



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

**SİREN SESİNE MARUZ KALAN İTFAİyecİLERİN İŞİTME
SİSTEMLERİNİN ODYOLOJİK DEĞERLENDİRİLMESİ**

Hatice Nur BAYSAL

Yüksek Lisans Tezi

**KONYA
Ocak 2023**

SİREN SESİNE MARUZ KALAN İTFAİYECİLERİN İŞİTME SİSTEMLERİNİN
ODYOLOJİK DEĞERLENDİRİLMESİ

Hatice Nur BAYSAL

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

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Füsün SUNAR
İkinci Danışman: Prof. Dr. Mehmet Suat ÖZBİLEN

Konya
Ocak 2023

BİLDİRİM

Enstitü tarafından onaylanan Yüksek Lisans 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.¹

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

Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir.³⁴

25 Ocak 2023

Hatice Nur BAYSAL

¹ MADDE 6(1) Lisansüstü teze 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.

² 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.

³ 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.

⁴ 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 ve Prof. Dr. Mehmet Suat ÖZBİLEN 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/proje çalışmasında yararlandığım kaynakların tümüne bilimsel normlara uygun biçimde atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, tezimin/projemin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

25 Ocak 2023

Hatice Nur BAYSAL

Anneme ve babama ithafen...

TEŞEKKÜR

Çalışmam boyunca tecrübesi, bilgisi ve pozitif enerjisiyle daima destek olan, yol gösteren ve hep yanımda olan danışmanım Sayın Doç. Dr. Füsün Sunar'a;

Yüksek lisans eğitimim ve tez süreci boyunca yanımda olan değerli bilgilerini paylaşan danışmanım Sayın Prof. Dr. Mehmet Suat Özbilen'e

Çalışmam için gerekli izinleri veren ve desteğini esirgemeyen Konya Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Dairesi Başkanlığı Müdahale Şube Müdürü Mehmet Yıldırım'a ve çalışmaya katılan Konya Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Dairesi Başkanlığı'nda görev alan değerli itfaiyeci personellere;

Çalışmaya katılan değerli gönüllü bireylere;

Çalışmamda bana yardım eden, benimle beraber koşturana ve moralimi hep yüksek tutan sevgili meslektaşlarım ve değerli arkadaşlarım Uzm. Ody. Burcu Nur Işık'a, Ody. Rüveyda Söylemez'e ve Ody. Safiye Nur Gündoğdu Çınar'a;

Bugüne kadar her koşulda yanımda olan ve maddi manevi her konuda bana destek olan, bu hayattaki moral ve motivasyon kaynaklarım sevgili annem Safiye Baysal'a ve sevgili babam Selami Baysal'a sevgi, saygı ve sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

25 Ocak 2023

Hatice Nur BAYSAL

ÖZET

Hatice Nur BAYSAL

Siren Sesine Maruz Kalan İtfaiyecilerin İşitme Sistemlerinin Odyolojik

Değerlendirilmesi

Yüksek Lisans Tezi

Konya, 2023

Gürültü, en önemli iş ve çevre sağlığı tehlikelerinden biridir. Gürültü bir miktar kontrol altına alınabilmektedir ancak, kontrol altına alınamayan gürültü, bireyde işitme kaybına sebep olabilir. Gürültüye bağlı işitme kaybı (GBİK), iç kulaktaki tüy hücrelerine yavaş yavaş, geri döndürülemez şekilde zarar verir. Mesleki olarak GBİK birçok meslek grubunda görülebilmektedir. Özellikle itfaiyeciler, siren sesi ve aşırı gürültü çıkartan ekipmanlara maruz kalmalarından dolayı bir işitme kaybı riski altındadırlar. Bu çalışmanın amacı; siren sesine maruz kalan 30 itfaiyeci bireyin işitme eşiklerinin, normal işitmeye sahip 30 bireyin (kontrol grubu) işitme eşiklerine göre aralarındaki farkın temel odyolojik testler yardımı ile subjektif ve objektif bir şekilde incelenmesidir. Bu amaç doğrultusunda çalışmaya katılan bireylerden anamnez formu doldurmaları istendi ve ardından katılımcılara saf ses odyometri testi, konuşma odyometrisi ve immitansmetrik ölçümler yapılmıştır. Çalışmaya katılan bireylerin immitansmetrik ölçüm sonuçlarına göre normal değer aralığına sahip bireyler çalışmaya dahil edilmiştir. Diğer testlerden elde edilen bulgular kontrol grubunun işitme eşikleriyle karşılaştırılarak, itfaiyecilerin işitme eşiklerinin ne kadar ve ne ölçüde etkilendiği değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda itfaiyecilerin sağ ve sol kulaktaki işitme eşikleri, kontrol grubunun sağ ve sol kulaktaki işitme eşiklerine göre; saf ses hava yolu işitme eşiklerinde 2000 Hz ile 8000 Hz arasındaki frekansların, kemik yolu işitme eşiklerindeki 4000 Hz frekans ve konuşmayı alma eşiklerinde istatistiksel anlamda bir farklılık vardır. Çalışmamızın sonucu literatürdeki yapılan çalışmalara göre genel bir benzerlik göstermektedir. İş sağlığı ve güvenliği gerekçesiyle mesleki olarak gürültüye maruz kalan bireyler için teknoloji ile entegre edilmiş bir kulak koruyucusu tasarlanması işitme sağlığı açısından faydalı olacaktır ve bu konuyla ilgili çalışmaların yapılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler

Siren sesi, gürültü, işitme, itfaiyeciler

ABSTRACT

Hatice Nur BAYSAL

Audiological Assessment of Hearing Systems of Firefighters Exposed to Siren Sound

Master's Thesis

Konya, 2023

Noise is one of the most important occupational and environmental health hazards. Noise can be controlled to some extent, uncontrolled noise can cause hearing loss in the individual. Noise-induced hearing loss (NIHL) causes gradual, irreversible damage to hair cells in the inner ear. Occupationally, NIHL can be seen in many occupational groups. Firefighters, in particular, are at risk of hearing loss due to exposure to sirens and excessive noise-making equipment. The aim of this study; It is a subjective and objective examination of the hearing thresholds of 30 firefighters exposed to the siren sound, with the help of basic audiological tests, according to the hearing thresholds of 30 individuals with normal hearing (control group). The aim of this study; It is a subjective and objective examination of the difference between the hearing thresholds of the firefighters exposed to the siren sound compared to the hearing thresholds of the control group (individuals with normal hearing), with the help of basic audiological tests. For this purpose, individuals participating in the study were asked to fill out an anamnesis form, and then pure tone audiometry test, speech audiometry and immitansmetric measurements were made to the participants. According to the immitansmetric measurement results of the individuals participating in the study, individuals within the normal range of values were included in the study. By comparing the findings obtained from other tests with the hearing thresholds of the control group, it was evaluated how and to what extent the hearing thresholds of the firefighters were affected. As a result of the study, the hearing thresholds in the right and left ears of the firefighters compared to the hearing thresholds in the right and left ears of the control group; There is a statistical difference in frequencies between 2000 Hz and 8000 Hz in pure tone airway hearing thresholds, 4000 Hz frequency in bone conduction hearing thresholds and speech reception thresholds. The results of our study show a general similarity with the studies in the literature. Designing an ear protector integrated with technology for individuals who are occupationally exposed to noise for occupational health and safety reasons will be beneficial for hearing health and it is recommended to carry out studies on this subject.

Keywords

Siren sound, noise, hearing, firefighters

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	i
BİLDİRİM	ii
ETİK BEYAN.....	iii
TEŞEKKÜR.....	v
ÖZET.....	vi
ABSTRACT.....	vii
İÇİNDEKİLER	viii
TABLOLAR DİZİNİ.	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Ses	3
2.2. İşitme.....	4
2.3. Periferik İşitme Sisteminin Anatomisi.....	4
2.3.1. Dış Kulak Anatomisi.....	5
2.3.2. Orta Kulak Anatomisi.....	6
2.3.3. İç Kulak Anatomisi.....	9
2.3.4. İşitme Siniri (N. Vestibulocochlearis).....	13
2.4. Periferik İşitme Sisteminin Fizyolojisi.....	13
2.4.1. Dış Kulak Fizyolojisi.....	13
2.4.2. Orta Kulak Fizyolojisi.....	14
2.4.3. İç Kulak Fizyolojisi.....	15
2.5. Gürültü.....	16
2.5.1. Gürültüye Bağlı İşitme Kaybı (GBİK).....	17
2.5.2. Gürültünün İşitme Mekanizmasına Etkisi.....	21
2.5.3. Gürültü Ölçümünde Kullanılan Enstrümantasyonlar.....	24
2.5.4. Kulak Koruyucuları.....	27
2.5.5. Gürültü İçin Yasal Düzenlemeler.....	28
2.6. Odyolojik Değerlendirmeler.....	29

2.6.1. Saf Ses Odyometri.....	29
2.6.2. Konuşma Odyometrisi.....	30
2.6.3. Akustik İmmitansmetri.....	32
3. GEREÇ VE YÖNTEM	36
3.1. Bireyler.....	36
3.1.1. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri.....	36
3.1.2. Çalışmaya Dahil Edilmeme Kriterleri.....	36
3.2. Kullanılan Testler ve Yöntem.....	37
3.2.1. Saf Ses Odyometri Testi.....	37
3.2.2. Konuşma Odyometrisi.....	37
3.2.3. İmmitansmetrik Ölçümler.....	38
3.3. İstatiksel Analiz.....	38
4. BULGULAR	39
4.1. Çalışma Grubunun Özellikleri.....	39
4.2. Kontrol Grubunun Özellikleri.....	62
4.3. Çalışma ve Kontrol Grubunun Ölçüm Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	66
5. TARTIŞMA	70
6. SONUÇ	77
KAYNAKLAR	79
ÖZGEÇMİŞ	88
ETİK KURUL/KOMİSYON İZİNİ/MUAFİYETİ	89

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. OSHA'a (1983) ve NIOSH'a (1998) göre izin verilen maksimum gürültü maruziyetleri.....	19
Tablo 2. Gürültü çentiğinin odyogram görüntüsü.....	22
Tablo 3. Siren Sesi Şiddetinin Ölçüm Değerleri.....	39
Tablo 4. Çalışma Grubunun Sosyo-Demografik Özellikleri.....	40
Tablo 5. Çalışma Grubunun Sağ ve Sol Kulak Hava Yolu İşitme Eşiği Ölçüm Sonuçları	42
Tablo 6. Çalışma Grubunun Sağ ve Sol Kulak Kemik Yolu İşitme Eşiği Ölçüm Sonuçları.....	43
Tablo 7. Çalışma Grubunun Sağ ve Sol Kulakta Konuşmayı Alma Eşiği ve Konuşmayı Ayırt Etme Eşiği Ölçüm Sonuçları.....	44
Tablo 8. Çalışma Grubunun Sağ ve Sol Kulakta En Rahat Ses Seviyesi ve En Rahatsız Edici Ses Seviyesi Ölçüm Sonuçları.....	44
Tablo 9. Çalışma Grubunun Sağ ve Sol Kulak Hava Yolu İşitme Eşiği Ölçüm Sonuçlarının Çınlama Varlığına Göre Karşılaştırılması.....	45
Tablo 10. Çalışma Grubunun Sağ ve Sol Kulak Kemik Yolu İşitme Eşiği Ölçüm Sonuçlarının Çınlama Varlığına Göre Karşılaştırılması.....	46
Tablo 11. Çalışma Grubunun Konuşmayı Alma Eşiği ve Konuşmayı Ayırt Etme Eşiği Ölçüm Sonuçlarının Çınlama Varlığına Göre Karşılaştırılması.....	47
Tablo 12. Çalışma Grubunun Sağ ve Sol Kulakta En Rahat Ses Seviyesi ve En Rahatsız Edici Ses Seviyesi Ölçüm Sonuçlarının Çınlama Varlığına Göre Karşılaştırılması.....	48
Tablo 13. Çalışma Grubunun Sağ ve Sol Kulak Hava Yolu İşitme Eşiği Ölçüm Sonuçlarının Yaş Grubuna Göre Karşılaştırılması.....	48
Tablo 14. Çalışma Grubunun Sağ ve Sol Kulak Kemik Yolu İşitme Eşiği Ölçüm Sonuçlarının Yaş Grubuna Göre Karşılaştırılması.....	50
Tablo 15. Çalışma Grubunun Sağ ve Sol Kulakta Konuşmayı Alma Eşiği ve Konuşmayı Ayırt Etme Eşiği Ölçüm Sonuçlarının Yaş Grubuna Göre Karşılaştırılması.....	51
Tablo 16. Çalışma Grubunun Sağ ve Sol Kulakta En Rahat Ses Seviyesi ve En Rahatsız Edici Ses Seviyesi Ölçüm Sonuçlarının Yaş Grubuna Göre Karşılaştırılması.....	52
Tablo 17. Çalışma Grubunun Sağ ve Sol Kulak Hava Yolu İşitme Eşiği Ölçüm Sonuçlarının Çalışma Yıllarına Göre Karşılaştırılması.....	53
Tablo 18. Çalışma Grubunun Sağ ve Sol Kulak Kemik Yolu İşitme Eşiği Ölçüm Sonuçlarının Çalışma Yıllarına Göre Karşılaştırılması.....	54
Tablo 19. Çalışma Grubunun Sağ ve Sol Kulakta Konuşmayı Alma Eşiği ve Konuşmayı Ayırt Etme Eşiği Ölçüm Sonuçlarının Çalışma Yıllarına Göre Karşılaştırılması.....	55
Tablo 20. Çalışma Grubunun Sağ ve Sol Kulakta En Rahat Ses Seviyesi ve En Rahatsız Edici Ses Seviyesi Ölçüm Sonuçlarının Çalışma Yıllarına Göre Karşılaştırılması.....	56

Tablo 21. Çalışma Grubunun Sağ ve Sol Kulak Hava Yolu İşitme Eşiği Ölçüm Sonuçlarının Yaş ve Çalışma Yılı ile İlişkisi.....	57
Tablo 22. Çalışma Grubunun Sağ ve Sol Kulak Kemik Yolu İşitme Eşiği Ölçüm Sonuçlarının Yaş ve Çalışma Yılı ile İlişkisi.....	59
Tablo 23. Çalışma Grubunun Konuşmayı Alma Eşiği ve Konuşmayı Ayırt Etme Eşiği Ölçüm Sonuçlarının Yaş ve Çalışma Yılı ile İlişkisi.....	60
Tablo 24. Çalışma Grubunun Sağ ve Sol Kulak En Rahat Ses Seviyesi ve En Rahatsız Edici Ses Seviyesi Ölçüm Sonuçlarının Yaş ve Çalışma Yılı ile İlişkisi.....	61
Tablo 25. Kontrol Grubunun Sosyo-demografik Özellikleri.....	62
Tablo 26. Kontrol Grubunun Sağ ve Sol Kulak Hava Yolu İşitme Eşiği Ölçüm Sonuçları.....	64
Tablo 27. Kontrol Grubunun Sağ ve Sol Kulak Kemik Yolu İşitme Eşiği Ölçüm Sonuçları.....	65
Tablo 28. Kontrol Grubunun Sağ ve Sol Kulakta Konuşmayı Alma Eşiği ve Konuşmayı Ayırt Etme Eşiği Ölçüm Sonuçları.....	65
Tablo 29. Kontrol Grubunun Sağ ve Sol Kulakta En Rahat Ses Seviyesi ve En Rahatsız Edici Ses Seviyesi Ölçüm Sonuçları.....	66
Tablo 30. Çalışma ve Kontrol Grubunun Sağ ve Sol Kulak Hava Yolu İşitme Eşiği Ölçüm Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	67
Tablo 31. Çalışma ve Kontrol Grubunun Sağ ve Sol Kulak Kemik Yolu İşitme Eşiği Ölçüm Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	68
Tablo 32. Çalışma ve Kontrol Grubunun Sağ ve Sol Kulakta Konuşmayı Alma Eşiği ve Konuşmayı Ayırt Etme Eşiği Ölçüm Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	69
Tablo 33. Çalışma ve Kontrol Grubunun Sağ ve Sol Kulakta En Rahat Ses Seviyesi ve En Rahatsız Edici Ses Seviyesi Ölçüm Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	69

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Periferik işitme sistemi	5
Şekil 2. Kulak kepçesinin bölümleri.....	6
Şekil 3. Kulak zarı.....	7
Şekil 4. Orta kulak kemikçikleri.....	7
Şekil 5. İç kulak.....	10
Şekil 6. Koklea'nın bir kesiti.....	10
Şekil 7. Corti organı.....	12
Şekil 8. Dozimetre cihazı.....	25
Şekil 9. SLM cihazı.....	26
Şekil 10. Çalışma Grubunun Yaş Dağılımı.....	40
Şekil 11. Çalışma Grubunun Çalışma Yılı Dağılımları.....	41
Şekil 12. Çalışma Grubunun Telefon Kullanırken Tercih Ettiği Kulak.....	41
Şekil 13. Çalışma Grubunun Çınlama Sıklığı.....	42
Şekil 14. Çalışma Grubunun 500 Hz Frekansta Sol Kulak Hava Yolu İşitme Eşiği ile Yaş Arasındaki Korelasyon.....	58
Şekil 15. Çalışma Grubunun 125 Hz Frekansta Sağ Kulak Hava Yolu İşitme Eşiği ile Çalışma Yılı Arasındaki Korelasyon.....	58
Şekil 16. Çalışma Grubunun 250 Hz Frekansta Sağ Kulak Hava Yolu İşitme Eşiği ile Çalışma Yılı Arasındaki Korelasyon.....	59
Şekil 17. Kontrol Grubunun Yaş Dağılımı.....	63
Şekil 18. Kontrol Grubunun Çınlama Sıklığı.....	63

KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltma	Açıklama
Art	Akustik refleks testi
cm	santimetre
daPa	decapascals
dB	Desibel
dbA	Desibel A
dB SPL	Desibel Sound Pressure Level
GBİK	Gürültüye Bağlı İşitme Kaybı
GEK	Geçici Eşik Kayması
HFA	High-Frequency Audiometry
HL	Hearing Level
Hz	Hertz
KEK	Kalıcı Eşik Kayması
kHZ	Kilohertz
M	Muscle
ms	milisaniye
N	Nervous
OAE	Otoakustik Emisyon
ort	ortalama
REL	Recommended Exposure Limit
SLM	Sound Level Meter
sso	saf ses ortalaması
twa	time weighted average

1. GİRİŞ

Ses, bir ortamdaki genellikle havada, titreşim veya türbülansın neden olduğu basınç değişikliklerinden oluşur. Bu basınç değişiklikleri, türbülanslı veya titreşen kaynaktan uzaklaşan dalgalar üretir. Gürültü (istenmeyen ses), en yaygın iş sağlığı sorunlarından biridir. Birçok endüstriyel işlemin de bir yan ürünüdür (Plack, 2014; Crocker, 2007).

Nüfusun artması ve makinelerin çoğalması, yalnızca şehirlerde değil, kırsal kesimde de gürültü seviyeleri istikrarlı bir şekilde artmaktadır. Gittikçe daha fazla konuşmayı zorlaştıran, kaygı yaratan bir dizi teknolojik sese maruz kalınmaktadır. Yüksek seviyede gürültüye maruz kalmak işitme kaybına ve sağlıkta diğer zararlı etkilere de neden olabilmektedir (Kling vd., 2012).

Gürültüye bağlı işitme kaybı (GBİK), genellikle kokleadaki tüy hücrelerine zarar vermektedir. Hasarın boyutu, maruz kalma süresine ve gürültü yoğunluğuna göre değişmektedir. Başlangıçta, gürültüye maruz kalma geçici bir eşik kaymasına, yani işitme duyarlılığında birkaç dakika ile birkaç saat arasında eski düzeyine dönen bir azalmaya neden olabilir. Tekrarlanan maruz kalmalar devam ettikçe, geri dönüşü olmayan bir sensörinöral işitme kaybı olan kalıcı bir eşik kaymasına yol açar (Miller, 1974; Melnick, 1991; Kujawa ve Liberman, 2009).

Mesleki işitme kaybının gürültüye maruz kalma dışında başka nedenleri de vardır. Kulağı mesleki gürültüyle aynı şekilde etkileyen eğlence ve çevresel gürültüler (yüksek sesli müzik, silahlar, elektrikli aletler ve ev aletleri) vardır. Gürültüye ve belirli fiziksel veya kimyasal maddelere (organik çözücüler, karbon monoksit ve ototoksik ilaçlar) birlikte maruz kalmanın işitme kaybı üzerinde daha fazla etkisi olduğu bilinmektedir (Campo vd., 2013; Henry vd., 2014).

Mesleki olarak gürültüye bağlı işitme kaybı genellikle; itfaiyeciler, polis memurları, askeri personel, inşaat ve fabrika işçileri, müzisyenler, çiftçiler ve kamyon şoförlerinde görülmektedir (Donahue ve Ohlin, 1993). İtfaiyecilik mesleği, sürekli değişen, dinamik ve kontrolsüz bir çalışma ortamında meydana gelen, fiziksel olarak zorlayıcı ve tehlikeli bir iştir. İtfaiyeciler aralıklı olarak yüksek gürültü de dahil olmak üzere çeşitli tehlikeli maddelere maruz kalmaktadırlar. İtfaiyecilerin özellikle siren sesi ve aşırı gürültü

çıkartan ekipmanlara maruz kalmalarından dolayı işitme kaybı riski altındadırlar (Jamesdaniel vd., 2019).

Birçok kurum ve kuruluş, gürültüye bağlı işitme kaybı riskini azaltmaya yardımcı olmak için standartlar veya yönergeler yayınlamıştır. NIOSH (1998) tarafından gürültü için tavsiye edilen bir maruz kalma sınırı (REL) belirlenmiş ve bu sınır 8 saatlik zaman ağırlıklı ortalama (TWA) olarak 85 dB (A)'dır (s. 1). GBİK'yi önlemenin en iyi yolu, mühendislik kontrolleriyle gürültüyü ortadan kaldırmaktır (Hong vd., 2013b). İtfaiyeciler, tehlikeli bir gürültüye maruz kaldıklarında işitme duyularını korumak için kulak koruyucu cihazını kullanma konusunda bilgilendirilmelidirler (Hong vd., 2013a).

Literatürde siren sesine ve çevresel gürültüye maruz kalan itfaiyecilerde, gürültünün işitme mekanizmasına olan etkisinin araştırıldığı çalışmalar mevcuttur. Bu çalışma literatürden farklı olarak siren sesine ve çevresel gürültüye maruz kalan itfaiyecilerde gürültüden dolayı etkilenen işitme mekanizmalarını, temel odyolojik test bataryası ile bir bütün olarak değerlendireceğinden dolayı özgün bir değere sahiptir. Bu bilgilerden hareketle bu çalışmanın amacı; siren sesine maruz kalan itfaiyecilerin işitme eşiklerinin, kontrol grubunun işitme eşiklerine göre aralarındaki farkın temel odyolojik testler yardımı ile subjektif ve objektif bir şekilde incelenmesidir. Bu amaç doğrultusunda çalışmaya katılan bireylerden anamnez formu doldurmaları istendi ve ardından katılımcılara saf ses odyometri testi, konuşma odyometrisi ve immitansmetrik ölçümler yapılmıştır. Çalışmaya katılan bireylerin immitansmetrik ölçüm sonuçlarına göre normal değer aralığına sahip bireyler çalışmaya dahil edilmiştir. Diğer testlerden elde edilen bulgular kontrol grubunun (normal işitmeye sahip bireyler) işitme eşikleriyle karşılaştırılarak, itfaiyecilerin işitme eşiklerinin ne kadar ve ne ölçüde etkilendiği değerlendirilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Ses

Ses, bir kaynaktan veya titreşen bir cisimden gelen hareketler olarak düşünülmektedir. Nesnelerin titreşimleri ile bir ses üretilir ve katı, sıvı veya gaz yoluyla yayılabilirler. Bir sistemde ise enerji olduğu sürece ses akışı devam edecektir (Plack, 2014; Alton Everest ve Pohlmann, 2009). Bir nesne titreşmeye başladığında ses üretimi başlar. Nesne ileri geri hareket ettikçe, çevredeki moleküllere çarparak onları da hareket etmeye zorlar. Bu yer değiştiren moleküller sırayla diğer moleküllere baskı uygular ve böylece bir ses dalgası oluşur (Moore, 2013; Paul ve Whitelaw, 2011).

En basit titreşimli dalga biçimi ise bir sinüs dalgasıdır. Sinüzoidal dalga, işitsel sistemde özellikle basit tepkiler ürettiği ve bir saf sese sahip oldukları görülür. Bu nedenle saf ses olarak da adlandırılırlar. Bir sinüzoidal dalga (saf ses) üç özellik ile tanımlanabilir: frekans, şiddet ve faz (Foreman, 1990).

Frekans, bir saniyede birim zaman başına tekrar eden salınım veya döngü sayısını ifade eder. Her bir salınım hareketine bir döngü denir. Hertz terimi (Hz) saniyedeki döngüleri temsil eder. Bir insanın kulağı, ses frekansını perde olarak algılar. Bir sesin frekansının yüksek olması, perde algısının da o kadar yüksek olmasına sebep olur (Yost, 2000; Plack, 2014). Kulak, 20 Hz ile 20.000 Hz frekans aralığındaki sesleri işitebilmektedir. Kulak tüm frekans seviyelerini eşit derecede iyi duyamaz ve kulağın en duyarlı olduğu ve algıladığı frekans 1000 Hz'dir. Konuşma için önemli seslerin çoğu ise 500 ile 4000 Hz arasında meydana gelir ve bu saf ses ortalamalarını belirlemek için de kullanılan aralıktır. Saniyede ne kadar fazla titreşim (salınım) olursa, frekans da o kadar yüksek olur (Paul ve Whitelaw, 2011).

Şiddet, sesin basıncını ifade eder. Basınç oluşturan titreşim, belirli bir alana uygulanan kuvvetin sonucudur. Ses, zıt yönlerde kuvvet uygulayan alternatif bir basınçtır. Bir sesin şiddeti, bir ses dalgasındaki titreşimin büyüklüğüdür. Şiddet, bir belin onda biri olan desibel (dB) cinsinden ölçülür. İnsan kulağı 0 dB ile 140 dB arası yoğunluklara yanıt verebilir. 0 dB HL ise, insan kulağının duyabileceği en düşük, şiddet seviyesidir (Speaks, 2018; NHANES, 2016).

Bir ses dalgası, bir dizi sıkıştırılardan ve seyrekleşmelerden oluşur. Bu nedenle, bir saf sesin fazı, bir döngüdeki ilerleme alanını veya noktasını ifade eder (Turkington ve Sussman, 2004). Normal işiten bir bireyin duyarlı olduğu basınç aralığı, 0 dB SPL ile 120 dB SPL arasındadır. Bu aralığa ise dinamik işitme aralığı denir (Foreman, 1990).

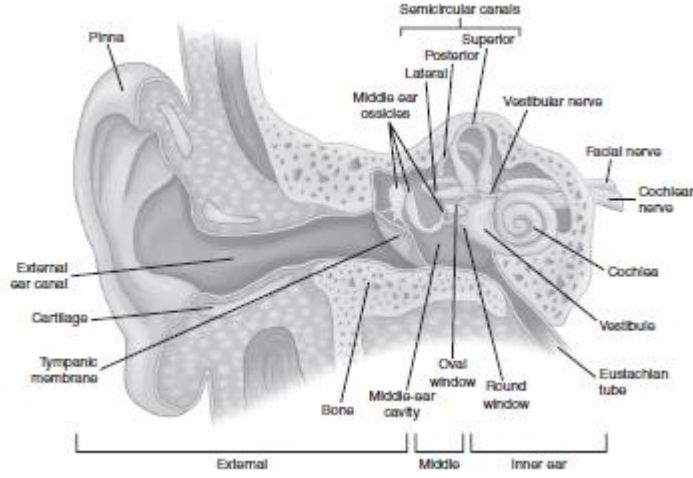
2.2. İşitme

İşitme, ses dalgalarının kulak yoluyla beyne iletilmesini ve yorumlanmasını içeren karmaşık, koordineli bir süreçtir. İlk olarak, ses dalgaları, kulak kepçesine (pinna) çarpar. Dış kulak, bu ses dalgalarını toplamaya yardımcı olmak ve onları kulak kanalından, kulak zarına (timpanik membran) yönlendirmek için tasarlanmıştır (Turkington ve Sussman, 2004). Ses dalgaları kulak zarına çarptığında titreşir ve diğer taraftaki malleus, incus ve stapessten oluşan kemikçik zincir adı verilen üç küçük kemiği hareket ettirir. Bu minik kemikler vücuttaki en küçük kemiklerdir ve orta kulak boşluğunda bulunurlar (Donahue ve Ohlin, 1993). Üç kemik birlikte ses dalgasının enerjisini dış kulaktan orta kulağa aktarır ve daha sonra iç kulağa aktarır. Kemikçiklere ulaşan ses daha sonra oval pencere adı verilen küçük bir zara ulaşır. Oval pencere ise, iç kulağın girişini oluşturmaktadır (Barron, 2003). Üç kemikçik zincirinin sonuncusu olan stapes kemiği hareket ettikçe oval pencereyi de titreterek oval pencerenin diğer tarafındaki, kokleanın sıvı dolu kanalını hareket ettirir. Koklea hareket ettikçe, beyne elektriksel uyarılar gönderen binlerce mikroskobik tüy hücrelerini de uyarır. Fiziksel ses titreşimlerinin elektriksel uyarılara dönüştürüldüğü yer burasıdır (Hong vd., 2013c). Daha sonra uyarılan tüy hücreleri, sinyalleri serebral kortekse, koklear sinir (N. Vestibulocochlearis) yoluyla gönderirler. Beyin daha sonra bu uyarıları tanır ve seslere dönüştürür (National Health and Nutrition Examination Survey [NHANES], 2016)

2.3. Periferik İşitme Sisteminin Anatomisi

Periferik işitme sistemi üç kısma ayrılır: dış kulak, orta kulak ve iç kulak. Şekil 1'de gösterilmiştir. Dış kulak; kulak kepçesi (pinna, auricula), kulak kanalı (external auditory meatus) ve kulak zarının bir kısmını (timpanik membran) içerir. Orta kulak, timpanik membranın arkasında hava dolu bir boşluktan meydana gelir. Bu boşluk; malleus, incus ve stapes kemikçiklerini içerir (Berg ve Stork, 2005). İç kulak, işitme organı koklea

(cochlea), denge organı (vestibular sistem) ve işitme sinirini (N. Vestibulocochlearis) içerir.



