3,21 (-3,33 /6,66)	1,04±3,09 (-5/6,66)	1,14±3,42 (-3,33 /8,33)	0,83±2,72 (-5/5)	1,64±3,21 (-3/7)	0,89±3,05 (-5/6,75)
Kontrol Grubu	1,43±2,76 5/6,66)	2,91±3,41 (-5/10)	1,12±2,46 (-5/5)	1,74±2,75 (-5/6,66)	1,56±2,68 (-5/6)	2,55±3,13 (-5/9)

SSO_1; 500,1000,2000 Hertz Saf Ses Ortalaması, SSO_2; 1000, 2000, 4000 Hertz Saf Ses Ortalaması, SSO_3; 500, 1000, 2000, 4000 Hertz Saf Ses Ortalaması, dB HL; desibel Hearing Level Ort;Ortalama, SS;Standart Sapma, Min;Minimum, Maks;Maksimum

Çalışma ve kontrol grubunda SSO' ları normal sınırlardaydı (<20). Gruplar arası karşılaştırmalarda; Sağ kulak SSO ile sol kulak SSO arasında anlamlı fark elde edilmedi ($p>0,05$)

4.1.2. Yüksek Frekans Odyometri (YFO) Bulguları

YFO testinde 8, 9, 10, 11, 12.5, 14, 16 kHz frekansları sağ kulak ve sol kulak olmak üzere ayrı olarak gruplar arası değerlendirildi. Kontrol ve çalışma gruplarının frekans değerlerinin ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 4.'de bulunmaktadır.

Tablo 4. Gruplar arası YFO ortalama ve standart sapma değerleri

GRUPLAR			
Frekans	**Kulak**	**Kontrol Grubu (dB) Ort±SS**	**Çalışma Grubu (dB)Ort±SS**
8 kHz	**Sağ**	6,56±8,31	3,43±5,07
	Sol	5,93±6,88	4,68±5,61
9 kHz	**Sağ**	6,56±8,89	6,56±7,68
	Sol	4,37±7,50	5,00±7,07
10 kHz	**Sağ**	4,68±10,07	6,25±12,04
	Sol	2,50±6,05	3,75±7,63
11 kHz	**Sağ**	4,06±8,20	4,68±9,91
	Sol	1,87±5,73	4,68±6,94
12.5 kHz	**Sağ**	2,50±8,70	2,81±10,64
	Sol	-1,56±6,51	1,56±8,50
14 kHz	**Sağ**	5,93±12,54	6,25±13,35
	Sol	4,06±11,86	5,00±10,32
16 kHz	**Sağ**	10,62±16,91	10,00±17,82
	Sol	12,50±19,14	8,43±16,40

YFO; Yüksek Frekans Odyometri kHz;kilohertz, dB;desibel, Ort; Ortalama, SS; Standart Sapma

YFO testinde gruplar arasında ve sağ kulak ile sol kulak arasında anlamlı fark elde edilmedi ($p>0,05$).

4.1.3.Türkçe Matriks Testi (TMT) Bulguları

%80 anlamlılık düzeyinde, sessizlikte ve gürültüde, adaptif olarak gerçekleştirilen TMT' den elde edilen veriler karşılaştırıldı.

Kontrol ve çalışma grubundan elde edilen TMT ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 5.'de belirtildi.

Tablo 5. Sessizlikte ve gürültüde gruplar arası TMT ortalama ve standart sapma değerleri

Gruplar	TMT Sessizlikte (dB) Ort±SS (Min./ Maks.)	TMT Gürültüde (SGO) Ort±SS (Min./ Maks.)
Kontrol (n=16)	26,03±2,62 (20,80 /29,60)	-4,86±0,71 (-6,20- /-3,90)
Çalışma (n=16)	26,96±3,01 (22,80 /32,60)	-4,95±1,08 (-6,60- /-3,30)

TMT; Türkçe Matriks Testi, n;kişi sayısı, dB;desibel, SGO;sinyal gürültü oranı Ort;Ortalama, SS;Standart Sapma, Min;Minimum, Maks;Maksimum,

Hem sessizlikte hem de gürültülü ortamda yapılan TMT' de kontrol grubu ile çalışma grubu arasında anlamlı fark elde edilmedi ($p>0,05$).

4.1.4. İşitsel Uyarılmış Beyinsapı Cevapları (İUBP) Testi Bulguları

Çalışma ve kontrol grupları İUBP bulguları I. III. ve V. dalga latansları, amplitüdleri karşılaştırıldı. İUBP dalga latans ve amplitüd değerlerinin ortalama istatistiksel anlamlılık değeri Tablo 6 ve 7 de belirtildi.

Tablo 6. İUBP dalga latansları ortalama standart sapma ve istatistiksel anlamlılık değerleri

Dalga Latansları (ms)	Kulak	Çalışma Grubu (n=16) Ort±SS	Kontrol Grubu (n=16) Ort±SS	P Değeri
I. Dalga	Sağ	1,55±0,10	1,60±0,10	
	Sol	1,52±0,11	1,55±0,12	
III. Dalga	Sağ	3,61±0,15	3,67±0,26	
	Sol	3,66±0,20	3,72±0,23	p>0,05
V. Dalga	Sağ	5,36±0,13	5,41±0,24	
	Sol	5,42±0,17	5,49±0,25	

Tablo 7. İUBP dalga amplitüdleri ortalama standart sapma ve istatistiksel anlamlılık değerleri

Dalga Amplitüdleri (µV)	Kulak	Çalışma Grubu (n=16) Ort±SS	Kontrol Grubu (n=16) Ort±SS	P Değeri
I. Dalga	Sağ	0,25±0,07	0,33±0,13	p>0,05
	Sol	0,28±0,10	0,40±0,09	p=0,00
III. Dalga	Sağ	0,23±0,11	0,25±0,11	p>0,05
	Sol	0,22±0,08	0,27±0,09	
V. Dalga	Sağ	0,38±0,12	0,56±0,08	p=0,014
	Sol	0,41±0,09	0,52±0,12	p=0,000

n;kişi sayısı, ms;milisaniye, µV; mikrovolt, ort;ortalama, SS; standart sapma, p değeri; istatistiksel analiz değeri

İUBP Testi' nde I. III. ve V. dalga latanslarında gruplar arasında anlamlı fark elde edilmedi (p>0,05). Sol kulak I. dalga ve her iki kulak V. dalga amplitüd değerlerinde kontrol ve çalışma grupları arasında anlamlı fark elde edildi (p<0,05). Çalışma grubunun V. dalga amplitüd değerleri, kontrol grubunun V. dalga amplitüd değerlerinden daha düşük elde edildi. Çalışma grubunda sol kulak I. dalga amplitüd değeri kontrol grubu amplitüd değerinden anlamlı olarak düşük elde edildi (p<0,05).

4.1.5. Otoakustik Emisyonda Kontralateral Supresyon Ölçümü (MOKR)

DPOAE ölçümü 1000-8000 Hz aralığında supresyonsuz (SP'siz) ve supresyonlu (SP'li) olarak gerçekleştirildi. SP'siz tek ölçüm ve SP'li iki ölçüm ard arda gerçekleştirildi ve ortalama değerleri hesaplandı. Tablo 8'de SP'siz ve SP'li ortalama ve standart sapma değerleri gruplar arasında sağ ve sol kulak olarak belirtildi.

