



**KTO KARATAY ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
ODYOLOJİ ANABİLİM DALI  
TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**COVID-19 GEÇİRMİŞ BİREYLERDE KONTRALATERAL SUPRESYON  
MEKANİZMASININ İNCELENMESİ**

**Münevver GÜLEÇ**

**Yüksek Lisans Tezi**

**KONYA  
Temmuz 2022**

COVID-19 GEÇİRMİŞ BİREYLERDE KONTRALATERAL SUPRESYON  
MEKANİZMASININ İNCELENMESİ

Münevver GÜLEÇ

KTO Karatay Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü  
Odyoloji Anabilim Dalı  
Tezli Yüksek Lisans Programı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Füsun SUNAR

Konya  
Temmuz 2022

## BİLDİRİM

Enstitü tarafından onaylanan Yüksek Lisans/Doktora tezimin tamamını veya herhangi bir kısmını basılı veya dijital biçimde arşivleme ve aşağıda belirtilen koşullar dahilinde erişime açma iznini KTO Karatay Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle, Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak ve gelecekteki çalışmalar (makale, kitap, lisans, patent vb.) için tezimin tamamının veya bir bölümünün kullanım hakları yalnızca bana ait olacaktır.

Tezimin bütünüyle kendi çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izinle kullanılması zorunlu olan kaynakları, yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde izinlerin suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayımlanan “Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge” kapsamında, tezim, aşağıda belirtilen koşullar haricince, YÖK Ulusal Tez Merkezi ve KTO Karatay Üniversitesi Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

Enstitü / Fakülte Yönetim Kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir.<sup>1</sup>

Enstitü / Fakülte Yönetim Kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren ... ay ertelenmiştir.<sup>2</sup>

Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir.<sup>34</sup>

27 Temmuz 2022

**Münevver GÜLEÇ**

<sup>1</sup> MADDE 6(1) Lisansüstü tezle ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.

<sup>2</sup> MADDE 6(2) Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internette paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.

<sup>3</sup> MADDE 7(1) Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.

<sup>4</sup> MADDE 7(2) Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir.

## ETİK BEYAN

KTO Karatay Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Hazırlama ve Yazım Kurallarına uygun olarak Doç. Dr. Füsun SUNAR danışmanlığında tarafımdan üretilen bu tez çalışmasında; sunduğum tüm veri, enformasyon, bilgi ve belgeleri bilimsel etik kuralları çerçevesinde elde ettiğimi, tüm değerlendirme, analiz, bulgu ve sonuçları bilimsel usullere uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım kaynakların tümüne bilimsel normlara uygun biçimde atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

27 Temmuz 2022

\_\_\_\_\_  
**Münevver GÜLEÇ**



*Mesleğini hakkıyla yapan tüm meslektaşlarıma ve Aileme ithafen...*

## TEŞEKKÜR

Lisans öğrenimimden bu zamana kadar yol göstericim ve akıl hocam olduğu için Sayın Dr. Öğr. Üyesi Burak Öztürk'e;

Lisans ve yüksek lisans öğrenimim boyunca değerli bilgilerini paylaşan, her konuda yardıma ve desteğe ihtiyaç duyduğumda yardımcı ve destekleyici olan Sayın Doç. Dr. Özlem Konukseven'e;

Tez çalışmam süresi boyunca verdiği emek ve destekleriyle yanımda olan tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Füsun Sunar'a;

Eğitim, öğretim ve meslek hayatımda hiçbir zaman tecrübelerini esirgemeyen, emeği geçen tüm saygıdeğer hocalarıma;

Tezimin oluşmasına katkı sağlayan gönüllü katılımcılara;

Çalışma hayatının sancılı süreçlerinde tüm zorlukları benimle birlikte göğüsleyen değerli ortağım, yol arkadaşım Berfin Yünden'e;

Bugünlere gelebilmemde en çok emeği olan, beni her zaman teşvik eden, hiçbir fedakarlıktan kaçınmayan, hayatın her evresinde koşulsuz şartsız arkamda duran ve en büyük destekçim olan canım annem Fadime Güleç'e, sevgili babam Mahmut Nizami Güleç'e, kardeşlerime ve birbirinden değerli dostlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

27 Temmuz 2022

Münevver GÜLEÇ

## ÖZET

Münevver Güleç

Covid-19 Geçirmiş Bireylerde Kontralateral Supresyon Mekanizmasının İncelenmesi

Yüksek Lisans Tezi

Konya, 2022

Covid-19 orta kulak ve iç kulakta hasara neden olmaktadır. Otoakustik emisyonlar aracılığıyla olivocohlear (OC) efferent işitme sistemi değerlendirilebilir. Klinik bir ortamda, otoakustik emisyonlar bir kulakta (ipsilateral kulak), karşı kulağa (kontralateral kulak) akustik stimülasyon verilerek değerlendirilebilir. Otoakustik emisyonun kontralateral baskılanması, efferent işitme sinir sisteminde görev alan medial olivo koklear tarafından düzenlenir. Kontralateral akustik stimülasyon efferent sistem aracılığıyla beyin sapı düzeyinde supresyona neden olur. Otoakustik emisyon cevap amplitüdlerinde bir azalma var ise efferent işitme fonksiyonunun normal olduğu söylenebilir. Ancak supresyonun elde edilememesi efferent sistemin fonksiyonundaki bozukluğu gösterir. Çalışmanın amacı hastalığı geçirmiş bireylerde ölçülen kontralateral supresyon değerlerinin odyolojik açıdan anlamlılığını araştırmaktır. Çalışma normal işitmeye sahip Covid-19 geçirmemiş 30 ve Covid-19 geçirmiş 30 kişi ile birlikte tamamlanmıştır. Çalışmada her gönüllüye 1000 Hz-4000 Hz frekanslarında supresyonlu ve supresyonsuz Transient uyarılmış otoakustik emisyon (TEOAE) ölçümleri yapılmıştır. Tüm gönüllülerin sonuçlarının supresyon miktarları hesaplanmıştır. Çalışmanın neticesinde, test edilen frekanslarda TEOAE supresyon miktarı normal ve Covid-19 geçirmiş bireylerin kıyaslanmasında istatistiksel olarak anlamlı derecede fark bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Kontralateral supresyon testinin efferent işitme sistemini değerlendirebildiğimiz tek test olması, klinik ve araştırma çalışmalarında ve diğer hastalık gruplarında güvenle kullanmak için kaynak niteliği taşıyabilir. Çalışmamız sonucunda, TEOAE supresyon ölçümlerinin güvenilir olduğu ancak TEOAE supresyonunun diğer hastalık gruplarında da yapılacak çalışmalara ihtiyaç olduğu görülmektedir.

### Anahtar Kelimeler

TEOAE, supresyon, Covid-19, kontralateral

## ABSTRACT

Münevver GÜLEÇ

Investigation of Contralateral Suppression Mechanism in Individuals with Covid-19

Master's

Konya, 2022

Covid-19 causes damage to the middle ear and inner ear. Through otoacoustic emissions, the olivocohlear (OC) efferent hearing system can be evaluated. In a clinical setting, otoacoustic emissions can be evaluated by giving acoustic stimulation in one ear (ipsilateral ear) to the opposite ear (contralateral ear). The contralateral suppression of otoacoustic emission is regulated by the medial olivo cochlear, which is involved in the efferent auditory nervous system. Contralateral acoustic stimulation causes suppression at the level of the brainstem via the efferent system. If there is a decrease in the otoacoustic emission response amplitudes, it can be said that the efferent hearing function is normal. However, failure to obtain suppression indicates dysfunction of the efferent system. The aim of the study is to investigate the audiological significance of contralateral suppression values measured in individuals with the disease. The study was completed with 30 people with normal hearing who did not have Covid-19 and 30 who did not have Covid-19. In the study, suppressed and unsuppressed Transient evoked otoacoustic emission (TEOAE) measurements were made on each volunteer at frequencies of 1000 Hz-4000 Hz. The suppression amounts of the results of all volunteers were calculated. As a result of the study, a statistically significant difference was found in the comparison of normal and Covid-19 patients with the amount of TEOAE suppression at the tested frequencies ( $p<0.05$ ). Since the contralateral suppression test is the only test by which we can evaluate the efferent hearing system, it can be a resource for safe use in clinical and research studies and other disease groups. As a result of our study, it is seen that TEOAE suppression measurements are reliable, but studies on TEOAE suppression in other disease groups are needed.

### Keywords

TEOAE, suppression, Covid-19, contralateral

## İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY .....	i
BİLDİRİM .....	ii
ETİK BEYAN.....	iii
TEŞEKKÜR.....	v
ÖZET .....	vi
ABSTRACT.....	vii
İÇİNDEKİLER .....	viii
TABLolar DİZİNİ .....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
SİMGELER DİZİNİ .....	xii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiii
1. GİRİŞ .....	1
2. GENEL BİLGİLER .....	3
2.1. İç Kulak (Auris interna) .....	3
2.2. İç Kulak (Auris interna) Anatomisi.....	3
2.2.1. Koklea (Cochlea).....	4
2.2.2. Corti Organı.....	4
2.2.3. Kokleanın İnnervasyonu.....	5
2.3. İç Kulak Fizyolojisi.....	7
2.3.1. Tüy Hücre Fonksiyonu .....	8
2.3.2. İşitme Siniri .....	8
2.4. Afferent İşitsel Yol.....	9
2.5. Efferent İşitsel Yol .....	10
2.6. Otoakustik Emisyonlar (OAE's).....	12
2.6.1. Otoakustik Emisyonların Sınıflandırılması .....	12
2.7. Otoakustik Emisyonların Kontralateral Supresyonu.....	16
2.7.1. Otoakustik Emisyonlarda Kontralateral Supresyon Ölçümünün Klinik Kullanımı .....	18
3. GEREÇ VE YÖNTEM .....	20
3.1. Bireyler.....	20
3.1.1. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri.....	20
3.1.2. Çalışmaya Dahil Edilmeme Kriterleri .....	21

3.2. Kullanılan Testler ve Yöntem .....	21
3.2.1. İmmittansmetrik Ölçüm.....	21
3.2.2. Odyometre ile İşitme Eşiklerin Ölçümü.....	21
3.2.3. TEOAE ve Kontralateral Supresyonun Değerlendirmesi.....	22
3.3. Kullanılan Cihazlar.....	23
3.4. İstatistiksel Analiz .....	25
4. BULGULAR.....	26
4.1. Normal ve Covid-19 Geçirmiş Bireylerin İmmittansmetrik Test Sonuçları .....	26
4.2. Bireylerin Saf Ses Hava Yolu İşitme Testi Sonuçları (SSO).....	28
4.3. Bireylerin TEOAE Test Sonuçları ve Supresyon Miktarları.....	29
4.3.1. Normal ve Covid-19 Geçirmiş Bireylerin (TEOAE) Sonuçları ve Supresyon Miktarları .....	29
4.3.2. Normal ve Covid-19 Geçirmiş Bireylerin Ölçümlerinin TEOAE Sonuçları ve Supresyon Miktarları .....	34
5. TARTIŞMA .....	36
6. SONUÇ .....	42
KAYNAKLAR .....	45
ÖZGEÇMİŞ .....	50
ETİK KURUL.....	52

## TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. TEOAE testi protokolü .....	18
Tablo 2. Kontralateral supresyonun ve transient otoakustik emisyonun değerlendirilmesinde kullanılan uyaran ve kayıt parametreleri .....	23
Tablo 3. Kontralateral supressör uyarının özellikleri .....	23
Tablo 4. Normal ve Covid-19 geçirmiş bireylerin sağ kulak immittansmetrik ölçüm sonuçları .....	26
Tablo 5. Normal ve Covid-19 geçirmiş bireylerin sol kulak immittansmetrik ölçüm sonuçları .....	27
Tablo 6. Normal ve Covid-19 geçirmiş bireylerin sağ kulak akustik refleks ölçüm sonuçları .....	27
Tablo 7. Normal ve Covid-19 geçirmiş bireylerin sol kulak akustik refleks ölçüm sonuçları .....	27
Tablo 8. Normal ve Covid-19 geçirmiş bireylerin sağ kulak hava yolu işitme eşikleri..	28
Tablo 9. Normal ve Covid-19 geçirmiş bireylerin sol kulak hava yolu işitme eşikleri ..	28
Tablo 10. Normal ve Covid-19 geçirmiş bireylerin 1000 Hz sağ kulak supresyonlu TEOAE amplitüd ve supresyonsuz TEOAE amplitüd, SNR değerleri ve supresyon miktarları .....	29
Tablo 11. Normal ve Covid-19 geçirmiş bireylerin 1000 Hz sol kulak supresyonlu TEOAE amplitüd ve supresyonsuz TEOAE amplitüd, SNR değerleri ve supresyon miktarları .....	30
Tablo 12. Normal ve Covid-19 geçirmiş bireylerin 1500 Hz supresyonlu TEOAE amplitüd ve supresyonsuz TEOAE amplitüd, SNR değerleri ve supresyon miktarları ..	31
Tablo 13. Normal ve Covid-19 geçirmiş bireylerin 2000 Hz supresyonlu TEOAE amplitüd ve supresyonsuz TEOAE amplitüd, SNR değerleri ve supresyon miktarları ..	32
Tablo 14. Normal ve Covid-19 geçirmiş bireylerin 3000 Hz frekansında supresyonlu ve supresyonsuz TEOAE amplitüd, SNR değerleri ve supresyon miktarları .....	33
Tablo 15. Normal ve Covid-19 geçirmiş bireylerin 4000 Hz frekansında supresyonlu TEOAE ve supresyonsuz TEOAE amplitüd, SNR değerleri ve supresyon miktarları ...	34
Tablo 16. Normal ve Covid-19 geçirmiş bireylerin 1000 Hz-4000 Hz supresyonlu TEOAE ve supresyonsuz TEOAE amplitüd, SNR değerleri ve supresyon miktarları ...	35

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Labyrinthus osseus.....	3
Şekil 2. Zar labirent (Labyrinthus membranaceus).....	3
Şekil 3. İç ve dış titreşim tüylü hücreler .....	5
Şekil 4. Skala medianın yapısı .....	6
Şekil 5. Kokleanın efferent innervasyonu.....	7
Şekil 6. İşitsel yol (Auditory pathway) .....	10
Şekil 7. Efferent işitme lifleri.....	11
Şekil 8. İşitme sisteminde tonotopik organizasyon.....	11
Şekil 9. Interacoustics timpanometre cihazı.....	24
Şekil 10. Interacoustics AC40.....	24
Şekil 11. Otometrics OAE ölçüm cihazı ve Hederabiomedics-socrates.....	24

## SİMGELER DİZİNİ

Simge	Açıklama
%	Yüzde
<	Küçük
>	Büyük
±	Artı eksi
≤	Küçük eşit
≥	Büyük eşit
M.	Medyan
n	Kişi sayısı
SS	Standart Sapma
$\bar{x}$	Ortalama

## KISALTMALAR DİZİNİ

<b>Kısaltma</b>	<b>Açıklama</b>
Ach	Asetilkolin
Amp.	Amplitüd
CAS	Kontralateral Akustik Stimülasyon
dB	Desibel
DPOAE	Distorsiyon Ürünü Otoakustik Emisyon
DTH	Dış Tüy Hücresi
EOAE	Uyarılmış Otoakustik Emisyon
HL	İşitme Seviyesi
İTH	İç Tüy Hücresi
kHz	Kilo hertz
LOC	Lateral Olivokoklear
LSOC	Lateral Superior Olivary Kompleks
MOC	Medial Olivokoklear
MOCB	Medial Olivokoklear Demet
Ms	Milisanıye
MSOC	Medial Superior Olivary Kompleks
OAE	Otoakustik Emisyon
OCB	Olivokoklear Sistem
SFOAE	Stimulus Frekans Otoakustik Emisyon
SL	Sensation Level
SNR	Sinyal/Gürültü Oranı
SOAE	Spontan Otoakustik Emisyon
SOC	Superior Olivary Kompleks
SPL	Ses Basınç Seviyesi
TEOAE	Transient Uyarılmış Otoakustik Emisyon

## 1. GİRİŞ

Otoakustik emisyonlar aracılığıyla olivocohlear (OC) efferent işitme sistemi değerlendirilebilir (Wagner vd., 2008).

Otoakustik emisyon testleri iç kulak fonksiyonunu değerlendirmek için kullanılan objektif testlerdir. Dış kulak kanalına yerleştirilen prob hoparlör ve mikrofondan oluşmaktadır. Hoparlörün görevi akustik uyarı göndermek, mikrofonun görevi ise kokleada oluşan ve dış kulağa doğru iletilen otoakustik emisyon kayıtlarını kaydetmektir. Klinik bir ortamda, otoakustik emisyonlar bir kulakta (ipsilateral kulak), karşı kulağa (kontralateral kulak) akustik stimülasyon verilerek değerlendirilebilir. Bu değerlendirme otoakustik emisyon kontralateral supresyon (baskılama) testi ile yapılabilir. Otoakustik emisyonun kontralateral baskılanması, efferent işitme sinir sisteminde görev alan medial olivo koklear tarafından düzenlenir. Kontralateral akustik stimülasyon efferent sistem aracılığıyla beyin sapı düzeyinde supresyona neden olur. Otoakustik emisyon cevap amplitüdlerinde bir azalma var ise efferent işitme fonksiyonunun normal olduğu söylenebilir. Ancak supresyonun elde edilememesi efferent sistemin fonksiyonundaki bozukluğu gösterir (Öztürk, 2018).