Şekil 1. Periferik işitme sistemi

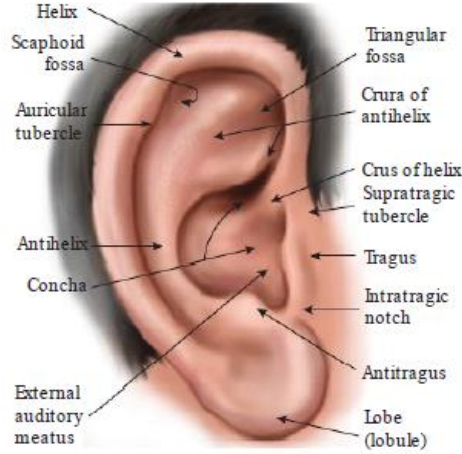
Kaynak: Stach (2010)

Kulağın merkezi kısmı, beyin sapından kortekse giden yapılar ve yollar da olmak üzere işitsel bilgilerin kodlanmasından sorumlu beyin yapılarını içerir. Ses enerjisi kulağın çeşitli bölümlerinden dıştan içe doğru ilerlerken; mekanik enerjiye, elektrik enerjisine ve son olarak nöral uyarılara dönüştürülür. Enerjinin dönüşümüne transdüksiyon denir, bu süreç eşzamanlı şekilde gerçekleşir (Moore, 2013; Paul ve Whitelaw, 2011).

2.3.1. Dış Kulak Anatomisi

Dış kulak iki ana bileşenden oluşur: kulak kepçesi (pinna) ve dış kulak kanalı (external auditory meatus). Kulağın en görünür kısmı olan kepçe, başın yanından yanal olarak uzanır. Kıkırdak ve deriden oluşur. Kulak kanalı, timpanik membrana uzanan, dar bir kanaldır (Wouk, 2011). Ortalama 9 mm yüksekliğinde, 6,5 mm genişliğinde ve 2,5-3,5 cm aralığında bir uzunluktadır. Kulak kepçesinin dış kulak yoluna bitişik derin çanak benzeri kısmı Şekil 2’de gösterilen konka (concha) kısmıdır. Konkanın ön alt kısmı boyunca, tragus ve antitragus olarak bilinen ve intertragal çentik ile ayrılan iki kıkırdaklı çıkıntı vardır. Konkanın arka ve üst sınırları, heliks tarafından kulak kepçesinin arka kenarı boyunca antiheliks olarak bilinen kıkırdaklı bir sırt tarafından oluşturulur (Bess ve Humes, 2009). Heliks ve antiheliks, kulak kepçesinin üst kısmında ayrılır sonra öne ve

aşağıya doğru ilerledikçe birleşir. Kulak kepçesinin ön üst kısmında heliks ve antiheliks arasında oluşan hafif çöküntü scaphoid fossadır.



Şekil 2. Kulak kepçesinin bölümleri

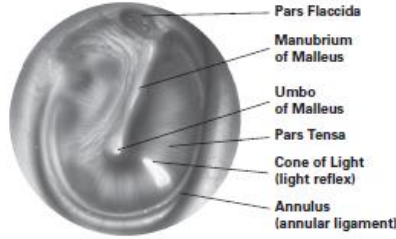
Kaynak: Gelfand (2016)

Kulak kanalının lateral taraftaki kısmın üçte biri kıkırdaktır, medial kısmının ise üçte ikisi kemikten oluşur. Kulak kanalının kıkırdaklı kısmı boyunca küçük kılların (tragi) yanı sıra kulak kiri üreten serumen adı verilen bezler bulunur. Kıllar ve kulak kiri, dış kulak yolunun korunmasına ve temizlenmesine yardımcı olur. Kulak kanalının kıkırdaklı ve kemikli kısımlarını kaplayan deri, kulak zarı ile bitişiktir. Dış kulak kanalının, uzun ve dar kanal olması sebebiyle, yabancı cisimlerden orta kulağı ve iç kulağı korur (Gelfand, 2016; Berg ve Stork, 2005).

2.3.2. Orta Kulak Anatomisi

Dış kulaktan timpanik membran ile ayrılan orta kulak boşluğu (cavitas tympani), alt kısımda tympanium ve üst kısımda epitympaniumdan oluşan hava dolu bir boşluktur. Orta kulağın arka duvarında ise mastoid hava hücreleri vardır (Tonndorf ve Khanna, 1972). Orta kulağın lateral ucu timpanik membran tarafından kapatılmış olmasına rağmen, östaki tüpü aracılığıyla nazofarenkse açılır. Östaki tüpüyle olan bu bağlantı, cavitas tympani ile dış kulak kanalı arasındaki basıncın eşitlenmesini sağlar (Jahnke, 2004)

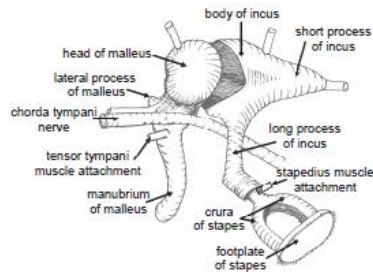
Dış kulak kanalı, kanala doğru 55°'lik bir açıyla eğilmiş olan timpanik membran (kulak zarı) ile sona erer. Şekil 3'te gösterildiği gibi timpanik membran hafif oval, yarı saydam bir zardır. Timpanik membranın içe doğru çöküntünün en yoğun olduğu yere ise umbo denir. Yüzey alanı yaklaşık 85 mm²'dir.



Şekil 3. Kulak zarı

Kaynak: Hall (2014)

Timpanik zarın yaklaşık 55 mm²'lik alana sahip pars tensa, radyal ve dairesel liflerden oluşur ve bu lifler kollejen yapılıdır (Celesia, 2013). Kulak zarının daha küçük bir kısmı, pars flacci olarak adlandırılır. Pars flacci, pars tensadan daha kalındır ve lifleri, pars tensa'nın kollajen lifleri kadar düzenli değildir. Kulak zarı üç tabakadan oluşur. En dış tabaka dış kulak kanalının devamı olan epitel tabakadır. En içteki tabaka ise mukoz tabakadan oluşur. Bu iki tabakanın arasında ise fibröz tabaka vardır. Pars tensada ise bu üç tabaka vardır fakat pars flaccida da fibröz tabaka yoktur. Sesin iletilmesinde pars flacci görev almazken, pars tensa görev almaktadır (Moller, 2006). Kulak zarına bağlı olan Şekil 4'te gösterilen orta kulağın üç kemiği sırasıyla; malleus, incus ve stapeştir ve kemikçik zincir olarak adlandırılırlar. Kemikçik zincir timpanik membrandan iç kulağa ulaşan orta kulak boşluğunda asılı kalır ve kulak zarının titreşmesiyle harekete geçer. Kemikçik zinciri orta kulak boşluğuna kas ve bağlarla tutunurlar (Zwislocki, 1962).



Şekil 4. Orta kulak kemikçikleri

Kaynak: Moller (2006)

Malleus kemikçiğın manubrium adı verilen uzun kolu, kulak zarının orta bölgesine bağılıdır ve kulak zarını orta kulak boşluğuna doğru içeri doğru çektiği için kulak zarının konik şeklinden sorumludur (Luers ve Hüttenbrink, 2016). Kemikçik zincirin ortancası olan incus ise malleusun medial kısmına bağılıdır. İncusun uzun kolu, incudo-stapedial eklemını oluşturur. İncus ve stapes arasındaki eklem, serttir ancak stapedius kasının kasılmasıyla eklem esnek hale gelir (Mason, 2013). Stapesin ise tabanı, iç kulağın oval penceresine dayanır. Stapesin taban plakasını çevreleyen esnek halka şeklindeki bağı, bir piston gibi oval pencereyi (fenestra vestibuli) içeri ve dışarı hareket etmesine yardımcı olur (Yost, 2000).

Orta kulakta iki küçük kas olan M. Tensor tympani ve M. Stapedius kasları bulunur. Tensor tympani kası, malleusun manubriumuna; Stapedius kası ise, stapesine bağılıdır. Tensor tympani kası, östaki borusunun girişine yakın olan orta kulak boşluğunun duvarı ile malleus arasında uzanır (Wever ve Vernon, 1955). Kasıldığında, malleusun manubriumunu içe doğru çeker ve timpanik membranın ses dalgasına karşı hassasiyetini artırır. Tensor tympani kası N. Trigemini'nin dalı tarafından innerve edilir. Stapedius kası vücudun en küçük çizgili kasıdır. Stapesi, piston benzeri hareketle oval pencereden çeker. Stapedius kası ise N. Facialis'in bir dalı olan N. Stapedius tarafından innerve edilir (Barozzi vd., 2021).

İki orta kulak kasının hareketi, akustik basıncın iletimini düzenlemede rol oynadığı düşünülmektedir. Yoğun sese tepki olarak kasların refleksif kasılması, kemikçik zincir iletim yolunun sertleşmesine ve akustik impedansta bir artış olur. Bu sebeple sesin iç kulağı iletiminde bir enerji azalımı olur. Bu orta kulak refleksi 80 dB'in üzerindeki sesler için oluşur ve sesin iç kulağı iletimini 30 dB'ye kadar azaltabilir (Yost, 2000). Refleks en çok 2 kHz'in altındaki alçak frekanslı sesler için etkilidir ve sese maruz kaldıktan sonra 30-150 ms gecikme ile gerçekleşir. Sonuç olarak orta kulak refleksi, iç kulağı uzun süreli, yüksek veya alçak frekanslı gürültü maruziyetine karşı bir koruma sağlar ancak refleksin gecikmesi nedeniyle, ani veya yüksek şiddetteki seslere karşı çok az koruma sağlar (Zakrisson ve Borg, 1974; Borg vd., 1983; Carmel ve Starr, 1963).

Stapedius kasının orta kulak refleksindeki ve gürültüye bağılı işitme kaybını azaltmadaki rolü, stapedius kasının felç olduğu (Bell paralizi olan) hastalarda gürültüye maruz

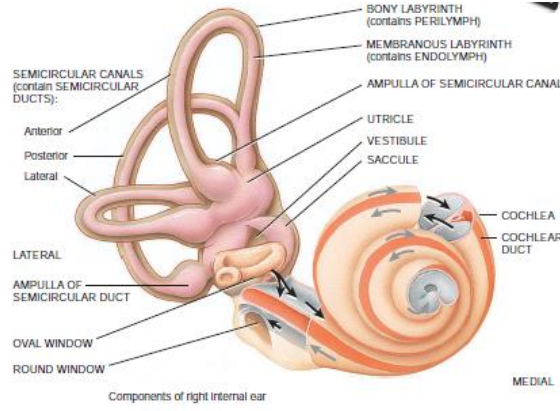
kalmanın ardından daha büyük bir işitme eşiği kaymasının ispat edilmesi ile stapedius kasının rolü vurgulanmıştır (Zakrisson vd., 1975).

Östaki tüpü (Eustachi tube), orta kulak boşluğunu nazofarenkse bağlayan kıkırdaklı bir yapıdan oluşmaktadır. Timpan boşluğundaki hava basıncını ortam basıncına eşitlemeye çalışır. Bu durum, östaki tüpünün açılmasıyla gerçekleştirilir. Erişkinlerde östaki tüpü 3,5 – 3,9 cm uzunluğundadır ve yatay düzleme yaklaşık 45 derece açıyla aşağı eğilir. Küçük çocuklarda östaki tüpü daha kısadır ve neredeyse daha yatay bir düzlemedir. Östaki tüpünün 1/3 dış kısmı kemikten 2/3 iç kısmı ise kıkırdaktan oluşmaktadır (Maltby, 2002; Moller, 2006).

Östaki tüpünün kıkırdaklı kısmı, solunum sırasında farenksteki basınç dalgalanmalarından dolayı orta kulağı kapatır ve orta kulak boşluğuna bireyin kendi sesinin iletimini azaltır. Östaki tüpünün içindeki mukoza, mukus üreten hücreler açısından zengindir. Östaki tüpünün açılmasının en yaygın yolu, tensör veli palatini kasının kasılmasıdır. Tensör veli palatini kası farinkste bulunur ve N. trigeminus sinirinin motor kısmı tarafından innerve edilir. Bu kas, yutma ve esneme sırasında doğal olarak açılır ve kapanır (Jenkins ve Tortora, 2013).

2.3.3. İç Kulak Anatomisi

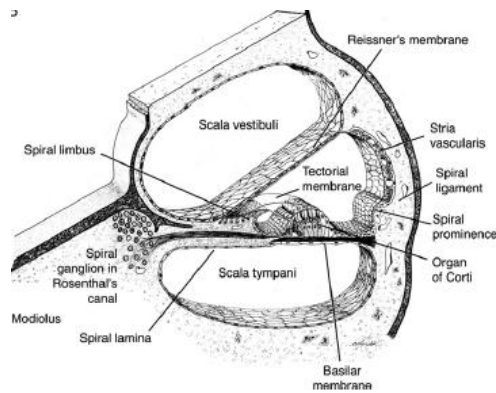
İç kulak, temporal kemiğin petröz kısmı olarak bilinen kafatasında bulunan bir yapıdır. Bu yapı labirent (labyrinthus) olarak adlandırılır. Şekil 5'te gösterilen iç kulak, kemikli bir labirentten (labyrinthus osseus) oluşur (Stach, 2010). Kemikli labirent içinde asılı duran, iç kulak duyu organlarını çevreleyen zarlı keseler ve kanallardan oluşan bir sistem olan membranöz labirent (labyrinthus membranaceus) vardır. Membranöz labirent, potasyum açısından zengin ve sodyum oranı düşük özel bir sıvı olan endolenf ile doldurulur (Roeser, 2013).



Şekil 5. İç kulak

Kaynak: Jenkins ve Tortora (2013)

Kemik labirent üç ana bölüme ayrılır: yarım daire kanalları (Canales Semicirculares), vestibül (Vestibulum) ve koklea (Cochlea). İlk iki bölüm, vestibüler sistem için duyu organlarını içerir. Vestibüler sistem, denge ve postürün korunmasına yardımcı olur (Bess ve Humes, 2009). Kemik labirent, oval ve yuvarlak pencereler aracılığıyla orta kulak ile iletişim kuran bir yapıdır. Medial olarak, tabanında yaklaşık 1 mm genişliğinde ve 4 mm yüksekliğinde olan işitme duyu organını içeren koklea vardır. Kokleanın ana eksenini modiulus oluşturur (Seikel vd., 2021). Modiolustan, koklear boşluğa ince bir kemik çıkıntı yapar. Bu kemik çıkıntı, spiral laminadır ve kokleayı Şekil 6'daki gibi bölümlere ayırır. Alt bölüm Scala Timpani olarak adlandırılır ve yuvarlak pencere aracılığıyla orta kulak boşluğu ile iletişim kurarken, üst bölüm ise Skala Vestibuli olarak adlandırılır ve oval pencereye açılır. Kokleanın tabanına bazal, üst kısmına ise apeks adı verilir (Dallos, 1973).



Şekil 6. Koklea'nın bir kesiti

Kaynak: Pickles (2012)

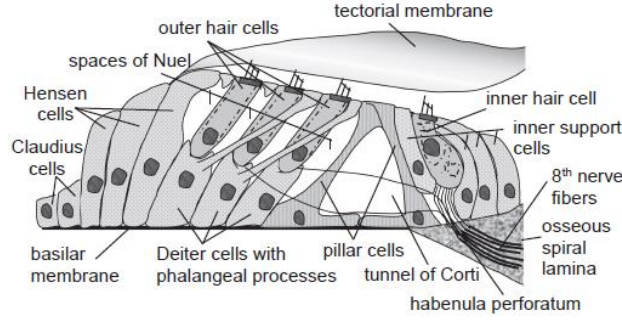
Kokleanın tepesinde, skala timpani ve skala vestibulyi birbirine bağlayan helikotrema adında küçük bir delik bulunur. Skala media ise Scala vestibuli ve Scala timpani arasında yer alır, endolenf adı verilen bir sıvı ile doludur. Skala vestibuli ve skala timpani ise, perilenf adı verilen farklı bir sıvı içerir (Bess ve Humes, 2009). Endolenf, hücre içi sıvıya çok benzer ve bu nedenle potasyum oranı yüksek ve sodyum oranı düşüktür; perilenf ise beyin omurilik sıvısına benzer ve tüm hücre dışı sıvılarda olduğu gibi sodyum oranı yüksek ve potasyum oranı düşüktür (Maltby, 2002). Reissner's membranı, skala media ile skala vestibulyi birbirinden ayıran bir zarıdır. Baziler membran ise, skala media ile skala timpaniyi birbirinden ayıran zarıdır (Moore, 2013).

Oval pencere, stapesin hareketi ile harekete geçirildiğinde, baziler membran boyunca bir basınç farkı uygulanır ve baziler membranın hareket etmesine neden olur. Baziler membran üzerindeki basınç farkı ve hareket modelinin gelişmesi ile biraz zaman alır ve baziler membranın uzunluğu boyunca değişir. Baziler membranın sinüzoidal uyarıya yanıtı, baziler membran boyunca bazaldan apikale doğru hareket eden bir hareket dalgası şeklini alır. Dalganın genliği önce artar, sonra bazal uçtan uzaklaştıkça aniden azalır. Böylece bazal membranın bazal ucu yüksek frekanslara, bazal membranın apikal ucu ise alçak frekanslara en iyi yanıtı verir (Jenkins ve Tortora, 2013; Stach, 2010).

Oval pencere, kemikçik zincirinin titreşiminin bir sonucu olarak titreştiğinde, skala vestibuli içinde bir dalga oluşur. Oval pencere stapes tarafından içe doğru itildiğinde, yuvarlak pencere iç kulak sıvısında artan basınç ile dışa doğru itilir. Stapesin tabanı oval pencerede ileri geri hareketi ile, koklea içindeki sıvılarda bir dalga oluşturur. Baziler membran boyunca oluşturulan bu dalga bazaldan apikale doğru ilerler (Bess ve Humes, 2009).

İşitmenin duyu organı olarak bilinen Corti organı skala media içerisinde baziler membranın üzerindedir. Corti, tüy hücreleri adı verilen birkaç bin duyu alıcı hücre içerir. Her saç hücrelerinin tepesinde çıkıntı yapan stereocilia vardır. Şekil 7'de gösterilen tüy hücreleri, Corti tüneli olarak bilinen bir kemer ile iki gruba ayrılır. Kemerin dışına yakın tarafında bulunanlar dış tüy hücreleri olarak bilinir ve üç sıra halinde dizilmişlerdir. Kemerin diğer tarafındaki tüylü hücreler tek bir sıra oluşturur ve iç tüylü hücreler olarak bilinir. İnsanlarda, her biri yaklaşık 12.000 dış tüy hücresi ve 3500 iç tüy hücresi vardır (Stach, 2010; Moore, 2013).

Jelatinimsi bir yapıya sahip olan tectorial membran, tüy hücrelerinin üzerinde yer alır. Dış tüylü hücrelerin stereocilia'sı tectorial membran ile temas halindedir, ancak iç tüylü hücreler için geçerli değildir. Baziler membran yukarı ve aşağı hareket ettiğinde baziler membran ile tectorial membran arasında bir kesme hareketi olmaktadır. Sonuç olarak, tüy hücrelerinin tepesindeki stereocilia yer değiştirirler (Pickles vd., 1987).



Şekil 7. Corti organı

Kaynak: Kramer ve Brown (2019)

İç tüy hücreleri, mekanik hareketleri nöral aktiviteye dönüştürmek için hareket eder ve stereocilia, uç bağlantıları adı verilen ince bağlantılar ile birleştirilir Stereosilyanın, bu bağlantılara gerilim uyguladığı ve iletim kanalları olarak adlandırılan kanalların açılmasına neden olduğu düşünülmektedir. Bu, saç hücresine doğru potasyum iyonlarının akışına yol açar ve bu sebeple saç hücresindeki voltaj farkını değiştirir. Bu durum nörotransmitterin salınmasına ve işitsel sinirin nöronlarındaki aksiyon potansiyellerinin başlamasına sebep olur (Gelfand, 2016).

Kokleadan işitsel sistemin üst seviyelerine bilgi taşıyan afferent nöronların yaklaşık %90-%95'i iç tüy hücrelerine bağlanır; her bir iç saç hücresi yaklaşık 20 nöronla temas halindedir. Böylece, seslerle ilgili bilgiler iç tüy hücreleri aracılığıyla iletilir (Spoendlin, 1975).

İşitme sisteminden kokleaya bilgi taşıyan yaklaşık 1800 efferent sinir lifi vardır ve bunların çoğu beyin sapının superior olivary kompleksinden kaynaklanır. Bu efferent liflerin çoğu dış tüy hücreleri ile temastadır ve bu sebeple onların aktivitelerini etkileyebilir (Maltby, 2002).

2.3.4. İşitme Siniri (N. Vestibulocochlearis)

Periferik sinir sistemindeki tüm sinir hücresi gövde gruplarına gangliyon, merkezi sinir sisteminde ise çekirdek denir. İşitsel sinir lifleri, spiral ganglionda bulunur ve kokleadaki tüy hücreleri ile koklear çekirdeği arasında doğrudan sinaptik bir bağlantı sağlar. İnsanlarda her kulakta yaklaşık 30.000 civarında lif bulunur. İşitme sinir liflerinin çok büyük çoğunluğu sinaptik temaslarını doğrudan ve yalnızca iç tüy hücreleriyle yapar (Spendlin, 1972).

Yüksek frekanslı lifler koklea tabanındaki tüy hücrelerinden gelirken, alçak frekanslı lifler apeksi besler. Sinir lifleri, beyin sapına giderken kokleanın çekirdeğinden çıkar ve bir düzen sağlarlar. İşitme sinirinin koklear dalını oluşturan sinir demeti lifleri, yüksek frekanslara sahip lifler çevresinde yer alacak şekilde düzenlenirken, alçak frekanslara sahip lifler koklear sinirin çekirdeğini oluşturur. Böylece, her bir karakteristik frekans, sinir demeti içindeki bir yere karşılık gelir. Bu özelliğe tonotopik organizasyon denir (Aitkin vd., 1970).

Spiral gangliyonun sinir lifleri birleşerek koklear siniri oluşturur ve beyin sapına girmek için iç kulak kanalından (meatus acusticus internus) geçer. Buradan sinir ikiye ayrılarak ventral ve dorsal koklear çekirdeklerde sonlanır. Bu çekirdeklerden gelen liflerin çoğu, karşı yarımkürenin superior olivary çekirdeğine geçer. Yol, lateral lemniskus, inferior colliculus, medial geniculate body ve ardından işitsel korteks ile devam eder (Maltby, 2002).

2.4. Periferik İşitme Sisteminin Fizyolojisi

2.4.1. Dış Kulak Fizyolojisi

Dış kulak, kulak zarına ulaşmadan önce gelen sesi değiştirir. Kulak kepçesi, hareket etmese bile, şekli nedeniyle ses spektrumlarını değiştirebilir. Bu spektral varyasyonlar öncelikle yüksek frekansları etkiler ve bu varyasyonlar özellikle önden ve arkadan gelen ses lokalizasyonu için bazı ipuçları sağlayabilir (Hofman ve Van Opstal, 2003). Dış kulak aynı zamanda rezonans mekanizması aracılığıyla timpanik membrana iletilen ses basıncını da yükseltir. Dış kulak kanalının rezonans frekansı, sesin dalga boyu ile kanalın uzunluğu arasındaki ilişkiye bağlıdır. Kulak kanalının 1500 ile 3000 Hz arasındaki

frekansların güçlendirilmesi için en önemli yer olduğu, konka'nın ise 4500 ile 6000 Hz arasındaki sesleri yükselterek bu frekanslarda işitmenin duyarlılığına katkıda bulunur. Genel olarak, dış kulağın tüm bölümlerinden gelen rezonansların toplam etkisi, 1500 ile 7000 Hz frekans aralığında kulak zarında yaklaşık 15 ile 20 dB'lik genlikte bir kazanç artışı sağlar (Wiener ve Ross, 1946; Middlebrooks ve Green, 1991).

2.4.2. Orta Kulak Fizyolojisi

Orta kulak, kulak zarına çarpan akustik titreşimleri kemikçik zincirinin mekanik titreşimlerine dönüştüren mekanik bir sistemdir. Kemikçik zincir, kulak zarından alınan titreşimleri doğrudan fenestra vestibuliye iletir. Enerji, kulak zarı ve kemikçik zincirinin mekanik titreşimlerine ve daha sonra oval ve yuvarlak pencere membranlarının karşılıklı içeri ve dışarı hareketlerinden sıvı dolu kokleaya iletilen hidromekanik titreşimlere dönüşür. Orta kulak, mekanik titreşimleri oval pencereye yönlendirmenin yanı sıra, oval penceredeki ses basınçlarının timpanik membrana çarpan ses basınçlarından daha büyük mekanik bir amplifikatör şeklinde tasarlanmıştır. Orta kulağın oval pencerede sesi yükseltmesinin üç yolu vardır (Kramer ve Brown, 2019; Dallos, 1973).

Birinci yol kulak zarının alanı, stapesin taban alanından daha büyüktür. Timpanik membran üzerinde toplanan kuvvetler bu nedenle daha küçük bir alanda yoğunlaşarak oval penceredeki basıncı artırır. Bundan dolayı da oval pencerede ses basıncında yaklaşık 25 dB'lik bir artış (kazanç) olacaktır (Pickles, 2012).

Orta kulağın ikinci mekanik kuvvetlendirme mekanizmasına timpanik membranın şeklinden kaynaklanan bir avantaj vardır. Zarın şeklinden kaynaklanan avantaj, basıncı yaklaşık iki kat artırır bu da oval pencerede basınçta yaklaşık 6 dB'lik bir artışa eşdeğer olmaktadır (Bess ve Humes, 2009).

Üçüncü orta kulak güçlendirme mekanizmasına katkı, kemikçiklerin kaldıraç hareketinden kaynaklanır. İncusun kolu malleusun kolundan daha kısadır bu sebeple kuvveti artıran ve hızı azaltan bir kaldıraç hareketi üretir. Kaldıraç avantajı için, oval penceredeki basıncın kulak zarındakinden yaklaşık 1,3 kat daha fazla olduğu düşünülmektedir, bu oval penceredeki basınçta yaklaşık 2,2 dB'lik bir artışa (kazanç) eşdeğer olacaktır (Martin ve Clark, 2012; Moller, 2006).

Orta kulağın mekanik avantajlarının üçü de göz önüne alındığında, oval penceredeki basınçta timpanik membrandaki basınca kıyasla yaklaşık 33 dB'lik bir artış (kazanç) olmaktadır. Hava-sıvı empedans uyumsuzluğu nedeniyle oluşacak ses basıncındaki kayıp, orta kulağın mekanik kuvvetlendirici etkileri ile aşılmaktadır. Orta kulak amplifikasyonu, dış kulaktan amplifikasyon ile birleştirildiğinde, özellikle konuşma seslerinin algılanması ve tanınması için en önemli olan frekanslar için oldukça geniş bir frekans aralığı için kokleaya etkili bir ses basıncı transferi olur (Maltby, 2002; Hall, 2014; Goelzer vd., 2001).

Orta kulak stapedius kası, akustik refleks veya orta kulak refleksi olarak adlandırılan yüksek seslere (80 dB SPL'den büyük) yanıt olarak kasılır. Orta kulak kas kasılmaları, kemikçik zincirinin hareketini azaltır bu da oval pencereye gelen seslerin basıncını düşürür. Akustik refleks, oval pencereye iletilen basıncı 10 ile 20 dB SPL kadar azaltabilir ancak, yalnızca alçak frekanslar için bir azalma olur (Reger, 1960). Bu sebeple akustik refleks, aşırı gürültüye maruz kalmaktan tipik olarak zarar gören orta ila yüksek frekanslarda yardım sağlayabilir. Orta kulak kaslarının kasılması yaklaşık 20 ile 100 ms sürmesi ve ani seslere maruz kalma sırasında kasılmayı sürdüremeyebilir (Moller, 1958); bu nedenle, akustik refleks, özellikle silah sesleri, patlamalar veya yüksek çarpma sesleri gibi dürtüsel tip sesler için pek koruyucu bir role sahip olmayabilir. Akustik refleksin rolü, yüksek ses yoğunluklarında meydana gelebilecek kemikçik zincirinin hareketi içindeki bozulmayı azaltabilmesidir (Borg ve Counter, 1989).

Akustik refleks sinir yolları; dış kulak, orta kulak, iç kulak, 8. kranial sinir, koklear çekirdekler, süperior olivary kompleks ve N. facialisin sinirin motor çekirdeğini içerir. Akustik refleks yolu iki taraflıdır, bu sayede bir kulağa girdi, aynı taraf ve karşı taraf yoluyla her iki kulakta da stapedius kasının kasılmasına neden olur. Akustik refleks ölçümleri, çeşitli işitsel bozuklukların değerlendirilmesinde çok faydalıdır (Mukerji vd., 2010; Gelfand, 2016).