Tablo 8. Gruplar arası sağ -sol kulak DPOAE SP'siz ve SP' li ortalama ve standart sapma değerleri

GRUPLAR					
Frekans (Hz)	**Kulak**	**Kontrol Grubu Ort±SS (SNR)**		**Çalışma Grubu Ort±SS (SNR)**	
		SP'siz DPOAE	**SP'li DPOAE**	**SP'siz DPOAE**	**SP'li DPOAE**
996	**Sağ**	14,50±5,83	12,84±5,51	15,25±6,92	15,0±6,14
	Sol	13,43±7,05	14,18±6,28	16,56±8,05	13,03±9,82
1191	**Sağ**	16,62±8,45	15,75±6,89	17,56±9,15	15,56±8,72
	Sol	17,12±5,74	15,31±5,98	17,50±8,0	17,0±8,78
1416	**Sağ**	21,31±4,96	18,03±5,71	18,81±8,12	18,46±7,72
	Sol	18,87±7,60	16,65±6,08	19,56±9,79	17,15±8,32
1680	**Sağ**	20,93±6,31	19,31±6,52	17,43±7,90	17,06±8,76
	Sol	18,68±6,37	16,78±5,51	18,68±8,82	18,37±6,69
2002	**Sağ**	21,06±8,25	19,53±7,0	18,81±8,24	18,43±7,87
	Sol	19,31±6,83	15,87±5,60	16,75±7,54	16,96±7,36
2383	**Sağ**	21,62±5,99	19,56±586	20,25±9,02	19,18±8,05
	Sol	17,81±6,84	15,25±6,32	18,06±8,91	17,40±7,70
2832	**Sağ**	22,50±4,30	21,34±4,96	17,81±6,97	18,37±7,41
	Sol	19,37±5,69	17,81±6,42	16,0±8,98	15,96±9,40
3359	**Sağ**	20,68±6,10	20,62±5,42	16,43±10,15	17,21±8,25
	Sol	15,93±9,05	16,81±5,48	16,43±6,59	15,84±9,07
4004	**Sağ**	20,43±7,11	17,81±7,87	13,68±8,05	14,53±8,11
	Sol	19,18±6,91	18,65±6,10	17,87±6,45	16,53±6,46
4756	**Sağ**	18,18±9,50	16,96±9,30	15,0±5,60	17,31±7,44
	Sol	16,12±7,84	17,03±7,01	15,87±7,55	15,31±6,96
5654	**Sağ**	17,06±7,37	14,34±7,84	12,31±5,30	14,28±5,18
	Sol	13,93±7,86	14,68±,42	11,12±7,08	12,31±6,68
6729	**Sağ**	11,12±7,0	12,28±5,94	7,81±8,01	9,31±6,83
	Sol	11,62±8,16	8,90±8,51	10,75±7,19	11,06±5,39
7998	**Sağ**	7,06±6,54	5,84±5,82	5,06±7,54	6,03±5,18
	Sol	8,25±6,32	7,06±6,19	6,50±6,85	8,93±6,09

DPOAE;Distorsiyon Ürünü Otoakustik Emisyon Hz;Hertz, SP'siz Supresyonsuz, SP'li Supresyonlu Ort; Ortalama, SS; Standart Sapma, SNR;sinyal gürültü oranı

Yapılan SP'li ve SP' siz DPOAE ölçümünde, gruplar arasında ve sağ ile sol kulak arasında anlamlı farklılık bulunmadı ($p>0,05$).

4.1.6. Rastgele Aralık Tespit Etme Testi (RATET)

Kontrol ve Çalışma Gruplarında sağ ve sol kulaklarda 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz'de elde edilen verilerin ms değerleri ortalaması alınarak birleşik eşikleri hesaplandı. Gruplar arasında frekansa göre birleşik eşik değerlerinin ortalama, maksimum ve minimum değerleri tablo 9' da belirtildi.

Tablo 9. Frekansa göre gruplar arası sağ ve sol kulak RATET ortalama, minimum ve maksimum değerleri

Gruplar	RATET (ms), Ort, (Min-Maks) Değerleri							
	500 Hz		1000 Hz		2000 Hz		4000 Hz	
	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol
Kontrol Grubu (n=16)	5.18 (2-15)	5,37 (2-10)	5.87 (2-10)	6.43 (2-10)	6.43 (2-10)	6.62 (2-15)	6.93 (2-20)	7.00 (2-10)
Çalışma Grubu (n=16)	4.56 (2-10)	4.87 (2-10)	4.32 (2-10)	4.50 (2-10)	5.62 (2-10)	5.62 (2-10)	5.87 (2-10)	5.06 (2-10)

RATET; Rastgele Aralık Tespit Etme Testi, ms; milisaniye, Ort;Ortalama, Min; Minimum, Maks; Maksimum

Gruplar arasında RATET değerleri arasında anlamlı farklılık elde edilmedi. Aynı zamanda sağ kulak ile sol kulak arasında da RATET birleşik ortalamaları arasında anlamlı fark elde edilmedi ($p>0,05$). Gruplar arasında anlamlı fark elde edilmemesine rağmen frekanslara göre ortalama değerleri çalışma grubunda daha düşük elde edildi.

4.2. Korelasyon Analizleri

Çalışmadaki verilerimiz normal dağılım görmediği için Sperman's korelasyon analizi ile değerlendirildi. Korelasyon katsayısını değerlendirmesinde rho<0,2 ise çok zayıf ilişki ya da korelasyon yok, 0,2-0,4 arasında zayıf, 0,4-0,6 arasında orta derecede ilişki 0,6-0,8 arasında ise güçlü ilişki ve rho>0,8 ise çok yüksek ilişki olduğu yorumu yapıldı (63). Tablo 10.'da İUBP dalga amplitüdleri ile çalışma grubunda çalınan enstrüman sayısı ve enstrüman deneyim süreleri arasındaki korelasyon incelendi.

Tablo 10. İUBP ile çalınan enstrüman sayısı ve deneyim süreleri arasındaki ilişki

	Çalınan Enstrüman Sayısı ile Korelasyon			**Deneyim Süresi ile Korelasyon**	
	Sol İUBP Dalga I Amplitüdü	**Sol İUBP Dalga V Amplitüdü**	**Sağ İUBP Dalga V Amplitüdü**	**Sol İUBP Dalga I Amplitüdü**	**Sağ İUBP Dalga V Amplitüdü**
Rho	-0,478	-0,487	-0,686	-0,479	-0,534
P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

İUBP dalga amplitüdleri ile çalınan enstrüman sayısı arasındaki korelasyon incelendi. Enstrüman sayısı ile sol kulak I. dalga ve V. dalga amplitüdleri arasında orta derecede sağ kulak V. dalga amplitüdü arasında ise güçlü derecede negatif korelasyon gözlendi ($p<0,05$). Çalınan enstrüman sayısı arttıkça her iki kulak V. dalga ile sol kulak I. dalga amplitüdlerinde düşüş görüldü.

İUBP dalga amplitüdleri ile enstrüman deneyim süreleri arasındaki korelasyon incelendi. Sol kulak I. dalga ve sağ kulak V. dalga amplitüdleri ile deneyim süreleri arasında orta derecede negatif korelasyon gözlendi ($p<0,05$). Müzisyenlerin deneyim süreleri arttıkça sol kulak I. dalga ve sağ kulak V. dalga amplitüdlerinde düşüş görüldü.

5. TARTIŞMA

Yaptığımız çalışmada, müzik eğitimi alan öğrencilerin, ileri odyolojik değerlendirmelerde ‘’gizli işitme kaybı’’ bulgularını taşıyor olabileceği düşünüldü. Kurulan hipotezler doğrultusunda müzik eğitimi alan çalışma grubu ile müzik eğitimi almayan kontrol grubuna akustik immitansmetrik değerlendirme ve saf ses odyometri testi uygulandı. Normal sınırlarda işitme ve orta kulak bulgularına sahip bireylere ‘’YFO, TMT, RATET, DPOAE, MOKR, İUBP ‘’ ölçümleri uygulandı.

Kujawa ve ark. (2011) hayvanlarda gizli işitme kaybına yönelik yaptıkları araştırmada orta derecede 2 saat 100 dB SPL seviyesinde gürültüye maruz kalmanın gizli işitme kaybına sebep olduğunu bildirmektedir. Sonrasında işitsel eşikler üzerindeki değişimlerin geçici olduğu haftalar içinde düzelmesine rağmen eşik üstü seviyelerde koklear cevaplarda etkilenme görüldüğünü ortaya koymuşlardır (64).

