



**CANLI PERFORMANSLARIN SES ŞİDDETİ ve DUYMA
BOZUKLUKLARI BAĞLAMINDA İNCELENMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Danışmanlar
Doç. Dr. M. Serkan ÇAKIR
Dr. Öğr. Üyesi Serkan DEDEOĞLU

Hazırlayan
Veysi TEKİN

Malatya-2020

**T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
MÜZİK ANABİLİM DALI
MÜZİK BİLİMLERİ ve TEKNOLOJİSİ BİLİMLERİ**

CANLI PERFORMANSLARIN SES ŞİDDETİ ve DUYMA BOZUKLUKLARI BAĞLAMINDA İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Hazırlayan
Veysi TEKİN**

**Danışmanlar
Doç. Dr. M. Serkan ÇAKIR
Dr. Öğr. Üyesi Serkan DEDEOĞLU**

Malatya-2020

**İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**CANLI PERFORMANSLARIN SES ŞİDDETİ ve DUYMA BOZUKLUKLARI
BAĞLAMINDA İNCELENMESİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

DANIŞMAN

**Doç. Dr. Serkan ÇAKIR
Dr. Öğr. Üyesi Serkan DEDEOĞLU**

HAZIRLAYAN

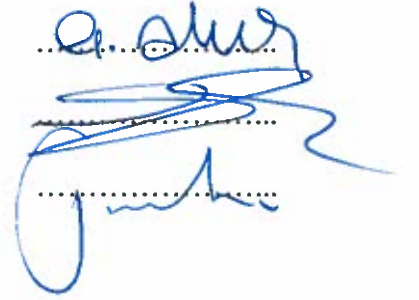
Veysi TEKİN

Jürimiz tarafından 13/04/2020 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda bu tez **oybirliği /oyçokluğu** ile başarılı bulunarak Müzik Anabilim, Müzik Bilimleri ve Teknolojisi Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul etmiştir.

Jüri Üyelerinin Unvanı Adı Soyadı

1. Doç. Dr. Serkan ÇAKIR
2. Doç. Dr. Barış TOPTAŞ
3. Dr. Öğr. Üyesi Mehmet KURTULUŞ

İmza



İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulunun tarih ve sayılı kararıyla bu tezin kabulü onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet KUBAT

Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürü

ONUR SÖZÜ

Doç. Dr. M. Serkan ÇAKIR ve Dr. Öğr. Üyesi Serkan DEDEOĞLU danışmanlığında, “**Canlı Performansların Ses Şiddeti ve Duyma Bozuklukları Bağlamında İncelenmesi**” başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir duruma başvurmada, tarafımdan yazıldığı ve yararlandığım bütün yapıtların hem metin içi hem de kaynakçada, yöntemine uygun biçimde gösterilerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Veysi TEKİN



TEŞEKKÜR

Tezimin her aşamasında yardımını esirgemeyen, her zaman ilgi ve desteğini gösteren çok sevdiğim nişanlım Sertav KÖMÜRCÜ' ye sonsuz teşekkür ederim.

Araştırmamın oluşumu sürecinde bana yol gösteren danışman hocalarım Doç. Dr. M. Serkan ÇAKIR ve Dr. Öğr. Üyesi Serkan DEDEOĞLU' na, her zaman bilgi ve tecrübesini benimle paylaşan ve araştırma konumun seçiminde bana yardımcı olan Sayın Muhammet Salim BEKALP ve Doç. Dr. Arda EDEN ' e, yüksek lisans boyunca her zaman yardımcı olan Damla YILDIZ' a, istatistik verilerini elde etme aşamasında bana yardımcı olan Sayın Uzm. Dr. Muhammet Hanifi BADEMKIRAN, Mecit ŞEN ve Güney AYSU' ya, gerekli düzenlemeleri yapmamda yardımcı olan Abdulaziz KAÇMAZ ve Veysel Baran ÇERKEZOĞLU' na, akustik mühendisleri bulmamda yardımcı olan değerli Kamuran TAŞ' a, Diyarbakır Gazi Yaşargil Eğitim ve Araştırma Hastanesi odyometri biriminde çalışan Cihan EROĞLU' na ve araştırmanın değerli katılımcılarına sonsuz minnet ve şükranlarımı sunarım.

Veysi TEKİN

ÖZET

Gürültüye bağlı işitme kaybı, dünyada en sık rastlanan meslek hastalıkları arasındadır. Gürültü kavramı, genel olarak istenmeyen ses veya sinyal olarak tanımlanır. Müziğin beğenilmesi veya gürültü olarak algılanması insanlar arasında farklılık gösterse de istenmeyen veya zorunlu olarak dinlenen müzik, gürültü olarak algılanır. Farklı bir şekilde sevilen müziğin de ses şiddetinin yüksek olması veya maruz kalma durumu uzun olması, belirli bir süreden sonra, gürültü olarak algılanabilir. Buradan hareketle müzisyenlerin severek yaptıkları işin zorunlu bir hal alması, NIOSH veya OSHA' nın belirlediği ses şiddetine bağlı olarak sürenin ya da süreye bağlı olarak ses şiddetinin üzerinde çalışılması, işitme kaybının gerçekleşme olasılığını yükseltmektedir.

Bu tez, canlı performans sahneleri yapılan mekanlarda çalışan garson ve müzisyenlerin maruz kaldıkları ses şiddetinin ve ses şiddetine bağlı olarak işitme sistemi üzerinde nasıl bir etki yarattığını incelemek amacıyla yapılmıştır. Mekanlarda canlı performans esnasında 4 mekanda 3 farklı noktada ölçümler alınıp maruz kalınan ses şiddeti belirlenmiştir. Yüksek ses şiddetine maruz kalan bireyler tespit edilip Diyarbakır Gazi Yaşargil Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde odyometri testleri yapılmıştır. Çalışma grubu olarak ele alınan denekler (N= 29) düzenli olarak yüksek ses(gürültü) şiddetine maruz kalan garsonlar ve müzisyenlerden oluşmaktadır. Kontrol grubu(N=20) ise hastanedeki çalışan teknisyen, odyometrist hemşire ve doktorlardan oluşmaktadır. Araştırmada, toplam, N= 49 üzerinde inceleme yapılmıştır. Farklı olarak N=47 üzerinde ön test ve son test şeklinde 6 aylık bir sürenin etki yaratıp yaratmadığı incelenmiştir. Elde edilen veriler SPSS 18.0 paket programına işlenerek analiz işlemleri bu program üzerinden yapılmıştır. Yüksek sese maruz kalan denekler ve kontrol grubunun işitme testleri karşılaştırmak için bağımsız iki örnek t-testi kullanılmıştır. İlişkisel analizlerin yapılması için Pearson korelasyon katsayısı yapılmıştır. Karşılaştırmalı testler için ise bağımlı t- testi kullanılmıştır. Verilerin grafikler haline getirmek için Excel programından yararlanılmıştır.

Araştırmanın sonucunda, yüksek sese maruz kalan ve kontrol grubu arasında 4 ve 8 kHz' de anlamlı bir ilişki olduğu saptanmıştır. Gürültüye bağlı işitme kaybının belirtisi olarak 4 kHz' de başlayan işitme kaybının 2 kHz' ye yayılmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Çalışma grubu üzerinde 6 ay süreyle yapılan incelemede ön test ve son test arasında sol

kulak 2, 4 ve 8 kHz' de anlamlı bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır. Sağ kulakta ise istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı görülmüştür. Kontrol grubunda ise bütün frekanslarda bu süre içerisinde anlamlı bir ilişki olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Canlı Performans, ses şiddeti, gürültüye bağlı işitme kaybı, gürültü kontrolü, işitme testi.



ABSTRACT

Noise related hearing loss is considered one of the most common occupational disorders in the world. The concept of noise is commonly defined as unwanted sound or signals. Although the appreciation or perception of music differs between people, unwanted or compulsory listening is perceived as noise. Nonetheless appreciated music can also be perceived as noise after a session of time as a result of withstanding music during a long period of time with high volume. According to NIOSH and OSHA there is a certain standard regarding sound levels that could damage the human ear. If musicians working with live music at venues were to exceed the recommended volume standard by NIOSH and OSHA it could increase their likelihood of potential hearing loss.

This thesis was conducted to examine the sound intensity and the effect that sound levels have on the auditory system among waiters and musicians who endure high volumes under a long period of time whilst working on venues where live music is performed. During live performance measurements were taken at 4 different venues in 3 different locations within the venues to determine the intensity of the noise exposure. Individuals who were exposed to high sound intensities were identified and audiometry tests were conducted at Diyarbakır Gazi Yaşargil Education and Research Hospital. The study group consisted of musicians and waiters (N = 29) who were regularly exposed to high sound intensities (noise). The control group consisted of hospital technicians and audiometrist doctors and nurses (N = 20) who rarely were exposed to high sound intensities. The study group who were exposed to high sound intensities (N = 47) were tested during a 6 month period with pre-test and post-test to investigate whether the sound exposure had an effect on the auditory system. The data that was obtained were processed through SPSS 18.0 package program and the analysis was executed through this program. Two independent t-tests were used to compare the hearing tests of the subjects exposed to high sound intensities and the control group. Pearson's correlation coefficient was used to execute the relational analysis, and t-tests were used for the comparative analysis. The Excel program was used to graph the sampled data.

The results of the study showed a significant difference within 4 and 8 kHz between the control group and the group that was exposed to high sound intensities. It was concluded that noise-related hearing loss that started at 4 kHz did not spread to 2 kHz.

Regarding the test subjects who were exposed to high sound intensities it was concluded that a significant difference between the pre-test and post-test in the left ear at 2.4 and 8 kHz existed. There was no statistically significant difference in the right ear. It was concluded that no significant relationship existed at any frequencies within the control group during the period of time.

Key Words: Live performance, sound intensity, noise induced hearing loss, noise control, hearing test.



İÇİNDEKİLER

KABUL ONAY SAYFASI	iii
ONUR SÖZÜ	iv
TEŞEKKÜR	v
ÖZET	vi
ABSTRACT.....	viii
İÇİNDEKİLER	x
KISALTMALAR	xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiv
TABLolar DİZİNİ	xvi
BİRİNCİ BÖLÜM	1
GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu	1
1.2. Problem Cümlesi	1
1.3. Alt Problemler	1
1.4. Araştırmanın Amacı	2
1.5. Araştırmanın Önemi.....	2
1.6. Sayıtlar	3
1.7. Sınırlılıklar	3
İKİNCİ BÖLÜM.....	4
KURAMSAL BİLGİLER	4
2.1. Ses ve Sesin Oluşumu.....	4
2.1.1. Sesin Yayılması	5
2.1.2. Frekans	6
2.1.3. Ultrasound-Infrasound	7
2.1.4. Yansıma	7
2.1.5. Kırılma.....	8
2.1.6. Kırınma	8
2.2. Perde.....	9
2.3. Tını.....	9
2.4. Gürlük	10

2.4.1. Eş Gürlük Eğrileri	10
2.5. İç Ortamda Sesin Davranışı (Oda akustiği, Kapalı Alan Akustiği)	12
2.5.1. Yankı (Eko)	12
2.5.2. Yansıma Süresi	13
2.5.3. Modal Rezonanslar	15
2.6. Dış Mekanda Ses Davranışı	17
2.6.1. Atmosferik Soğurma	17
2.6.2 Atmosferik Kırılma	19
2.6.3. Zemin Etkileri	20
2.6.4. Bitki Örtüsü Etkisi	21
2.7. Gürültü	22
2.8. Gürültü Ölçüm Parametreleri	24
2.8.1. Frekans Ağırlık Filtreleri	24
2.8.2. Ses Basınç Seviyesi (SPL) L	26
2.8.3. Eşdeğer Sürekli Ses Basıncı Seviyesi	27
2.8.4. Minimum, Maksimum ve Tepe Ses Basınç Seviyeleri	27
2.8.5. Ses Etkilenim Düzeyi (SEL)	27
2.8.6. Gürültü Ölçümünde Kullanılan Cihazın Özellikleri (Svan 949)	28
2.9. Kulağın Yapı İşlevi	28
2.9.1. Dış Kulak	29
2.9.2. Orta Kulak	30
2.9.3. İç Kulak	31
2.10. Gürültüye Bağlı İşitme Kaybı	34
2.10.1. Sensörinöral İşitme Kaybı veya İşitme Bozukluğu Parametreleri	40
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	41
YÖNTEM	41
3.1. Araştırma Modeli	41
3.2. Evren ve Örneklem	41
3.3. Verilerin Toplanması	42
3.4. Verileri Toplama Teknikleri	42
3.5. Verilerin Çözümlemesi ve Yorumlanması	42
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	43

BULGULAR ve YORUMLAR.....	43
4.1. Çalışma Grubu ve Kontrol Grubunun Kulak Testlerine İlişkin	
Karşılaştırmanın Bulguları ve Yorumları.....	43
4.2. Yaş, Çalışma Süresi ve Gürültüye Bağlı İşitme Kaybına Neden Olan	
Frekanslara İlişkin Bulgular ve Yorumlar	46
4.3. Çalışma Grubu ve Kontrol Grubunun GBİK ile İlişkin Frekansların Grafik	
Bulguları ve Yorumları.....	47
4.4. Çalışma Grubunun 6 Ay Arayla Yapılan Kulak Testlerinin	
Karşılaştırılmasıyla Yönelik Bulgular ve Yorumlar.....	61
4.5. Kontrol Grubunun 6 Ay Arayla Yapılan Kulak Testlerinin	
Karşılaştırılmasıyla Yönelik Bulgular ve Yorumlar.....	65
4.6. Mekanlarda Yapılan Ölçümlerin Gruplara Göre Ses Şiddetinin Bulguları ve	
Yorumları.....	68
4.6. Deneklerin Canlı Performansların Yapıldığı Mekanlarda Çalıştıkları	
Esnada Yapılan Ses Şiddeti Ölçümleri ve Günlük Çalıştıkları Süreleri, NIOSH	
ve OSHA’ nın Belirlediği Ses Şiddetine Bağlı Olarak Süre ile Karşılaştırılması	77
BEŞİNCİ BÖLÜM.....	81
SONUÇ, TARTIŞMA ve ÖNERİLER.....	81
KAYNAKÇA	88
EKLER	93

KISALTMALAR

Hz	: Hertz
KHz	: Kilo Hertz
dB	: Desibel
RT	: Reverberation Time
LA	: A Ağırlıklı Ses Basınç Seviyesi
LC	: C Ağırlıklı Ses Basınç Seviyesi
Leq	: Eş Değer Gürültü Seviyesi
Lmax	: Zaman Ağırlıklı Maksimum Ses Basınç Seviyesi
Lmin	: Zaman Ağırlıklı Minimum Ses Basınç Seviyesi
Lpeak	: Tepe Ses Basınç Seviyesi
SEL	: Ses Etkilenim Düzeyi
GBİK	: Gürültüye Bağlı İşitme Kaybı
ISO	: Uluslararası Standartlar Teşkilatı
OSHA	: Mesleki Güvenlik ve Sağlık İdaresi
NIOSH	: Ulusal Mesleki Güvenlik ve Sağlık Enstitüsü
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization)
KEK	: Kalıcı Eşik Kayması
GEK	: Geçici Eşik Kayması

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Durgun Suyun Bir Kaynak Tarafından Rahatsız Edilmesi Durumunda Dalga Yayılımını Gösteren Suyun Bozulma Modeli	4
Şekil 2.2. Sesin Kırınması	9
Şekil 2.3. Eş Gürlük Eğrileri	12
Şekil 2.4. Doğrudan dalga, erken ve geç yansımalar.....	14
Şekil 2.5. Oda Modları	16
Şekil 2.6. 15 °C Atmosferde Sesin Soğurulması	18
Şekil 2.7. %70 Bağlı Nemde Sesin Soğurulması.....	18
Şekil 2.8. Atmosfere Bağlı Sesin Kırılması.....	19
Şekil 2.9. Sesin Yansıtıcı Zeminden Yansıması.....	20
Şekil 2.10. Mesafeye Bağlı Bir Zeminin Ses Emilimine Etkisi	21
Şekil 2.11. A, B ve C Frekans Ağırlıklandırma Filtrelerinin Frekans Tepkileri	25
Şekil 2.12. Kulak Yapısı.....	29
Şekil 2.13. Kokleanın Ayrıntılı Hali.....	32
Şekil 2.14. Ortalama 100 dBA’ da 8 Saatlik Çalışma Sonucu Yıllara Göre İşitme Sonucu.....	35
Şekil 4.1. Çalışma Grubunun Sol Kulak 4 kHz Aralığındaki İşitme Test Sonuçlarının Çubuk Grafiği	48
Şekil 4.2. Kontrol Grubunun Sol Kulak 4 kHz Aralığındaki İşitme Test Sonuçlarının Çubuk Grafiği	49
Şekil 4.3. Çalışma Grubunun Sağ Kulak 4 kHz Aralığındaki İşitme Test Sonuçlarının Çubuk Grafiği	50
Şekil 4.4. Kontrol Grubunun Sağ Kulak 4 kHz Aralığındaki İşitme Test Sonuçlarının Çubuk Grafiği	51
Şekil 4.5. Çalışma Grubunun Sol Kulak 2 kHz Aralığındaki İşitme Sonuçlarının Çubuk Grafiği.....	52
Şekil 4.6. Kontrol Grubunun Sol Kulak 2 kHz Aralığındaki İşitme Test Sonuçlarının Çubuk Grafiği	53
Şekil 4.7. Çalışma Grubunun Sağ Kulak 2 kHz Aralığındaki İşitme Sonuçlarının Çubuk Grafiği.....	54

Şekil 4.8. Kontrol Grubunun Sağ Kulak 2 kHz Aralığındaki İşitme Sonuçlarının Çubuk Grafiği.....	55
Şekil 4.9. Çalışma Grubunun Sağ Kulak 8 kHz Aralığındaki İşitme Test Sonuçlarının Çubuk Grafiği	56
Şekil 4.10. Kontrol Grubunun Sağ Kulak 8 kHz Aralığındaki İşitme Test Sonuçlarının Çubuk Grafiği	57
Şekil 4.11. Çalışma Grubunun Sol Kulak 8 kHz Aralığındaki İşitme Test Sonuçlarının Çubuk Grafiği	58
Şekil 4.12. Kontrol Grubunun Sol Kulak 8 kHz Aralığındaki İşitme Test Sonuçlarının Çubuk Grafiği	59
Şekil 4.13. OSHA ve NIOSH Standartlarına Göre Ses Şiddetine Maruz Kalma Süresinin Grafik Hali	79

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 2.1. Pascal Cinsinden dB SPL ' in karşılığı.....	26
Tablo 2.2. NIOSH Verilerine Göre Ses Şiddetine Maruz Kalma Seviyesi ve Süresi.....	39
Tablo 2.3. OSHA Verilerine Göre Ses Şiddetine Maruz Kalma Seviyesi ve Süresi.....	40
Tablo 2.4. İşitme Bozukluğu Parametreleri	40
Tablo 4.1. Sağ Kulak ve Sol Kulak 4000 Hz' deki Çalışma Grubu ve Kontrol Grubunun Bağımsız İki Örnek t Testi Sonuçları	43
Tablo 4.2. Sağ Kulak ve Sol Kulak 8000 Hz' deki Çalışma Grubu ve Kontrol Grubunun Bağımsız İki Örnek t Testi Sonuçları	44
Tablo 4.3. Sağ Kulak ve Sol Kulak 2000 Hz' deki Çalışma Grubu ve Kontrol Grubunun Bağımsız İki Örnek t Testi Sonuçları	44
Tablo 4.4. Sağ Kulak ve Sol Kulak 1000 Hz' deki Çalışma Grubu ve Kontrol Grubunun Bağımsız İki Örnek t Testi Sonuçları	45
Tablo 4.5. Sağ Kulak ve Sol Kulak 500 Hz' deki Çalışma Grubu ve Kontrol Grubunun Bağımsız İki Örnek t Testi Sonuçları	45
Tablo 4.6. Sağ Kulak ve Sol Kulak 250 Hz. deki Çalışma Grubu ve Kontrol Grubunun Bağımsız İki Örnek t Testi Sonuçları	45
Tablo 4.7. Yaş, Çalışma Süresi ve GBİK Yaşanılan Frekanslar Arasındaki İlişki.....	46
Tablo 4.8. Sağ ve Sol Kulak 250 Hz. de Son Test ve 6 Ay Öncesinde Yapılan Ön Test Arasında İstatistiksel Bir İlişki Olup Olmadığını Belirlemek Amacıyla Yapılan Bağımlı t-testi Sonuçları	62
Tablo 4.9. Sağ ve Sol Kulak 500 Hz de Son Test ve 6 Ay Öncesinde Yapılan Ön Test Arasında İstatistiksel Bir İlişki Olup Olmadığını Belirlemek Amacıyla Yapılan Bağımlı t-testi Sonuçları	62
Tablo 4.10. Sağ ve Sol Kulak 1000 Hz' de Son Test ve 6 Ay Öncesinde Yapılan Ön Test Arasında İstatistiksel Bir İlişki Olup Olmadığını Belirlemek Amacıyla Yapılan Bağımlı t-testi Sonuçları	63

Tablo 4.11. Sağ ve Sol Kulak 2000 Hz’ de Son Test ve 6 Ay Öncesinde Yapılan Ön Test Arasında İstatistiksel Bir İlişki Olup Olmadığını Belirlemek Amacıyla Yapılan Bağımlı <i>t</i> -testi Sonuçları.	63
Tablo 4.12. Sağ ve Sol Kulak 4000 Hz’ de Son Test ve 6 Ay Öncesinde Yapılan Ön Test Arasında İstatistiksel Bir İlişki Olup Olmadığını Belirlemek Amacıyla Yapılan Bağımlı <i>t</i> -testi Sonuçları.	64
Tablo 4.13. Sağ ve Sol Kulak 8000 Hz’ de Son Test ve 6 Ay Öncesinde Yapılan Ön Test Arasında İstatistiksel Bir İlişki Olup Olmadığını Belirlemek Amacıyla Yapılan Bağımlı <i>t</i> -testi Sonuçları.	64
Tablo 4.14. Sağ ve Sol Kulak 250 Hz de Kontrol Grubundan İlk Alınan Örnekler, 6 Ay Sonra Alınan Örneklerle Göre Farklılık Göstermekte midir?	65
Tablo 4.15. Sağ ve Sol Kulak 500 Hz de Kontrol Grubundan İlk Alınan Örnekler, 6 Ay Sonra Alınan Örneklerle Göre Farklılık Göstermekte midir?	66
Tablo 4.16. Sağ ve Sol Kulak 1000 Hz de Kontrol Grubundan İlk Alınan Örnekler, 6 Ay Sonra Alınan Örneklerle Göre Farklılık Göstermekte midir?	66
Tablo 4.17. Sağ ve Sol Kulak 2000 Hz de Kontrol Grubundan İlk Alınan Örnekler, 6 Ay Sonra Alınan Örneklerle Göre Farklılık Göstermekte midir?	67
Tablo 4.18. Sağ ve Sol Kulak 4000 Hz de Kontrol Grubundan İlk Alınan Örnekler, 6 Ay Sonra Alınan Örneklerle Göre Farklılık Göstermekte midir?	67
Tablo 4.19. Sağ ve Sol Kulak 8000 Hz de Kontrol Grubundan İlk Alınan Örnekler, 6 Ay Sonra Alınan Örneklerle Göre Farklılık Göstermekte midir?	68
Tablo 4.20. Mekan A’nın 1. Noktadaki Gürültü Ölçüm Sonuçları.....	70
Tablo 4.21. Mekan A’nın 2. Noktadaki Gürültü Ölçüm Sonuçları.....	70
Tablo 4.22. Mekan A’nın 3. Noktadaki Gürültü Ölçüm Sonuçları.....	70
Tablo 4.23. Mekan B’nin 1. Noktadaki Gürültü Ölçüm Sonuçları.....	72
Tablo 4.24. Mekan B’nin 2. Noktadaki Gürültü Ölçüm Sonuçları.....	72
Tablo 4.25. Mekan B’nin 3. Noktadaki Gürültü Ölçüm Sonuçları.....	72
Tablo 4.26. Mekan C’nin 1. Noktadaki Gürültü Ölçüm Sonuçları.....	74
Tablo 4.27. Mekan C’nin 2. Noktadaki Gürültü Ölçüm Sonuçları.....	74
Tablo 4.28. Mekan C’nin 3. Noktadaki Gürültü Ölçüm Sonuçları.....	74
Tablo 4.29. Mekan D’nin 1. Noktadaki Gürültü Ölçüm Sonuçları.....	76
Tablo 4.30. Mekan D’nin 2. Noktadaki Gürültü Ölçüm Sonuçları.....	76

Tablo 4.31. Mekan D'nin 3. Noktadaki Gürültü Ölçüm Sonuçları.....	76
Tablo 4.32. Deneklerin, Canlı Performans Sahnelerinde Ses Şiddetine Bağlı Olarak Maruz Kalınan Süreyle ve OSHA' nın Ses Şiddetine Bağlı Olarak Belirlediği Süreyle Karşılaştırılması	77
Tablo 4.33. Deneklerin, Canlı Performans Sahnelerinde Ses Şiddetine Bağlı Olarak Maruz kalınan Süreyle ve NIOSH' in Belirlediği Süreyle Karşılaştırılması	78



BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

Bu bölümde araştırmanın problem durumu, problem cümlesi, alt problemler, amacı, önemi, sayıtlar ve sınırlılıklar yer almaktadır.

1.1. Problem Durumu

Gürültünün işitme kaybına neden olduğu varsayımı herkes tarafından bilinmektedir. Yalnız, düşünülen gürültünün ses basınç seviyesi, peak değeri, maksimum değerleri ve bunlara bağlı maruz kalma süresi, işitme kaybı yaşanıp yaşanmamasında önem arz etmektedir. Değerler kişiden kişiye farklılık gösterse de Uluslararası Standartlar Teşkilatı (ISO), Ulusal Mesleki Güvenlik ve Sağlık Enstitüsü (NIOSH) ve ABD'nin Mesleki Güvenlik ve Sağlık İdaresi (OSHA), belirlemiş oldukları standartlara uygun bir şekilde yapılan gürültü ölçümleri, cihazların gösterdiği seviye ve seviyeye bağlı olarak gürültüye maruz kalma süresine bağlı kalarak standartların dışına çıkılmamalıdır. Aksi durumda işitme kaybı meydana gelebilir.

Bu noktada, canlı performans sahnelerinde sese maruz kalan kişilerin (Garson ve müzisyenler) maruz kaldıkları ses basınç seviyesi, süresi ve buna bağlı olarak işitme kaybı yaşayıp yaşamadıkları, araştırmanın problem konusu olarak görülmüştür.

1.2. Problem Cümlesi

Canlı performansların neden olduğu ses şiddeti, sürekli bir şekilde çalışanları nasıl etkiler?

1.3. Alt Problemler

- Kontrol grubu ve çalışma grubu arasında anlamlı farklılık var mıdır?
- Çalışma grubunun yaş, çalışma süresi ve GBİK yaşanan frekanslar arasında ilişki var mıdır?
- Çalışma grubunun ön testleri ve son testleri arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

- Kontrol grubunun ön testleri ve son testleri arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
- Çalışma grubunun maruz kaldığı ses şiddet seviyesi ne düzeydedir?
- Çalışma grubunun çalışma süresi ve ses şiddet seviyesi, NIOSH ve OSHA verileri arasında nasıl bir farklılık göstermektedir?

1.4. Araştırmanın Amacı

Bu çalışma, canlı performanslardaki ses şiddetinin insan kulağına etkisi olup olmadığını tespit etmek amacıyla yapılmıştır. Çalışmanın denenmesi, diğer şeylerin yanı sıra, canlı müziğin genel olarak duymayı etkileyip etkilemediğini analiz edebilmek için, denekler üzerinde farklı dönemlerde yapılan testleri kapsamaktadır. Çalışma, esas olarak sürekli yüksek ses seviyesine maruz kalan bireylere odaklanmakta ve daha sonra ses şiddetinin zaman içinde bu kişiler üzerinde etkili olup olmadığını ortaya çıkarmak, bu araştırmanın amacını oluşturmaktadır.

1.5. Araştırmanın Önemi

Bu araştırma, daha önce araştırılmayan faktörlerle ilgili bir dizi cevaba katkıda bulunmak için etkili olabileceği düşünülmektedir. Sürekli yüksek ses şiddetinin insan kulağı üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olduğu gerçeği, bugün insanların farkında olduğunun, aynı zamanda bu teoriyi doğrulamak için, çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bununla birlikte, insan kulağının nasıl etkilendiği ve bu etkilere neden olan faktörleri analiz eden az sayıda çalışmalar vardır. İnsanlar, yüksek ses seviyelerine maruz kaldıklarında işitme kaybının yaşandığına dair bir farkındalık vardır. Ancak bu farkındalık için herhangi bir önlem alınmamaktadır. Bunun nedeni; insanların sese maruz kalma şiddeti ve süresi hakkında yeterli bilgiye sahip olmadıklarıdır. Süre içerisinde ne kadar etkiye sebep olduğunu bilmeleri, farkındalık yaratacağı düşünülmektedir. Bu çalışma bu doğrultuda katkı sunacağı için önem taşımaktadır.

Yüksek gürültülü ses seviyeleri, daha çok konser verilen yerlerde veya mekanlarda oluşur. Bu ortamlardan esas olarak etkilenenler, büyük ölçüde bu iş yerlerinde çalışan garsonlar, müzisyenler veya diğer işçilerdir.

Bu nedenle yapılan bu çalışma, yüksek ses (gürültü) seviyesinin çalışanların üzerinde bir etkisi olup olmadığına odaklanmaktadır. Denekler düzenli olarak yüksek ses(gürültü) seviyelerine maruz kalan müzisyen, garson ve kontrol grubu olarak seçilen hastane çalışanlarından oluşmaktadır. Bu kişilerin kulak test sonuçlarını analiz etmek amacıyla mekanlarda, (4 mekan) 6 aylık bir süre boyunca metodik uygulamalar yapılmıştır. Bu doğrultuda tez, canlı performanslarda ses şiddetine maruz kalan insanlara yol göstereceği, işitme kaybı yaşamadan nasıl önlem alınacağı konusunda katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.6. Sayıtlar

Yapılan bu çalışmada;

- Denekler, ölçüm esnasında frekanslara verdikleri yanıtın doğru ve güvenilir bir şekilde olduğu
- Mekanlarda yapılan gürültü ölçümlerinin doğru ve güvenilir bir şekilde alındığı
- Kuramsal bilgiler bölümünde kaynaklardan edinilen bilgilerin geçerli ve güvenilir olduğu
- Hastanede bulunan işitme test cihazlarının, standartlar doğrultusunda kalibrasyonunun yapıldığı,

sayıtlarına dayanmaktadır.

1.7. Sınırlılıklar

- Diyarbakır'daki 4 mekanda çalışan müzisyen, garson ve hastanedeki çalışanlar olmak üzere N=49 kişi ile sınırlıdır.
- Bu çalışma İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsünün belirlediği süre ile sınırlandırılmıştır.

İKİNCİ BÖLÜM

KURAMSAL BİLGİLER

2.1. Ses ve Sesi Oluşumu

Bir ortam, parçacık hareketi tarafından titreştiğinde ses enerjisini üretir. Bu durum, ortamdaki basınç değişimlerini yaratır. Bu basınç değişimleri, orta koşullar ile ilgili olan patenlerde hareket eder ve gittikçe daha geniş bir alana yayılır. Bunun basit bir veya iki boyutlu gösterimi, Şekil 2.1’de gösterildiği gibi durgun bir su kütesinin tek bir yerde küçük bir nesne veya su damlası ile rahatsız edildiğinde ortaya çıkan görüntü görselleştirilmiştir. Sudaki dalgalanmalar, tek temas noktasından yayılan tepe noktaları ve basınç değişimlerinin vadileri göstermektedir.



Şekil 2.1. Durgun Suyun Bir Kaynak Tarafından Rahatsız Edilmesi Durumunda Dalga Yayılımını Gösteren Suyun Bozulma Modeli

Havadaki ses enerjisi, benzer bir basınç düzeninde ancak üç boyutta sabit bir kaynaktan yayılır. Bu model temel olarak matematiksel olarak birbirine bağımlı olan üç parametre ile tanımlanabilir (Frekans, dalga boyu ve dalga hızı). Bu enerji türüyle diğerleri arasındaki ana ayırt edici faktör, bir işitme mekanizması tarafından

algılanabilmesi ve bir tür eylem ya da iletişim biçimi açısından yorumlanabilmesidir. Ses terimi, insan işitme mekanizmasını uyaran herhangi bir enerjiyi ifade eder. “Gürültü” terimi ise, sesin bir alt grubunu ifade etmektedir. Gürültü, insanlar tarafından çevrelerini olumsuz yönde etkilediklerini yorumlamaktadırlar. Ses, kişisel bir yorum gerektirmez, çünkü ses nesnel bir niteliktir. Ormanda bir ağacın düşmesi sonucunda çıkan sesin, kimse tarafından duyulmaması, bu sesin çıkmadığına dair varsayım da gösterilemez. Bu durumun duyulmaması, olumsuz bir niteliğe sahip olduğu gösterilemez (Cowan, 2016: 1-2).

Titreşen her nesnenin veya cismin tesiriyle ortaya çıkan dalgaların sağlıklı bir kulak tarafından işitilmesine “Ses” denir. Sesin ilerleyebilmesi için sadece titreşim yeterli değildir. Titreşen cisimlerin, kulağa ses olarak ulaşabilmesi için maddeye (katı, sıvı, gaz) ihtiyaç duyulur. Ses, titreşimin hava yoluyla moleküllerin birbirini sıkıştırıp itmesi sonucunda mesafe katederek kulağa ulaşır (Önen, 2007: 21-22). Ses, bir enerji tarafından dinleyiciye ulaşılabilmesi için muhakkak bir ortam gerektirir. Vakumda veya uzayda sesin ilerlemesi mevcut değildir. Sesin temel özelliği, enerjisinin bir işitme mekanizmasını tepkimeye geçirecek bir formda olmasıdır. Bunun için de hem kaynak hem de ortam olması gereklidir.

2.1.1. Sesin Yayılması

Titreşen cismin havadaki moleküllerin ardışık bir şekilde sıkışıp genleşmesi ile kendisinden sonra gelen molekülü de iterek yayılmaktadır. Bu durum cisim hareket ettiği sürece devam etmektedir (Tarikci, 2015: 17-18). Su veya metal gibi molekülleri birbirine daha yakın olan bir ortam, ses enerjisinin daha hızlı hareket etmesini sağlar. Bir ses dalgası kaynağından uzaklaştığında, bir dinleyiciye ulaşana kadar özelliklerini etkileyen birçok koşulla karşılaşır. Ses dalgası nesnelerle temas ettiğinde, enerjisi nesneden iletilir. İletilen nesnenin içinde emilmesi veya frekansa bağlı olarak değişen verimlilik dereceleri yansıtılır (Truax, 1984: 4). Ses enerjisi, kaynağından yayıldığında, değişken hızlarda ve diğer özelliklerde normal bir şekilde ortam aracılığıyla ilerleme gerçekleşmektedir. Yolunda herhangi bir engel yoksa ve orta koşullarda herhangi bir değişiklik olmazsa, ses yoğunluğu, genişleyen dalga cephesinin yüzey alanı ile ilişkili bir hızda (Hareket yönüne dik) kaynaktan uzaklaşarak ses şiddeti azalır ve en sonunda sönme gerçekleşir (Cowan, 2016: 5).