2.4.3. İç Kulak Fizyolojisi

Hava-sıvı empedans uyumsuzluğu kokleada enerji kaybına neden olur. Bu sebeple, hem dış kulağın hem de orta kulağın önemli işlevlerinden biri, bu empedans uyumsuzluğunun

üstesinden gelmek ve böylece sıvı dolu kokleaya daha verimli bir enerji aktarımı sağlamaktır (Davis, 1958).

İç kulağın işlevi, gelen titreşimleri sinirsel uyarılara dönüştürmektir. Bunu yaparken aynı zamanda sesin frekans (perde) ve yoğunluk (ses yüksekliği) analizini de üretir. Baziler membranın uzunluğu boyunca her yer, bazal uçta yüksek frekans yanıtı ve apikal uçta alçak frekans yanıtı ile kendi karakteristik frekans yapısına sahiptir. Aynı zamanda, oval pencereye stapes hareketiyle gelen bir ses, tüm frekans bileşenlerin durduğu ve daha fazla ilerlemedikleri rezonans yerlerine ulaşana kadar baziler membran boyunca ilerleyen bir dalga hareketi olarak ilerler. Beyin, baziler membran üzerinde ilerleyen dalga yüksek frekanslı rezonans tepkisi olan yerlerden geçerken alçak frekans bilgisi lehine, yüksek frekans bilgisini bastırmak zorundadır (Dallos 1981; Goelzer vd., 2001).

Dış tüy hücreleri ilerleyen dalga tarafından uyarıldıklarında aktif olarak tepki verirler ve fiziksel olarak kasılırlar. Hem Reissner membranına hem de baziler membrana bağlı olduklarından, maksimum uyarım noktasında hareket eden dalgayı güçlendirirler. Güçlendirilen hareket, iç tüy hücrelerine iletilir. Dış tüy hücreleri hasar görürse, düşük seslere tepki olarak kasılmazlar bu sebeple iç tüy hücreleri uyarılmaz. Bu, düşük yoğunluklu ses için bir işitme kaybı oluşur. Ses daha yoğunsa, iç tüy hücreleri doğrudan uyarılır ve normal tepki verirler, böylece daha yüksek sesleri işitme yeteneğinde bir kayıp olmaz (Plack, 2014; Hall, 2014).

İç tüy hücreleri, dış tüy hücrelerinden daha serttir; yaşlanma, gürültü veya çoğu ototoksik ilaç nedeniyle zarar görme olasılığı azdır. Bu sebeple yaşlanma, gürültü ve ototoksik ilaçlar genellikle dış tüy hücrelerinde bir işitme kaybına neden olur. Kulağın yaklaşık 3000 ile 4000 Hz arasındaki seslere en duyarlı olduğu bölgedir. Böylece, en yoğun uyarı bu frekanslarda üretilir ve bu frekanslara yanıt veren dış tüy hücreleri, hasar görme riski en fazladır. Yüksek seslere uzun süre maruz kalmak bu tüy hücrelerine zarar verir ve bu nedenle ilk olarak 3 ila 4 kHz'de meydana gelen gürültüden kaynaklanan işitme kaybını açıklar (Goelzer vd., 2001).

2.5. Gürültü

Gürültü, herhangi bir frekanstaki seslerin akustik bir karışımı olan fiziksel bir olgu olarak tanımlanmaktadır (Taxini ve Guida, 2013). Bir başka tanıma göre ise yalnızca istenmeyen

ses olarak da tanımlanır. İnsanlar, gece ve gündüz saatlerinde herhangi bir gürültüye maruz kalabilirler. Gün boyunca gürültüye maruz kalmak çeşitli aktiviteleri engelleyebilir ve rahatsızlığa neden olabilir (Crocker, 2007). Gürültü, en önemli iş ve çevre sağlığı tehlikelerinden biridir (Hong vd., 2013c). Günlük hayatta gürültü bakımından tehlikeli araçlar, sirenler veya elektrikli aletlere maruz kalmak ise kaçınılmazdır (Kirchner vd., 2012).

Ses kaynağını, sesin iletim yolunu veya ses alıcısının değiştirilmesi ile birlikte gürültü bir miktar kontrol altına alınabilir (Barron, 2003). Kontrol altına alınamayan gürültü ise, bir bireyde işitme kaybına neden olabilir (Kling vd, 2012). Bazen gürültüden kaynaklı işitme kaybına ek olarak, kimyasal maddeye de maruz kalınması bireyde zararlı bir sinerjik etkiye sebep olabilir (Campo vd., 2013).

Çevresel gürültü, herkesin dinleme becerisinde olumsuz bir etkiye sahip olabilir ama en çok çocukların dinleme ve öğrenme becerilerine müdahale eder (Paul ve Whitelaw, 2011). Çevresel gürültü, toplum toleransını da etkiler özellikle ortam veya arka plandaki gürültü seviyesi çok düşük olduğu durumlarda, birey gürültüden çok daha fazla rahatsız olabilir (Barron, 2003).

2.5.1. Gürültüye Bağlı İşitme Kaybı (GBİK)

Gürültüye bağlı işitme kaybı (GBİK), dünya çapında önemli bir iş sağlığı sorunudur. Dünya Sağlık Örgütü, yetişkinlerde işitme kaybına neden olan işitme kaybının %16'sının gürültüye maruz kalma ile ilişkili olduğunu bildirmiştir (Nelson vd., 2005). GBİK, genel olarak işitme kaybının bir alt kümesi olarak da gözden kaçabilir. Oldukça yaygın olan bir durum gibi görünmektedir ancak genellikle hafif derecede bir işitme kaybı gözlemlenir. GBİK, işitme kayıplı bireylerin iletişimine müdahale ederek sosyal bütünleşmelerini, öz imajlarını, yaşam kalitelerini ve kişisel güvenliklerini önemli ölçüde etkiler (Hong vd., 2013b).

İşitme kaybı, yalnızca işitme kaybı olan bireyleri değil, aynı zamanda iş arkadaşlarını, aile üyelerini ve bir bütün olarak toplumu da etkiler (Hong vd., 2012). Nelson vd. (2005) yaptıkları bir çalışmada mesleki olarak gürültüye maruz kalmanın etkileri; erkeklere göre kadınlarda daha büyük olduğunu ve gelişmekte olan ülkelerde GBİK'nin görülme riskini

daha yüksek olduğunu bulmuşlardır. Mesleki GBİK'nin yükü genellikle dünyanın daha az gelişmiş bölgelerinde yüksek olduğu gözlemlenmiştir (s. 14).

Gürültüye maruz kalmayla ilişkili işitme bozukluğu, erken bebeklik dönemi de dahil olmak üzere herhangi bir yaşta ortaya çıkabilir ve genellikle konuşmayı anlamada güçlük ve kulak çınlaması ile karakterize olabilir. Mesleki olarak gürültüye bağlı işitme kaybı genellikle; itfaiyeciler, polis memurları, askeri personel, inşaat ve fabrika işçileri, müzisyenler, çiftçiler ve kamyon şoförlerinde görülmektedir. Canlı veya kaydedilmiş yüksek sesli bir müzik, eğlence araçları, uçaklar, çim bakım ekipmanları, ağaç kesme aletleri, bazı ev aletleri ve motorlu testereler, mesleki olmayan gürültü kaynaklarına örnektir (National Institutes of Health Consensus Development Panel, 1990).

Bazı bireylerin GBİK'ye diğerlerinden daha duyarlı olmasının nedeni tam olarak bilinmese de yaş, önceden geçirilmiş bir sensörinöral işitme kaybı, sigara kullanımı, ototoksik ilaç kullanımı, tip 2 diyabet ve hipertansiyon gibi çeşitli faktörler etkileyebilir. İç kulağa zarar verebilecek düzeyde gürültüye maruz kalmak, kalıcı sensörinöral işitme kaybına neden olabilir (Miller, 1974). Bu tür kayıp, özellikle mesleki (endüstriyel makineler) veya eğlence amaçlı (ateşli silahlar) işitmeye zarar verebilecek düzeyde gürültüye maruz kalan bireylerde yaygındır. Bu gürültü seviyeleri, gürültünün türüne ve zaman içindeki desibel seviyesine bağlı olarak değişmektedir. Kayıp, bir kerelik maruziyetten veya uzun bir süre boyunca tekrarlanan maruziyetlerden kaynaklanabilir (Gelfand, 2016).

Günde 8 saat 85 dB(A)'lık bir gürültü kaynağına maruz kalan bireylerde işitme kaybının görülme riski vardır. 85 dB(A)'nın üzerindeki her 3 dB için, izin verilen gürültüye maruz kalma süresi yarıya indirilir. Tablo 1'de şiddet seviyelerine göre izin verilen maksimum süreler gösterilmiştir.

Tablo 1. OSHA'a (1983) ve NIOSH'a (1998) göre izin verilen maksimum gürültü maruziyetleri

Maksimum Şiddet Seviyesi dB(A)	OSHA (1983)	NIOSH (1998)
85		8 saat
88		4 saat
90	8 saat	2 saat 31 dakika
92	6 saat	1 saat 35 dakika
95	4 saat	47 dakika 37 saniye
97	3 saat	30 dakika
100	2 saat	15 dakika
102	1 saat 30 dakika	9 dakika 27 saniye
105	1 saat	4 dakika 43 saniye
110	30 dakika	1 dakika 29 saniye
115	15 dakika	28 saniye

Kaynak: Gelfand (2016).

Kulaklık ile müzik dinlemek veya video oyunlarındaki yüksek sese uzun süre maruz kalınması çocuklarda ve gençlerde GBİK'nin görülme riskini arttırmaktadır (National Institutes of Health Consensus Development Panel, 1990). GBİK, iç kulaktaki duyuşal tüy hücrelerine yavaş yavaş ve geri döndürülemez şekilde zarar verir. Bu hasar; ağrı, kanama veya şekil bozukluğu gibi belirgin semptomlar göstermez ve genellikle etkilenen bireyler tarafından iletişim bozulana kadar fark edilmez (Hong vd., 2008).

Gürültüye bağılı işitme kaybının bazı ototoksik ilaçlar tarafından çok daha kötü hale gelmesi de mümkündür, aşırı gürültü varlığında ilaçlar alındığında işitmede daha fazla zarar görülebilir (Campo vd., 2013). Akustik travma durumunda ise, ani, keskin, çok yüksek bir gürültü tüm iç kulak sistemini o kadar şiddetli titreştirir ki; bağlantılar bozulur, koklear yapılar bozabilir ve baziler membrandaki tüy hücreleri zarar görebilir (Corwin ve Cotanche, 1988). Kalıcı hasar üretebilen çoğu ses günde sekiz saat boyunca meydana gelen yüksek yoğunluklu gürültülerdir. Bu tür gürültü kaynaklı işitme kaybı, örneğin rock müzisyenleri arasında oldukça yaygındır. Hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalarda, yüksek gürültüye kısa aralıklarla maruz kalmanın, sürekli maruz kalmaya göre daha az geçici ya da kalıcı işitme kaybı ve daha az koklear hasar ürettiği gözlemlenmiştir (Clark vd., 1987; Pourbakht ve Yamasoba, 2003). Ayrıca kokleada gürültü kaynaklı hasar olması, vestibüler fonksiyon bozukluğu ve baş dönmesiyle de sonuçlanabilir (Le vd., 2017).

Gürültüye maruz kalmanın, fiziksel ve zihinsel performans üzerinde olumsuz etkilere sahip olabileceği bir süredir bilinmektedir. Bunlar arasında uyku paraziti, stres ve anksiyete, irkilme tepkileri, kalp atışı, solunum düzeninde, mide bağırsak hareketliliğinde ve sindirim salgılarında değişiklikler, periferik kan damarlarında daralma, çok yoğun seslerle vestibüler rahatsızlıklar, dikkat dağınıklığı, kardiyovasküler, vestibüler ve kulak burun boğaz bozuklukları insidansında artış, göreceli olarak daha düşük okul performansı gibi faktörler bireyi olumsuz yönde etkilemektedir (Miller, 1974; Cohen ve Weinstein, 1981; Kluizenaar, 2015). Ayrıca GBİK yaşayan bireyler, sesin yönünü ve mesafesini ölçme yeteneği olan ses lokalizasyonunda da azalmış performans gösterebilirler. Sesleri lokalize etme yeteneğinin bozulması özellikle itfaiyeciler ve diğer kamu güvenliği çalışanları gibi belirli işçi grupları için kritik öneme sahiptir (Hong vd., 2013c).

Düzenli odyometrik test takibinin yapılması, işitme kaybını yıldan yıla izlemeyi mümkün kılar, böylece gürültüye bağlı işitme kaybını önlemek için erken bir müdahale yapılmış olur (Hong ve Samo, 2007). İşitme kaybı, saf ses odyometri testi ile ölçülür. Eksiksiz değerlendirme olması için, konuşmayı anlama testi ve immitansmetrik ölçümler de dahil edilmelidir. Saf ses odyometri testi ayrıca endüstriyel işitme koruma programlarında tehlikeli ses seviyelerine karşı yeterli korumanın sağlanıp sağlanmadığını belirlemek için de kullanılır (National Institutes of Health Consensus Development Panel, 1990).

Çalışan bireyler 85 dB(A) ve üzeri gürültü seviyelerine maruz kaldıktan sonraki ilk 6 ay içinde temel bir odyograma sahip olmaları gerekir. Geçici eşik kaymasının (GEK) odyogram üzerindeki etkilerini en aza indirmek için, çalışan bireyler testten en az 14 saat önce iş yerindeki gürültüye maruz kalmamalı ve bu süre boyunca da mesleki olmayan gürültü maruziyetlerinden kaçınmaları tavsiye edilmelidir (Gelfand, 2016).

Gürültüye bağlı işitme kayıplarında, saf ses odyometre testinde 3, 4 veya 6 kHz frekanslarında hem hava hem de kemik yolu ölçümlerinde bir veya her iki kulakta eşik 25 dB(HL)'nin üzerinde görülebilir. Gürültüye bağlı işitme kaybı genellikle çentik şeklinde yüksek frekanslı sensörinöral bir işitme kaybı ile karakterizedir ve 4000 Hz'de daha fazladır ancak çentik 3000 veya 6000 Hz'de de meydana gelebilir. 3000 ve 6000 Hz bölgesindeki çentiğin nedeni kesin olarak belirlenememiştir (Taxini ve Guida, 2013). Bu bölgenin kokleanın biyolojisi ve mekanikliği nedeniyle hasara en duyarlı olduğu bölge olması sebebiyle en çok bu bölgenin etkilenmesi beklenebilir. Gürültü veya yaşlanmadan

kaynaklanan ek işitme kaybı ile birlikte 8.000 Hz'deki eşik de kötüleşebilir. GBİK iki taraflı ve az çok simetrik olma eğilimindedir ama genelde bir kulak diğerinden daha fazla gürültüye maruz kalmaktadır (Bess ve Humes, 2009).

Konuşmadaki enerjinin büyük bir kısmı alçak frekans aralığında bulunurken, bir konuşma sesini diğerinden ayırt etmek için gereken bilgilerin çoğu yüksek frekanslarda bulunur. Yüksek frekanslardaki bir işitme kaybı ile önemli olan konuşma bilgileri genellikle duyulmaz veya kullanılamaz. Arka plan gürültüsü, birbiriyle yarışan sesler veya yankı gibi sesler, işitme engelli bir bireyin alıcı dildeki iletişim yeteneğini daha da azaltabilir (National Institutes of Health Consensus Development Panel, 1990).

2.5.2. Gürültünün İşitme Mekanizmasına Etkisi

Hemen hemen herkes, yüksek sesli müzik, inşaat gürültüsü, çim biçme makineleri, metro vb. gibi yüksek ses seviyelerine maruz kaldıktan sonra geçici bir işitme kaybı yaşar. İşitme duyarlılığındaki bu kısa süreli azalma, doğası gereği sensörinöraldır ve geçici eşik kayması olarak adlandırılır. GEK, yüksek ses seviyelerine maruz kaldıktan sonra meydana gelen ve işitme hassasiyetindeki bir değişikliktir. Geçici eşik kaymasından sonrası işitme kaybı 24-48 saat içinde tamamen iyileşebilir. Sesin şiddeti ve süresi arttıkça GEK'nin boyutu büyür ve iyileşme süresi uzar. GEK ile ilişkili yapısal değişiklikler duyu hücrelerinde (saç hücreleri) hücre içi değişiklikleri ve işitsel sinir uçlarının şişmesini içerebilir. Potansiyel olarak geri döndürülebilir etkiler ise vasküler değişiklikler, metabolik yorgunluk ve saç hücrelerindeki kimyasal değişikliklerdir. GEK tamamen düzelmediğinde, yani işitme hassasiyeti normale dönmediğinde kalıcı bir eşik kayması mevcuttur (Miller, 1974; Clark, 1991; Melnick, 1991; Kujawa ve Liberman, 2009).

Sirenler ve silah sesleri gibi tek taraflı gürültü kaynakları, etkilenen kulakta asimetric işitme kaybına neden olabilir. Asimetric kayıp vakalarını değerlendirirken, kaybı gürültüye bağlamadan önce akustik nörinom gibi bir retrokoklear lezyonu ekarte etmek gereklidir (Kirchner vd., 2012). Gürültülü ortamlarda çalışan işçiler için ise düzenli odyometrik ölçümlerin yapılması önemlidir. Bu sayede bir işçinin işitme duyusunun, zaman içinde gürültüden etkilenip etkilenmediği bilinir (OSHA, 2002).

GBİK'nin odyogram görüntüsü (gürültü çentiği) Tablo 2'de verilen genellikle 3, 4 veya 6 kHz'deki frekansların etkilenmesini içerir (Niskar vd., 2001). İşitme kaybı tipik olarak

4000 Hz'de bir çentik olarak başlar ve gürültüye maruz kalma devam ettikçe, çentik daha geniş bir frekans aralığını içerecek şekilde genişler. Ancak en belirgin şekil 4000 Hz'de oluşur. GBİK, tipik olarak yüksek frekanslı sesleri duymayı zorlaştırır (Taylor vd., 1965).

Tablo 2. Gürültü çentiğinin odyogram görüntüsü

Frekans	Eşik
500 ve 1000 Hz	15 dB HL'den daha iyi
3000,4000 ve 6000 Hz	500 ve 1000 Hz'deki eşikten 15 dB HL daha kötü
3000,4000 ve 6000 Hz	8000 Hz'deki eşikten 10 dB HL daha kötü

Kaynak: Niskar vd. (2001).

Thiery ve Meyer-Bisch (1988) otomobil üretim tesisinde bir çalışma yapmışlardır. Otomotiv çalışanları, 87 ile 90 dB(A) arasında değişen sürekli ve darbeli bir gürültüye 8 saat boyunca maruz kalmışlar. Dokuz yıl boyunca devam eden gürültü maruziyetinden sonra işçilerin odyogramdaki işitme eşikleri, aralıklı gürültüye maruz kalan işçilere göre 6000 Hz'te daha fazla bir işitme kaybı göstermişlerdir (s. 654).

Orta kulak kasları (m. stapedius ve m. tensör timpani) yüksek ses seviyelerinde kasılması, belirli koşullar altında orta kulak kemikçiklerinin titreşimlerinde azalmaya yol açar. "Akustik refleks" olarak bilinen bu etki, iç kulağı aşırı gürültü hasarından korumak için orta kulaktaki kaslar kasılır. Stapedius kasının kasılma süreci, orta kulak iletiminde bir azalmaya ve aynı zamanda orta kulağın rezonansında da bir artışa neden olur (Salvi vd., 1986). İç kulağı gürültüye karşı korumada stapedius refleksinin, önemli bir rol oynadığı ileri sürülür. Gürültüye maruz kalmanın hem işitme duyarlılığını hem de eşik ve genlik gibi stapedius refleks parametrelerini baskıladığı düşünülmektedir (Zakrisson ve Borg, 1974). Yapılan bir araştırma sonucunda hem hayvan hem de insanlarda, stapedius refleksi olmadığında gürültüye maruz kalma nedeniyle işitme kaybı miktarının daha büyük olduğu ve etkilenen frekans aralığının daha geniş bir aralık olduğuna dair kanıtlar bulunmuştur. Stapedius refleksin işlevi ile gürültüye bağlı işitme kaybına duyarlılık arasındaki olası ilişkiyi araştıran bir grup, belirli bir süre boyunca gürültüye maruz kalmış bir popülasyonda stapedius refleks parametrelerinin sistematik bir retrospektif çalışmasını yapmışlardır. Bu araştırma sonucu da stapedius refleksinin işitme kaybı açısından önemli bir faktör olabileceğini göstermektedir (Borg, 1968).

Aşırı gürültüden kaynaklanan işitme hasarı, öncelikle koklea'da meydana gelir. Ayrıca aşırı gürültü, koklear sıvıdaki enzimleri, enerji kaynaklarını azaltabilir ve tüy hücrelerinin beslenmesini sağlayan koklear mekanizmanın yapısını değiştirebilir. Gürültüye maruz kalma devam ettikçe, tüy hücreleri üzerindeki stres artar, hücrelerin üstündeki minik tüyler birbirine kaynaşır, tüy hücreleri parçalanır ve sonunda tüy hücrelerine giden sinir lifleri kaybolur. Bu noktada saç hücreleri yenilenmediği için, hasar kalıcıdır (Turkington ve Sussman, 2004; Gelfand, 2016). Hem dış hem de iç tüy hücreleri gürültüden zarar görür ancak dış tüy hücreleri gürültüye karşı daha hassastır. Bu bağlamda, serbest radikallerin birikmesiyle ilişkili oksidatif stresin, gürültüye bağlı işitme kaybında bir faktör olarak tanımlandığına dikkat edilmelidir (Henderson vd., 2006).

Gürültü, çoğunlukla çevresel işitsel reseptörde, kokleada ve nadiren işitsel sinir yollarında mekanik ve metabolik hasara neden olan fiziksel bir faktördür. Buna karşılık, kan dolaşımındaki kimyasallar ya kan labirent bariyerinden kokleaya ya da kan-beyin bariyerinden geçerek n. vestibulocochlearis ve merkezi sinir sistemine ulaşır. Gürültü, kimyasallar ve ağır metaller gibi ototravmatik ajanlara çevresel ve mesleki ortamlarda maruz kalmak, işitme kaybında kritik bir faktörü oluşturmaktadır. Ayrıca, bu ototravmatik ajanların bazıları arasında sinerjistik etkileşim, bireylerde işitsel disfonksiyonu güçlendirebilir (Jamesdaniel vd., 2019). İşitme kaybına ek olarak, bu tür ototravmatik ajanlara mesleki olarak maruz kalmak, herhangi bir dış sesin yokluğunda genellikle kulaklarda çınlama sesi ile karakterize olan kulak çınlamasına da yol açabilir. Kulak çınlamasının, yaşlanmanın yanı sıra gürültüye maruz kalmanın neden olduğu duyusal nöral işitme kaybına da sıklıkla eşlik eder. Koklea, normal işitsel sinyallerin yokluğunda merkezi işitsel sistem, anormal nöroplastik değişikliklere uğrar ve kulak çınlamasına neden olabilir (Henry vd., 2014).

Gürültüye ek olarak, partikül madde, çözücüler ve metal dumanlardan etkilenmek, alçak frekanslardaki işitme eşiklerinde azalmalara sebep olabilir (Flamme vd., 2019). Sigara içmek de benzer bir rol oynayabilir (Cruickshanks vd., 1998). Karbon monoksit gibi bilinen nörotoksinler, gürültü ile sinerjik olarak hareket ederek işitme kaybına neden olabilir. Ferrit ve Santana (2005) yaptıkları çalışmada sigara içenlerde işitme kaybının daha belirgin olduğunu bulmuşlardır (s. 48). Sonuç olarak gürültüye aşırı maruz kalma olsun ya da olmasın, ototoksik maddelere maruz kalmak işitme kaybı ve kulak çınlaması ile ilişkilidir (Hong vd., 2008; Castellanos ve Fuente, 2016).

2.5.3. Gürültü Ölçümünde Kullanılan Enstrümantasyonlar

İnsan kulağı tüm frekanslarda veya yoğunluklarda eşit derecede hassas olmadığı için bir dizi ölçek kullanılır. Kullanılan desibel ölçekleri arasında dB(A), dB(B), dB(C), dB(D) ve dB HL bulunur. Odyometrik testler için dB(A) ve dB HL ölçekleri önemlidir. dB HL ölçeği, seslerin hava iletimli kulaklıklar veya kemik iletimli dönüştürücüler aracılığıyla tek kulaktan sunulduğu durumlarda kullanılır (Barron, 2003). dB(A) ölçeği, bir odada ses seviyesi serbest alan olarak sunulduğunda kullanılır. İki ölçek çok benzerdir ancak dB(A) ölçeği, dB HL değerlerinden yaklaşık 4 dB daha büyük değerler sağlar. Çevresel gürültünün şiddetini değerlendirilmesi gereken durumlarda, basit bir ses seviyesi ölçeği kullanarak yalnızca genel ses basıncı seviyesini veya A ağırlıklı seviyeyi ölçmemiz gerekebilir. Gürültünün daha ayrıntılı bir analizine ihtiyaç duyulan durumlar vardır. Bu durumlarda oktav bandı veya 1/3 oktav bandı ses seviyesi ölçümleri yapılabilir. Giriş verilerini işlemek için mikro işlemcilerin kullanıldığı bir akustik spektrum analizörü, tercih edilen araç olabilir. Gürültüye maruz kalma yönetmeliklerine uygunluğun doğrulanması için, gürültü maruziyetini ölçmek ve kaydetmek için dozimetreler ve sound level meter cihazları kullanılabilir (Maltby, 2002; National Institutes of Health Consensus Development Panel, 1990).

2.5.3.1. Dozimetre

Gürültü seviyeleri sürekli olduğunda ve bireyin sabit kalma durumunda, bir ses seviyesi ölçeği ile gürültüyü ölçmek nispeten basittir. Gürültü seviyeleri değişken veya aralıklı olduğunda ve birey sık sık hareket ettiğinde bireyin maruz kaldığı gürültüyü ölçmek için bir gürültü dozimetresi tercih edilir (NIOSH, 1998). Şekil 8'de gösterilen gürültü dozimetreleri, tüm iş günü boyunca biriken sese maruz kalma miktarını kaydetmek için kullanılan ses ölçüm cihazlarıdır. Bir dozimetre, belirli bir süre boyunca gürültüye maruz kalma ölçümünü basitleştirmek ve otomatikleştirmek için değiştirilmiş bir ses seviyesi ölçeği olarak düşünülebilir. Kişisel gürültüye maruz kalma ölçümleri, bir çalışanın iş günü boyunca dozimetreyi takmasıyla elde edilir. Bu durumda, dozimetre tipik olarak mikrofonu omzunun üstünde veya belki de vücudunun başka bir yerinde bulunan kimerde taşır (Byrne ve Reeves 2008).



Şekil 8. Dozimetre cihazı

Kaynak: Gelfand (2016)

Alan ses maruziyeti ölçümleri, dozimetreyi çalışma ortamında uygun bir yere yerleştirilerek elde edilebilir. Çoğu dozimetre çok geniş bir dinamik aralığına sahiptir, bu da maruz kalma ölçümlerine geniş bir yoğunluk seviyesi aralığını entegre edebildikleri anlamına gelir (Gelfand, 2016). Dozimetre, endüstriyel bir ortamda çalışanların birikmiş gürültü maruziyetini ölçmek için geliştirilmiş bir araçtır. Dozimetre, işçiler tarafından normal iş akışı sırasında taşınabilen entegre bir cihazdır. Bazı birimlerin, verileri indirmeden önce birkaç işçiyi izlemek için kullanılmasına izin vermek için ayrı depolama kayıtları vardır. Tipik bir dozimetrenin çıktısı, dB(A) birimi cinsinden toplam gürültüye maruz kalmayı, izin verilen gürültü dozajının yüzdesini ve maksimum gürültüye maruz kalma seviyesini içerir (Barron, 2003).

2.5.3.2. Sound Level Meter

Bir sesin büyüklüğü genellikle ses seviyesi ölçer (SLM) adı verilen bir cihazla ölçülür. Şekil 9’da bir SLM cihazı gösterilmiştir. Bu cihaz, sesi alan ve bir elektronik devre tarafından analiz edilip bir elektrik sinyaline dönüştüren ve ardından sesin büyüklüğünü ses basıncı seviyesi (dB SPL) cinsinden gösteren yüksek kaliteli bir mikrofonu sahiptir (Stach, 2010). Ses seviyesi ölçerler, işitme testi yapmak için kullanılan odyometrelerin ve diğer cihazların doğruluğunu kalibre etmek veya belirlemek ve ayrıca bir odanın işitme

testleri yapmak veya potansiyel olarak tehlikeli gürültü maruziyetlerini belirlemek için yeterince sessiz olup olmadığını belirlemek amacıyla kullanılır (Crocker, 2007).



Şekil 9. SLM cihazı

Kaynak: Gelfand (2016)

Çoğu ses seviyesi ölçerin temel parçaları bir mikrofon, amplifikatörler, ağırlıklandırma ağları ve desibelleri gösteren bir ekran içerir. Mikrofon, akustik sinyali bir elektrik sinyaline dönüştürmek için hareket eder. Bu sinyal, elektronik ön yükselticiden geçerken büyütülür. Amplifiye edilen sinyal daha sonra A-, B- veya C-ağırlıklı sinyali elde etmek için ağırlıklandırma ağı tarafından değiştirilebilir. Bu sinyal, çıkışın desibel olarak gösterildiği gösterge ölçeri çalıştırmak için sayısallaştırılır. Ses seviyesi ölçerler, gelişimlerinin ilk günlerine dayanan ve çeşitli federal ve eyalet yasaları ve yönetmelikleri tarafından birçok gürültü ölçümünde kullanılmak üzere belirlenmiş "yavaş" ve "hızlı" tepki hızlarına sahiptir (Foreman, 1990).