Barbee C.M. (2014) ve ark. gizli işitme kaybına yönelik derlemesinde; saf ses odyometri, YFO, gürültüde konuşma testleri, ECochG, İUBP, işitsel kararlı durum yanıtları (ASSR), frekans takip yanıtları (FFR) ve zarf takip yanıtları (EFR) test bataryalarının kullanıldığını vurgulamıştır (22).

Song Z. ve ark. (2021) 18-35 yaş arası saf ses odyometri testinde (125-8 kHz) normal işiten kulak çınlaması olan çalışma grubu ile kulak çınlaması olmayan kontrol grubunda YFO testi ile gizli işitme kaybını araştırmışlardır. Çalışma grubunda yüksek frekans odyometri testinde anlamlı derecede eşiklerde düşüş gözlemişlerdir (65)

Bramhall ve ark. (2017) normal işitmeye sahip 19-35 yaş arası yüksek düzeyde gürültü maruziyeti olan grupları gürültü derecelerine ve ateşli silah kullanımına bağlı olarak askeriyede çalışan bireyleri 4 gruba ayırarak saf ses odyometri, YFO, İUBP ve DPOAE testlerini gerçekleştirmiştir. Gruplar arasında YFO ve DPOAE testlerinde anlamlı fark elde edilmemiştir. İUBP testinde yüksek gürültüye maruz kalan ve silah kullanımı olan grupta I. dalga amplitüdünde azalma görüldüğünü belirtmişlerdir (66).

Prendergast ve ark.(2017) normal işitmeye sahip yaşamı süresince gürültü maruziyeti (gürültü maruziyeti anketle sorgulanan) olan 18-36 yaşları arasında normal işiten bireylere TEOAE ve İUBP ve FFR ölçümlerini uygulamışlardır. Gürültü maruziyeti ile TEOAE SGO’da ve İUBP dalga amplitüdleri arasında anlamlı fark bulunmamıştır. FFR genliğinde azalma olduğunu bildirmişlerdir (9).

Fulbright ve ark. (2017) eğlence amaçlı gürültü maruziyeti olan normal işiten bireylerde İUBP I. dalga amplitüdünü araştırmışlardır. Gürültü maruziyeti ile İUBP dalga I amplitüdü arasında anlamlı fark bulunmadığını belirtmişlerdir (67).

Yapılan çalışmalarda, İUBP dalga I amplitüdündeki değişimin gürültü maruziyeti derecesi ile bağlantılı olduğu belirtilmekle birlikte, yaşa cinsiyete ve kafa boyutuna göre değişim gösterdiği bildirilmiştir (9,66).

Gürültü maruziyeti ile İUBP dalga V amplitüdü arasındaki ilişki netleşmemiş olmasına rağmen literatürde V. dalga amplitüdünde azalma olduğunu destekleyen çalışmalar mevcuttur (10,68). Bizim yaptığımız çalışmada da çalışma grubunda V. dalga amplitüdü anlamlı olarak düşük elde edildi.

Bal ve arkadaşlarının yaptığı çalışma, çalışmamıza en yakın çalışmadır. Çalışmada yüksek sesle dinleme yapan normal işitmeye sahip (<20 dB HL) 109 gönüllü bireyi yüksek risk ve düşük risk olarak gruplandırılmıştır. YFO, TMT (% 50 anlama düzeyi), TEOAE, DPOAE, EcochG, İUBP ölçümleri uygulanmıştır. YFO'da ve sessizlikte uygulanan TMT' de gruplar arasında anlamlı fark elde edilmemiştir. Gürültülü ortamda yapılan TMT 'de yüksek risk grubunda sonuçlar daha kötü elde edilirken, EcochG testinde SP AP latansları yüksek risk grubunda anlamlı derecede uzamış ve AP amplitüdleri düşük olarak elde edilmiştir. Yüksek risk grubunda İUBP I ve V dalga latanslarında uzamalar görülürken dalga V amplitüdünde de düşüş görülmüştür (10) .

Washnik ve ark. (2023) yaptıkları çalışmada, 18-30 yaş arası normal işiten müzisyenler ve müzisyen olmayanları iki gruba ayırmıştır. Bireylere saf ses odyometri, YFO, gürültüde kelime ile cümle tanıma testleri İUBP ve P300 ölçümleri uygulanmıştır. Gruplar arasında gürültüde kelime tanıma performansında müzisyen olmayanlarda daha iyi sonuçlar elde edilirken gürültüde cümle tanıma testinde ve İUBP ve P300 ölçümleri arasında anlamlı farklılıklar bulunmamıştır (69).

Nam ve ark. (2021) akut gürültü maruziyeti sonrasında normal işitme ve normal orta kulak bulgularına sahip 42 birey ve gürültü maruziyeti bulunmayan 12 bireyde 90 dB peSPL' de İUBP morfoloji, latans ve amplitüd bakımından incelemişlerdir. Gruplar arasında dalga morfolojileri, latans ve amplitüdlerinde anlamlı farklılık görülmemiştir (70) .

Dhrruvakumar ve ark. (2021) mesleki gürültüye maruz kalan ve farklı meslekten gürültü maruziyeti olmayan 25-45 yaş arası normal işitmeye sahip bireylere saf ses odyometri, YFO, DPOAE, RATET klik ve ce-chirp İUBP ölçümleri uygulamışlardır. Gruplar arasında gürültü maruziyeti olan grupta YFO testinde ve DPOAE' de (1500-16000 Hz) anlamlı derecede düşüş gözlendi. RATET ve İUBP dalga latans ve amplitüdlerinde gruplar arasında anlamlı fark gözlenmemiştir (71) .

Yapılan son araştırmalar, müzik pratiği ile işitsel işlemleme yeteneklerinin daha iyi hale geldiğini göstermektedir. İşitsel işlemleme yeteneği sesleri tanıma, lokalizasyon gürültülü ortamlarda işitsel uyaranın fark edilmesi ya da seslerdeki frekans yoğunluk ve süre değişimlerini tanımlar (72).

Müzisyenlerde yapılan çalışmalarda müzik eğitimi alanların, müzik eğitimi almayanlara göre zamansal işlemleme çözünürlük yeteneğinde daha iyi performans gösterdiği bulunmuştur (72,73) .

Junior ve ark. 18-30 yaş arası müzisyen ve müzisyen olmayan olmak üzere gruplara RATET uygulamışlardır ve müzisyenlerin zamansal çözünürlük yeteneğinde müzisyen olmayanlara göre daha iyi sonuçlar elde ettiği sonucuna varmışlardır (72) .

Bizim çalışmamızda RATET' te çalışma ve kontrol grupları arasında anlamlı farklılık bulunmamasına rağmen çalışma grubunda RATET ortalama değerleri kontrol grubuna göre daha daha düşük elde edilmiştir. Bu değerin düşük elde edilmesi çalışma grubunun müzik eğitimi alan öğrencilerden oluşmasından ve kontrol grubuna göre iki uyaran arasındaki daha düşük boşlukları fark edebilme yeteneğinden kaynaklanabileceği, aynı zamanda öğrencilerin müzik deneyimleri arttıkça gruplar arasındaki farklılıkların anlamlı hale geleceği düşünüldü.

Kumar ve arkadaşlarının (2016) 20-30 yaş arası 5 yıl müzik tecrübesine sahip olan ve aynı yaşlarda müzik eğitimi almayan bireylerde zamansal işlem becerilerini değerlendirdikleri çalışmasında; müziğe yönelik eğitimin, zamansal işlem becerilerini ve işitsel ayırt etme yeteneğini geliştirdiği fikrine varmışlardır. Aynı zamanda işitsel işlemleme bozukluğu olan çocuklarda müziğe yönelimin yararlı olabileceğini vurgulamışlardır (74).