Ses, hava gibi sıkıştırılabilir bir ortamda uzunlamasına bir dalga hareketiyle yayılmaktadır. Ortamın özellikleri, mekan pozisyona göre değişiyorsa veya ortamın kendisi hareket halinde ise, ses yayılımı etkilenir. Bu nedenle, atmosferik sıcaklığın, rüzgarın ve bağıl nemin havada yayılan sesleri izlemeye çalışırken karşılaşılabilecek diğer etkilerin potansiyel etkilerini anlamak önemlidir (Chen, ve Maher, 2004: 1-2). (Bu konu detaylı bir şekilde aktarılmıştır.)

2.1.2. Frekans

Basınç modelinin tekrar eden kısımları arasında geçen zaman, devir birimlerinde dalganın periyodu olarak bilinir. Bu basınç değişiminin gerçekleştiği hız, devirin tersidir ve devir / saniye cinsinden frekans olarak belirtilir. Döngüleri veya birimi elektromanyetik dalgaların varlığını kanıtlayan Alman fizikçi Heinrich Hertz'ten alır. Hertzi kısaca tanımlamak gerekirse, frekansın (sıklık) birimidir (Cowan, 2016: 3). Frekans, birim zaman içerisindeki titreşim sayısına denir. Belirli zaman içerisindeki titreşim sayısı yükseldikçe ses tizleşir, titreşim sayısı düştüğünde ise ses pesleşir. İnsan kulağının işitebileceği en tiz ve en pes frekans aralığı 20 Hz ve 20 kHz arasındadır. Bu durum, yaş ilerledikçe üst frekanslarda işitme kaybının meydana gelmesine neden olmaktadır. Çocuk ve gençlerde 17 kHz, yetişkinlerde 15 kHz' ye kadar düşebilmektedir (Önen, 2007: 23). Normal bir kulak, bu aralıktaki değişken hassasiyetle ve kulak kanalı amplifikasyonu nedeniyle 3000-4000 Hz aralığındaki seslere daha çok duyarlıdır. Bu aynı zamanda ünsüz ses tanıma yoluyla konuşma anlaşılabilirliği için kritik frekans aralığı olarak tanımlanmaktadır. 20.000 Hz gibi yüksek frekanslara doğru yaklaştıkça basınçlarının aynı yükseklikte algılanabilmesi için, genliği 2000 Hz aralığındaki frekanslardan daha fazla büyüklükte olması gerekir (Cowan, 2016: 3-4).

Her frekans aralığındaki ses enerjisi, çevrede sürekli değişkenlik gösterir, ancak bu frekanslarla ilişkili enerji seviyeleri bir reaksiyon ortaya çıkarmak için yeterince yüksek olduğunda etki gerçekleşir. (Bu etkilenme kalıcı olarak işitme kaybına da neden olabilmektedir.) Örneğin, 100 Hz aralığındaki ses enerjisi insanlar üzerindeki etkileriyle ilgili ise, bu frekans aralığındaki enerji ile ilişkili büyüklük veya ses şiddetini (dB) de bilmeden bir konuyu düşünmek uygun değildir. Yüksek düşünülen ses basıncının, çoğu insan üzerinde negatif bir etkiye neden olmadığı (Hassasiyetler her bir kişi için değişse

de) gibi, bu seviye frekansa bağılı olarak, büyüklük eşiği kişiden kişiye değişim gösterdiği de söylenilebilir.

Ayrıca, sabit yüzde frekans bant aralığı 63 ile 8,000 Hz arasındadır; ardışık her bandın merkez frekansı, öncekinin iki katıdır. Frekansların bu iki katına çıkması “Oktav Artışı” olarak bilinir. En sık kullanılan frekanslar 63, 125, 250, 500, 1.000, 2.000, 4.000 ve 8.000 Hz’ dir. Bunlar da insanlar tarafından algılanan sesleri tanımlamak için yaygın olarak kullanılan “Oktav Bant Merkez Frekansları” olarak bilinir. Bu çalışmada da kulak ölçümleri için oktav bant merkez frekansları kullanılmıştır.

Frekans terimi ayrıca, ses dalgası veya bir ışık dalgası gibi bir elektromanyetik dalgaın saniyedeki devirlerini de ifade etmektedir. Frekans, insan kulağı için ses tonunu belirlerken ışık için de rengini belirlemektedir.

2.1.3. Ultrasound-Infrasound

Bir önceki konuda da bahsi geçtiği gibi insan kulağının işitme aralığı 20 Hz ile 20 kHz aralığındadır. İnsan kulağının işitemediği 20 Hz’ in altındaki frekanslara infrasound, 20 kHz’ in üstündeki işitilmeyen frekanslara ise ultrasound adı verilmektedir. Bu işitilmeyen frekansların hissedilmediği anlamına gelmemektedir. Çok yüksek seviyeler dışında infrasound, ses olarak duyulmaz ama vücutta titreşimli hisler olarak algılanabilir. Tarikci’ ye göre yapılan araştırmalarda 20 Hz’ in altında yani infrasound seslere maruz kalan veya bırakılan kimselerde korku ve endişe gibi hislerde artış göstermektedir. Ayrıca Tarikci , birçok multidisiplin alanlarında, bu seslerin veya frekansların kullanıldığını aktarmaktadır (Tarikci, 2015: 20).

2.1.4. Yansıma

Bir ses dalgası orta yoğunlukta keskin bir nesneyle karşılaştığında, enerjisinin bir kısmı, ortam arasındaki değişimini yüzeye yansıtır. Bu arayüz sert ve pürüzsüz bir yüzey ise dalga cephesinin geliş açısı yansıma açısına dik olur. Yüzeyin girinti ve çıkıntıları, yansıtıcı yüzeyin yansıyan sesin dalga boyundan daha büyük olması durumunda yansıma yayınlı olur. Bu durum ise gelen ses dalgasının yönünü değiştirir. Ses enerjisinin yüzeye yansımamış kısmı ise arayüzden iletilir veya arayüzde ısı enerjisi olarak yayılır (Eden, 2013: 16-17). Sesin zeminde yayılması, yansımadaki akustik enerji kayıpları nedeniyle dalga boyunda bir miktar zayıflama olacaktır. Düzgün ve sert zemin, genellikle kalın

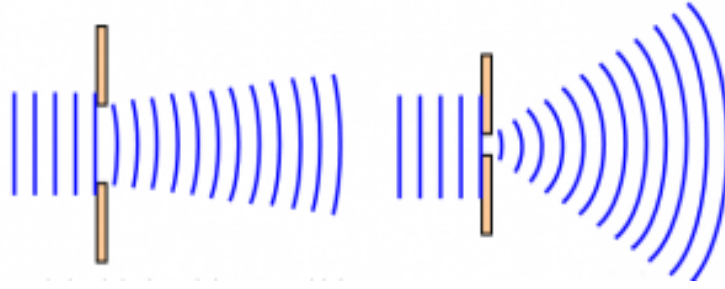
çimlerden daha az emilim sağlar. Ayrıca yüksek frekanslar çoğunlukla düşük frekanslardan daha fazla zayıftır (Chen, ve Maher, 2004: 8-9).

2.1.5. Kırılma

Bir ses dalgası orta koşullarda bir engelle karşılaştığında değişiklikler meydana gelir. Yansımadan farklı olarak kırılma, ses dalgasının ortamına geri yönlendirmesine neden olmak yerine, bitişik orta koşuldaki ses dalgasının hızını ve yönünü değiştirir. Kırılma, bir sesin ortamdaki hız değişikliklerinin neden olduğu bükülmüdür. Bir odada sıcaklık gradyanları olduğunda kırılma meydana gelir. Sesin hızı havanın sıcaklığına bağlı olduğundan bir akustik, dalga sıcaklık gradyanından geçtiğinde, soğuk havaya doğru bükülerek hızının değişmesine neden olur. Bu, büyük odalarda, tavanda bulunan havalandırma deliklerinden gelen soğuk hava, soğuk havanın daha sıcak havası olan bir odaya geçmesi durumunda oluşur. Kayıt stüdyolarında bile stereo hoparlörden sıcak hava üfleyen bir havalandırma menfezi, sesi diğer hoparlöre doğru eğilmesine neden olabilir ve stereo görüntüye zarar verebilir (Ballou, 2008: 120). Sesin hızını etkileyen önemli unsurlardan biri olan sıcaklık, havadaki ses dalgalarını yayılma doğrultusunu değiştirmektedir. Yani, soğuk bir ortamdan sıcak bir ortama geçen ses dalgası veya aksi durumu, sesin kırılmasına neden olur (Eden, 2013: 16-17).

2.1.6. Kırınma

Ses dalgası bir açıklıktan veya yollarındaki bir engelden geçerken, dalgaların yön değiştirmesine “Kırınma” denmektedir. Şekil 2.2’ de görüldüğü gibi, ses dalgaları katı bir bariyerdeki açıklık ve delik gibi yerlerle karşılaştığında doğrusal olan yolunda sapmalar meydana gelir. Kırınım, frekansa bağlıdır. Kırınmanın gerçekleşmesi için, engelin fiziksel boyutu sesin dalga boyuyla karşılaştırılabilir düzeyde ya da dalgadan daha küçük olmalıdır. Dalga boyu, engel veya açıklıktan küçük olduğunda fark edilebilir bir kırınma gerçekleşmez. Dalga boyu arttıkça kırınım miktarı artar, dalga boyu azaldıkça kırınım miktarı azalmaktadır (Eden, 2013: 16-17). Aşağıdaki şekilde de görüldüğü gibi engelin küçük olması dalganın yönünü değiştirmesine neden olduğu görülmektedir.



Şekil 2.2. Sesin Kırınması

2.2. Perde

Frekans ve perde terimi temel olarak aynı şeyi ifade etmektedir. Bu iki terimin birbirinden bağımsız olarak düşünmek yanlış olur. Her iki terimde de bir saniye içerisindeki titreşim sayısının ne kadar yüksek veya ne kadar düşük olduğunu temsil etmektedir. Perde, bir notanın veya sesin temel frekansının işitsel hissini belirtir. Bir notanın temel frekansı, titreşim periyodunun ya da zarfın ters çevrilip frekans analiz cihazı ile farklı bir şekilde ölçülmesine rağmen, notanın ses aralığı, insanın işitsel algı sisteminin aynı nota olduğunu algılayabilmesidir. (Vaseghi, 2007: 419).

Perde için kullanılan tanım, sesin ne kadar yüksek veya ne kadar düşük olduğudur. Yani birim zaman içerisinde titreşimin (frekans) kaç kez gerçekleştiğidir. Frekans ne kadar yüksek olursa nota veya perde o kadar yüksek (tiz) olur. Frekans ne kadar düşük olursa perde o kadar düşük (pes) olur. Kısacası perde, sesin duyum üzerindeki tiz ve pes algısıdır (Gut, 2000: 13-14).

Zeren' e göre, “*Perde, frekansın müzik dilindeki karşılığıdır.*” Perde için frekansın aynı kalması titreşen maddenin farklı olması insan işitme sisteminin üzerinde bir değişiklik yaratmadığını aktarmaktadır. Yani diğer bir deyişle aynı ses (frekans) işitilmektedir. Diğer bir husus ise, sesin gürlüğüne bağlı olarak (Basit sesler hariç.) perdenin (frekansın) değişmediği, dolayısıyla bir sesin perdesini veya notasını belirleme durumunda ses şiddetini hesaba katmadan belirlenmelidir (1997: 52-53).

2.3. Tını

Frekansın aynı olması, titreşen nesnesinin farklı olması, perde için farklılık yaratmasa da tını için aynı şey söylenemez. Tını aynı frekansta iki sesi farklı kılar. Örneğin, bir gitarda çalınan “La” (440) notası, klavyede veya flütte çalındığında

gerçekten farklı bir “La” sesini içerir. Bu, enstrümanların farklı tınıya sahip olduğu anlamına gelir. İnsan işitme sisteminin bir kemanı flütten, flütü trombondan, trombonu trompetten (bütün enstrümanlar için geçerli) ayırt etmeyi sağlayan unsur frekansların benzersiz harmonikler sayesinde olur. Bu, sadece enstrümanlar için geçerli değil, çevrede titreşen bütün nesneler için geçerlidir. Her ses dalgası, sesi üreten malzemeye bağlı karakteristik bir şekil sunar. Ses tınısını tanımlayan da budur. Aynı zamanda çalgıların yapımında malzemenin farklı olması dinleyicilerin aynı kategorideki farklı enstrümanları ayırt etmelerini sağlar (Schneck ve Berger, 2006: 190-192).

2.4. Gürlük

Gürlük, güç veya basınç gibi terimlerle ifade edilebilecek fiziksel büyüklüğüne işaret eder. Amplifikatördeki ses seviyesi kontrolünün açılması, hoparlörlerden çıkan müziğin yoğunluğunu artırır. Bu yoğunluk, ses seviyesi ölçer mikrofonunun, hoparlörün yanına konulduğunda kolayca ölçülebilir. Yoğunluk algısına “Yüksek ses” denir. Genel olarak konuşma seviyesi, düşük yoğunluklar “yumuşak” olarak algılanır ve yüksek yoğunluklar “Gürültü” olarak algılanır. Başka bir deyişle şiddet, uyarıcının fiziksel parametresidir ve yüksek ses bu parametreyle ilişkili algıdır. Ayrıca ses yüksekliği, şiddet dışındaki faktörlerden de etkilenir. Örneğin, bir stereo amplifikatörün bas ve tiz kontrolleri değiştirildiğinde ses seviyesi kontrolüne dokunulmasa bile ses yüksekliğinin değişmesi yaygın bir deneyimdir. (Bas ve tiz, sırasıyla düşük ve daha yüksek frekans aralıklarının nispi katkılarıdır. Böylece, bas seviyesini yükseltmek düşük frekansları vurgular ve tiz seviyesini yükseltmek, yüksek frekansları vurgular) (Gelfand, 2009: 207). Ses seviyesi, kişiden kişiye farklılık gösteren bir kavramdır. Aynı şekilde frekansa bağlı olarak gürlük, kişiler arasında duyarlılığı eşit değildir (Tarikci, 2015: 23). Ses şiddeti genliği, insan kulağının nasıl algıladığına bağlıdır. Sadece genlikteki belirli bir değişimin, mutlaka sesin orantılı bir değişimi olarak algılanmasını gerektirmez. İnsan kulağı bir sesin hem frekansından hem de tınısından etkilenmektedir (Gelfand, 2009: 207-208).

2.4.1. Eş Gürlük Eğrileri

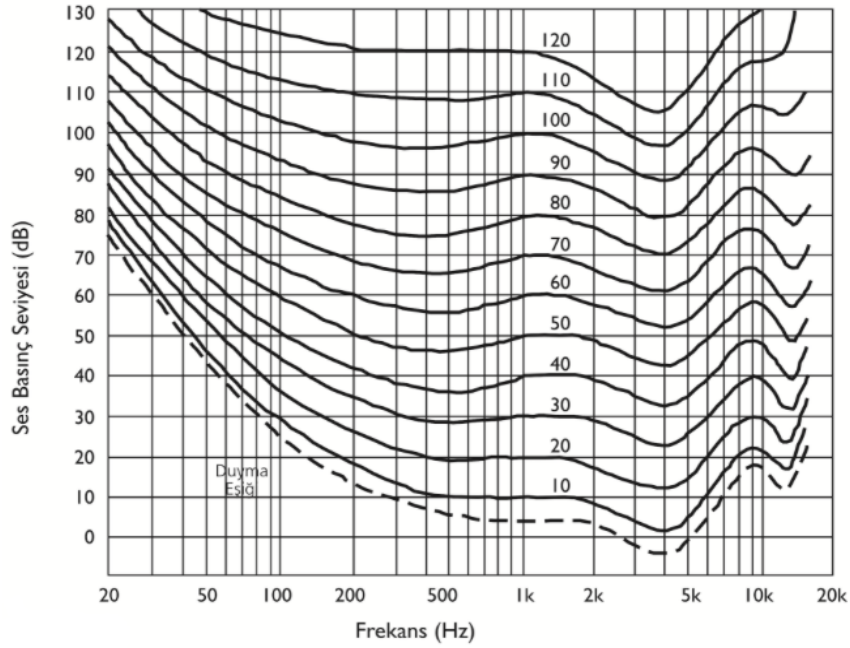
Ses şiddeti, aynı yoğunluğun, farklı frekanslardaki tonlar için aynı miktarda ses yüksekliği ile sonuçlanıp sonuçlanmadığını teyit etmek için incelemek gerekir. Örneğin, 40 dB SPL’ de 100 Hz tonu ile 1000 Hz’ nin tonu aynı yüksekliğe sahip değildir. Bir diğer unsur ise, farklı frekanstaki tonların eşit derecede ses çıkarması için ne kadar

yoğunluğa ihtiyaç duyduğudur. İnsan işitme sistemi frekanslara verdiği cevap, aynı değildir. Cevabı, seviyeye göre değişmektedir. Düşük seviyelerde, düşük frekansların duyarlılığı, orta frekanslar duyarlılığına göre çok daha azdır. Seviye arttıkça, düşük ve orta frekans duyarlılığı arasındaki fark azalır ve daha düzgün bir spektral yanıt oluşturur. Şekil 2.3' teki klasik eşit ses seviyesi ya da eş gürlük eğrileri¹ bu olguyu ifade eder (Ballou, 2008: 52).

Fon, algılanan ses yüksekliğinin birimi olarak kullanılmaktadır. Fon, frekanslar arasındaki ses şiddetinin insan işitme sisteminin üzerinde farklılık göstermesinde birim olarak kullanılır. (Moore, 2007: 93-94). Fon ölçeği, ev aletlerinin sesini ölçmek için kullanılmıştır. Desibel tanımlaması için kullanılan logaritmik ölçek halk için kafa karıştırıcı olabileceğinden, fon ölçeği bu karışıklığı ortadan kaldırmak ve tek bir kaynağın ses seviyesini derecelendirmek yerine farklı kaynakların ses seviyesini karşılaştırmak için kullanılmıştır (Cowan, 2016: 23). Her ne kadar kesin prosedürler farklı olsa da eşit ses seviyesini belirlemek için temel yaklaşım oldukça basittir. Bir ton sabit bir şiddet seviyesinde sunulur ve deney için referans tonu olarak işlev görür. Diğer ton daha sonra ses yüksekliği referans tonuna eşit olarak değerlendirilinceye kadar ses seviyesi değiştirilir. Her frekansta ses şiddeti eşitliğini yakalamak için 40 dB şiddetinde (genellikle) 1000 Hz referans tutulur. Verilen diğer frekanslarda 1000 Hz' deki şiddete eşitlemek için sinyalin şiddeti değiştirilir. Buna bağlı olarak frekanslar arasındaki fon değerleri ortaya çıkarılır (Tarikci, 2015: 23). Bu durum, 40 dB' de 1000 Hz' lik bir tona eşit olan herhangi bir ses, 40 fon ses seviyesine sahip olur. Farklı bir şekilde, 50 dB' de 1000 Hz' lik bir ses düzeyinde bir tonun 50 fonluk ses seviyesine sahip olur. Fonlarda eşit olan tüm sesler, fiziksel büyüklükleri farklı olsa bile aynı ses seviyesine sahiptir. 1000 Hz ton seviyesine göre, fonlarda ses yüksekliği seviyesi ifade edildiğinde, ses şiddeti seviyesinin fonu ve desibeli bu frekansta mutlaka eşittir (Gelfand, 2009: 207-208). İki farklı frekansın 60 dB' de genel olarak aynı ses yüksekliğine sahip olmayacaktır. İki farklı sesin eşit şiddete sahip olduğunu söylemek, eşit derecede sesli olduklarını söylemekle aynı şey değildir. İnsanın işitme hassasiyeti frekansa bağlı olarak değiştiğinden, ortalama

¹ İlk eşit ses seviyesi verileri 1927'de Kingsbury tarafından rapor edilmiştir. Ancak, kabul edilen fon eğrileri 1933 yılında Fletcher ve Munson tarafından yayınlanıp ve sonuç olarak eşit ses seviyesi eş yükselti eğrileri Fletcher ve Munson eğrileri olarak da bilinmeye başlanmıştır. (Gelfand, 2009: 207).

insan kulağı için bu değişimi gösteren eş gürlük eğrisini çizmek yararlıdır (Moore, 2007: 93-94).



Şekil 2.3. Eş Gürlük Eğrileri (ISO 226: 2003: 8)

Yukarıdaki grafik incelendiğinde, kulağın farklı ses seviyesi ile tepkisi arasında önemli bir fark olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Çok yüksek frekanslara verilen yanıt, kulak kanalı rezonansı ile ilişkili yaklaşık 3000-6000 Hz arasındaki duyarlılık belirgin bir şekilde artmasına rağmen, çok düşük frekanslara verilen yanıtın çok daha düz veya düzgündür.

Eğri, ses şiddetinin aynı olması durumunda 3000 ve 6000 Hz arası 1000 Hz tonuyla aynı yüksekliği algılaması için daha az ses yoğunluğunun gerekli olduğunu göstermektedir. Şekil 2.3'e baktığımızda kulak, orta ve yüksek frekanslardaki sesleri, düşük frekanstaki seslere göre daha iyi işittiği görülmektedir (Moore, 2007: 93-94).

2.5. İç Ortamda Sesin Davranışı (Oda akustiği, Kapalı Alan Akustiği)

2.5.1. Yankı (Eko)

Bir yankı, doğrudan sesten bir süre sonra gelen bir ses kaynağının tek bir yansımasıdır. Yayıma ortamındaki bir süreksizlik tarafından yansıtılan ve doğrudan yola

gelen sestten ayrı olarak algılanması için yeterli büyüklük ve gecikmeyle dönen bir dalga olarak tanımlanabilir (Wölfel, ve Mcdonough, 2009: 49).

Tipik olarak, insan kulağındaki iki ayrı ses dalgası arasındaki varış zamanı 50-100 milisaniyeden (ms) az ise, iki ses harmanlanır ve beyin tarafından tek bir ses dalgası olarak algılanır. Bu varış zamanı 100 ms' den büyük olduğunda, iki ayrı ses olarak duyulur ve bir yankı algısı yaratılır. Havadaki ses hızının 20° C 343 m/s' de olduğu düşünüldüğünde, bir ses dalgası 100 ms' de yaklaşık 34 m'lik bir mesafe kateder. Bu, kaynaktan çıkan ses yolunun direkt ile toplam uzunluğu arasındaki fark 34 m'yi geçerse, yansıtılan ses dalgası doğrudan ses dalgasından ayrı olarak duyulur ve bir yankı olarak değerlendirilir (Cowan, 2016: 11).

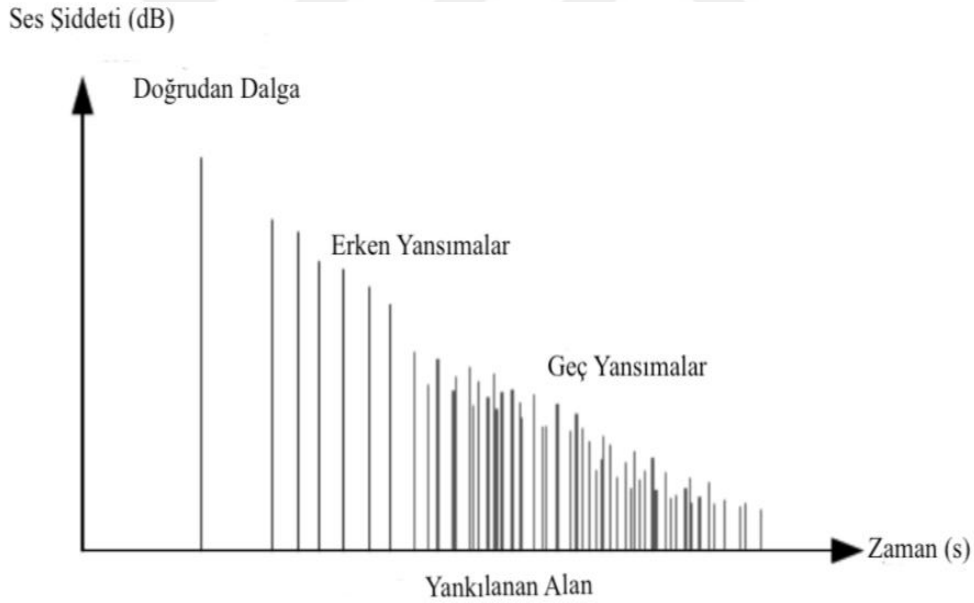
Kutz' a göre yankı, konuşma iletişiminin bozulmasına neden olan gecikmeli, bir sesin tekrarıdır. Sorunlu bir yankıyı maskeleyen yol, sorunlu yankıdan önceki 50 ms. içinde başka belirgin yansımaları önlemeyi almak gerekir. Yankı azaltmanın bir başka yolu, rahatsız edici yankıyı sağlayan oda yüzeyini bulmak ve yansıyan ses enerjisi miktarını azaltmak için yüksek ses emici malzemelerle işlemektir (Kutz, 2015: 462).

2.5.2. Yansıma Süresi

Herhangi bir odaya girerken kişinin fark ettiği ilk öznel özelliklerden biri, odanın akustik olarak yaşayıp yaşamadığıdır. Bir odanın ne kadar canlı ya da ölü olduğunun derecesi, iki kişinin yaptığı konuşmanın anlaşılabilirliği belirler. Bir oda çok canlıysa kısa mesafeler dışında konuşmayı anlamak zor olabilir. Oysa ölü bir odada konuşma genellikle mesafeden bağımsız olarak anlaşılabilir. Bu algısal özellik tamamen odadaki duvarlardan yansıyan yansımaların miktarına ve odanın yansıma olarak adlandırılan yansımaların gücüne bağlıdır. Belirli bir büyüklükteki oda için, odanın canlı veya ölü olma derecesi, duvarların, tavanın ve zeminin yüzeylerine yerleştirilen malzemelerin emici özelliklerine bağlıdır (Kutz, 2015: 457-460).

Emici malzemesi olmayan ya da az olan konser salonları, spor salonları ve kapalı yüzme havuzları gibi büyük odalar, bir veya daha fazla yansıma sürelerine sahip ve yankılanmanın açıkça duyulabildiği alanlara iyi bir örnektir. Çeşitli yollardan kulağa veya mikrofona ulaşan ses dalgaları, Wölfel, ve Mcdonough' a göre üç kategoriye ayrılabilir. Bunlar:

1. Doğrudan dalga, mikrofona direkt bir şekilde ulaşan dalgadır. Kaynak ile doğrudan yola varış arasındaki zaman gecikmesi, ses hızından ve kaynaktan mikrofona olan mesafeyle hesaplanabilir. Doğrudan sinyalin frekansa bağlı zayıflaması ihmal edilebilir düzeydedir.
2. Erken yansımalar, doğrudan dalganın ardından yaklaşık 50 ile 100 ms içinde dolaylı bir yolda mikrofona ulaşır ve nispeten seyrelir. Yüzeylerden farklı yansımalar nedeniyle bu sinyallerin frekansa bağlı zayıflamaları vardır. Burada faz farkları oluşabilir.
3. Geç yansımalar ve dalgalar çok fazladır. Birbirlerini çok yakından takip ederler ve birbirine çok yakın oldukları için ayırt edilemezler bu durum dağınık bir gürültü alanı oluşturmaktadır. Aynı zamanda geç yansımalar tarafından ortaya çıkan bozulma, yüzey yansımaları ve hava zayıflaması ile ortaya çıkan varyasyonlar, frekansa bağlıdır (Wölfel, ve Mcdonough, 2009: 48-50). Farklı olarak yansımaların örneği şekil 2.4’ de gösterilmiştir.



Şekil 2.4. Doğrudan dalga, erken ve geç yansımalar.

Yansıma süresi bir dürtü yanıtının ölçülmesiyle ölçülür. Bir başlangıç tabancası veya bir balon patlaması gibi bir itici kaynak, odadaki yankılanmayı uyarmak için kullanılabilir ve bu dürtüden dolayı odanın tepkisi, seçilen herhangi bir mikrofona konumunda ölçülebilir. Dürtü yanıtı genel olarak hem kaynağın konumuna hem de

mikrofona bağılı olabilir. Yansışım süresi, yani “reverberation time” (RT), bir odadaki ses basıncı seviyesinin 60 dB azalması için geçen süre olarak tanımlanır. (Kutz, 2015: 456-460). Farklı bir şekilde tanımlamak gerekirse kaynak durdurulduktan sonra bir odadaki sesin işitilememe durumuna düşmesi için geçen süreye denir. RT60, yansışım süresi olarak bilinen bir parametredir. RT60 bir odanın hacmi ile doğrudan orantılı olup odadaki malzemelerin emilimiyle ters orantılıdır.

Bu, oda büyüklüğü arttıkça ve odanın yüzeylerinin emiliminde azalma ile RT60’ın arttığı anlamına gelir. Bunun aksine, oda boyutu küçüldükçe ve odanın yüzeylerinin emilimi arttıkça RT60 azalır. RT60’ı kontrol etmenin iki temel yolu vardır:

- 1-) Bir odanın büyüklüğünü değıştirerek,
- 2-) Yüzeylerindeki emilim miktarını değıştirerek

Alanı duvarlarla bölerek büyük bir odanın hacmini azaltmak mümkün olsa da ses emici malzemeler ekleyip RT60’ı ayarlamak daha pratiktir.

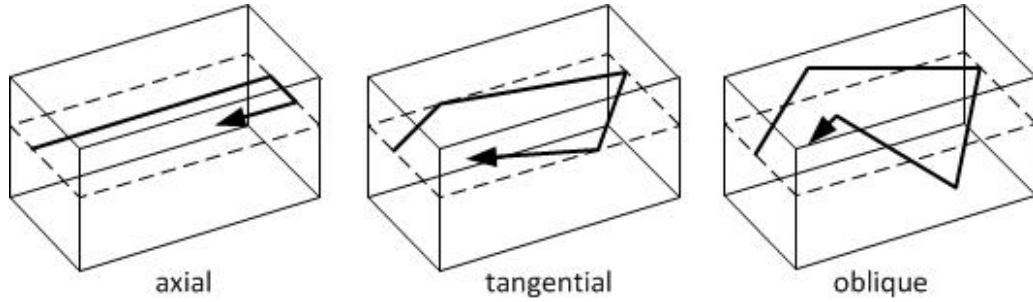
Malzemelerin emilim performansı frekansa bağılı olarak değıştiğinden, RT60 da değışmektedir. Ağırlıklı olarak insan konuşması için kullanılan odalarda daha düşük RT60 değıerleri, daha çok müzik için kullanılan odalarda daha yüksek RT60 değıerleri istenebilir. Ancak bu durum her müzik tarzı için farklılık göstermektedir (Rossing, 2007: 394).

2.5.3. Modal Rezonanslar

Oda boyutlarından kaynaklanan doğal rezonanslara, “Modal Rezonanslar” denir. Karşılıklı duvarlar birbirlerine paralel olduklarında belirli frekanslarda oda modu veya bir diğeri ismiyle modal rezonanslar meydana gelir. Mommertz’e göre dalga boyu, yansımanın olduğı duvarlar arasındaki mesafenin, yarısı, katı (katları) veya bu mesafeye eşit ise söz konusu frekansta rezonans meydana gelir (2009: 18). Modal rezonanslar, sesin paralel olan yüzeyler arasında sabit sıkışma ve gevşeme (duran dalga) alanlarının oluşturulmasıyla gerçekleşir. Modal rezonanslar genellikle 300 Hz altındaki frekanslar için geçerlidir (Rossing, 2007: 388).

Üç tür oda modu vardır: Axial, Tangential ve Oblique. Şekil 2.5’te gösterildiğı gibi, sesin iki yüzeyden yansıyarak oluşturduğı oda moduna axial, dört yüzeyden

yansıyarak oluşturduğu oda moduna tangential, altı yüzeyden yansıyarak oluşturduğu oda moduna ise oblique denir (Kutz, 2015: 460-461).



Şekil 2.5. Oda Modları

Aynı yönde olan dalgalar (düz fazda) sesin şiddetini artırırken, ters yönde olan dalgalar ses şiddetinin düşmesine sebep olmaktadır. Buna bağlı olarak duran dalgaların olduğu odaların bazı bölgelerinde rezonans frekanslarının kuvveti artarken, bazı bölgelerinde frekans düşüşleri meydana gelir.

Sesi kontrol altına almada bahsi geçtiği zaman, akla gelen ilk durum genellikle sesin azaltılması olur. Odanın bir veya daha fazla yüzeyini açılı olarak yerleştirmek, rezonatör kutuları veya emici malzemeler kullanmak, sesin azaltılması ya da rahatsız edici oda rezonanslarını bastırmak için uygun yöntemlerdir. Bu yöntemleri kullanmak, yalnızca stüdyoların kayıt ve dinleme odaları için değil, aynı zamanda toplantı salonu, derslik gibi yerler için de önemlidir (Mommertz, 2009: 18-19).

Bir konser salonunun yan duvarlarında ses emici malzemelerin kullanılması, istenmeyen yansımaları ortadan kaldıracaktır ancak bazı insanların sahneden gelen sesi duyamama olasılığını da yükseltmektedir. Bu nedenle, sesin nasıl kontrol edilmesi gerektiği, önceden planlanıp netleştirilmesi gerekir.

Gürültü kontrolü ile ilgili tartışmalar, genellikle sesin azaltılmasını ifade eder. Gürültü, istenmeyen ses olarak tanımlanır. Mommertz'e göre, engellenmemiş oda rezonansları, konuşma veya müzik çaldığı esnada rahatsız edici bir patlama olarak hissedilmektedir (2009: 18-19). Bu yüzden oda rezonansı, istenmeyen ses olarak gerçekleştiği için gürültü olarak nitelendirilebilir (Rossing, 2007: 388-389).