2.5.4. Kulak Koruyucuları

GBİK, yaşam kalitesini önemli ölçüde etkileyebilecek iletişim müdahalelerine neden olan kalıcı ve onarılamaz bir hastalıktır. GBİK'nin etkili bir tedavisi yoktur ancak önlenebilir. GBİK, kulak koruyucu cihazlarının kullanılmasıyla önlenebilecek önemli bir iş sağlığı sorunudur. GBİK'yi önlemenin en iyi yolu, mühendislik kontrolleriyle gürültüyü ortadan

kaldırmaktır (Hong vd., 2013b). Kulak koruyucu cihazların GBİK'yi önlemede etkili olduğu kanıtlanmıştır ancak, yararlı etkilerine rağmen bazı araştırmalar sonucunda işçilerin sürekli olarak bunları giymediğini göstermektedir (Brink vd., 2002; Hong, 2005). NIOSH (1998) kulak koruyucu cihazların etkin kullanımını gürültüye maruz kalan işçilerde GBİK oranını azaltacağını belirtmiştir (s. 5). Kulakları günde sekiz saat boyunca 80 dB'yi aşan gürültünün zararlarından korumanın tek yolu, kulak tıkaçları veya kulaklıklar gibi koruyucu kulak cihazları kullanmaktır (Hong vd., 2013c). Kulak koruyucu cihazlar, doğru kullanıldığında frekansa bağlı olarak 30 ile 40 dB arasında bir koruma sağlayabilir. Kulak koruyucu cihazlar, kullanıcının kulaklarına ulaşan ses miktarını azaltmak için çeşitli kulak tıkaçlarını içerir. Kulak koruyucu cihazları, kulağın konumlarına göre dört kategoriye ayrılabilir: kulak tıkaçları, yarı ek parçalar, kulaklıklar ve kasklar (Crocker, 2007).

Kulak tıkaçları, kulakları tamamen saran yumuşak plastik yastıklara sahip sert plastik kaplardır. Kulak tıkaçları, kulak kanalına sıkıca takılır. Tıkaçlar, yerleştirildiklerinde kulak kanalının boyutuna ve şekline uyan bükülebilir malzemelerden yapılır. Genişleyebilen köpük malzeme, kulak kanalına yerleştirilmeden önce parmaklar arasında yuvarlanarak sıkıştırılır. Yerleştirildikten sonra köpük genişler ve kulak kanalını sıkıca kapatır (Killion vd., 1988). Yarı işitsel kulak koruyucuları, hafif plastik bir kafa bandı ile yerinde tutulan kulak tıkaçlarıdır. Yarı işitsel kulak koruyucuları kolay bir şekilde takılır. Kulaklıklar, dış kulağın tamamını, yastıkla kaplanmış fincan benzeri bir kabukla kaplar. Kasklar kafa yüzeyinin çoğunu kaplar. Tek başına kulak koruması için yaygın olarak kullanılmazlar; genellikle bu işlevi, darbe tehlikelerine ve ateşli silah gibi silah tehditlerine karşı kafanın korunması ile birleştirirler. Kasklar ayrıca kulaklık veya kulak tıkaçları için bir destek sağlayabilir ve diğer yandan gelen gürültü için kemik iletim yoluna karşı ek işitme koruması da sağlayabilir. Türüne bakılmaksızın kulak koruyucu cihazlar, gürültüyü azaltmalı ve aynı zamanda konforluda olmalıdır (Prell vd., 2012; Crocker, 2007).

İşitme koruma programları sayesinde işverenler, ortalama 85 desibel (dB) veya üzerinde 8 saat gürültüye maruz kalan çalışan bireylerin belirlenmesini ve onlara nasıl müdahale edilmesi gerektiğini sağlar. Bu gereklilik performans odaklıdır bu sebeple işverenlerin her bir duruma en uygun izleme yöntemini seçmesine olanak sağlar (OSHA, 2002). İşitme kaybını önleme programlarının başarılı bir şekilde uygulanması, yapılan araştırmalar

sonucunda etkili olduklarını kanıtlamışlardır. Özellikle gelişmiş ülkelerde ve iş yerinde yüksek gürültü seviyelerine maruz kalan bireylerde, işitme kaybı vakalarının azalması bu tür programların kullanılmasıyla sağlanmıştır (Nelson vd., 2005).

2.5.5. Gürültü İçin Yasal Düzenlemeler

İşyerindeki tehlikeli bir gürültü veya kimyasal maddelere maruz kalan işçileri korumak için maruziyet seviyelerini azaltacak önlemlerin alınması kanunen zorunludur. Endüstriyel alanda gürültü kontrol programlarının teşvik edilmesinin ana nedenlerinden biri, mesleki gürültüye maruz kalan işçilerde işitme bozukluklarının görülmesidir (Barron, 2003). İşçileri, işyerindeki gürültü seviyelerinden korumak için bir takım mevzuat ve yönetmelikler çıkarılmıştır. Gürültü veya kimyasal maruziyetten kaynaklanan işitme kaybını önlemenin en etkili yolu, mühendislik kontrolleri ile risk kaynağını işyerinden uzaklaştırmaktır eğer, maruziyet ortadan kaldırılamıyorsa kişisel koruyucu ekipman kullanımını zorunlu olmalıdır (Jamesdaniel vd., 2019).

OSHA'nın (2002) zorunlu kıldığı işitme koruma programı beş ana bileşeni içerir: gürültü seviyelerinin izlenmesi, odyometrik testler, kulak koruyucu cihazları, bir eğitim programı ve kayıtların tutulmasıdır (s. 1). NIOSH (1998) tarafından gürültü için tavsiye edilen bir maruz kalma sınırı (REL) belirlenmiştir, bu sınır 8 saatlik zaman ağırlıklı ortalama (TWA) olarak A ağırlıklı 85 desibeldir (s. 1). Aralıklı veya sürekli gürültüye maruz kalma durumlarında, 115 dB(A) sınırın geçilmesi ciddi ve yüksek bir risk oluşturur, darbeli gürültüye maruz kalma sınırı ise 140 dB'dir (Taxini ve Guida, 2013).

Ülkemizde 9 Ağustos 1983 tarihli ve 2872 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Çevre Kanunu'nun 14. Maddesinde; "Kişilerin huzur ve sükûnunu, beden ve ruh sağlığını bozacak şekilde yönetmelikte belirlenen standartlar üzerinde gürültü çıkarılması yasaktır. Fabrika, atölye, işyeri, eğlence yeri, hizmet binaları, konutlar ve ulaşım araçlarında gürültünün asgariye indirilmesi için gerekli önlemler alınır." denilmektedir.

Kanunun ilgili maddesine istinaden 4 Haziran 2010 tarihli ve 27601 Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren "Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği" gürültüye bağlı maruziyetlerinden bireyleri korumak amacıyla hazırlanmış ve yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmeliğe göre en düşük maruziyet eylem değeri 8 saat

boyunca 80 dB(A) veya 112 Pa; en yüksek maruziyet eylem değeri ise 8 saat boyunca 85 dB(A) veya 140 Pa şeklindedir.

2.6. Odyolojik Değerlendirmeler

2.6.1. Saf Ses Odyometri

Saf ses odyometrisi temel bir işitme testidir, bir kişinin duyabileceği en düşük ses basıncı seviyeyi bulmayı içeren bir testtir. Odyometri testi, sessiz bir ortamda testin yapılabilmesi için özel olarak yapılmış ses yalıtımlı odalarda yapılır (Kramer ve Brown, 2019). Dinleyiciye, sesin varlığını her algıladığında yanıt vermesi söylenir. Sesin yoğunluğu, dinleyicinin yanıt verdiği her seferde, ses artık duyulamayacak duruma gelene kadar yani, o frekans için odyometrik eşik elde edilene kadar azaltılır. Klinik olarak eşik, hastaya gönderilen sesin en az %50'sine yanıt verdiği en düşük yoğunluk olarak tanımlanır (Gelfand, 2016). Saf ses odyometrisinde, konuşma sesleriyle ilgili olan 125 ile 8000 Hz arasındaki frekans aralığı ölçülür. Bazı özel durumlarda, 10.000 ile 16.000 Hz aralığındaki eşiklerde ölçülür. Bir işitme kaybının derecesini belirlemek için saf ses ortalaması (SSO) alınır ve genellikle 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz'deki eşiklerin ortalaması alınarak belirlenir. Saf ses odyometrisi, koopere hastalarda her zaman temel odyolojik değerlendirmenin bir parçasıdır ve odyolojinin 1900'lerden beri işitme testlerinde kilit bir unsur olmuştur (Paul ve Whitelaw, 2011; Humes, 2021). Saf ses eşiklerinin işitme kaybının türü hakkında bilgi sağlamanın yanı sıra işitsel sistemdeki hasardan kaynaklanan frekansa özgü eşik yükselmelerini ölçer. Saf ses eşikleri, koklea ve işitsel sinirden ayrı olarak dış ve orta kulaktaki sorunlardan kaynaklanan kayıp miktarının nicel olarak ifade edilmesini sağlar. Bu ayırım, teşhise yardımcı olur, odyologlara ve doktorlara tedavi konusunda önemli ayrıntılara rehberlik eder. İşitme sistemindeki hasar, sıklıkla frekansa özgü bir hassasiyet kaybıyla sonuçlanır (Katz, Chasin, Hood, ve Tillery; 2015).

2.6.1.1. Hava Yolu İşitme Ölçümü

Hava yolu işitme ölçümünün amacı, hastanın çeşitli frekanslarda işitme hassasiyetinin miktarını belirlemektir. İşitme kaybı varsa, bu testin sonucu kaybın derecesini belirleyebilir, ancak kaybın iletim mekanizmasındaki, duyuşal/nöral mekanizmadaki

veya her ikisindeki anormallikten kaynaklanıp kaynaklanmadığını belirleyemez. Hava yolu ile test edilebilir frekanslar genellikle 125 Hz ile 8000 Hz frekans aralığıdır (Martin ve Clark, 2012).

2.6.1.2. Kemik Yolu İşitme Ölçümü

Kemik yolu işitme ölçümünün amacı hastanın duyuşal/nöral duyarlılığını belirlemektir. Kemik yolu ölçümü mastoid kemik üzerinden yapılır. Bu durumun sebebi normal işiten bireylerde kemikten iletilen sesler mastoid kemikten en yüksek iletildiği için seçilmiştir. Temporal kemiğe yerleştirilen bir kemik vibratörü, belirli frekanslarda ve yoğunluk seviyelerinde titreşimler üreterek 250 Hz ile 4000 Hz frekans aralığının ölçülmesine yardımcı olur (Hall, 2014).

2.6.2. Konuşma Odyometrisi

Konuşma odyometrisi, bir hastanın belirli konuşma uyarılarını ne kadar iyi duyabildiğini ve anlayabildiğini değerlendirmek için kullanılır. Konuşma odyometrisi ayrıca farklı işitme bozukluklarının teşhisine de katkıda bulunabilir. Konuşma testlerinin sonuçları, saf ses eşiklerini karşılaştırmak ve onları doğrulamak, iki kulak arasındaki konuşmayı anlama eşiklerini karşılaştırmak ve zaman içindeki farklılıkları izlemek için kullanılır. Konuşma odyometrisi, saf ses testi için kullanılan aynı kapsamlı tanısall odyometre cihazında konuşma materyalleri kullanılarak, odyometrenin konuşma kanalı aracılığıyla hastaya sunulur. Konuşma odyometrisinin hedeflerinden biri, bir hastanın konuşma uyarılarına yanıt üretebileceği en düşük seviyeyi bulmaktır ve konuşma eşiği olarak tanımlanır. Konuşmanın frekans dağılımı genellikle odyogramın 300 ile 6000 Hz bölgesi içinde yer alır (Carhart, 1951; Katz vd., 2015).

2.6.2.1. Konuşmayı Alma Eşiği (Speech Reception Thereshold-SRT)

Konuşma eşiğini belirlemek için en sık kullanılan testlerden biridir. Günümüzde SRT ölçümü için en yaygın olarak spondee kelime listeleri adı verilen iki heceli sözcükler kullanılır. Hastaya önce kelimeler rahat bir dinleme seviyesinde verilir. SRT testinde, hasta sunulan kelimeleri doğru bir şekilde tanınması gerekir. Buradaki amaç hastanın

kelimelerin en az %50'sini tekrar edebildiği en düşük seviyeyi bulmaktır (Kramer ve Brown, 2019).

2.6.2.2. Konuşmayı Fark Etme Eşiği (Speech Detection Therseshold-SDT)

Bazen konuşma farkındalığı eşiği (SAT) olarak da adlandırılan bir konuşmayı fark etme eşiği (SDT), bir hastanın konuşmayı doğru bir şekilde tanımak yerine basitçe konuşmayı algılayabileceği en düşük seviyeyi belirleyen bir konuşma eşiği ölçümüdür. SDT genellikle SRT'den 5 ile 10 dB HL daha düşüktür, sebebi SDT yalnızca hastanın kelimenin en duyulabilir frekansına tepki vermesine bağlıdır. SDT, 250 ile 4000 Hz arasındaki en iyi saf ses eşikleriyle uyumlu olmalıdır (Hall, 2014).

2.6.2.3. Konuşmayı Ayırt Etme (Speech Discrimination-SD)

SD testleri, net bir şekilde duyabileceğiniz bir desibelde konuşma seslerini kullanarak kelime tanıma yeteneklerini ortaya çıkarır. SD testinizin ses seviyesi, diğer test sonuçlarınız kullanılarak belirlenir. SRT testi sırasında olduğu gibi, kulaklıklarınıza iletilen kelimeleri sizden tekrarlamamız istenecektir. Yanıtlanacak soruya bağlı olarak bir hastanın işitme kaybı, konuşmayı anlama testi ile tek heceli fonemik dengeli kelimeler ile nasıl etkilendiği belirlenir. Her kulak için 25 veya 50 kelimelik listeler sunulur. Odyolog kelimeleri sunar ve dinleyicinin duyduklarını tekrar etmesi beklenir (Paul ve Whitelaw, 2011).

2.6.2.4. En Rahatsız Edici Ses Seviyesi (Uncomfortable Loudness-UCL) ve En Rahat Ses Seviyesi (Most Comfortable Loudness-MCL)

Hastanın konuşmayı ve dinlemeyi tercih ettiği seviyeye, en rahat ses yüksekliği seviyesi (MCL) denir ve hastanın konuşmayı çok yüksek bulduğu seviyeye rahatsız edici ses yüksekliği (UCL) denir. Normal işiten bireyin MCL'si konuşma için genellikle 40 ile 55 dB HL arasındadır, konuşma için UCL yaklaşık 100 dB HL'dir. Dinamik aralık olarak adlandırılan bölge ise SRT ve UCL arasındaki farktır (Punch vd., 2004).

2.6.3. Akustik İmmitansmetri

Akustik immitans ölçümleri, saf ses ve konuşma odyometrisi gibi odyolojik test bataryasında rutin hale gelmiştir. İmmitans kelimesi, kulak zarı empedansı, kompliansı veya admitansın yapılan ölçümleri tanımlayan geniş bir terim olarak kullanılır. Akustik immitans ifadesi aslında empedans ve admitans terimlerinin birleşimidir. Empedans ve admitans terimleri birbiriyle ilişkili ancak karşılıklı anlamlara sahiptir. Akustik empedans ölçümü, orta kulak sisteminden kulak zarından iç kulağa toplam enerji akışına karşı miktarı tanımlarken; akustik admitans, enerjinin orta kulaktan kolay geçmesi anlamına gelir. Bu nedenle, orta kulak boşluğu içindeki sıvı gibi yüksek empedans ile karakterize edilen anormal orta kulak fonksiyonu, admitans ile ilişkilidir (Arriaga ve Luxford, 1993; Hall, 2014).

2.6.3.1. Timpanometri

Timpanometri, uygulanan hava basıncının nasıl değiştiğini ve bu basıncın orta kulağın farklı koşullarından nasıl etkilendiğini ölçer. Hava basıncı, immitans aletinin hava basınç pompası tarafından prob aracılığıyla iletilir. Timpanometride, atmosfer basıncına (0 daPa) göre +200 ile -400 daPa aralığında bir hava basıncı uygulanır ve hava basıncındaki değişiklikler bir timpanogram grafiği üzerinde gösterilir (Golding vd., 2007). Normal işiten bireylerde orta kulak mekanizması için maksimum giriş 0 daPa'da (atmosferik basınç) olmalıdır çünkü dış kulak kanalındaki hava basıncının orta kulaktaki hava basıncına eşit olduğu ve timpanik membranın en çok titreştiği yer burasıdır. Timpanometrik kayıtlar genelde düşük frekanslı (226 Hz) prob ton ile yapılır. Düşük frekanslı prob tonunun kullanılması, orta kulak sisteminin sertlik bileşenini etkileyen orta kulak patolojilerini değerlendirirken kullanılabilir (Shanks, 1984). Ancak, orta kulak sisteminin kütle bileşeninin baskın olduğu bazı orta kulak patolojileri vardır ve bunlar daha yüksek frekanslı prob tonlar (1000 Hz) kullanılarak daha iyi değerlendirilir. Düşük frekanslı prob ton, yetişkinlerde ve daha büyük çocuklarda orta kulak anormalliklerini saptamak için oldukça etkilidir. 6 aylıktan küçük bebeklerde timpanometri için 1000 Hz'lik yüksek frekanslı prob tonunun kullanılması gerekir (Kei vd., 2007).

226 Hz timpanogramları yorumlarken dikkate alınan başlıca hususlar: statik akustik admitans, timpanometrik gradyan, kulak hacmi, timpanometrik basınç ve timpanogramın

şekli yer alır. 220 Hz (226 Hz) timpanogramları sınıflandırmak için çeşitli sistemler önerilmiştir. En yaygın kullanılan timpanogram sınıflandırma sistemi Jerger (1970) tarafından ortaya atılmıştır (s. 312).

a. Tip A

Tip A timpanogramlar, atmosferik basınç civarında belirgin bir tepe noktasına sahiptir. Tip A timpanogram, orta kulak sistemi normal olan bireylerde görülür. Tip A timpanogramında orta kulak basıncı normal olan bireyler, -100 daPa'da ile +50 daPa; admitans değeri normal olan bireylerde ise aralık 0,37-1,66 mmho civarındadır (Jerger vd., 1972).

b. Tip As

Tip As timpanogram, 0 daPa civarında tepe noktasında bir basınca sahiptir. Tepe noktası Tip A'dan daha küçüktür. Tip As eğrileri genellikle stapesin kısmen hareketsiz hale geldiğinde görülür (otoskleroz).

c. Tip Ad

Tip Ad timpanogram, 0 daPa civarında tepe noktasında bir basınca sahiptir. Tip A modeli korunur; bununla birlikte, eğrinin genliği yüksektir. Bu tür eğriler, kulak zarının gevşekliği veya orta kulak kemikçik zincirinin kopması ile ilişkili olabilir.

d. Tip B

Tip B timpanogramlar, kulak zarı perforasyonları veya kulak kiri gibi durumlardan kaynaklanabilir. Hava basıncı değiştiği için net bir tepe noktası yoktur. Bazen yuvarlak görünür veya düz bir çizgi gibi de görünebilir. Bu timpanogram da genellikle orta kulak boşluğunda sıvı olduğu zamanlarda görülebilir.

e. Tip C

Tip C timpanogramlar da Tip A'da görüldüğü gibi karakteristik bir tepe şekline sahiptir; ancak tepe noktası negatif bir basınç noktasındadır (≤ -100 daPa) ve admitans ise normal değerlerdedir. Tip C timpanogramı, orta kulak boşluğundaki basıncın atmosfer basıncına eşitlenmediğini gösterir (Östaki disfonksiyonu).

2.6.3.2. Akustik Refleks Testi

İmmütans değerlendirmesinin bir başka parçası da akustik refleks eşiği (ART) testidir. ART, genellikle bir timpanogram alındıktan hemen sonra geręekleřtirilir. Kulak, stapedius kasının kasılmasına neden olan yüksek seslere tepki olarak istemsiz olarak bir orta kulak refleksine sahiptir. Bir kulağa verilen yüksek bir ses, her iki kulakta da stapedius kasının kasılmasına neden olur. Stapedius kasının kasılması, sesin kemikçik zincir boyunca iletimini değiştirir, dolayısıyla prob tonunun girişini azaltır (Stach, 2010). ART'leri ölçmenin klinik faydası; dış kulak, orta kulak, koklea, 8. kranial sinir ve/veya 7. kranial sinir anormallikleri hakkında bilgi sağlar. Akustik refleks testinde, orta kulak kası (stapedius) yüksek bir sese yanıt olarak kasıldığında prob tonda meydana gelen (226 Hz, 85 dB SPL) herhangi bir değişiklik ölçölür. Akustik refleks testinde kulağa ipsilateral veya kontralateral uyaran sunulması timpanik membranın kompliansında bir azalmaya sebep olur (Martin ve Clark, 2012). Normalde, uyaranlar 500 ile 4000 Hz frekans aralığında sunulur. Genelde 226 Hz prob tonla 85 dB HL'de uyaran verilir. 115 dB HL'yi aşmak genellikle tavsiye edilmez. Uyaran süresi yaklaşık bir saniye olmalı ve test edilen frekanslar ise: 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz. (Gelfand, 2010).

a. Akustik refleks arkı

Akustik refleks, Borg (1973) tarafından tanımlanmıştır (s. 101). Dış kulağa gönderilen bir ses, orta kulaktan mekanik enerji olarak geçer, iç kulağın kokleasında bir elektrokimyasal sinyale dönüşür ve daha sonra VIII. kranial (işitsel) sinir boyunca beyin sapına iletilir. Daha sonra, beyin sapındaki koklear çekirdekler tarafından alınır ve süperior olivary komplekse iletilir. Sinir uyarıları, süperior olivary kompleksinden başın ipsilateral taraftaki 7. kranial sinirine gönderilir ve orta kulaktaki stapedius kası innerve edilir (Mukerji vd., 2010).

Akustik refleks testinde bir kulağa aktive edici bir uyaran sunulduğunda stapedius kası her iki kulakta da kasılır. Bu nedenle akustik refleks testi, aktive edici uyarının sunulduğu aynı kulakta (ipsilateral) veya karşı kulakta (kontralateral) ölçülebilir. İki ipsilateral ve iki kontralateral yol dahil olmak üzere refleks arkının dört yolu vardır (Borg, 1973). Birinci ipsilateral yol; ipsilateral kulak kanalı, orta kulak, koklea, 8. sinir, ventral koklear nucleus (VCN), medial superior olivary kompleks (MSO), fasiyal sinirin motor çekirdeğinden oluşur. Birinci kontralateral yol, aktive edici uyarının tarafında orta kulak,

koklea, VIII. sinir, VCN ve MSO ve kontralateral tarafta fasiyal sinirin motor çekirdeği ve stapedius kasını içerir (Katz vd., 2015).

Ortaya çıkan uyarının yoğunluğu arttıkça, akustik refleks yanıtının genliği artar. Akustik refleksin gecikme süresi, uyarana göre değişir, ancak genel olarak kokleadan stapedius kasına gidesiye kadar yaklaşık 100 ms. süre geçer (Qui ve Stucker, 1998). ART'nin işlevsel önemi hakkında iki ana düşünce vardır. İlk olarak ART'nin kokleaya ulaşan ses basıncının miktarını azalttığı ve bu nedenle üst düzey seslerden koruyucu etkisi olduğu düşünülmüştür (Brask, 1979). Bu teoriyle ilgili temel problem, ART'nin kokleayı yüksek seslerden korumak için yeterince hızlı olmaması. ART'nin avantajı ise bireylere gürültüde konuşmayı anlamada bir avantaj sağlamasıdır, çünkü stapedius kası kasıldığında yüksek frekanslara göre alçak frekanslar daha fazla maskelenir. Aiken vd. (2013), stapedotomi sırasında kesilen stapedius tendonları olan hastaların, orta düzeyde gürültüde konuşmayı ayırt etme puanlarının, sağlam ART eşiklerine sahip bireylere kıyasla daha küçük olduğunu, ancak bu yararın yüksek frekanslardaki gürültü için devam etmediğini bildirmişlerdir (s. e38).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma KTO Karatay Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Odyoloji Anabilim Dalı Tezli Yüksek Lisans programına bağlı olarak yürütülmüştür. Çalışmanın KTO Karatay Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurul Komisyonu tarafından 22.03.2022 tarihli ve 2022/009 sayılı kararla İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmalar Etik Kurulu onayı alınarak yüksek lisans tez çalışmasına başlanılmıştır. Bu çalışma, KTO Karatay Üniversitesi Şehit Yunus Mermer Odyoloji Kliniğinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya katılan bireylerden bilgilendirilmiş gönüllü olur formu imzalatılarak çalışma için izin alınmıştır.

3.1. Bireyler

Bu çalışmaya, kontrol grubunu oluşturan normal işitmeye sahip 30 birey ve çalışma grubunu oluşturan Konya ilindeki itfaiye merkezinde görev yapan 30 itfaiyeci birey olmak üzere toplam 60 birey katılmıştır.

3.1.1. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri

- 18-65 yaş aralığındaki gönüllü bireyler
- Normal otoskopik bir muayenenin olması
- Bilateral 226 Hz prob tone timpanometrik ölçümde TipA timpanogram olması
- Kontrol grubundaki bireylerin normal işitme sahip olması
- İtfaiyecilerin aktif olarak görevde çalışıyor olması

3.1.2. Çalışmaya Dahil Edilmeme Kriterleri

- 18 yaş altı ve 65 yaş üstü bireyler
- Kafa travması veya nörolojik bir hikâyenin olması
- Metabolik ve sistemik bir hastalığın olması
- Ototoksik bir ilaç kullanımının olması
- Son 1 ay içerisinde geçirilmiş bir gribal enfeksiyon olması

3.2. Kullanılan Testler ve Yöntem

Çalışmaya katılan bireylerin demografik bilgilerini, işitme öykülerine ve genel sağlık durumlarına ilişkin bilgileri öğrenmek amacıyla detaylı bir anamnez formu kullanılmıştır. Bireylerin anamnezi alındıktan sonra yapılan otoskopik muayenenin ardından, işitme sistemlerini değerlendirmek amacıyla saf ses odyometri testi, konuşma odyometrisi ve immitansmetrik ölçümler uygulanmıştır.

3.2.1. Saf Ses Odyometri Testi

Çalışmaya katılan bireylere saf ses odyometri testi için, ISO 8253 standartlarına uygun sessiz bir kabinde ve Interacoustics marka AC40 Klinik Odyometre Cihazı kullanılarak sağ ve sol kulak hava yolu işitme eşikleri, kemik yolu işitme eşikleri, konuşmayı alma eşikleri, konuşmayı ayırt etme eşikleri, en rahat ses seviyesi ve en rahatsız edici ses seviyeleri ölçülmüştür. Hava yolu işitme eşikleri için kullanılan Telephonics marka TDH-39 supra-aural kulaklıktır. Hava yolu işitme ölçümünde 125,250, 500, 1000, 2000, 4000, 6000 ve 8000 Hz'deki hava yolu işitme eşikleri değerlendirilmiştir. Kemik yolu işitme eşikleri için kullanılan RadioEar marka B-71 kemik iletim vibratörüdür. Kemik yolu işitme ölçümünde 250, 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz'deki kemik yolu işitme eşikleri değerlendirilmiştir. Saf ses ortalaması ise 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz'deki işitme eşiklerinin ortalaması alınarak belirlenmiştir.

3.2.2. Konuşma Odyometrisi

Çalışmaya katılan bireylere, ISO 8253 standartlarına uygun sessiz bir kabinde ve Interacoustics marka AC40 Klinik Odyometre Cihazının konuşma kanalı aracılığıyla konuşma materyalleri kullanılarak, konuşma odyometrisi uygulanmıştır. Konuşma odyometrisinin hedeflerinden biri, bireylerin konuşma uyarılarına yanıt üretebileceği en düşük seviyeyi bulmaktır. Konuşmayı Alma Eşiği testinde yaygın olarak spondee kelime listeleri adı verilen üç heceli sözcükler kullanılmış ve kelimelerin en az %50'sini tekrar edebildiği en düşük seviye belirlenmiştir. Konuşmayı Ayırt Etme testinde tek heceli fonetik dengeli 25 kelimelik listeler kullanılmış ve tekrar edilen kelimelerin yüzdesi belirlenmiştir. En Rahat Ses Seviyesi testiyle bireylerin en rahat duyduğu işitme eşiği

belirlenmiştir. En Rahatsız Edici Ses Seviyesi testiyle bireylerin rahatsız olduğu işitme eşikleri belirlenmiştir.

3.2.3. İmmitansmetrik Ölçümler

Çalışmaya katılan bireylere, Titan Geniş Band Timpanometre cihazı ile immitansmetrik ölçümler yapılmıştır. Timpanometrik değerlendirmede 226 Hz prob tone kullanılarak, sağ ve sol kulak orta kulak basıncı; -100 daPa ve +50 daPa arasında olan, sağ ve sol kulak kompliansı 0,3-1,6 mmho olan, sağ ve sol kulak eş değer dış kulak kanalı hacmi 0,6 ile 2 cc arasında olan bireyler çalışmaya dahil edilmiştir. Akustik refleks testi için 500, 1000 ve 2000 Hz'deki ipsilateral akustik refleks eşikleri ≥ 80 dB HL normal olan bireyler çalışmaya dahil edilmiştir.