Koumpa, Forde ve Manjaly (2020) 45 yaşında bir erkek hastada Covid-19 sonrasında sol kulağında çınlama ve ani işitme kaybı şikâyeti olduğunu bildirmişlerdir. Hastanın daha önceden işitme kaybı şikâyeti bulunmamaktadır. Bilateral otoskopik muayenesi normaldir. Saf ses odyometri testi sonucunda sol kulağında yüksek frekanslara doğru düşüş gösteren sensörinöral işitme kaybına rastlanmıştır. Hasta oral prednizolon ile tedavi edilmiş ve işitme eşikleri kısmi bir iyileşme görülmüştür.

Bu nedenle bu çalışmaya yakın zamanda Covid-19 geçirmiş normal işitmeye sahip bireyler kabul edilmiştir.

Bu çalışmanın amacı; Covid-19 geçirmiş bireylerde ölçülen kontralateral supresyon değerlerinin odyolojik açıdan anlamlılığını araştırmaktır. Yapılan tez çalışmasının sonucunda istatistiksel yöntemlerle ölçülen değerlerin belirlenmesi hedeflenmektedir.

Kontralateral supresyon efferent işitme sistemini değerlendirebildiğimiz tek test olmasından dolayı yapılan testlerin sonuçları odyolojik açıdan önem arz etmektedir. Kontralateral supresyon testi odyolojik test bataryasında yaygın olarak kullanılmadığı

gibi ilgili anatomik bölgede Covidten kaynaklı bir tahribat yaşanıp yaşanmadığı da merak konusudur ve bu Odyoloji adına araştırılacak bir boşluk olarak kalmıştır. Bu tez çalışması bu boşluğu doldurmak, testin bu grupta anlamlılığını verilerle desteklemek için önemli bir geri bildirim olacaktır.

Çalışmanın sorusu: Covid-19 geçirmiş ve Covid-19 geçirmemiş sağlıklı bireylerde 1000-4000 Hz'lerde ölçülen supresyon miktarları arasında istatistiksel olarak bir farklılık var mıdır?

Çalışmanın hipotezlerini:

H<sub>0</sub> hipotezi: Covid-19 geçirmiş ve Covid-19 geçirmemiş bireylerin sol kulak 1000-4000 Hz frekanslarında TEOAE kontralateral supresyon ölçüm sonucunda istatistiksel verilerde anlamlı farklılık yoktur.

H<sub>1</sub> hipotezi: Covid-19 geçirmiş ve Covid-19 geçirmemiş bireylerde sol kulak 1000-4000 Hz frekanslarında TEOAE kontralateral supresyon ölçüm sonucunda istatistiksel verilerde anlamlı farklılık vardır.

H<sub>0</sub> hipotezi: Covid-19 geçirmiş ve Covid-19 geçirmemiş bireylerde sağ kulak 1000-4000 Hz frekanslarında TEOAE kontralateral supresyon ölçüm sonucunda istatistiksel verilerde anlamlı farklılık yoktur.

H<sub>2</sub> hipotezi: Covid-19 geçirmiş ve Covid-19 geçirmemiş bireylerde sağ kulak 1000-4000 Hz frekanslarında TEOAE kontralateral supresyon ölçüm sonucunda istatistiksel verilerde anlamlı farklılık vardır.

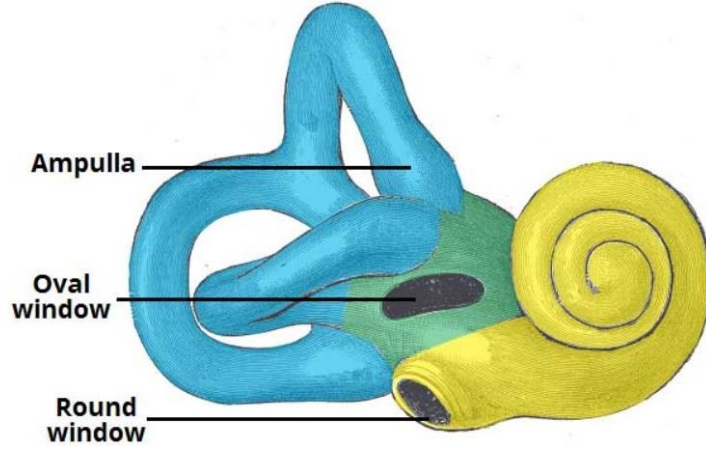
## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. İç Kulak (Auris interna)

### 2.2. İç Kulak (Auris interna) Anatomisi

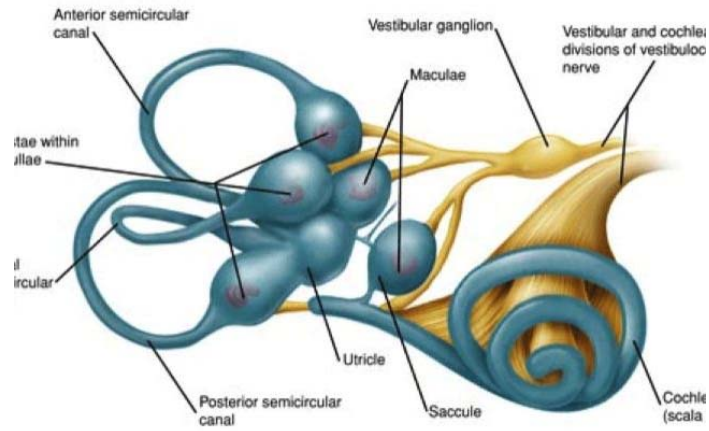
İç kulak temporal kemikte bulunan petröz parçası içerisinde yerleşmiştir. Kemik labirent; vestibül, koklea ve semisirküler kanallardan oluşur. Membranöz labirent ise koklear duktus, sakkül, utrikül ve semisirküler kanallardan oluşur. İç kulağın orta kulakla bağlantısı iki yolla olur. Birincisi skala vestibülünün orta kulağa açılan membranöz penceresi oval pencere ile oval pencereye oturan stapes tabanı, ikincisi ise yuvarlak pencere aracılığıyla gerçekleşir (Owen, 2009).

Labyrinthus osseus'u oluşturan ana yapılar Şekil 1'de ve Labyrinthus membranaceus'u oluşturan ana yapılar Şekil 2'de gösterilmektedir.



Şekil 1. Labyrinthus osseus

(Kaynak: <https://teachmeanatomy.info>)



Şekil 2. Zar labirent (Labyrinthus membranaceus)

### 2.2.1. Koklea (Cochlea)

Koklea 2 tam  $\frac{1}{2}$  veya  $\frac{3}{4}$  dönüşlü salyangoz şekilli yapıdır. Kokleanın kemik kısmı, modiulus, kemik spiral kanal ve kemik spiral laminadan oluşur. Kokleanın vertikal plandaki eksenini modiolustur. Gözenekli ve kanallı bir yapı olan modiulus içerisindeki kanallardan koklear sinirin dalları ile koklear damarlar geçer. Tüm bu kanalcıklar, Rosenthal kanalı (modiulusun spiral kanalı) adı verilen ve içerisinde spiral ganglionu bulunduran kemik uzantıya açırlar (Lim ve Brichta, 2016, ss. 338).

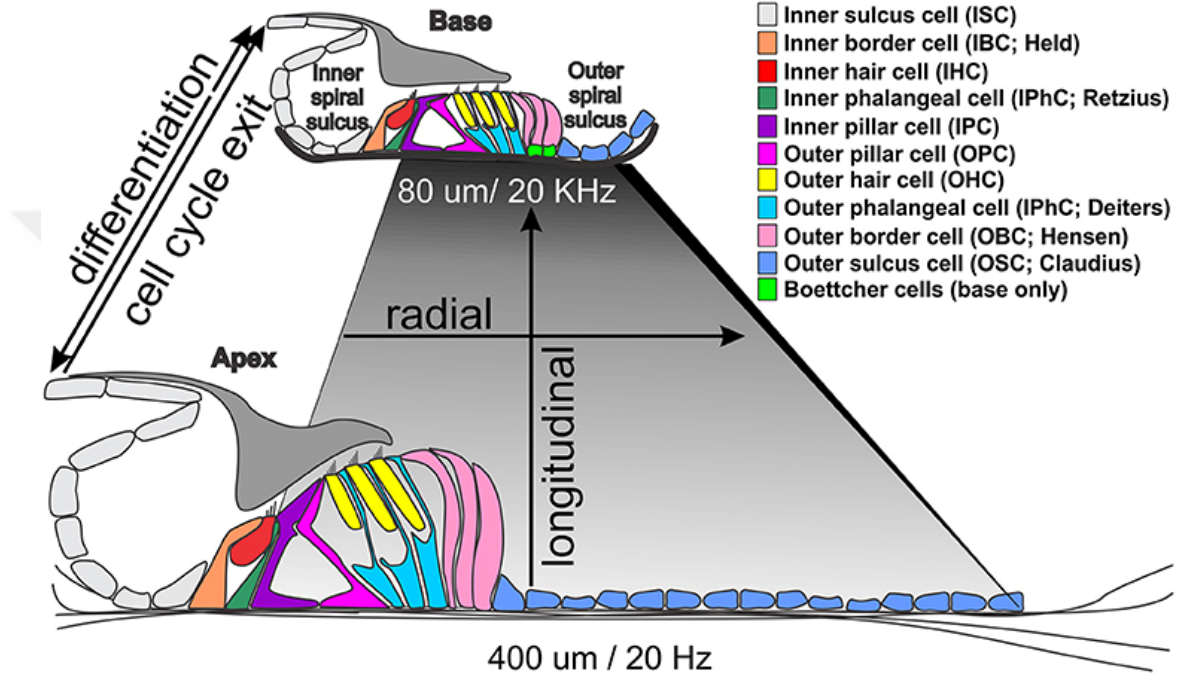
Kemik spiral kanal, kokleanın çevresini (2 tam  $\frac{1}{2}$  veya 2 tam  $\frac{3}{4}$  'tür) bir vida sarmalı şeklinde dolanan spiral kemik yapıdır. Kemik spiral lamina ise kokleanın merkezindeki modiolustan dışarıya yani kemik spiral kanala doğru uzanan kemik tabakadır. Kokleanın bazal turn'ünde kokleanın perilenfini posterior serebral fossanın subaraknoid mesafedeki beyin omurilik sıvısına bağlayan koklear akuaduktus isimli kemik kanal bulunur (Whitfield, 2015).

Skala timpani ve vestibuli içinde, sodyumdan zengin ve potasyumdan fakir özellikteki perilenf sıvısı bulunur. Bazılar membran, spiral kemik lamina ile kanalis spiralis kokleanın arasında bulunur. Baziler membran skala media'nın alt sınırını oluşturur. Skala media kokleanın içindeki membranöz labirenttir. Skala medianın iyon konsantrasyonu düşük sodyum ve yüksek potasyum şeklindedir. Skala media koklear apekte sonlanır, fakat duktus reuniens aracılığıyla vestibüler sistemin sakkül yapısındaki endolenf ile ilişkidir. Skala medianın skala vestibuli ile olan sınırını Reissner membranı, skala timpani ile sınırını baziler membran ve spiral lamina; spiral ligaman, stria vaskülaris ve spiral prominens ise skala media'nın lateral duvarını oluşturur. Kokleanın iyonik dengesinin sürdürülmesini spiral ligaman ve stria vascularis sağlar (Owen, 2009).

### 2.2.2. Corti Organı

Korti organı (organum spirale) skala mediada bulunur ve baziler membranın üzerinde yerleşmiştir. Baziler membran 31.5 mm uzunluğunda, genişliği kokleanın bazalinde 150 nm olup apeksine doğru gittikçe artarak 450 nm'ye ulaşan temel olarak bağ doku içeren bir yapıdır. Baziler membran ve korti organı periferik işitmenin tonotopik organizasyonundan sorumlu yapılardır. Korti organı Cladius, Boettcher, Hensen (dış sıra), Deiters, dış pillar, iç pillar, iç falangeal (Retzius), iç sınır (Held) hücreleri gibi

destek hücrelerden oluşur. Bu hücreler arasında bazal turn'de olup apekte olmayan sadece Boettcher hücreleridir. Destek hücreler ve sensörinöral hücrelerin apikal prosesleri retiküler laminayı oluşturur. Tektöriyal membran ise korti organının üzerine uzanan, aselüler, bağ doku içeren bir yapıdır. Korti organında yaklaşık 16000 tüylü hücre bulunur ve bunların %80'i (12500) dış tüylü, kalanı ise (3500) iç tüylü hücredir (Owen, 2009).



**Şekil 3. İç ve dış titretili tüylü hücreler**

(Kaynak: Owen, 2019)

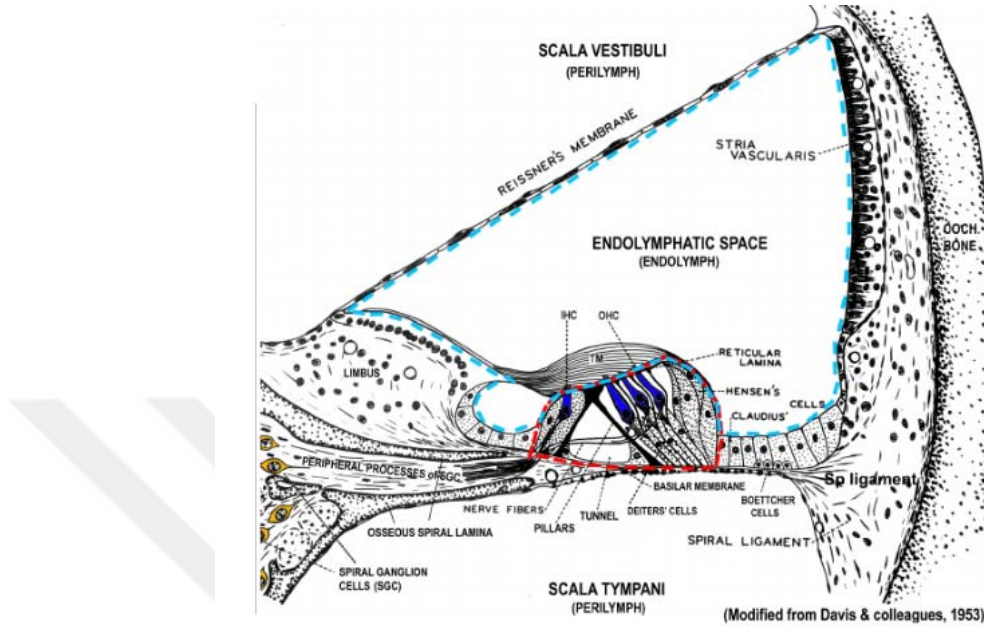
### 2.2.3. Kokleanın İnnervasyonu

Koklea; otonom, afferent ve efferent sinir lifleri tarafından inerve edilir. Otonom lifler kan damarları çevresinde, modiulus ve spiral laminada bulunurken, efferent ve afferent lifler ise koklear siniri oluşturarak iç ve dış saçlı hücreleri inerve eder (Porempski ve Kostek, 2012).

#### 2.2.3.1. Afferent İnnervasyon

Afferent sisteme (çıkan yol; korti organından koklear nukleuslar ve buradan işitme korteksine doğru uzanan yol) bakıldığında, tek bir iç tüylü hücre birden çok tip 1 spiral

ganglion hücresi ile sinaps yaparken dış tüylü hücreler ile tip 2 spiral ganglion hücreleri arasındaki bağlantı için durum tam tersidir (Porempski ve Kostek, 2012).



**Şekil 4. Skala medianın yapısı**

(Kaynak: Bohne, 2012)

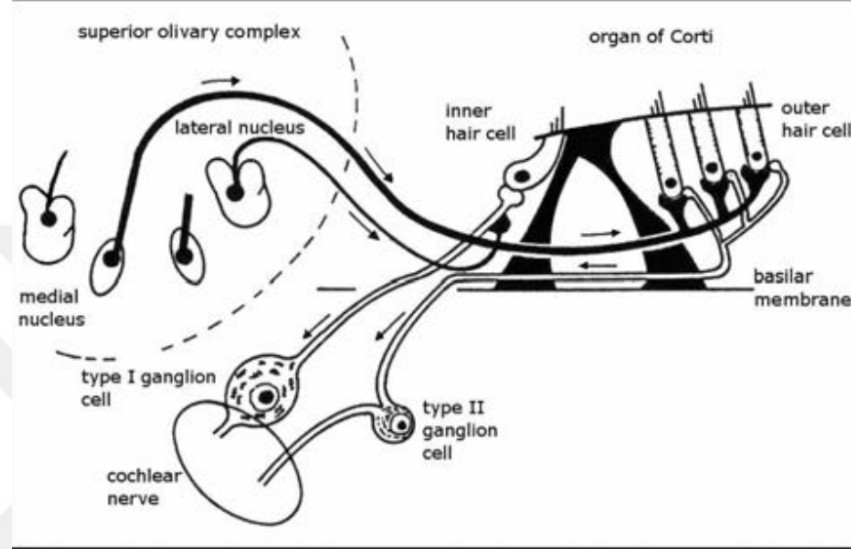
#### 2.2.3.2. Efferent İnnervasyon

Efferent sistem ise (korti organına doğru inen yol) süperior olivar kompleksten başlayarak direk dış tüy hücrelerde veya tip 1 spiral ganglion hücrelerinde sonlanarak korti organına efferent bilgi sağlar (Porempski ve Kostek, 2012).