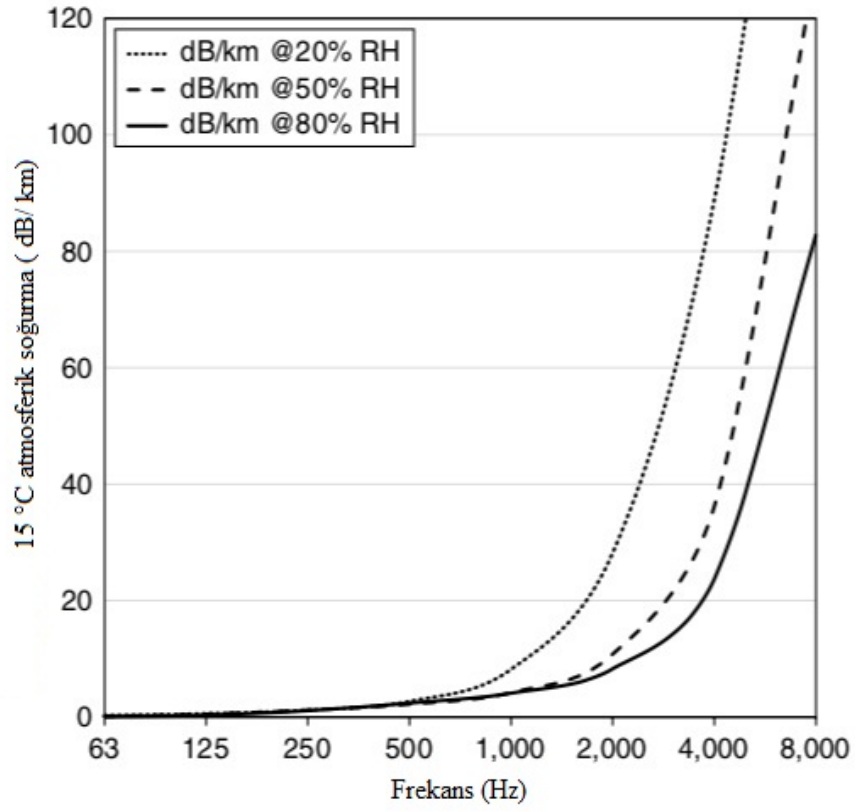
2.6. Dış Mekanda Ses Davranışı

2.6.1. Atmosferik Soğurma

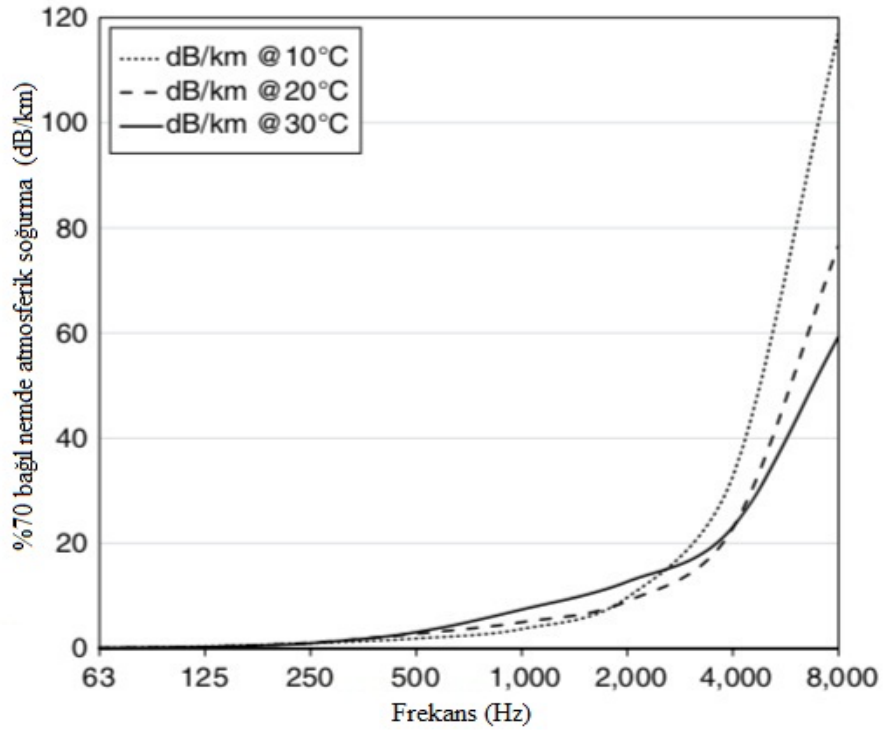
Atmosferdeki enerjilerle akustik dalgaların yayılması, kesinlikle sonsuza dek sürmez. Dalgalar, kaynaktan uzaklaştıkça yayılma mesafesiyle kademeli olarak azalır. Yeteri kadar uzaklaşma gerçekleşince sönme meydana gelir. Sesin zayıflaması, öncelikle birim alandaki enerji akışının sürtünme ile azalmasıyla sonuçlanan küresel bir dalga yayılmasından, ortamdaki ses ısıya dönüşür ve enerjinin beklenen yolundan sapmasına neden olan yansıma, kırılma ve soğurmadan kaynaklanan zayıflama gerçekleşir.

Başka bir zayıflama türü, sıralı moleküler hareketlerle bağlantılı olan ortamda, sıcaklığın yüksek olduğu durumlarda akustik enerjisinin termal enerjiye dönüştürüldüğü ortam tarafından akustik enerjinin soğurmasını içerir. Atmosfer tarafından akustik soğurma işlemi esas olarak, atmosferik viskozite ve ısı iletkenlikten kaynaklanan (klasik soğurma) iki mekanizmayı içerir. Akustik dalgalar, atmosferik moleküllerin titreşimlerini uyarır ve viskoz kuvvetler, titreşim enerjisinin moleküller arasındaki iç sürtünme yoluyla kısmen dağılmasına neden olur. Akustik dalga, aynı zamanda atmosferin bir kısmının sıkıştırılıp sıcak hale gelmesine ve diğer kısmın genişlemeye dolayısıyla soğuk olmasına neden olmaktadır. Bu da dalganın zayıflamasına sebep olur (Yang, 2016: 145-147).

Atmosferik ses emilimini en çok etkileyen koşullar arasında olan sıcaklık ve nem, şekil 2.6 sıcaklıkla etkisini şekil 2.7 ise nem ile etki derecesini göstermektedir. Şekil 2.6 ve 2.7 de gösterildiği gibi, sesin yayılma esnasında zayıflamasının sebepleri arasında olan atmosferik soğurma faktörüne bağlı olan nem ve sıcaklık, moleküllerin yoğun olduğu seviyelerde gerçekleşir; bu durum, yüksek frekansa bağlı olarak meydana gelmektedir. Her iki durumda da 500 Hz altındaki frekanslar en az düzeydeyken, 2.000 Hz üzerindeki frekanslar çarpıcı bir şekilde artmaktadır (Cowan, 2016: 14-16).



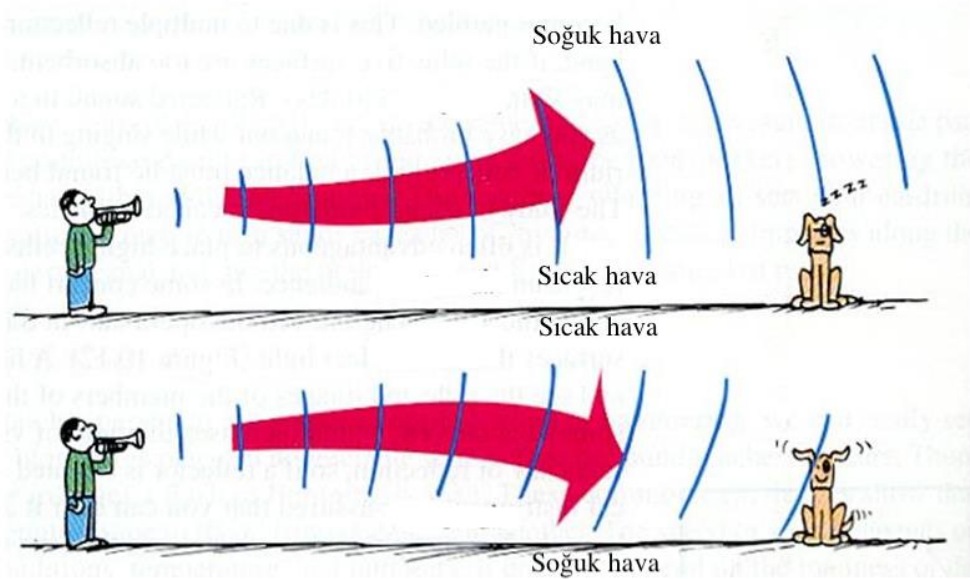
Şekil 2.6. 15 °C Atmosferde Sesin Soğurulması



Şekil 2.7. %70 Bağıl Nemde Sesin Soğurulması

2.6.2 Atmosferik Kırılma

Dış mekan ses seviyelerindeki en büyük değişiklik atmosferik kırılma nedeniyle oluşur. Havanın sıcaklık, yoğunluk durumuna göre sesin yayılma hızı değiştiği için sesin bir ortam içinde hızı değişirse ses dalgası yayılma yönü de değişeceğini belirtir. Aynı ortamda hava durumunun değişmesi durumunda normal bir şekilde duyulması gereken ses duyulamaz bir hal almaktadır. Ortamdaki en çarpıcı kırılma etkilerine neden olan üç atmosferik koşul; sıcaklık, nem ve rüzgar akımlarındaki değişimlerden kaynaklanmaktadır. Aşağıdaki şekilde de görüldüğü gibi, sıcak bir günün öğle saatlerinde kaynaktan çıkan sesin normal şartlarda alıcıya ulaşması gerekirken, ses yukarıya doğru yön değiştirdiği için yakınlarında bulunan alıcıya ulaşamamaktadır. Aynı günün akşam saatlerinde serin havada zemin daha düşük bir sıcaklıkta olduğu için ses aşağıya doğru yani zemine doğru yön değiştirmektedir. Bu da kaynaktan çıkan sesin daha çok uzakta bulunan alıcıya ulaşmasını sağlamaktadır (Xiang, 2017: 245).



Şekil 2.8. Atmosfere Bağlı Sesin Kırılması

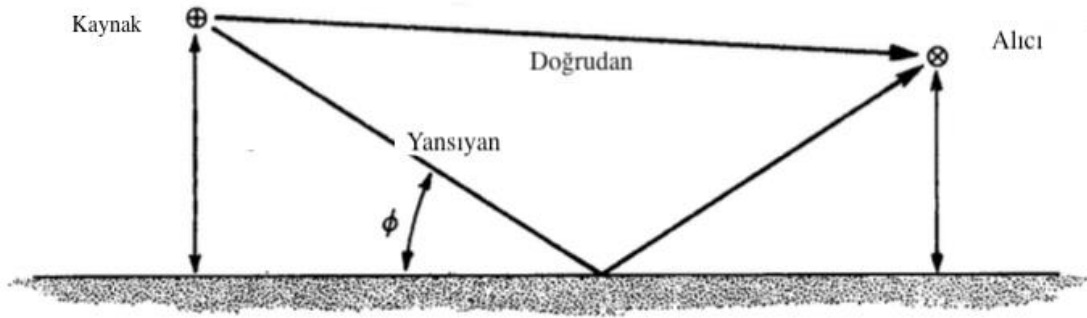
Atmosfer, tabakalı bir ortam türüdür. Yani, sesin özellikleri sadece yoğunluk, sıcaklık gibi parametreler değil, aynı zamanda rüzgar hızı gibi parametrelere de bağlıdır. Bu nedenle, akustik dalgalar, farklı ortamlar arasındaki arayüzlerde olduğu gibi, katmanlar arasındaki arayüzlerde yansıtılır ve kırılır. Aradaki fark, yansıma ihmal edilebilecek kadar küçüktür. Kırılma, kademeli ve sürekli olur. Karşılık gelen kırılma

çizgisi, kesin bir şekilde meydana gelen keskin bir kırılmış düz çizgi yerine, sürekli ve kademeli bir şekilde bükülür (Yang, 2016: 64).

Rüzgar, kaynaktan alıcıya doğru esiyorsa ses dalgaları daha çok mesafe kateder. Rüzgar alıcıya doğru değil de aksi yönde estiği zaman bu mesafe düşmektedir. Yakın bir mesafeden bile duyulmayabilir. Rüzgar, alıcı yönüne doğru esiyorsa ses dalgaları yere doğru eğilmektedir. Bu da uzak seslerin duyulmasını sağlamaktadır. Aksi yönünde esmesi durumunda ses dalgaları yukarıya doğru hareket etmektedir (Zeren, 1997: 86-88).

2.6.3. Zemin Etkileri

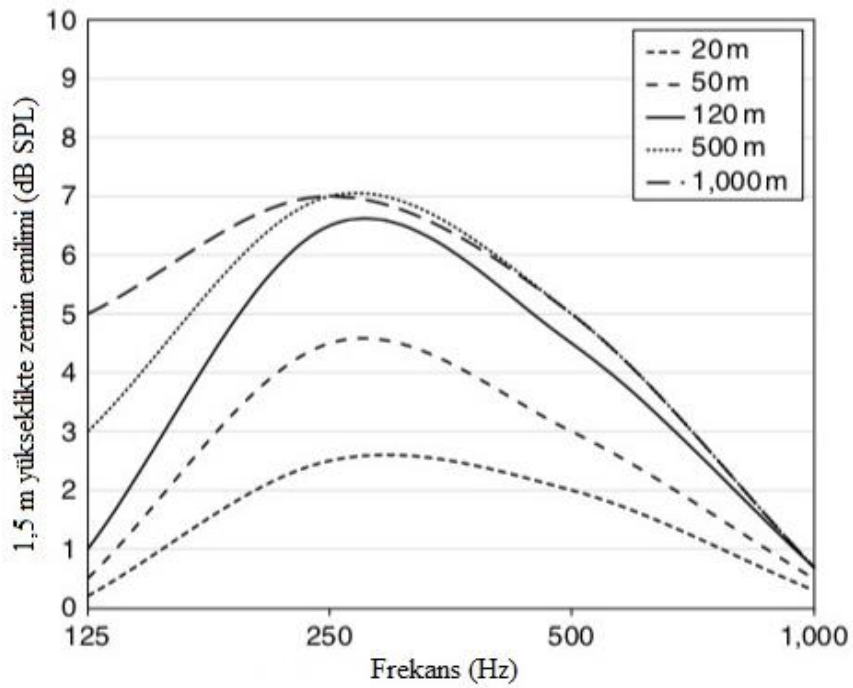
Yerel olarak reaksiyona giren bir akışa herhangi bir ses geldiğinde, iletilen dalga yüzeye dik açılarda kırılır. Dalganın yansıyan kısmı, yüzeyin empedansı tarafından değişen genliği ve fazı ile oluş açısına bırakır. Yansıyan dalga, doğrudan dalga ile birlikte alıcıya ulaşır. Göreceli fazlarına ve genliklerine bağlı olarak, yapıcı olarak ekleyebilir veya tahrip edici bir şekilde de müdahale edebilirler. Bu, hem kaynak hem de alıcı için yere yakın ve mükemmel yansıma alıcısındaki ses seviyesi 6 dB ile artacaktır. Şekil 2.9' da görüldüğü gibi alıcı, iki kaynak ışıtır doğrudan ve yansıyan kaynağın ses basıncı, iki katına çıkarak ulaşır (Lamancusa, 2009: 8-10).



Şekil 2.9. Sesin Yansıtıcı Zeminden Yansıması

Sesin yayıldığı yüzey tamamen katı veya tamamen yansıtıcı olarak görülmesi nadir karşılaşılan bir olaydır (Açık su, buz veya betonun istisnaları hariç). Tipik toprak yüzeyleri, ya da yumuşak yüzeyler gelen akustik dalgalardan enerjiyi emme eğilimindedir. Zemin etkilerinin doğru şekilde tahmin edilmesi, yüzeyin soğurucu ve yansıtıcı özellikleri (akustik empedans) hakkında bilgi edinilmesi gerekir (Long, vd., 2005: 167-168).

Yansıtıcı bir yüzeye 10 m uzaklıktaki bir mesafede kaynak ve dinleyici arasında ses yayılımını azaltmak, gürültüyü önlemede önemli bir etkiye sahip olabilir. Bu etki aynı zamanda frekansa bağlıdır. Şekil 2.10' da görüldüğü gibi etki en çok 250 Hz aralığında belirgindir ve 1000 Hz üzerindeki frekanslar göz ardı edilebilir. En yüksek akustik emilim özelliklerine sahip olan zemin yüzeyleri gözenekli, gevşek toprak, kar ve yoğun çakıl gibi yüzeylerdir. Beton, kaya, kaldırım ve sakin su kütleleri gibi yüzeyler, kırılmayı yükselten en yansıtıcı veya en az emici yüzeylerdir. Frekans aralığı, zeminin yapısı ve mesafesi dikkate alınarak, yansımanın yüksek olduğu yüzeylerde minimum seviyeye indirilebilir (Cowan, 2016: 16-17).



Şekil 2.10. Mesafeye Bağlı Bir Zeminin Ses Emilimine Etkisi

2.6.4. Bitki Örtüsü Etkisi

Bitki, çalı ve ağaçların bilinçli olarak ve düzgün bir şekilde ekilmesi durumunda gürültü kontrolü için etkin bir araç olarak kullanılmaktadır. Genel itibariyle trafik, fabrika vb. gürültüler, yaşam alanlarındaki önemli gürültü kaynakları ve yaşam kalitesini etkileyen faktörler arasındadır. Çalı ve ağaç gibi bitkiler, gürültü çıkaran kaynağın etrafına dikilerek, gürültü şiddetini düşürmek amaçlanır. Rastgele ağaç ve çalı düzenlemeleri, gövdelerin ve dalların saçılma katkısı göreceli olarak düzenli ağaç dikme

düzenlemelerine göre daha az etki eder. İyi bir zayıflama, yüksek yoğunluklu ağaca, çalıya ya da yeşillığe ihtiyaç duyar. Düzenli ağaç dikme düzenlemelerinin, belirli bir frekans aralığında iletilen ses, 10 dB' den daha fazla bir azalmaya yol açmaktadır (Xiang, 2017: 245).

Bitkilerin gürültüyü azaltma durumu bitkinin yapısına göre farklılık göstermektedir. Yani, yaprakların sıklığı, yaprağın yönü, konumu ve büyüklüğüne bağlı olarak değişmektedir. Araştırmalara göre bitki türlerinin gürültüyü azaltma durumu 0,7 ile 10,7 dB arasında olduğu gösterilmiştir. Aynı zamanda mevsimlere göre aynı bitkiler, farklı bir şekilde etki göstermektedir. Yaprakların döküldüğü aylarda neredeyse hiç zayıflama görülmemektedir (Mutlu, 2010: 17-18).

2.7. Gürültü

Gürültü akustikte birçok tanımı bulunan bir terimdir. Genel olarak gürültü, istenmeyen herhangi bir sinyale veya sese denir. İletişim bağlamında gürültü, iletmek istediği bilgilerle rekabet eden bir uyarıcıya denir. Sinyal işlemede ise gürültü, yalnızca uzun vadeli öngörülebilirliği olmayan istatistiksel terimlerle tanımlanabilen rastgele bir sinyal olarak tanımlanır (Rossing, 2007: 518).

Sesin gürültü olarak nitelendirilmesi, sesin sürekliliği, tınısı ve şiddeti ile beraber kişinin ruhsal ve fiziksel durumu da önemlidir. Gürültü, düzensiz frekanslardan ya da harmonik bileşenlerden bir araya gelerek fizyolojik açıdan hoş gitmeyen ya da rahatsız edici seslere denir. (Aktürk ve Toprak, 2014: 2). Raichel gürültüyü, “İstenmeyen Ses” olarak tanımlamaktadır. Aşırı ses seviyeleri kalıcı işitme kaybına neden olabilir ve sürekli maruz kalma hem fizyolojik hem de psikolojik olarak kişinin sağlığına zarar verebileceğini söylemektedir (Raichel, 2006: 15). Canlı performansların veya güzel olan bir müziğin frekansı, tınısı, süresi, ses şiddeti ve özellikle kişinin ruh hali beklenen ya da normalin dışında olması durumunda gürültü olarak algılanması, olası bir durumdur. Bu durumda kiminin güzel olarak nitelendirdiği bir müziği başka bir kişi tarafından gürültü olarak değerlendirilebilir. Fakat gürültü, her ne kadar kişiden kişiye değişen bir kavram olsa da çoğunluk tarafından gürültü olarak tanımlanır (Vergili, 2015: 7-8).

Aşırı gürültüye maruz kalma, evrensel olarak işitme kaybının en yaygın nedenidir. Genel olarak, 85 dB (A) üzerindeki seslere uzun süre maruz kalmak potansiyel olarak

tehlikelidir. Bununla birlikte, önemli faktör toplam sese maruz kalma miktarı yani sese maruz kalmanın şiddet düzeyi ve süresi önemlidir aynı zamanda ikisi birbiriyle ilişkilidir.

Yüksek sese maruz kalan kişilerde sinirsel veriler, koklear kökenli duyuşal işitme kaybında, frekans çözünürlüğünde bir kayıp ile birlikte bir hassasiyet kaybına da neden olmaktadır (Pickles, 2012: 332). Tipik olarak tehlikeli bir endüstriyelde 8 saatlik bir mesai için, sese maruz kalan kişilerde, düşük dB(A)' lerde, kulaklar yorulur ve geçici bir eşik kaymasına neden olur. Bu genellikle geçicidir ve uygun dinlenmeden sonra iyileşme sağlanır. Eğlence mekanlarında sese maruz kalan popölasyon, mekandayken düşük dB' leri duymamaktadırlar ve bu durum, kısa süreliğine de olsa devam edebilir. Ancak, uzun bir dinlenmeden sonra normal bir şekilde eski haline dönmektedir. Raichel' e göre, genç bireylerin yüksek sesle rock konserleri, disko, bar vb. eğlence mekanlarına uzun süre maruz kalmanın bir sonucu olarak işitme keskinliğini erken kaybettiğini aktarmaktadır (Raichel, 2006: 15). Kulağa verilen gürültü hasarının patofizyolojisi, insanlarda ve hayvanlarda yoğun olarak incelenmiş olup artık aşırı sese maruz kalmanın kulağa zarar verdiği mekanizma hakkında çok şey bilinmektedir. Düşük seviyede olan zararlı sese maruz kalma, bir önceki paragrafta açıklandığı şekilde geçici eşik kaymasına neden olur. Geçici eşik kayması uzun vadede meydana gelirse, iyileşme daha az tamamlanır ve kalıcı bir eşik kayması meydana gelir. Çünkü bu tür seslere sürekli maruz kalmak, bazı tüy (stereosilya) hücrelerine zarar vermektedir. Kalıcı olarak zarar gören ilk şey, kokleanın baziler kısmındaki dış tüy hücreleridir. 4 kHz'e yanıt veren alan da 3 ve 6 kHz' lik bitişik alanlardadır. Bu, kısmen kulak kanalının harmonik amplifikasyonu nedeniyle kısmen de mutlak bir hassasiyet nedeniyle kulağın en hassas olduğu bölgedir. Tüy hücreleri dejenere olduktan sonra iyileşmezler ve kalıcı bir işitme kaybı gerçekleşir. Bu nedenle, klasik olarak gürültüye maruz kalmanın ardından, işitme kaybı bir odyometrik çentik olarak gösterilir. Daha uzun süre yüksek gürültüye maruz kalma durumunda işitme kaybı, bitişik frekanslara yayılır. Ses yeterince yoğun olması durumunda kalıcı eşik kayması meydana gelir. Ilımlı geçici eşik kayması, uzun vadeli kalıcı eşik kaybına dönüştüğü, dış tüy hücrelerinin anatomik hasarına bir şekilde bağlı olan bu durum, hasar, iz bırakma veya onarım süreci kritik olan bir noktaya ulaşır. Bu, geçici eşik kayması eşiği 78 ile 85 dB arasında bir yerdedir ve orta vadeden uzun vadeye değiştiği nokta yaklaşık 140 dB' ye ulaşır. İşitme kaybı için sesin spektrumu ve maruz kalma süresi kritik öneme sahiptir

(Alberti, 2006: 68-69). (Bu konu daha detaylı bir şekilde gürültüye bağlı işitme kaybı başlığı altında aktarılmaktadır.)

2.8. Gürültü Ölçüm Parametreleri

2.8.1. Frekans Ağırlık Filtreleri

İşitme sistemi tüm frekanslara eşit derecede duyarlı değildir. Bu nedenle, tüm frekansların ses basınç seviyesi eşit olduğu söylenemez ve genel çevresel gürültü değerlerini hesaplarken, bazı frekansları dikkatli düşünmek gerekir (Özellikle düşük frekansları) (Berglund, vd.,1995: 21-22). İnsan kulağı, 500 Hz ile 8 kHz arasındaki frekanslardan düşük ve yüksek frekanslara göre daha hassastır. Ses basıncının bir sensörü olarak ölçüm mikrofonları, insan kulağı ile 20 Hz - 20 kHz frekans aralığında eşit derecede duyarlı olmaları ile karşılaştırılır. Ölçüm cihazı, gerçekte ne duyduğunuzu göstermek için bazı kısmi frekans aralıklarını vurgulamak veya bastırmak için bir frekans ağırlık filtresini kullanmayı gerekli kılmaktadır (Tuma, 2014: 46-47). Ayrıntılı frekans analizleri, genellikle standart oktav band ya da $\frac{1}{3}$ oktav bant genişliği filtreleriyle gerçekleştirilir. Filtre türleri, belirli bir çevresel gürültüyü oluşturan çeşitli frekans bileşenlerinin nispi kuvvetlerini belirlemek için kullanılmaktadır (Berglund, vd.,1995: 21-22).

Fiziksel gürültü ses basınç seviyesi ölçümlerini, alıcının kaynağa verdiği yanıtla ilişkilendirmek için frekans ağırlık filtreleri gerekir. Ses basınç seviyesine farklı bir şekilde tepki veren International Electrotechnical Commission 61672-1: 2013' e göre A, B ve C frekans ağırlık filtreleri kullanılmaktadır (International Electrotechnical Commission, 2013: 49).

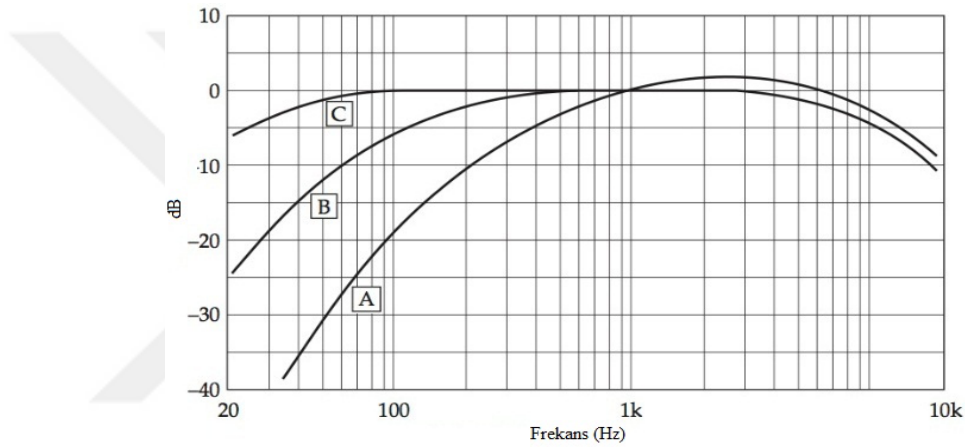
Frekans ağırlıklandırma ağırları tek bir sayı derecelendirmesinde farklı frekans bileşenlerinin önemini sınıflandırarak daha basit bir yaklaşım sağlar. Bu sınıflandırma içerisinde A dB frekans ağırlıklandırma, en yaygın şekilde kullanılan ve işitme sisteminin, ses şiddeti tepkisine en yakın verileri ortaya çıkaran filtredir.

A dB frekans ağırlıklandırma filtresi diğer ağırlıklandırma filtrelerine göre bas (düşük frekanslar) frekanslarını daha fazla keser. Bunun sebebi ise daha önce de bahsedildiği gibi insan kulağının düşük frekanslara hassasiyetinin düşük olmasıdır. Bu

filtre, kulağa yaklaşık 40 fon seviyesine yaklaştıracak şekilde tasarlanmıştır. Ayrıca işitilmeyen düşük frekansları ortadan kaldırmak için kullanışlıdır (Tuma, 2014: 46-47).

B dB frekans ağırlıklandırma, kulağın işittiği orta orta düzey ses şiddetine yaklaşmak için tasarlanmıştır. Bu filtre kulak duyarlılık tepkisiyle ilişkisi düşük olan bir filtre olduğu için çok nadir kullanılmaktadır.

C dB frekans ağırlıklandırma filtresi, gürültü ölçümlerinde oldukça yaygın kullanılmaktadır. Diğer frekans ağırlıklandırma filtrelerine göre daha doğrusal sonuçlar vermektedir. Genellikle aşırı yüksek seviyedeki ses ölçümlerinde daha iyi sonuçlar vermektedir.



Şekil 2.11. A, B ve C Frekans Ağırlıklandırma Filtrelerinin Frekans Tepkileri

Çoğu gürültünün ses basınç seviyeleri, zamana göre değişir. Sonuç olarak, bazı gürültü ölçümlerini hesaplarken, anlık basınç dalgalanmalarının entegre edilmesi gerekmektedir. İşitme sisteminin entegrasyon süresini yaklaşık olarak tahmin etmek için, ses basınç ölçüm cihazları, 0.125 sn'lik bir zaman sabitine karşılık gelen standart bir hızlı tepki süresine sahiptir. Bu nedenle, ses basıncı ölçümlerinin insan işitme düzeyini daha iyi tespit etmesi için tüm ses basınç seviyelerinin ölçümleri ve zaman içindeki değişimleri hızlı tepki süresi kullanılarak yapılmalıdır. Ses basınç ölçüm cihazları, 1 sn' lik bir zaman sabiti içeren yavaş bir yanıt süresi de içerebilir; ancak bunun tek amacı, hızlı değişen seviyelerin ortalama değerini daha kolay tahmin edebilmektir. Birçok modern sayaç, ses basınçlarını belirtilen süreler boyunca entegre edebilir ve ortalama değerler sağlayabilir. Ses basınç ölçüm cihazlarını entegre ederken yavaş tepki süresinin kullanılması, çoğunlukla önerilmemektedir (Berglund, vd.,1995: 21).

2.8.2. Ses Basınç Seviyesi (SPL) L

Ses basınç seviyesi, sesi oluşturan hava titreşimlerinin bir ölçüsüdür. Ölçülen tüm ses basınçları, kabaca 1000 Hz de işitme eşiğine karşılık gelen standart bir basınca referansta bulunur. Bu nedenle, ses basınç seviyesi, ölçülen sesin eşiğinden ne kadar büyük olduğunu gösterir. İnsan kulağı çok çeşitli ses basınç seviyelerini (10-102 Pascal birimi ile) tespit ettiğinden dolayı, desibel birimleri ile logaritmik bir ölçekle ölçülür (Berglund, vd.,1995: 21). Duyma eşiğinden ağrı eşiği sınırına kadar pascal değerleri, dB SPL ile karşılıkları tablo 2.1’ de gösterilmektedir (Önen, 2007: 38).

İşitme duyusunun üst sınırının ağrı eşiği olduğu aktarılmaktadır. Bu değere karşılık gelen ses basıncı, atmosfer basıncına kıyasla çok küçük olan 200 Pa seviyesindedir. İşitme sisteminin bu kadar yüksek bir duyarlılığa sahip olması ve ses basınçlarını yaklaşık altı büyüklük sırasını kapsayan ses sinyallerini işleyebilmesi oldukça dikkat çekicidir (Kuttruff, 2007: 47).

Ses basıncı seviyesinin yaygın kullanımı nedeniyle, ses basıncının iki katına çıkarılması 6 dB’ lik bir seviye artışına karşılık gelirken, on katlı bir ses basıncının 20 dB’ lik bir seviye artışı anlamına geldiği unutulmamalıdır. Öte yandan, yoğunluk, ses basıncının karesiyle orantılı olduğundan, ses yoğunluğunun iki katına çıkarılması, 3 dB’lik bir seviye artışı anlamına gelir; Yoğunluk 10 kat arttığı zaman, seviye 10 dB artacaktır (Kuttruff, 2007: 47).

Tablo 2.1. Pascal Cinsinden dB SPL’ in karşılığı. (Önen, 2007: 38)

	Pa	dB SPL
Duyma eşiği	0,00002	0
Yaprak hışırtıları	0,0002	20
Oda; gece	0,002	40
Konuşma	0,02	60
Gürültülü bir sokak	0,2	80
Gürültülü bir fabrika	2	100
Rock müzik prova stüdyosu	20	120
Ağrı eşiği	200	140

2.8.3. Eşdeğer Sürekli Ses Basıncı Seviyesi

Eşdeğer sürekli ses basınç seviyesi (LAeq ya da Leq) belirli bir süre boyunca değişen bir ses kaynağını tek bir sayı olarak göstermek için tasarlanmış temel bir ölçüm parametresidir. Bu sayı, alıcıdaki sesin içerdiği toplam enerjinin bir ölçüsü olarak gösterilir.

Eşit enerji ilkesine göre, bir gürültü olayı kombinasyonunun etkisi, bu olayların birleşik ses enerjisi ile ilgili olduğudur. Böylece, eş değer sürekli ses basınç seviyesi, LAeq, T gibi ölçüler, toplam enerjiyi süre (T) boyunca toplar ve bu süre boyunca ortalama ses enerjisine eş değer bir seviye verir. Bu gibi ortalama seviyeler genellikle A frekans ağırlıklı seviyelerin entegrasyonuna dayanır (Berglund, vd.,1995: 22). Eş değer sürekli ses basınç seviyesi sesin zarar görme veya bozulma potansiyeli açısından faydalıdır ve çevresel gürültü standartlarının yanı sıra diğer birçok yönetmelik ve belgede de yaygın olarak kullanılmaktadır.

2.8.4. Minimum, Maksimum ve Tepe Ses Basıncı Seviyeleri

Belirli bir zaman dilimi içerisinde yapılan ölçümlerin desibel ortalaması ile ele alınıp en yüksek ses basınç seviyesine “Lmax” denir. En düşük seviyeye ise “Lmin” denir. Gürültü seviyelerini ölçerken bu iki kavram karıştırılmamalıdır. Lmax, gürültü kaynağının veya ortamın belirli süre içerisindeki desibelin, maksimum seviyesinin karekök ortalamasını (RMS) ele alır. RMS değerlerini kullanılmasının nedeni, gürültü seviyesinin daha net anlaşılmasını sağlamasıdır. Büyüklüğü sürekli değişen bir gürültü kaynağının dalga formu, hesaplamaları ve ölçümleri kolaylaştırır. Lpeak ise herhangi bir zaman dilimi olmadan yapılan ölçümün içerisinde anlık en yüksek ses basınç seviyesine denir. Yapılan bu anlık yüksek ses ölçümlerinde, C frekans ağırlık filtresi kullanılmaktadır. Kullanılmasının nedeni daha önce de bahsedildiği gibi bu filtrenin, yüksek ses şiddetine daha iyi yanıt vermesidir. C filtresiyle yapılan anlık yüksek ses basınç seviyesine “Lcpeak” denir (Vergili, 2015: 16).

2.8.5. Ses Etkilenim Düzeyi (SEL)

Aniden yükselen ve hemen inişe geçen gürültü ölçümleri için kullanılır. Kısa süreli yüksek gürültünün toplamını birleştirip bir saniyeye sıkıştırır. Ses etkilenim düzeyi, uçak gürültüsü olayı için en sık kullanılan ölçüm birimidir denilebilir. SEL, bir olay sırasında

üretileen toplam gürültü enerjisinin bir ölçüsüdür. Ses seviyesinin bir eşik seviyesini aştığı zamandan, eşğin altına düştüğü zamana kadar tümünü ele alır. Bir saniyeden uzun süren olaylar için duyulan ses seviyesini doğrudan tespit etmez, bunun yerine ortamdaki tüm akustik olayların net etkisinin bir ölçüsünü sağlamaya çalışır (Avrupa Komisyonu, 2005: 54-66).