3.3. İstatistiksel Analiz

Verilerin istatistiksel analizi, IBM SPSS Statistics, versiyon 27.0 (IBM Corp, Armonk,N.Y., USA) paket programı kullanılarak yapıldı. Verilerin normal dağılıma uygunluğu görsel (histogram ve olasılık grafikleri) ve analitik yöntemler (Kolmogorov-Smirnov/Shapiro-Wilk testleri) kullanılarak incelendi. Sayısal verilerin değerlendirilmesinde aritmetik ortalama, standart sapma, ortanca (1. çeyrek-3. çeyrek) değerleri; kategorik verilerin özetlenmesinde frekans dağılımları ve yüzdelikler kullanıldı. Normal dağılmayan sayısal verilerle kategorik veriler arasındaki ilişki Man-Whitney U testi ile değerlendirildi. Normal dağılmayan üç ve daha fazla grubun sayısal verilerle değerlendirilmesinde Kruskal Wallis testi kullanıldı. Kruskal Wallis testi sonucu anlamlı olan gruplar arasında ikili karşılaştırmalar için posthoc Man-Whitney U testi ve Bonferroni düzeltmesi yapıldı. Normal dağılmayan sayısal değişkenlerin korelasyonları Spearman korelasyon katsayısı ile analiz edildi. İstatistiksel anlamlılık için tip-1 hata düzeyi %5 olarak kabul edildi.

4. BULGULAR

Araştırmaya çalışma grubunda yer alan 30 itfaiyeci birey ve kontrol grubunda yer alan 30 normal işitmeye sahip bireyler dâhil edilmiştir. Sound level meter cihazı ile itfaiye merkezindeki görev çağrısı için verilen siren sesi ve itfaiye aracının siren sesi ölçülmüştür. Ölçüm sonuçları Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Siren Sesi Şiddetinin Ölçüm Değerleri

Ölçümün gerçekleştirildiği ortam	Ortalama şiddet seviyesi
İtfaiye merkezindeki görev çağrısı*	95 dBA
İtfaiye aracı motor kapalıyken	90 dBA
İtfaiye aracı motor açıkken	95 dBA

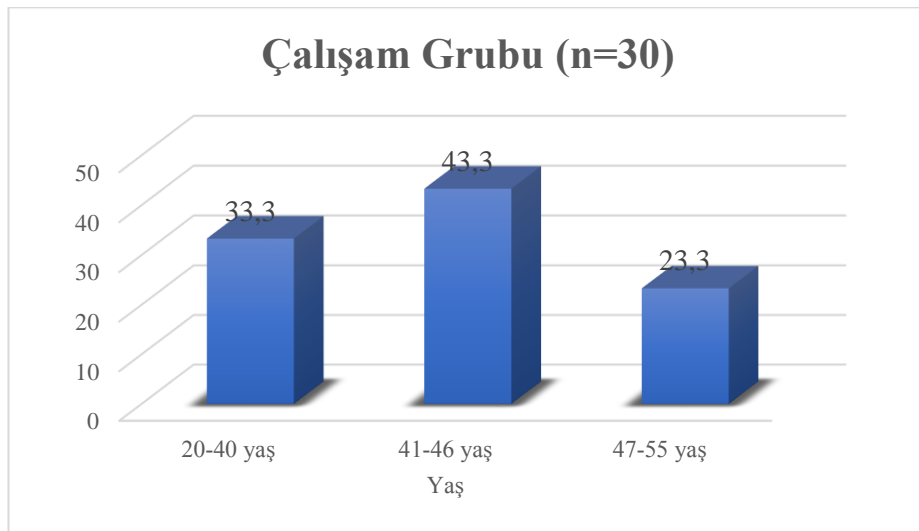
* İtfaiye merkezi içerisinde görev çağrısı için verilen siren noktası ile personel bekleme odası arasındaki ort. 2 m'lik alan

4.1. Çalışma Grubunun Özellikleri

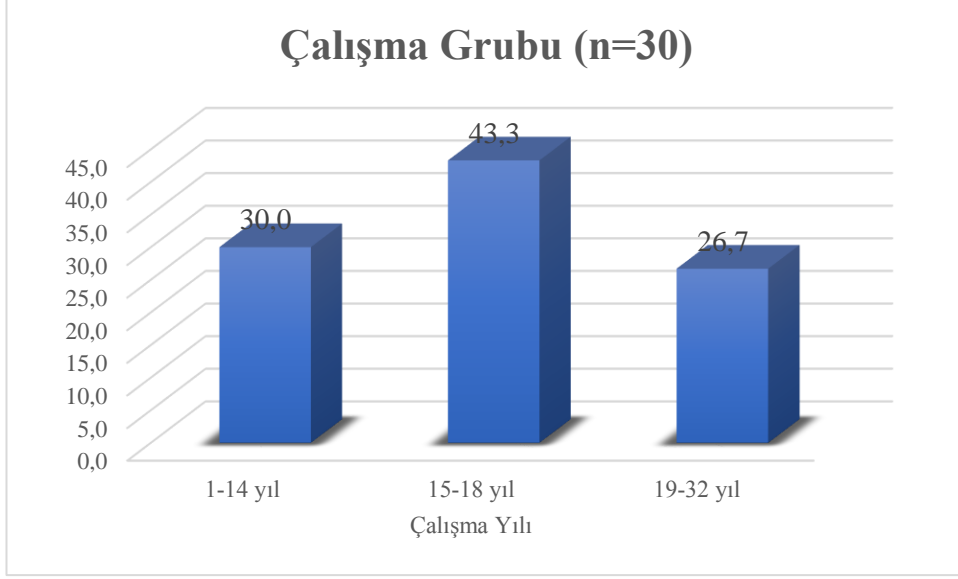
Çalışma grubunda yer alan 30 itfaiyecinin tamamı (%100) erkek, yaş ortalaması $42,37 \pm 6,21$ (min:22,00-max:53,00), yaş ortancası 42,00 (1.çeyrek:39,00-3.çeyrek:45,50) /yıldır. Çalışma grubunun %33,3'ü (n=10) 20-40 yaş arasında, %43,3'ü (n=13) 41-46 yaş arasından, %23,3'ü (n=7) 47-55 yaş arasındadır (Şekil 10). Çalışma grubunda yer alan 30 itfaiyecinin çalışma yılı ortalaması $15,96 \pm 5,00$, ortancası 16,50 (1.çeyrek:13,00-3.çeyrek:19,00) yıldır. İtfaiyecilerin %30,0'ı (n=9) 1-14 yıldır, %43,3'ü (n=13) 15-18 yıldır, %26,7'si (n=8) 19-32 yıldır aktif olarak çalışmaktadır (Şekil 11). Çalışmaya dâhil edilen itfaiyecilerin tamamının (%100) kulak koruyucusu (HDA) kullanmadığı tespit edilmiştir. Çalışma grubunun sosyo- demografik özellikleri Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Çalışma Grubunun Sosyo-Demografik Özellikleri

Özellik	Çalışma Grubu (n=30)	
	N	%
Cinsiyet		
Erkek	30	100,0
Yaş		
20-40 yaş	10	33,3
41-46 yaş	13	43,3
47-55 yaş	7	23,3
Çalışma Yılı		
1-14 yıl	9	30,0
15-18 yıl	13	43,3
19-32 yıl	8	26,7
Kulak Koruyucusu		
Kullanan	30	100,0
Kullanmayan	0	0

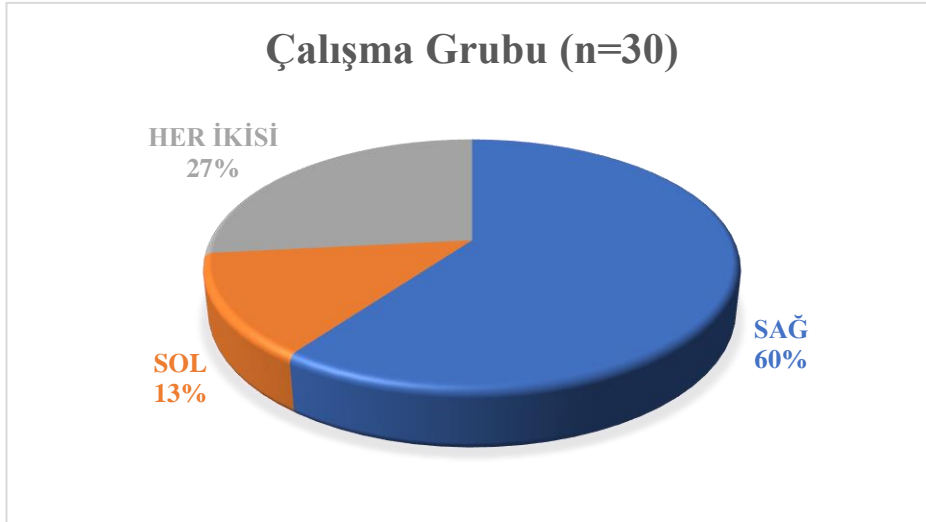


Şekil 10. Çalışma Grubunun Yaş Dağılımı

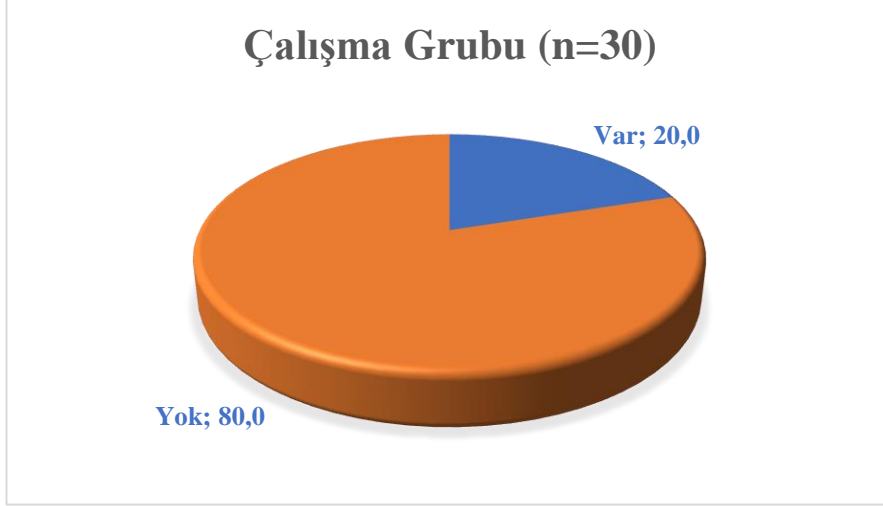


Şekil 11. Çalışma Grubunun Çalışma Yılı Dağılımları

Çalışma grubundakilerin telefon kullanırken %60,0'ı sağ kulak, %13,0'ı sol kulak ve %27,0'ı her iki kulakla dinlemeyi tercih ettikleri belirlenmiştir (Şekil 12). Çalışma grubundakilerin %20,0'ında (n=6) çınlama olduğu, %80,0'ında (n=24) çınlama olmadığı belirlenmiştir (Şekil 13).



Şekil 12. Çalışma Grubunun Telefon Kullanırken Tercih Ettiği Kulak



Şekil 13. Çalışma Grubunun Çınlama Sıklığı

İtfaiyecilerin sağ ve sol kulak hava yolu işitme eşiği ölçüm sonuçları Tablo 5’te, kemik yolu işitme eşiği ölçüm sonuçları Tablo 6’da gösterilmiştir.

Tablo 5. Çalışma Grubunun Sağ ve Sol Kulak Hava Yolu İşitme Eşiği Ölçüm Sonuçları

Frekans (Hz)	Hava yolu		Çalışma Grubu (n=30)	
	Kulak		Ortalama±SS	Ortanca (1-3. çeyrek)
125	Sağ		13,66±6,81	12,50 (10,00-20,00)
	Sol		15,66±7,62	15,00 (10,00-20,00)
250	Sağ		11,83±7,93	10,00 (8,75-15,00)
	Sol		13,50±7,89	10,00 (10,00-16,25)
500	Sağ		10,50±8,13	10,00 (5,00-15,00)
	Sol		10,16±7,00	10,00 (5,00-15,00)
1000	Sağ		8,33±8,54	5,00 (5,00-10,00)
	Sol		6,50±8,52	5,00 (0-10,00)
2000	Sağ		11,83±8,75	10,00 (5,00-15,00)
	Sol		12,33±10,80	10,00 (5,00-16,25)

4000	Sağ	23,33±20,31	17,50 (10,00-32,50)
	Sol	26,33±18,56	22,50 (15,00-35,00)
6000	Sağ	25,83±17,07	20,00 (15,00-35,00)
	Sol	28,83±19,10	20,00 (15,00-31,25)
8000	Sağ	23,00±15,84	20,00 (15,00-30,00)
	Sol	27,00±19,32	20,00 (15,00-35,00)
HYSSO	Sağ	13,55±8,93	10,50 (7,50-17,50)
	Sol	13,81±8,34	11,75 (7,12-17,25)

HYSSO: Hava yolu saf ses ortalaması

Tablo 6. Çalışma Grubunun Sağ ve Sol Kulak Kemik Yolu İşitme Eşiği Ölçüm Sonuçları

Frekans (Hz)	Kemik yolu		Çalışma Grubu (n=30)	
	Kulak	Ortalama±SS	Ortanca (1-3. çeyrek)	
500	Sağ	4,66±5,07	5,00 (0-6,25)	
	Sol	3,66±4,34	2,50 (0-5,00)	
1000	Sağ	4,33±8,58	0 (0-5,00)	
	Sol	4,33±8,87	0 (0-6,25)	
2000	Sağ	7,50±9,26	5,00 (0-10,00)	
	Sol	8,83±9,16	5,00 (3,75-15,00)	
4000	Sağ	14,66±18,33	10,00 (0-16,25)	
	Sol	14,00±18,07	10,00 (0-20,00)	
KYSSO	Sağ	7,73±7,57	6,00 (2,50-10,25)	
	Sol	7,76±6,68	6,75 (3,62-9,25)	

KYSSO: Kemik yolu saf ses ortalaması

İtfaiyecilerin sağ ve sol kulakta konuşmayı alma eşiği ve konuşmayı ayırt etme eşiğine ait ölçüm sonuçları Tablo 7’de, en rahat ses seviyesi ve en rahatsız edici ses seviyesi ölçüm sonuçları Tablo 8’de gösterilmiştir.

Tablo 7. Çalışma Grubunun Sağ ve Sol Kulakta Konuşmayı Alma Eşiği ve Konuşmayı Ayırt Etme Eşiği Ölçüm Sonuçları

Frekans (Hz)	Kulak	Çalışma Grubu (n=30)	
		Ortalama±SS	Ortanca (1-3. çeyrek)
SRT	Sağ	13,66±8,50	12,50 (10,00-15,00)
	Sol	12,66±5,37	10,00 (10,00-15,00)
SD	Sağ	96,40±5,69	100,00 (95,00-100,00)
	Sol	93,86±6,70	96,00 (92,00-100,00)

SRT: Konuşmayı Alma Eşiği, SD: Konuşmayı Ayırt Etme

Tablo 8. Çalışma Grubunun Sağ ve Sol Kulakta En Rahat Ses Seviyesi ve En Rahatsız Edici Ses Seviyesi Ölçüm Sonuçları

Frekans (Hz)	Kulak	Çalışma Grubu (n=30)	
		Ortalama±SS	Ortanca (1-3. çeyrek)
MCL	Sağ	45,00±7,42	40,00 (40,00-50,00)
	Sol	45,50±6,99	45,00 (40,00-46,25)
UCL	Sağ	105,83±8,20	100,00 (100,00-111,25)
	Sol	105,83±7,88	100,00 (100,00-111,25)

MCL: En Rahat Ses seviyesi, UCL: En Rahatsız Edici Ses seviyesi

İtfaiyecilerin hava yolu işitme eşiği ölçüm sonuçlarının çınlama varlığına göre karşılaştırılması Tablo 9’da gösterilmiştir. Tablo 9’a göre 1000 Hz frekansta sağ kulak hava yolu işitme eşiği ölçüm sonucu ile çınlama varlığı arasında fark vardır (p=0,034). Fark çınlaması olan kişilerdeki işitme eşiğinin ortancasının (10,00), çınlaması olmayan kişilerdeki işitme eşiği ortancasına göre (5,00) yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca 8000 Hz frekansta sol kulak hava yolu işitme eşiği ölçümü ile çınlama varlığı arasında fark vardır (p=0,032). Fark çınlaması olan kişilerin işitme eşiği ölçüm ortancasının (50,00), çınlaması olmayan kişilerin işitme eşiği ölçüm ortancasına göre (15,00) istatistiksel olarak anlamlı ve daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.

Tablo 9. Çalışma Grubunun Sağ ve Sol Kulak Hava Yolu İşitme Eşiği Ölçüm Sonuçlarının Çınlama Varlığına Göre Karşılaştırılması

Frekans (Hz)	Hava yolu	Çalışma Grubu (n=30)		p*
		Çınlama Var (n=6)	Çınlama Yok (n=24)	
	Kulak	Ortanca (1-3. çeyrek)	Ortanca (1-3. çeyrek)	
125	Sağ	10,00 (8,75-18,75)	15,00 (10,00-20,00)	0,536
	Sol	17,50 (5,00-22,50)	15,00 (10,00-20,00)	0,915
250	Sağ	7,50 (5,00-16,25)	10,00 (10,00-15,00)	0,315
	Sol	12,50 (3,75-25,00)	10,00 (10,00-15,00)	0,936
500	Sağ	17,50 (5,00-26,25)	7,50 (5,00-13,75)	0,087
	Sol	10,00 (5,00-25,00)	10,00 (5,00-15,00)	0,423
1000	Sağ	10,00 (8,75-16,25)	5,00 (5,00-10,00)	0,034
	Sol	5,00 (5,00-11,25)	5,00 (0-10,00)	0,230
2000	Sağ	12,50 (8,75-16,25)	10,00 (5,00-15,00)	0,422
	Sol	15,00 (8,75-20,00)	10,00 (5,00-18,75)	0,510
4000	Sağ	37,50 (11,25-61,25)	15,00 (10,00-25,00)	0,175
	Sol	40,00 (8,75-70,00)	22,50 (15,00-35,00)	0,448

6000	Sağ	35,00 (18,75-63,75)	20,00 (11,25-30,00)	0,143
	Sol	47,50 (10,00-76,25)	20,000 (16,25-30,00)	0,581
8000	Sağ	40,00 (13,75-61,25)	20,00 (15,00-25,00)	0,071
	Sol	50,00 (23,75-72,50)	15,00 (15,00-30,00)	0,032
HYSSO	Sağ	21,75 (8,50-28,00)	(9,00 (7,50-15,00)	0,101
	Sol	18,75 (8,25-30,62)	11,75 (6,37-16,00)	0,336

HYSSO: Hava yolu saf ses ortalaması

*Mann-Whitney U testi

İtfaiyecilerin sağ ve sol kulak kemik yolu işitme eşiği ölçüm sonuçlarının çınlama varlığına göre karşılaştırılması Tablo 10'da gösterilmiştir. Tablo 10'a göre sağ ve sol kulak kemik yolu ölçüm sonuçları, çınlaması olan ve olmayan itfaiyecilerde benzer tespit edilmiştir ($p>0,05$).

Tablo 10. Çalışma Grubunun Sağ ve Sol Kulak Kemik Yolu İşitme Eşiği Ölçüm Sonuçlarının Çınlama Varlığına Göre Karşılaştırılması

Frekans (Hz)	Kemik yolu	Çalışma Grubu (n=30)		p*
		Çınlama Var (n=6)	Çınlama Yok (n=24)	
	Kulak	Ortanca (1-3. çeyrek)	Ortanca (1-3. çeyrek)	
500	Sağ	5,00 (5,00-12,50)	2,50 (0-5,00)	0,053
	Sol	5,00 (0-7,50)	0 (0-5,00)	0,463
1000	Sağ	5,00 (0-5,00)	0 (0-5,00)	0,565
	Sol	0 (0-6,25)	0 (0-8,75)	0,740
2000	Sağ	10,00 (3,75-16,25)	5,00 (0-10,00)	0,163
	Sol	7,50 (3,75-18,75)	5,00 (1,25-13,75)	0,593
4000	Sağ	27,50 (7,50-58,75)	7,50 (0-15,00)	0,064
	Sol	35,00 (0-58,75)	7,50 (0-18,75)	0,174

KYSSO	Sağ	11,75 (5,87-22,25)	4,50 (2,50-8,62)	0,064
	Sol	11,25 (3,25-24,25)	6,00 (2,87-9,00)	0,221

KYSSO: Kemik yolu saf ses ortalaması

*Mann-Whitney U testi

İtfaiyecilerin sağ ve sol kulakta konuşmayı alma eşiği ve konuşmayı ayırt etme eşiğine ait ölçüm sonuçlarının çınlama varlığına göre karşılaştırılması Tablo 11’de gösterilmiştir. Tablo 11’e göre sağ kulakta konuşmayı alma eşiği ile çınlama varlığı arasında fark vardır ($p=0,006$). Fark çınlaması olan kişilerdeki ölçüm ortancasının (15,00), çınlaması olmayan kişilerdeki ölçüm ortancasına göre (10,00) yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca sağ kulakta konuşmayı ayırt etme eşiği ile çınlama varlığı arasında fark vardır ($p=0,017$). Fark çınlaması olan kişilerin ölçüm ortancasının (94,00), çınlaması olmayan kişilerin ölçüm ortancasına göre (100,00) istatistiksel olarak anlamlı ve daha düşük olmasından kaynaklanmaktadır.

Tablo 11. Çalışma Grubunun Konuşmayı Alma Eşiği ve Konuşmayı Ayırt Etme Eşiği Ölçüm Sonuçlarının Çınlama Varlığına Göre Karşılaştırılması

Frekans (Hz)	Kulak	Çalışma Grubu (n=30)		p*
		Çınlama Var (n=6)	Çınlama Yok (n=24)	
		Ortanca (1-3. çeyrek)	Ortanca (1-3. çeyrek)	
SRT	Sağ	15,00 (15,00-22,50)	10,00 (10,00-15,00)	0,006
	Sol	15,00 (10,00-21,25)	10,00 (10,00-15,00)	0,166
SD	Sağ	94,00 (82,00-97,00)	100,00 (96,00-100,00)	0,017
	Sol	86,00 (76,00-97,00)	96,00 (92,00-100,00)	0,060

SRT: Konuşmayı Alma Eşiği, SD: Konuşmayı Ayırt Etme

*Mann-Whitney U testi

İtfaiyecilerin sağ ve sol kulaktaki en rahat ses seviyesinin ve en rahatsız edici ses seviyesinin çınlama varlığına göre karşılaştırılması Tablo 12’de gösterilmiştir. Tablo 12’ye göre sağ ve sol kulakta en rahat ses seviyesinin ve en rahatsız edici ses seviyesi, çınlama olan ve olmayan itfaiyecilerde benzer tespit edilmiştir ($p>0,05$).

Tablo 12. Çalışma Grubunun Sağ ve Sol Kulakta En Rahat Ses Seviyesi ve En Rahatsız Edici Ses Seviyesi Ölçüm Sonuçlarının Çınlama Varlığına Göre Karşılaştırılması

Frekans (Hz)	Kulak	Çalışma Grubu (n=30)		
		Çınlama Var (n=6)	Çınlama Yok (n=24)	p*
		Ortanca (1-3. çeyrek)	Ortanca (1-3. çeyrek)	
MCL	Sağ	47,50 (40,00-57,50)	40,00 (40,00-45,00)	0,142
	Sol	47,50 (40,00-61,25)	45,00 (40,00-45,00)	0,473
UCL	Sağ	100,00 (100,00-120,00)	100,00 (100,00-110,00)	0,999
	Sol	100,00 (100,00-120,00)	100,00 (100,00-110,00)	0,954

MCL: En Rahat Ses seviyesi, UCL: En Rahatsız Edici Ses seviyesi

*Mann-Whitney U testi

Çalışma grubunda yer alan itfaiyecilerin yaş grubuna göre sağ ve sol kulak hava yolu işitme eşiği ölçümlerinin karşılaştırılması Tablo 13'te gösterilmiştir. Tablo 13'e göre çalışma grubundakilerin sağ ve sol kulak hava yolu işitme eşiği değerleri ile yaş grupları arasında anlamlı fark yoktur ($p>0,05$).

Tablo 13. Çalışma Grubunun Sağ ve Sol Kulak Hava Yolu İşitme Eşiği Ölçüm Sonuçlarının Yaş Grubuna Göre Karşılaştırılması

Frekans (Hz)	Hava yolu	Çalışma Grubu (n=30)			p*
		20-40 Yaş (n=10)	41-46 Yaş (n=13)	47-55 Yaş (n=7)	
		Ortanca (1-3. çeyrek)	Ortanca (1-3. çeyrek)	Ortanca (1-3. çeyrek)	
125	Sağ	10,00 (8,75-16,25)	15,00 (10,00-20,00)	10,00 (10,00-20,00)	0,600
	Sol	15,00 (5,00-17,50)	15,00 (12,50-20,00)	20,00 (10,00-20,00)	0,553

250	Sağ	10,00 (3,75-11,25)	10,00 (5,00-17,50)	10,00 (10,00-20,00)	0,421
	Sol	10,00 (10,00-15,00)	10,00 (7,50-17,50)	15,00 (10,00-25,00)	0,689
500	Sağ	10,00 (5,00-15,00)	5,00 (5,00-15,00)	10,00 (5,00-20,00)	0,428
	Sol	5,00 (0-11,25)	10,00 (5,00-12,50)	15,00 (10,00-20,00)	0,094
1000	Sağ	10,00 (5,00-15,00)	5,00 (2,50-10,00)	10,00 (5,00-10,00)	0,439
	Sol	5,00 (0-10,00)	5,00 (2,50-10,00)	5,00 (0-10,00)	0,863
2000	Sağ	(10,00-5,00-15,00)	10,00 (5,00-20,00)	10,00 (10,00-15,00)	0,741
	Sol	12,50 (8,75-16,25)	10,00 (0-20,00)	10,00 (5,00-15,00)	0,878
4000	Sağ	12,50 (8,75-21,25)	20,00 (10,00-40,00)	20,00 (10,00-50,00)	0,462
	Sol	20,00 (15,00-35,00)	25,00 (12,50-30,00)	35,00 (10,00-60,00)	0,542
6000	Sağ	20,00 (12,50-33,75)	20,00 (12,50-30,00)	35,00 (25,00-50,00)	0,119
	Sol	20,00 (18,75-30,00)	20,00 (15,00-30,00)	45,00 (20,00-75,00)	0,065
8000	Sağ	20,00 (12,50-31,25)	15,00 (12,50-27,50)	25,00 (15,00-60,00)	0,357
	Sol	17,50 (15,00-36,25)	15,00 (10,00-30,00)	30,00 (15,00-70,00)	0,169
HYSSO	Sağ	9,00 (7,12-15,62)	12,50 (5,75-18,25)	14,00 (9,00-26,00)	0,671
	Sol	10,50 (8,25-14,87)	10,00 (6,75-17,50)	16,00 (5,00-30,00)	0,703

HYSSO: Hava yolu saf ses ortalaması

*Kruskal-Wallis H testi

Çalışma grubunun sağ ve sol kulak kemik yolu işitme eşiği ölçümlerinin yaş gruplarına göre karşılaştırılması Tablo 14’te gösterilmiştir. Tablo 14’e göre çalışma grubundakilerin sağ ve sol kulak kemik yolu işitme eşiği değerleri ile yaş grupları arasında anlamlı fark yoktu ($p>0,05$).

Tablo 14. Çalışma Grubunun Sağ ve Sol Kulak Kemik Yolu İşitme Eşiği Ölçüm Sonuçlarının Yaş Grubuna Göre Karşılaştırılması

Frekans (Hz)	Kemik yolu	Çalışma Grubu (n=30)			p*
		20-40 Yaş (n=10)	41-46 Yaş (n=13)	47-55 Yaş (n=7)	
	Kulak	Ortanca (1-3. çeyrek)	Ortanca (1-3. çeyrek)	Ortanca (1-3. çeyrek)	
500	Sağ	5,00 (0-10,00)	0 (0-7,50)	5,00 (5,00-5,00)	0,614
	Sol	2,50 (0-5,00)	0 (0-5,00)	5,00 (0-10,00)	0,582
1000	Sağ	5,00 (0-5,00)	0 (0-5,00)	0 (0-5,00)	0,348
	Sol	2,50 (0-6,25)	0 (0-7,50)	0 (0-10,00)	0,757
2000	Sağ	5,00 (0-11,25)	5,00 (0-10,00)	5,00 (0-10,00)	0,967
	Sol	5,00 (0-15,00)	5,00 (0-12,50)	5,00 (5,00-15,00)	0,735
4000	Sağ	5,00 (0-15,00)	10,00 (2,50-22,50)	10,00 (0-40,00)	0,560
	Sol	7,50 (0-16,25)	9,23 (5,00 (0-17,50)	20,00 (0-55,00)	0,355

KYSSO	Sağ	5,00 (2,12-10,25)	7,50 (1,75-12,00)	6,00 (2,50-12,50)	0,915
	Sol	5,50 (4,00-9,25)	7,50 (1,00-9,00)	7,50 (4,00-24,00)	0,494

KYSSO: Kemik yolu saf ses ortalaması

*Kruskal-Wallis H testi

Çalışma grubunun sağ ve sol kulakta konuşmayı alma eşiği ve konuşmayı ayırt etme eşiğine ait ölçüm sonuçlarının yaş gruplarına göre karşılaştırılması Tablo 15'te gösterilmiştir. Tablo 15'e göre sağ kulakta konuşmayı ayırt etme eşiği ile yaş grubu arasında fark vardır (p=0,026). Fark 47-55 yaş grubundaki kişilerin konuşmayı ayırt etme eşik değerinin ortancasının diğer yaş gruplarına göre düşük olmasından kaynaklanmaktadır.