Koklear sinir, 8. Kraniyal sinir olan vestibulokoklear sinirin dört dalından (koklear, süperior vestibüler, sakküler, posterior ampuller) biridir. Her bir dalı otik kapsül içinde ayrı kanallarda seyreden vestibulokoklear sinir, otik kapsülden çıktıktan sonra internal akustik kanala (iç kulak kanalı) girer ve burada 7. Kraniyal sinir (motor dalı yüzün mimik kaslarını inerve eden sinir) ile birlikte seyreder. Vestibulokoklear sinir serebellar pedinkül hizasında vestibuler ve koklear dallarına ayrılır (Moller, 2011).

Spiral ganglion hücrelerinin uzantıları olan afferent lifler medulla oblongata ile ponsun bileşkesindeki koklear nükleuslarda ilk sinapslarını yapar. Koklear nükleuslar ventral

(anteroventral ve posteroventral) ve dorsal koklear nükleuslar olmak üzere 2'ye ayrılırlar. Baziler membran ve korti organı gibi koklear sinir ve koklear nükleuslarda da tonotopik organizasyon mevcuttur. Koklear nükleuslarda sinaps yapan 2. Nöronların aksonları 3 demettir (akustik strialar); ventral (trapezoid cisim), intermediate (held striası) ve dorsal (Monaco'nun striası). Trapezoid cisim ve Held'in striası ponsta yerleşen süperior olivar komplekse uğrar (Moller, 2011).



**Şekil 5. Kokleanın efferent innervasyonu**

(Kaynak: <https://www.researchgate.net>)

### 2.3. İç Kulak Fizyolojisi

Koklea, stapes hareketiyle oluşan mekanik enerjiyi, merkezi sinir sistemiyle iletilerek beyinde işitme merkezine ulaşan elektrokimyasal sinyallere dönüştüren bir yapıdır. Stapes tabanında oluşan hareket öncelikle koklea içindeki sıvıların hareket etmesine ve baziler membran boyunca ilerleyen bir dalga hareketine yol açar. Baziler membran hareketi dış ve iç tüylü hücrelerdeki stereosilyanın hareketlerini etkiler. Dış tüy hücreler gelen ses dalgasının amplitüdünü yükselterek amplifikasyon görevi görürken, iç tüy hücreler, stereosilyanın hareketi ile koklear sinirle etkileşime girecek olan nörotransmitterlerin salınımını sağlayan duyu reseptör hücreleri olarak görev yapar. Dolayısıyla iç kulakta sesin algılanması işlemi aynı zamanda bir kısım enerjinin de otoakustik emisyonlar şeklinde açığa çıktığı aktif bir süreçtir. Kokleanın, baziler membranda oluşan hareketi işitme siniri boyunca teorize edilmiş olup hala araştırma

konusu olmaya devam etmektedir. Bu konuda Bekesey'in ilerleyen dalga modeli en çok kabul gören mekanizmadır (Bekesy, 1941).

### 2.3.1. Tüy Hücre Fonksiyonu

Baziler membranının aşağı ve yukarı yönde hareketleri Corti organındaki tüy hücrelerin siliyalarında fiziksel bir harekete yol açar. Etki eden fiziksel kuvvetler, siliyayı baziler membran aksının sağına veya soluna doğru bükür. Tüy hücrelerinin sterosiliyası basamak şeklinde yükselen boylara sahiptir. Sterosiliya en büyük sterosiliyuma doğru eğildiğinde uç-yan bağlantılar; sterosiliya membranında harekete duyarlı iyon kanallarının açılmasına yol açar. Bu iyon kanallarının açılması, endolenfte yoğun olan  $K^+$  iyonlarının negatif yüklü tüy hücre içine girmesini sağlar. Sterosiliya demeti en büyük sterosiliyumdan uzaklaştığında ise iyon kanalları kapanarak hücre içindeki fazla  $K^+$  dışarı atılır ve hücrenin doğal negatif polarizasyon sağlanır (Geisler, 1998). Bu iyon değişimleriyle iç tüy hücrelerinde oluşan elektrik potansiyel değişimi hücre membranında bulunan voltaj bağımlı  $Ca^{+2}$  kanallarının açılmasına yol açar.  $Ca^{+2}$  iyonlarının hücre içine geçişiyle tüy hücrenin bazal ucuyla afferent sinir ucu arasındaki sinaptik boşluğa nörotransmitter maddelerin salınımı tetiklenir. Nörotransmitterler, afferent sinirin dentritik uçlarını uyarak nöronlarda aksiyon potansiyel oluşmasını sağlarlar. Böylelikle,  $K^+$  iyon girişi ile iç tüy hücrelerinin istirahat potansiyelinde oluşan değişim, hücrenin afferent sinirle yaptığı sinaptik birleşimde uyarana bağlı potansiyel oluşumuna ve devamında sinirde uyarım olmasına yol açar.  $K^+$  iyonlarının dış tüy hücrelere girip çıkmasıyla beraber oluşan polarizasyon ve depolarizasyona bağlı meydana gelen alternatif akım bu hücrelerin genişleyip kontrakte olmasına yol açar. Hücrelerin bu hareketi, retiküler lamina, destek hücreler ve bazilar membranının itilmesine yol açar. Hücrelerin bu hareketi, baziler membrandaki hareketi daha da yükselterek iç tüy hücrelerdeki uyarılmayı artırır ve baziler membran boyunca ilerleyen dalga hareketini belirginleştirir (Geisler, 1998).

### 2.3.2. İşitme Siniri

Tüy hücrede oluşan mekanik hareketin elektrokimyasal sinyallere dönüşümü iç tüy hücrenin bazal kısmından nörotransmitter salınımı ile başlar. Nörotransmitterler sinaptik boşluğu geçerek sinir liflerinin post sinaptik membranında yerleşmiş reseptörlere

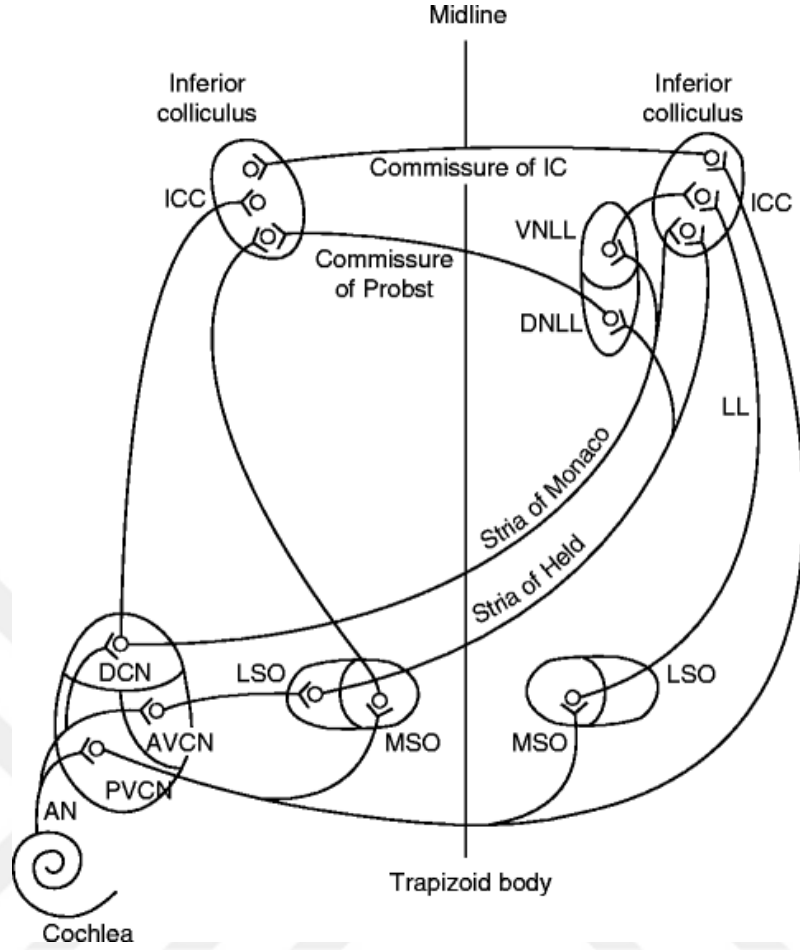
bağlanırlar. İç kulak ile beyin sapı arasındaki sinir demeti işitme siniri olarak adlandırılır. Yeterli nörotransmitter salınımı halinde, aferent sinir lifleri ateşleme yaparak işitme siniri boyunca ilerleyip beyin sapına ulaşan elektrik sinyallerini oluşturur. Baziler membrandaki tonotopik organizasyon işitme sinirinde de tonotopik bir yerleşimle devam eder. Baziler membranın düşük frekans alanından (tepe) köken alan lifler sinirin merkezinde, yüksek frekans alanından (taban) gelen lifler ise sinirin periferinde ilerler. Dolayısıyla sinirin dış kısmında olan travmalar öncelikle yüksek frekans işitme kaybına yol açar.

#### **2.4. Afferent İşitsel Yol**

Süperior olivar kompleks medial ve lateral olive, süperior paraolivar çekirdek ve trapezoid cismin ventral, medial ve lateral çekirdeklerinden oluşan bir komplekstir. Süperior olivar kompleks lateral lemnisküse afferent lifler yollar. Ponsta yerleşmiş olan lateral lemnisküs ventral intermediate ve dorsal nükleuslar içerir. Sağ ve sol dorsal lateral lemnisküsler arasında Proubst komissürü aracılığıyla bağlantı vardır. Lateral lemnisküs'ten çıkan afferent lifler inferior kollikulus'a projekte olur (Lopez-Poveda, 2018). Mezensefalonda bulunan inferior kollikuluslar dorsal koklear nükleustan ve süperior olivar kompleksten projeksiyon alırlar. Santral, dorsal ve lateral bölümlerden oluşan inferior kollikulus, talamusta bulunan medial genikulat cisime afferent lifler gönderirler. Medial genikulat cismin dorsal, ventral ve medial bölümleri vardır. Ventral bölümden çıkan lifler doğrudan primer işitme korteksinde sonlanırken dorsal bölümden çıkan lifler ise primer (A1) ve sekonder (A2) işitme merkezlerinde sonlanır (Runge-Samuelson ve Friedland, 2010, ss. 1831-7).

Temporal lobun süperior temporal girusunda yer alan Broadman 41 ve 42 numaralı alanları içeren primer işitsel korteks, sekonder işitsel korteks ve nonspesifik asosiasyon bölgeleri ile çevrilidir. İşitme korteksindeki nöral organizasyon tabakalı ve işitme sisteminin diğer tüm parçalarında olduğu gibi tonotopiktir (Lee ve Sherman, 2010).

İşitsel yol (Auditory pathway) Şekil 6'da gösterilmiştir.

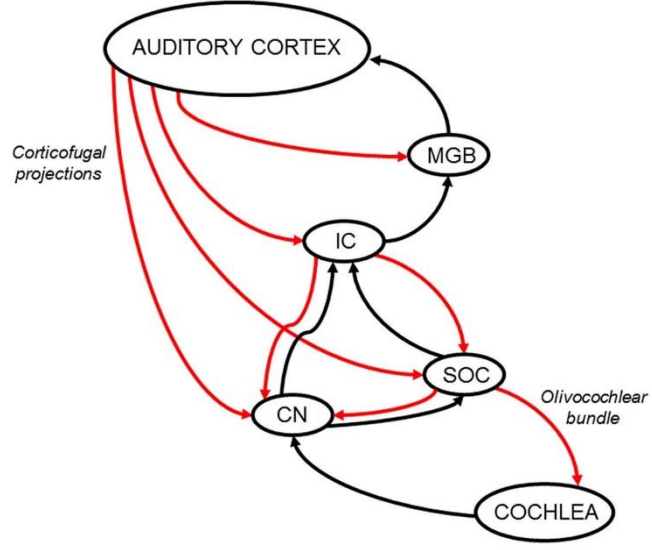


**Şekil 6. İşitsel yol (Auditory pathway)**

(Kaynak: Moller, 2011)

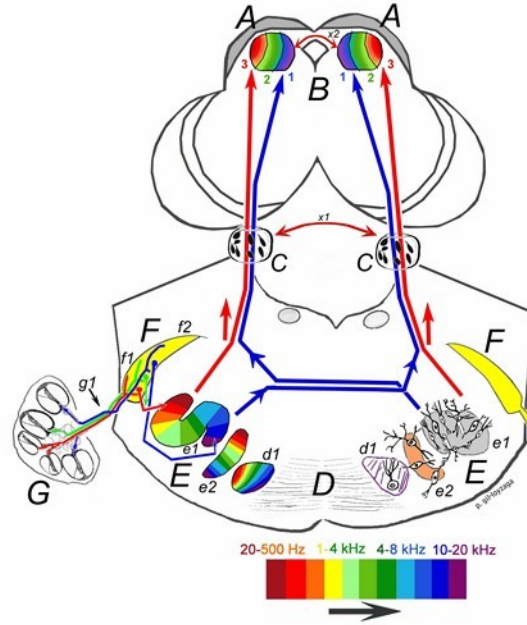
## 2.5. Efferent İşitsel Yol

Efferent işitsel sistem işitme korteksinden medial genikulat cisime, inferior kollikulusa, süperior olivar komplekse ve koklear nükleuslara olacak şekilde dört demet halinde iner. Bunun dışında, süperior olivar kompleks de kokleaya efferent lifler gönderir (Lee ve Sherman, 2010).



**Şekil 7. Efferent işitme lifleri**

(Kaynak: Terreros ve Delano, 2015)



**Şekil 8. İşitme sisteminde tonotopik organizasyon**

(Kaynak: Gill-Loyzaga, 2019)

## 2.6. Otoakustik Emisyonlar (OAE's)

Dış kulak kanalında hassas bir mikrofona ölçülen düşük yoğunluklu akustik titreşimlerdir.

Otoakustik Emisyonların Ölçülmesi

Otoakustik emisyonların klinik ölçümünde en az dört faktör kritik öneme sahiptir:

1. Dış ve orta kulağın durumu
2. OAE sisteminin düzeneğinin dış kulak içindeki birleşimi
3. Uyarıcı özellikleri
4. Test ortamında ve kulak kanalı içinde (ortam ve fizyolojik) gürültü

Yukarıdaki belirtilen faktörlerden herhangi birinin veya birilerinin OAE ölçüm bataryası için göz ardı edilmesi veya verilerin analizinde dikkate alınmaması, bulgularının yanlış şekilde yorumlanmasına yol açabilir (Hall ve Swanepoel, 2012).

### 2.6.1. Otoakustik Emisyonların Sınıflandırılması

Otoakustik emisyonların sınıflandırılmasında literatürde en yaygın kullanılan sınıflama uyarana göre sınıflandırmadır. Oluşum mekanizmalarına göre iki gruba ayrılırlar. Herhangi bir dış uyaran olmadan kaydedilen ‘spontan otoakustik emisyonlar’ ve bir akustik uyarana takiben kaydedilen ‘uyarılmış otoakustik emisyonlar’.

#### 2.6.1.1. Spontan Otoakustik Emisyonlar (Spontaneous Otoacoustic Emissions) (SOAEs)

SOAEs, herhangi bir uyarı olmadan dış kulak yolundan kaydedilen düşük şiddette dar bandlı devamlı akustik sinyallere denir. SOAE'ların insanlarda 1-3 kHz arasındaki frekans bölgelerinde sık olmakla birlikte 0.5 ile 9 kHz arasında da kaydedilebildikleri bildirilmiştir. SOAE'ların amplitüdü genellikle -25 dbSPL (bazı kaynaklarda -10 ile +20 dbSPL arasında) elde edilmektedir. 60 db SPL şiddetinde nadiren de olsa dışarıdan duyulabilen SOAE'lar da bilinmektedir. SOAE'lar sadece işitmenin normal olduğu frekanslarda meydana gelmektedir. Sağlıklı bir popülasyonda kulakların sadece bir kısmında SOAE mevcut olduğundan klinik uygulamalarda fazla bir değeri yoktur.