2.8.6. Gürültü Ölçümünde Kullanılan Cihazın Özellikleri (Svan 949)

Svan 949, iş yerlerinde gürültüyü ölçme yönetmeliği ve değişikliklere uygun olarak gürültü seviyesi ölçümleri yapmak için tasarlanmıştır. Doz ölçümü, çevresel gürültü izleme, makine ve mekanizmaların gürültü özelliklerinin ölçümü ve değerlendirilmesi, araç gürültüsü, mimari akustik, işyerleri, konutlar, kamu binaları ve konutlarda gürültü ölçümü alınabilecek şekilde tasarlanmıştır. Makinelerin ve mekanizmaların titreşim özelliklerini ölçmek, ekipmanın teknik durumunu teşhis etmek, bilimsel araştırma amaçlı ölçüm yapılabilecek şekilde tasarlanmıştır.

Teknik özellikler olarak ölçülen parametreler;

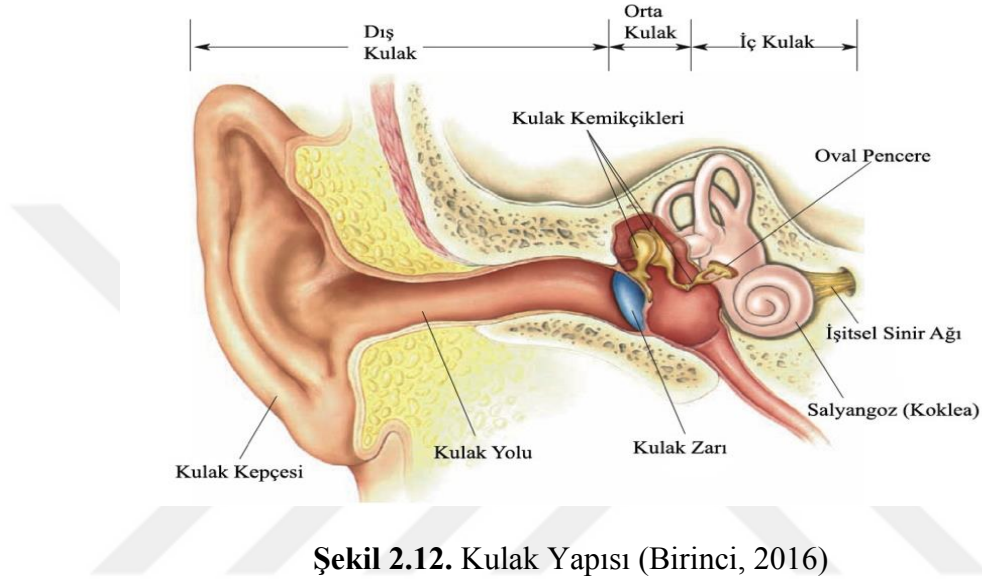
- Eşdeğer sürekli ses basıncı seviyesi, LeqA - Leq
- Ses basınç seviyesi, L
- Ses etkilenim düzeyi, Sel
- Yavaş, hızlı ve darbe (Imp.) özelliklerine sahip ve aynı anda üç bağımsız profilde ses seviyeleri.
- Minimum, maksimum ses seviyesi ve peak ses seviyesi.
- 1/1 ve 1/3 oktav frekans bantlarında ses basıncı.
- Frekans aralığı 0,5 Hz ve 20 kHz.

şeklinde sıralanmaktadır.

2.9. Kulağın Yapı İşlevi

Kulak, insanın çevresiyle iletişim kurabilmesi ve hayatta kalabilmesi için özellikle tehlike arz eden durumlarda hayati öneme sahip bir duyu organıdır. (Alberti, 2006: 53). İnsan duyma mekanizması, beyin tarafından ses olarak yorumlanmadan önce akustik enerjiyi mekanik enerjiye daha sonra mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren

çoğu iletimler gerçekleştirir. Bu enerji türlerini dönüştüren kulağın anatomisi, üç bölgeye (Dış, orta ve iç kulak) ayrılır. Dış kulak, işittiği akustik enerjiyi orta kulağa gönderir. Orta kulak, akustik enerjiyi mekanik enerjiye dönüştürür. Daha sonra mekanik enerji, beyine gönderilmeden önce iç kulakta elektrik enerjisine dönüştürür. Bu işlemler bittikten sonra elektrik enerjisi beyine gönderilir ve beyin tarafından ses algısına dönüşür (Hunter ve Shahnaz, 2013: 30-32).



Şekil 2.12. Kulak Yapısı (Birinci, 2016)

2.9.1. Dış Kulak

Kulak kepçesinden (pinna auricula), kulak zarına (timpanik membran) kadar olan bölüme “Dış kulak” denir. Yaşa bağlı olarak büyüyen kulak kepçesi, yetişkin bireylerde ortalama 25-30 mm uzunluğunda olur (Pektaş, 2018: 4). Kulak kepçesi ve kulak zarı mesafesi 2,5 cm uzunlukta olan bölgeye ise dış kulak yolu (Meatus Acusticus Internus) denir (İşlek, 2018: 5). Kemik ve kıkırdaktan oluşan dış kulak yolu, kıkırdak dış kısmında ,kemik ise iç kısmında bulunmaktadır.

Dış kulak yolunun dış kısmında, kıkırdağın üstünde dışa dönük küçük kıllar (tragi) ve kulak kiri üreten (cerumen) salgı bezleri bulunmaktadır. Bu, dışarıdan gelen tozun ve böceklerin kulağa girmesini engellemesine yardımcı olur. Cerumen, bakteri yok edici ve mantar öldürücü özelliklere sahiptir. Ayrıca dış kulak yolunun cildini de nemlendirir. Kulak kanalı derisi, kulak zarının merkezinden sürekli olarak dışa doğru büyür ve kendi kendini temizleme fonksiyonunda eski kulak kirini dışarı doğru iter. Bu nedenle normal

olarak kulak kanalının pamuklu çubuklarla veya daha küçük bir maddeyle temizlenmesi yanlıştır. Çünkü kulak kanalına herhangi bir nesne sokulması kulak zarı, orta kulak ve hatta iç kulakta yaralanma tehlikesi yaratmaktadır (Hunter ve Shahnaz, 2013: 30-32).

Ses dalgalarını toplayan dış kulak kepçesi, dış kulak yoluna yönlendirilir. Dış kulak yolu ve kulak kepçesi bir rezonatör gibi davranır ve ses basınç seviyesinin artmasını sağlar. Bununla birlikte timpanik membrandaki basıncı artırır ve sonrasında ses orta kulağa iletilir. Bu basınç yetişkinlerde 1kHz ile 8kHz frekans aralığındaki ses şiddetini yaklaşık 15-20 dB civarında sesi yükseltir. Özellikle kulağın yapısından kaynaklanan 3 kHz ile 4 kHz arası en yüksek şiddete ulaşmaktadır. (Pickles, 2012: 11-14) Bebeklerde ve çocuklarda daha yüksek frekanslardaki (Kulak kanal uzunluğuna göre) sesleri yükseltir (Hunter ve Shahnaz, 2013: 30-32). Rezonans frekansı, timpanik membrandaki ses basınç artışı, bazı türlerde neredeyse %100' e kadar orta kulağa aktarım etkinliğini artırır. Ancak, insanlarda bu frekans aralığı ve basınç şiddeti diğer türlere göre oldukça düşüktür (Pickles, 2012: 11-14).

2.9.2. Orta Kulak

Orta kulak, östaki borusu (Eustachian tube) adı verilen uzun ve ince bir tüp ile burnun arkasına bağlanmış, hava dolu bir alandır. Östaki borusu, orta kulağı, üst boğazdan ve burun boşluğunun arkasından oluşan nazofarinks' e bağlayan bir kanaldır. Orta kulak içindeki basıncı kontrol ederek, vücudun dışındaki hava basıncına eşit olmasını sağlar (Alberti, 2006: 53-54). Östaki borusu kapalıyken çoğu zaman, orta kulak ve nazofarinks arasındaki geçişten havanın girmesini sağlamak amacıyla sadece esneme, yutkunma ve çiğneme gibi eylemler sırasında açılır. Atmosferik basınç hızla değiştiğinde, kulakta ani tıkanma hissine neden olarak (uçak yolculuğu sırasında) bu faaliyetler tüpü açmak ve orta kulak içindeki basıncı eşitlemek amacıyla yapılabilir. Östaki borusu, basıncı eşitlemek için yeterince açılmadığında, rahatsızlık, baş dönmesi ve kulakta çınlama gibi sorunlara neden olabilir. Bu tüplerdeki kanallar çok küçük olduğundan birçok nedenden ötürü tıkanmalar olabilir. Engellenen östaki tüpleri rahatsızlığa ve geçici işitme sorunlarına neden olabilir. Bu nedenler, ilaçlarla veya antibiyotiklerle tedavi edilebilir ancak ciddi durumlarda cerrahi müdahale gerekebilir (Ars, 2003: 1-9).

Timpanik membran insan kulağının hayati bir bileşenidir ve kulak zarı olarak bilinir. Dış kulağa bağlı olan, orta kulak ile dış kulak arasındaki noktaya işaret eden ince,

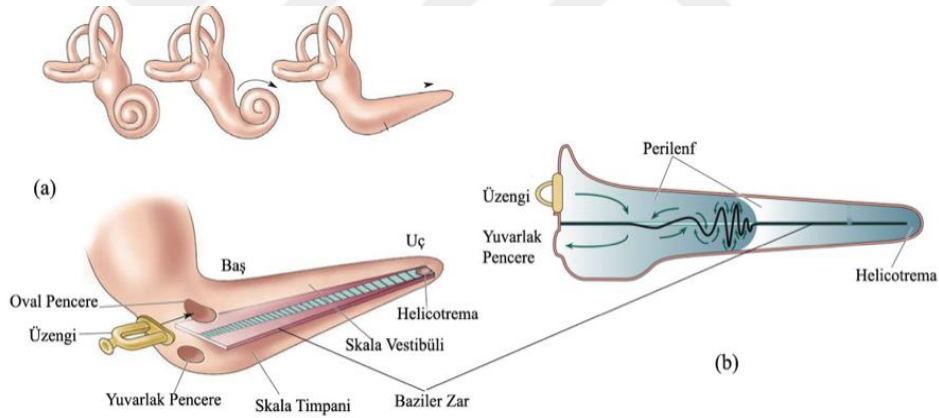
daireesel bir doku tabakasıdır. Yaklaşık 0.1 mm kalınlığında; 8 ila 10 mm çapındadır ve yaklaşık 14 mg' lik bir kütle ağırlığına sahiptir. Bu boyutuna ve kütlesine rağmen, timpanik membran son derece sert ve esnektir ve zarar görmesi durumunda onarılamayacak kadar hassastır. Timpanik membran üç doku katmanından oluşur. Bunlar; dış deri tabakası, lifli orta tabaka ve en iç yüzeyinde bulunan mukoza tabakasıdır. Zar, sert fakat esnek bir dokuya sahip kalın bir kıkırdak halkası ile yerinde tutulur. Timpanik zarın işlevi, insanın işitmesine yardımcı olmaktır. Ses dalgaları kulağa girdiğinde timpanik zara vururlar. Membran ses dalgası kuvveti ile titreşir ve titreşimleri daha fazla orta kulağın kemiklerine iletir. Hastalarda yırtılmış ya da hasar gören timpanik membran, işitme konusunda aşırı zorluk çeker ve hatta ağır (sağır) işitme kaybına da sebep olabilir (Hom, vd., 2009: 151-155).

Orta kulağın boşluğunda bulunan 6 duvarın dış duvarında timpanik membran, iç duvarında ise koklea bulunmaktadır. Üst duvar epitimpanum altı ise hipotimpanum tabanını oluşturmaktadır. Üst duvar, aynı zamanda beynin orta lobunun altına komşudur. Ön duvar üstaki borusunun kemik kısmını oluşturur. Arka duvarda ise aditus ad antrum yer alır (Turhan, 2008: 12-13). Kulak zarına ulaşan ses dalgaları kulak zarının titreşmesine neden olur. Bu titreşim daha sonra kulak zarından iç kulağa; çekiç, örs ve üzengi (malleus, incus ve stapes) olmak üzere üç (ossiküler zinciri) kemikle iç kulağa doğru iletilir (Alberti, 2006: 59). Çekiç bu kemiklerin arasından en büyüğüdür. En küçük olanı ise üzengidir. İlginç bir şekilde, vücutta doğumdan sonra büyümeyen tek kemikler ve aynı zamanda vücuttaki en küçük kemiklerdir. Orta kulak, frekansları güçlendiren, enerji iletiminin verimliliğini artıran ve böylece ses enerjisini iç kulağa iletilmesi için bir empedans uyum ağı olarak düşünülebilir (Ars, 2003: 35).

2.9.3. İç Kulak

Temporal kemiğin petröz bölümünde olan işitme ve denge organından oluşan iç kulak; kemik labirent ve zar (membranöz) labirent olmak üzere iki bölümden oluşur. Kemik ve zar arasında perilenf, zar labirentin içinde ise endolenf bulunur (Türe, 2015: 11). Zar labirent, kemik labirentin içinde yer almaktadır. Kemik labirent' e; koklea, vestibül, semisirküler, aquaductus vestibuli ve akuaduktus koklea bulunur. Zar labirent ise; corti organı, utrikulus, sakkulus, duktus semisirkularis, duktus endolenfaticus ve duktus koklearis, kısımlarından oluşmaktadır (Turhan, 2008: 12-13).

Koklea işitme duyu organını içeren salyangoz şekline benzer kemikli bir yapıdır. İnsanlarda, kokleanın uzunluğu 3.1-3.3 cm arasındadır. Yüksekliği ise yaklaşık 0,5 cm' dir. Koklea, vestibüler organla birlikte, tüm vücuttaki en sert kemiklerden biri olan temporal kemikte yer alır. Koklea ve vestibüler organlara genellikle labirent denir ve içerisinde membranöz labirent bulunur. Kokleanın içi sıvı dolu üç kanala veya tüpe sahiptir. Bunlar, scala vestibuli, scala tympani ve scala mediadır. Koklea ortasındaki scala media ile scala vestibuli arasında reissner membranı bulunmaktadır. Kokleanın sonunda, scala vestibuli ve scala tympani ile birleşir. Scala ortamındaki akışkanın iyonik bileşimi hücre içi akışkana benzer. Bu, potasyum bakımından zengin ve sodyum bakımından düşüktür. Scala vestibuli ve scala timpaninin içindeki akışkan, beyin ve omurilik sıvısı gibi hücre dışı akışkana benzer. Bu da sodyum bakımından zengin ve potasyum bakımından düşüktür. Baziler membran, sesleri frekanslarına göre (spektrum) ayırır. Baziler zar boyunca yer alan corti organı, baziler zarın titreşimini bir sinir koduna dönüştüren duyu hücreleri (tüy hücreleri) içermektedir (Solntseva, 2007: 76-81).



Şekil 2.13. Kokleanın Ayrıntılı Hali (Birinci, 2016)

Orta kulağa bağlı oval pencereye temas halinde olan üzengi kemikçığı, ses dalgalarını kokleaya göndermesini sağlar. Oval pencerenin titreşmesiyle kokleanın içinde olan sıvı sıkışmaya neden olur. Sıkışma, gelen titreşim şiddeti sönene kadar sıvının ileri geri hareket etmesini sağlar. Şekil 2.13' te görüldüğü gibi, skala vestibuli ve skala timpani arasında baziler zar bulunmaktadır. Baziler zar, kokleayı ortadan ikiye ayırır. Koklea kanalın alt duvarını ve corti organının yüzeyinde bulunur. Baziler zar, iç ve dış olarak iki bölgeye ayrılır. İç bölgede, corti organının tüneline bakan yüzeyinde tüy hücreleri bulunur ve dış bölgede çoğunlukla hensen hücreleri bulunur. Timpanik kanalın yanından

baziler zarının yüzeyi, kan damarlarının yerleştirildiği aynı endotel ile kaplıdır. Baziler membran bütün koklear kanaldan bir bağ dokusu spiral şeklinde geçer (Solntseva, 2007: 76-81). Oval pencereden uca gelen sesin baziler zar sayesinde, sıkışan sıvı geri değilde yuvarlak pencereye doğru gitmesini sağlar. Ses, yuvarlak pencereden çıkmadan önce tüy hücrelerini tetikler. Tüy hücreleri, corti organın içinde yer almaktadır. Ses, corti organına basınç yaparak tüy hücrelerini ileri geri hareket etmesini sağlar. Bu tüy hücreleri, iç tüy ve dış tüy hücreleri olarak ikiye ayrılır. İnsanlarda, baziler zar boyunca üç ile beş sıra halinde yaklaşık 12.000 dış tüy hücresi ve tek bir sıra halinde yaklaşık 3.500 iç tüy hücresi bulunmaktadır (Moller, 2006: 27-33). Bu hücrelerin tabanı, baziler membrana bağlanır ve uzun tüylerin stereocilia' sı tektorial membran ile temas halindedir. Koklea içindeki ses dalgaları, baziler zarının yukarı ve aşağı titreşmesine neden olur. Bu, baziler membran ve tektorial membran arasında bir kuvvete neden olur ve bu da tüy hücrelerinin stereocilia' sı ileri ve geri hareket etmesini ya da eğilmesini sağlar. Tüy hücrelerinin her biri, farklı tını ve frekanslara farklı bir şekilde duyarlıdır. Bu sayede kulak, ses spektrumuna karşı duyarlılığı yüksektir. Oval pencereden gelen ses dalgaları skala vestibuli bölgesinde bulunan (Kokleanın taban kısmı) tüy hücreleri, yüksek frekanslara duyarlı iken, helicotrema (Uc kısmı) bölgesindeki tüy hücreleri ise düşük frekanslara karşı duyarlıdır. Corti organının içinde bulunan tüy hücrelerinin hareketi sonucu, mekanik enerjiyi elektrik enerjisine, bu enerji daha sonra sinir sinyallerine dönüştürdükten sonra sinyal beyne iletilir (Solntseva, 2007: 76-81).

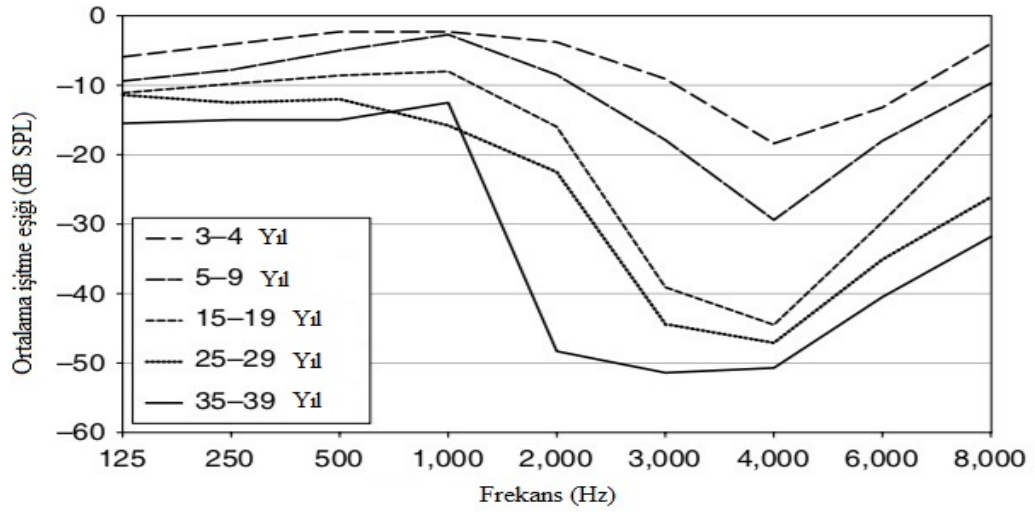
Tüy hücrelerinin zarar görmesi sensörinöral işitme kaybına sebep olur. Dış tüy hücrelerin zarar görmesi, sesin, iç tüy hücrelere ulaşmasına engel olur. Bu, düşük hacimli sesler için işitme kaybı meydana getirir. Eğer ses basınç seviyesi daha yoğunsa iç tüy hücreleri doğrudan uyarılır ve daha yüksek sesleri kulak, zarar görmemiş gibi normal tepki verir. İç tüy hücreleri dış tüy hücrelerine göre çok daha dayanıklı ve zarar görme olasılığı da düşüktür. Bu nedenle, dış tüy hücrelerinin zarar görmesi yaşlanma, gürültü ve ototoksik ilaçları gibi nedenlerden dolayı işitme kaybı gerçekleşebilir ama, tamamıyla sağır etmez. Daha önce de bahsedildiği gibi kulağın en duyarlı olduğu frekans aralığı 3 ile 4 kHz arasındadır. Bu nedenle, en yoğun uyarıcı (veya tehlike) bu frekanslarda gerçekleşir. Belirtilen frekanslara yanıt veren tüy hücreleri, diğer frekanslara yanıt veren tüy hücrelerine nazaran daha fazla risk altındadır (Alberti, 2006: 61).

2.10. Gürültüye Bağlı İşitme Kaybı

İşitme kaybı, birçok şekilde kendini gösterebilir ve birçok potansiyel nedene bağlı olarak karşımıza çıkabilir. En tehlikeli işitme kaybına neden olan ve en önlenebilir işitme kaybı şekli, yüksek gürültü risklerinden kaçınmaktır. Her durumda, işitme kaybı, yaşamı değiştiren etkileri olabilir. Çünkü işitme, iletişimde ve sosyal etkileşimlerde büyük rol oynar. İşitme kaybı, yaygın olarak yaşlanma, yüksek gürültüye maruz kalma, tıbbi durumlar ve ilaç kullanımı gibi nedenlerden dolayı karşımıza çıkmaktadır. Yaşlanma, ilaç kullanımı ve tıbbi durumlar elbette işitme kaybına neden olmaktadır ama bu çalışmanın amacı doğrultusunda sadece gürültüye bağlı işitme kaybı üzerinde durulmuştur (Chasin, 2009: 49).

Gürültüye bağlı işitme kaybı; (GBİK) kronik yüksek gürültüye maruz kalma sonucu oluşan ve kademeli gerçekleşen işitme kaybıdır (Chasin, 2009: 49). GBİK, endüstride gürültüye maruz kalma ile ilişkilidir ve bu nedenle modern bir medeniyetin ürünü olarak düşünülmektedir. Sıklıkla insanlar arasında görülen kulak çınlaması (tinnitus) gibi vaka veya vakaların birçok nedenden dolayı ortaya çıktığı bilinmektedir. Bu vakanın ortaya çıkmasının en önemli etkenlerinden biri, GBİK' dir. İşitme kaybı ya da duyum üzerinde meydana gelen çoğu olay GBİK' den kaynaklanır (Moller, 2006: 219-220). Eşlik eden kulak çınlaması, konuşma ayrımını da engellemektedir (Fiedler ve Krause, 2010: 82-84).

GBİK' de kokleaya olan etkisi ve kokleadaki morfolojik değişikliklerin işitme değişikliklerini açıklayabildiği uzun zamandan beri düşünülmüştür. Bununla birlikte yapılan araştırmalarda, travmatik gürültüye maruz kalmanın etkisinin işitsel sinir sisteminde hem morfolojik hem de işlevsel değişikliklere neden olduğu açıkça ortaya çıkarılmıştır (Moller, 2006: 219-220). Ayrıca, GBİK' yaşayan kişilerin yaşadığı en yaygın sorunlardan biri, özellikle arka plan gürültüsünün varlığında, konuşmanın anlaşılmasındaki zorluklardır. Bu durum, gürültünün arasındaki sese odaklanmaya rağmen konuşma, anlaşılmaz bir hal alır. GBİK' i yaşayan kişiler, karşı tarafın yüksek sesle konuşmasını isterler. Haliyle işitme kaybı yaşayan kişiler, durumun farkına varmaları sonucunda, psikolojik olarak olumsuz değişimlerle karşı karşıya gelmektedirler (Chasin, 2009: 49-50).



Şekil 2.14. Ortalama 100 dBA’ da 8 Saatlik Çalışma Sonucu Yıllara Göre İşitme Sonucu

Şekilde görüldüğü gibi endüstride çalışan kişiler, zamana bağlı olarak işitme kaybı oranı bir çentik şeklinde başlamış olmasına rağmen, zamanla bu çentik, dB değeri yükselerek diğer bir şekilde işitme duyarlılığı düşerek, komşu frekanslara da yayılmış bir durumda.

Şekil 2.14 GBİK’ in tipik işitme eşiği eğilimini gösterir. Bu veriler, 1960’lı yıllarda İskoçya’daki dokumacılar fabrikasında ağırlıklı olarak kadınların çalıştığı verilerden derlenmiştir. 1960, 1970’li yıllarda dünya çapında mesleki gürültü düzenlemeler yapıldığından beri, saf bir GBİK çalışması yapılması neredeyse imkansız olmuştur. Bu çalışma, çoğunluk olarak kadınların çalıştığı, İskoçya’daki jüt dokuma endüstrisi tarafından, aynı binada 50 yıl boyunca çalışan kişilerin, ortalama 99-102 dBA ses şiddetine maruz kaldıkları görülmüştür. Ses şiddetinin seviyesi tüm çalışma saatleri boyunca deneklerin pozisyonlarına göre değişmektedir. Ayrıca denekler, işitme kaybına yol açtığı bilinen tıbbi durumlar için de taranmıştır (Cowan, 2016: 62).

GBİK, 1.000 Hz ve altındaki frekansların algılanmasını önemli ölçüde etkilemez. Yaşlılığa bağlı işitme kaybından farklı olarak, gürültüye bağlı işitme eşiği eğrisinin 3.000-4.000 Hz aralığında karakteristik eğim veya çentik gerçekleşir. GBİK’ in ilk işareti, 4.000 Hz aralığında işitme eşiğinde bir düşüşe uğrar. Maruz kalma durumu devam ettikçe veya maruz kalma süresi arttıkça (şekil 2.14’de görüldüğü gibi), bu düşüş eşikleri kademeli olarak 3-6 kHz ye daha sonra 2-8 kHz’ ye kadar genişler (Cowan, 2016: 62).

Uzun süreli, sürekli veya aralıklı gürültüye maruz kalma, yavaş gelişen kronik işitme kaybına veya GBİK' e neden olmaktadır (Fiedler, D., ve R., Krause, 2010: 83). GBİK, neredeyse hiçbir zaman derin bir işitme kaybıyla ilerlemez, zamanla ve yavaş yavaş meydana gelir. Ancak işitme kaybı oranına maruz kalmanın ilk 10 ile 15 yılları arasında, en derin olduğu seviyeye ulaşması ve gürültüye maruz kalmanın sona ermesi ile ilerlemeyi durdurmaktadır (American College of Occupational and Environmental Medicine, 2018: 1-2).

Yüksek gürültü seviyelerine maruz kalmanın neden olduğu hasar, gürültünün yoğunluğu, gürültünün frekansı (Yüksek frekanslar daha fazla hasara neden olur), bireyin gürültüye maruz kaldığı süre, miktar gibi çeşitli faktörlere bağlıdır (Musiek vd., 2011: 206-212). İşitme eşiği, gürültüye maruz kalma yoğunluğuna, süresine ve bireyin gürültüye maruz kalma duyarlılığına bağlı olarak dakikalar, saatler veya günlerden sonra normal değerine ya da normal haline geri dönebilir. Belirli bir yoğunluğun ve sürenin üzerindeki gürültüye maruz kalma, maruz kalmadan önceki seviyesine tam olarak düzelmeyen “kalıcı eşik kaymasına” (KEK) neden olur (Chasin, 2009: 50-52). Travmatik olarak yüksek ses seviyesine maruz kalınmadığı sürece, GBİK, zaman içinde kademeli olarak meydana gelir. İlk maruziyetler, yüksek gürültü seviyesinden bir süre sonra normal veya daha iyi işitme koşullarını geri kazanması “geçici eşik kaymasına” (GEK) neden olur. Şekil 2.14’de gösterildiği gibi, verinin temeli olan kalıcı eşik kaymasına ve yüksek gürültü seviyelerine uzun süre maruz kalmadan dolayı meydana gelmiştir. Ancak, bir GEK’ in bir KEK olması durumunda net bir korelasyon yoktur. Her ne kadar GEK geçmişte zararsız olarak görülse de mevcut araştırmalar GEK’ e neden olan maruziyetlerin kalıcı koklear hasara neden olabileceğini göstermiştir (Cowan, 2016: 63). Ayrıca, dikkat edilmesi gereken hususlardan biri de GBİK’ in tanımlanması ve izlenmesi için gürültüye maruz kalan hastaların odyolojik değerlendirilmesi esastır. Hasta, kalıcı işitme kaybı için test yapmadan önce GEK ile sonuçlanabilecek herhangi bir gürültü maruziyetinden tamamen kurtulduğundan emin olması gerekir. GEK’ den tamamıyla kurtulmak için genellikle, son gürültüye maruz kaldıktan sonra yaklaşık 16 saate gereksinim duyulur (Musiek vd., 2011: 206-212).

Odyogramlar, birçok farklı tipte gürültüye maruz kalan bireylerde benzer şekilde sonuçlar elde etmektedir. Ancak 4 kHz frekans aralığındaki düşüş, itici gürültüye maruz kalma için en belirgin frekans aralığıdır. Çalışmalar, kulak kanalının rezonansından gelen

sesin arttığına dair kanıtlar göstermiştir. Kulak kanalı rezonansı, önceki konularda da bahsi geçtiği gibi, özellikle 3 ile 4 kHz bölgesindeki sesleri yükseltir. 3 ile 4 kHz civarında olan yüksek şiddetteki sese maruz kalmadan kaynaklanan, en yüksek işitme kaybının da 3 ile 4 kHz civarında, meydana geldiği görülür (Moller, 2006: 219-220).

GBİK' de aynı gürültüye maruz kalma, farklı kişilerde farklı derecelerde işitme kaybına neden olmaktadır. Gürültüye bağlı işitme kaybının duyarlılıktaki bu bireysel farklılığın birçok kaynağı vardır. Bunun nedenleri bilinmemekle birlikte, genetik varyasyonlar başta olmak üzere yaş, cinsiyet, sigara ve sağlık durumu tüy hücrelerine hasar veren önemli faktörlerdir (Moller, 2006: 219-220). Sigara içmek işitme keskinliğini etkileyebilir çünkü işitme mekanizmasına zararlı olabilecek, özellikle de en çok karbonmonoksit olan ototoksik etkenler olarak bilinen birkaç ilaç ortaya çıkarır. Tek başına karbonmonoksit maruziyetinin işitme kaybına neden olduğu kanıtlanmamıştır ancak, yüksek gürültü seviyesine maruz kalma sırasında karbonmonoksit iç kulaktaki tüy hücrelerinin kaybını arttırdığı ve daha fazla kalıcı işitme eşiği ile sonuçlanmıştır (Cowan, 2016: 64). Çeşitli türdeki ilaçlar büyük olasılıkla gürültüye bağlı işitme kaybı duyarlılığını artırır. İletken tip işitme kaybı da GBİK riskini etkiler. Akustik orta kulak refleksinin yokluğu veya bozulması, gürültüye maruz kalma nedeniyle işitme kaybının artmasına neden olur. Orta kulak refleksinin işlevini bozan alkol ve diğer ilaçların yutulması, GBİK' in duyarlılığını da etkileyebilir (Moller, 2006: 219-220). Bu konuda çok sayıda hipotez sunulmuş olsa da yayınlanmış deneysel kanıtlar çok nadir bulunmaktadır. Maruz kalma koşullarındaki değişikliğin yanı sıra, genetik farklılıklar, yaş, cinsiyet ve kokleadaki innervasyon, GBİK' deki aynı gürültüye maruz kalmanın değişkenliği olarak önerilmiştir. Yaşın, GBİK' i etkilediği veya varyasyonlarda bir faktör olduğu hipotezi farelerde yapılan çalışmalarla desteklenmiştir (Moller, 2006: 219-220).

Çağdaş toplumda, hemen hemen herkes sadece mesleki ortamla sınırlı kalmayıp yüksek düzeydeki gürültüye de maruz kalıyor. GBİK, önde gelen bir mesleki hastalıktır ve Dünya Sağlık Örgütü'ne (WHO) göre, en yaygın geri dönüşü olmayan mesleki tehlikedir (Cowan, 2016: 61). Müziğin neden olduğu işitme kaybı terimi yerine, GBİK terimi çoğunlukla kullanılmaktadır. Çünkü gürültü, istense de istenmese de işitme hasarına neden olan aşırı yüksek bir akustik sinyal olarak adlandırılmaktadır (Fiedler ve Krause, 2010: 82-84). Chasin' e göre, ortalama 110 dBA ses şiddetine maruz kalan rock müziği dinleyicilerinde ciddi geçici eşik değişimleri olduğunu ve hasar riski kriterine

dayanarak, %16 olumsuz ve muhtemelen kalıcı olarak etkileneceğini söylemektedir. Bu ve buna yakın ses şiddetinin yüksek olduğu müzik tarzlarının, kulağa yüksek sesli rock müziğinin klasik müzik veya sanat müziği için belirtilen hafif müziklerden daha fazla zararlı olabileceğine işaret ediyor (2009: 50-52).

Endüstriyel ortamda görülen, GBİK' den farklı olarak, müzisyenlerde görülen gürültüye bağlı işitme kaybı genellikle asimetriktir. Müzisyenlerin kendi enstrümanlarının (veya başkalarının enstrümanları) konumuna veya amplifikatörlerin hem müzisyenlerin hem de mekanda çalışan garsonların kulaklarına olan pozisyonlarına göre değişkenlik gösterir. Örneğin, bir davulcunun (Sağak olduğu düşünülürse) sol kulağı, ses şiddetinin ve frekansının yüksek olduğu zillere (özellikle hi hat) daha yakın olması bu kulağının daha kötü bir durumda olduğu, yapılan bu çalışmada görülmüştür. Ancak yüksek frekanslı işitme kaybı, müzisyenler ve şarkıcılar için özellikle zararlıdır çünkü konuşma ve anlama için gerekenlerin üzerinde, frekanslar da dahil olmak üzere geniş bir aralıktaki frekansların doğru şekilde anlaşılması gerekir. Daha yüksek perdelere aşırı yüksek sesle çalma kabul edilemez bir performansa yol açabilir. Ayrıca, yüksek frekanslarda tını ve netlik kaybı, kişinin müzik dinleme zevkini de bozabilir (Chasin, 2009: 50-52).

ABD'nin Mesleki Güvenlik ve Sağlık İdaresi (OSHA), mesleki gürültüye maruz kalma ile ilgili düzenlemeler sunmuş ve yüksek gürültü seviyelerine alışılmış maruz kalmanın kademeli bir işitme kaybına neden olabileceğini belirlemiştir. Bu nedenle, 90 dBA' da korunmasız sabit durumdaki gürültüye maruz kalma seviyesi, günde 8 saatle sınırlıdır (Musiek vd., 2011: 206-212). Cowan' a göre, mesleki maruziyetin haftada 40 saat ortalama ses şiddetinin 90 dBA' dan az olması, nüfusun %85' inde GBİK' e neden olmayacağı ve aynı koşullarda 85 dBA' dan az olması, nüfusun %95' i için güvenli olduğunu varsayar (2016: 63).