Tablo 15. Çalışma Grubunun Sağ ve Sol Kulakta Konuşmayı Alma Eşiği ve Konuşmayı Ayırt Etme Eşiği Ölçüm Sonuçlarının Yaş Grubuna Göre Karşılaştırılması

Frekans (Hz)	Kulak	Çalışma Grubu (n=30)			p*
		20-40 Yaş (n=10)	41-46 Yaş (n=13)	47-55 Yaş (n=7)	
		Ortanca (1-3. çeyrek)	Ortanca (1-3. çeyrek)	Ortanca (1-3. çeyrek)	
SRT	Sağ	10,00 (5,00-15,00)	15,00 (10,00-15,00)	15,00 (10,00-15,00)	0,507
	Sol	10,00 (10,00-11,25)	10,00 (10,00-15,00)	15,00 (10,00-20,00)	0,103
SD	Sağ	100,00 (99,00-100,00)	100,00 (96,00-100,00)	92,00 (92,00-96,00)	0,026
	Sol	100,00 (92,00-100,00)	96,00 (92,00-98,00)	92,00 (80,00-96,00)	0,081

SRT: Konuşmayı Alma Eşiği, SD: Konuşmayı Ayırt Etme

*Kruskal-Wallis H testi

Çalışma grubunun en rahat ses seviyesinin ve en rahatsız edici ses seviyesinin yaş gruplarına göre karşılaştırılması Tablo 16’da gösterilmiştir. Tablo 16’a göre çalışma grubundakilerin sağ ve sol kulak en rahat ses seviyesi ve en rahatsız edici ses seviyesi yaş gruplarında benzerdir ($p>0,05$).

Tablo 16. Çalışma Grubunun Sağ ve Sol Kulakta En Rahat Ses Seviyesi ve En Rahatsız Edici Ses Seviyesi Ölçüm Sonuçlarının Yaş Grubuna Göre Karşılaştırılması

Frekans (Hz)	Kulak	Çalışma Grubu (n=30)			p*
		20-40 Yaş (n=10)	41-46 Yaş (n=13)	47-55 Yaş (n=7)	
		Ortanca (1-3. çeyrek)	Ortanca (1-3. çeyrek)	Ortanca (1-3. çeyrek)	
MCL	Sağ	40,00 (40,00-45,0)	40,00 (40,00-52,00)	45,00 (40,00-50,00)	0,544
	Sol	45,00 (40,00-47,50)	45,00 (40,00-47,50)	45,00 (40,00-55,00)	0,936
UCL	Sağ	100,00 (100,00-120,00)	100,00 (100,00-107,50)	105,00 (100,00-110,00)	0,639
	Sol	100,00 (100,00-120,00)	100,00 (100,00-107,00)	105,00 (100,00-110,00)	0,723

MCL: En Rahat Ses seviyesi, UCL: En Rahatsız Edici Ses seviyesi

*Kruskal-Wallis H testi

İtfaiyecilerin, çalışma yılları ile sağ ve sol kulak hava yolu işitme eşiklerine ait değerlerin karşılaştırılması Tablo 17’de gösterilmiştir. Tablo 17’ye göre sağ ve sol kulak hava yolu işitme eşiği ölçüm değerleri ile çalışma yılları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p>0,05$).

Tablo 17. Çalışma Grubunun Sağ ve Sol Kulak Hava Yolu İşitme Eşiği Ölçüm Sonuçlarının Çalışma Yıllarına Göre Karşılaştırılması

Frekans (Hz)	Hava yolu	Çalışma Grubu (n=30)			p*
		1-14 yıl (n=9)	15-18 yıl (n=13)	19-32 yıl (n=8)	
	Kulak	Ortanca (1-3. çeyrek)	Ortanca (1-3. çeyrek)	Ortanca (1-3. çeyrek)	
125	Sağ	10,00 (7,50-10,00)	15,00 (10,00-17,50)	17,50 (10,00-20,00)	0,076
	Sol	15,00 (15,00-20,00)	15,00 (7,50-22,50)	15,00 (6,25-18,75)	0,530
250	Sağ	10,00 (7,50-10,00)	10,00 (5,00-17,50)	12,50 (10,00-18,75)	0,397
	Sol	15,00 (10,00-22,50)	10,00 (10,00-15,00)	10,00 (6,25-18,75)	0,680
500	Sağ	5,00 (5,00-15,00)	10,00 (5,00-17,50)	7,50 (5,00-15,00)	0,895
	Sol	5,00 (5,00-17,50)	10,00 (5,00-10,00)	12,50 (5,00-15,00)	0,683
1000	Sağ	10,00 (5,00-15,00)	5,00 (0-10,00)	5,00 (5,00-8,75)	0,303
	Sol	5,00 (2,50-7,50)	5,00 (0-7,50)	7,50 (5,00-10,00)	0,310
2000	Sağ	15,00 (10,00-17,50)	5,00 (5,00-12,50)	10,00 (5,00-18,75)	0,217
	Sol	15,00 (10,00-17,50)	5,00 (0-17,50)	12,50 (5,00-18,75)	0,488
4000	Sağ	25,00 (10,00-35,00)	15,00 (10,00-30,00)	17,50 (6,25-43,75)	0,712
	Sol	25,00 (20,00-40,00)	15,00 (7,50-35,00)	25,00 (16,25-35,00)	0,254
6000	Sağ	20,00 (12,50-32,50)	20,00 (12,50-32,50)	27,50 (20,00-35,00)	0,452

	Sol	20,00 (17,50-40,00)	20,00 (12,50-30,00)	27,50 (20,00-45,00)	0,427
8000	Sağ	20,00 (10,00-30,00)	15,00 (12,50-25,00)	27,50 (16,25-46,25)	0,300
	Sol	20,00 (12,50-37,50)	15,00 (15,00-30,00)	30,00 (15,00-55,00)	0,645
HYSSO	Sağ	15,00 (6,75-17,50)	9,00 (6,75-16,50)	10,75 (9,00-20,62)	0,700
	Sol	15,00 (10,00-16,75)	9,00 (6,00-15,75)	15,00 (8,75-18,62)	0,211

HYSSO: Hava yolu saf ses ortalaması

*Kruskal-Wallis H testi

Çalışma grubundaki kişilerin çalışma yılları ile sağ ve sol kulak kemik yolu işitme eşiklerine ait değerlerin karşılaştırılması Tablo 18’de gösterilmiştir. Tablo 18’e göre sağ ve sol kulak kemik yolu işitme eşiği ölçüm değerleri ile çalışma yılları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p>0,05$).

Tablo 18. Çalışma Grubunun Sağ ve Sol Kulak Kemik Yolu İşitme Eşiği Ölçüm Sonuçlarının Çalışma Yıllarına Göre Karşılaştırılması

Frekans (Hz)	Kemik yolu	Çalışma Grubu (n=30)			p*
		1-14 yıl (n=9)	15-18 yıl (n=13)	19-32 yıl (n=8)	
		Ortanca (1-3. çeyrek)	Ortanca (1-3. çeyrek)	Ortanca (1-3. çeyrek)	
500	Sağ	5,00 (0-7,50)	5,00 (0-7,50)	2,50 (0-8,75)	0,816
	Sol	0 (0-5,00)	0 (0-5,00)	7,50 (1,25-10,00)	0,089
1000	Sağ	5,00 (0-5,00)	5,00 (0-5,00)	0 (0-3,75)	0,503
	Sol	5,00 0-5,00	0 0-5,00	0 (0-10,00)	0,631

2000	Sağ	10,00 (2,50-10,00)	0 (0-7,50)	5,00 (5,00-13,75)	0,238
	Sol	5,00 (5,00-10,00)	5,00 (0-15,00)	12,50 (5,00-15,00)	0,427
4000	Sağ	10,00 (5,00-20,00)	5,00 (0-17,50)	7,50 (1,25-33,75)	0,658
	Sol	15,00 (5,00-22,50)	0 (0-17,50)	12,50 (0-20,00)	0,344
KYSSO	Sağ	7,50 (3,25-10,00)	2,50 (1,00-11,25)	6,75 (2,87-11,87)	0,585
	Sol	7,50 (5,50-8,25)	4,00 (1,75-8,75)	9,00 (4,12-11,87)	0,234

KYSSO: Kemik yolu saf ses ortalaması

*Kruskal-Wallis H testi

İtfaiyecilerin, çalışma yılları ile sağ ve sol kulakta konuşmayı alma eşiği ve konuşmayı ayırt etme eşiğine ait ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması Tablo 19'da gösterilmiştir. Tablo 19'da itfaiyecilerin sağ ve sol kulakta konuşmayı alma eşiği ve konuşmayı ayırt etme eşikleri çalışma yıllarına göre benzerdir ($p>0,05$).

Tablo 19. Çalışma Grubunun Sağ ve Sol Kulakta Konuşmayı Alma Eşiği ve Konuşmayı Ayırt Etme Eşiği Ölçüm Sonuçlarının Çalışma Yıllarına Göre Karşılaştırılması

Frekans (Hz)	Kulak	Çalışma Grubu (n=30)			p*
		1-14 yıl (n=9)	15-18 yıl (n=13)	19-32 yıl (n=8)	
		Ortanca (1-3. çeyrek)	Ortanca (1-3. çeyrek)	Ortanca (1-3. çeyrek)	
SRT	Sağ	10,00 (10,00-15,00)	10,00 (10,00-15,00)	15,00 (10,00-15,00)	0,955
	Sol	10,00 (10,00-15,00)	10,00 (10,00-12,50)	12,50 (10,00-15,00)	0,671

SD	Sağ	96,00 (90,00-98,00)	100,00 (98,00-100,00)	100,00 (92,00-100,00)	0,070
	Sol	92,00 (90,00-96,00)	96,00 (96,00-100,00)	94,00 (89,00-99,00)	0,070

SRT: Konuşmayı Alma Eşiği, SD: Konuşmayı Ayırt Etme

*Kruskal-Wallis H testi

Çalışma grubundaki kişilerin çalışma yılları ile sağ ve sol kulakta en rahat ses seviyesi ve en rahatsız edici ses seviyesi ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması Tablo 20’de gösterilmiştir. Tablo 20’ye göre çalışma grubundakilerin sağ ve sol kulak en rahat ses seviyesi ve en rahatsız edici ses seviyesi ile çalışma yılları arasında fark yoktur ($p>0,05$).

Tablo 20. Çalışma Grubunun Sağ ve Sol Kulakta En Rahat Ses Seviyesi ve En Rahatsız Edici Ses Seviyesi Ölçüm Sonuçlarının Çalışma Yıllarına Göre Karşılaştırılması

Frekans (Hz)	Kulak	Çalışma Grubu (n=30)			p*
		1-14 yıl (n=9)	15-18 yıl (n=13)	19-32 yıl (n=8)	
		Ortanca (1-3. çeyrek)	Ortanca (1-3. çeyrek)	Ortanca (1-3. çeyrek)	
MCL	Sağ	45,00 (40,00-50,0)	40,00 (40,00-50,00)	40,00 (40,00-48,75)	0,483
	Sol	45,00 (45,00-47,50)	40,00 (40,00-45,00)	45,00 (40,00-53,75)	0,103
UCL	Sağ	110,00 (100,00-117,50)	100,00 (100,00-100,00)	102,50 (100,00-117,50)	0,115
	Sol	110,00 (100,00-117,50)	100,00 (100,00-102,50)	102,50 (100,00-117,50)	0,149

MCL: En Rahat Ses seviyesi, UCL: En Rahatsız Edici Ses seviyesi

*Kruskal-Wallis H testi

Çalışma grubunda yer alan itfaiyecilerin sağ ve sol kulak hava yolu işitme eşiği ölçüm sonuçlarının yaş ve çalışma yılı ile ilişkisi Tablo 21’de gösterilmiştir. Tablo 21’e göre yaş ile 500 Hz frekansta sol kulak hava yolu işitme eşiği arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönlü orta düzeyde korelasyon tespit edilmiştir ($r=0,435$, $p=0,016$) (Şekil 14). Çalışma yılı ile 125 Hz frekans ve 250 Hz frekansta sağ kulak hava yolu işitme eşiği arasında anlamlı pozitif yönlü orta düzeyde ilişki vardır (sırasıyla; $r:0,496$, $p=0,005$; $r=0,417$, $p=0,022$) (Şekil 15) (Şekil 16).

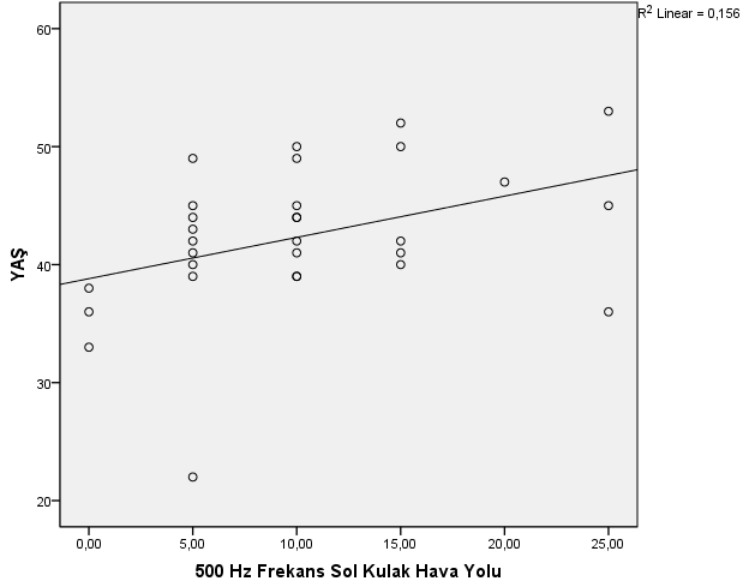
Tablo 21. Çalışma Grubunun Sağ ve Sol Kulak Hava Yolu İşitme Eşiği Ölçüm Sonuçlarının Yaş ve Çalışma Yılı ile İlişkisi

Frekans (Hz)	Hava yolu	Yaş		Çalışma Yılı	
	Kulak	r	p*	r	p*
125	Sağ	0,255	0,173	0,496	0,005
	Sol	0,185	0,328	-0,032	0,866
250	Sağ	0,303	0,104	0,417	0,022
	Sol	0,116	0,543	-0,039	0,837
500	Sağ	0,197	0,297	0,251	0,181
	Sol	0,435	0,016	0,290	0,120
1000	Sağ	-0,080	0,673	0,179	0,345
	Sol	-0,065	0,732	0,168	0,374
2000	Sağ	0,142	0,454	-0,008	0,964
	Sol	-0,096	0,615	-0,032	0,867
4000	Sağ	0,236	0,209	0,077	0,685
	Sol	0,214	0,255	0,110	0,564
6000	Sağ	0,328	0,077	0,215	0,254
	Sol	0,324	0,080	0,270	0,150
8000	Sağ	0,187	0,322	0,262	0,162
	Sol	0,188	0,320	0,214	0,257

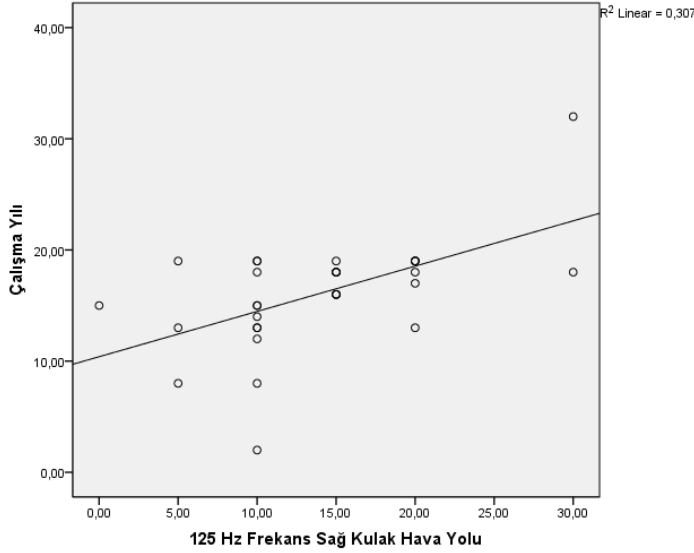
HYSSO	Sağ	0,231	0,219	0,154	0,416
	Sol	0,170	0,369	0,145	0,445

HYSSO: Hava yolu saf ses ortalaması

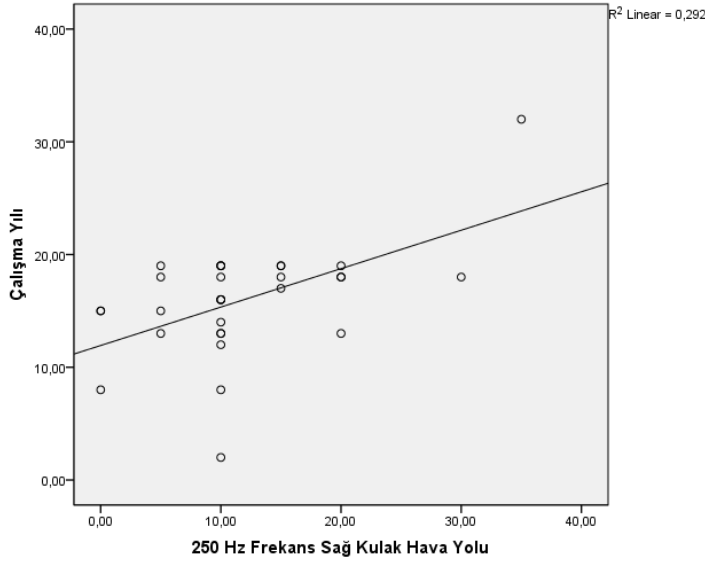
*Spearman korelasyon testi.



Şekil 14. Çalışma Grubunun 500 Hz Frekansta Sol Kulak Hava Yolu İşitme Eşiği ile Yaş Arasındaki Korelasyon



Şekil 15. Çalışma Grubunun 125 Hz Frekansta Sağ Kulak Hava Yolu İşitme Eşiği ile Çalışma Yılı Arasındaki Korelasyon



Şekil 16. Çalışma Grubunun 250 Hz Frekansta Sağ Kulak Hava Yolu İşitme Eşiği ile Çalışma Yılı Arasındaki Korelasyon

Çalışma grubunda yer alan itfaiyecilerin sağ ve sol kulak kemik yolu işitme eşiği ölçüm sonuçlarının yaş ve çalışma yılı ile ilişkisi Tablo 22’de gösterilmiştir. Tablo 22’ye göre sağ ve sol kulak kemik yolu işitme eşikleri ile yaş, çalışma yılı arasında ilişki yoktur ($p>0,05$).

Tablo 22. Çalışma Grubunun Sağ ve Sol Kulak Kemik Yolu İşitme Eşiği Ölçüm Sonuçlarının Yaş ve Çalışma Yılı ile İlişkisi

Frekans (Hz)	Kemik yolu		Yaş		Çalışma Yılı	
	Kulak	r	p*	r	p*	
500	Sağ	0,035	0,856	0,022	0,907	
	Sol	0,194	0,305	0,351	0,057	
1000	Sağ	-0,264	0,159	-0,111	0,559	
	Sol	-0,151	0,424	-0,056	0,770	
2000	Sağ	0,063	0,742	0,074	0,698	
	Sol	0,047	0,806	0,112	0,556	

4000	Sağ	0,182	0,335	0,050	0,794
	Sol	0,212	0,261	0,032	0,865
KYSSO	Sağ	0,121	0,524	0,126	0,508
	Sol	0,134	0,481	0,175	0,355

KYSSO: Kemik yolu saf ses ortalaması

*Spearman korelasyon testi.

Çalışma grubunda yer alan itfaiyecilerin konuşmayı alma eşiği ve konuşmayı ayırt etme eşiği ölçüm sonuçlarının yaş ve çalışma yılı ile ilişkisi Tablo 23'te gösterilmiştir. Tablo 23'e göre konuşmayı alma eşiği ve konuşmayı ayırt etme eşiği ile yaş, çalışma yılı arasında ilişki yoktur ($p>0,05$).

Tablo 23. Çalışma Grubunun Konuşmayı Alma Eşiği ve Konuşmayı Ayırt Etme Eşiği Ölçüm Sonuçlarının Yaş ve Çalışma Yılı ile İlişkisi

Frekans (Hz)	Kulak	Yaş		Çalışma Yılı	
		r	p*	r	p*
SRT	Sağ	0,217	0,250	0,184	0,332
	Sol	0,255	0,175	0,069	0,718
SD	Sağ	-0,336	0,069	0,149	0,431
	Sol	-0,345	0,062	0,013	0,947

SRT: Konuşmayı Alma Eşiği, SD: Konuşmayı Ayırt Etme

*Spearman korelasyon testi.

İtfaiyecilerin sağ ve sol kulaktaki en rahat ses seviyesinin ve en rahatsız edici ses seviyesinin yaş ve çalışma yılı ile ilişkisi Tablo 24'te gösterilmiştir. Tablo 24'te göre sağ ve sol kulak en rahat ses seviyesi ve en rahatsız edici ses seviyesi ile yaş, çalışma yılı arasında ilişki yoktur ($p>0,05$).

Tablo 24. Çalışma Grubunun Sağ ve Sol Kulak En Rahat Ses Seviyesi ve En Rahatsız Edici Ses Seviyesi Ölçüm Sonuçlarının Yaş ve Çalışma Yılı ile İlişkisi

Frekans (Hz)	Kulak	Yaş		Çalışma Yılı	
		r	p*	r	p*
MCL	Sağ	0,233	0,216	0,024	0,898
	Sol	-0,011	0,953	-0,003	0,987
UCL	Sağ	0,047	0,805	-0,048	0,802
	Sol	0,028	0,882	-0,054	0,775

MCL: En Rahat Ses seviyesi, UCL: En Rahatsız Edici Ses seviyesi

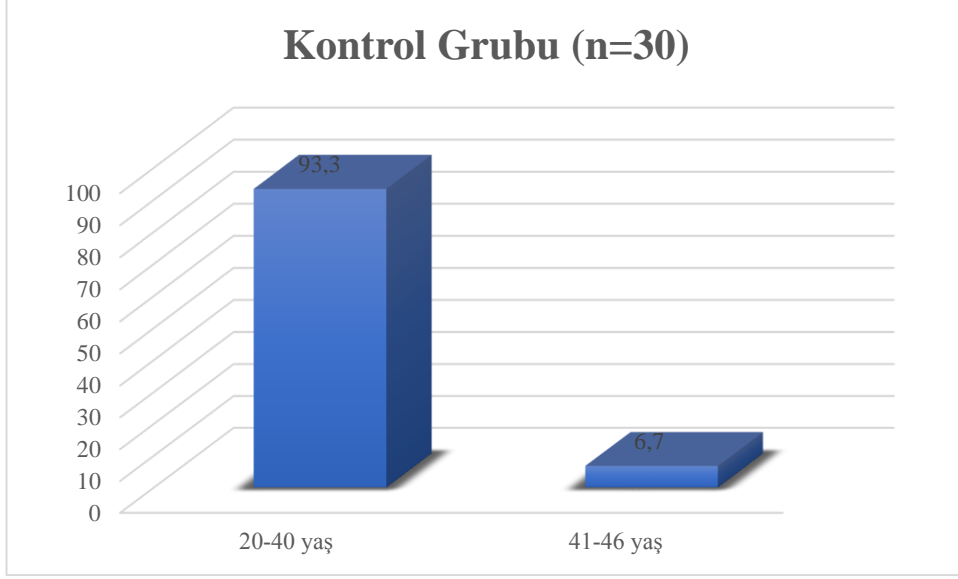
*Spearman korelasyon testi.

4.2. Kontrol Grubunun Özellikleri

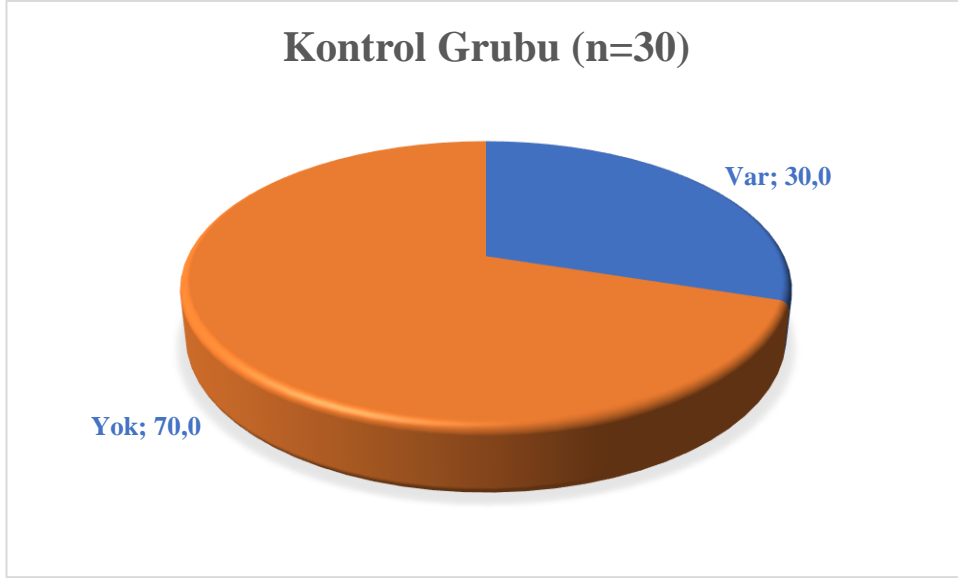
Kontrol grubunda yer alan 30 kişinin %90,0'ı (n=27) kadın, %10,0'ı (n=3) erkektir. Kontrol grubunun yaş ortalaması $27,17 \pm 6,67$ (min:23,50-max:28,00), yaş ortancası 25,00 (1.çeyrek:23,50-3.çeyrek:28,00) /yıldır. Kontrol grubunun %93,3'ü (n=28) 20-40 yaş arasında, %6,7'si (n=2) 41-46 yaş arasındadır (Şekil 17). Kontrol grubunun sosyo-demografik özellikleri Tablo 25'te gösterilmiştir. Kontrol grubunun %30,0'ında çınlama vardır, %70,0'ında (n=21) çınlama yoktur (Şekil 18) (Tablo 25).

Tablo 25. Kontrol Grubunun Sosyo-demografik Özellikleri

Özellik	Kontrol Grubu (n=30)	
	N	%
Cinsiyet		
Kadın	27	90,0
Erkek	3	10,0
Yaş		
20-40 yaş	28	93,3
41-46 yaş	2	6,7
Çınlama		
Var	9	30,0
Yok	21	70,0



Şekil 17. Kontrol Grubunun Yaş Dağılımı



Şekil 18. Kontrol Grubunun Çınlama Sıklığı

Kontrol grubunda yer alan itfaiyecilerin sağ ve sol kulak hava yolu işitme eşiği ölçüm sonuçları Tablo 26’da, kulak yolu işitme eşiği ölçüm sonuçları Tablo 27’de gösterilmiştir.

Tablo 26. Kontrol Grubunun Sağ ve Sol Kulak Hava Yolu İşitme Eşiği Ölçüm Sonuçları

Frekans (Hz)	Hava yolu		Kontrol Grubu (n=30)	
	Kulak	Ortalama±SS	Ortanca (1-3. çeyrek)	
125	Sağ	10,66±3,65	10,00 (10,00-15,00)	
	Sol	9,33±3,88	10,00 (5,00-10,00)	
250	Sağ	10,16±4,25	10,00 (5,00-11,25)	
	Sol	9,00±4,02	10,00 (5,00-10,00)	
500	Sağ	8,00±3,61	10,00 (5,00-10,00)	
	Sol	7,16±4,29	10,00 (5,00-10,00)	
1000	Sağ	5,66±4,68	5,00 (0-10,00)	
	Sol	2,83±3,13	2,50 (0-5,00)	
2000	Sağ	5,83±4,37	5,00 (3,75-10,00)	
	Sol	6,16±5,20	5,00 (0-10,00)	
4000	Sağ	5,00±4,35	5,00 (0-10,00)	
	Sol	5,66±4,86	5,00 (0-10,00)	
6000	Sağ	9,00±5,78	10,00 (5,00-15,00)	
	Sol	9,00±5,78	10,00 (5,00-15,00)	
8000	Sağ	10,00±6,15	10,00 (5,00-15,00)	
	Sol	7,83±6,52	5,00 (3,75-11,25)	
HYSSO	Sağ	6,13±2,85	6,00 (4,00-7,50)	
	Sol	5,46±3,12	5,00 (4,00-6,37)	

HYSSO: Hava yolu saf ses ortalaması

Tablo 27. Kontrol Grubunun Sağ ve Sol Kulak Kemik Yolu İşitme Eşiği Ölçüm Sonuçları

Frekans (Hz)	Kemik yolu	Kontrol Grubu (n=30)	
		Ortalama±SS	Ortanca (1-3. çeyrek)
500	Sağ	4,16±3,95	5,00 (0-5,00)
	Sol	3,50±3,97	2,50 (0-5,00)
1000	Sağ	2,33±2,85	0 (0-5,00)
	Sol	2,00±3,10	0 (0-5,00)
2000	Sağ	3,50±3,74	5,00 (0-5,00)
	Sol	2,16±3,86	0 (0-5,00)
4000	Sağ	2,00±3,10	0 (0-5,00)
	Sol	1,83±3,34	0 (0-5,00)
KYSSO	Sağ	2,98±2,32	2,50 (1,00-4,00)
	Sol	2,31±2,27	2,50 (1,00-2,50)

KYSSO: Kemik yolu saf ses ortalaması

Kontrol grubunda yer alan 30 kişinin sağ ve sol kulakta konuşmayı alma eşiği ve konuşmayı ayırt etme eşiğine ait ölçüm sonuçları Tablo 28’de, en rahat ses seviyesi ve en rahatsız edici ses seviyesi ölçüm sonuçları Tablo 29’da gösterilmiştir.