İşitme kaybı, bilişsel gerileme, beyindeki fonksiyonel ve yapısal yaşlanma gürültüde konuşma anlaşılırlığı algısında bozulmalara sebep olabilir (75). Enstrüman

çalmanın, müzik ile ilgilenmenin işitsel ve bilişsel anlamda katkısı olduğu düşünülmektedir. Hatta müzik ile ilgilenmenin gürültüde konuşmayı anlama algısı üzerinde de etkili olabileceğini savunan çalışmalarda bulunmaktadır (75–77) .

Başka bir çalışmada ise gürültüye bağlı gizli işitme kaybının, birey normal işitmeye sahip olmasına rağmen gürültülü ortamlarda konuşmaları anlama algısında bozulmalar meydana getirebildiği bildirilmiştir (78) .

Clark ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada 19-31 yaş aralığında 16 müzisyen ve 15 müzisyen olmayan iki gruba QuickSIN ve HINT testini uygulamışlardır. Hem QuickSIN hem de HINT 'de müzisyenler, müzisyen olmayanlara göre daha iyi performans gösterdiler (79).

Hennesy ve ark. (2022) gürültüde konuşmayı anlama algısı üzerine yaptığı araştırmada müzisyen olmanın gürültüde konuşmayı anlama algısının daha iyi olabileceğine orta derecede bir etki büyüklüğü olduğunu bildirmiştir (80).

Çalışmamızda TMT %80 anlama düzeyinde gerçekleştirildi. Sessizlikte ve gürültüde kontrol ve çalışma grubu arasında anlamlı fark elde edilmedi ($p>0,05$). Literatürde gizli işitme kaybı riski bulunan bireylerde gürültüde %50 anlama düzeyinde gerçekleştirilen TMT' de gürültü maruziyeti olanlarda sonuçlar anlamlı derecede düşük elde edilmiştir (10,81). Çalışmamızda anlamlı fark elde edilmemesinin TMT' nin %80 anlama düzeyinde uygulanmasından ve çalışma grubunun öğrencilerden oluşmasından kaynaklanabileceği, profesyonelliğe bağlı olarak ilerleyen dönemlerde gruplar arasında farklılıklar oluşabileceği düşünüldü.

Kara ve ark. tinnitusu olan ve olmayan normal işiten bireylere saf ses odyometri, YFO, sessizlikte ve gürültüde konuşma testleri, TEOAE, DPOAE, TEN (ölü bölge) testi ve EcochG ölçümlerini uygulamışlardır. Uygulanan ölçümlerde 6-16kHz işitme eşikleri, gürültüde konuşmayı ayırt etme ve TEN testlerinde çalışma grubunda daha düşük performans elde edilirken, DPOAE ve TEOAE ölçümlerinde farklılık elde edilmemiştir. Uygulanan EcochG testinde tinnitusu olan çalışma grubunda SP/AP oranı anlamlı derecede yüksek elde edilmiştir (81) .

Stadio ve ark. (2018) 1978 yılından 2018'e kadar profesyonel müzisyenler üzerinde yapılan çalışmaları incelemişlerdir. Bu sistematik incelemede pop/rock ve klasik müzikle ilgilenenlerde işitme hassasiyetleri araştırılmıştır. Pop/rock ile ilgilenen

müzisyenlerde klasik müzikle ilgilenenlere göre işitme kaybının daha fazla olduğunu ve klasik müzikle uğraşan müzisyenlerde enstrüman çalmaya bağlı olarak kulaklar arasında asimetri görüldüğünü belirtmişlerdir (82).

Çalışmamızda İUBP'de çalışma grubu her iki kulak V. dalga ve sol kulak I. dalga amplitüdü anlamlı derecede düşük elde edildi ($p<0,05$). Ayrıca gerçekleştirilen korelasyon analizlerinde İUBP V. dalga amplitüdleri ve sol kulak I. dalga amplitüdünde enstrüman sayısı arttıkça amplitüdlerde düşüş gözlenmiştir ($p<0,05$). Müzisyenlerin deneyim süreleri ile dalga amplitüdleri arasındaki ilişki incelendiğinde ise sol kulak I. dalga ve sağ kulak V. dalga amplitüdleri deneyim süreleri arttıkça amplitüdlerde düşüş gözlenmiştir ($p<0,05$). Çalışmamıza katılan bireylerde enstrüman çalan müzisyenlerdi ve sonuçlarda elde edilen kulaklar arasındaki asimetrinin sebebinin literatürle uyumlu olarak enstrüman çalmaya bağlı olabileceği düşünüldü. Çalışmamız katılımcı sayısı bakımından kısıtlıdır. Bu konuda daha fazla birey üzerinde yapılacak daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

Jansen ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada profesyonel müzisyenleri gürültüye bağlı işitme kaybı açısından araştırdılar. 241 katılımcıdan oluşan normal işitmeye sahip profesyonel müzisyenler OAE, gürültüde konuşmayı anlama, saf ses odyometri testleri ile değerlendirilmiştir. OAE testinde enstrüman çalan grupta sonuçlar daha düşük elde edilmiştir. Gürültüde konuşma testinde ise müzisyenlerde daha iyi sonuçlar elde edilmiş olup sonuçlar anlamlı değildir. Yapılan saf ses odyometri testinde 4-6 kHz'de çentik görülmüştür (83).

Bizim çalışmamızda işitme testlerinde çentik görülmemiştir. Profesyonel müzisyenlerde elde edilen sonuçlar değişiklik gösterebilir. Ayrıca DPOAE testinde de gruplar arasında anlamlı fark gözlenmedi ($p>0,05$).

Gürültü maruziyetinde OAE testleri ve MOKR testi önem taşımaktadır. Bramhall ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada 19-35 yaş aralığında normal işitmeye sahip askeriyede çalışan (yüksek ve orta derecede gürültü maruziyeti olan) ve çalışmayan bireylerde MOKR testini gerçekleştirdiler. Askeriyede çalışan yüksek gürültü maruziyeti olanlarda DPOAE inhibisyonunda azalma görülürken orta derecede gürültü maruziyeti olanlarda 3-4 kHz bölgesinde azalma, 1-1.5 kHz bölgesinde artış gözlenmiştir (69).

Kujawa ve Liberman 1999 yılında yaptıkları yüksek derece travmatik maruziyet sonrasında ortaya çıkan kalıcı eşik kaymasının orta derecede bir maruziyet sonrasında oluşacak olan kalıcı eşik kayması miktarından daha az olacağını bildirmişlerdir. Bunun nedeninin MOKR aktivitesindeki artışın sebep olduğunu belirtmişlerdir (84).

Perrot ve ark. (2014) MOKR' nin müzisyenlerde müzisyen olmayanlara göre daha yüksek elde edildiğini bildirmişlerdir. Bunun sebeplerinin müzisyenlerin sürekli ses maruziyeti ve müzik pratiği sonucunda merkezi sinir sistemi plastisitesi ve MOC sisteminde meydana gelen değişiklikler olabileceğini belirtmişlerdir (85) .

Otsuka ve ark. (2016) MOKR ölçümünün müzisyenlerde işitme kaybı riski açısından önemini araştırmışlardır. Yaptıkları çalışmaya müzik eğitimi alan normal işiten 16 keman öğrencisi dahil edilmiştir. MOKR ölçümünü test etmek amacıyla 1 saat enstrüman çalışması öncesi ve sonrasında ölçümler uygulanmıştır. Keman çalışması sonrasında her iki kulakta 4kHz'de çentik ve özellikle sol kulakta geçici eşik kayması gözlenmiştir. Yapılan MOKR ölçümünde müzisyenlerde ipsilateral MOKR'de anlamlı olarak daha yüksek elde edilirken kontralateral MOKR'de anlamlı fark elde edilmemiştir (86).