Ulusal Mesleki Güvenlik ve Sağlık Enstitüsü (NIOSH), çalışanları, iş yerinde karşılaşılan tehlikeli ses şiddetine maruz kalmanın sağlık etkilerine karşı korumak için önerilen maruz kalma sınırlarını belirlemiştir. NIOSH, 85 dBA' da 8 saatin üzerinde olması, riskli ve tehlikeli olarak kabul etmektedir. Maruz kalma sınırı, haftanın 5 günü iş yerindeki maruziyetlere dayanmaktadır. Bireyin, günün geri kalan 16 saati hafta sonları dahil olmak üzere sessiz koşullarda geçirdiğini varsayar. Mesleki gürültüye maruz kalma

sınırları, karmaşık risk sorusunu basitleştirmek ve gürültünün etkilerinden mümkün olduğunca çok sayıda çalışanı korumak için belirlenmiştir. NIOSH bu limiti belirlerken, çalışanların yaklaşık %8'i için işitme kaybı gerçekleşebileceğini kabul etmektedir. NIOSH, çalışanların en hassas %8' ini korumak için, gürültü seviyesi süreden bağımsız olarak 85 dB (A) seviyesini aştığında işitmeyi koruma aletlerinin kullanılmasını önerir (Bies ve Hansen, 2009: 79- 80).

Kulak tıkaçları, kulaklıklar veya bu cihazların kombinasyonu gibi uygun araçlar kullanarak işitmenin önlenmesi ve korunması, gürültüye maruz kalan kişiler için her zaman önerilir. Danışmanlık ve testlerde, hasar riski kriterleri kavramını, OSHA ve NIOSH, gürültüye maruz kalma kriterleri için önerilerini dikkate almak önemlidir. NIOSH, 85 dBA' da maksimum maruz kalma önerisi 8 saattir. Değişim oranı ise 3 dB' dir. Bu değişim oranı, gürültü seviyesindeki her 3 dB artış için izin verilen maruz kalma süresinin yarıya indirildiği anlamına gelir. Örneğin, bu değişim oranı kullanarak, maksimum maruz kalma 88 dBA' da 4 saat, 91 dBA' da 2 saat ve 115 dBA' da sadece 28 saniye olacaktır (daha detaylı bir şekilde tablo 2.2 de gösterilmektedir). Tablo 2.3'te görüldüğü gibi OSHA düzenlemelerinde, 8 saat boyunca 90 dBA' da başlayan ve 5 dB değişim oranına sahiptir. OSHA düzenlemelerinde belirtilen değişim oranı uygulandığında, maksimum maruz kalma 95 dBA' da 4 saat, 100 dBA' da 2 saat ve 115 dBA' da 15 dakika olacaktır. Kararlı durumdaki gürültü seviyeleri izin verilen maruz kalma seviyelerini aştığında, tüm çalışanların kulak koruyucuları kullanmaları gerekmektedir. (Musiek vd., 2011: 210-211).

Tablo 2.2. NIOSH Verilerine Göre Ses Şiddetine Maruz Kalma Seviyesi ve Süresi

Değişim Oranı 3 dB (A)	Süre/saat (maruz kalma süresi)
85	8
88	4
91	2
94	1
97	0.5
100	0.25

Tablo 2.3. OSHA Verilerine Göre Ses Şiddetine Maruz Kalma Seviyesi ve Süresi

Değişim Oranı 5 dB (A)	Süre/saat (maruz kalma süresi)
90	8
95	4
100	2
105	1
110	0.5
115	0.25

2.10.1. Sensörinöral İşitme Kaybı veya İşitme Bozukluğu Parametreleri

İşitme bozukluğu tanısı resmi odyolojik testlerle onaylandıktan sonra kesin işitme bozukluğu tipi birkaç parametre ile daha ayrıntılı olarak sınıflandırılmalıdır. Bunlar Tablo 2.4’ de listelenmiştir. İşitme bozukluğunun şiddeti ve sıklığı, odyolojik testler sırasında belirlenir ve bireyin algılayabildiği sesi, eşik ve frekans aralığını yansıtır. İşitme bozukluğunun ciddiyeti, bireyin tespit edebileceği ses şiddeti seviyesine göre sınıflandırılır. Sonuçlar hafif, orta, orta derecede ağır, ağır ve derin olarak değerlendirilir. Her ne kadar evrensel olarak kabul görmüş bir tespit olmasa da şiddetli veya derin işitme bozukluğu olan kişiler, genellikle sağır olarak kabul edilirken, daha az işitme bozukluğu derecesine sahip olanlara ise işitme zorluğu olarak kabul görülür. 15 dB’ ye kadar işitme kaybı yaşayan kişiler hafif derecede etkilendikleri söylenebilir (Robin, 2008: 115-116).

Tablo 2.4. İşitme Bozukluğu Parametreleri

Parametreler (sınıflandırma)	Ses şiddeti (dB)
Hafif	20–40 dB
Orta	41-55 dB
Orta derecede ağır	56-70 dB
Ağır	71-90 dB
Derin	90 dB ve üzeri

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

YÖNTEM

Bir bilim dalının disiplinlerini oluşturan temel sebepler, araştırma ve bilimsel bilginin ortaya çıkma sürecindeki yöntem ve tekniklerin nasıl ne şekilde uygulanacağıdır. Ele alınan bir araştırmanın bilimsel bir açıdan kabul görülüp sınıflandırılması bir araştırmanın yöntem ve tekniklerini kapsamaktadır. Araştırma yöntem ve teknikleri, ortaya çıkarılacak yöntem sınırlarını ve beraberinde araştırılan olayların açığa çıkmasını sağlamaktadır. Bu açıdan düşünüldüğünde herhangi bir disiplinin kendi alanında yansıtmış olduğu etkilerin dışında başka disiplinlerdeki etki alanlarını da değerlendirmeye almaktadır. Bu durumda, bir araştırmadaki yöntem ve tekniklerin, araştırmaya ne şekilde ve nasıl yön verdiğini göstermektedir (Öksüz, 1998: 587).

3.1. Araştırma Modeli

Bu çalışmada örneklemin ölçülmesinde tarama araştırması literatüründe boylamsal çalışma deseni kullanılmıştır. Boylamsal çalışma, bir numuneyi uzun bir süre boyunca en az iki kez incelemekten oluşur. Ancak, grup birkaç kez de test edilebilir. Boylamsal desenli çalışmalarda aranan konuya, sorulan probleme göre, zamanın tespiti önemlidir. Çalışma yöntemi, esas olarak canlı performanslara bağlı olarak ses şiddetine maruz kalan bireylerin, belirli bir sürenin etkileyebilecek zamansal faktörler hakkında bilgi sağlayabileceği için kullanılmıştır. Boylamsal çalışma yöntemi, esas olarak bu çalışmada 6 aydan oluşan zamansal çerçevenin bireyin potansiyel işitme kaybında bir faktör olup olmadığını araştırmak için kullanılmıştır.

3.2. Evren ve Örneklem

Bir yıllık zaman içinde elde edilen ve 6 aylık sürece ait verileri kapsayan bu çalışmanın evreni Türkiye olup örnekleme Diyarbakır'da canlı müzik yapılan 4 mekanda çalışan 6 garson, 23 müzisyen ve kontrol grubu için hastanede çalışan 20 kişi olmak üzere toplamda 49 kişiden oluşmaktadır.

3.3. Verilerin Toplanması

Araştırmada veri toplama araçları; deneklerin işitme testi ve ses şiddeti ölçüm sonuçları elde edilmiştir. Araştırmanın kuramsal bölümü için tezler, makaleler, kitaplar ve sözlü kaynaklar da stratejik bir şekilde kullanılmıştır. Çalışılan konuyla alakalı olan anahtar kelimeler, kitap, referans kişi ve ayrıca bilimsel makaleler, dergiler ve kitaplar bulmak için bir veri tabanı olan Primo aracılığıyla bulunan bilimsel araştırmalar kullanılmıştır. Ana sayfa da Primo' da bugün hakem denetimi İngilizcede Peer review olarak adlandırılan bir hizmetten geçmiştir. Hakem değerlendirmesi, bilimsel yayınların konu uzmanları tarafından yayınlanmaya kabul edilmeden önce okunup gözden geçirilmiştir. Sonuç olarak, yayınlanan araştırmanın yüksek bir standart almasını sağlayan bir kalite incelemesi olduğu söylenebilir. Araştırma konusunun uygunluğunu incelemek için farklı makaleler, dergiler ve kitaplar daha sonra gözden geçirilmiştir.

3.4. Verileri Toplama Teknikleri

Çalışma grubu olarak yüksek sese maruz kalan (29 denek) garson ve müzisyenler tespit etmek için gözlem yapıldıktan sonra, tespit edilen kişiler farklı zamanlarda gruplar halinde hastanedeki Kulak Burun Boğaz birimine danışman eşliğinde işitme testine tabi tutulmuştur. Kontrol grubu olarak hastanelerdeki teknisyen, hemşire ve doktor olarak çalışan 20 denek üzerinde farklı zamanlarda işitme testi yapılmıştır. Daha sonra elde edilen test sonuçları karşılaştırılmıştır. Yüksek sese maruz kalan bireylere ve kontrol grubu olarak seçilen denekler üzerinde ortalama 6 aylık bir süre içerisinde gürültünün işitme üzerinde etkisi olup olmadığını incelemek için ön test ve son test şeklinde işitme testi yapılmıştır. Ardından bu bireylerin çalıştıkları mekanlarda çevre mühendisleri ya da akustik mühendisleri eşliğinde, maruz kalınan ses şiddeti ölçüm sonuçları elde edilmiştir. Ayrıca çalışma grubundaki 2 denek son teste tabi tutulmadığı için, karşılaştırmada verileri kullanılmamıştır.

3.5. Verilerin Çözümlemesi ve Yorumlanması

Sürekli olarak yüksek gürültü seviyesine maruz kalan bireyler stratejik bir şekilde seçilip bu kişiler hastanede odyometri testine tabi tutulduktan sonra elde edilen verileri SPSS genel istatistik programı kullanılarak rakamlara ve istatistiklere aktarılmıştır. Verileri tablo ve grafik haline getirmek için Excel programından yararlanılmıştır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR ve YORUMLAR

4.1. Çalışma Grubu ve Kontrol Grubunun Kulak Testlerine İlişkin Karşılaştırmanın Bulguları ve Yorumları

Canlı performansların insan işitme sisteminin üzerinde olumsuz bir etkisinin olup olmadığını incelemek amacıyla çalışma grubu ve kontrol grubu olarak seçilen bireylerin işitme testlerinin frekans değerleri karşılaştırılmıştır. Araştırmada farklı ortamlarda çalışan bireylerden (n=49) elde edilen sonuçların, söz konusu parametrelerin eşik noktası olan 10 dB referansına uygunlukları ele alınarak sonuçlar incelemeye alınmıştır.

Yüksek sese maruz kalan bazı bireylerin sigara içmemelerine rağmen sigara içilen ortamlarda bulundukları için GBİK' i etkileyip etkilemediğini incelemek karmaşık bir hal almıştır. Bu nedenle bu çalışmada, sigaranın GBİK' e üzerinde etkisi incelemeye tabi tutulmamıştır.

Tablo 4.1. Sağ Kulak ve Sol Kulak 4000 Hz' deki Çalışma Grubu ve Kontrol Grubunun Bağımsız İki Örnek t Testi Sonuçları

Frekans	Çalışma Grubu	Kontrol Grubu
Sağ4000Hz	13,62 ± 2,60**	6,75 ± 0,75
Sol4000Hz	19,48 ± 3,00**	6,25 ± 0,71

** P<0,01

Yapılan istatistik analizler sonucunda hem sağ hem de sol kulak 4000 Hz bakımında; çalışma grubu ile kontrol grubu arasında anlamlı bir fark olduğu görülmüştür (p<0.03 p<0.001). Çalışma grubunun hem sağ hem sol kulak analizinde kontrol grubundan daha yüksek olduğu belirlenmiştir(p<0.01). Yapılan çalışmanın sonucunda özellikle 4 kHz aralığında anlamlı fark olması, çalışma grubunun GBİK yaşadığını göstermektedir. GBİK' in 4 kHz' de 20 dB altına düştüğü durumlarda, maruz kalma süresi ve şiddeti artması durumunda 8000 ve 2000 Hz' deki frekanslara yayılmaktadır. Eğer önlemi alınmazsa ve yayılmamışsa bile zamana bağlı olarak yayılma durumu çok

yüksektir. Bölüm 2’ de aktarıldığı gibi GBİK’ in belirtisi, ilk 4 kHz’ de düşüşe uğrar. Normal şartlarda GBİK hem 2 hem de 8 frekanslara kademeli olarak yayılırken yapılan bu çalışma sonuçlarının gösterdiği durum, 2kHz’den önce, 8 kHz’ ye yayıldığı sonucuna ulaşılmıştır. 8 kHz’ deki analizlerin sonuçları tablo 4.2 de gösterilmektedir.

Tablo 4.2. Sağ Kulak ve Sol Kulak 8000 Hz’ deki Çalışma Grubu ve Kontrol Grubunun Bağımsız İki Örnek t Testi Sonuçları

Frekans	Çalışma Grubu	Kontrol Grubu
Sağ8000Hz	14,31 ± 1,68**	7,25 ± 0,68
Sol8000Hz	16,20 ± 2,27**	6,75 ± 0,55

** P<0,01

Tablodaki iki örnek t-testinin hem sağ hem de sol kulağın işitebildiği 8000 Hz frekans aralığı incelendiğinde; Çalışma Grubu ile kontrol grubu arasında anlamlı bir fark olduğu görülmüştür (p<0.001 p<0.001). Çalışma grubu hem sağ hem sol kulak analizinde kontrol grubundan daha yüksek olduğu belirlenmiştir(p<0.01). İstatistik sonuçlarına göre, 4 kHz’ de yaşanan işitme kaybının çalışma grubundaki çoğu bireyin üzerinde 8 kHz’ de de hem sağ hem de sol kulağa yayılmış olduğu görülmüştür.

Tablo 4.3. Sağ Kulak ve Sol Kulak 2000 Hz’ deki Çalışma Grubu ve Kontrol Grubunun Bağımsız İki Örnek t Testi Sonuçları

Frekans	Çalışma Grubu	Kontrol Grubu
Sağ2000Hz	9,48 ± 1,88	8,50 ± 0,397
Sol2000Hz	10,69 ± 2,26	8,25 ± 0,66

** P<0,01

Yapılan istatistik, analizler sonucunda hem sağ hem de sol kulak 2000 Hz incelendiğinde; çalışma grubu ile kontrol grubu arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür (p<0.685 p<0.385). Sonuçların kademeli olarak 2 ve 8 kHz’ ye yayılırken istatistik sonuçlarına göre bu durum GBİK yaşayan bireyler üzerinde 2 kHz’ deki frekanslarda bir etki olmadığını göstermektedir.

Tablo 4.4. Sağ Kulak ve Sol Kulak 1000 Hz’ deki Çalışma Grubu ve Kontrol Grubunun Bağımsız İki Örnek t Testi Sonuçları

Frekans	Çalışma Grubu	Kontrol Grubu
Sağ1000Hz	6,38 ± 0,49	8,75 ± 0,88**
Sol1000Hz	7,75 ± 1,23	9,00 ± 0,69

** P<0,01

Yapılan istatistik ve analizler sonucunda sağ ve sol kulak 1000 Hz’ deki çalışma grubu ve kontrol grubunun Bağımsız İki Örnek “t” Testi sonuçlarına göre, sağ kulakta, kontrol grubu çalışma grubuna göre daha yüksek bulunurken ($p<0.01$) sol kulakta ise iki grup arasında anlamlı bir ilişki olmadığı saptanmıştır($p<0.418$). Bu frekans alanında kontrol grubunun işitme kaybı yaşamasının sebepleri GBİK’ den kaynaklanmamaktadır. Cowan’ a göre; GBİK, 1000 Hz ve altındaki frekansların işitmenin üzerinde önemli ölçüde etkisi olmadığını aktarmaktadır (2016: 62).

Tablo 4.5. Sağ Kulak ve Sol Kulak 500 Hz’ deki Çalışma Grubu ve Kontrol Grubunun Bağımsız İki Örnek t Testi Sonuçları

Frekans	Çalışma Grubu	Kontrol Grubu
Sağ500Hz	8,97 ± 0,80	8,50 ± 0,64
Sol500Hz	11,38 ± 2,16	9,00 ± 0,86

** P<0,01

Yapılan istatistik analizler sonucunda hem sağ hem de sol kulak 500 Hz incelendiğinde; çalışma grubu ile kontrol grubu arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür ($p<0.674$ $p<0.384$).

Tablo 4.6. Sağ Kulak ve Sol Kulak 250 Hz. deki Çalışma Grubu ve Kontrol Grubunun Bağımsız İki Örnek t Testi Sonuçları

Frekans	Çalışma Grubu	Kontrol Grubu
Sağ250Hz	10,17 ± 0,88**	7,50 ± 0,68
Sol250Hz	14,13 ± 1,97**	8,75 ± 0,71

** P<0,01

Analizler sonucunda hem sağ hem de sol kulak 250 Hz’de çalışma grubunun her iki kulakta da kontrol grubuna göre daha yüksek bir ilişki elde edilmiştir ($p<0.03$ $p<0.03$) . Bu frekanslarda yaşanan işitme kaybının GBİK’ den kaynaklandığını söylemek pek mümkün değildir. Bu durumun sigara, yaş, ototoksik ilaçları, genetik faktörler vb. durumlardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.2. Yaş, Çalışma Süresi ve Gürültüye Bağlı İşitme Kaybına Neden Olan Frekanslara İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Yapılan bu test, değişkenlerin arasındaki karşılıklı olarak ilişkilerini test etmek amacıyla yapılmıştır. Yani, bu değişkenlerin birbiriyle ilişkili mi, değil mi sorusunun cevabına yanıt bulmak için yapılmıştır.

Tablo 4.7. Yaş, Çalışma Süresi ve GBİK Yaşanılan Frekanslar Arasındaki İlişki

	Korelasyon Katsayısı	Yaş	Çalışma süresi	Sağ 4000Hz	Sol 4000Hz	Sağ 8000Hz	Sol 8000Hz
Yaş	Pearson Correlation	1	0,47*	-,090	,101	-,105	,100
	Sig. (2-tailed)		,010	,644	,602	,587	0,606
	N	29	29	29	29	29	29
Çalışma Süresi	Pearson Correlation	,470	1	0,37*	0,40*	,014	,000
	Sig. (2-tailed)	,010		,046	,032	,941	,998
	N	29	29	29	29	29	29
Sağ 4000Hz	Pearson Correlation	-,090	0,37*	1	0,82**	,338	,229
	Sig. (2-tailed)	0,644	,046		,000	,073	,232
	N	29	29	29	29	29	29
Sol 4000Hz	Pearson Correlation	,101	0,40*	0,82**	1	,205	0,47**
	Sig. (2-tailed)	,602	,032	,000		,285	,010
	N	29	29	29	29	29	29
Sağ 8000Hz	Pearson Correlation	-,105	,014	,338	,205	1	0,49**
	Sig. (2-tailed)	,587	,941	,073	,285		,007
	N	29	29	29	29	29	29
Sol 8000Hz	Pearson Correlation	,100	,000	,229	0,47**	0,49**	1
	Sig. (2-tailed)	,606	,998	,232	,010	,007	
	N	29	29	29	29	29	29

* $p<.05$, ** $p<..01$,

Analiz tablosuna bakıldığında yaş ile çalışma süresi arasında %5 düzeyinde zayıf derecede pozitif yönde anlamlı ilişki bulunmaktadır ($r= 0,47$ $p<0.01$). Yaş ile sağ 4, 8 ve sol 4, 8 kHz frekansları arasında ise herhangi bir istatistiksel ilişkiye rastlanılmamıştır.

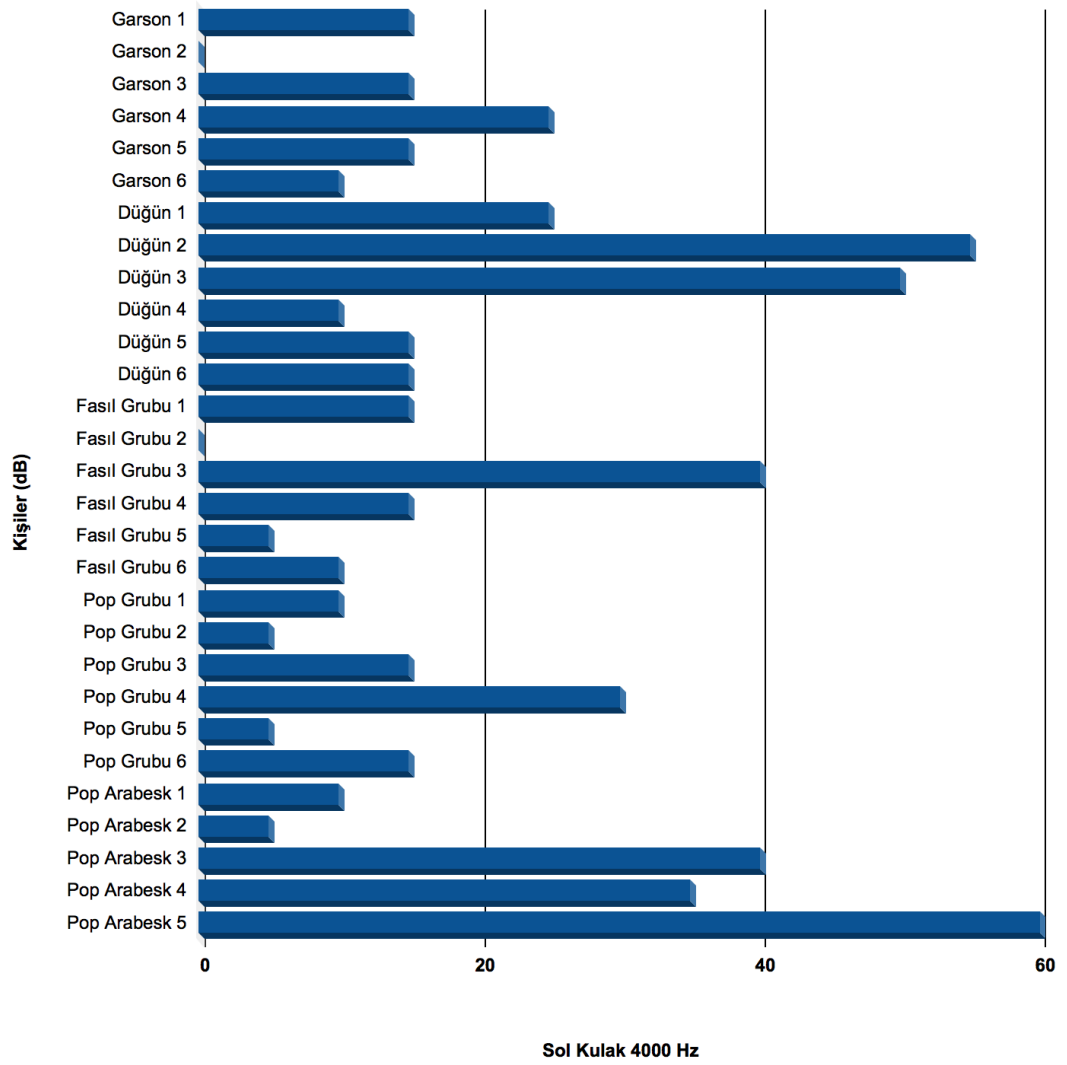
Tablo 4.7 sonucuna bakıldığında çalışma süresi ile sağ kulak 4000 ve sol kulak 4000 Hz oranları arasında %5 düzeyinde zayıf derecede pozitif yönde ilişki bulunmuştur ($r= 0,37$ ve $0,40$, $p<0.05$). Çalışma süresi sağ ve sol kulak 8000 Hz arasında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır.

Sağ kulak 4000 ile sol kulak 4000 Hz korelasyon katsayısının analiz sonucuna bakıldığında, oranları arasında %1 düzeyinde pozitif yönde yüksek derecede ilişki bulunmaktadır ($r= 0,82$ $p<0.01$). Sağ kulak 4000 Hz ile sağ ve sol 8000 Hz arasında istatistiksel bir ilişkiye rastlanılmamıştır.

Korelasyon analiz sonucuna bakıldığında, sol kulak 4000 Hz ile sol kulak 8000 Hz oranları arasında %5 düzeyinde pozitif yönde zayıf derecede ilişki bulunmaktadır ($r= 0,47$ $p<0.01$). Sonuçlar doğrultusunda 4000 Hz de yaşanan işitme kaybı arttıkça 8000 Hz de arttığı görülmektedir. Sol kulak 4000 ile sağ kulak 8000 arasında ise anlamlı bir ilişki saptanmamıştır. Korelasyon analiz sonucuna bakıldığında sağ kulak 8000 Hz ile sol kulak 8000 Hz oranları arasında %1 düzeyinde pozitif yönde zayıf derecede ilişki bulunmuştur ($r= 0,49$ $p<0.00$).

4.3. Çalışma Grubu ve Kontrol Grubunun GBİK ile İlişkin Frekansların Grafik Bulguları ve Yorumları

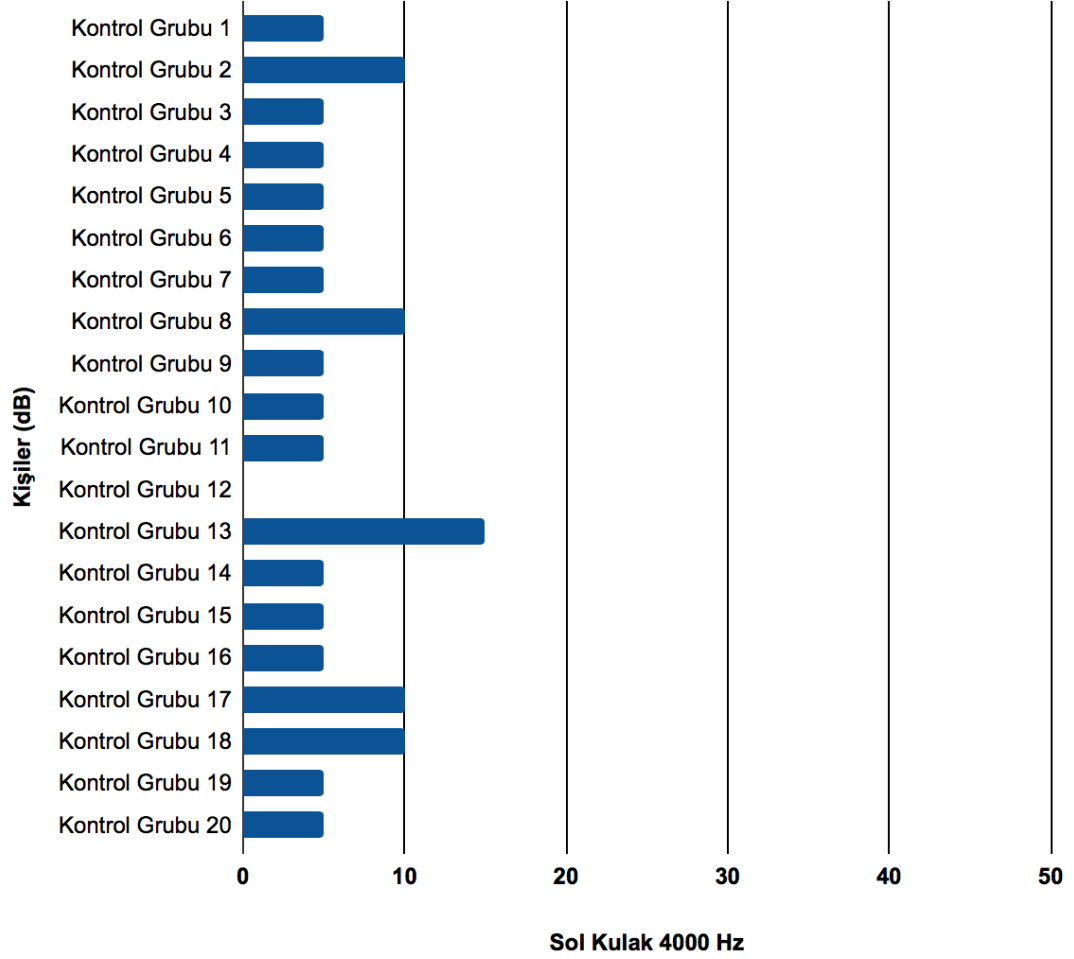
Deneklerin kulak test sonuçlarının hem sağ hem de sol kulak olmak üzere GBİK frekanslarının gruplara göre detaylı grafik sonuçları aktarılmıştır.



Şekil 4.1. Çalışma Grubunun Sol Kulak 4 kHz Aralığındaki İşitme Test Sonuçlarının Çubuk Grafiği

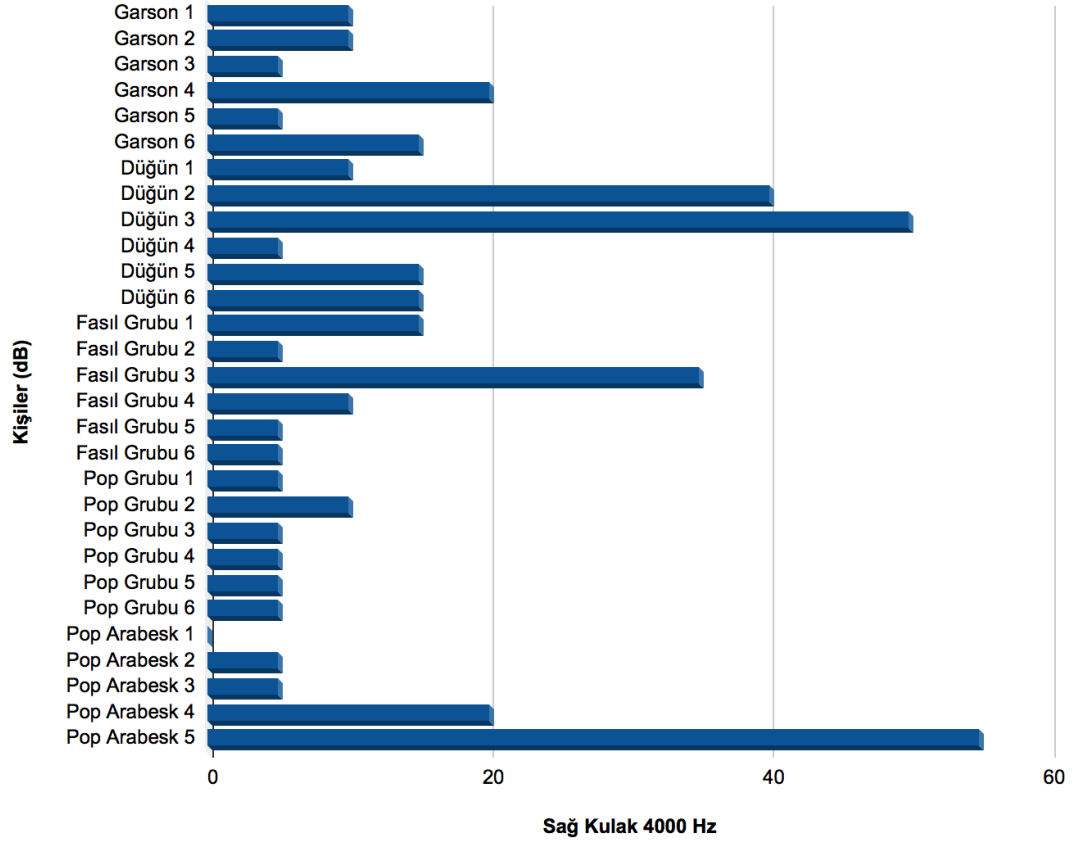
Şekil 4.1’ de çalışma grubunun sol kulak 4 kHz aralığındaki işitme sonuçlarına bakıldığında, 29 denek arasında 1 denek orta derecede ağır, 2 denek orta derecede, 6 denek ise hafif derecede işitme kaybına uğradığı görülmektedir. Diğer 9 denek ise hafif derecede etkilendikleri söylenebilir. Geriye kalan diğer denekler, işitme kaybı yaşadıkları söylenemez. Deneklerin 5 veya 10 dB şiddetinde işitme kaybı yaşadıkları görülmektedir. Bu, henüz işitme yaşamadıkları söylenebilir. Ayrıca 5 dB hata payı olarak gösterilmiştir.

Hata payının göz önünde bulundurulmasının sebebi ise deneklerin, kulak test ölçümleri esnasında, psikolojik durumları ve işitme testine karşı dikkatleri ele alınmıştır.



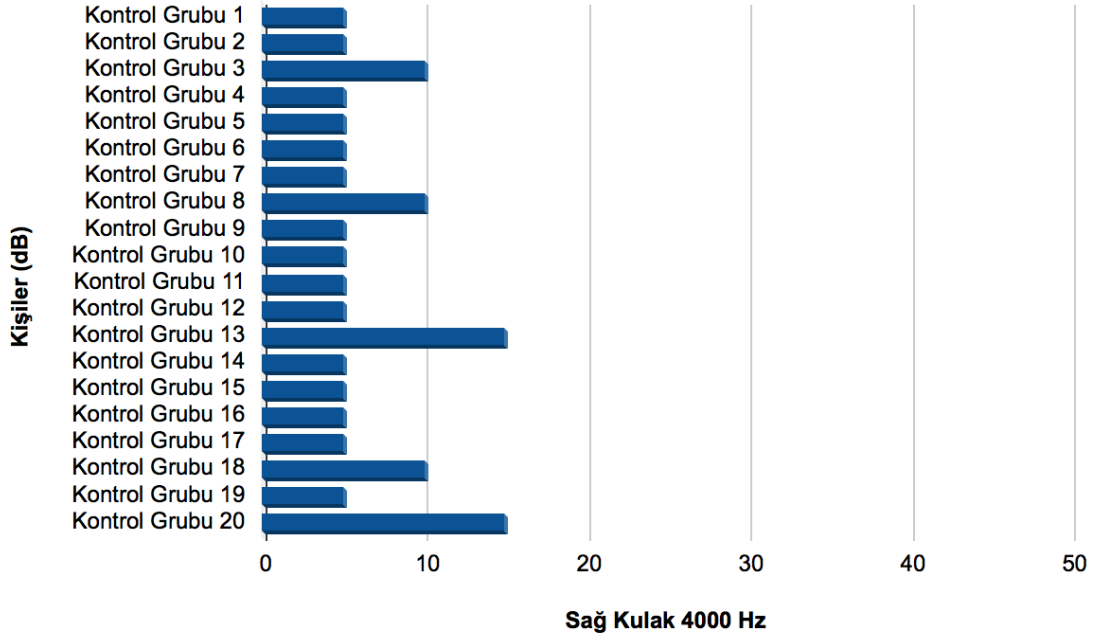
Şekil 4.2. Kontrol Grubunun Sol Kulak 4 kHz Aralığındaki İşitme Test Sonuçlarının Çubuk Grafiği

Şekil 4.2’ deki kontrol grubunun sol kulağın 4 kHz frekans aralığındaki işitme sonuçlarına bakıldığında, 1 denek üzerinde hafif derecede etkilenme olduğu gözlemlenmiştir. Geriye kalan diğer deneklerin, işitme kaybı yaşamadıkları tespit edilmiştir.