### 2.6.1.2. Uyarılmış Otoakustik Emisyonlar (EOAEs)

Akustik uyarım ile provoke edilmiş iç kulak dış tüy hücrelerinden salınan emisyonların kaydedilmesi temeline dayanır. Uyarının tipine göre elde edilen emisyonlar 3'e ayrılır; transient uyarılmış otoakustik emisyonlar, distorsiyon (distorsiyon ürünü) otoakustik emisyonlar ve stimulus frequency (uyaran frekansı) otoakustik emisyonlardır.

### Stimulus(Uyaran) Frekans Otoakustik Emisyonlar (SFOAEs)

SFOAE, düşük seviyedeki sabit tonlarda kokleada sürekli akustik stimülasyon ile meydana gelen enerjileri tanımlar. Aynı frekansta kulağa uygulanan sürekli saf ses ile aynı anda meydana gelir. Kulak kanalındaki mikrofon, saf ses ve saf sesin uyardığı SFOAE kombinasyonunu kaydeder. Frekansa spesifik bir emisyon çeşididir. Uyarılar devamlı verildiğinden cevaplarla uyarıların ayrı ayrı algılanmasında, ayırt edilmesinde zorluk vardır. Toplam sinyalden SFOAE'nu çıkarmak için özel ölçüm teknikleri kullanılır, genel yaklaşım SFOAE'nun nonlinear özelliklerinin avantajını kullanan ikinci bir farklı şiddet ya da frekansta uyarın gönderilmesidir. İki durum arasındaki fark SFOAE'na aittir ancak teknik zorluklardan dolayı klinik kullanımı kısıtlıdır (Schairer, Fitzpatrick ve Keefe, 2003).

### Distorsiyon Ürünü Otoakustik Emisyon (DPOAE)

İki yakın primer saf sesin eş zamanlı olarak kulağa gönderilmesi sonucu üretilen emisyonlardır. Primer frekanslar "f1" ve "f2" olarak isimlendirilir ve her zaman f1 frekansı f2 frekansından küçüktür. Primer frekansların sahip olduğu şiddet seviyeleri ise "L1" ve "L2" olarak isimlendirilir. Normal işitmesi olan insanların %90'ında, 40-50 db'den daha iyi işitme durumunda elde edilebilir. 500-8000 Hz frekansları arasında güvenilir bir şekilde kaydedilebilir ve frekansa spesifik ölçüm değerleri sağlar.

DPOAE'de sunulan uyarın ile baziler zar üzerinde görece olarak geniş bir alanın etkilenmesi istenmeyen enerji çıkışlarına da sahiptir. Bu nedenle DPOAE ölçümünde dar band filtreler kullanılarak istenen frekansın emisyon sonuçlarının ölçümü yapılır. DPOAE primer frekansların ve uyarılan frekans alanından yansıyan emisyonların üst üste bindiği doğrusal olmayan bozulma bileşeninden kaynaklanan enerjinin kombinasyonudur (Shera ve Guinan, 1999).

## Transient Uyarılmış Otoakustik Emisyonlar (TEOAE)

Transient (geçici) uyarılmış otoakustik emisyonlar akustik bir uyarının ardından ortaya çıkarlar ve ilk raporlanmış emisyon türüdür (Kemp, 1978). Klik ya da tone burst uyarımı takiben kısa latanslı meydana gelen cevaplardır. Geniş band klik uyararı genellikle geniş alan cevabı uyandırır. Klik uyararı ile alınan TEOAE'lerin frekansa özgü dağılımını görmek mümkündür. Tone burst geçici uyarılmış OAE'ler daha frekansa spesifiktir ve tipik olarak dar band uyararı aralığının uyardığı frekanslarla sınırlıdır (Probst vd., 1986). Zamanla senkronize averajlama kullanılarak cevaplar kaydedilir. Averajlama sırasında kayıtlama içerisindeki gürültü azaltılır. Ölçümlerde, akustik uyarının dış kulak yolunda yansımaları ve sönümlenmesi için geçen süre artefekt oluşturmaması için averajlama kaydının başlangıcından çıkarılır. İlk birkaç saniyenin kayıttan çıkarılması cevaptaki bazı yüksek frekans bileşenlerinin kaybına sebep olabilir. Kaydın başlangıcından silinen milisaniyelerin sayısı arttıkça, potansiyel olarak silinen yüksek frekans enerjisi miktarı da artar. Tam tersi olarak, cevap penceresinin uzunluğunun azaltılması alçak frekans enerjisi kaybı ile sonuçlanabilir. Alınan kayıtlar iki ayrı hafızada toplanır. Cevap olarak kabul edilen bilginin birbiriyle uyumlu olması beklenir, analizde uyumsuz olarak kabul edilen bilgiler gürültü olarak kabul edilir. TEOAE özellikleri sabit tutulduğunda ve işitme durumu değişmediğinde ölçüm yapılan kulakta kararlı TEOAE sonuçları elde edilebilir.

TEOAE ölçüm parametrelerinde uyararı şiddetinin  $80^{+4}$  db P SPL olması ayrıca dalganın yeniden üretilebilirliğinin değerinde kayıtlamada önemlidir. Tüm parametreler uygunsa en az 3 frekans bandında gürültü bandının üzerinde, en az 3 db emisyon cevabı normal dış tüy hücre fonksiyonu olarak yorumlanır. Kemp'e göre, uyarılmış yanıtların farklı frekans bileşenleri farklı zamanlarda ortaya çıkar ve bu durum "frekans dağılımı" olarak adlandırılır (Kemp, 1978). Cevaplarda yüksek frekans bileşenleri daha kısa latanslara sahipken alçak frekans bileşenleri daha uzun latanslara sahiptir.

### 2.6.1.3. Otoakustik Emisyonların Klinik Kullanımı

OAE testleri iç kulak fonksiyonunu değerlendirmek için kullanılan objektif testlerdir. OAE'ler sensörinöral işitme kaybının kokleadaki veya sinir yolundaki bir sorundan kaynaklanıp kaynaklanmadığını belirlemek için kullanılabilir (Lonsbury-Martin vd., 1991).

Klinik ölçüm cihazlarının kullanımında normatif değerlerin belirlenmesi önemlidir. Yaş ve cinsiyet gibi hasta özelliklerinin ölçüm üzerindeki etkilerini bilmek gerekir. TEOAE ve DPOAE ölçümlerinde elde edilen emisyon değerlerinin bebeklikten yetişkinliğe doğru değiştiği bilinmekte ancak kesin zamansal ve değer tanımlamaları yapılamamaktadır. Kokleanın doğumdan itibaren maruz kaldığı çevresel ve fizyolojik değişimler göz önüne alındığında bebeklik döneminde elde edilen emisyon değerlerinin yaşla birlikte azaldığı çalışmalarda gösterilmektedir (Prieve,Fitzgerald ve Schulte, 1997).

TEOAE ve DPOAE'lar için kulak ve cinsiyete bağlı olarak anlamlı farklılıklar bulunmaktadır. Kadınlar her iki ölçümde de erkeklere göre ortalama olarak daha büyük emisyonlara sahiptir (Gates vd., 2002). Araştırmaların kadın kulak kanalı boyunun erkeklere oranla daha kısa olduğu hipotezine rağmen bu durumun kesin sebebi bilinmemektedir (Robinette, 1992). TEOAE için sağ kulaklar ortalama olarak daha yüksek emisyonlara sahipken, DPOAE seviyelerinde anlamlı farklılık bildirilmemiştir. Hem TEOAE hem de DPOAE seviyeleri SOAE'ların ölçülebildiği kulakta ölçülemeyenlere göre genel olarak daha büyüktür (Prieve,Fitzgerald ve Schulte, 1997).

Ani gelişen düz ya da alçak frekans işitme kayıpları gibi akut durumlarda uygulanan tedavi öncesi yapılan OAE ölçümleri ile tedavi sonrası ve sonrasındaki ölçümlerin karşılaştırılması tedavi etkinliği ve geri gelen otoakustik emisyon frekanslarının tespiti açısından önemlidir.

Emisyonlar afferent aktivasyondan bağımsız olarak kokleada üretildikleri için, iç tüy hücresi ya da işitme siniri bilgisinden farklı olarak dış tüy hücre mekanizmasının test edilmesini sağlar. Tanımlayabildiği işitme problemlerinin en bilineni işitsel nöropatilerdir. İşitsel nöropati hastalarında normal işitmeden çok ileri dereceye kadar değişen işitme skalasına, akustik reflekslerin ve işitsel beyin sapı cevaplarının yokluğuna rağmen uyarılmış otoakustik emisyon cevapları mevcuttur (Kırkım, Şerbetçioğlu ve Ceryan, 2005). Otoakustik emisyon cihazlarının klinik kullanımlarının yaygınlaşmasıyla halen bilinmezleri olmakla birlikte işitsel nöropatiler tanılanmaya ve literatüre kazandırılmaya başlamıştır.

Vestibüler schwannoması olan hastalar için uyarılmış otoakustik emisyon testinin bataryaya eklenmesi önerilmektedir. Tümörü olan pek çok hasta, kokleanın kan kaynağındaki bozulma düşünüldüğünde emisyon alınmamasına ve orta-ileri davranış

eşiklerine sahipken, uyarılmış emisyonları olan az sayıda da olsa hasta mevcuttur. Bu vakalarda uygulanacak olası cerrahi işlem sırasında mevcut kalıntı işitmeyi koruyabilmek için kokleanın korunmasını önerebilir (Robinette, Cevette ve Jebb, 2002).

Otoakustik emisyon ölçümleri kullanılarak, işitme eşiklerinde artışa sebep olabilecek (ilaç ototoksitesi ya da gürültüye maruziyet gibi) etmenlerin oluşturacağı hasar tanımlanabilir. Ayrıca Meniere hastalığına sahip kişilerin ataklar sırasındaki ve tedavi sonrasındaki emisyon değişimleri de monitörize edilebilir. Otoakustik emisyonlar, simülasyon yapan hasta grubunda da objektif verileri nedeniyle zamandan tasarruf sağlama ve daha ileri tetkik yapılmasını önleme açılarından oldukça yararlıdır.

## 2.7. Otoakustik Emisyonların Kontralateral Supresyonu

OAE testi yapılırken bir yandan da olivokoklear sinir liflerini uyaracak (medial yol) bir akustik uyarın verilmektedir. Bu akustik uyarın efferent sistemi eder, efferent sistemde DTH'lerinde inhibisyonda neden olmaktadır. Bu uyarılma 3 şekilde verilebilmektedir;

Ipsilateral uyarılma şeklinde

Kontralateral uyarılma şeklinde

Bilateral/binaural uyarılma şeklinde

Ipsilateral durumunda, efferent sistemi aktive edici uyarın önce afferent sinir sistemi vasıtasıyla beyin sapının orta hattından çaprazlaşır. Sağ taraftan sol tarafa geçer. Bu sistem afferent sinir sistemi sayesinde olmaktadır. Bu çaprazlaşmayı takiben efferent sinirler tekrardan çaprazlaşarak sağ kokleayı etkiler. "Double crossing" şeklinde adlandırılan çifte çaprazlaşma durumu olmaktadır. Önce afferent lifler vasıtasıyla karşı tarafa geçer, karşı tarafta uyarılan efferent lifler geri çaprazlaşarak uyarılan tarafa geçer (ipsilateral uyarılma). Kontralateral uyarılmada ise efferent sistemi aktive edici uyarın çaprazlaşır. Sol taraftan sağ tarafa afferentler vasıtasıyla geçer. Ancak, kontralateral olduğu için efferent etkilenme, karşı taraftaki çaprazlaşmanın efferent lifleri vasıtasıyla gerçekleşir. Burada "double crossing" yoktur. Karşı koklea etkilenmektedir. Binaural uyarılmada ise hem çaprazlaşan hem çaprazlaşmayan, ikiside aktif durumdadır. Ne kadar çok sayıda efferent lif aktive olursa ortaya çıkan inhibisyon o kadar büyük olur.

Binaural>ipsilateral>kontralateral → İnhibisyon miktarı

Çünkü kontralateralde işin içine katılan efferent lifler sadece karşı taraftaki efferent liflerdir (çaprazlaşmayanlar). Ipsilateraldeyken, hem çaprazlaşan hem de çaprazlaşmayan lifler kısmen işin içerisinde yer alırken binauralde çaprazlaşan ve çaprazlaşmayan tüm lifler işin içerisine dahil edilmektedir. Çaprazlaşan liflerin sayısı, çaprazlaşmayan liflerin sayısından çok daha fazladır (Öztürk, 2018).

Medial olivokoklear sistem (MOC), koklea üzerindeki etkisini acetylcholine (ACh) isimli nörotransmitter vasıtasıyla gerçekleştirmektedir. ACh reseptörü  $\alpha 9$  ve  $\alpha 10$  isimli alt birimlerin oluşturduğu DTH'nin bazolateral yüzeyinde yer alan nicotinic bir reseptöre bağlanır.

Reseptöre bağlandıktan sonra ACh'ye bağlı katyon kapıları açılır. İçeri kalsiyum iyonu (+) hücum eder. Ca (+) hücre içerisine hücum etmesi sonucunda, Ca (+)' ya bağlı aktive olan K (+) potasyum kanalları (hücre içi potansiyel belli bir elektriksel potansiyele ulaşınca) açılır. K (+) hücre dışına gönderilir. Böylece hücre içi hiperpolarize olur. DTH'lerinde inhibisyon gerçekleşir. Bu hiperpolarizasyon ve kondüktans değişiklikleri DTH'nin elektromotilite özelliğinin 10-100 msn gibi çok kısa bir zaman diliminde azalmasına sebep olmaktadır. Elektromotilite özelliği bir anda azalmaktadır. DTH'nin elektromotilite özelliğinin azalması demek emisyon cevaplarında azalması demektir. 100 msn'e doğru DTH'nin aksiyal katılımı azalmaktadır. Daha sonra yavaş yavaş artar. Bu sistem bazılar membranın mekaniğininde etkilemektedir. BM'nin titreşim ve salınım hareketini artırmaktadır. İki sinyal arasında meydana gelen mekanik enterferansa supresyon denir. İki uyaran birbiri ile fiziksel olarak temas ettiğinde ve birbiriyle etkileşimde olup biri diğerini baskıladığında ortaya çıkan durumdur (Öztürk, 2018).

**Tablo 1. TEOAE testi protokolü**

<b>UYARAN PARAMETRESİ</b>	
Uyaranın Tipi	Klik uyaran
Uyaranın Polaritesi	Linear polarite ya da alternating polarite
Uyaranın Şiddeti	55-60 dB SPL

<b>SUPRESSÖRÜN ÖZELLİKLERİ</b>	
Stimülasyon (uyarım) Modu	10 dB ve üzeri binaural ölçümde supresyon oluşmaktadır. 1-4 dB kontralateral ölçümde supresyon oluşmaktadır.
Supressörün Tipi	Gürültü daha etkilidir. Gürültü çeşitlerine göre geniş band gürültü etkilidir.
Supressörün Frekans Özellikleri	Supresyon miktarı, geniş band gürültü için fazladır.
Durasyon	400 ms'ye ulaşan durasyon daha da fazla supresyon oluşturur. Klinikte, supressörün sürekli olarak verilmesi ile otoakustik emisyonlarda kontralateral supresyon ölçümü elde edilebilir.
OAE ile Zaman Aralığı	Minimum 10 ms'lik bir zaman aralığı önerilir.
Şiddet	Kontralateral ölçümde >75 dB SPL'i geçmemesi tavsiye edilir.

### 2.7.1. Otoakustik Emisyonlarda Kontralateral Supresyon Ölçümünün Klinik Kullanımı

Dış tüy hücrelerinden kaynak aldığı düşünüldüğünde efferent baskılama (supresyon) yolunun intakt olup olmadığının değerlendirilmesinde de otoakustik emisyonlar önemli rol oynar. Supresyonun gözlenmediği ölçümlerde efferent işitsel yol patolojisi tanımlanabilir. Sesli uyaran afferent yolla superior olivary komplekse gelmekte ve burada medial olivary kompleks yoluyla karşı kulak dış tüylü hücrelere supresyon uyarıları iletilmektedir. Kontralateral supresyon uygulanarak medial olivary kompleks efferent yollarının incelenmesi özellikle önem taşır. Medial olivary kompleks sistemin aktivasyonuna bağlı olarak karşı (kontralateral) kulağa verilen uyarıların diğer kulaktaki tüm emisyonları baskıladığı gösterilmiştir (Francis ve Guinan, 2010). Kontralateral uyaran ile ipsilateral kulakta OAE amplitüdünde azalma olmakta ve böylece çaprazlaşmayan medial olivary kompleks efferent aktivite değerlendirilmektedir.