Bizim çalışmamızda bireylerde kontralateral MOKR' nin müzisyenlerde etkisi araştırılmıştır. Gruplar arasında anlamlı fark elde edilmemiştir ($p>0,05$).

Elde edilen sonuçlar; yüksek ses maruziyeti olan bireylerde rutin odyolojik test bataryasının yeterli olmadığı, işitsel işlemlemede meydana gelen harabiyeti saptamak için ileri odyolojik değerlendirmenin önemini göstermektedir. Çalışmamızda gerçekleştirdiğimiz ölçümlerde İUBP 'de elde edilen farklılıklar gizli işitme kaybı bulgularını erken dönemde elde edilebileceğini göstermektedir. Ayrıca müzik eğitimi alan bireylerde profesyonellik arttıkça gizli işitme kaybı daha fazla ölçümde görünür hale gelebilir. Gizli işitme kaybının erken aşamalarda tanılanması işitmeyi korumaya yönelik tedbirler, odyolojik takip açısından önem taşımaktadır.

Çalışmamızın, gizli işitme kaybı riski bulunan bireylerin tanılanmasına yönelik odyolojik değerlendirme rutini oluşturulmasına, literatürün zenginleşmesine katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışmamızda, 16 müzik eğitimi alan çalışma grubu, 16 müzik eğitimi almayan kontrol grubu olmak üzere 32 normal işitme bulgularına sahip katılımcı gizli işitme kaybı açısından karşılaştırıldı.

Elde ettiğimiz sonuçlar aşağıda özetlendi;

1. Normal işiten bireyler üzerinde gerçekleştirilen Yüksek Frekans Odyometri, Sessizlikte ve Gürültüde (%80 anlama düzeyinde) Türkçe Matriks, Rastgele Aralık Tespit Etme ve Kontralateral MOC Refleks Testleri' nde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmedi.
2. İUBP' de müzik eğitimi alan bireylerde her iki kulakta V. dalga amplitüdleri ve sol kulak I. dalga amplitüdü daha düşük elde edildi.
3. Çalınan enstrüman sayısı ile İUBP dalga amplitüdleri arasındaki ilişki incelendiğinde her iki kulak V. dalga amplitüdü ile sol kulak I. dalga amplitüdü arasında negatif korelasyon gözlendi. Çalınan enstrüman sayısı artış gösterdikçe V. dalgalarda ve sol kulak I. dalga amplitüdlerinde düşüş görüldü.
4. Deneyim süreleri ile İUBP dalga amplitüdleri arasındaki ilişki incelendiğinde sol kulak I. dalga ile sağ kulak V. dalga amplitüdleri arasında negatif korelasyon gözlendi. Katılımcıların deneyim süreleri arttıkça sol kulak I. dalga ile sağ kulak V. dalga amplitüdlerinde düşüş görüldü.

İşitme eşikleri normal gibi görünmesine rağmen müzisyenlerde işitsel işlemlemede yüksek ses maruziyetine bağlı olarak etkilenmeler ortaya çıkmaktadır. Gizli işitme kaybı olarak adlandırılan bu etkilenme rutinde uygulanan odyolojik test bataryası ile saptanamamaktadır.

Gizli işitme kaybını tanılamaya yönelik testlerin belirlenebilmesi için yüksek ses maruziyeti olan daha fazla katılımcının bulunduğu çalışmalara ihtiyaç vardır. Bu alanda yapılacak olan çalışmalar rutin odyolojik test bataryasına gizli işitme kaybını tanılamaya yönelik testlerin eklenmesi, tanılama ve işitmeyi korumaya yönelik önlemler açısından önem taşımaktadır.

7. KAYNAKLAR

1. Ding MT, Yan, Liu K. What is noise-induced hearing loss: British Journal of Hospital Medicine 2019; 80-9.
2. Ağır Semih Doğukan. Açık Ofis Ortamlarının Gizli işitme Kaybı Üzerine Etkisinin Değerlendirmesi. [Yüksek lisans tezi].İstanbul Medipol Üniversitesi; 2021.
3. Kujawa SG, Liberman MC. Adding insult to injury: Cochlear nerve degeneration after "temporary" noise-induced hearing loss. Journal of Neuroscience. 2009 Nov 11;29(45):14077–85.
4. Katz Jack. Handbook of Clinical Audiology. Wolters Cluver. Chasin Marshall, English Kristina, Hood Linda J., Tillery Kim L. 2015. 29–35.
5. Liberman MC, Epstein MJ, Cleveland SS, Wang H, Maison SF. Toward a Differential Diagnosis of Hidden Hearing Loss in Humans. 2016 [cited 2023 May 1]; Available from: www.nidcd.nih.gov/
6. Bajin MD, Dahm V, Lin VYW. Hidden hearing loss: current concepts. Vol. 30, Current Opinion in Otolaryngology and Head and Neck Surgery. Lippincott Williams and Wilkins; 2022. p. 321–5.
7. Bernard M, Chang C, Ghane G, Head T. Kore S, Lombardo N, Ma A, Niemela J, Perisic N, Ritchie H, Sigurdson J, Strahm S, Shahnaz N. Research Project: Hidden Hearing Loss in Music Students. Canadian Audiologist.2019;6-2.
8. Plack CJ, Barker D, Prendergast G. Perceptual consequences of "hidden" hearing loss. Trends Hear. 2014 Jan 1-18.
9. Prendergast G, Guest H, Munro KJ, Kluk K, Léger A, Hall DA, et al. Effects of noise exposure on young adults with normal audiograms I: Electrophysiology. Hear Res. 2017;344:68–81.
10. Bal N, Derinsu U. The possibility of cochlear synaptopathy in young people using a personal listening device. Auris Nasus Larynx. 2021 Dec 1;48(6):1092–8.
11. Stach BH.Clinical Audiology An Introduction:2.baskı USA:Delmar;2010.
12. Moller AR. Hearıng: Anatomy, Physıcology, And Dısorders Of The Audıtory System. 2. USA: Academic Press is an imprint of Elsevier;2006.
13. Shames GH, Anderson NB. Shames GH, Anderson NB. Introduction to Audiology:Eleventh Edition,USA: Pearson; 2012. 600.
14. Diana C. Peterson; Vamsi Reddy; Renee N. Hamel. Diana C. Peterson; Vamsi Reddy; Renee N. Hamel. Neuroanatomy, Auditory Pathway: Statpearls;2023.
15. Turunen-Taheri S, Wettergren L, Swanepoel D. Hearing health care in Kenya; a regional field study. Available from: https://www.researchgate.net/publication/326120752

16. Andreoli Balen S, Bretzke L, Meller Mottecy C, Liebel G, Regina Moresco Boeno M, Maria Allenstein Gondim L. Temporal resolution in children: comparing normal hearing, conductive hearing loss and auditory processing disorder. Vol. 75, Brazilian Journal of otorhinolaryngology. Available from: http://www.rborl.org.br/

17. Bolulu A, Elkin N. İşitsel İşlemleme, Bozuklukları ve Potansiyeller. İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi. 2019; 25;(8):816–26.

18. Kurabi A, Keithley EM, Housley GD, Ryan AF, Wong ACY. Cellular mechanisms of noise-induced hearing loss. Hear Res. 2017 Jun 1;349:129–37.

19. Katz Jack. Handbook of Clinical Audiology. Wolters Kluwer. Chasin Marhall, English Kristina, Hood Linda J., Tillery Kım L., editors. 2015.

20. Tepe V, Smalt C, Nelson J, Quatieri T, Pitts K. Hidden hearing injury: The emerging science and military relevance of cochlear synaptopathy. Mil Med. 2017 Sep 1;182(9):e1785–95.

21. Budak M, Grosh K, Sasmal A, Corfas G, Zochowski M, Booth V. Contrasting mechanisms for hidden hearing loss: Synaptopathy vs myelin defects. PLoS Comput Biol. 2021 Jan 22;17-1.