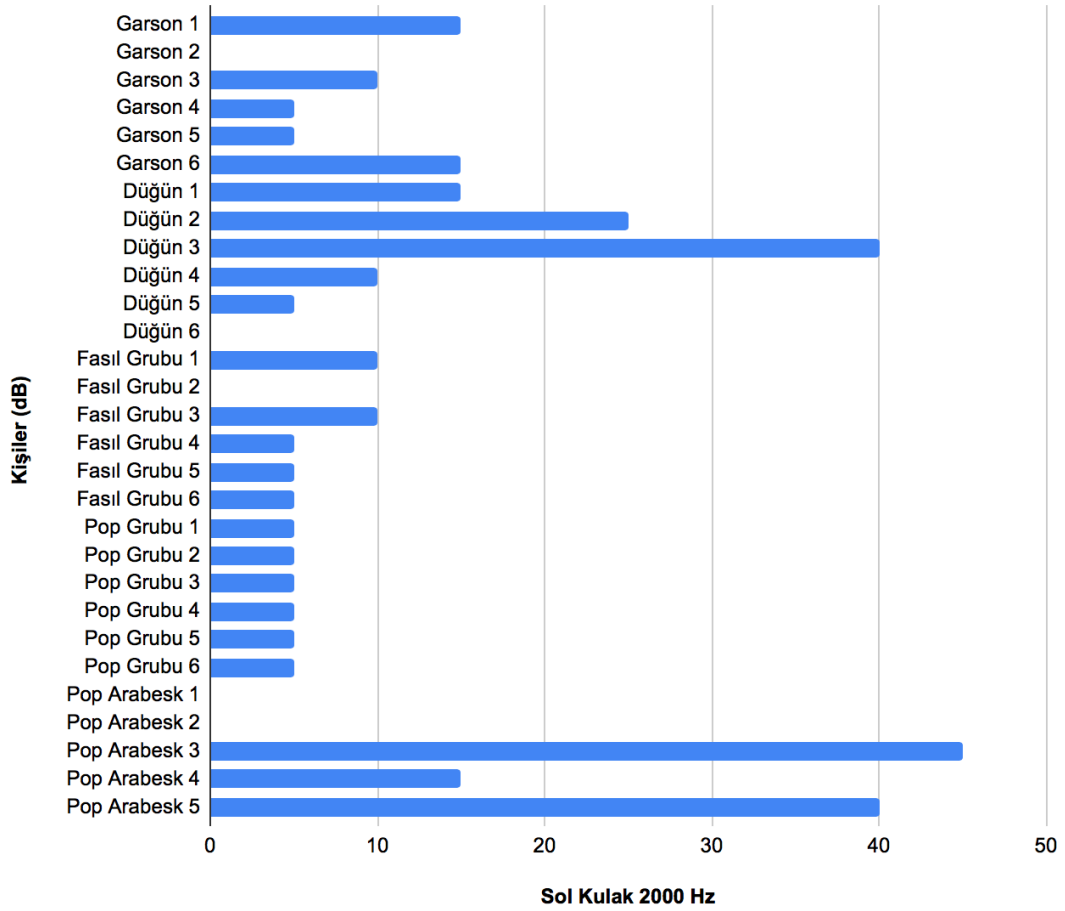
Şekil 4.3. Çalışma Grubunun Sağ Kulak 4 kHz Aralığındaki İşitme Test Sonuçlarının Çubuk Grafiği

Şekil 4.3' te yüksek sese maruz kalan çalışma grubunun sağ kulak 4000 Hz aralığında incelenen sonuçlara göre, 2 denek orta derecede, 2 denek hafif derecede GBİK yaşadığı görülmektedir. 6 denek üzerinde hafif derecede etkilenme olduğu gözlemlenmiştir. Geriye kalan diğer denekler ise işitme kaybı yaşamadıkları tespit edilmiştir.



şekil 4.4. Kontrol Grubunun Sağ Kulak 4 kHz Aralığındaki İşitme Test Sonuçlarının ubuk Grafiği

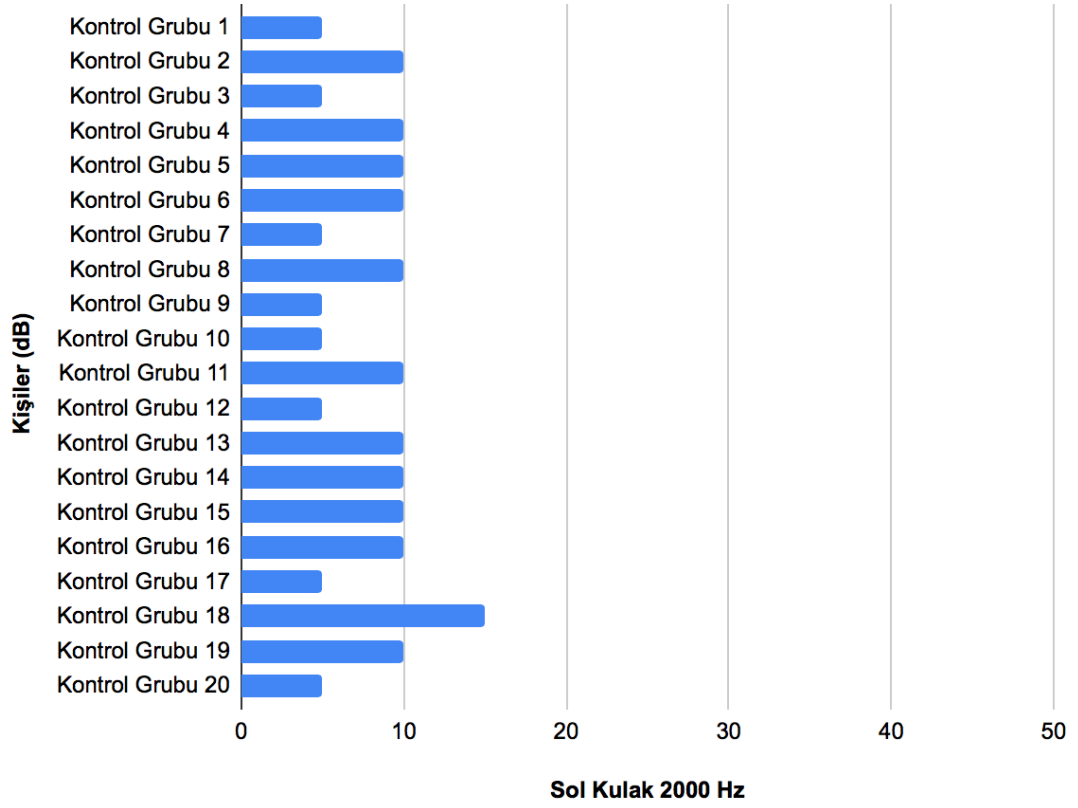
Kontrol grubunun sağ kulak 4000 Hz frekans aralığı incelendiğinde, 2 deneğin, hafif derecede etkilendiği görülmektedir. Geriye kalan diğer deneklerin işitme kaybı yaşadıkları söylenemez.



Şekil 4.5. Çalışma Grubunun Sol Kulak 2 kHz Aralığındaki İşitme Sonuçlarının Çubuk Grafiği

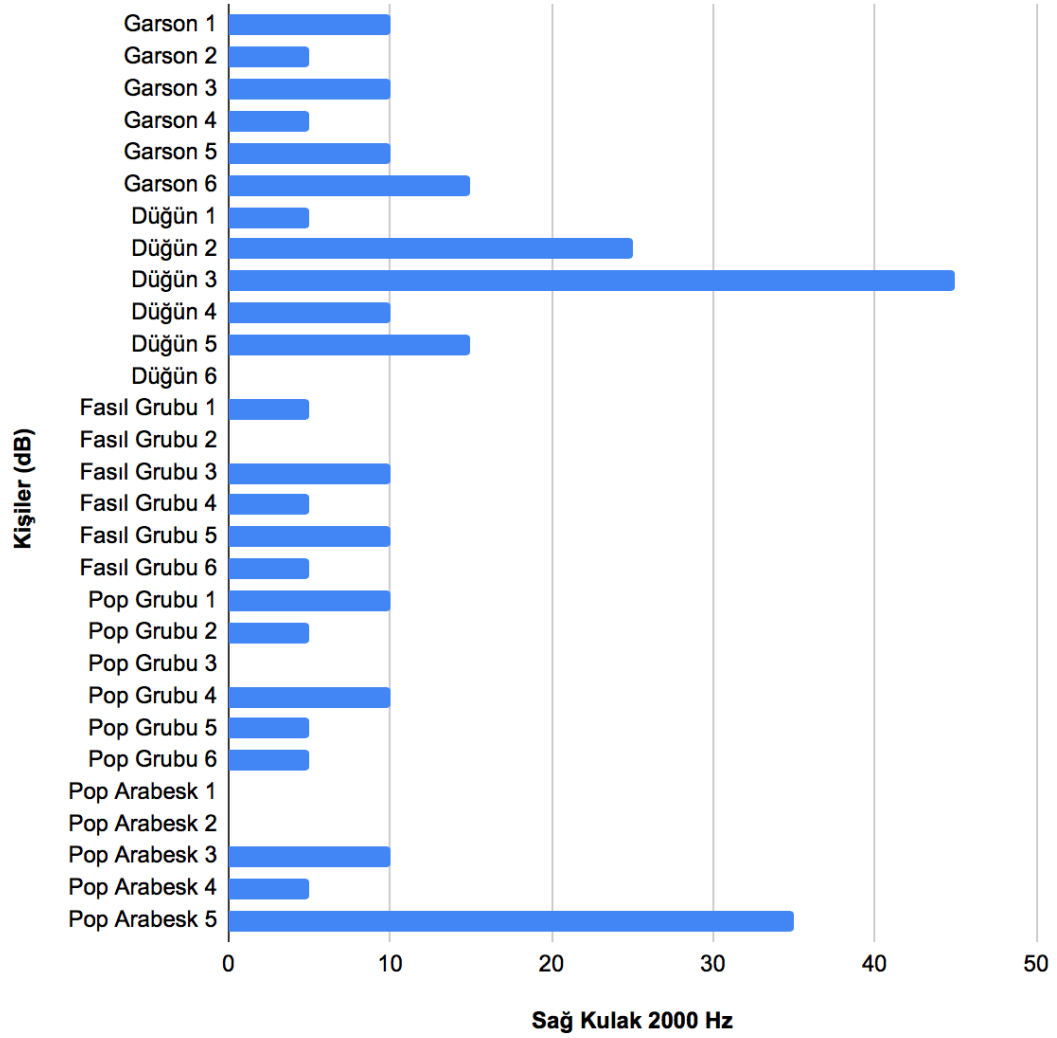
Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi sağ kulağın 2 kHz aralığındaki işitme testi sonuçlarına göre işitme kaybı yaşayan deneklerle, grafik 4.1 de işitme kaybı yaşayan deneklerin aynı olduğu görülmektedir. Aradaki fark, 4 kHz’ deki işitme sonuçlarından daha iyi bir işitmeye sahip oldukları görülmektedir. İnsan kulağının en hassas olduğu frekans aralığı 4 kHz arasında olduğu için ilk etapta gürültüye bağlı işitme kaybı, bu frekans aralığında gerçekleşmektedir. Daha sonra gürültüye maruz kalma süresinin uzaması durumunda (aynı durumun 8 kHz’ de görüldüğü gibi) GBİK’ in komşu frekanslara yayıldığı görülmektedir. Her ne kadar 4 kHz aralığındaki gibi işitme kaybı meydana gelmese de bu gürültü süresi, şiddeti ve miktarı uzaması durumunda diğer komşu frekanslarda olabileceği gibi bu frekans aralığında da daha fazla işitme kaybı meydana gelebilir. Sağ kulağın 2 kHz aralığında 1 denek orta derecede, 3 denek hafif

derecede işitme kaybı yaşadıkları görülmektedir. 4 deneginde hafif derecede etkilendiği tespit edilmiştir.



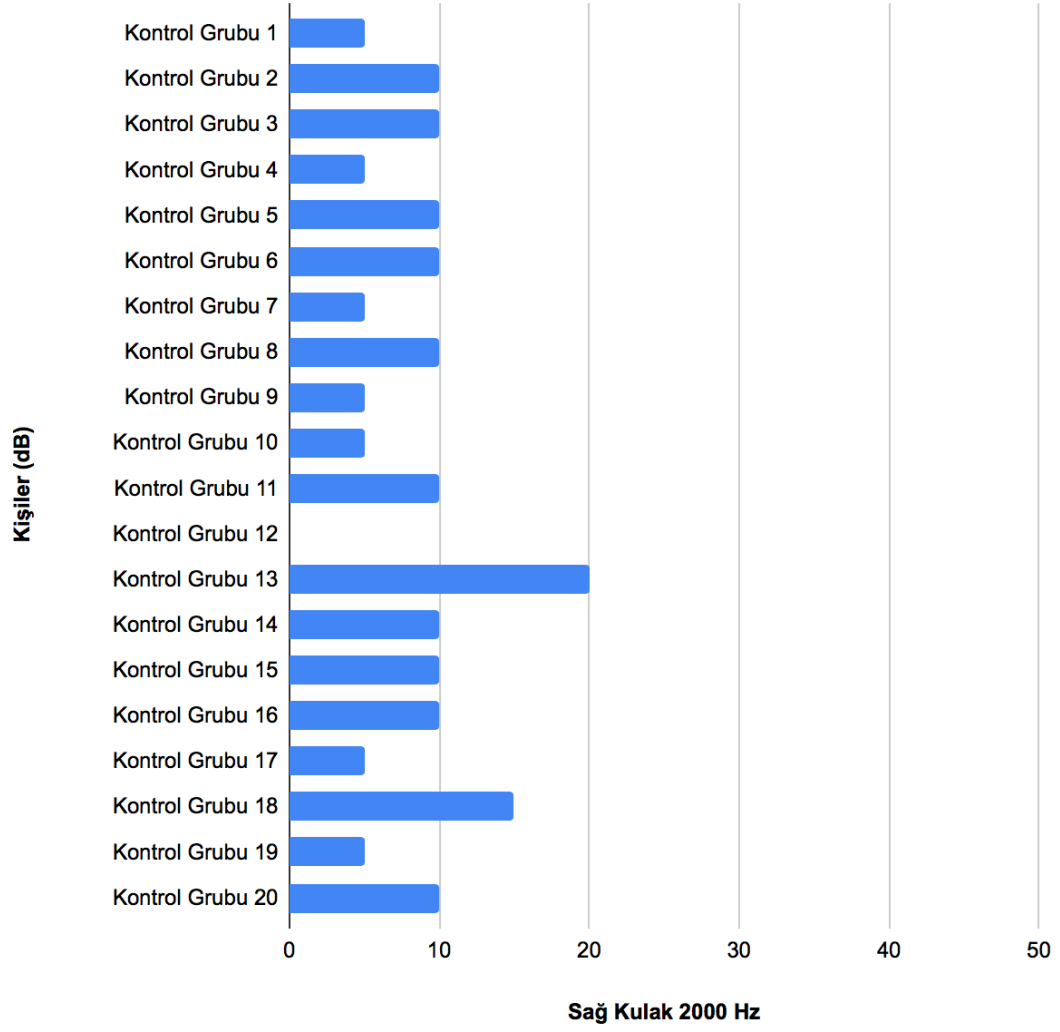
Şekil 4.6. Kontrol Grubunun Sol Kulak 2 kHz Aralığındaki İşitme Test Sonuçlarının Çubuk Grafiği

Kontrol grubunun sol kulak 2 kHz’ deki işitme test sonuçlarında 1 denek, hafif derecede etkilendiği ve geriye kalan diğer deneklerin ise işitme kaybı yaşamadığı görülmektedir.



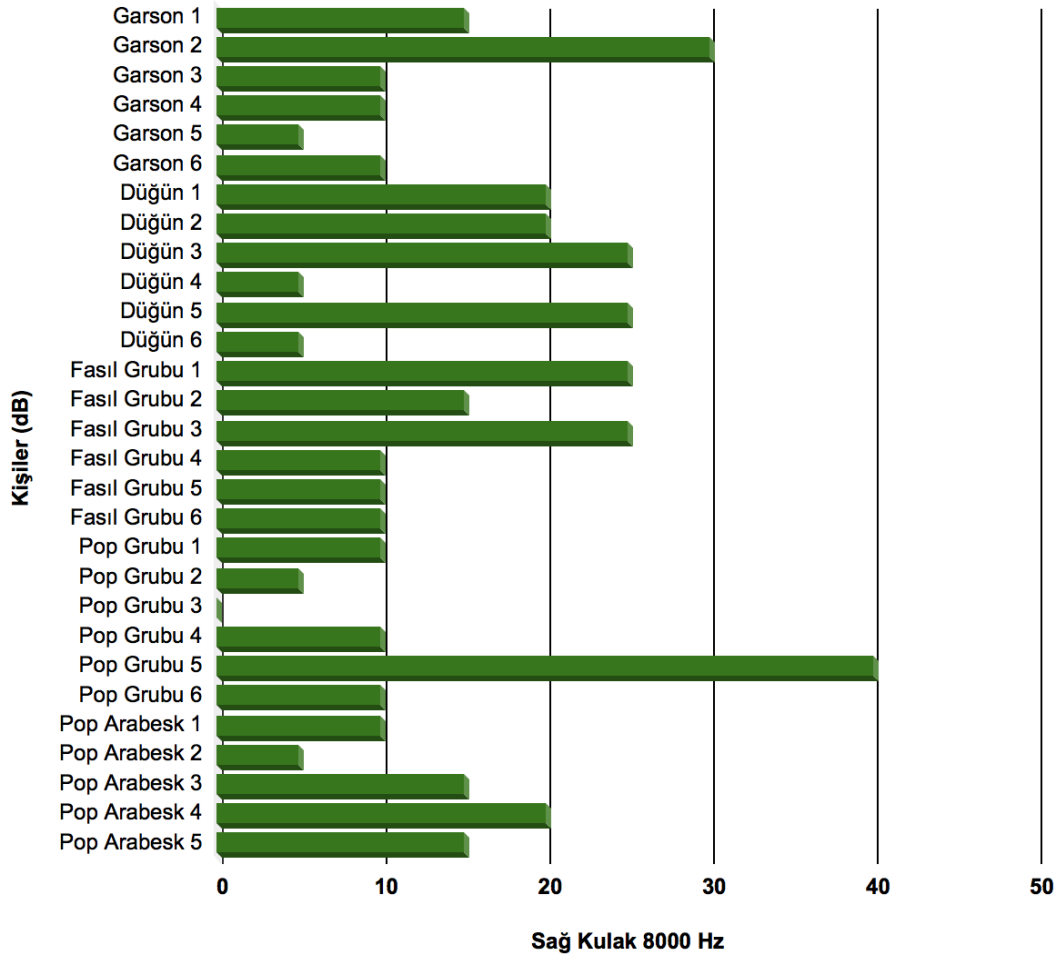
Şekil 4.7. Çalışma Grubunun Sağ Kulak 2 kHz Aralığındaki İşitme Sonuçlarının Çubuk Grafiği

Çalışma grubunun sağ kulak 2 kHz’ de 1 denek, orta derecede işitme kaybı yaşadığı 2 denek, hafif derecede işitme kaybı yaşadığı görülmektedir. Grafikte görülen 15 dB’ de işiten deneklerin de etkilendiği söylenebilir. Geriye kalan diğer deneklerin bu frekans aralığında işitme kaybı yaşadığı söylenemez.



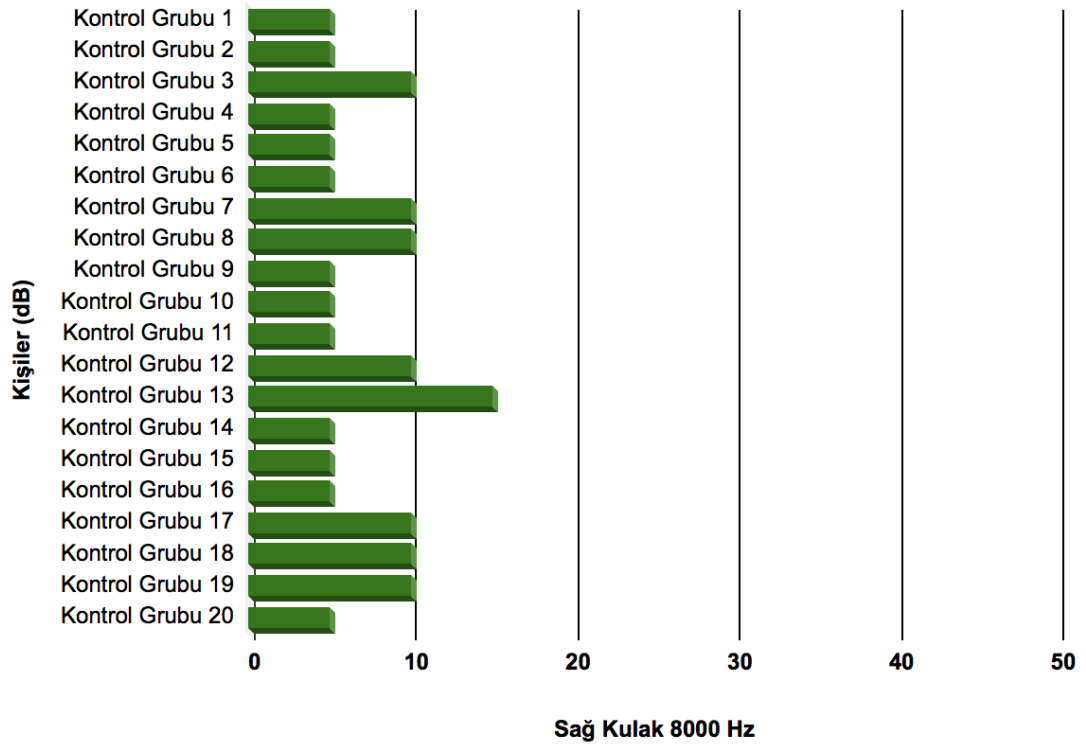
şekil 4.8. Kontrol Grubunun Sağ Kulak 2 kHz Aralığındaki İşitme Sonuçlarının ubuk Grafiği

Sağ kulak 4 kHz aralığında hafif derecede işitme kaybı yaşayan kontrol grubu, 2 kHz aralığında da neredeyse aynı sonuçlar görülmektedir. 1 denek hafif derecede işitme kaybı yaşarken, 1 denek ise etkilendiği söylenebilir. Geriye kalan diğer deneklerin işitme kaybı yaşamadığı görülmektedir.



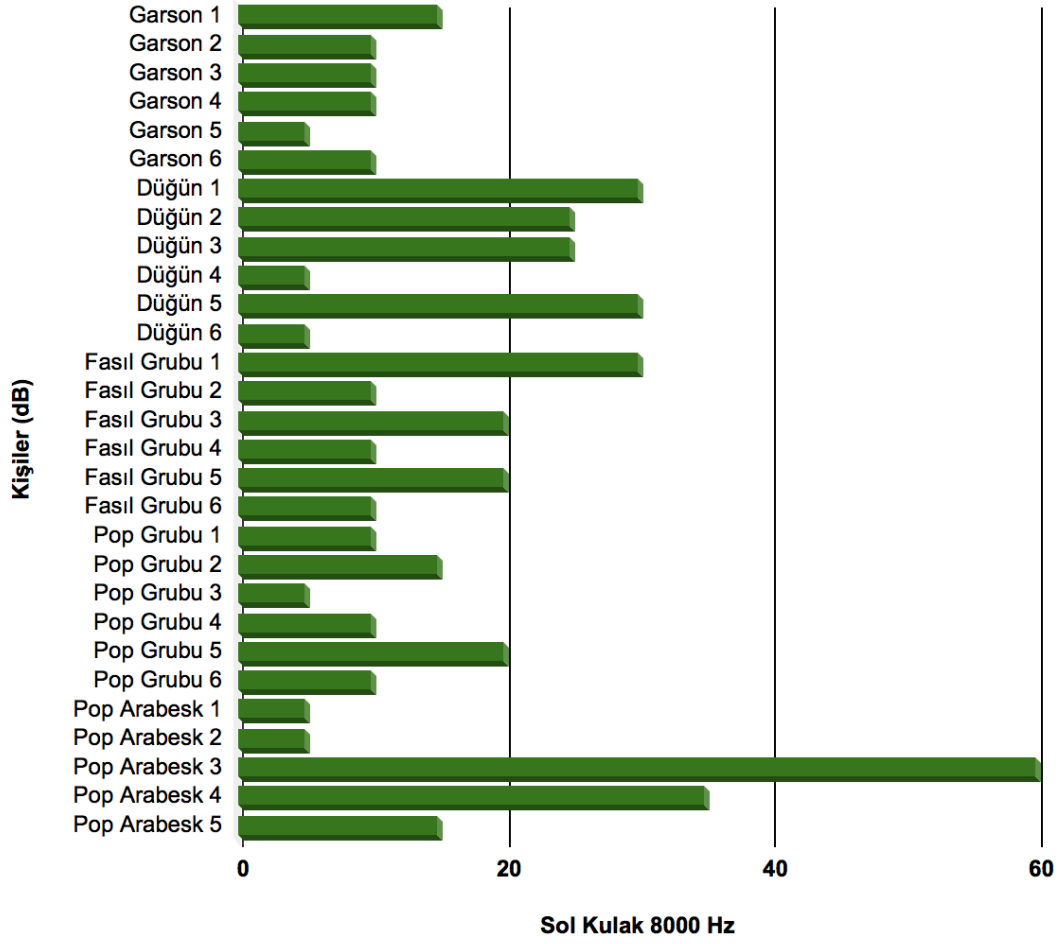
Şekil 4.9. Çalışma Grubunun Sağ Kulak 8 kHz Aralığındaki İşitme Test Sonuçlarının Çubuk Grafiği

Çalışma grubunun sağ kulak 8 kHz aralığının 4 kHz frekans aralığından pek de farksız olmadığı görülmektedir. Grafik 9’ da görülen işitme test sonuçlarının 4 kHz’ deki işitme kaybı yaşayan kişilere göre daha iyi olsa da bu frekans aralığında işitme kaybı yaşayan kişilerin, 4 kHz’ de işitme kaybı yaşayan kişilerle aynı oldukları görülmektedir. Yani; GBİK yaşayan kişiler, komşu frekanslara yayıldığı görülmektedir. Grafikte görüldüğü gibi bu frekans aralığında 9 denek hafif derecede işitme kaybı yaşadığı görülürken, 4 denek ise hafif derecede etkilendikleri görülmektedir.



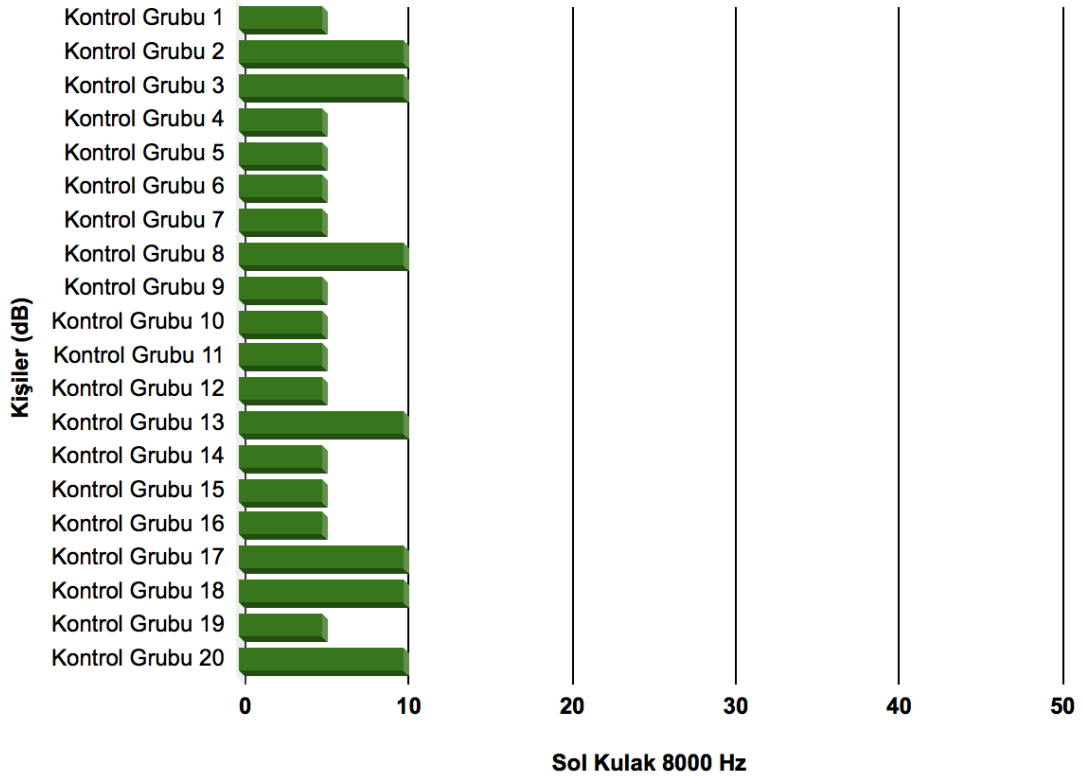
Şekil 4.10. Kontrol Grubunun Sağ Kulak 8 kHz Aralığındaki İşitme Test Sonuçlarının Çubuk Grafiği

Kontrol grubunun sağ kulak 8 kHz frekans aralığı incelendiğinde 1 denek, hafif derecede etkilendiği görülmektedir. Diğer deneklerin ise işitme kaybı yaşamadıkları ortaya çıkmıştır.



Şekil 4.11. Çalışma Grubunun Sol Kulak 8 kHz Aralığındaki İşitme Test Sonuçlarının Çubuk Grafiği

Çalışma grubunun sol kulak 8 kHz frekans aralığı incelendiğinde 1 denek orta derecede ağır işitme kaybı yaşadığı, 9 denek ise hafif derecede GBİK yaşadığı ve 3 deneğin de etkilendiği ortaya çıkmıştır. Geriye kalan diğer deneklerin işitme kaybı yaşamadığı görülmüştür.



şekil 4.12. Kontrol Grubunun Sol Kulak 8 kHz Aralığındaki İşitme Test Sonuçlarının ubuk Grafiği

İşitme test sonuçlarına göre kontrol grubunun sol kulak 8 kHz frekans aralığında hiçbir denek işitme kaybı yaşamadığı ortaya çıkmıştır.

Düğün

Yapılan kulak test sonuçlarından anlaşılacağı gibi GBİK' in en çok gerçekleştiği ve yapılan gürültü ölçümlerinde en yüksek gürültü miktarına maruz kalan ekip olduğu ortaya çıkmıştır. Aynı zamanda kontrol grubunun dışında, çalışma grubu içerisinde haftalık en çok çalışan ekip olduğu görülmüştür. Bu ekibin içerisinde tonmaister olarak görev yapan bir kişinin neredeyse hiç zarar görmediği tespit edilmiştir. Bu kişi, bilinçli bir şekilde gürültüden korunduğunu ifade etmektedir. Buna bağlı olarak, işitme kaybı yaşamadığı görülmüştür. Düğün grubunun yılda ortalama 6 veya 7 ay; haftada 6 gün çalıştıkları sonucuna ulaşılmıştır.

Güneydoğu ve Doğu Anadolu bölgesindeki düğünlerin uzun sürdüğü ve müzisyenlerin yüksek sese daha çok maruz kaldıkları, diğer müzisyenlere göre GBİK' in gerçekleşme olasılığının daha yüksek olduğu tahmin edilmektedir.

Pop-Arabesk

Pop arabesk grubu içerisinde yapılan incelemelerde, iki deneğin kulaklarında hafif derecede işitme kaybı olduğu gözlemlenmiştir. Bu deneklerle yapılan bireysel değerlendirmelerde kişilerin daha önce uzun süre düğün geçmişleri olduğunu ifade etmektedirler. Bu kişiler, düğün ekibinin çalıştığı mekanda yapılan gürültü ölçüm sonuçlarında görüldüğü gibi, uzun vadede çok yüksek sese maruz kaldıkları için GBİK yaşadıkları tespit edilmiştir. Bu grubun içerisinde aynı zamanda 1 denek, sadece sol kulağında bütün frekans aralığında işitme kaybı olduğu gözlemlenmiştir. Bu kişiyle yapılan görüşmelerde, sebebinin çocuklukta geçirdiği bir kaza sonucunda timperal membranı (kulak zarı) tamamıyla zarar gördüğü ortaya çıkmıştır.

Pop arabesk grubunun 1 yıl içerisinde ortalama 9 ay; 1 hafta içerisinde ise 3 gün çalıştıkları görülmüştür.

Pop

Pop grubunda 1 denek, hafif derecede kalıcı işitme kaybı yaşadığı gözlemlenmiştir. Geri kalan diğer deneklerde kalıcı bir işitme kaybı yaşadıkları söylenemez. İlginç olan bu grupta 1 denek, 8 kHz' de orta derecede işitme kaybı yaşadığı ortaya çıkmıştır. Bu durumun GBİK' den kaynaklandığı söylemek pek mümkün değil. Bu frekansta GBİK bağlı olması için 4 kHz' de de işitme kaybı gerçekleşmesi gerekirdi. Bunun sebebi farklı olarak; sigara, yaş, ototoksik ilaçları veya genetik faktörlerden kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

Bu grubun ortalama çalışma süresi 1 içerisinde 9 ay; 1 hafta içerisinde ise 2 gün çalıştıkları ortaya çıkmıştır.

Fasıl

İncelenen fasıl grubunun kulak testi sonuçlarına bakıldığında 1 denek, hafif derecede işitme kaybı yaşadığı ortaya çıkmıştır. Bu bireyle yapılan görüşme sonucunda, gruba sonradan dahil olduğunu ve uzun süre düğünlerde çalıştığını belirtmektedir. Sebebi önceki incelemelerde belirtildiği gibi düğünlerde uzun süre çalıştığından kaynaklı işitme

kaybı yaşadığı düşünülmektedir. Pop grubunda olduğu gibi bu grupta da 1 denek, 4 kHz’ de işitme kaybı yaşamadan 8 kHz’ de hafif derecede işitme kaybı yaşadığı görülmüştür. Geri kalan diğer deneklerde işitme kaybı görülmemektedir.

Fasıl grubunun ortalama yıllık çalışma süresi 9 ay; haftalık ise 3 gün olduğu sonucuna varılmıştır.

Garson

Kulak test ölçümü sonucunda bu grupta, bir kişi hafif derecede işitme kaybı yaşadığı görülmektedir. Geri kalan diğer kişilerin GBİK yaşamadığı görülmüştür.

Garson grubunun yılda ortalama 11 ay; haftada 6 gün çalıştığı ortaya çıkmıştır.