OAE supresyonunda değişik uyanlar kullanılarak yapılan araştırmalarda özellikle gürültü çeşitlerinden en çok kullanılan geniş band gürültü kullanımı supresyonu en fazla elde etmemize sebep olmuştur. Supresyon miktarını arttıran bir diğer etken verilen gürültünün şiddetidir. Kontralateral akustik refleksi uyarımayacak seviyede verilecek gürültünün şiddeti ayarlanmalıdır. Kontralateral refleks eşiğinin 10-15 db altında gürültü seviyesi olmalıdır. Supresyon uygulaması bilateral, ipsilateral veya kontralateral yapılabilir. Geniş band gürültü kullanılarak yapılan supresyon araştırmalarında, en fazla supresyon sırasıyla bilateral,ipsilateral ve kontralateral uygulamada gözlenmiştir. Birçok alışma ortalama olarak 1 db supresyonu sınır olarak kabul etmektedir (Barham vd., 1995).

Efferent işitme sisteminin fonksiyonları arasında akustik travmanın dejeneratif etkilerinden korunma gibi bir özelliği vardır. MOC efferent sisteminin kokleayı travmalardan koruduğu söylenmektedir. OAE inhibisyonu daha büyük olmaktadır, DTH aktivitesinin daha azalması demek gürültü maruziyetini takiben koklear hasarın azaltılması demektir, birbiriyle ilişkilidir. Gürültüde işitme- konuşmayı anlama becerilerini artırması; efferent işitme sisteminin, özellikle arka plan gürültü varlığında seslerin işitilmesi, algılanması açısından kapasiteyi artırması beklenmektedir (Öztürk, 2020).

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

KTO Karatay Üniversitesi Etik Kurulu tarafından 20.12.2021 tarihinde 2021/024 sayılı karar ile etik kurul onayı alınarak tez çalışmasına başlanmıştır.

KTO Karatay Üniversitesi Şehit Yunus Mermer Odyoloji Kliğinde yapılmıştır. Bireyler Odyoloji bölüm öğrencileri, yakın zamanda Covid-19 geçirmiş gönüllüler ve yakın çevrede çalışmaya uygun gönüllülerden seçilmiştir. Çalışmaya katılan bireylerden bilgilendirilmiş gönüllü olur formu alınmıştır.

Çalışma ile Covid-19 geçirmiş bireylerde ölçülen kontralateral supresyon değerlerinin odyolojik açıdan anlamlılığının araştırılması amaçlanmıştır.

#### 3.1. Bireyler

Çalışmanın katılımcılarını, normal işitmeye sahip Covid-19 geçirmemiş ve Covid-19 geçirmiş 30'ar birey oluşturmaktadır.

##### 3.1.1. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri

- 18-85 yaş arası sağlıklı gönüllüler,
- Test edilecek kulağın KBB bakışının olması (açık dış kulak yolu olması, orta kulak enfeksiyon bulgusunun olmaması)
- İşitme eşiklerini etkileyecek ilaç kullanımı öyküsü bulunmaması,
- Odyometre testi için bilateral (her iki kulakta da) SSO  $\leq$  20 dB HL olması
- Timpanogram sonucunun Tip A olması,
- İpsilateral&kontralateral akustik refleks eşik  $\geq$ 80 dB HL olması
- OAE testler sonucunda tüm bireyler için sağ-sol kulakta korelasyonun  $\geq$ %70 olması gerekmektedir.

### 3.1.2. Çalışmaya Dahil Edilmeme Kriterleri

- 18 yaş altı bireyler
- Sağ ve/veya sol kulağında işitme kaybı olan bireyler,
- Dış kulak kanalı (DKK) ve timpanik membranda (TM) herhangi bir anatomik anomaliye sahip olanlar,
- Ek olarak herhangi bir engeli bulunan bireyler,
- Nöro-psikiyatrik sorunu olan bireyler,
- Çalışma için gerekli olan odyolojik testleri yapamayanlar.

## 3.2. Kullanılan Testler ve Yöntem

### 3.2.1. İmmittansmetrik Ölçüm

Geniş Band Timpanometre ölçümü Interacoustik markanın ölçüm cihazı ile yapılmıştır. Orta kulak basıncı, komplians ve eş değer dış kulak kanalı hacmi değerlendirilmiştir.

500 Hz, 1000 Hz ve 2000 Hz frekanslarında akustik refleks eşikleri değerlendirilmiştir.

Timpanogramı Tip A ve akustik reflex eşikleri  $\geq 80$  dB HL olan kişiler çalışmaya dahil edilmiştir.

### 3.2.2. Odyometre ile İşitme Eşiklerin Ölçümü

Saf ses odyometre testi ISO 8253' e uygun şartlarda sessiz kabinde, Interacoustics AC-40 klinik odyometre ile hava yolu ve kemik yolu işitme eşikleri sağ-sol kulak değerlendirilmiştir.

Telephonics TDH-39 standart kulaklık ile hava yolu işitme eşikleri ölçülmüştür. Radioear B-71 kemik vibratörü kemik yolu işitme eşikleri ölçülmüştür. 250-8000 Hz frekansları arasında tüm hava yolu işitme eşikleri değerlendirilmiştir. SSO  $\leq 20$  dB HL olan bireyler çalışmaya dahil edilmiştir.

### 3.2.3. TEOAE ve Kontralateral Supresyonun Değerlendirmesi

Çalışmaya katılan bireyler test ile ilgili bilgilendirilmiştir. Gerekli bilgilendirme yapıldıktan sonra hataların dış kulak yoluna uygun prob yerleşimi yapılmıştır.

Otometrics Madsen Capella<sup>2</sup> cihazı ile emisyonlar değerlendirilmiştir. Hederabiomedics marka Socrates cihazı kullanılarak kontralateral supresyon elicitörü verilmiştir. Ear-Tone ER-3A insert kulaklık ile elicitör verilmiştir.

Çalışmaya katılan bireylerin kulağına, (ipsilateral) otoakustik emisyon probu, (kontralateral) insert kulaklık yerleştirilmiştir. Ipsilateral (ölçüm) kulağına 80 dB SPL uyaran şiddetinde, 50/sn uyaran rate'inde, nonlinear polaritede, 512 sweep verilerek 1000-4000 Hz aralığındaki frekans değerlerinde supresyonsuz transient emisyon ölçümü yapılmıştır.

Ölçüm yapılan (ipsilateral) kulağa linear polaritede, 512 sweep verilerek, 50/sn uyaran rate'li, 60 dbSPL şiddetinde 1000- 4000 frekans aralığında ölçüm yapılmıştır. Eş zamanlı ölçüm ipsilateral yapılırken, karşı(kontralateral) kulağa 60 db SPL şiddetinde geniş band gürültü verilmiştir.

Çalışmaya katılan bireylerin önce supresyonsuz sonra supresyonlu emisyon ölçümleri alınmıştır. Ölçümler sağ ve sol kulak için tüm bireylerde ayrı ayrı uygulanmıştır. Çalışma yapılan her grupta her ölçümün sinyal/gürültü oranı (SNR) kaydedilmiştir. Supresyon değerleri, supresyonsuz emisyon cevap amplitüdünden supresyonlu emisyon cevap amplitüdü çıkartılarak elde edilmiştir.

**Tablo 2. Kontralateral supresyonun ve transient otoakustik emisyonun değerlendirmesinde kullanılan uyaran ve kayıt parametreleri**

Uyaran ve Kayıt Özellikleri	Supresyonsuz Ölçüm Parametresi	Supresyonlu Ölçüm Parametresi
Uyaran Tipi	Click uyaran	Click uyaran
Uyaranın Spektral Özellikleri	Geniş Band Frekans	Geniş Band Frekans
Uyaran Frekansları	1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz	1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz
Uyaranın Şiddeti	80 dB SPL	60 dB SPL
Uyaranın Stabilitesi	>%80	>%80
Uyaranın Temporal Özelliği	0.1 ms	0.1 ms
Uyaranın Polaritesi	Nonlinear	Linear
Uyaranın Rate	50/sn	50/sn
Uyaranın Sayısı	512 Sweep	512 Sweep
Gürültü Reddetme Seviyesi (reject)	47 dB SPL	47 dB SPL
Uyaran Tipi	Geniş Band Frekans	Geniş Band Frekans
Test Probu	Disposable (tek kullanımlık) Probe	Disposable (tek kullanımlık) Probe

Tablo 3.'de kontralateral verilen elicitör özellikleri gösterilmiştir.

**Tablo 3. Kontralateral supressör uyarının özellikleri**

Elicitor Uyarının Verildiği Cihaz	Hederabiomedics- Socrates
Elicitor Uyarının Verildiği Dönüştürücü	ER-3A Kulaklık (insert)
Elicitor Uyarının Supresyonunun Şiddeti ve Tipi	60 dB SPL Broadband noise

### 3.3. Kullanılan Cihazlar

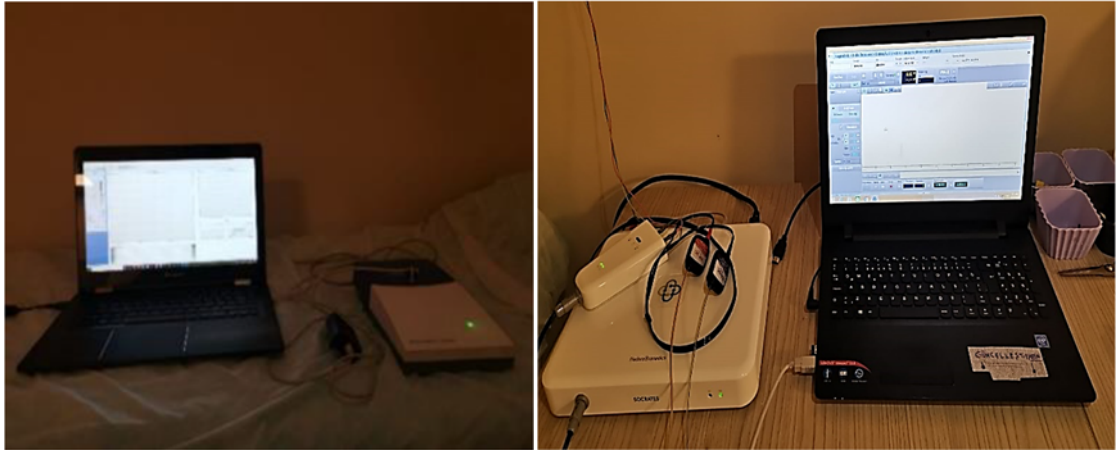


**Şekil 9. Interacoustics timpanometre cihazı**



**Şekil 10. Interacoustics AC40**

(Kaynak: www.interacoustics.com)



**Şekil 11. Otometrics OAE ölçüm cihazı ve Hederabiomedics-socrates**

### 3.4. İstatistiksel Analiz

Veriler, SPSS 25 istatistik paket programı kullanılarak analiz edilmiştir.

Kolmogorov Smirnov testi kullanılarak nicel değerlerin normal dağılımına bakılmıştır. Ortalama ( $\bar{x}$ ) ve standart sapma (SS) veriler normal dağılım gösteriyor ise kullanılmıştır. M. (medyan), minimum (min.) ve maksimum (maks.) değerleri ise veriler normal dağılım göstermiyor ise kullanılmıştır. Parametrik testlerin ön şartlarından varyansların homojenliği “Levene” testi ile kontrol edilmiştir. Normallik varsayımına ise “Kolmogorov Smirnov” testi ile bakılmıştır.

Normal bireyler ile Covid-19 geçirmiş bireyler arasındaki nicel değişkenlerin farklılıklarını değerlendirebilmek için “Student’s t Test” parametrik testin ön şartlarının sağlandığı durumda kullanılmış; non-parametrik test olan “Mann Whitney-U” ise sağlanamadığı durumlarda kullanılmıştır. Analizlerde güven aralığı %95 (anlamlılık düzeyi  $0,05 < p < 0,05$ ) olarak belirlenmiştir. Test sonuçları incelendiğinde  $p < 0,05$  ise veriler istatistiksel açıdan anlamlı olarak kabul edilmiştir.

## 4. BULGULAR

Çalışmaya normal işitmeye sahip Covid-19 geçirmiş 30 birey ve normal işiten Covid-19 geçirmemiş 30 bireyin akustik immittansmetrik ölçümleri, supresyonsuz ve supresyonlu emisyon ölçümleri (TEOAE) ve supresyonlarının analizleri ve yorumlaması yapılmıştır.

Yapılan analizlerin sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel analiz sonuçları aşağıda verilmektedir.

### 4.1. Normal ve Covid-19 Geçirmiş Bireylerin İmmittansmetrik Test Sonuçları

Tablo 4. ve Tablo 5.'de çalışmaya katılan bireylerin sağ-sol kulak akustik immittansmetrik ölçüm sonuçları verilmiştir.

Orta kulak komplians değeri, basınç değeri, eş değer dış kulak kanalı hacim (EDKKH) değerine ilişkin elde edilen veriler incelendiğinde; normal bireylerin ve Covid-19 geçirmiş bireylerin sağ ve sol kulakları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).

Çalışmanın istatistiksel veri analizlerinde; orta kulak basıncı (OKB) ve eş değer dış kulak kanalı hacim (EDKKH) değerleri normal bireylerde daha yüksek Covid-19 geçirmiş bireylerde daha düşük, orta kulak komplians değeri ise Covid-19 geçirmiş bireylerin normal bireylere göre daha yüksek elde edilmiştir.

**Tablo 4. Normal ve Covid-19 geçirmiş bireylerin sağ kulak immittansmetrik ölçüm sonuçları**

Değişken	n	Normal Bireyler					Covid-19 Geçirmiş Bireyler					P
		$\bar{x}$	SS	M.	Min.	Max.	$\bar{x}$	SS	M.	Min.	Max.	
Orta Kulak Basıncı (daPa)	30			-9	-68	3	-10,4	11,9				0,528 <sup>b</sup>
Orta Kulak Kompliansı (mmho)	30	0,75	0,24				0,65	0,22				0,951 <sup>a</sup>
Eş Değer Dış Kulak Kanalı Hacmi (cc)	30			0,27	0,36	1,59	1,34	0,53				0,520 <sup>b</sup>

**Tablo 5. Normal ve Covid-19 geçirmiş bireylerin sol kulak immittansmetrik ölçüm sonuçları**

Değişken	n	Normal Bireyler					Covid-19 Geçirmiş Bireyler					p
		$\bar{x}$	SS	M.	Min.	Max.	$\bar{x}$	SS	M.	Min.	Max.	
Orta Kulak Basıncı (daPa)	30			-12	-78	8	-8,5	10,5				0,590 <sup>b</sup>
Orta Kulak Kompliansı (mmho)	30	0,55	0,64				0,95	0,42				0,941 <sup>a</sup>
Eş Değer Dış Kulak Kanalı Hacmi (cc)	30			0,07	0,7	1,49	1,04	0,23				0,320 <sup>b</sup>

Araştırmada bireylerin akustik refleks eşiklerinin (dB HL) ölçüm sonuçları Tablo 6' da ve Tablo 7'de verilmiştir.

Gruplar arasında; akustik refleks eşik değerlerine ilişkin verileri incelendiğinde; istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).

Çalışmanın istatistik analizlerinde; 1000 Hz'de akustik refleks değeri normal bireylerde daha yüksek Covid-19 geçirmiş bireylerde daha düşük, 500 Hz de ve 2000 Hz'lerde akustik refleks değerleri aynı elde edilmiştir.

**Tablo 6. Normal ve Covid-19 geçirmiş bireylerin sağ kulak akustik refleks ölçüm sonuçları**

Değişken	n	Normal Bireyler			Covid-19 Geçirmiş Bireyler			p
		M.	Min.	Max.	M.	Min.	Max.	
500 Hz	30	90	80	95	85	80	100	0,504
1000 Hz	30	90	80	95	90	80	100	0,837
2000 Hz	30	90	80	95	90	80	100	0,853

**Tablo 7. Normal ve Covid-19 geçirmiş bireylerin sol kulak akustik refleks ölçüm sonuçları**

Değişken	n	Normal Bireyler			Covid-19 Geçirmiş Bireyler			p
		M.	Min.	Max.	M.	Min.	Max.	
500 Hz	30	90	80	95	85	80	100	0,587
1000 Hz	30	90	80	95	95	80	100	0,543
2000 Hz	30	90	80	95	90	80	100	0,823

#### 4.2. Bireylerin Saf Ses Hava Yolu İşitme Testi Sonuçları (SSO)

Tablo 8. ve Tablo 9.'da araştırmada bireylerin 250 Hz- 8000 Hz frekanslarında saf ses hava yolu işitme eşik seviyeleri (dB HL) verilmiştir.

Hava yolu işitme eşik değerlerine ilişkin veriler incelendiğinde; sağ kulak için gruplar arasında 500, 750, 1500, 3000, 4000, 6000, 8000 Hz'de istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Sol kulak için gruplar arasında 4000, 6000 ve 8000 Hz'de istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Çalışmanın istatistik analizlerinde; 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz ve 3000 Hz frekanslarında eşik değerleri aynı elde edilmiştir. Yüksek frekanslara doğru gittikçe Covid-19 geçirmiş bireylerde hava yolu işitme eşikleri normal bireylere göre artmıştır.