22. Barbee CM, Jessica A. James BS. ve ark. Effectiveness of Auditory Measures for Detecting Hidden Hearing Loss and/or Cochlear Synaptopathy: A Systematic Review. 2014;

23. Hemmingsen D, Stenklev NC, Klingenberg C. Extended high frequency audiometry thresholds in healthy school children. Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 2021 May 1;144.

24. Wang M, Ai Y, Han Y, Fan Z, Shi P, Wang H. Extended high-frequency audiometry in healthy adults with different age groups. Journal of Otolaryngology - Head and Neck Surgery. 2021 Dec 1;50-1.

25. Motlagh Zadeh L, Silbert NH, Swanepoel DW, Moore DR. Improved Sensitivity of Digits-in-Noise Test to High-Frequency Hearing Loss. Ear Hear. 2021 May 22;42(3):565–73.

26. Da Rocha RLO, Atherino CCT, Frota SMMC. High-frequency audiometry in normal hearing military firemen exposed to noise. Braz J Otorhinolaryngol. 2010;76(6):687–94.

27. Zadeh LM, Silbert NH, Sternasty K, Swanepoel DW, Hunter LL, Moore DR. Extended high-frequency hearing enhances speech perception in noise. Proc Natl Acad Sci U S A. 2019;116(47):23753–9.

28. Liberman MC. Noise-induced and age-related hearing loss: New perspectives and potential therapies. Vol. 6, F1000Research. Faculty of 1000 Ltd; 2017.

29. Konrad-Martin D, Poling GL, Dreisbach LE, Reavis KM, McMillan GP, Lapsley Miller JA, et al. Serial Monitoring of Otoacoustic Emissions in Clinical Trials. Otology and Neurotology. 2016 Sep 1;37(8):e286–94.

30. Danique E. Paping, Marc van der Schroef, Hiske W. Helleman, André Goedegebure, Rob J. Baatenburg de Jong, Jantien L. Vroegop. Distortion Product Otoacoustic Emissions in Screening for Early Stages of High-frequency Hearing Loss in Adolescents. 2022;

31. Skyler G. Jennings. The role of the medial olivocochlear reflex in psychophysical masking and intensity resolution in humans: a review. J Neurophysiol. 2021;

32. Mertes IB. Medial olivocochlear reflex effects on synchronized spontaneous otoacoustic emissions. J Acoust Soc Am. 2020 Mar;147(3):EL235–40.

33. Smith SB, Ichiba K, Velenovsky DS, Cone B. Efferent modulation of pre-neural and neural distortion products. Hear Res. 2017 Dec 1;356:25–34.

34. Abdala C, Mishra SK, Williams TL. Considering distortion product otoacoustic emission fine structure in measurements of the medial olivocochlear reflex. J Acoust Soc Am. 2009 Mar 1;125(3):1584–94.

35. Musiek FE. The frequency pattern test: a guide. The Hearing Journal. 2002;55(6):265-268.

36. Tuz D. Erken Dönem Koklear İmplantasyonda Zamansal İşlemleme Fonksiyonlarının Değerlendirilmesi [Yüksek Lisans Tezi]. Ankara: Hacettepe Üniversitesi;2014.

37. Berretz G, Packheiser J, Höffken O, Wolf OT, Ocklenburg S. Dichotic listening performance and interhemispheric integration after administration of hydrocortisone. Sci Rep. 2021 Dec 1;11-1.

38. Musiek Frank E., Chermak Gail D., Bamiou Doris-Eva, Shinn Jennifer. CAPD: The Most Common 'Hidden Hearing Loss' Central auditory processing disorder—and not cochlear synaptopathy—is the most likely source of difficulty understanding speech in noise (despite normal audiograms). The ASHA Leader. 2018;

39. Yeral C, Çankaya En, Kaplan G, Yatmaz C, Şerbetçioğlu MB. Evaluation of temporal processing skills in individuals with normal hearing. Turkish Journal of Audiology And Hearing Research. 2021 Dec;4(3):69–77.

40. Owens D, Pe C, Liddell. Random Gap Detection Test: A Useful Measure of Auditory Ageing.

41. Cesur S, Derinsu EU. Effect of aging on temporal resolution. Turkish Journal Of Geriatrics. 2017;20(3):178-186.

42. Ismaail NM, Shalaby AA, Ibraheem OA. Effect of age on Gaps-In-Noise test in pediatric population. Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 2019 Jul 1;122:155–60.

43. Hoover E, Pasquesi L, Souza P. Comparison of clinical and traditional gap detection tests. J Am Acad Audiol. 2015 Jun 1;26(6):540–6.

44. Zokoll MA, Fidan D, Türkyilmaz D, Hochmuth S, Ergenç I, Sennaroğlu G, et al. Development and evaluation of the Turkish matrix sentence test. Int J Audiol. 2015; 1;54:51–61.

45. Parmar BJ, Rajasingam SL, Bizley JK, Vickers DA. Factors Affecting the Use of Speech Testing in Adult Audiology. Am J Audiol. 2022 Sep 1;31(3):528–40.

46. Taylor B. Brian T. The Hearing Journal Clinical application of speech-in-noise tests.The Hearing Journal.2003;56(1). [Internet]. Vol. 56. 2003. Available from: http://journals.lww.com/thehearingjournal

47. Cox Robyn M., Alexander Genevieve C., Gilmore Christine. Develoment of the Connected Speech Test. 1987;

48. Torre P, Russell JS, Smith R, Hoffman HJ, Lee S, Williams PL, et al. Words-in-noise test performance in young adults perinatally HIV infected and exposed, uninfected. Am J Audiol. 2020;29(1):68–78.

49. Zhang F, Roland C, Rasul D, Cahn S, Liang C, Valencia G. Comparing musicians and non-musicians in signal-in-noise perception. Int J Audiol. 2019 Nov 2;58(11):717–23.

50. An Evaluation of the BKB-SIN, HINT, QuickSIN, and WIN Materials on Listeners With Normal Hearing and Listeners With Hearing Loss. 1994.

51. Darouie A, Zamiri Abdollahi F, Joulaie M, Nik Nezhad S, Ahmadi T, Soli S. Development of the Farsi Hearing in Noise Test. Int J Audiol. 2020 Feb 1;59(2):148–52.

52. Mönnich AL, Strieth S, Bohnert A, Ernst BP, Rader T. The German hearing in noise test with a female talker: development and comparison with German male speech test. European Archives of Oto-Rhino-Laryngology. 2023 Jul 1;

53. Şule Çekiç. Çekiç Ş. Gürültüde Konuşmayı Anlama Testi [yüksek lisans tezi]. Ankara: Hacettepe Üniversitesi; 2006.

54. Çekiç Ş, Sennaroğlu G. Çekiç Ş, Sennaroğlu G. The Turkish Hearing İn Noise Test. International Journal of Audiology. 2008 Jun;47(6):366–8. Int J Audiol. 2008 Jun;47(6):366–8.

55. Polat Z, Bulut E, Ataş A. Assessment of the speech intelligibility performance of post lingual cochlear implant users at different signal-to-noise ratios using the turkish matrix test. Balkan Med J. 2016 Sep 1;33(5):532–8.

56. Çıldır B, Tokgöz-Yılmaz S. Evaluation of Speech Recognition Skills in Different Noises with the Turkish Matrix Sentence Test in Hearing Aid Users. Turk Arch Otorhinolaryngol. 2021;59(2):133–8.

57. Washnik NJ, Anjum J, Lundgren K, Phillips S. A Review of the Role of Auditory Evoked Potentials in Mild Traumatic Brain Injury Assessment. Vol. 23, Trends in Hearing. SAGE Publications Inc.; 2019.

58. Plourde G. Auditory evoked potentials. Vol. 20, Best Practice and Research: Clinical Anaesthesiology. 2006;129–39.

59. Tremblay Kelly, Clinard Christopher. Cortical Auditory -Evoked Potensials. In: Handbook of Clinical Audiology. seventh edition. 2015. 337.