Tablo 28. Kontrol Grubunun Sağ ve Sol Kulakta Konuşmayı Alma Eşiği ve Konuşmayı Ayırt Etme Eşiği Ölçüm Sonuçları

Frekans (Hz)	Kulak	Kontrol Grubu (n=30)	
		Ortalama±SS	Ortanca (1-3. çeyrek)
SRT	Sağ	6,66±2,39	5,00 (5,00-10,00)
	Sol	6,66±2,73	5,00 (5,00-10,00)

SD	Sağ	97,86±2,72	100,00 (96,00-100,00)
	Sol	97,73±2,71	100,00 (96,00-100,00)

SRT: Konuşmayı Alma Eşiği, SD: Konuşmayı Ayırt Etme

Tablo 29. Kontrol Grubunun Sağ ve Sol Kulakta En Rahat Ses Seviyesi ve En Rahatsız Edici Ses Seviyesi Ölçüm Sonuçları

Frekans (Hz)	Kulak	Kontrol Grubu (n=30)	
		Ortalama±SS	Ortanca (1-3. çeyrek)
MCL	Sağ	40,83±3,23	40,00 (40,00-41,25)
	Sol	40,33±3,69	40,00 (40,00-40,00)
UCL	Sağ	100,83±1,89	100,00 (100,00-100,00)
	Sol	100,83±1,89	100,00 (100,00-100,00)

MCL: En Rahat Ses seviyesi, UCL: En Rahatsız Edici Ses seviyesi

4.3. Çalışma ve Kontrol Grubunun Ölçüm Sonuçlarının Karşılaştırılması

Çalışma ve kontrol grubunda yer alan kişilerin sağ ve sol kulak hava yolu işitme eşiklerinin karşılaştırılması Tablo 30'da gösterilmiştir. Çalışma grubunun 125 Hz sol kulak, 250 Hz sol kulak, 1000 Hz sol kulak, 2000 Hz sağ ve sol kulak, 4000 Hz sağ ve sol kulak, 6000 Hz sağ ve sol kulak, 8000 Hz sağ ve sol kulak işitme eşiği ölçümleri ve sağ ve sol kulak hava yolu saf ses ortalamaları kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p<0,05$). 125 Hz sağ kulak, 250 Hz sağ kulak, 500 Hz sağ ve sol kulak 1000 Hz sağ kulak işitme eşikleri çalışma ve kontrol grubunda benzerdir ($p>0,05$).

Tablo 30. Çalışma ve Kontrol Grubunun Sağ ve Sol Kulak Hava Yolu İşitme Eşiği Ölçüm Sonuçlarının Karşılaştırılması

Frekans (Hz)	Hava yolu Kulak	Çalışma Grubu (n=30)	Kontrol Grubu (n=30)	p*
		Ortanca (1-3. çeyrek)	Ortanca (1-3. çeyrek)	
125	Sağ	12,50 (10,00-20,00)	10,00 (10,00-15,00)	0,056
	Sol	15,00 (10,00-20,00)	10,00 (5,00-10,00)	<0,001
250	Sağ	10,00 (8,75-15,00)	10,00 (5,00-11,25)	0,475
	Sol	10,00 (10,00-16,25)	10,00 (5,00-10,00)	0,009
500	Sağ	10,00 (5,00-15,00)	10,00 (5,00-10,00)	0,441
	Sol	10,00 (5,00-15,00)	10,00 (5,00-10,00)	0,133
1000	Sağ	5,00 (5,00-10,00)	5,00 (0-10,00)	0,243
	Sol	5,00 (0-10,00)	2,50 (0-5,00)	0,026
2000	Sağ	10,00 (5,00-15,00)	5,00 (3,75-10,00)	0,002
	Sol	10,00 (5,00-16,25)	5,00 (0-10,00)	0,010
4000	Sağ	17,50 (10,00-32,50)	5,00 (0-10,00)	<0,001
	Sol	22,50 (15,00-35,00)	5,00 (0-10,00)	<0,001
6000	Sağ	20,00 (15,00-35,00)	10,00 (5,00-15,00)	<0,001
	Sol	20,00 (15,00-31,25)	10,00 (5,00-15,00)	<0,001
8000	Sağ	20,00 (15,00-30,00)	10,00 (5,00-15,00)	<0,001
	Sol	20,00 (15,00-35,00)	5,00 (3,75-11,25)	<0,001
HYSSO	Sağ	10,50 (7,50-17,50)	6,00 (4,00-7,50)	<0,001
	Sol	11,75 (7,12-17,25)	5,00 (4,00-6,37)	<0,001

HYSSO: Hava yolu saf ses ortalaması

*Mann-Whitney U testi

Çalışma ve kontrol grubunda yer alan kişilerin sağ ve sol kulak kemik yolu işitme eşiklerinin karşılaştırılması Tablo 31’de gösterilmiştir. Çalışma grubunun 2000 Hz sol kulak, 4000 Hz sağ ve sol kulak işitme eşiği ölçümleri ve sağ ve sol kulak kemik yolu saf

ses ortalamaları kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p<0,05$). 500 Hz sağ ve sol kulak, 1000 Hz sağ ve sol kulak, 2000 Hz sağ kulak kemik yolu işitme eşikleri çalışma ve kontrol grubunda benzerdir ($p>0,05$).

Tablo 31. Çalışma ve Kontrol Grubunun Sağ ve Sol Kulak Kemik Yolu İşitme Eşiği Ölçüm Sonuçlarının Karşılaştırılması

Frekans (Hz)	Kemik yolu	Çalışma Grubu (n=30)	Kontrol Grubu (n=30)	
		Ortanca (1-3. çeyrek)	Ortanca (1-3. çeyrek)	p*
500	Sağ	5,00 (0-6,25)	5,00 (0-5,00)	0,893
	Sol	2,50 (0-5,00)	2,50 (0-5,00)	0,961
1000	Sağ	0 (0-5,00)	0 (0-5,00)	0,559
	Sol	0 (0-6,25)	0 (0-5,00)	0,474
2000	Sağ	5,00 (0-10,00)	5,00 (0-5,00)	0,064
	Sol	5,00 (3,75-15,00)	0 (0-5,00)	<0,001
4000	Sağ	10,00 (0-16,25)	0 (0-5,00)	<0,001
	Sol	10,00 (0-20,00)	0 (0-5,00)	0,001
KYSSO	Sağ	6,00 (2,50-10,25)	2,50 (1,00-4,00)	0,005
	Sol	6,75 (3,62-9,25)	2,50 (1,00-2,50)	<0,001

KYSSO: Kemik yolu saf ses ortalaması

*Mann-Whitney U testi

Çalışma ve kontrol grubunda yer alan kişilerin sağ ve sol kulakta konuşmayı alma eşiği ve konuşmayı ayırt etme eşiğine ait ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması Tablo 32’de gösterilmiştir. Tablo 32’ye göre sağ ve sol kulakta konuşmayı alma eşiği çalışma grubunda kontrol grubuna göre anlamlı bir farklılık vardır ($p<0,05$). Sol kulakta konuşmayı ayırt etme eşiği çalışma grubunda kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p<0,05$). Sağ kulak konuşmayı ayırt etme eşiği çalışma ve kontrol grubunda benzerdir ($p>0,05$).

Tablo 32. Çalışma ve Kontrol Grubunun Sağ ve Sol Kulakta Konuşmayı Alma Eşiği ve Konuşmayı Ayırt Etme Eşiği Ölçüm Sonuçlarının Karşılaştırılması

Frekans (Hz)	Kulak	Çalışma Grubu (n=30)	Kontrol Grubu (n=30)	p*
		Ortanca (1-3. çeyrek)	Ortanca (1-3. çeyrek)	
SRT	Sağ	12,50 (10,00-15,00)	5,00 (5,00-10,00)	<0,001
	Sol	10,00 (10,00-15,00)	5,00 (5,00-10,00)	<0,001
SD	Sağ	100,00 (95,00-100,00)	100,00 (96,00-100,00)	0,614
	Sol	96,00 (92,00-100,00)	100,00 (96,00-100,00)	0,010

SRT: Konuşmayı Alma Eşiği, SD: Konuşmayı Ayırt Etme

*Mann-Whitney U testi

Çalışma ve kontrol grubundaki kişilerin sağ ve sol kulakta en rahat ses seviyesi ve en rahatsız edici ses seviyesi ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması Tablo 33'te gösterilmiştir. Sağ ve sol kulaktaki en rahat ses seviyesi ve en rahatsız edici ses seviyesinin dağılım aralığı çalışma grubunda kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0,05$).

Tablo 33. Çalışma ve Kontrol Grubunun Sağ ve Sol Kulakta En Rahat Ses Seviyesi ve En Rahatsız Edici Ses Seviyesi Ölçüm Sonuçlarının Karşılaştırılması

Frekans (Hz)	Kulak	Çalışma Grubu (n=30)	Kontrol Grubu (n=30)	p*
		Ortanca (1-3. çeyrek)	Ortanca (1-3. çeyrek)	
MCL	Sağ	40,00 (40,00-50,00)	40,00 (40,00-41,25)	0,018
	Sol	45,00 (40,00-46,25)	40,00 (40,00-40,00)	<0,001
UCL	Sağ	100,00 (100,00-111,25)	100,00 (100,00-100,00)	0,015
	Sol	100,00 (100,00-111,25)	100,00 (100,00-100,00)	0,008

MCL: En Rahat Ses seviyesi, UCL: En Rahatsız Edici Ses seviyesi

*Mann-Whitney U testi

5. TARTIŞMA

Gürültüye bağlı işitme kaybı, önemli bir iş sağlığı sorunlarından biridir. Gürültüye bağlı işitme kaybı, Amerika Birleşik Devletleri'ndeki itfaiyeciler arasında görülen en yaygın mesleki yaralanmalardan biridir (Hong vd., 2013a). İtfaiyecilerin özellikle siren sesi ve aşırı gürültü çıkartan ekipmanlara maruz kalmalarından dolayı işitme kaybı riski altındadırlar (Jamesdaniel vd., 2019). Gürültü, çoğunlukla çevresel işitsel reseptörde, kokleada ve daha nadiren işitsel sinir yollarında mekanik ve metabolik hasara neden olan fiziksel bir faktördür. Gürültüye bağlı işitme kaybı, özellikle orta veya yüksek yoğunluktaki bir gürültüye sürekli maruz kalmanın sebep olduğu bir yaralanmayı ifade eder (Donahue ve Ohlin, 1993). GBİK'nin en yaygın iki özelliği vardır ve bunlar çok sayıdaki çalışmalar ile iyice ortaya konmuştur. Birincisi, gürültünün şiddeti ve maruz kalma süresi ile işitme kaybı miktarı artar, öyle ki daha yoğun ve daha uzun süreli gürültü maruziyetleri daha ciddi işitme kaybına neden olmaktadır. İkincisi, GBİK bireyler arasında büyük ölçüde değişiklik gösterebilir. Belirli bir gürültü seviyesine maruz kalan tüm bireylerde aynı derecede işitme kaybı gelişmez (Kirchner vd., 2012). Bazı bireylerin GBİK'ye diğerlerinden daha duyarlı olmasının nedeni tam olarak bilinemese de yaş, önceden geçirilmiş bir sensörinöral işitme kaybı, sigara kullanımı, ototoksik ilaç kullanımı, tip 2 diyabet ve hipertansiyon gibi diğer faktörler etkileyebilir.

İtfaiyecilik, sürekli değişen, dinamik ve kontrolsüz bir çalışma ortamında meydana gelen, fiziksel olarak zorlayıcı ve tehlikeli bir iştir. İtfaiyeciler aralıklı olarak yüksek gürültü de dahil olmak üzere çeşitli tehlikeli maddelere maruz kalırlar. Literatüre baktığımızda, ülkemizde odyolojik değerlendirme açısından siren sesi ve çevresel gürültüye maruz kalan itfaiyecilerle ilgili bir çalışma yapılmamıştır ancak siren sesine maruz kalan ambulans personeline işitme sistemlerinin odyolojik açıdan değerlendirilmesi ile ilgili bir çalışma mevcuttur (Bidav, 2015). Bu çalışmaya göre siren sesine maruz kalan ambulans personeline kontrol grubuna göre yüksek sesin işitmeyi olumsuz yönde etkilediğini bildirmiştir. Bu bilgilerden hareketle bu çalışmanın amacı; siren sesine maruz kalan itfaiyecilerin işitme eşiklerinin, kontrol grubunun işitme eşiklerine göre farkının temel odyolojik testler yardımı ile incelenmesidir.

Hong vd. (2008) yaptıkları bir çalışmada itfaiye aracındaki siren, korna uyarı sinyalleri ve elektrikli aletler dahil olmak üzere, itfaiye hizmetlerinde kullanılan yaygın gürültü

kaynakları olarak belirlemişlerdir (s. 210). Ayrıca havalandırma, boşaltma, yangına müdahale işleri, istasyon görevleri gibi çeşitli görevler de mesleki olarak gürültülü görevler olarak belirlenmiştir. Neitzel vd. (2013) yaptıkları bir çalışmada ise itfaiyecilerin görev sırasında kullandıkları ekipmanları incelemişlerdir (s. 479). Görev sırasında genellikle maruz kalınan gürültü seviyeleri 82-109 dB(A) arasında olduğu ve en yüksek gürültü seviyesi testere kullanımından kaynaklandığı bulunmuştur. İtfaiye aracındaki korna ve elektrikli sirenlerin ortalama ses seviyeleri, motor kabini içinde yaklaşık 98 dB(A) ve kabin dışında yaklaşık 115 dB(A) olarak ölçülmüştür. Bu yüzden, itfaiyeciler gürültüye maruz kalmanın rutin ve işlerinin kabul edilebilir bir parçası olduğunu ve GBİK'nin kaçınılmaz olduğunu düşünmektedirler.

İskoç itfaiyecileri ile yapılan bir çalışmada işe yeni başlamış itfaiyecilerin kariyerlerinin ilk döneminde istatistiksel olarak önemli bir işitme kaybı varlığının meydana geldiğini bildirmişlerdir (Ide, 2011). Yapılan araştırmalar sonucunda, gürültünün 80 dB'yi aşan işyerlerinde işitme kaybının görülme riski arttığı gözlenmiştir. Araştırmalar sürekli olarak 90 dB gürültüye maruz kalmanın yaklaşık 15 dB'lik bir işitme kaybıyla sonuçlanacağını göstereceği bu ortamda 90 dB'de çalışan herkesin aynı kaybı yaşayacağı anlamına gelmez; bazı çalışanların kulakları sağlıklı kalırken, diğerleri 30 dB'nin üzerinde bir işitme kaybına maruz kalabilir. Bunun nedeni, işitme kaybının, büyük ölçüde değişebilen, iş dışındaki gürültü ortamlarıyla da ilgisinin olmasıdır (Turkington ve Sussman, 2004). Çalışmamızda itfaiyecilerin çalışma ortamlarındaki siren ve gürültü seviyeleri ölçülmüş ve bu sonuçlara göre itfaiye merkezi içerisindeki görev çağrısı için verilen siren noktasının personel bekleme odasına ort. 2 m'lik mesafedeki siren sesinin şiddeti 95 dB, itfaiye aracının motoru kapalıyken siren sesinin şiddeti 90 dB, itfaiye aracının motoru açıkken siren sesinin şiddeti 95 dB olarak ölçülmüştür.

Yüksek gürültüye maruz kalma riskleri itfaiyeciler arasında kalıcı işitme bozukluklarına neden olabilir. Amerika Birleşik Devletleri'ndeki birçok çalışma, itfaiyecilerin gürültüye maruz kalmalarının artan işitme kaybı riskine yol açtığını göstermiştir. Araştırmalar itfaiyecilerin %40'ının 4 ile 6 kHz'lik gürültüye duyarlı frekanslarda orta veya yüksek şiddette bir işitme kaybı yaşadığını göstermektedir (Evigman vd., 1990; Jamesdaniel vd., 2019; Hong vd., 2013a).

Gürültüye bağılı işitme kayıplarında, saf ses odyometre testinde 3, 4 veya 6 kHz frekanslarında hem hava yolu hem de kemik yolu ölçümlerinde bir veya her iki kulakta eşiklerde işitme kaybı görülebilir. GBİK genellikle çentik şeklinde yüksek frekanslı sensörinöral bir işitme kaybı ile karakterizedir ve 4000 Hz' de daha fazladır (Taxini ve Guida, 2013). Genellikle 3000 ve 6000 Hz arasında görülmektedir, bu bölgenin kokleanın hasara en duyarlı olduğu bölge olması sebebiyle en fazla bu bölgenin etkilenmesi düşünölmektedir. Gürültü veya yaşlanmadan kaynaklanan ek işitme kaybı ile birlikte 8.000 Hz'deki eşikler de kötüleşebilir. GBİK iki taraflı ve az çok simetrik olma eğilimindedir ama genelde bir kulak diğer kulağa göre daha fazla gürültüye maruz kalmaktadır (Bess ve Humes, 2009).

Çalışmamızın sonuçlarına göre, itfaiyecilerin 2000 Hz, 4000 Hz, 6000 Hz ve 8000 Hz sağ ve sol kulak hava yolu işitme eşikleri kontrol grubunun işitme eşiklerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Ayrıca bu bulgulara ek olarak itfaiyecilerin 125 Hz sol kulak, 250 Hz sol kulak, 1000 Hz sol kulak ve itfaiyecilerin sağ ve sol kulak hava yolu saf ses ortalamaları da kontrol grubunun işitme eşiklerine ve hava yolu saf ses ortalamalarına göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Çalışmamızda itfaiyecilerin kemik yolu işitme ölçümlerinde 2000 Hz sol kulak eşikleri, 4000 Hz sağ ve sol kulak eşikleri ve itfaiyecilerin sağ ve sol kulak kemik yolu saf ses ortalamaları kontrol grubunun eşiklerine ve kemik yolu saf ses ortalamasına göre anlamlı bir farklılık göstermektedir. Çalışmamızın bu sonuçları literatürle benzerlik göstermektedir.

Bu bulgulara ek olarak çalışmamızda yapılan konuşma odyometri testinde; itfaiyecilerin konuşmayı alma testi sağ ve sol kulak, konuşmayı ayırt etme testi sol kulak, en rahat ses seviyesi sağ ve sol kulak, en rahatsız edici ses seviyesi sağ ve sol kulaklardaki eşikler kontrol grubunun eşiklerine göre istatistiksel anlamda anlamlı bir farklılık vardır.

Çalışmamızda, itfaiyeciler yaş gruplarına göre üçe ayrılmıştır; birinci grup 20-40 yaş arası, ikinci grup 41-46 yaş arası ve üçüncü grup ise 47-55 yaş arasından oluşmaktadır. Yaş ilerledikçe gruplar arasındaki bir farklılığın olup olmadığı incelenmiş ve bu sonuçlara göre gruplar arasında saf ses hava- kemik yolu işitme eşiklerinde ve konuşmayı alma testlerinde farklılık bulunamamıştır. Sadece üçüncü gruptaki itfaiyecilerin sağ kulak konuşmayı ayırt etme skorlarında, diğer grupların sağ kulak konuşmayı ayırt etme

skorlarına göre farklılık vardır. Çalışmamızın bu sonucu literatürle benzerlik göstermektedir. Ayrıca çalışmamızda, itfaiyecilerin yaşları arttıkça 500 Hz sol kulak hava yolu işitme eşiklerinde pozitif yönlü bir ilişki bulunmuştur.

Güney Kore'de yapılan bir araştırmada, 81 fabrika işçisi ve 371 itfaiyecinin dört yıllık işitme verileri incelenmiştir (Chung vd., 2012). Bu süreçte hem odyolojik testler hem de sigara içme öyküsü, alkol kullanımı ve hizmet süresini kapsayan anketler yardımıyla değerlendirilmiştir. İtfaiyecilerin işyerlerindeki gürültü seviyelerinin 76-79 dB(A) arasında olduğu ve itfaiyeciler arasında işitme kaybındaki artışların maruz kalma süresi ile orantılı olduğu ve özellikle yüksek frekanslı gürültü ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir. İtfaiyecilerde diğer gruba göre 2, 3 ve 4 kHz'de daha yüksek düzeyde bir işitme kaybı olduğunu gözlemlemişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda, 85 dB'nin haftada 5 gün, 8 saatlik bir çalışma günü için yeterince işitmeyi muhafaza etmeyeceği sonucuna varmışlardır, bu durumun sebebi ise her bir maruziyet döneminden sonra koklear hücrelerin iyileşmesi için yeterli bir zaman olmamaktadır.

Bazı araştırmalar sonucunda da işitme kaybının siren sesine maruz kalma süresi ile bir ilişkisi olduğu bildirilmiştir (Pepe vd., 1985; Reischl vd., 1981). Hırvatistan'da yapılan bir çalışmada ise itfaiyecilerin çalıştığı istasyonda çevresel gürültü seviyeleri ölçülmüştür (Lalic vd., 2009). Çalışmanın amacı siren sesinin, motorlu su pompalarının ve ağır vasıtalarla ulaşımın itfaiyecilerde bir işitme bozukluğuna neden olup olmadığını araştırmaktır. Çalışma sonucunda kontrol grubuna göre itfaiyecilerde her iki kulakta da 4 ve 8 kHz frekanslarında anlamlı bir işitme kaybı olduğu gözlemlenmiştir.

Havalimanında çalışan itfaiyecilerle ilgili yapılan bir çalışmada mesleki gürültü maruziyetlerine uçak gürültüsünün de eklenmesiyle, kontrol grubuna göre daha fazla işitme kaybı riski olduğu gözlemlenmiştir. Bu işitme kaybı, hizmet yılının bir fonksiyonu olarak, işitme hassasiyetindeki azalmayla birlikte itfaiyecinin çalıştığı süre ile istatistiksel olarak bir ilişki olduğunu göstermektedir (Tubbs, 1991).

Çalışmamızda, itfaiyeciler mesleki çalışma yıllarına göre üç gruba ayrılmış; birinci grup 1-14 yıl arasını, ikinci grup 15-18 yıl arasını ve üçüncü grupta 19-32 yıl arasından oluşmaktadır. Bu üç gruba ayrılan itfaiyecilerin, yapılan saf ses hava-kemik yolu işitme testi ve konuşma odyometri testlerine göre gruplar arasındaki farklılıklar incelenmiş ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Ancak

çalışmamızda, itfaiyecilerin mesleki çalışma yılı arttıkça 125 Hz ve 250 Hz sağ kulak hava yolu işitme eşiklerinde pozitif yönlü bir ilişki bulunmuştur. Çalışmamızın bu sonuçları literatürle benzerlik göstermemektedir.

Yüksek gürültüye maruz kalmanın yanı sıra, itfaiyeciler her gün birden fazla ototravmatik kirlenmeye maruz kalabilirler. Yanan binalardan yayılan benzen, karbon monoksit, formaldehit, kurşun, kadmiyum, cıva ve arsenik gibi ototoksik kimyasallara ve metallere de maruz kalırlar (Morata, 2003). İşitme kaybına ek olarak, bu tür ototravmatik ajanlara mesleki olarak maruz kalmak, herhangi bir dış sesin yokluğunda genellikle kulaklarda çınlama sesi ile karakterize olan kulak çınlamasına da sebep olabilir. Kulak çınlamasının, yaşlanmanın yanı sıra gürültüye maruz kalmanın neden olduğu duyuşal nöral işitme kaybına sıklıkla eşlik ettiği bildirilmiştir (Henry vd., 2014).

Jamesdaniel vd. (2019) itfaiyecilerle ilgili yaptıkları bir çalışmada araştırma grubundaki itfaiyecilerin %48'inde kulak çınlamasının olduğu bildirmişlerdir (s. 1). Ayrıca, işitme kaybı ile kulak çınlaması arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulmuşlardır. Kulak çınlaması oldukça rahatsız edici olabileceğinden kaygı, depresyon, stres ve uyku bozukluğuna neden olmaktadır (Broyles vd., 2019).

Çalışmamızda, itfaiyecilerin %20'sinde kulak çınlaması olduğu belirlenmiş, çınlaması olan ve olmayan itfaiyeciler şeklinde iki gruba ayrılmıştır. Hava yolu işitme eşiği ölçüm sonuçlarının çınlama varlığına göre karşılaştırılması sonucunda çınlaması olan itfaiyecilerin; 1000 Hz sağ kulak ve 8000 Hz sol kulaktaki işitme eşiklerindeki kayıp çınlaması olmayan itfaiyecilerin işitme eşiklerine göre daha yüksek bulunmuştur. Konuşmayı alma testinde, çınlaması olan itfaiyecilerin sağ kulak eşiklerindeki kayıp çınlaması olmayan itfaiyecilerin sağ kulak eşiklerine göre daha yüksek bulunmuştur. Konuşmayı ayırt etme testinde ise, çınlaması olan itfaiyecilerin sağ kulak eşiklerindeki konuşmayı ayırt etme skorları, çınlaması olmayan gruba göre daha düşük bulunmuştur. Çalışmamızın bu sonuçları da literatüre göre benzerlik göstermektedir.

GBİK'nin etkili bir tedavisi yoktur ama tamamen önlenemez. GBİK'yi önlemenin en iyi yolu, mühendislik kontrolleri yoluyla gürültüyü ortadan kaldırmaktır. Kulak koruyucu cihazlarının GBİK'yi önlemede etkili olduğu kanıtlanmıştır (Brink vd., 2002; Hong, 2005). Çalışan bireylere gürültünün tehlikeleri ve gürültüden korunma yolları hakkında tam olarak bilgi sahibi olmaları ve yüksek sese maruz kaldıklarında kulak koruyucularını

kullanma sorumluluğunu üstlenmeleri ve alışkanlık haline getirmeleri hakkında bilgi vermek önemlidir (Hong vd., 2008). İşveren, 85 dB(A) ve üzeri gürültü seviyelerine maruz kalan tüm çalışanlara makul düzeyde uygun kulak koruyucu cihazlarını ücretsiz olarak sağlamalıdır. İşveren ayrıca, kulak koruyucularının doğru şekilde ayarlanmasından, çalışanlara kullanım ve bakım konusunda eğitim vermesinden ve doğru kullanımlarının denetlenmesinden sorumlu olmalıdır (Chung vd., 2012).

Her yangınla mücadele hizmeti için kulak koruyucu cihazlarını kullanmak gerekli değildir. Bu sebeple itfaiyeciler, tehlikeli gürültüye maruz kaldıklarında işitme duyularını korumak için yüksek gürültünün tehlikeleri konusunda eğitilmelidir. Kulak koruyucu cihazlarının tutarlı ve doğru kullanımı GBİK'yi önlemesine rağmen bazı çalışmalar itfaiyecilerin bunları kullanmadığını göstermiştir (Ewigman vd., 1990; Hong vd., 2008).

Savell ve Toothman (1987), yaptıkları bir çalışmada yüksek gürültüye maruz kalan alanlarda 86 ile 103 dB(A) arasında çalışan ve sürekli olarak kulak koruyucusu kullanan çalışanlarda işitme kaybı bulgusunu bulamadılar (s. 26). Kulak koruyucu cihazların tutarlı bir şekilde kullanılmaması, mesleki olarak gürültüye bağlı işitme kaybının sebeplerinden biridir (Hong ve Samo, 2007).

Hong vd. (2013a) yaptıkları çalışmada, kulak koruyucu cihazlarının kullanımının faydalı etkileri ve itfaiyeciler için etkili işitme koruma programlarının yaygın olarak uygulanması gerektiğini bildirmişlerdir (s. 960). Çalışma sonuçlarına göre kulak koruyucu cihazlarını kullanma olasılığı daha yüksek olan itfaiyecilerde, kullanmayan gruba göre daha iyi işitme eşiklerine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Kulak koruyucu cihazını kullanmayan itfaiyecilerin en büyük endişesi, kulak koruyucu cihazlarının kullanımını kritik zamanlarda işitsel ipuçlarını duyma yeteneklerine müdahale edebileceğini düşünmüşlerdir. Özellikle radyo yayınları, sözlü emirleri veya iş arkadaşlarıyla iletişimleri, alarmları, kurbanın yardım çığlıkları gibi kritik sesleri işitemeyeceklerini düşünmüşlerdir. Sonuç olarak itfaiyecilere hem yolda hem de yangında net iletişim ve işitme koruması sağlamak için tasarlanmış çeşitli kulak koruyucuları hakkında bilgi verilmesi gerektiğini bildirmişlerdir.

Çalışmamıza katılan itfaiyecilerin tamamı kulak koruyucusu kullanmadıklarını belirtmişlerdir. Literatürde bu konuyla ilgili yapılmış çalışma sonuçlarına göre ülkemizde de itfaiyecilerin kulak koruyucusu kullanmadıkları tespit edilmiştir.