**Tablo 8. Normal ve Covid-19 geçirmiş bireylerin sağ kulak hava yolu işitme eşikleri**

Değişken	n	Normal Bireyler			Covid-19 Geçirmiş Bireyler			p
		M.	Min.	Max.	M.	Min.	Max.	
250 Hz	30	5	0	20	5	0	15	0,780
500 Hz	30	10	0	20	10	0	15	0,015*
750 Hz	30	5	0	20	10	0	15	0,003*
1000 Hz	30	10	0	20	10	0	15	0,121
1500 Hz	30	7,5	0	20	10	5	15	0,008*
2000 Hz	30	10	0	20	10	5	15	0,148
3000 Hz	30	10	0	20	10	5	15	0,011*
4000 Hz	30	7,5	0	20	15	5	15	0,000*
6000 Hz	30	10	0	20	25	5	35	0,000*
8000 Hz	30	10	0	20	30	5	45	0,000*

**Tablo 9. Normal ve Covid-19 geçirmiş bireylerin sol kulak hava yolu işitme eşikleri**

Değişken	n	Normal Bireyler			Covid-19 Geçirmiş Bireyler			p
		M.	Min.	Max.	M.	Min.	Max.	
250 Hz	30	10	0	20	5	0	15	0,448
500 Hz	30	10	0	20	10	0	15	0,402
750 Hz	30	10	0	20	10	0	15	0,295
1000 Hz	30	10	0	20	10	0	15	0,153
1500 Hz	30	5	0	20	10	5	15	0,190
2000 Hz	30	5	0	20	5	5	15	0,769
3000 Hz	30	10	0	20	5	5	25	0,058
4000 Hz	30	7,5	0	20	5	5	35	0,028*
6000 Hz	30	10	0	20	10	5	35	0,000*
8000 Hz	30	10	0	20	25	5	45	0,000*

### 4.3. Bireylerin TEOAE Test Sonuçları ve Supresyon Miktarları

#### 4.3.1. Normal ve Covid-19 Geçirmiş Bireylerin (TEOAE) Sonuçları ve Supresyon Miktarları

Sağ kulak 1000 Hz frekansında supresyonlu ve supresyonsuz TEOAE amplitüd, SNR ve supresyonun değerlerine ilişkin bulgular incelendiğinde; supresyonsuz TEOAE amplitüd, supresyonlu TEOAE amplitüd, miktarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Çalışmanın istatistik analizlerinde; test sonuçlarındaki supresyonsuz TEOAE amplitüd, supresyonlu TEOAE amplitüd ve supresyonlu TEOAE amplitüdünün SNR değerleri normal bireylerde daha yüksek Covid geçirmiş bireylerde daha düşük, supresyon miktarı ise normal bireyler covid geçirmiş bireylere göre daha yüksek elde edilmiştir.

Sol kulak 1000 Hz frekansında supresyonlu ve supresyonsuz TEOAE amplitüd (dB), SNR (dB) ve supresyonun (dB) değerlerine ilişkin bulgular incelendiğinde; supresyonsuz TEOAE amplitüd, supresyonlu TEOAE amplitüd, miktarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

**Tablo 10. Normal ve Covid-19 geçirmiş bireylerin 1000 Hz sağ kulak supresyonlu TEOAE amplitüd ve supresyonsuz TEOAE amplitüd, SNR değerleri ve supresyon miktarları**

Değişken	n	Normal Bireyler					Covid-19 Geçirmiş Bireyler					P
		$\bar{x}$	SS	M.	Min.	Max.	$\bar{x}$	SS	M.	Min.	Max.	
Test	Supresyonsuz TEOAE amp.	30		7,5	-3,7	16,3	7,2	5,1				0,000 <sup>b*</sup>
	SNR	30		6,8	1,5	24,6	8,8	4,0				0,146 <sup>b</sup>
	Supresyonlu TEOAE amp.	30	-1,4	4,6			-5,3	7,5				0,001 <sup>a*</sup>
	SNR	30			6,2	0,7	17,5	7,7	4,0			0,136 <sup>b</sup>
	Supresyon miktarı	30	8,6	3,1				7,8	3,2			0,166 <sup>a</sup>

**Tablo 11. Normal ve Covid-19 geçirmiş bireylerin 1000 Hz sol kulak supresyonlu TEOAE amplitüd ve supresyonsuz TEOAE amplitüd, SNR değerleri ve supresyon miktarları**

	Değişken	n	Normal Bireyler					Covid-19 Geçirmiş Bireyler					P
			$\bar{x}$	SS	M.	Min.	Max.	$\bar{x}$	SS	M.	Min.	Max.	
Test	Supresyonsuz TEOAE amp.	30	0,4	4,9					4,4	-8,2	19,3	0,000 <sup>b*</sup>	
	SNR	30	9,9	4,7			9,8	4,8				0,920 <sup>a</sup>	
	Supresyonlu TEOAE amp.	30	-7,5	5,2			-3,9	6,0				0,001 <sup>a*</sup>	
	SNR	30			6,7	1,3	21,8	8,3	5,0			0,910 <sup>b</sup>	
	Supresyon miktarı	30	8,0	3,0				7,9	3,7			0,886 <sup>a</sup>	

1500 Hz frekansında supresyonlu ve supresyonsuz TEOAE amplitüd (dB), SNR (dB) ve supresyonun (dB) değerlerine ilişkin bulgular incelendiğinde; sol kulakta supresyonsuz ve supresyonlu TEOAE amplitüd değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p < 0.05$ ).

Çalışmanın istatistik analizlerinde; supresyonsuz TEOAE amplitüd, supresyonsuz TEOAE amplitüdünün SNR, supresyonlu TEOAE amplitüd, supresyonlu TEOAE amplitüdünün SNR değerleri, supresyon miktarı covid geçirmiş bireylerde daha yüksek normal bireylerde daha düşük elde edilmiştir.

**Tablo 12. Normal ve Covid-19 geçirmiş bireylerin 1500 Hz supresyonlu TEOAE amplitüd ve supresyonsuz TEOAE amplitüd, SNR değerleri ve supresyon miktarları**

Değişken	n	NB					CB					P	
		$\bar{x}$	SS	M.	Min.	Max.	$\bar{x}$	SS	M.	Min.	Max.		
Sağ Kulak	Supresyonsuz TEOAE amp.	30	5,2	5,4				4,0	5,5				0,213 <sup>a</sup>
	SNR	30	9,7	5,3				9,8	4,8				0,909 <sup>a</sup>
	Supresyonlu TEOAE amp.	30	-3,4	6,6				-3,9	6,0				0,648 <sup>a</sup>
	SNR	30			6,4	0,2	22,2	8,3	5,0				0,392 <sup>b</sup>
	Supresyon miktarı	30	8,6	3,7				7,9	3,7				0,296 <sup>a</sup>
Sol Kulak	Supresyonsuz TEOAE amp.	30	-4,8	5,1						0,0	-14,	12,6	0,003 <sup>b*</sup>
	SNR	30	9,6	5,0						7,6	1,6	22,4	0,172 <sup>b</sup>
	Supresyonlu TEOAE amp.	30			12,6	19,1	1,4	-8,3	6,6				0,006 <sup>b*</sup>
	SNR	30			8,5	1,9	23,9			6,5	1,7	23,9	0,302 <sup>b</sup>
	Supresyon miktarı	30	6,7	2,4						7,0	1,8	13,5	0,485 <sup>b</sup>

Değerlere ilişkin bulgular incelendiğinde; sağ kulakta supresyonsuz SNR ve supresyonlu SNR istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p < 0.05$ ).

Sol kulakta ise supresyonsuz TEOAE amplitüd miktarı, supresyonlu TEOAE amplitüd miktarı ve supresyon miktarı istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p < 0.05$ ).

Çalışmanın istatistik analizlerinde; supresyonsuz TEOAE amplitüd, supresyonsuz TEOAE amplitüdünün SNR, supresyonlu TEOAE amplitüd, supresyonlu TEOAE amplitüdünün SNR değerleri Covid geçirmiş bireylerde daha yüksek normal bireylerde daha düşük elde edilirken supresyon miktarı normal bireylerde Covid-19 geçirmiş bireylere göre daha yüksek elde edilmiştir.

**Tablo 13. Normal ve Covid-19 geçirmiş bireylerin 2000 Hz supresyonlu TEOAE amplitüd ve supresyonsuz TEOAE amplitüd, SNR değerleri ve supresyon miktarları**

Değişken	n	NB					CB					P		
		$\bar{x}$	SS	M.	Min.	Max.	$\bar{x}$	SS	M.	Min.	Max.			
Sağ Kulak	Supresyonsuz TEOAE amp.	30			1,1	-9,5	11,5			1,9	-	11,8	16,3	0,379 <sup>b</sup>
	SNR	30			8,8	1,4	21,3			0,4	0,7	24,6		0,002 <sup>b*</sup>
	Supresyonlu TEOAE amp.	30	-7,3	5,4						-5,9	-	17,4	10,8	0,462 <sup>b</sup>
	SNR	30			6,3	1,3	21,8			4,8	0,3	17,5		0,020 <sup>b*</sup>
	Supresyon miktarı	30	7,9	2,3				8,0	2,9					0,863 <sup>a</sup>
Sol Kulak	Supresyonsuz TEOAE amp.	30	8,0	4,7						0,0	-	14,7	12,6	0,000 <sup>b*</sup>
	SNR	30			6,8	1,5	24,6			7,6	1,6	22,4		0,830 <sup>b</sup>
	Supresyonlu TEOAE amp.	30	-0,3	4,5				-8,9	6,6					0,000 <sup>a*</sup>
	SNR	30	6,7	4,0						6,5	1,7	23,9		0,174 <sup>b</sup>
	Supresyon miktarı	30	8,4	3,2						7,0	1,8	13,5		0,018 <sup>b*</sup>

Bulgular incelendiğinde; test durumundaki sol kulakta supresyonsuz TEOAE amplitüd, supresyonsuz TEOAE amplitüdünün SNR değeri, supresyonlu amplitüd, supresyonlu TEOAE amplitüdünün SNR değeri ve supresyon miktarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p < 0.05$ ).

**Tablo 14. Normal ve Covid-19 geçirmiş bireylerin 3000 Hz frekansında supresyonlu ve supresyonsuz TEOAE amplitüd, SNR değerleri ve supresyon miktarları**

Değişken	n	NB					CB					P	
		$\bar{x}$	SS	M.	Min.	Max.	$\bar{x}$	SS	M.	Min.	Max.		
Sağ Kulak	Supresyonsuz TEOAE amp.	30	0,9	7,8					0,0	-	12,6	0,147 <sup>b</sup>	
	SNR	30			8,8	1,4	24,6		7,6	1,6	22,4	0,334 <sup>b</sup>	
	Supresyonlu TEOAE amp.	30	-6,7	6,6				-8,3	6,6			0,174 <sup>a</sup>	
	SNR	30			6,9	0,7	23,9		6,5	1,7	23,9	0,631 <sup>b</sup>	
	Supresyon miktarı	30	7,7	3,1					7,0	1,8	13,5	0,296 <sup>b</sup>	
Sol Kulak	Supresyonsuz TEOAE amp.	30			-6,7	-	11,8	4,3	2,7	-	11,8	16,3	0,000 <sup>b*</sup>
	SNR	30			3,6	0,5	15,0		6,4	0,7	24,6	0,002 <sup>b*</sup>	
	Supresyonlu TEOAE amp.	30			-	-	-0,5		-5,9	-	17,4	10,8	0,000 <sup>b*</sup>
	SNR	30			2,7	0,3	17,3		4,8	0,3	17,5	0,001 <sup>b*</sup>	
	Supresyon miktarı	30			6,6	-4,0	13,0	8,0	2,9				0,004 <sup>b*</sup>

Değerlerine ilişkin bulgular incelendiğinde; sağ kulakta supresyonsuz TEOAE amplitüd değeri ve supresyon miktarında; sol kulakta supresyonsuz TEOAE amplitüdünün SNR değerinde ve supresyonlu TEOAE amplitüdünün SNR değerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p < 0.05$ ).

**Tablo 15. Normal ve Covid-19 geçirmiş bireylerin 4000 Hz frekansında supresyonlu TEOAE ve supresyonsuz TEOAE amplitüd, SNR değerleri ve supresyon miktarları**

Değişken	n	NB					CB					P	
		$\bar{x}$	SS	M.	Min.	Max.	$\bar{x}$	SS	M.	Min.	Max.		
Sağ Kulak	Supresyonsuz TEOAE amp.	30			-2,2	-11,9	11,5			0,9	-9,5	13,3	0,032 <sup>b*</sup>
	SNR	30	7,6	5,1				9,1	4,3				0,088 <sup>a</sup>
	Supresyonlu TEOAE amp.	30			10,5	-15,6	7,8	-7,7	5,3				0,145 <sup>b</sup>
	SNR	30			4,8	0,3	21,8			5,9	1,0	15,5	0,144 <sup>b</sup>
	Supresyon miktarı	30			7,1	-4,0	22,1	8,3	2,6				0,046 <sup>b*</sup>
Sol Kulak	Supresyonsuz TEOAE amp.	30	4,7	4,8					2,7	-11,8	16,3		0,176 <sup>b</sup>
	SNR	30	10,2	5,1					6,4	0,7	24,6		0,001 <sup>b*</sup>
	Supresyonlu TEOAE amp.	30	-3,8	5,4					-5,9	-17,4	10,8		0,062 <sup>b</sup>
	SNR	30	8,5	5,6					4,8	0,3	17,5		0,012 <sup>b*</sup>
	Supresyon miktarı	30	8,5	2,9				8,0	2,9				0,339 <sup>a</sup>

#### 4.3.2. Normal ve Covid-19 Geçirmiş Bireylerin Ölçümlerinin TEOAE Sonuçları ve Supresyon Miktarları

1000 Hz-4000 Hz frekans aralığında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).

Supresyonsuz TEOAE ölçümüne ait amplitüd, supresyonsuz SNR, supresyonlu TEOAE ölçümüne ait amplitüd, supresyonlu SNR değeri 1000-4000 Hz frekans aralığında covid-19 geçirmiş bireylerde daha yüksek normal bireylerde daha düşük elde edilmiştir.

1000-4000 Hz frekans aralığında normal bireylerde daha yüksek Covid-19 geçirmiş bireylerde daha düşük supresyon miktarı elde edilmiştir.

**Tablo 16. Normal ve Covid-19 geçirmiş bireylerin 1000 Hz-4000 Hz supresyonlu TEOAE ve supresyonsuz TEOAE amplitüd, SNR değerleri ve supresyon miktarları**

Değişken	n	NB					CB					P	
		$\bar{x}$	SS	M.	Min.	Max.	$\bar{x}$	SS	M.	Min.	Max.		
Sağ Kulak	Supresyonsuz TEOAE amp.	30	2,4	6,6				1,8	-	14,7	19,3	0,156 <sup>b</sup>	
	SNR	30			7,9	0,7	24,6	8,7	0,7	24,6	0,819 <sup>b</sup>		
	Supresyonlu TEOAE amp.	30	-5,5	6,4				-6,5	-	19,1	17,9	0,164 <sup>b</sup>	
	SNR	30			6,0	0,2	23,9	6,4	0,3	23,9	0,401 <sup>b</sup>		
	Supresyon miktarı	30	8,0	3,1				7,8	3,1			0,440 <sup>a</sup>	
Sol Kulak	Supresyonsuz TEOAE amp.	30			0,4	-	14,7	16,3	1,7	-	14,7	19,3	0,288 <sup>b</sup>
	SNR	30			7,6	0,5	24,6	7,6	0,7	24,6	0,621 <sup>b</sup>		
	Supresyonlu TEOAE amp.	30			-6,9	-19,1	10,8	-5,9	-19,1	17,9	0,293 <sup>b</sup>		
	SNR	30			5,9	0,2	23,9	6,3	0,3	23,9	0,576 <sup>b</sup>		
	Supresyon miktarı	30			7,4	-4,0	22,1	7,4	0,1	15,8	0,866 <sup>b</sup>		

## 5. TARTIŞMA

Otoakustik emisyonlar, iç kulak dış tüy hücre hareketliliğinin sonucunda açığa çıkan enerjilerdir, işitsel uyaran varlığı veya yokluğunda meydana gelebilirler. Kokleada yer alan korti organı otoakustik emisyonların güç kaynağıdır, dış tüy hücrelerinin hareketliliği ve amplifikasyon özelliği nedeniyle oluşan düşük şiddette yayılımların otoakustik emisyonlar olarak ortaya çıktığı gösterilmiştir (Kemp, 2000). Bu enerji iç kulaktan orta kulağa ve oradan kulak zarını geçerek dış kulak kanalına doğru yayılım gösterir, dış kulak yoluna yerleştirilen hassas mikrofon sayesinde kaydedilir. Otoakustik emisyonlar objektif odyolojik değerlendirme bataryasının önemli bir parçası olmanın yanı sıra, kullanıma başlanması ile birlikte universal işitme tarama programlarının da anı ivmelenmesini sağlamış ve yenidoğan işitme tarama programlarının uzun dönem vazgeçilmezi olmuştur. Kokleadaki tüy hücreleri, çalışma prensipleri açısından düşük şiddette doğrusal, orta ve yüksek şiddette daha düşük titreşim (nonlineer) özelliği gösterir. Aktif yapıya sahip olan kokleaya ulaşan akustik dalgaların şiddetindeki artışla birlikte baziler membran üzerinde ilerleyen dalganın genliğinde de artış meydana gelir. Gelen akustik uyarımın şiddetine bağlı olarak tüy hücreleri ‘‘ koklear yükseltici’’ diye isimlendirilen aktif biyolojik mekanizmalara sahiptir. Bu mekanizmaların sağlıklı bir kokleada görülen frekans seçiciliği ve artmış hassasiyet ile birlikte koklear cevapların nonlineer özelliklerinden sorumlu olduğu bilinir. Özellikle düşük uyarı seviyelerinde, bazılar membran titreşimini arttıran ek enerjiye katkısı olduğu varsayılmaktadır (Ohlemiller, 2008). Dış tüy hücrelerinin hasarlanması ya da kaybolması azalmış işitsel hassasiyet, geniş tuning ve anormal cevap büyümesine neden olmaktadır (Cooper, Pickles ve Manley, 2008).