60. Hood Linda J. Auditory Brainstem Response: Estimation of Hearing Sensitivity in Handbook of Clinical . seventh edition. 2015; 249.

61. Martin FN. Hearing disorders. Johnston JW, Dragin SD, Introduction to audiology . Usa: Pearson Education, 2006; 223.

62. Danişmen E. Sağlıklı Erişkin Bireylerde Yapılan İşitsel Beyin Sapı Cevapları Olçümlerinde Ls Ce-Chirp Uyaran ve Ce-Chirp Uyaran Cevaplarının Karşılaştırılması. [yüksek lisans tezi]:Ankara: Başkent Üniversitesi; 2018.

63. Akoglu H. User's guide to correlation coefficients. Vol. 18, Turkish Journal of Emergency Medicine. Emergency Medicine Association of Turkey; 2018;91–3.

64. Lin HW, Furman AC, Kujawa SG, Liberman MC. Primary neural degeneration in the guinea pig cochlea after reversible noise-induced threshold shift. JARO - Journal of the Association for Research in Otolaryngology. 2011 Oct;12(5):605–16.

65. Song Z, Wu Y, Tang D, Lu X, Qiao L, Wang J, et al. Tinnitus Is Associated With Extended High-frequency Hearing Loss and Hidden High-frequency Damage in Young Patients. Otology and Neurotology. 2021 Mar 1;42(3):377–83.

66. Bramhall NF, Konrad-Martin D, McMillan GP, Griest SE. Auditory Brainstem Response Altered in Humans with Noise Exposure Despite Normal Outer Hair Cell Function. Ear Hear. 2017;38(1):e1–12.

67. Fulbright ANC, Le Prell CG, Griffiths SK, Lobarinas E. Effects of Recreational Noise on Threshold and Suprathreshold Measures of Auditory Function. Semin Hear. 2017 Nov 1;38(4):298–318.

68. Mehraei G, Hickox AE, Bharadwaj HM, Goldberg H, Verhulst S, Charles Liberman M, et al. Auditory brainstem response latency in noise as a marker of cochlear synaptopathy. Journal of Neuroscience. 2016 Mar 30;36(13):3755–64.

69. Washnik NJ, Bhatt IS, Sergeev A V., Prabhu P, Suresh C. Auditory Electrophysiological and Perceptual Measures in Student Musicians with High Sound Exposure. Diagnostics. 2023 Mar 1;13-5.

70. Nam GS, Kim JY, Hong SA, Kim SG, Son EJ. Limitation of conventional audiometry in identifying hidden hearing loss in acute noise exposure. Yonsei Med J. 2021;62(7):615–21.

71. Dhrruvakumar S, Shambhu T, Konadath S. Assessment of Hidden Hearing Loss in Individuals Exposed to Occupational Noise Using Cochlear, Neural, Temporal Functions and Quality of Life Measures.

Indian Journal of Otolaryngology and Head and Neck Surgery. 2022 Aug 1;74:524–31.

72. Ryn Junior F Van, Lüders D, Casali RL, Amaral MIR do. Temporal auditory processing in people exposed to musical instrument practice. Codas. 2022;34-6.

73. Braz CH, Gonçalves LF, Paiva KM, Haas P, Patatt FSA. Implications of musical practice in central auditory processing: a systematic review. Vol. 87, Brazilian Journal of Otorhinolaryngology. Elsevier Editora Ltda; 2021. p. 217–26.

74. Kumar P, Sanju HK, Nikhil J. Temporal resolution and active auditory discrimination skill in vocal musicians. Int Arch Otorhinolaryngol. 2016 Oct 1;20(4):310–4.

75. Maillard E, Joyal M, Murray MM, Tremblay P. Are musical activities associated with enhanced speech perception in noise in adults? A systematic review and meta-analysis. Vol. 4, Current Research in Neurobiology. Elsevier B.V.; 2023.

76. Coffey EBJ, Chepesiuk AMP, Herholz SC, Baillet S, Zatorre RJ. Neural correlates of early sound encoding and their relationship to speech-in-noise perception. Front Neurosci. 2017 Aug 25;11.

77. Başkent D, Gaudrain E. Musician advantage for speech-on-speech perception. J Acoust Soc Am. 2016 Mar 1;139(3):51–6.

78. Kohrman DC, Wan G, Cassinotti L, Corfas G. Hidden hearing loss: A disorder with multiple etiologies and mechanisms. Cold Spring Harb Perspect Med. 2020 Jan 1;10(1).

79. Parbery-Clark A, Skoe E, Lam C, Kraus N. Musician Enhancement for Speech-In-Noise. Vol. 30, Ear & Hearing. 2009.

80. Hennessy S, Mack WJ, Habibi A. Speech-in-noise perception in musicians and non-musicians: a multi-level meta-analysis 1 2 [Internet]. 2022. Available from: https://www.elsevier.com/open-access/userlicense/1.0/

81. Kara E, Aydın K, Alperen Akbulut A, Karakol SN, Durmaz S, Murat Yener H, et al. Assessment of hidden hearing loss in normal hearing individuals with and without tinnitus. Journal of International Advanced Otology. 2020 Apr 1;16(1):87–92.

82. Di Stadio A, Dipietro L, Ricci G, Della Volpe A, Minni A, Greco A, et al. Hearing loss, tinnitus, hyperacusis, and diplacusis in professional musicians: A systematic review. Vol. 15, International Journal of Environmental Research and Public Health. MDPI; 2018.

83. Jansen EJM, Helleman HW, Dreschler WA, Laat JAPM. Noise induced hearing loss and other hearing complaints among musicians of symphony orchestras. International Archives of Occupational and Environmental Health. 2009;82(2):153–64.

84. Kujawa SG, Liberman MC. Long-Term Sound Conditioning Enhances Cochlear Sensitivity [Internet]. 1999. Available from: www.physiology.org/journal/jn

85. Perrot X, Collet L. Function and plasticity of the medial olivocochlear system in musicians: A review. Vol. 308, Hearing Research. Elsevier; 2014. p. 27–40.

86. Otsuka S, Tsuzaki M, Sonoda J, Tanaka S, Furukawa S. A role of medial olivocochlear reflex as a protection mechanism from noise-induced hearing loss revealed in short-practicing violinists. PLoS One. 2016 Jan 8;11-1.

8.EKLER

EK 8.1 DEĞERLENDİRME FORMU (EK 1)

TARİH:

Kişisel Bilgiler

İsim Soyisim: Doğum Tarihi:

Telefon No:

Okuduğunuz Sınıf:

Okuduğunuz Bölüm:

Bildiğiniz herhangi bir kronik rahatsızlığınız var mı?

Düzenli kullandığınız ilaç var mı? Var □ Yok □

Varsa hangi ilaçlar

Genel Bilgiler

Hangi müzik aleti/aletleri çalıyorsunuz?

Kaç yaşından beri müzikle ilgileniyorsunuz?

Her gün müzik aleti ile çalışma yapıyor musunuz?

Yapıyorsanız kaç saat sürmektedir?

1-3 saat □ 3-5 saat □ 5-8 saat □ +8 □

Her gün müzik dinler misiniz?

Kulaklıkla müzik dinliyor musunuz?

Dinliyorsanız kaç saat dinlersiniz?

İşitme İle İlgili Sorular

İşitmenizde azalma hissediyor musunuz?

Hissediyorsanız ne zamandan beri hissediyorsunuz?

Gürültülü ortamlarda konuşmaları algılamakta ayırdetmekte zorluk yaşıyor musunuz?

Kulakta çınlama şikâyetiniz var mı?

Varsa ne zamandan beri var?

Çınlama sesini nasıl bir sese benzetirsiniz?