Kontrol Grubu

Kontrol grubunda yapılan test ölçüm sonuçlarına göre bir kişinin pop ve fasıl grubunda olduğu gibi GBİK’ den farklı olarak 2 kHz de hafif derecede işitme kaybı yaşadığı gözlemlenmiştir. Geri kalan diğer deneklerde GBİK yaşamadıkları tespit edilmiştir. Kontrol grubunun 1 yılda ortalama 11 veya 12 ay, haftada ise, 5 gün çalıştığı sonucuna varılmıştır.

4.4. Çalışma Grubunun 6 Ay Arayla Yapılan Kulak Testlerinin Karşılaştırılmasıyla Yönelik Bulgular ve Yorumlar

Çalışma grubu ve kontrol grubu olarak seçilen denekler üzerinde yapılan inceleme doğrultusunda çalışma grubunun 4 ve 8 kHz de işitme kaybı yaşadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu doğrultuda yüksek sese maruz kalan (çalışma grubu) deneklerin (n=27) 6 ay süreyle maruz kaldıkları ses şiddeti ve süresine bağlı olarak ön test ve son test şeklinde işitme testine tabi tutulmuşlardır. Test sonuçlarının bu süre içerisinde ses şiddetinin işitme sistemi üzerinde bir etkisi olup olmadığını karşılaştırmak için bağımlı t-testi tekniğinden yararlanılmıştır. Çalışma grubunda son teste katılmayan 2 denneğin ön test verileri de silinmiştir.

Tablo 4.8. Sağ ve Sol Kulak 250 Hz. de Son Test ve 6 Ay Öncesinde Yapılan Ön Test Arasında İstatistiksel Bir İlişki Olup Olmadığını Belirlemek Amacıyla Yapılan Bağımlı t-testi Sonuçları

Frekans	Ön Test	Son Test
Sağ250Hz	9,82 ± 0,82	10,19 ± 0,98
Sol250Hz	12,22 ± 1,49	13,33 ± 2,15

* P<0,05

Analiz sonuçları incelendiğinde sağ kulak 250 Hz ortalamaları bakımından, örnekleme zamanları arasında istatistiki farklılıklara rastlanılmadığı görülmektedir. Çünkü Sig. değeri 0.758 bulunmuştur ve bu değer 0.05 değerinden büyük bir değerdir. Ön test ve son test arasındaki korelasyon ise 0.134 derecede çok zayıf ilişki olduğu görülmektedir.

Sol kulak 250 Hz ortalamaları bakımından örnekleme zamanları arasındaki sig.(2-tailed) değerine bakıldığında 0.416 olduğu tespit edilmiştir. Bu da, sol kulak 250 Hz. de ön test ve son test sonuçlarının arasında anlamlı bir farklılık olmadığını göstermektedir. Ancak ön ve son testler arasında yüksek derecede bir korelasyon olduğu görülmüş (0.787) ve bu korelasyon 0.01 önem düzeyinde önemli bulunmuştur.

Tablo 4.9. Sağ ve Sol Kulak 500 Hz de Son Test ve 6 Ay Öncesinde Yapılan Ön Test Arasında İstatistiksel Bir İlişki Olup Olmadığını Belirlemek Amacıyla Yapılan Bağımlı t-testi Sonuçları.

Frekans	Ön Test	Son Test
Sağ500Hz	7,96 ± 0,61	9,26 ± 1,06
Sol500Hz	9,44 ± 1,20	11,67 ± 2,29

* P<0,05

Sağ kulak 500 Hz ortalamaları bakımından örnekleme zamanları arasında istatistiki farklılıklara rastlanılmadığı görülmektedir. Çünkü Sig. değeri, 0.199 bulunmuştur ve bu değer 0.05 değerinden büyük bir değerdir. Son test ve 6 ay öncesinde yapılan ön test arasında bir farklılık görülmediği, yani sol kulak 500 Hz' de bu süre içerisinde işitme kaybı yaşanmadığı, tespit edilmiştir. Ön test ve son test arasında zayıf düzeyde bir korelasyon görülmüş (0.406) ve bu korelasyon 0.05 önem düzeyinde, önemli bulunmuştur.

İstatistik analizler sonucu sol kulak 500 Hz’ de ön test ve son test arasında anlamlı (0.170) bir farklılık olmadığı görülmüştür ($P<0,05$). Ancak ön test ve son test arasında yüksek derecede bir korelasyon görülmüş (0.877) ve bu korelasyon 0.01 önem düzeyinde önemli bulunmuştur.

Tablo 4.10. Sağ ve Sol Kulak 1000 Hz’ de Son Test ve 6 Ay Öncesinde Yapılan Ön Test Arasında İstatistiksel Bir İlişki Olup Olmadığını Belirlemek Amacıyla Yapılan Bağımlı *t*-testi Sonuçları.

Frekans	Ön Test	Son Test
Sağ1000Hz	6,67 ± 0,053	5,74 ± 0,69
Sol1000Hz	8,15 ± 1,23	7,78 ± 1,37

* $P<0,05$

Tablo 4.10’ da analiz sonuçları incelendiğinde, sağ kulak 1000 Hz ön test ve son test sig.(2-tailed) değeri 0.117 bulunmuştur. Bu durum, anlamlı bir farklılık olmadığı sonucunu göstermektedir ($P<0,05$). Ancak ön ve son test arasında zayıf derecede bir korelasyon görülmüş (0.451) ve bu korelasyon 0.05 önem düzeyinde önemli bulunmuştur.

İstatistik analiz sonucu sol kulak 1000 Hz ön test ve son test sig.(2-tailed) değeri 0.574 olduğu görülmüştür. Bu değer, örnekleme zamanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığını göstermektedir($P<0,05$). Ön test ve son test korelasyon katsayısına bakıldığında (0.885) yüksek derecede ilişki olduğu görülmüş ve bu korelasyon 0.01 önem düzeyinde önemli bulunmuştur.

Tablo 4.11. Sağ ve Sol Kulak 2000 Hz’ de Son Test ve 6 Ay Öncesinde Yapılan Ön Test Arasında İstatistiksel Bir İlişki Olup Olmadığını Belirlemek Amacıyla Yapılan Bağımlı *t*-testi Sonuçları.

Frekans	Ön Test	Son Test
Sağ2000Hz	7,59 ± 1,94	9,07 ± 2,05
Sol2000Hz	8,52 ± 2,19	10,74 ± 2,44*

* $P<0,05$

Tablo incelendiğinde sağ kulak 2000 Hz’ de ön test ve son test arasında anlamlı farklılık olmadığı görülmüştür (sig. değeri 0.161). Ön test ve son test arasında yüksek derecede bir korelasyon görülmüş (0.869) ve bu korelasyon 0.01 önem düzeyinde önemli bulunmuştur.

Sol kulak 2000 Hz’ de ön test ve son test arasında ortalamalar bazında anlamlı farklılık olduğu görülmüştür (sig. değeri 0.043). Aynı zamanda iki test arasında çok yüksek derecede bir korelasyon görülmüş (0.904) ve bu korelasyon 0.01 önem düzeyinde önemli bulunmuştur.

Tablo 4.12. Sağ ve Sol Kulak 4000 Hz’ de Son Test ve 6 Ay Öncesinde Yapılan Ön Test Arasında İstatistiksel Bir İlişki Olup Olmadığını Belirlemek Amacıyla Yapılan Bağımlı t-testi Sonuçları.

Frekans	Ön Test	Son Test
Sağ4000Hz	12,96 ± 2,86	13,89 ± 2,86
Sol4000Hz	15,37 ± 2,91	19,26 ± 3,22*

* P<0,05

Analiz sonuçları incelendiğinde sağ 4000 Hz ortalamaları bakımından örnekleme zamanları arasında istatistiki farklılıklara rastlanılmadığı görülmektedir. Çünkü Sig. değeri 0.345 bulunmuş ve bu değer 0.05 değerinden büyük bir değerdir. Ancak ön test ve son test arasında çok yüksek derecede bir korelasyon görülmüş (0,943) ve bu korelasyon 0.01 önem düzeyinde önemli bulunmuştur.

Tablo incelendiğinde sol 4000 Hz’ de ön ve son test ortalamalar bazında farklılıklar olduğu görülmüştür (sig. değeri 0.011). Aynı zamanda iki test arasında yüksek derecede bir korelasyon görülmüş (0.898) ve bu korelasyon 0.01 önem düzeyinde önemli bulunmuştur.

Tablo 4.13. Sağ ve Sol Kulak 8000 Hz’ de Son Test ve 6 Ay Öncesinde Yapılan Ön Test Arasında İstatistiksel Bir İlişki Olup Olmadığını Belirlemek Amacıyla Yapılan Bağımlı t-testi Sonuçları.

Frekans	Ön Test	Son Test
Sağ8000Hz	13,33 ± 1,22	14,07 ± 1,77
Sol8000Hz	13,89 ± 2,56	16,67 ± 2,40*

* P<0,05

Yapılan istatistik analizi sonucu tablo incelendiğinde sağ 8000 Hz’ de örnekleme zamanları arasında istatistiki farklılıklara rastlanılmadığı görülmektedir. Çünkü Sig. değeri 0.615 bulunmuştur ve bu değer 0.05 değerinden büyük bir değerdir. Ancak ön ve son test arasında yüksek derecede bir korelasyon görülmüş (0,759) ve bu korelasyon 0.01 önem düzeyinde önemli bulunmuştur.

Tablo incelendiğinde sol 8000 Hz’ de farklı zamanlarda yapılan analizlerde ön test ve son test arasında ortalamalar bazında farklılıklar olduğu görülmüştür (sig. değeri 0.037). Aynı zamanda iki test arasında yüksek derecede bir korelasyon görülmüş (0.873) ve bu korelasyon 0.01 önem düzeyinde önemli bulunmuştur.

4.5. Kontrol Grubunun 6 Ay Arayla Yapılan Kulak Testlerinin Karşılaştırılmasıyla Yönelik Bulgular ve Yorumlar

Kontrol grubunun 6 ay aylık süre içerisinde işitme sistemi üzerinde bir farklılık olup olmadığını ortaya çıkarmak için bağımlı *t*-testi tekniğinden yararlanılarak, N=20 denek üzerinde ön test ve son test şeklinde yapılan işitme testleri karşılaştırılmıştır.

Tablo 4.14. Sağ ve Sol Kulak 250 Hz de Kontrol Grubundan İlk Alınan Örnekler, 6 Ay Sonra Alınan Örneklerle Göre Farklılık Göstermekte midir?

Frekans	Ön Test	Son Test
Sağ250Hz	7,50 ± 0,68	7,50 ± 0,57
Sol250Hz	8,75 ± 0,71	8,5 ± 0,82

* P<0,05

Analiz sonuçları incelendiğinde sağ kulak 250 Hz ortalamaları bakımından örnekleme zamanları arasında istatistiki farklılıklara rastlanılmadığı görülmektedir. Çünkü, sig.(2-tailed) değeri 1,000 bulunmuştur ve bu değer 0.05 değerinden büyük bir değerdir. Korelasyon ise 0.845 düzeyinde ve istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Sol kulak 250 Hz ortalamaları bakımından örnekleme zamanları arasında istatistiki farklılıklara rastlanılmadığı görülmektedir. Çünkü, sig.(2-tailed) değeri 0.330 bulunmuştur ve bu değer 0.05 değerinden büyük bir değerdir. Ancak ön ve son testler arasında çok yüksek bir korelasyon görülmüş (0,956) ve bu korelasyon 0.01 önem düzeyinde önemli bulunmuştur.

Tablo 4.15. Sağ ve Sol Kulak 500 Hz de Kontrol Grubundan İlk Alınan Örnekler, 6 Ay Sonra Alınan Örneklerle Göre Farklılık Göstermekte midir?

Frekans	Ön Test	Son Test
Sağ500Hz	8,50 ± 0,64	8,75 ± 0,62
Sol500Hz	9,00 ± 0,86	8,5 ± 0,9

* P<0,05

Sağ kulak 500 Hz ortalamaları bakımından örnekleme zamanları arasında istatistiki farklılıklara rastlanılmadığı görülmüştür. Çünkü, sig. (2-tailed) değeri 0.330 bulunmuştur ve bu değer 0.05 değerinden büyük bir değerdir. Ancak ön ve son testler arasında çok yüksek düzeyde bir korelasyon görülmüş (0,921) ve bu korelasyon 0.01 önem düzeyinde önemli bulunmuştur.

İstatistik analiz sonuçları incelendiğinde sol kulak 500 Hz ortalamaları bakımından örnekleme zamanları arasında istatistiki farklılıklara rastlanılmadığı görülmektedir. Çünkü, sig.(2-tailed) değeri 0.163 bulunmuştur ve bu değer 0.05 değerinden büyük bir değerdir. Ancak ön ve son testler arasında çok yüksek bir korelasyon görülmüş (0,924) ve bu korelasyon 0.01 önem düzeyinde önemli bulunmuştur.

Tablo 4.16. Sağ ve Sol Kulak 1000 Hz de Kontrol Grubundan İlk Alınan Örnekler, 6 Ay Sonra Alınan Örneklerle Göre Farklılık Göstermekte midir?

Frekans	Ön Test	Son Test
Sağ1000Hz	8,75 ± 0,88	8,50 ± 0,82
Sol1000Hz	9,00 ± 0,69	8,50 ± 0,64

* P<0,05

Analiz sonuçları incelendiğinde sağ 1000 hz ortalamaları bakımından örnekleme zamanları arasında istatistiki farklılıklara rastlanılmadığı görülmektedir. Çünkü, sig.(2-tailed) değeri 0.716 bulunmuştur ve bu değer 0.05 değerinden büyük bir değerdir. Ancak ön ve son testler arasında orta bir korelasyon görülmüş (0,685) ve bu korelasyon 0.01 önem düzeyinde önemli bulunmuştur.

Tablo 4.16’ da analiz sonuçları incelendiğinde, sol kulak 1000 Hz ortalamaları bakımından örnekleme zamanları arasında istatistiki farklılıklara rastlanılmadığı görülmüştür. Çünkü, sig.(2-tailed) değeri 0.163 bulunmuştur ve bu değer 0.05 değerinden büyük bir değerdir. Ancak ön ve son testler arasında yüksek bir korelasyon görülmüş (0,868) ve bu korelasyon 0.01 önem düzeyinde önemli bulunmuştur.

Tablo 4.17. Sağ ve Sol Kulak 2000 Hz de Kontrol Grubundan İlk Alınan Örnekler, 6 Ay Sonra Alınan Örneklerle Göre Farklılık Göstermekte midir?

Frekans	Ön Test	Son Test
Sağ2000Hz	8,50 ± 0,97	8,75 ± 0,88
Sol2000Hz	8,25 ± 0,66	8,00 ± 0,76

* P<0,05

Yapılan istatistik analizi sonucu tablo incelendiğinde sağ kulak 2000 Hz ortalamaları bakımından örnekleme zamanları arasında istatistiki farklılıklara rastlanılmadığı görülmüştür. Çünkü, sig.(2-tailed) değeri 0.330 bulunmuştur ve bu değer 0.05 değerinden büyük bir değerdir. Ancak ön ve son testler arasında çok yüksek bir korelasyon görülmüş (0,968) ve bu korelasyon 0.01 önem düzeyinde önemli bulunmuştur.

Tablo 4.17 incelendiğinde sol kulak 2000 Hz farklı zamanlarda yapılan analizler de ön ve son testler arasında ortalamalar bazında farklılıklar olmadığı görülmüştür (sig. 2-tailed değeri 0,330). Aynı zamanda iki test arasında çok yüksek bir korelasyon görülmüş (0.948) ve bu korelasyon 0.01 önem düzeyinde önemli bulunmuştur

Tablo 4.18. Sağ ve Sol Kulak 4000 Hz de Kontrol Grubundan İlk Alınan Örnekler, 6 Ay Sonra Alınan Örneklerle Göre Farklılık Göstermekte midir?

Frekans	Ön Test	Son Test
Sağ4000Hz	6,75 ± 0,75	6,50 ± 0,64
Sol4000Hz	6,25 ± 0,71	16,25 ± 0,71

* P<0,05

Tablo 4.18’ deki analiz sonuçları incelendiğinde sağ kulak 4000 Hz ortalamaları bakımından örnekleme zamanları arasında istatistiki farklılıklara rastlanılmadığı görülmektedir. Çünkü, sig.(2-tailed) değeri 0.330 bulunmuştur ve bu değer 0.05 değerinden büyük bir değerdir. Ancak ön ve son testler arasında çok yüksek bir korelasyon görülmüş (0,948) ve bu korelasyon 0.01 önem düzeyinde önemli bulunmuştur. İstatistik analizi sonucu sol kulak 4000 Hz de farklı zamanlarda yapılan testler benzer veya aynı olduğu için herhangi bir farklılığa rastlanılmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 4.19. Sağ ve Sol Kulak 8000 Hz de Kontrol Grubundan İlk Alınan Örnekler, 6 Ay Sonra Alınan Örneklerle Göre Farklılık Göstermekte midir?

Frekans	Ön Test	Son Test
Sağ8000Hz	7,25 ± 0,68	7,00 ± 0,76
Sol8000Hz	6,75 ± 0,54	6,75 ± 0,54

* P<0,05

Analiz sonuçları incelendiğinde sağ 8000 Hz ortalamaları bakımından örnekleme zamanları arasında istatistiki farklılıklara rastlanılmadığı görülmüştür. Çünkü, sig. (2-tailed) değeri 0.330 olarak bulunmuştur ve bu değer 0.05 değerinden büyük bir değerdir. Ancak ön ve son testler arasında çok yüksek bir korelasyon görülmüş (0,946) ve bu korelasyon 0.01 önem düzeyinde önemli bulunmuştur. Aynı şekilde sol kulak 8000 Hz de farklı zamanlarda yapılan testlerde benzer veya aynı olduğu için herhangi bir farklılığa rastlanılmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

4.6. Mekanlarda Yapılan Ölçümlerin Gruplara Göre Ses Şiddetinin Bulguları ve Yorumları

Yapılan ses şiddetini ya da gürültü ölçümlerinin çevre mühendisleri, teknik ekibiyle beraber ölçüm sistemleri hazırlanmış, daha önceden cihazın kalibrasyonu yapılmış ve canlı performansların olduğu esnada ölçümler alınmıştır. Gürültüye maruz kalan bireyler tespit edildikten sonra gürültü kaynağına yönelik amaç doğrultusunda 3 farklı noktadan ve 3 profilden ölçümler alınmıştır. Ölçümler alınırken cihazın konumu dikkatlice seçilmiştir.

Ölçümler yapılırken esas alınan standart veya ölçüm yönteminin aşamaları, akşam zaman diliminde TS 9315 ISO 1996-1 ve TS ISO 1996-2 standartlarına uygun şekilde 1/3 oktav bandında gerçekleştirilmiştir. Yapılan ölçümlerde frekans ağırlıklandırma A ve C frekans ağırlıklandırma, zaman ağırlıklandırma olarak hızlı (FAST) ve darbe (Impulse) kullanılmıştır. Bu doğrultuda, mekanlarda yapılan ölçümlerin sonuçları tablo şeklinde aşağıda gösterilmektedir.



Tablo 4.20. Mekan A'nın 1. Noktadaki Gürültü Ölçüm Sonuçları

Day	Hour	Profile	Filter	Detector	Elapsed time	Units	Lpeak	Lmax	Lmin	SPL	Leq	SEL
d.M.yyyy	HH:mm:ss				hh:mm:ss							
14.12.2018	21:52:30	P1	A	Fast	00:10:00	dB	121	105,8	71,5	100,3	95,5	123,28
14.12.2018	21:52:30	P2	C	Fast	00:10:00	dB	122,4	110,2	74,5	105,6	101,1	128,88
14.12.2018	21:52:30	P3	A	Impulse	00:10:00	dB	121	108	74,6	101,5	95,5	123,28

Tablo 4.21. Mekan A'nın 2. Noktadaki Gürültü Ölçüm Sonuçları

Day	Hour	Profile	Filter	Detector	Elapsed time	Units	Lpeak	Lmax	Lmin	SPL	Leq	SEL
d.M.yyyy	HH:mm:ss				hh:mm:ss							
14.12.2018	22:03:36	P1	A	Fast	00:10:00	dB	124,9	109	68,6	99,9	98	125,78
14.12.2018	22:03:36	P2	C	Fast	00:10:00	dB	126,8	112,6	73,3	108	103,7	131,48
14.12.2018	22:03:36	P3	A	Impulse	00:10:00	dB	124,9	111,3	71,3	101,1	98	125,78

Tablo 4.22. Mekan A'nın 3. Noktadaki Gürültü Ölçüm Sonuçları

Day	Hour	Profile	Filter	Detector	Elapsed time	Units	Lpeak	Lmax	Lmin	SPL	Leq	SEL
d.M.yyyy	HH:mm:ss				hh:mm:ss							
14.12.2018	22:14:20	P1	A	Fast	00:10:00	dB	118,4	105,8	69,6	99,5	96,5	124,28
14.12.2018	22:14:20	P2	C	Fast	00:10:00	dB	121,9	111,2	73,3	107,1	102,9	130,68
14.12.2018	22:14:20	P3	A	Impulse	00:10:00	dB	118,4	107,9	73	102,3	96,5	124,28

Prosedür doğrultusunda yapılan ölçümlerde, mekan A'da çalışan fasıl grubunun maruz kaldığı eş değer gürültü seviyesi $Leq = 98$ dBA olduğu görülmektedir. Diğer noktalarda ölçülen sonuçlar, $Leq = 95$ ve 96 dBA olmuştur. Bu noktalar garson ve dinleyicilerin maruz kaldığı gürültü seviyesi olarak değerlendirilmiştir. Fasıl grubunun maruz kaldığı 2. noktadaki sahne içi ses şiddeti ölçümleri, $L_{peak} = 124,9$, $L_{max} = 109$, $L_{min} = 68,6$, $SPL = 99,9$ ve $SEL = 125,78$ dBA olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bütün mekanlarda olduğu gibi mekan A'da da akşam saatleri içerisinde 3 farklı noktada 10 dakika boyunca zaman ağırlıklandırma olarak hızlı ve darbe şeklinde ses şiddeti ölçümleri alınmıştır. Frekans ağırlıklandırmaları olarak dBA ve dBC kullanılmıştır. Yapılan ölçüm, tablolarla görüldüğü gibi sahne içinde alınan ölçümlerde en yüksek değerler olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sahne içinde alınan ölçümün 1. noktaya göre $Leq = 2,5$ dBA 3. noktaya göre $1,5$ dBA ses şiddeti farkı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 4.23. Mekan B'nin 1. Noktadaki Gürültü Ölçüm Sonuçları

Day	Hour	Profile	Filter	Detector	Elapsed time	Units	Lpeak	Lmax	Lmin	SPL	Leq	SEL
d.M.yyyy	HH:mm:ss				hh:mm:ss							
15.12.2018	21:40:14	P1	A	Fast	00:10:00	dB	124,3	109,3	66,2	99,2	100	127,78
15.12.2018	21:40:14	P2	C	Fast	00:10:00	dB	127,6	115,7	70,7	112,7	107,5	135,28
15.12.2018	21:40:14	P3	A	Impulse	00:10:00	dB	124,3	111,1	71,3	101,9	100	127,78

Tablo 4.24. Mekan B'nin 2. Noktadaki Gürültü Ölçüm Sonuçları

Day	Hour	Profile	Filter	Detector	Elapsed time	Units	Lpeak	Lmax	Lmin	SPL	Leq	SEL
d.M.yyyy	HH:mm:ss				hh:mm:ss							
15.12.2018	21:51:26	P1	A	Fast	00:10:00	dB	119,4	106	60,6	95,9	94,8	122,58
15.12.2018	21:51:26	P2	C	Fast	00:10:00	dB	123,3	111,5	68,3	104,4	102,8	130,58
15.12.2018	21:51:26	P3	A	Impulse	00:10:00	dB	119,4	107,4	70,8	98,2	94,8	122,58

Tablo 4.25. Mekan B'nin 3. Noktadaki Gürültü Ölçüm Sonuçları

Day	Hour	Profile	Filter	Detector	Elapsed time	Units	Lpeak	Lmax	Lmin	SPL	Leq	SEL
d.M.yyyy	HH:mm:ss				hh:mm:ss							
15.12.2018	22:02:02	P1	A	Fast	00:10:00	dB	116,1	101,6	62,3	85,1	91,2	118,98
15.12.2018	22:02:02	P2	C	Fast	00:10:00	dB	122,4	112,5	68,5	102,5	101,4	129,18
15.12.2018	22:02:02	P3	A	Impulse	00:10:00	dB	116,1	103,9	71,8	87,2	91,2	118,98

B mekanında çalışan pop arabesk grubunun maruz kaldığı ses şiddet seviyesini elde etmek için yapılan ölçümler doğrultusunda $Leq = 100$ dBA'ya maruz kaldıkları sonucuna ulaşılmıştır. Eş değer gürültü seviyesinin dışında peak değerinin 124,3 dBA, $L_{max} = 109,3$ dBA, $L_{min} = 66,2$ dBA, SPL= 99,2 ses etkilenim düzeyi ise(SEL) 127,78 olduğu görülmüştür.

3 farklı noktada ses şiddeti ölçümü alınsa da çalışma doğrultusunda incelenen gruba yakın olan nokta baz alınmıştır. Bu nokta ise 1. nokta olmuştur. Diğer 2 ve 3. noktalarda alınan ölçümler ise dinleyici ve çalışanların maruz kaldıkları gürültü olduğu ispatlanmıştır. Sahne içinde alınan ölçümün 2. noktaya göre $Leq = 5,2$ dBA, 3. noktaya göre 8,8 dBA ses şiddeti farkı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.



Tablo 4.26. Mekan C'nin 1. Noktadaki Gürültü Ölçüm Sonuçları

Day	Hour	Profile	Filter	Detector	Elapsed time	Units	Lpeak	Lmax	Lmin	SPL	Leq	SEL
d.M.yyyy	HH:mm:ss				hh:mm:ss							
9.2.2019	20:55:04	P1	A	Fast	00:10:00	dB	120,3	107,2	75,7	100	99,2	126,98
9.2.2019	20:55:04	P2	C	Fast	00:10:00	dB	126,5	111,3	79	107	104	131,78
9.2.2019	20:55:04	P3	A	Impulse	00:10:00	dB	120,3	108,2	83,8	103,7	99,2	126,98

Tablo 4.27. Mekan C'nin 2. Noktadaki Gürültü Ölçüm Sonuçları

Day	Hour	Profile	Filter	Detector	Elapsed time	Units	Lpeak	Lmax	Lmin	SPL	Leq	SEL
d.M.yyyy	HH:mm:ss				hh:mm:ss							
9.2.2019	21:05:56	P1	A	Fast	00:10:00	dB	118,9	107,7	74,5	99,9	96,6	124,38
9.2.2019	21:05:56	P2	C	Fast	00:10:00	dB	125,9	112,9	77,5	102,6	101,2	128,98
9.2.2019	21:05:56	P3	A	Impulse	00:10:00	dB	118,9	109,7	82,4	101,6	96,6	124,38

Tablo 4.28. Mekan C'nin 3. Noktadaki Gürültü Ölçüm Sonuçları

Day	Hour	Profile	Filter	Detector	Elapsed time	Units	Lpeak	Lmax	Lmin	SPL	Leq	SEL
d.M.yyyy	HH:mm:ss				hh:mm:ss							
9.2.2019	21:18:00	P1	A	Fast	00:10:00	dB	124,9	115,5	77,3	100,3	105,2	132,98
9.2.2019	21:18:00	P2	C	Fast	00:10:00	dB	130,1	121,8	79,4	105,7	110,9	138,68
9.2.2019	21:18:00	P3	A	Impulse	00:10:00	dB	124,9	117,9	83,2	101,9	105,2	132,98

Düğün grubunun çalıştığı C mekanda 3 farklı noktada alınan ölçümlerin sonuçları, diğer gruplara göre daha yüksek ses şiddetine maruz kaldığı görülmüştür. Sahne içinden alınan ölçüm (3.nokta) ise diğer ölçümlere göre daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Tablo 4.28’ de görüldüğü gibi 10 dakikalık ölçüm boyunca toplanan ses şiddetinin ortalama eş değer ses basınç seviyesi $Leq=105$ dBA olduğu görülmüştür. L_{peak} ortalama 124,9 dBA, $L_{max}=115,5$, $L_{min}=77,3$, $SPL=100,3$ ve $SEL= 132$ dBA olduğu gözlemlenmiştir. Cihazın aynı anda 3 profilden aldığı sonuçlara göre darbe ağırlıklandırma ölçümlerinin ve dBA hızlı ağırlıklandırmadaki ölçümlerin arasında çok büyük farklılıklar olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Diğer 1 ve 2. ölçüm noktalarında, çalışan ve dinleyicilerin maruz kaldığı ses şiddeti olarak değerlendirilmiştir. Sahne içinde alınan ölçümün 1. noktaya göre Leq 6 dBA, 3. noktaya göre 8,6 dBA ses şiddeti farkı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 4.29. Mekan D'nin 1. Noktadaki Gürültü Ölçüm Sonuçları

Day	Hour	Profile	Filter	Detector	Elapsed time	Units	Lpeak	Lmax	Lmin	SPL	Leq	SEL
d.M.yyyy	HH:mm:ss				hh:mm:ss							
15.12.2018	22:29:14	P1	A	Fast	00:10:00	dB	132,5	117,7	72,4	95,3	103,1	130,88
15.12.2018	22:29:14	P2	C	Fast	00:10:00	dB	132,1	118,8	74,9	96	107,4	135,18
15.12.2018	22:29:14	P3	A	Impulse	00:10:00	dB	132,5	120,7	76,6	96,8	103,1	130,88

Tablo 4.30. Mekan D'nin 2. Noktadaki Gürültü Ölçüm Sonuçları

Day	Hour	Profile	Filter	Detector	Elapsed time	Units	Lpeak	Lmax	Lmin	SPL	Leq	SEL
d.M.yyyy	HH:mm:ss				hh:mm:ss							
15.12.2018	22:40:14	P1	A	Fast	00:10:00	dB	124,3	107,3	71,2	105,2	97,4	125,18
15.12.2018	22:40:14	P2	C	Fast	00:10:00	dB	124	111,5	74,4	110,2	104,1	131,88
15.12.2018	22:40:14	P3	A	Impulse	00:10:00	dB	124,3	110,3	79,7	107,2	97,4	125,18

Tablo 4.31. Mekan D'nin 3. Noktadaki Gürültü Ölçüm Sonuçları

Day	Hour	Profile	Filter	Detector	Elapsed time	Units	Lpeak	Lmax	Lmin	SPL	Leq	SEL
d.M.yyyy	HH:mm:ss				hh:mm:ss							
15.12.2018	22:52:02	P1	A	Fast	00:10:00	dB	125,2	110,7	64,5	96,9	99,9	127,68
15.12.2018	22:52:02	P2	C	Fast	00:10:00	dB	128,5	113,8	68,4	99,6	104,7	132,48
15.12.2018	22:52:02	P3	A	Impulse	00:10:00	dB	125,2	113,8	68,3	99,1	99,9	127,68

Pop grubu ve garson grubunun çalıştığı D mekanının ölçüm sonuçlarına göre sahne içindeki ölçümün veya pop grubu müzisyenlerinin maruz kaldığı ses şiddet seviyesinin ortalaması $Leq=103,1$ dBA olduğu görülmüştür. Garson grubun maruz kaldığı ses şiddetinin ortalaması $Leq= 97,4$ dBA olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sürekli bir şekilde konum değişikliği olması nedeniyle sabit bir değer ifade etmek zor olduğu söylenilebilir. Özellikle garson grubu için 2. noktadaki ölçüm ele alınmıştır. Garsonların çoğunlukla bulundukları nokta, bar bölümü olduğu için bu bölgede ölçüm alınmıştır. Ayrıca garsonların maruz kaldığı peak seviyesi $124,3$, $L_{max}=107,3$, $L_{min}=71,2$, $SPL=105,2$ ve SEL değeri $125,18$ dBA olduğu görülmüştür. Pop grubu ise, $L_{peak}=132,5$, $L_{max}=117,7$, $L_{min}=72,4$, $SPL=95,3$ ve $SEL=130,88$ dBA seviyelerinde ölçülmüştür. Sahne içinde alınan ölçümün 2. noktaya göre $Leq 5,7$ dBA, 3. noktaya göre $3,2$ dBA ses şiddeti farkı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Garson grubunun ses şiddetine maruz kaldığı noktanın 1. noktaya göre $Leq 5,7$ ve 3. noktaya göre $2,5$ dBA ses şiddeti farkı olduğu görülmüştür.

4.6. Deneklerin Canlı Performansların Yapıldığı Mekanlarda Çalıştıkları Esnada Yapılan Ses Şiddeti Ölçümleri ve Günlük Çalıştıkları Süreleri, NIOSH ve OSHA' nın Belirlediği Ses Şiddetine Bağlı Olarak Süre ile Karşılaştırılması

Tablo 4.32. Deneklerin, Canlı Performans Sahnelerinde Ses Şiddetine Bağlı Olarak Maruz Kalınan Süreyle ve OSHA' nın Ses Şiddetine Bağlı Olarak Belirlediği Süreyle Karşılaştırılması

Deneklerin çalıştıkları mekan	Mekanlardaki ölçümlerin ses şiddeti Leq (dBA)	Süre/saat (deneklerin maruz kaldıkları süre)	OSHA' ya göre maruz kalma süresi (% saat)
Fasıl grubu Mekan A	98	3	02:45:00
Pop arabesk grubu Mekan B	100	3	02:00:00
Düğün grubu Mekan C	105	4	01:00:00
Garson grubu Mekan D	97	3	03:12:00
Pop grubu Mekan D	103	3	01:23:24

Tablo 4.32' de görüldüğü gibi fasıl grubunun mekan 1' de 3 saat boyunca 98 dB(A) ses şiddetine maruz kaldığı görülmektedir. OSHA' ya göre 98 dB(A)' de maksimum

maruz kalınabilecek süre, 2 saat 45 dakikadır. Bu da deneklerin ses şiddetine maruz kaldığı süreyi aştıkları anlamına gelir. Pop arabesk grubunun 100 dB(A)' ye 3 saat boyunca maruz kaldığı görülmüştür. OSHA' ya göre bu ses şiddetinde maksimum maruz kalma süresi 2 saattir. Düğün grubunun çalıştıkları mekanda yapılan ölçümler sonucunda ortaya çıkan ses şiddetinin 105 dB(A) olduğu ve bu ses şiddetine 4 saat boyunca maruz kaldığı görülmektedir. OSHA' ya göre 105 dB(A)'de maksimum maruz kalma süresi 1 saat olduğu için bu 1 saati aşmamaları gerekmektedir. Garson grubunun 97 dB(A)'de 3 saat maruz kaldığı, OSHA' ya göre bu şiddete, 3 saat 12 dakika maruz kalabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Son olarak pop grubu ise 103 dB(A)'de 3 saat boyunca maruz kaldığı görülmektedir. OSHA' ya göre bu ses şiddetinde maksimum 1 saat 23 dakika kalınabilir. Garson grubu hariç diğer gruplar, maruz kaldığı süreyi aştığı ya da maruz kaldığı ses şiddetinin süreye göre fazla olduğu görülmüştür. Bu durum işitme kaybının meydana gelme olasılığının yüksek olduğunu göstermektedir. Özellikle de bu olasılık, düğün grubu için tehlike olduğu düşünülmektedir.