Klinik ölçüm cihazlarının kullanımında normatif değerlerin belirlenmesi önemlidir. Yaş ve cinsiyet gibi hasta özelliklerinin ölçüm üzerindeki etkilerini bilmek gerekir. TEOAE ve DPOAE ölçümlerinde elde edilen emisyon değerlerinin bebeklikten yetişkinliğe doğru değiştiği bilinmekte ancak kesin zamansal ve değer tanımlamaları yapılamamaktadır. Kokleanın doğumdan itibaren maruz kaldığı çevresel ve fizyolojik değişimler göz önüne alındığında bebeklik döneminde elde edilen emisyon değerlerinin yaşla birlikte azaldığı çalışmalarda gösterilmektedir (Prieve, Fitzgerald ve Schulte, 1997).

TEOAE ve DPOAE'lar için kulak ve cinsiyete bağı olarak anlamlı farklılıklar bulunmaktadır. Kadınlar her iki ölçümde de erkeklere göre ortalama olarak daha büyük emisyonlara sahiptir (Gates vd., 2002). Araştırmaların kadın kulak kanalı boyunun erkeklere oranla daha kısa olduğu hipotezine rağmen bu durumun kesin sebebi bilinmemektedir (Robinette, 1992). TEOAE için sağ kulaklar ortalama olarak daha yüksek emisyonlara sahipken, DPOAE seviyelerinde anlamlı farklılık bildirilmemiştir. Hem TEOAE hem de DPOAE seviyeleri SOAE'ların ölçülebildiği kulakta ölçülemeyenlere göre genel olarak daha büyüktür (Prieve, Fitzgerald ve Schulte, 1997).

Kemp (1978) orijinal çalışmasında en az orta derecede işitme kaybına sahip kişilerin alçak seviye uyarılar için TEOAE'lerinin olmadığını göstermiştir (Prieve, Fitzgerald, 2000). Uyarılmış otoakustik emisyonların kullanımında amaç normal ya da işitme kayıplı kişilerin verilerinin dağılımını göstermek ve karşılaştırmaktır. Ancak normal işiten kişilerde bile emisyon değerlerinin her frekans için aynı büyüklükte olmadığı, bazı işitme kayıplı kişilerden elde edilen emisyon değerlerine eşit sonuçlar elde edilebildiği gösterilmiştir (Bonfils, Bertrand ve Uziel, 1988). Bu nedenle uyarılmış otoakustik emisyonları kullanarak işitme seviyesi ayrımının doğrulukla yapılamayacağı açıktır. Otoakustik emisyon testleri tüm olumlu kullanım özelliklerine rağmen tek başına işitme testi olarak isimlendirilemez. Odyolojik test bataryası içerisinde objektif verisi ve test ettiği bölge düşünüldüğünde önemli katkısı vardır ve tamamlayıcı test olarak kullanılmalıdır. Otoakustik emisyon ölçümlerinden biri olan otoakustik emisyon supresyon ölçümünde kontralateral akustik stimülasyon efferent sistem aracılığıyla beyin sapı düzeyinde supresyona sebep olur. Supresyonun elde edilememesi efferent sistemin fonksiyonundaki bozukluğu gösterir (Sennaroğlu vd., 2018). Supresyonun gözlenmediği ölçümlerde efferent işitsel yol patolojisi tanımlanabilir. Sesli uyarı afferent yolla superior olivary komplekse gelmekte ve burada medial olivary kompleks yoluyla karşı kulak dış tüylü hücrelere supresyon uyarıları iletilmektedir. Kontralateral supresyon uygulanarak medial olivary kompleks efferent yolların işlevinin incelenmesi özellikle önem taşır. Kontralateral verilen akustik uyarıların diğer kulaktaki tüm emisyonları baskıladığı ve bunun medial olivary kompleks sistemin aktivasyonuna bağlı olduğu gösterilmiştir (Francis ve Guinan, 2010).

Mustafa (2020), yaptığı bir çalışmada sağlıklı bireyler ile covid-19 geçirmiş bireyler arasında saf ses eşiklerini ve TEOAE amplitüdlerini karşılaştırmıştır. Test grubu yaşları

Kontrol grubu yaşları 20-50 arasında değişen 20 bireyden ve Covid-19 geçirmiş 20 bireyden oluşmuştur. Kontrol grubuna göre test grubunda TEOAE amplitüdüleri belirgin ölçüde daha kötüdür. Covid-19 geçirilmiş bile olsa insanlarda iç kulak üzerinde hastalığın etkilerinin olduğunu ve devam ettiğini gösteren bir çalışmadır.

Yapılan bir çalışmada 67 yaşında bir kadında sağ kulağında Covid-19 enfeksiyonu sonrasında ileri derecede sensörinöral işitme kaybı olduğu raporlanmıştır. İşitme kaybının etiolojisinin ACE-2 reseptörlerinin bulunduğu temporal lobda bir bozukluk, iç kulak veya işitme siniri tutulumu ya da kokleadaki tüy hücrelerinin hasara uğraması olabileceği öne sürülmüştür. (Lamounier vd., 2020).

Chern, Famuyide, Moonis ve Lalwani (2020) Covid-19 olan 18 yaşında kadın bir hastada tat ve koku kaybı, mide bulantısı ve kusmanın yanı sıra bilateral sensörinöral işitme kaybı, kulakta dolgunluk ve vertigo gibi odyolojik semptomların olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan MRI sonucunda hastada solda daha kötü olmak üzere bilateral intralabirentin hemoraj olduğu görülmüştür. Hastaya yapılan saf ses odyometri testi sonucunda saf ses ortalaması sağ kulağında 60 dB, sol kulağında ise 63 dB olarak bulunmuştur. Konuşmayı ayırt etme skoru sağ kulakta %88, sol kulakta %80 olarak hesaplanmıştır. Hastanın timpanometri sonuçları normaldir ve herhangi bir nörolojik semptomu bulunmamaktadır. Hastada Covid-19 öncesinde işitme kaybı, kulak enfeksiyonu, kulak ameliyatı, tinnitus, vertigo ya da ototoksik ilaç kullanımı öyküsü bulunmamaktadır. Ailede işitme kaybı, vertigo ya da meniere hastalığı olan birey yoktur. Hasta daha sonra oral prednizon ve intratimpanik steroid ile tedavi edildi. Vestibüler semptomlarda iyileşme olmasına rağmen sağ kulakta her steroid tedavisinden sonra iyi yönde fluktuasyon gösteren sensörinöral işitme kaybı olarak, sol kulakta ise progresif bir şekilde ileri-çok ileri derecede karma tip işitme kaybı olarak ilerledi. Hastanın sağ kulağında fluktuasyon gösteren bir işitme kaybı olması meniere hastalığı ile karakterizedir. Viral enfeksiyonlar, meniere hastalığının potansiyel nedenleri arasında sayılmaktadır. Ayrıca intralabirentin hemoraj endolenfatik sıvı dengesini bozabilmektedir.

35 yaşında Covid-19 geçirmiş bir kadın hastanın sol kulağında tinnitus ve işitme kaybı şikâyeti ile kliniğe başvurduğu bildirilmiştir. Hasta Covid-19'u semptomsuz olarak geçirmiştir. İşitme kaybı ve tinnitus şikâyeti Covid-19 enfeksiyonu sırasında başlamıştır. Ancak hasta Covid-19'dan iyileşmesine rağmen işitme kaybı ve tinnitus şikâyeti devam

etmiştir. Yapılan saf ses odyometri testinde hastanın her iki kulağında da saf ses işitme eşiklerinin normal sınırlarda olduğu (Sağ ve sol 15), ancak sol kulağında alçak frekans işitme eşiklerinde düşüş olduğu tespit edilmiştir. Timpanometri testinde bilateral Tip A timpanogram, akustik refleks testinde sağ kulakta ipsi lateral refleks tüm frekanslarda 85 dB'de alınırken sol kulakta ipsi lateral reflekslerin hiçbir frekansta alınmadığı görülmüştür. TEOAE ve DPOAE sonucunda sağ kulakta tüm frekanslarda cevap elde edilirken sol kulakta alçak frekanslarda cevap elde edilememiştir. Hastaya daha sonra tinnitus değerlendirmesi yapılmış ve tinnitus 4khz'de 10 dB olarak bulunmuştur. MRI sonucunda herhangi bir santral patolojiye rastlanmamıştır (Chirakkal, Al Hail, Zada ve Vijayakumar, 2020).

Monteiro vd. (2020), yayınlanan makalelerinde Covid-19 tedavisinde kullanılan hidrosiklorokin ilaçlarının ototoksitesine dikkat çekmişlerdir. Bu ilaçların ototoksik etkilerinin olduğunun yıllardır bilindiğini, literatürde yapılan çalışmalarla kanıtlandığını ve küresel salgın sürecinde bu durumun ihmal edilmemesi gerektiğini vurgulamışlardır. Hidrosiklorokin ve klorokin ilacı daha önce sıtma hastalığının tedavisinde kullanılmış ve kullanan kişilerde sensörinöral işitme kaybı olduğu yapılan çalışmalar ile kanıtlanmıştır.

Cure (2020), Covid-19'un nasıl işitme kaybına neden olduğuna dair bazı teorilerde bulunmaktadır. Covid-19 ACE-2 reseptörüne bağlanarak hücre içerisine girmektedir. Damarlarda ACE-2 reseptörü bulunduğu için virüs işitme sistemini besleyen damarlarda pıhtı oluşumuna neden olarak işitsel yapılarda iskemik hasara neden olabilir. ACE-2 reseptörü beyin ve beyin sapında da çok miktarda bulunmaktadır. Virüs beyin veya beyin sapındaki işitme merkezlerinin kendisini veya etrafını enfekte ettiğinde aşırı sitokin salınımına neden olmaktadır. Bu durum işitsel merkezlerde oksidatif hasara neden olmaktadır. Bir diğer teori ise virüsün nazofarinks yoluyla orta kulağa geçiş yaparak orta kulakta enfeksiyona neden olmasıdır. Virüsün bu şekilde işitsel yapıları etkileyerek iletim veya sensörinöral işitme kaybına neden olabileceği düşünülmektedir.

Viola vd. (2020) 185 Covid-19 hastasında tinnitus ve denge bozukluğu şikayetini araştırmışlardır. 34 hastada (%18,4) Covid-19 sonrası denge bozukluğu meydana gelmiştir. Bu hastaların %94,1'inde dizziness %5,9'unda vertigo şikâyeti bulunmaktadır. 185 hastanın 43 tanesinde (%23,2) tinnitus şikâyeti bulunmaktadır. 43 hastanın %39,5'inde tinnitus gün içinde gelip giden şekilde, %23,3'ünde ara sıra ortaya çıkan

şeklindedir, %16,3'ünde sürekli şiddetinde dalgalanma olan şekilde, %9,3'ünde kalıcı, %7'sinde pulsatil ve %4,6'sında gün boyunca şiddetinde değişiklik olmadan devam eden tinnitus olarak tanımlanmıştır. Hastaların %7,6'sında tinnitus ve denge bozukluğu birlikte görülmüştür.

Çalışmada grupların tüm frekanslarında elde edilen supresyon miktarına ilişkin bulgular incelendiğinde; normal ve Covid-19 geçirmiş bireyler arasındaki supresyon miktarları istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p<0.05$ ).

Çalışmanın istatistiksel analizlerinde; supresyonsuz ve supresyonlu amplitüd değerleri covid-19 geçirmiş bireylerde daha yüksek normal bireylerde daha düşük, supresyon miktarı ise normal bireylerde covid geçirmiş bireylere göre daha yüksek elde edilmiştir. Literatürdeki araştırmalarda da belirtildiği gibi emisyon amplitüdü sağ kulakta sol kulağa göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Supresyon miktarı ise sol kulakta sağ kulağa daha yüksek bulunmuştur.

Çalışmamızda 1000 Hz-4000 Hz aralığında normal ve covid-19 geçirmiş bireylerde supresyonsuz ölçümde 80 dB SPL şiddetinde klik uyararı ile, supresyonlu ölçümde ise 60 dB SPL şiddetinde gürültü varlığında 60 dB SPL şiddetinde linear polaritede klik uyararı ile değerlendirilmiştir.

Çalışmamızda normal bireylerde 1000 Hz-4000 Hz aralığında supresyon miktarının test ölçüm değerlerine ilişkin bulguları incelendiğinde; sağ kulak 4000 Hz'de supresyon miktarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur.

Sol kulak 2000 Hz ve 3000 Hz'de supresyon miktarlarında normal ve Covid-19 geçirmiş bireylerde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur.

Çalışmamızda elde ettiğimiz bulgularda kontralateral supresyon ölçümünün güvenilir olduğu ve hastalık gruplarında da MOC efferent refleksi durumunu incelemek için uygun olduğu fikrini desteklemektedir.

Bu çalışma TEOAE kontralateral supresyon ölçümlerinin güvenilirliği normal işiten bireylerle Covid-19 geçirmiş bireylerin efferent refleksi durumları ile sınırlıdır.

Kontralateral supresyon test ölçümlerinin güvenilirliğini çalışan araştırmacılar özellikle MOC efferent sisteminin aktifliğini ölçmek adına daha farklı hastalık gruplarında kontralateral supresyon ölçümlerinin güvenilirliğini araştırabilir. Covid-19 teşhisi konan bireylerde yüksek frekanslara doğru TEOAE genlikleri azaldı. TEOAE' u ortaya çıkaran uyaran şiddeti azaldıkça ortaya çıkan inhibisyonun miktarı arttı. Bu çalışma, Covid-19' un özellikle yüksek frekanslarda koklear hasara neden olabileceğini göstermektedir. Covid-19' un işitsel sistem üzerindeki etkilerini belirlemek için farklı yaş grupları ve daha büyük örneklem büyüklükleri ile daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.



## 6. SONUÇ

“Covid-19 Geçirmiş Bireylerde Kontralateral Supresyon Mekanizmasının İncelenmesi” isimli çalışmamıza, normal işitmeye sahip Covid-19 geçirmemiş 30 birey, Covid-19 geçirmiş 30 birey katılmıştır.

Yapmış olduğumuz çalışmada verilerin analizi neticesinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- (1) Bireylerin immitansmetrik ölçümlerinde, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır.

Çalışmanın istatistik analizlerinde; orta kulak basıncı ve eş değer dış kulak kanalı hacim değerleri normal bireylerde daha yüksek Covid-19 geçirmiş bireylerde daha düşük, orta kulak komplians değeri ise Covid-19 geçirmiş bireylerin normal bireylere göre daha yüksek elde edilmiştir.

Bireylerin, akustik refleks ölçüm değerlerinde, istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. Çalışmanın istatistik analizlerinde; 1000 Hz’de akustik refleks değeri normal bireylerde daha yüksek Covid-19 geçirmiş bireylerde daha düşük, 500 Hz ve 2000 Hz’lerde akustik refleks değerleri aynı elde edilmiştir.

- (2) Hava yolu işitme eşik değerlerine ilişkin bulgular incelendiğinde; sağ kulak için gruplar arasında 500, 750, 1500, 3000, 4000, 6000, 8000 Hz’de istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Sol kulak için gruplar arasında 4000, 6000 ve 8000 Hz’de istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Çalışmanın istatistik analizlerinde; 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz ve 3000 Hz saf ses hava yolu eşik değerleri aynı elde edilmiştir. Yüksek frekanslara doğru gittikçe Covid-19 geçirmiş bireylerde hava yolu işitme eşikleri normal bireylere göre artmıştır.