İtfaiyeciler yüksek gürültüye ek olarak birden fazla tehlikeye maruz kaldıkları için itfaiyecilik son derece tehlikeli bir meslektir. İtfaiyeciler arasında, özellikle de yüksek işitme kaybı oranı, ciddi bir endişe kaynağıdır çünkü yangınla mücadele, sesleri algılama, tanıma ve lokalize etme ve genellikle arka plan gürültüsünde konuşmayı anlama becerisini gerektiren ve işitme kaybı açısından da riskli bir meslektir. Bu çalışmamızın sonucunda, siren sesine maruz kalan itfaiyecilerin işitme eşiklerinin, kontrol grubunun işitme eşiklerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Özellikle sağ ve sol kulaktaki; saf ses hava yolu işitme eşiklerinden 2000 Hz ile 8000 Hz frekanslar arasında, kemik yolu işitme eşiklerinden 4000 Hz frekans ve konuşmayı alma eşiklerinde farklılıklar vardır. Çalışmamız, siren ve çevresel gürültülere mesleki olarak maruz kalan bireylerin, normal işiten bireylere göre gürültünün işitme sistemlerini etkiler düşüncesini desteklemektedir. Çalışmamızın sonucu literatürdeki yapılan çalışmalara göre genel bir benzerlik göstermektedir.

6. SONUÇ

“Siren Sesine Maruz Kalan İtfaiyecilerin İşitme Sistemlerinin Odyolojik Değerlendirilmesi” isimli çalışmamıza, siren sesine ve mesleki olarak gürültüye bağlı maruziyetlerin itfaiyeciler üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla, siren sesine maruz kalan 30 itfaiyeci birey ve 30 normal işitmeye sahip bireyler (kontrol grubu) katılmıştır. Siren sesine maruz kalan itfaiyecilerin işitme eşikleri ve kontrol grubun işitme eşikleri temel odyolojik testler yardımı ile incelenmiş ve karşılaştırılmıştır.

Yaptığımız çalışmamızdaki sonuçlar aşağıda yer almaktadır:

- (1) İtfaiyecilerin saf ses odyometre testindeki hava yolu işitme ölçümünde, 125 Hz sol kulak, 250 Hz sol kulak, 1000 Hz sol kulak, 2000 Hz sol ve sağ kulak, 4000 Hz sol ve sağ kulak, 6000 Hz sol ve sağ kulak, 8000 Hz sol ve sağ kulak ve hava yolu saf ses ortalaması sağ ve sol kulaktaki işitme eşikleri, kontrol grubun işitme eşiklerine göre anlamlı bir farklılık vardır.
- (2) İtfaiyecilerin saf ses odyometre testindeki kemik yolu işitme ölçümünde, 2000 Hz sol kulak, 4000 Hz sol ve sağ kulak ve kemik yolu saf ses ortalaması sağ ve sol kulaktaki işitme eşikleri, kontrol grubun işitme eşiklerine göre anlamlı bir farklılık vardır.
- (3) İtfaiyecilerin konuşma odyometre testindeki konuşmayı alma eşiği testinde, sağ ve sol kulaktaki konuşmayı alma eşikleri, kontrol grubun konuşmayı alma eşiklerine göre anlamlı bir farklılık vardır.
- (4) İtfaiyecilerin konuşma odyometre testindeki konuşmayı ayırt etme testinde, sol kulaktaki konuşmayı ayırt etme skorları, kontrol grubun konuşmayı ayırt etme skorlarına göre anlamlı bir farklılık vardır.
- (5) İtfaiyecilerin en rahat ses seviyesi testi ve en rahatsız edici ses seviyesi testlerinde sol ve sağ kulak eşikleri, kontrol grubundaki eşiklere göre anlamlı bir farklılık vardır.
- (6) Çınlaması olan itfaiyecilerin, 1000 Hz sağ kulak ve 8000 Hz sol kulak hava yolu işitme eşiklerinde, çınlaması olmayan itfaiyecilerin 1000 Hz sağ kulak ve 8000 Hz sol kulak hava yolu işitme eşiklerine göre anlamlı bir farklılık vardır.

- (7) ınlaması olan itfaiyecilerin, konuşmayı alma ve ayırt etme testlerindeki sağ kulak eşiklerinde, çınlaması olmayan itfaiyecilerin konuşmayı alma ve ayırt etme testlerindeki sağ kulak eşiklerine göre anlamlı bir farklılık vardır.
- (8) Yaş gruplarına göre üç gruba ayrılan itfaiyecilerin üçüncü gruptaki (47-55 Yaş) itfaiyecilerin sağ kulaktaki konuşmayı ayırt etme skorları diğer gruplara göre düşük bulunmuştur ve istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır.
- (9) İtfaiyecilerde yaş ile 500 Hz sol kulak hava yolu işitme eşikleri arasında pozitif yönlü bir ilişki vardır. İtfaiyecilerin yaşı arttıkça 500 Hz sol kulak hava yolu işitme eşiklerindeki kayıp artmaktadır. İtfaiyecilerde çalışma yılı ile 125 Hz ve 250 Hz sağ kulak hava yolu işitme eşiği arasında pozitif yönlü bir ilişki vardır. İtfaiyecilerin mesleki çalışma yılları arttıkça 125 Hz ve 250 Hz sağ kulak hava yolu işitme eşiklerindeki kayıp artmaktadır.

Bu çalışmanın sonuçları mesleki gürültüye maruz kalan bireylerin, gürültünün işitme mekanizması üzerindeki etkisini göstermesi yönüyle önemlidir. Literatürde bu konuyla ilgili yapılmış çalışmalara ek bir katkı sağlamaktadır. Bu konuyla ilgili çalışma yapmak isteyen araştırmacılar için temel odyolojik testler ile birlikte OAE testinin de test bataryasına eklenmesi önerilmektedir. Çünkü OAE testi koklear lezyonlarındaki kayıpların erken teşhisine yardımcı olabilir. Ayrıca mesleki olarak gürültüye maruz kalan bireyler için işitme sistemlerini korumak amacıyla iş sağlığı ve güvenliği gerekçesiyle mesleki görevlerini tehlikeye atmayan teknoloji ile entegre edilmiş bir kulak koruyucusu tasarlanması birçok meslek grubunun işitme sağlığı açısından faydalı olacaktır ve bu konuyla ilgili çalışmalarında yapılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Aiken, S. J., Andrus, J. N., Bance, M., & Phillips, D. P. (2013). Acoustic stapedius reflex function in man revisited. *Ear Hear*, 34(4), 38-51.
- Aitkin, L. M., Anderson, D. J., & Brugge, J. F. (1970). Tonotopic organization and discharge characteristics of single neurons in nuclei of the lateral lemniscus of the cat. *J Neurophysiol*, 33(3), 421-40.
- Alton Everest, F., & Pohlmann, K. C. (2009). *Master Handbook of Acoustics*. United States, McGraw-Hill Education.
- Arriaga, M. A., & Luxford, W. M. (1993). Impedance audiometry and iatrogenic hearing loss. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 108(1), 70-2.
- Barozzi, S., Zanetti, D., Di Bernardino, F., Aldè, M., & Cantarella, G. (2021). Acoustic reflex preshoot: A sign of contraction of the tensor tympani muscle? *Med Hypotheses*, 155, 1-5.
- Barron, R. F. (2003). *Industrial Noise Control and Acoustics*. New York, Marcel Dekker, Inc.
- Berg, R. E., & Stork, D. G. (2005). *The physics of sound*. Glenview, IL: Pearson Education, Inc.
- Bess, F. H., & Humes, L. E. (2009). *Audiology The Fundamentals*. PA, Lippincott Williams & Wilkins.
- Bidav, Ö. (2015). *Siren sesinin ambulans personelinin işitmesine olan etkisinin odyolojik testlerle incelenmesi*. Yüksek lisans tezi, Turgut Özal Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Borg, E. (1968). A Quantitative Study of the Effect of the Acoustic Stapedius Reflex on Sound transmission Through the Middle Ear of Man. *Acta Oto-Laryngologica*, 66(1-6), 461-472.
- Borg, E. (1973). On the neuronal organization of the acoustic middle ear reflex. A physiological and anatomical study. *Brain Resarch*, 49(1), 101-23.
- Borg, E., Nilsson, R., & Engström, B. (1983). Effect of the acoustic reflex on inner ear damage induced by industrial noise. *Acta Otolaryngol*, 96(5-6), 361-9.
- Borg, E., & Counter, S. A. (1989). The middle-ear muscles. *Sci Am*, 261(2), 74-80.
- Brask, T. (1979). The noise protection effect of the stapedius reflex. *Acta Otolaryngol Suppl*, 360, 116-117.

- Brink, L. L., Talbott, E. O., Burks, J. A., & Palmer, C. V. (2002). Changes over time in audiometric thresholds in a group of automobile stamping and assembly workers with a hearing conservation program. *AIHA Journal*, 63(4), 482-7.
- Broyles, G., Kardous, C. A., Shaw, P. B., & Krieg, E. F. (2019). Noise exposures and perceptions of hearing conservation programs among wildland firefighters. *Journal of Occupational Environmental Hygiene*, 16(12), 775-784.
- Byrne, D. C., & Reeves, E. R. (2008). Analysis of nonstandard noise dosimeter microphone positions. *J Occup Environ Hyg*, 5(3), 197-209.
- Campo, P., Morata, T. C., & Hong, O. (2013). Chemical exposure and hearing loss. *Dis Mon*, 59(4), 119-38.
- Carhart, R. (1951). Basic principles of speech audiometry. *Acta Otolaryngol*, 40(1-2), 62-71.
- Carmel, P.W., & Starr, A. (1963). Acoustic and nonacoustic factors modifying middle-ear muscle activity in waking cats. *J. Neurophysiol*, 26, 598-616.
- Castellanos, M. J., & Fuente, A. (2016). The Adverse Effects of Heavy Metals with and without Noise Exposure on the Human Peripheral and Central Auditory System: A Literature Review. *Int J Environ Res Public Health*, 13(12), 1223.
- Celesia, G. G. (2013). *Disorders of Peripheral and Central Auditory Processing*. The Netherlands, Elsevier B.V.
- Chung, I., Chu, I. M., & Cullen, M. R. (2012). Hearing effects from intermittent and continuous noise exposure in a study of Korean factory workers and firefighters. *BMC Public Health*, 12(87), 1-7.
- Clark, W. W., Bohne, B. A., & Boettcher, F. A. (1987). Effect of periodic rest on hearing loss and cochlear damage following exposure to noise. *J Acoust Soc Am*, 82(4), 1253-64.
- Clark, W. W. (1991). Recent studies of temporary threshold shift (TTS) and permanent threshold shift (PTS) in animals. *J Acoust Soc Am*, 90(1), 155-63.
- Cohen, S., & Weinstein, N. (1981). Nonauditory Effects of Noise on Behavior and Health. *Journal of Social Issue*, 37(1), 36-70.
- Corwin, J. T., & Cotanche, D. A. (1988). Regeneration of sensory hair cells after acoustic trauma. *Science*, 240(4860), 1772-1774.
- Crocker, M. J. (2007). *Handbook of Noise and Vibration Control*. New Jersey, John Wiley & Sons, Inc.

Cruickshanks, K. J., Klein, R., Klein, B. E., Wiley, T. L., Nondahl, D. M., & Tweed, T. S. (1998). Cigarette smoking and hearing loss: the epidemiology of hearing loss study. *JAMA*, 279(21), 1715-9.

Çevre Kanunu. (1983). T. C. Resmî Gazete, 2872, 9 Ağustos 1983. *Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği*. (2010). T. C. Resmî Gazete, 27602, 4 Haziran 2010.

Dallos, P. (1973). *The Auditory Periphery*. New York and London, Academic Press.

Dallos, P. (1981). Cochlear physiology. *Annu Rev Psychol*, 32, 153-90.

Davis, H. (1958). Transmission and transduction in the cochlea. *Laryngoscope*, 68(3), 359-82.

Donahue, A. M., & Ohlin, D. W. (1993). *Occupational Health: The Soldier and the Industrial Base* (D.P. Deeter, Ed.). Office of the Surgeon General at TMM Publications.

Ewigman, B. G., Kivlahan, C.H., Hosokawa, M. C., & Horman, D. (1990). Efficacy of an intervention to promote use of hearing protection devices by firefighters. *Public Health Rep*, 105(1), 53-9.

Ferrite, S., & Santana, V. (2005). Joint effects of smoking, noise exposure and age on hearing loss. *Occup Med (Lond)*, 55(1), 48-53.

Flamme, G. A., Goldfarb, D. G., Zeig-Owens, R., Hall, C. B., Vaeth, B. M., Schwartz, T., Yip, J., Vossbrinck, M., Stein, C. R., Friedman, L., Cone, J. E., & Prezant, D. J. (2019). Hearing Loss Among World Trade Center Firefighters and Emergency Medical Service Workers. *J Occup Environ Med*, 61(12), 996-1003.

Foreman, J. E. K. (1990). *Sound analysis and noise control*. New York: Van Nostrand Reinhold.

Gelfand, S. A. (2010). *Hearing: An Introduction to Psychological and Physiological Acoustics*. London, Informa Healthcare.

Gelfand, S. A. (2016). *Essentials of Audiology*. New York, Thieme Medical Publishers.

Goelzer, B., Hansen, C. H., & Sehrndt, G. (2001). *Occupational exposure to noise: evaluation, prevention and control*. Geneva, World Health Organisation.

Golding, M., Doyle, K., Sindhusake, D., Mitchell, P., Newall, P., & Hartley, D. (2007). Tympanometric and Acoustic Stapedius Reflex Measures in Older Adults: The Blue Mountains Hearing Study. *J Am Acad Audiol*, 18, 391-403.

Hall, J. W. (2014). *Introduction to Audiology Today*. USA, Pearson Education Inc.

- Henderson, D., Bielefeld, E. C., Harris, K. C., & Hu, B. H. (2006). The role of oxidative stress in noise-induced hearing loss. *Ear Hear*, 27(1), 1-19.
- Henry, J. A., Roberts, L. E., Caspary, D. M., Theodoroff, S. M., & Salvi, R. J. (2014). Underlying mechanisms of tinnitus: review and clinical implications. *J Am Acad Audiol*, 25(1), 5-22.
- Hofman, M., & Van Opstal, J. (2003). Binaural weighting of pinna cues in human sound localization. *Exp Brain Res*, 148(4), 458-70.
- Hong, O. (2005). Hearing loss among operating engineers in American construction industry. *Int Arch Occup Environ Health*, 78(7), 565-74.
- Hong, O., & Samo, D. G. (2007). Hazardous decibels: hearing health of firefighters. *AAOHN Journal*. 55(8), 313-9.
- Hong, O., Samo, D., Hulea, R., & Eakin, B. (2008). Perception and attitudes of firefighters on noise exposure and hearing loss. *J Occup Environ Hyg*, 5(3), 210-5.
- Hong, O., Monsen, K. A., Kerr, M. J., Chin, D.L., Lytton, A. B., & Martin, K. S. (2012). Firefighter hearing health: an informatics approach to screening, measurement, and research. *Int J Audiol*, 51(10), 765-70.
- Hong, O., Chin, D. L., & Samo, D. G. (2013a). Hearing loss and use of hearing protection among career firefighters in the United States. *J Occup Environ Med*, 55(8), 960-5.
- Hong, O., Chin, D. L., & Ronis, D. L. (2013b). Predictors of hearing protection behavior among firefighters in the United States. *Int J Behav Med*, 20(1), 121-30.
- Hong, O., Kerr, M. J., Poling, G. L., & Dhar, S. (2013c) Understanding and preventing noise-induced hearing loss. *Disease-a-Month*, 59(4), 111.
- Humes L. E. (2021). An Approach to Self-Assessed Auditory Wellness in Older Adults. *Ear Hear*. 42(4), 745-761.
- Ide, C. W. (2011). Hearing losses in wholetime firefighters occurring early in their careers. *Occupational Medicine*, 61(7), 509-511.
- Jahnke, K. (2004). *Middle Ear Surgery*. New York, Thieme.
- Jamesdaniel, S., Elhage, K. G., Rosati, R., Ghosh, S., Arnetz, B., & Blessman, J. (2019). Tinnitus and Self-Perceived Hearing Handicap in Firefighters: A Cross-Sectional Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(20), 3958.
- Jerger, J. (1970). Clinical experience with impedance audiometry. *Arch Otolaryngol*, 92(4), 311-24.

- Jerger, J., Jerger, S., & Mauldin, L. (1972). Studies in impedance audiometry. I. Normal and sensorineural ears. *Arch Otolaryngol*, 96(6), 513-23.
- Jenkins, G. W., & Tortora, G. J. (2013). *Anatomy and Physiology from Science to Life*. United States, John Wiley & Sons, Inc.
- Katz, J., Chasin, M., Hood, L. J., & Tillery, K. L. (2015). *Handbook of Clinical Audiology*. USA, Wolters Kluwer Health.
- Kei, J., Mazlan, R., Hickson, L., Gavranich, J., & Linning, R. (2007). Measuring middle ear admittance in newborns using 1000 Hz tympanometry: a comparison of methodologies. *J Am Acad Audiol*, 18(9), 739-48.
- Killion, M., DeVilbiss, E., & Stewart, J. (1988). An earplug with an iform 15-dB attenuation. *The Hearing Journal*, 41(5), 14–17.
- Kirchner, D. B., Evenson, E., Dobie, R. A., Rabinowitz, P., Crawford, J., Kopke, R., & Hudson, T. W. (2012). Occupational noise-induced hearing loss: ACOEM Task Force on Occupational Hearing Loss. *J Occup Environ Med*, 54(1), 106-8.
- Kling, R. N., Demers, P. A., Alamgir, H., & Davies, H. W. (2012). Noise exposure and serious injury to active sawmill workers in British Columbia. *Occup Environ Med*, 69(3), 211-6.
- Kluizenaar, Y. (2015). *Adverse Effects of Long Term Exposure to Road Traffic Noise*. Doktora tezi, Erasmus University, The Netherlands.
- Kramer, S., & Brown, D. K. (2019). *Audiology Science to Practise*. San Diego, Plural Publishing.
- Kujawa, S. G., & Liberman, M. C. (2009). Adding insult to injury: cochlear nerve degeneration after temporary noise-induced hearing loss. *The Journal of Neuroscience*, 29(45), 14077-85.
- Lalic, H., Ferhatovic, M., Dinko, J., & Culinovic, M. (2009). Hearing damage as a consequence of firefighters' professional exposure to noise. *Acta Med Croatica*, 63(2), 195-9.
- Le, T. N., Straatman, L. V., Lea, J., & Westerberg, B. (2017). Current insights in noise-induced hearing loss: a literature review of the underlying mechanism, pathophysiology, asymmetry, and management options. *J Otolaryngol Head Neck Surg*, 46(41), 1-15.
- Luers, J. C., & Hüttenbrink, K. B. (2016) Surgical anatomy and pathology of the middle ear. *J Anat*, 228(2):338-53.
- Maltby, M. T. (2002). *Principles of Hearing Aid Audiology*. London, Whurr Publishers.

- Martin, F. N., & Clark, J. G. (2012). *Introduction to Audiology*. New Jersey, Pearson Education Inc.
- Mason, M. J. (2013). Of mice, moles and guinea pigs: functional morphology of the middle ear in living mammals. *Hear Res*, 301, 4-18.
- Melnick, W. (1991). Human temporary threshold shift (TTS) and damage risk. *J Acoust Soc Am*, 90(1):147-54.
- Middlebrooks, J. C., & Green, D. M. (1991). Sound localization by human listeners. *Annu. Rev. Psychol*, 42, 135-59.
- Miller, J. D. (1974). Effects of noise on people. *J Acoust Soc Am*. 56(3), 729-64.
- Moller, A. R. (1958). Intra-aural muscle contraction in man, examined by measuring acoustic impedance of the ear. *Laryngoscope*, 68(1), 48-62.
- Moller, A. R. (2006). *Hearing: Anatomy, Physiology, and Disorders Of The Auditory System*. USA, Elsevier Inc.
- Moore, B. (2013). *An Introduction to the Psychology of Hearing*. The Netherlands.
- Morata, T. C. (2003). Chemical exposure as a risk factor for hearing loss. *J Occup Environ Med*, 45(7), 676-82.
- Mukerji, S., Windsor, A. M., & Lee, D. J. (2010). Auditory brainstem circuits that mediate the middle ear muscle reflex. *Trends in Amplification*, 14(3), 170-91.
- National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES). (2016). *Audiometry Procedures Manual*. Erişim adresi: <https://wwwn.cdc.gov/nchs/nhanes/continuousnhanes/manuals.aspx?BeginYear=2015>.
- National Institutes of Health Consensus Development Panel. (1990). Noise and Hearing Loss. *NIH Consensus Development Conference Consensus Statement*, Bethesda, Md, 22-24 January 1990.
- NIOSH. (1998). *Criteria for a recommended standard: Occupational noise exposure; Revised Criteria*. Cincinnati, Ohio, Public Health Service.
- Neitzel, R. L., Hong, O., Quinlan, P., & Hulea, R. (2013). Pilot task-based assessment of noise levels among firefighters. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 43(6), 479-486.
- Nelson, D. I., Nelson, R. Y., Concha-Barrientos, M., & Fingerhut, M. (2005). The global burden of occupational noise-induced hearing loss. *American Journal of Industrial Medicine*, 48(6), 446-58.

- Niskar, A. S., Kieszak, S. M., Holmes, A. E., Esteban, E., Rubin, C., & Brody, D. J. (2001). Estimated prevalence of noise-induced hearing threshold shifts among children 6 to 19 years of age: the Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994, United States. *Pediatrics*, *108*(1), 40-3.
- OSHA Hearing Conservation*. (2002). Washington, DC: Occupational Safety and Health Administration.
- Paul, P., & Whitelaw, G. (2011). *Hearing and deafness: An introduction for health and education professionals*. Jones and Bartlett Publishers.
- Pepe, P. E., Jerger, J., Miller, R. H., & Jerger, S. (1985). Accelerated Hearing Loss in Urban Emergency Medical Services Firefighters. *Annals of Emergency Medicine*, *14*(5), 438-442.
- Pickles, J. O., Obserne, M. P., & Comis, S. D. (1987). Vulnerability of tip links between stereocilia to acoustic trauma in the guinea pig. *Hearing Research*, *25*, 173-183.
- Pickles, J. O. (2012). *An Introduction to the Physiology of Hearing*. WA, UK, Emerald Group Publishing Limited.
- Plack, C. J. (2014). *The sense of hearing*. New York, Psychology Press.
- Pourbakht, A., & Yamasoba, T. (2003). Cochlear damage caused by continuous and intermittent noise exposure. *Hear Res*, *178*(1-2), 70-8.
- Prell, C. G., Henderson, D., Fay, R. R., & Popper, A. N. (2012). *Noise-Induced Hearing Loss Scientific Advances*. New York, Springer Science.
- Punch, J., Joseph, A., & Rakerd, B. (2004). Most comfortable and uncomfortable loudness levels: six decades of research. *American Journal of Audiology*, *13*(2), 144-57.
- Qui, W. W., & Stucker, F. J. (1998). Characterization of Acoustic Reflex Latency in Normal-Hearing Subjects. *Scand Audiol*, *27*(1), 43-49.
- Reischl, U., Hanks, T. G., & Reischl, P. (1981). Occupation related fire fighter hearing loss. *American Industrial Hygiene Association Journal*, *42*(9), 656-62.
- Reger, S. N. (1960). Effect of middle ear muscle action on certain psycho-physical measurements. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, *69*, 1179-98.
- Roeser, R. J. (2013). *Roeser's Audiology Desk Reference*. New York, Thieme Medical Publishers.
- Salvi, R. J., Henderson, D., Hamernik, R. P., & Colletti, V. (1986). *Basic and Applied Aspects of Noise-Induced Hearing Loss*. New York, Plenum Press.

Savell, J. F., & Toothman, E. H. (1987). Group mean hearing threshold changes in a noise-exposed industrial population using personal hearing protectors. *Am Ind Hyg Assoc J*, 48(1), 23-7.

Seikel, J. A., Drumright, D. G., & Hudock, D. J. (2021). *Anatomy & Physiology for Speech, Language, and Hearing*. San Diego, Plural Publishings, Inc.

Shanks, J. E. (1984). Tympanometry. *Ear and Hearing*, 5(5), 268-280.

Speaks, C. E. (2018). *Introduction to Sound: Acoustics for the Hearing and Speech Sciences*. San Diego: CA, Plural Publishing Inc.

Spoendlin, H. (1972). Innervation densities of the cochlea. *Acta Otolaryngol*, 73(2), 235-48.

Spoendlin, H. (1975). Neuroanatomical basis of cochlear coding mechanisms. *Audiology*, 14(5-6), 383-407.

Stach, B. A. (2010). *Clinical audiology: An introduction*. United States, Delmar Cengage Learning.

Taxini, C. L., & Guida, H. L. (2013). Firefighters noise exposure: A literature review. *Int Arch Otorhinolaryngol*, 17(1), 80-84.

Taylor, W., Pearson, J., Mair, A., & Burns, W. (1965). Study of Noise And Hearing In Jute Weaving. *J Acoust Soc Am*, 38, 113-20.

Thiery, L., & Meyer-Bisch, C. (1988). Hearing loss due to partly impulsive industrial noise exposure at levels between 87 and 90 dB(A). *J Acoust Soc Am*, 84(2), 651-9.

Tonndorf, J., & Khanna, S. M. (1972). Tympanic-membrane vibrations in human cadaver ears studied by time-averaged holography. *J Acoust Soc Am*, 52(4), 1221-33.

Tubbs, R. L. (1991). Occupational Noise Exposure and Hearing Loss In Fire Fighters Assigned to Airport Fire Stations. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 52(9), 372-378.

Turkington, C., & Sussman, A. E. (2004). *The encyclopedia of: Deafness and hearing disorders*. Facts On File, Inc.

Wever, E. G., & Vernon, J.A. (1955). The effects of the tympanic muscle reflexes upon sound transmission. *Acta Otolaryngol*, 45(5), 433-9.

Wiener, F. M., & Ross, D. A. (1946). The Pressure Distribution in the Auditory Canal in a Progressive Sound Field. *The Journal Of The Acoustical Society Of America*, 18(2), 401-408.

Wouk, H. (2011). *Hearing Disorders*. New York, Marshall Cavendish Benchmark.

Yost, W. A. (2000). *Fundamentals of Hearing: An Introduction*. New York: Academic.

Zakrisson, J. E., & Borg, E. (1974). Stapedius reflex and auditory fatigue. *Audiology*, *13*(3), 231-5.

Zakrisson, J. E., Borg, E., Diamant, H., & Miller, A. R. (1975). Auditory fatigue in patients with stapedius muscle paralysis. *Acta Otolaryngol*, *79*(3-4), 228-32.

Zwislocki, J. (1962). Analysis of the Middle-Ear Function. Part I: Input Impedance. *The Journal Of The Acoustical Society Of America*, *34*(8), 1564.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Hatice Nur BAYSAL

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 : Işık, B. N., Baysal, H. N., & Sunar, F. (2022). D
Vitamininin Odyolojik Etkileri. 2. Uluslararası Lisansüstü Çalışmalar Kongresi,
Online, 8-11 Haziran 2022.

İŞ DENEYİMİ

Stajlar : 2018, Odyolog, KTO Karatay Üniversitesi Odyoloji Kliniği
2018, Odyolog, Konya Meram Eğitim Araştırma Hastanesi

Çalıştığı Kurumlar : 2019, Odyolog, Konya Saygı Özel Eğitim ve Rehabilitasyon
Kurumları

Tarih: 25 Ocak 2023

ETİK KURUL/KOMİSYON İZİNİ/MUAFİYETİ

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

Toplantı Sayısı: 03	Toplantı Tarihi: 22.03.2022
---------------------	-----------------------------

Karar Sayısı: 2022/009 Doç. Dr. Füsun SUNAR' ın, "Siren Sesine Maruz Kalan İtfaiyecilerin İşitme Sistemlerinin Odyolojik Değerlendirilmesi" başlıklı araştırma projesi çalışması ile ilgili 16.03.2022 tarihli dilekçesi ve ekleri görüşüldü.

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

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

Sorumlu Araştırmacı: Doç. Dr. Füsun SUNAR
Yardımcı Araştırmacı: Prof. Dr. Mehmet Suat ÖZBİLEN
Yardımcı Araştırmacı: Hatice Nur BAYSAL

ASLI GİBİDİR
22.03.2022

Prof. Dr. Taner ZIYLAN

İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmalar
Etik Kurul Başkanı



**KTO Karatay Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Odyoloji Anabilim Dalı**

**Siren Sesine Maruz Kalan İtfaiyecilerin İşitme Sistemlerinin
Odyolojik Değerlendirilmesi**

Hatice Nur BAYSAL

Yüksek Lisans Tezi

**KONYA
Ocak 2023**

**Siren Sesine Maruz Kalan İtfaiyecilerin İşitme Sistemlerinin
Odyolojik Değerlendirilmesi**

Hatice Nur BAYSAL

2023



KTO KARATAY ÜNİVERSİTESİ
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Odyoloji Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Programı

Siren Sesine Maruz Kalan İtfaiyecilerin İşitme Sistemlerinin Odyolojik
Değerlendirilmesi
201301612
Hatice Nur BAYSAL
Danışman: Doç. Dr. Füsun SUNAR
İkinci Danışman: Prof. Dr. Mehmet Suat ÖZBİLEN
Referans Numarası: 10522217



KTO KARATAY ÜNİVERSİTESİ
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Odyoloji Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Programı

Siren Sesine Maruz Kalan İtfaiyecilerin İşitme Sistemlerinin Odyolojik
Değerlendirilmesi
201301612
Hatice Nur BAYSAL
Danışman: Doç. Dr. Füsun SUNAR
İkinci Danışman: Prof. Dr. Mehmet Suat ÖZBİLEN
Referans Numarası: 10522217