Çınlama ses şiddetini 1- 10 arasında derecelendirseniz hangi numara ile tanımlarsınız (1 en düşük-10 en yüksek)

1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ 10□

NOT:

EK 8.2 RASTEGELE ARALIK TESPİT ETME TESTİ FORMU (EK-2)

RASTGELE ARALIK TESPİT ETME TESTİ (RATET)

RANDOM GAP DETECTION TEST (RGDT)

Ad, Soyad: **Test Tarihi:**

Hasta No:

Yaş:

Cinsiyet:

Test Tonları **Uyaranlar Arası Boşluk (Gap) ms**

Alt Test 1: Tarama/ Deneme

	0	2	5	10	15	20	25	30	40	
Sağ Kulak	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	en düşük aralık.....ms
Sol Kulak	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	en düşük aralık.....ms

Alt Test 2: Standart

500 Hz	10	40	15	5	0	25	20	2	30	
Sağ Kulak	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	en düşük aralık.....ms
Sol Kulak	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	en düşük aralık.....ms

1000 Hz	30	10	15	2	0	40	5	20	25	
Sağ Kulak	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	en düşük aralık.....ms
Sol Kulak	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	en düşük aralık.....ms

2000 Hz	20	2	40	5	10	25	15	0	30	
Sağ Kulak	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	en düşük aralık.....ms
Sol Kulak	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	en düşük aralık.....ms

4000 Hz	5	10	40	15	20	2	30	0	25	
Sağ Kulak	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	en düşük aralık.....ms
Sol Kulak	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	en düşük aralık.....ms

Testi Uygulayan:

EK 8.3.ETİK KURUL ONAYI (EK-3)

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSEL OLMAYAN ARAŞTIRMALAR ETİK KURUL KARARI

Sayın Prof.Dr. Günay Kırkım

Araştırmanıza ilişkin Kurulumuz kararı aşağıda sunulmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederiz.

ETİK KOMİSYONUN ADI	**DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSEL OLMAYAN ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU**
AÇIK ADRES	**Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı 2. Kat İnciraltı-İZMİR**
TELEFON	**0 232 412 22 54-0 232 412 22 58**
FAKS	**0 232 412 22 43**
E-POSTA	**goaek@deu.edu.tr**

BAŞVURU BİLGİLERİ	DOSYA NO:	7366-GOA	
	ARAŞTIRMA	UZMANLIK TEZİ ☐ MÜNFERİT ARAŞTIRMA ☐ ÖÇM ☐ YÜKSEKLİSANS ☒ DOKTORA ☐	
	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	**Müzik Eğitimi Alan Öğrencilerde Gizli İşitme Kaybının Araştırılması**	
	ARAŞTIRMA PROTOKOL KODU		
	SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI ve UZMANLIK ALANI	Prof.Dr. Günay Kırkım İşitme Konuşma Denge Birimi	
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒	ÇOK MERKEZLİ ☐

	Belge Adı	**Tarihi**	**Versiyon Numarası**	**Dili**
DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	Mevcut		Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	ARAŞTIRMA İLE İLGİLİ LİTERATÜR	Mevcut		Türkçe ☐ İngilizce ☒ Diğer ☐
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	Mevcut		Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	OLGU RAPOR FORMU	Mevcut		Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐

KARAR BİLGİLERİ	Karar No:2022/28-21	Tarih:31.08.2022
	Prof.Dr. Günay Karkın'ın sorumlusu olduğu **"Müzik Eğitimi Alan Öğrencilerde Gizli İşitme Kaybının Araştırılması"** isimli klinik araştırmaya ait başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş, araştırmanın mevcut haliyle etik yönden uygun olduğuna oy birliği ile karar verilmiştir.	

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

ETİK KURUL ÜYELERİ

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	Araştırma ile İlişkili mi?		İmza
Prof.Dr.Mehmet Birhan Yılmaz (Başkan)	Kardiyoloji	DEÜ Tıp Fakültesi Dahili Tıp Bilimleri Bölümü	Erkek	E☐	H☒	
Prof.Dr. Emel Çalıkoğlu (Başkan Yardımcısı)	Preventif Onkoloji	Onkoloji Enstitüsü	Kadın	E☐	H☒	
Prof.Dr. Ahmet Oktay Çağlayan	Moleküler Tıp	Sağlık Bilimleri Enstitüsü	Erkek	E☐	H☒	
Prof.Dr. Suna Asilsoy	Çocuk Sağlığı Ve Hastalıkları	DEÜ Tıp Fakültesi Dahili Tıp Bilimleri Bölümü	Kadın	E☐	H☒	
Doç.Dr.Seher Özyürek	Muskuloskeletal Fizyoterapi	DEÜ Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi	Kadın	E☐	H☒	
Doç.Dr.Nil Hocaoğlu Aksoy	Tıbbi Farmakoloji	DEÜ Tıp Fakültesi Tıbbi Farmakoloji Anabilim Dalı	Kadın	E☐	H☒	
Doç.Dr. Meryem Öztürk Hancy	Halk Sağlığı Hemşireliği	Hemşirelik Fakültesi Halk Sağlığı Hemşireliği	Kadın	E☐	H☒	
Doç.Dr. Aylin Özgen Alpaydın	Göğüs Hastalıkları	DEÜ Tıp Fakültesi Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı	Kadın	E☐	H☒	
Doç.Dr. Aliye Akcalı	Periodontoloji	Diş Hekimliği Fakültesi	Kadın	E☐	H☒	
Doç.Dr. Şafa Özbilgin	Anesteziyoloji ve Reanimasyon	DEÜ Tıp Fakültesi Cerrahi Tıp Bilimleri Bölümü	Kadın	E☐	H☒	
Dr.Öğr.Üyesi Özlenen Şimşek Papur	Tıbbi Biyoloji ve Genetik	Sağlık Bilimleri Enstitüsü	Kadın	E☐	H☒	
Dr.Öğr.Üyesi Tolga Şahin	Spor Yönetim Bilimleri	Necat Hepkon Spor Bilimleri Fakültesi	Erkek	E☐	H☒	
Öğr.Gör.Dr.Kıvanç Yüksel	Biyoistatistik ve Tıbbi Bilişim	Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik ve Bilişim A.D	Erkek	E☐	H☒	

EK 8.4 ÖZGEÇMİŞ (EK-4)



CEREN TOMBULOĞLU

Kişisel Bilgiler

İletişim Bilgileri

İletişim Adresi

Telefon

E-posta

İnternet Sayfası

Öğrenim Bilgileri

01 Ekim 2020 - Şu Anda (3 yıl 3 ay)
Yüksek Lisans, Tezli Program, DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ, TÜRKİYE
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ, ODYOLOJİ (YL) (TEZLİ)

01 Ağustos 2017 - 24 Ocak 2020 (2 yıl 6 ay)
Lisans, Anadal/Normal Öğretim, BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ, TÜRKİYE
SAĞLIK BİLİMLERİ FAKÜLTESİ, ODYOLOJİ PR. (ÜCRETLİ)
Diploma Numarası: 2201240073
Ağırlıklı Genel Not Ortalaması: 3.07 / 4.0

11 Şubat 2016 - 10 Haziran 2019 (3 yıl 4 ay)
Lisans, Anadal/Normal Öğretim, KTO KARATAY ÜNİVERSİTESİ, TÜRKİYE
SAĞLIK BİLİMLERİ YÜKSEKOKULU, ODYOLOJİ PR. (ÜCRETLİ)
Diploma Numarası: -
Ağırlıklı Genel Not Ortalaması: 3.1 / 4.0

Yabancı Dil Bilgileri

İNGİLİZCE (Okuma: Orta, Yazma: Başlangıç, Konuşma: Başlangıç)

Ar-Ge Yetkinlik

Makaleler

A. PARABAKAN, D. U. CENGİZ & C. TOMBULOĞLU, The effects of additional cognitive and motor tasks on static and dynamic balance in school-age children, annals of medical research, 2021, 2638-4388, 28, 11, 6.