- (3) Sağ kulak 1000 Hz frekansında supresyonlu ve supresyonsuz TEOAE amplitüd (dB), SNR (dB) ve supresyonun (dB) değerlerine ilişkin bulgular incelendiğinde; supresyonsuz TEOAE amplitüd, supresyonlu TEOAE amplitüd, miktarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Çalışmanın istatistik analizlerinde; test sonuçlarındaki supresyonlu TEOAE amplitüd ve supresyonlu TEOAE amplitüdünün SNR değerleri normal

bireylerde daha yüksek Covid geçirmiş bireylerde daha düşük, supreyon miktarı ise normal bireyler covid geçirmiş bireylere göre daha yüksek elde edilmiştir. Sol kulak 1000 Hz frekansında bulgular incelendiğinde; supresyonsuz TEOAE amplitüd, supresyonlu TEOAE amplitüd, miktarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

(4) 1500 Hz frekansında bulgular incelendiğinde; sol kulakta supresyonsuz ve supresyonlu TEOAE amplitüd değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Çalışmanın istatistik analizlerinde; test sonuçlarındaki supresyon miktarı covid geçirmiş bireylerde daha yüksek normal bireylerde daha düşük elde edilmiştir.

(5) 2000 Hz frekansında bulgular incelendiğinde; sağ kulakta supresyonsuz SNR ve supresyonlu SNR istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Sol kulakta ise supresyonsuz TEOAE amplitüd miktarı, supresyonlu TEOAE amplitüd miktarı ve supresyon miktarı istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Çalışmanın istatistik analizlerinde; supresyonsuz TEOAE amplitüd, supresyonsuz TEOAE amplitüdünün SNR, supresyonlu TEOAE amplitüd, supresyonlu TEOAE amplitüdünün SNR değerleri Covid geçirmiş bireylerde yüksek normal bireylerde düşük elde edilirken supresyon miktarı normal bireylerde covid-19 geçirmiş bireylere göre daha yüksek elde edilmiştir.

(6) 3000 Hz frekansında bulgular incelendiğinde; sol kulakta normal ve covid-19 geçirmiş bireylerde supresyonsuz TEOAE amplitüd, supresyonsuz TEOAE amplitüdünün SNR değeri, supresyonlu amplitüd, supresyonlu TEOAE amplitüdünün SNR değeri ve supresyon miktarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

(7) 4000 Hz frekansında bulgular incelendiğinde; sağ kulakta supresyonsuz TEOAE amplitüd değeri ve supresyon miktarında; sol kulakta supresyonsuz TEOAE amplitüdünün SNR değerinde ve supresyonlu TEOAE amplitüdünün SNR değerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

- (8) 1000 Hz-4000 Hz frekans aralığında bulguları gruplar yönünden incelendiğinde; supresyonsuz ölçüme ait amplitüd, supresyonsuz SNR, supresyonlu ölçüme ait amplitüd, supresyonlu SNR değerinde ve supresyon miktarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).
- (9) İstatistiksel analiz sonuçlarında; 1000-4000 Hz supresyonsuz ölçüme ait amplitüd, supresyonsuz SNR, supresyonlu ölçüme ait amplitüd, supresyonlu SNR değeri covid-19 geçirmiş bireylerde daha yüksek normal bireylerde daha düşük elde edilmiştir.

1000-4000 Hz' de supresyon miktarı normal bireylerde yüksek Covid-19 geçirmiş bireylerde daha düşük elde edilmiştir.

Efferent işitme sisteminin değerlendirilebildiği tek test, noninvaziv, klinik yapılması araştırılması mümkün, afferent işitsel yapıların inferior kollikulus seviyesine kadar değerlendirilebildiği odyolojik test bataryası içerisinde yer alan objektif bir test olan TEOAE'ların kontralateral supresyonun, farklı grupların değerlendirilmesinde etkin olduğu, bu nedenle zaman içinde MOC (Medial Olivokoklear) efferent refleks durumunu incelemek için kullanımın uygun olduğu fikrini desteklemektedir.

Covid-19 teşhisi konan bireylerde yüksek frekanslara doğru TEOAE genlikleri azalmıştır. Bu çalışma, Covid-19' un özellikle yüksek frekanslarda koklear hasara neden olabileceğini göstermektedir. Covid-19' un işitsel sistem üzerindeki etkilerini belirlemek için farklı yaş grupları ve daha büyük örneklem büyüklükleri ile daha fazla grupta çalışmaya ihtiyaç vardır.

## KAYNAKLAR

- Barham WT, Berlin Cl, Hood LJ, Hurley A, Wakefield L. (1995). Gender and ear differences in binaural, contralateral and ipsilateral efferent suppression of click-evoked otoacoustic emissions. St. Petersburg, FL: Association for Research in Otolaryngology.
- Bekesy G. (1941). Von Über die Messung der Schwingungsamplitude der Gehörknöchelchen mittels einer kapazitiven Sonde.
- Bohne B. (2012). The plastic-embedding technique for preparing the chincilla cochlea for examination by phase-contrast microscopy. 7th edition ed: Washington University School of Medicine Department of Otolaryngology; Spetember 2012. 3-39 p.
- Bonfils P, Bertrand Y, Uziel A. (1988). Evoked otoacoustic emissions: normative data and presbyacouss. *Audiology*, 1988;27: 27-35.
- Chern, A., Famuyide, A. O., Moonis, G., & Lalwani, A. K. (2021). Bilateral sudden sensorineural hearing loss and intralabyrinthine hemorrhage in a patient with COVID-19. *Otology & neurotology*, 42, e10–e14. <https://doi.org/10.1097/mao.0000000000002860>
- Cooper NP, Pickles JO, Manley GA. (2008). Travelling waves, second filters and physiological vulnerability: A short histort of the discovery of the active process in hearing.
- Cure, E., & Cumhur Cure, M. (2020). Comment on “ Hearing loss and COVID-19 : A note .” *American journal of otolaryngology-head and neck medicine and surgery*, 41. <https://doi.org/10.1016/j.amjoto.2020.102513>
- Davies K. (2019). The Inner Ear (cited 26 Mayıs 2019). Available from: <https://teachmeanatomy.info/head/organs/ear/inner-ear/>.
- Dhar, S., & Hall, J. W. (2011). *Otoacoustic emissions : principles, procedures, and protocols*. Plural Publishing.
- Fitzakerley J. (2015). Hearing & Balance (26 Mayıs 2019). Available from: <https://www.d.umn.edu/~jfitzake/Lectures/DMED/InnerEar/Innerearanatomy/MembranousLabyrinth.html>.

- Francis N, Guinan JJ. (2010). Acoustic stimulation of human medial olivocochlear efferents reduces stimulus frequency and click-evoked otoacoustic emission delays: implications for cochlear filter bandwidths. *Hear Res*, 36-45.
- Gates GA, Mills D, Nam BH, D'Agostino R, Rubel EW. (2002). Effects of age on the distortion product otoacoustic emission growth functions.
- Geisler, C.D. (1998). *From sound to synapse*. New York: Oxford University Press.
- Gill – Loyzaga P. (2019). Lateral Lemniscus And Inferior Colliculus. Available from: <http://www.cochlea.eu/em/auditory-brain/brain-stem/lateral-lemniscus-and-inferior-colliculus>.
- Hall JW III, Swanepoel D. (2012). *Objective assessment of hearing*. San Diego, Plural Publishing.
- Hearing: The Open University (2019). Available from: <https://www.open.edu/openlearn/ocw/mod/oucontent/view.php?id=2577&printable=1>.
- Kemp DT. (1978). Stimulated acoustic emissions from within the human auditory system.
- Kemp, D.T. (2000). *Exploring cochlear status with otoacoustic emissions*. Thieme, New York. p:1-47.
- Kırkım G, Şerbetçioğlu MB, Ceryan K. (2005). Auditory neuropathy in children: diagnostic criteria and audiological test results. *Çocuklarda işitsel nöropat: tanı ölçütleri ve odyolojik test sonuçları*. *KBB İhtis Dergi*, 297-324.
- Koumpa, F. S., Forde, C. T., & Manjaly, J. G. (2020). Sudden irreversible hearing loss post COVID-19. *BMJ case reports*, 13(11), 1–3.
- Lamounier, P., Gonçalves, V. F., Ramos, H. V. L., Gobbo, D. A., Teixeira, R. P., Dos Reis, P. C., Bahmad, F., & Costa, C. C. (2020). A 67-year-old woman with sudden hearing loss associated with SARS-CoV-2 infection. *American journal of case reports*, 21, 1–6. <https://doi.org/10.12659/AJCR.927519>

- Lee CC, Sherman SM. (2010). Drivers and modulators in the central auditory pathways. *Front Neurosci.* 2010 Apr 15; 4:79. PubMed PMID: 20589100. PubMed Central PMCID: PMC2920527. Eng.
- Lim R, Brichta AM. (2016). Anatomical and physiological development of the human inner ear. *Hear Res.* 2016 Aug; 338:9-21. Pubmed PMID: 26900072. Epub 2016/02/24. Eng.
- Li, X., Wang, W., Zhao, X., Zai, J., Zhao, Q., Li, Y., & Chaillon, A. (2020). Transmission dynamics and evolutionary history of 2019-nCoV. *Journal of medical virology*, 92(5), 501–511. <https://doi.org/10.1002/jmv.25701>
- Lonsbury-Martin, B. L., Whitehead, M. L., & Martin, G. K. (1991). Clinical applications of otoacoustic emissions. *Journal of Speech and Hearing Research*, 34(5), 964–981.
- Lopez-Poveda EA. (2018). Olivocochlear Efferents in Animals and Humans: From Anatomy to Clinical Relevance. *Front Neurol.* 2018- March-26;9(197):197. PubMed PMID: 29632514. Pubmed Central PMCID: PMC 5879449. Eng.
- Manley, G. A., Fay, R. R., & Popper, A. N. (2008). Active processes and otoacoustic emissions. Chicago, IL: Springer. 1.
- Moller A. (2011). *Anatomy and Physiology of the Auditory System.*
- Monteiro, E. M. R., Nascimento, M. F. L., Brito, T. R. C., Lima, M. C., Sefair, L. R., & Pedrosa, M. M. (2020). Chloroquine and COVID-19: Should we care about ototoxicity? *International archives of otorhinolaryngology*, 24(3), 359–363. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1714142>
- Mustafa, M. W. M. (2020). Audiological profile of asymptomatic Covid-19 PCR positive cases. *American journal of otolaryngolog- head and neck medicine and surgery*, (Article in press). <https://doi.org/10.1016/j.amjoto.2020.102483>
- Ohlemiller KK. (2008). Micromechanics: Transduction and hair cell function. *Anatomy and Physiology of Hearing for Audiologists.* Thomson, New York. p: 137-160.
- Owen A. (2019). The Special Senses: Part C. Available from: <https://www.google.com/search?q=modiolus+spiral+lamina+canalis+cochlea>

- Öztürk. B. (2018). *Otoakustik emisyonların klinik kullanımı* [Powerpoint slaydı].
- Öztürk. B. (2020). *Otoakustik emisyonlar* [Powerpoint slaydı].
- Poremski T, Kostek B. (2012). Tinnitus therapy based on high-frequency linearization principles-preliminary results. Archives of Acoustics.
- Prieve BA, Fitzgerald TS, Schulte LE. (1997). Basic characteristics of click evoked otoacoustic emissions in infants and children. 1997; 102. 2860-2880.
- Prieve B, Fitzgerald T. (2000). Otoacoustic emissions. Handbook of Clinical Audiology, p:497-528.
- Probst R, Coats AC, Martin GK, Lonsbury-Martin BL. (1986). Spontaneous, click and tone- burst evoked otoacoustic emissions from normal ears.
- Robinette MS. (1992). Clinical observations with transient evoked otoacoustic emissions with adults. Semin Hear,1992;13:23-36.
- Robinette MS, Cevette MJ, Webb TM. (2002). Otoacoustic emissions in differential diagnosis. Otoacoustic emissions. Thieme, New York, 297-324.
- Runge- Samuelson C, Friedland D. (2010). Anatomy of the auditory system. In: Flint PW, Haughey BH, Niparko JK, Richardson MA, Lund VJ, Robbins KT, et al., editors. Cummings Otolaryngology- Head and Neck Surgery E-Book: Head and Neck Surgery, 3- Volume Set: Elsevier Health Sciences; 2010. P. 1831-7.
- Schairer KS, Fitzpatrick D, Keefe DH. (2003). Input -output functions for stimulus-frequency otoacoustic emissions in normal hearing adults.
- Shera CA, Guinan JJ. (1999). Evoked otoacoustic emissions arise by two fundamentally different mechanism: a taxonomy for mamalian OAEs.
- Terreros G, Delano PH. (2015). Corticofugal modulation of peripheral auditory responses. Front Syst Neurosci. PubMed PMID:26483647. PubMed Central PMCID: PMC45880004.
- Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı, (2021). T.C. Sağlık Bakanlığı COVID-19 bilgilendirme sayfası. Erişim Adresi: <https://covid19.saglik.gov.tr/>

- Viola, P., Ralli, M., Pisani, D., Malanga, D., Sculco, D., Messina, L. Chiarella, G. (2020). Tinnitus and equilibrium disorders in COVID-19 patients: preliminary results. *European archives of oto-rhino-laryngology*. <https://doi.org/10.1007/s00405-020-06440-7>
- Wagner, W., Heppelmann, G., Vonthein, R., & Zenner, H. P. (2008). Test-retest repeatability of distortion product otoacoustic emissions. *Ear and Hearing*, 29(3), 378–391.
- Whitfield TT. (2015). Development of the inner ear. *Curr Opin Genet Dev*. 2015 Jun; 32: 112-8. Pubmed PMID: 25796080. Epub 2015/03/22. Eng.
- Wu, D., Wu, T., Liu, Q., & Yang, Z. (2020). The SARS-CoV-2 outbreak: What we know. *International journal of infectious diseases*, 94, 44–48. 10.1016/j.ijid.2020.03.004

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Münevver GÜLEÇ

Doğum Yeri – Tarihi :

E-Posta Adresi :

### EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : 2019, KTO Karatay Üniversitesi,  
Sağlık Bilimleri Yüksekokulu, Odyoloji Bölümü

Yüksek Lisans Öğrenimi : KTO Karatay Üniversitesi,  
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü,  
Odyoloji Tezli Yüksek Lisans Programı

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

Bilimsel Faaliyetleri :

Ulusal Hakemli Dergilerde Yayınlanan Makaleler:

Öztürk,B., & Güleç, M. (2019). Benign Paroksizmal Pozisyonel Vertigo: Patofizyoloji, Değerlendirme ve Tanılama. *Turkish Journal of Audiology and Hearing Research*, 2 (1), 18-28.

### İŞ DENEYİMİ

Stajlar : 2018, Odyolog, KTO Karatay Üniversitesi Odyoloji  
Kliniği

2018, Odyolog, Konya Meram Eğitim Araştırma Hastanesi

2018, Odyolog, Konya Diltem Özel Eğitim ve Rehabilitasyon  
Merkezi

Projeler : 2020, Odyolog, Suni uzuvlar, protez ve ortopedik ürünler ile bunların parça ve aksesuarlarının imalatı (suni eklem, dişçilikle ilgili bağlantı parçaları, ortopedik ayakkabı ve korse, diş teli, tıbbi çivi, fitik bağı vb.), Şehir İşitme Cihazları Satış ve Uygulama Merkezi Ltd. Şti., KOSGEB

Çalıştığı Kurumlar

: 2019, Odyolog, Konya Diltem Özel Eğitim ve Rehabilitasyon  
Merkezi

2021, Odyolog, Üstün Değişim Özel Eğitim ve Rehabilitasyon  
Merkezi

2020, Odyolog, Şehir İşitme Cihazları Satış ve Uygulama  
Merkezi

Tarih: 27 Temmuz 2022



## ETİK KURUL

T.C.  
KTO KARATAY ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ  
İLAÇ VE TIBBİ CİHAZ DIŞI ARAŞTIRMALAR ETİK KURUL KARARI

Toplantı Sayısı: 10

Toplantı Tarihi: 20.12.2021

**Karar Sayısı: 2021/024** Doç.Dr. Füsün SUNAR'ın "Covid-19 Geçirmiş Bireylerde Kontralateral Supresyon Mekanizmasının İncelenmesi" başlıklı araştırma projesi çalışması ile ilgili 15.12.2021 tarihli dilekçesi ve ekleri görüşüldü.

Görüşme sonucunda araştırma projesi çalışmasının Doç.Dr. Füsün SUNAR'ın sorumluluğunda yürütülmesinin uygun olduğuna oy birliği ile karar verildi.

**Not:** Çalışma ile ilgili gerekli izin ve yasal sorumluluk araştırmacılara aittir.

**Sorumlu Araştırmacı:** Doç.Dr. Füsün SUNAR

**Yardımcı Araştırmacı:** Dr. Öğr. Üyesi Burak ÖZTÜRK  
Odyolog Münevver GÜLEÇ

ASLI GİBİDİR  
20.12.2021

Prof. Dr. Taner ZİYLAN

İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmalar Etik Kurul Başkanı