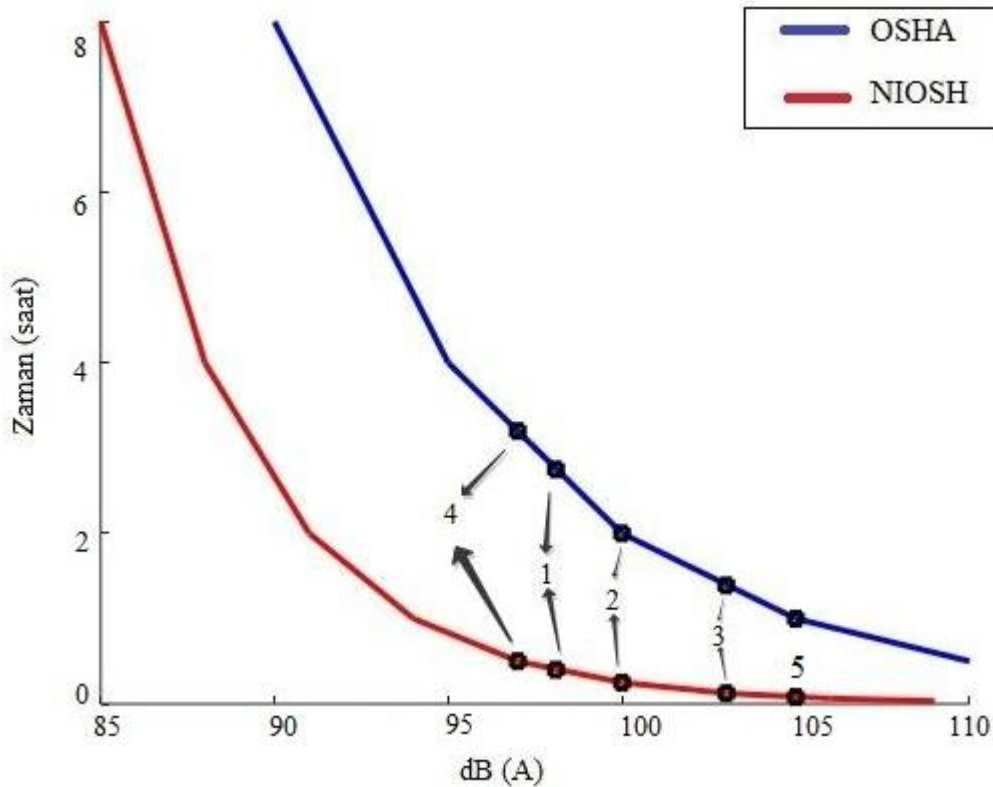
Diğer bir şekilde OSHA' ya göre süreye bağlı ses şiddetinin fasıl grubu, pop arabesk grubu, garson grubu ve pop grubu 3 saat boyunca maksimum 97.5 dB(A)' ye maruz kalabilir. Düğün grubu ise 4 saat boyunca maksimum 95 dB(A)'ye maruz kalabilir.

Tablo 4.33. Deneklerin, Canlı Performans Sahnelerinde Ses Şiddetine Bağlı Olarak Maruz Kalınan Süreyle ve NIOSH' in Belirlediği Süreyle Karşılaştırılması

Deneklerin çalıştıkları mekan	Mekanlardaki ölçümlerin ses şiddeti Leq (dBA)	Süre/saat (deneklerin maruz kaldıkları süre)	NIOSH' ye göre maruz kalma süresi (% saat)
Fasıl grubu Mekan A	98	3	00:24:00
Pop arabesk grubu Mekan B	100	3	00:15:00
Düğün grubu Mekan C	105	4	00:04:48
Garson grubu Mekan D	97	3	00:30:00
Pop grubu Mekan D	103	3	00:07:30

Mekanlarda yapılan gürültü ölçümleri sonucunda ortaya çıkan ses şiddetinin ortalama olarak fasıl grubu 3 saat 98 dB(A) , pop arabesk grubu 3 saat 100 dB(A), düğün grubu 4 saat 105 dB(A), garson grubu 3 saat 97 dB(A) ve pop grubu ortalama 3 saat boyunca 103 dB(A)'ye maruz kaldıkları tespit edilmiştir. Bu grupların, NIOSH' ye göre belirlenmiş olduğu maksimum ses şiddetine maruz kalınabilecek süresi şu şekildedir: Fasıl grubu 24, pop arabesk grubu 15, düğün grubu 4 dakika 48 saniye, garson grubu 30 dakika ve son olarak pop grubu 7 dakika 30 saniye olarak hesaplanmıştır. Tüm grupların NIOSH' un belirlemiş olduğu gürültüye bağlı süreyi aştıkları ve buna bağlı olarak GBİK' in gerçekleşme olasılığının çok daha yüksek olduğu söylenebilir.

NIOSH' un verilerine bağlı olarak fasıl grubu, pop arabesk grubu, garson grubu ve pop grubu süreye göre maruz kalınabilecek ses şiddet seviyesi 3 saat boyunca maksimum 89.5 dB(A) olması gerekir. Düğün grubu ise 4 saat boyunca maksimum 88 dB(A) ses şiddetine maruz kalabilir.



Şekil 4.13. OSHA ve NIOSH Standartlarına Göre Ses Şiddetine Maruz Kalma Süresinin Grafik Hali (Tablo 4.26 ve Tablo 4.27'nin Grafik Hali)

Hangi standardın kullanılacağına karar verilirken, bu standartlardaki farklılıkların işitsel risk üzerinde önemli bir etkisi olduğu unutulmamalıdır. OSHA standardı, 40 yıllık bir çalışma ömrü boyunca haftada 5 gün ve günde 8 saat için izin verilen maruz kalma sınırı, $Leq = 90$ dBA' dır. NIOSH sınırı ise 8 saat boyunca $Leq = 85$ dBA ya maruz kalabilir. 40 yıl (çalışma ömrü) maruz kalma durumunda, OSHA standardı işitme bozukluğu için %25 riskle sonuçlanırken, NIOSH' in kriteri ise %8 riskle sonuçlanmıştır (Chasin, 2009; 86- 87).



BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ, TARTIŞMA ve ÖNERİLER

Çalışmada, düzenli olarak çalışma grubu ile kontrol grubu arasında bir karşılaştırma yapılmıştır. Bu, farklı denekler arasında önemli bir fark olduğunu belirtmek ve daha sonra potansiyel işitme kaybının neden olabileceğinin bir yorumunu oluşturmak için uygulanan bir testtir. Günümüzde, birkaç farklı faktöre dayanabilen birkaç farklı işitme kaybı türü vardır. Ancak bu çalışmanın temel kısmı, yüksek ses şiddetinin işitme kaybına nasıl bir etkiye bulunabileceğini incelemektir. İşitme sisteminin en hassas frekans aralığı 4000 Hz olduğu için yapılan karşılaştırma bireyin işitme derecesinde başlangıç noktası olarak 4000 Hz kullanılmıştır. Yapılan testler içerisinde çalışma grubu ve kontrol grubunun sağ ve sol kulak 4000 Hz karşılaştırıldığında çalışma grubunun bu frekans aralığında her iki kulakta anlamlı bir şekilde farklılık olduğu sonucuna varılmıştır. Yani, bu durumun 4000 Hz aralığında çalışma grubu, kontrol grubuna göre daha fazla işitme kaybı yaşadığını ortaya çıkarmıştır. Özellikle 4000 Hz aralığında işitme kaybı yaşanması durumunda hipotezin varsayımı olumlu çıktığı söylenebilir. Bu nedenle diğer frekanslarda karşılaştırma yapılsa da özellikle gürültüye bağlı işitme kaybı (GBİK) için 4000 Hz ve komşu frekanslar (2-8 kHz) baz alınmıştır. Karşılaştırmalarda başlangıç noktası olarak kullanılan referans değer ise 10 dB olmuştur.

4000 Hz' de yaşanan işitme kaybının komşu frekanslara yayılmış olup olmadığını test etmek için yapılan incelemelerde, sağ ve sol kulak 8000 Hz' de çalışma grubu ve kontrol grubu arasında anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir. Yani, garson ve müzisyenlerin kontrol grubuna göre 8000 Hz' de işitme kaybı yaşadığı tespit edilmiştir. Bu, 4000 Hz' de yaşanan işitme kaybının 8000 Hz' deki frekans aralığına da yayılmış olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Aynı durum 2000 Hz' deki frekanslar için geçerli olduğu söylenemez. Yapılan testlerde çalışma grubu ve kontrol grubu arasında hem sağ hem de sol kulak 2000 Hz arasında anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir. 4000 Hz aralığında yaşanan işitme kaybının bu frekans aralığı üzerinde anlamlı bir etki olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu frekans aralığında işitme kaybı sonuçları şekil 4.5 ve 4.7 de gösterildiği gibi tamamıyla işitme kaybı yaşanmadığı söylenemez. Yaşanılan 2000 Hz' de işitme

kaybının 8000 Hz gibi etki göstermediği söylenebilir. Bu durum GBİK' in ilk gerçekleştiği frekans aralığı 4 kHz aralığı olduğu ve bu sese maruz kalma şiddet süresi uzaması veya devam etmesi durumunda komşu frekanslara yayılmakta olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışma için 2 kHz' den önce 8 kHz' ye yayıldığı sonucuna varılmıştır. Çalışma grubu ve kontrol grubunun arasında sağ ve sol kulak 500 Hz aralığında anlamlı bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir. Bu durum, bu frekans aralığında işitme kaybı yaşanmadığı sonucunu göstermektedir.

Çalışma grubu ve kontrol grubu arasında 1000 Hz sağ kulakta kontrol grubu sonuçlarında anlamlı bir farklılık olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sol kulak 1000 Hz' de anlamlı bir ilişki olmadığı görülmüştür. Hem sağ hem de sol kulak 250 Hz' de ise çalışma grubu üzerinde anlamlı bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır. 1000 Hz ve altındaki frekanslar GBİK' e bağlı olmadığı için nedenleri üzerinde durulmamıştır. 1000 Hz ve altındaki frekanslarda yaşanan işitme kaybının sigara, ototoksik ilaçlar, yaşa bağlı travma vb. nedenlerden olabilir. Bu frekans aralıklarında yaşanan işitme kaybının sebepleri bilinmediği gibi bunun için daha detaylı araştırmalar yapılabilir.

Düğün grubu üzerinde, GBİK' in en çok gerçekleştiği ve yapılan gürültü ölçümlerinde en yüksek gürültü miktarına maruz kalan grup olduğu ortaya çıkmıştır. Aynı zamanda çalışma grubu içerisinde haftalık en çok çalışan ekip olduğu ortaya çıkmıştır. Diğer grupların arasında işitme kaybı yaşayan kişilerde çoğunlukla düğün geçmişleri oldukları tespit edilmiştir. Diğer grupların arasında haftalık en az çalışan pop, arabesk ve fasıl grubu olmuştur. Bu grupların düğün grubuna göre haftalık daha az çalışma süresine ve daha düşük ses şiddet seviyesine maruz kaldığı tespit edilmiştir. Yani, sürenin uzaması ve ses şiddetinin yüksek olması (NIOSH ve OSHA' nın belirlediği sürenin üstünde olması) durumunda işitme kaybı yaşama ihtimalinin çok yüksek olduğunu göstermektedir. Kısa vadede ise ses şiddetinin yüksek olması durumunda da geçici eşik kaymasına neden olmaktadır. Uzun vadede ses şiddetinin düşük olması işitme kaybına neden olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Değişkenlerin birbiriyle ilişkili mi, değil mi sorusunun cevabına yanıt bulmak için yapılan testlerde yaşın sadece çalışma süresi ile zayıf derecede pozitif yönde anlamlı ilişkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Yaşın, GBİK yaşanan frekanslar arasında herhangi bir ilişkisi olmadığı görülmüştür. Çalışma süresi ile sağ kulak 4000, sol kulak 4000 Hz

oranları arasında zayıf derecede pozitif yönde ilişki olduğu saptanmıştır. Çalışma süresi sağ ve sol kulak 8000 Hz arasında bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir. Sağ ile sol kulak 4000 Hz arasında pozitif yönde yüksek derecede ilişki olduğu saptanmıştır. Sağ kulak 4000 Hz ile sağ ve sol 8000 Hz arasında anlamlı ilişki olmadığı sonucuna varılmıştır. Sol kulak 4000 Hz ile sol kulak 8000 Hz oranları arasında pozitif yönde zayıf derecede ilişki bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Sol kulak 4000 ile sağ kulak 8000 arasında anlamlı bir ilişki olduğu saptanmıştır. Sağ kulak 8000 Hz ile sol kulak 8000 Hz oranları arasında pozitif yönde zayıf derecede ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yüksek sese maruz kalan (çalışma grubu) 27 denek üzerinde 6 ay süreyle yapılan testlerin sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, 250, 500,1000 Hz’ lerde hem sağ hem de sol kulakta anlamlı bir ilişki olmadığı görülmüştür. Aynı şekilde 2000, 4000 ve 8000 Hz sağ kulakta anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Ancak sol kulak 2000, 4000 ve 8000 Hz’ de ön test ve son test arasında istatistik olarak anlamlı bir ilişkinin olduğu görülmüştür. Bu doğrultuda, 6 ay süreyle yapılan incelemede sol kulakta GBİK’ in gerçekleştiği sonuçlarına ulaşılmıştır. Bu süre zarfında işitme kaybı yaşanmayacağı düşünülürken sonuçların aksi bir şekilde, sol kulakta yüksek ses şiddetine maruz kalan bireylerin işitme kaybı yaşadıkları gözlemlenmiştir. 6 ay içerisinde yaşanan işitme kaybı göz önünde bulundurulursa, bu şekilde devam edilmesi durumunda 15 yılda popülasyonun arasındaki tehlikede olan bireylerin ağır derecede GBİK yaşama ihtimalleri olduğu söylenebilir. Kontrol grubu için yapılan ön test ve son testlerde bu süre içerisinde bütün frekanslarda anlamlı bir ilişki olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Diğer bir şekilde; kontrol grubunun 6 ayda herhangi işitme kaybına rastlanmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Her iki kulakta aynı frekanslarda farklı şekilde işitme kaybı olmasının sebebi, ses dalgaları başa çarptıktan sonra yansıma ve kırılma meydana gelir ve sesin yönü değişir. Başın ve vücudun engelleyici etkileri ile kulağa dik bir şekilde gelen ses dalgaları aksi yöndeki kulağa göre ses basıncı daha yüksek ıtır. Kaynaktan çıkan sesin aksi yöndeki kulağa ulaşması, 0.6 ms’ lik bir zaman farkı oluşmaktadır. Aynı zamanda bu zaman farkıyla beyin, sesin geliş yönünü ayırt etmesini sağlar (Yaman, 2004: 19). Bu nedenle sesin geliş yönünü anlamak ve şiddetinin daha yüksek algılanmasında başın veya kişinin baktığı yönün etkisi büyüktür. Yüksek sese maruz kalan bireylerde, bir kulağın diğer kulağa göre daha fazla işitme kaybı yaşamasının sebebi, kulağın (hasar gören) sürekli bir şekilde sesin geliş yönüne bakmasından kaynaklanmaktadır. İki kulakta da işitme

kaybının yaşanma durumu, asimetriktir. Fakat gürültünün tipi, şiddeti ve süresine bağlı olarak maruz kalmanın devam etmesi durumunda, iki kulak simetrik bir şekilde işitme kaybına uğrayabilir. Bireylerin ayrıca aynı gürültü miktarına maruz kalıp farklı şekilde işitme kaybı yaşamalarının sebebi ise genetik yapıdan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Mekanlarda yapılan gürültü ölçüm sonuçlarının OSHA standartlarına göre değerlendirildiğinde fasıl grubu 2 saat 45 dakika, pop arabesk 2 saat, düğün grubu 1 saat, garson grubu 3 saat 12 dakika ve son olarak pop grubu, maksimum 1 saat 23 dakika maruz kalabileceği sonucuna varılmıştır. Düğün grubu 4 saat, diğer gruplar ise 3 saat boyunca maruz kaldığı tespit edilmiştir. Garson grubu hariç diğer bütün gruplar maruz kaldıkları ses şiddeti süresinin üzerine çıktıkları tespit edilmiştir. Ya da diğer bir şekilde belirlenen sürenin üzerinde ses şiddeti olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır. Bu durumun işitme kaybını meydana getirme olasılığının yüksek olduğunu göstermektedir. Özellikle de bu olasılık, düğün grubunun tehlikede olduğunu göstermektedir.

Mekanlarda yapılan gürültü ölçüm sonuçları baz alınarak NIOSH' in belirlediği süreye göre fasıl grubu 24 dakika, pop arabesk grubu 15 dakika, düğün grubu 4 dakika 48 saniye, garson grubu 30 dakika ve pop grubu belirlenen ses şiddet seviyesinde, maksimum maruz kalabileceği 7 dakika 30 saniye olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Grupların, olması gereken süreye göre ses şiddetinin ya da ses şiddetine göre sürenin çok üstünde çalıştıkları tespit edilmiştir. Farklı bir şekilde NIOSH standartları ele alındığında bütün grupların tehlike altında oldukları söylenebilir. Her ne kadar değişim oranı 3 dB' mi (NIOSH) veya 5 dB' mi (OSHA) hangisinin uygun olup olmadığına dair bazı tarihsel tartışmalar olsa da Embleton' a göre; bilimsel kanıtların, 3 dB' nin günlük gürültüye maruz kalma için en makul değişim oranı olduğunu aktarmaktadır (1995: 18).

Garson ve müzisyenlerin aynı gürültü ortamında bulunmalarına rağmen müzisyenlerin daha yüksek ses şiddetine maruz kaldıkları gözlemlenmiştir. Bu durum, müzisyenlerde GBİK gerçekleşme olasılığının çok daha yüksek olmasına sebebiyet vermiştir. Diğer bir şekilde garsonların müzisyenlere nazaran daha az tehlikede oldukları söylenebilir. Buda, garsonların tehlikede olmadıklarını göstermiyor. Sadece müzisyenlere göre iyi bir durumda oldukları düşünülmektedir. Müzisyenlerin daha çok tehlikede olmalarının sebebi, mekanlarda yapılan ölçümlerde özellikle sahne içinde ses şiddetinin diğer noktalarla karşılaştırıldığında yüksek olduğu görülmüştür. Ölçümün

yüksek olmasının sebebi ise, ses kaynağına yakın olmasından kaynaklanmaktadır. Bahsi geçen sahne ses kaynağı; sahnedeki enstrümanların akustik sesi, monitörün konumu, monitörün ses şiddet seviyesi, ekip içerisindeki diğer akustik volümü yüksek olan enstrümanların yakın konumda olması vb. durumlardan söz edilmektedir. Ayrıca kontrol grubu olarak gözlemlenen deneklerin, sağlıklı bir işitmeye sahip oldukları görülmüştür.

Sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde NIOSH ve OSHA standartları, dikkate alınması gerekir. 6 aylık sürede sol kulakta GBİK yaşandığı göz önüne alınarak bu durumun 10-15 yıla uzaması ve korunmasız bir şekilde müzisyenlerin bu duruma devam etmesi, ağır veya derin işitme kaybı yaşama ihtimalinin yüksek olduğu düşünülmektedir.

GBİK' in fark edilmesi uzun zaman alabilir. Geçici veya kalıcı olabilir ve bir kulağı veya her iki kulağı da etkileyebilir. GBİK' in kulağa zarar verdiğini psikolojik olarak kabullenmek oldukça zordur. Telefonda veya gürültülü bir odada konuşurken diğer insanları anlayamamak gibi, işitme sorunu yaşanabilir. Bireyi nasıl etkileyebileceğinden bağımsız olarak kesin olan bir şey var; gürültüye bağlı işitme kaybı önlemi alınabilir.

ÖNERİLER

Sesin etkileri, fiziksel ve düzenleyici yöntemlerle kontrol edilebilir. Fiziksel ses kontrol yöntemleri, istenmeyen etkileri hafifletmek veya istenen etkileri arttırmak için ses maruziyet seviyelerinin düşürülmesini içerir. Bu yöntemler ses kaynağında, kaynak ile dinleyici arasındaki ortamda ya da dinleyicide uygulanabilir. Sesin, kaynağında uygun bir şekilde kontrol edilmesi, ortamda veya alıcıda hiçbir şey yapılmasına gerek bırakmamaktadır. Ses kaynakta uygun şekilde kontrol edilmezse, en sık olduğu gibi ortamda kontrol edilebilir. Ses kaynakta veya ortamda uygun şekilde kontrol edilemezse, son olarak alıcıda kontrol edilebilir. Bu kontroller arasında en sağlıklı yöntem ise sesin kaynakta kontrol edilmesidir (Cowan, 2016:140).

Müzisyenler, küçük sahnelerde bile kendilerini net bir şekilde duymadıkları için veya diğer enstrümanların sesini duymak için kulak içi kulaklık, monitör sistemleri ve/veya sahne içi amplifikatörlerini güvenli olmayan seviyelere yükseltmektedirler. Kulak içi kulaklıklar veya kişisel monitörler sahnede duyma kalitesini yükseltebilir. Ancak kulağı izole ederken yüksek kaliteli ses sağlama yeteneklerine rağmen, kulak içi kulaklıklar, tipik olarak işitme korumasını sağlayacak şekilde kullanılmamaktadır. Doğru talimatlarla kullanılması, risk altındaki müzisyenlerin işitme sistemini korumak için

büyük bir öneme sahiptir. Düzenli odyometrik testi, işitme duyusundaki yanlış kulak içi kulaklıkların kullanımından kaynaklanan olası değişiklikleri izleyebilir ve buna bağlı GBİK' den engelleyebilir. Bu durum, özellikle kulak içi kulaklıkların çıkış seviyelerini yerinde ölçen araçların olması, son derecede önemlidir.

Kulaklık kullanırken, peak sinyal seviyesi sınırlayıcıların veya kompresörlerin kullanılması, işitme kaybını önler. Bu, dinleyici kitlesinin daha iyi duymasına ve dinleyicinin korunmasına katkıda bulunabilir, böylece hem daha sağlıklı hem de sanatçıların müzik kariyerlerini uzatabilir (Chasin, 2009: 109).

Geleneksel kulaklıklar, dengesiz zayıflama, çok fazla zayıflama ve aşırı tıkanma etkisi nedeniyle müzik endüstrisi için sorunludur. Özel müzisyen kulaklık başlıkları, düzgün bir zayıflama sağlar ve düzgün kullanıldığında gelecekteki işitme kaybı riskini en aza indirir. Ayrıca müzisyenin, müziği daha iyi ve daha sağlıklı dinleyebilmesini ve izleyebilmesini sağlar. Özel olmayan sürümler, sadece düşük maliyetli bir seçenek sunar.

Performans ve prova alanları, işitme sağlığı ve güvenliğiyle ilgili düşünceler göz önünde bulundurularak tasarlanması gereken profesyonel iş yerleridir. Yeterince erken ses yansıması, hatta ses dağıtımı ve uygun yankılanmalara sahip iyi tasarlanmış bir performans alanı, sanatçıların yanı sıra dinleyicilere de büyük yarar sağlar. Erken dalgalar, yansıma, kırılma, kırınım, zemin etkileri, yankı, yansıma ve model rezonans gibi kusurlardan kaçınılmalıdır. Başarılı çok amaçlı salonlar için değiştirilebilir akustik malzemeleri gereklidir. Bunun sebebi ise müzik tarzına göre yansıma süresinin iyi ayarlanması gerekir. Yansıma süresinin yetersiz olması da orkestranın uyum sağlamada, zorlanmasına neden olur. Performans sahneleri, prova ve eğitim alanlarının aşırı akustik ses seviyesini ve işitme kaybı potansiyelini önlemek için ses şiddetini yeterli seviyeye düşürmek veya önlemek gerekir. Ek emici malzemeler bunun için yardımcı olabilir. Ancak hacim seviyelerinin aşırı yüksek olması kuru bir akustikle sonuçlanabilir (Chasin, 2009: 127).

Bu özelliklerin değeri, iş yerinde konfor, sağlık ve güvenlik açısından hafife alınmamalıdır. Bir mekanın arzu edilen bir RT60 derecesinden daha az olması durumunda, uzayan ve yükselen sesi engellediğini gösteren malzemelerin olduğuna işaret etmektedir. Buna karşılık orkestra şefleri, sesi emen ve hatta boğan malzemelerin arasında müziği veya şarkıyı çaldırmak ve söyletmek için notalara saldırmaya ve

sürdürmeye yönlendirir. Bu da ses şiddetinin yükselmesine neden olur (Beranek, 2004: 5).

Gürültü önleyici kulaklık ve kulak tıkaçları, özellikle de akustik ses şiddeti yüksek enstrümanı çalan bireylerin hem sahnede hem de prova esnasında kullanılması önerilmektedir. Atalay' a göre, kulak tıkaçlarının kullanımı, ses şiddet seviyesini 15-20 dB' ye kadar azalttığını aktarmaktadır (2014: 25). Ses şiddetinin yüksek olması durumunda yapılacak bir seçenek yoksa, kulaklara peçete takılması önerilmektedir.

Müzisyenlerin canlı performans esnasında OSHA' nın belirlediği kriter ve değişim oranlarını bilmeleri gerekmektedir. Müzisyenler, sorunları ele almak ve uygun çözümler için kendilerini eğitmeleri gerekmektedir. Hatta mekan işletmecileri de bu durumun farkında olmaları ve çalışan müzisyenlere işitme sağlıklarının risk altında olduğunu hatırlatmalıdır.

Gürültüye bağlı otolojik hasardan kaynaklanan bozukluklar, müzisyenler arasında çok fazla rastlanmaktadır ve tanınmadığı takdirde ciddi soruna neden olabilir. Bu nedenle, müzisyenleri muayene eden tüm kulak burun boğaz uzmanlarının varlığının farkında olmaları, varlığını teşhis edebilmeleri, uygun tedavi ve danışmanlık sağlayabilmeleri ayrıca önleme araçları konusunda eğitilmeleri gerektiği düşünülmektedir (Sataloff, 1991: 124-125).

Canlı performansların yapıldığı mekanlarda, yönetmeliklerin müzisyeni dikkate alması ve müzik olduğu esnada işletme içi kontrolleri yapılarak iş güvenliği sağlanması gerektiği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Aktürk, N. ve Toprak, R. (2004). *Gürültünün İnsan Sağlığı Üzerindeki Olumsuz Etkileri*, Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi(Turk Hij Den Biyol Derg).
- Alberti, W, P. (2006). The anatomy and physiology of the ear and hearing. In. World health organisation (Ed.), *Occupational exposure to noise evaluation, prevention and control*. World health organisation, Toronto.
- Ars, B. (2003). *Fibro-Cartilaginous Eustachian Tube : Middle Ear Cleft*. Kugler Publications, Amsterdam.
- Atalay, H.Ç. (2014) *Pilotlarda İşitme Kayıplarının İncelenmesi*. Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimler Enstitüsü Kulak Burun Boğaz Ana Bilim Dalı Odyoloji, Konuşma ve Ses Bozuklukları, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Avrupa Komisyonu. (2005). *Sound noise limits - Options for a uniform noise limiting scheme for EU airports*. European Commission, Hollanda.
- Ballou, G, M. (Ed.). (2008). *Handbook for sound engineers - fourth edition*. Elsevier, Oxford.
- Beranek, L. L. (2004). *Concert halls and opera houses*. Springer, New York.
- Berglund, B., Lindvall, T., ve Dietrich, H, S. (1995). *Guidelines for community noise*. World Health Organisation, Stockholm.
- Bies, D., ve Hansen, C. (2009). *Engineering noise control: Theory and practice* (4th ed.). Taylor & Francis, England.
- Chasin, M. (2009). *Hearing Loss in Musicians : Prevention & Management*. Plural Publishing, San Diego.
- Chen, Z., & Maher, R, C. (2004). *Atmospheric Sound Propagation Considerations for the Birdstrike Project*. Montana State University, Montana.
- Cowan, J. (2016). *The Effects of Sound on People*. John Wiley & Sons, England.
- Embleton, T. (1995). *Upper limits on noise in the workplace*. Report by the International Institute of Noise Control Engineering Working Party, Canadian Acoustics, 23 (2).

- Fiedler, D., ve Krause, R. (2010). *Deafness, Hearing Loss and the Auditory System*. Nova Science, Hauppauge.
- Gelfand, Stanley A. (2009). *Hearing: An Introduction to Psychological and Physiological Acoustics*, Fifth Edition, Revised and Expanded (5th ed.). Informa Healthcare, England.
- Gut, U. (2000). *Bilingual Acquisition of Intonation: A Study of Children Speaking German and English*. De Gruyter, Tübingen.
- Hom, D., Hebda, P., ve Gosain, A. (2009). *Essential Tissue Healing of the Face and Neck*. Shelton: PMPH USA.
- Hunter, L. ve Shahnaz, N. (2013). *Acoustic Immittance Measures: Basics and Advanced Practice*. Plural Publishing, San Diego.
- International Electrotechnical Commission. (2013). *Electroacoustics – Sound level meters*.
- ISO, 2003, *Acoustics – Normal Equal Loudness Level Contours*, International Organization for Standardization, 2nd edition ISO 226:2003(E), Geneva, Switzerland.
- İşlek, A. (2018), *Kronik Otitis Media Nedeniyle Cerrahi Uygulanan Hastalarda Kullanılan Tamponların Dış Kulak Yolu Florası Üzerine Etkileri*, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi, İzmir.
- Kuttruff, H. (2007). *Acoustics: An Introduction*, Taylor & Francis, Oxon.
- Kutz, M. (2015). *Handbook of Measurement in Science and Engineering*, Volume 1. John Wiley & Sons, United States.
- Long, M., Levy, M., ve Stern, R. (2005). *Architectural Acoustics*. Elsevier Science ve Technology, Burlington.
- Mommertz, E. (2009). *Acoustics and sound insulation: Principles, planning, examples* (First ed., Detail practice). Birkhauser, Switzerland.
- Moore, B. (2007). *Cochlear hearing loss physiological, psychological and technical issues* (2nd ed.). John Wiley & Sons, Hoboken.

- Musiek, F., Baran, J., ve Shinn, J. (2011). *Disorders of the Auditory System*. Plural Publishing, San Diego.
- Mutlu, Z. (2010). *Konya Kent İi Trafik Grltsnn Engellenmesinde Kullanılacak Bazı Bitkiler zerinde Bir Araştırma* Konya Üniversitesi, Fen bilimleri enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Moller, A. (2006). *Hearing anatomy, physiology, and disorders of the auditory system* (2nd ed.). Academic Press, Boston.
- Önen, U. (2007). *Ses Kayıt ve Müzik Teknolojileri*, itlembik Yayınevi, İstanbul.
- Öksüz, E. (1998). “Bilgi Toplumun ve Türk Kültüründe Vasatı Açmak.” Yeni Türkiye sayı 19, İstanbul.
- Pektaş, E. (2018). *Bebek ve ocuklarda Dış Kulak Hacminin Uyaran şiddetine Etkisi*. Karatay Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Pickles, J. O. (2012). *An Introduction to the Physiology of Hearing*, (4th ed.), Brill, Netherlands.
- Raichel, D, R. (2006). *The science and applications of acoustics*. Springer, New York.
- Robin, N. (2008). *Medical Genetics: Its Application to Speech, Hearing, and Craniofacial Disorders*. Plural Publishing, San Diego
- Rossing, T, D. (Ed.). (2007). *Springer handbook of acoustics*. Springer, New York.
- Sataloff, R. T. (1991). *Hearing loss in musicians*. American Journal of Otology, Thomas Jefferson University, Philadelphia.
- Schneck, D., ve Berger, D. (2006). *The music effect : Music physiology and clinical applications*. Jessica Kingsley, London.
- Solntseva, G. (2007). *Morphology of the Auditory and Vestibular Organs in Mammals, with Emphasis on Marine Species*, Leiden: Brill.
- Truax, B. (1984). *Acoustic Communication*. Ablex Publishing, New Jersey.
- Tuma, J. (2014). *Vehicle gearbox noise and vibration : Measurement, signal analysis, signal processing and noise reduction measures*. John Wiley & Sons, United Kingdom.

- Turhan, B. (2008). *Amikasinin Ototoksik Etkisinin ve E Vitaminin Ototoksitedeki Olası Protektif Etkisinin, Sıçan Kokleasında Otoakustik ile Araştırılması*. Okmeydanı Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kulak Burun Boğaz Kliniği, İstanbul.
- Türe, L. (2015). *Gebelerde Orta ve İç Kulak Fonksiyonlarının Değerlendirilmesi*, Turgut Özal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Vaseghi, S. (2007). *Multimedia signal processing theory and applications in speech, music and communications*. Wiley & Sons, England.
- Vergili, S. (2015). *Gürültü Kontrolünün Sağlanması ve Konuşma Anlaşılabilirliğinin İyileştirmesine Yönelik Farklı Akustik Tasarımlar: Dokuz Eylül Üniversitesi Hastanesi Acil Servis Birimi*. Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü Müzik Bilimleri Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, İzmir.
- Wölfel, M. ve Mcdonough, J. (2009), *Distant Speech Recognition*. John Wiley & Sons, England
- Xiang, N. (2017) *Architectural Acoustics Handbook*. J Ross Publishing, Pine Island.
- Yaman, S.G. (2004), *Kobaylarda Dehidrasyonun İç Kulak Üzerine Etkisinin Distorsiyon Ürünü Otoakustik Emisyon Ölçüm Yöntemiyle Fonksiyonel Olarak Araştırılması*, Şişli Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi 1. Kulak-Burun-Boğaz ve Baş-Boyun Cerrahisi Kliniği, İstanbul.
- Yang, X. (2016). *Atmospheric Acoustics*. De Gruyter, Berlin.
- Zeren, A. (1997). *Müzik Fiziği*. Pan Yayıncılık, İstanbul.

İNTERNET KAYNAKLARI

- American College of Occupational and Environmental Medicine. (2018). *Occupational Noise-Induced Hearing Loss*. (Erişim Tarihi: 13.09.2019) https://acoem.org/acoem/media/News-Library/Occupational_NoiseInduced_Hearing_Loss.pdf
- Birinci, A. U., (2016). *İşitme Sistemi*. <http://www.dusunenmakine.com/isitme-sistemi/#comments> (Erişim Tarihi:18.04.2019)

- Centers for Disease Control and Prevention. (2016). *Understanding Noise Exposure Limits: Occupational vs. General Environmental Noise*. <https://blogs.cdc.gov/niosh-science-blog/2016/02/08/noise/> (Erişim Tarihi:13.09.2019)
- Eden, A. (2013). *Ses İle İlgili Temel Kavramlar*, Erişim Adresi: <https://docplayer.biz.tr/391709-Ses-ile-ilgili-temel-kavramlar.html> (Erişim Tarihi: 02.03.2019).
- Lamancusa, J, S. (2009). *Noise control*. https://www.mne.psu.edu/lamancusa/me458/10_osp.pdf (Erişim Tarihi: 02.15.2019).



EKLER

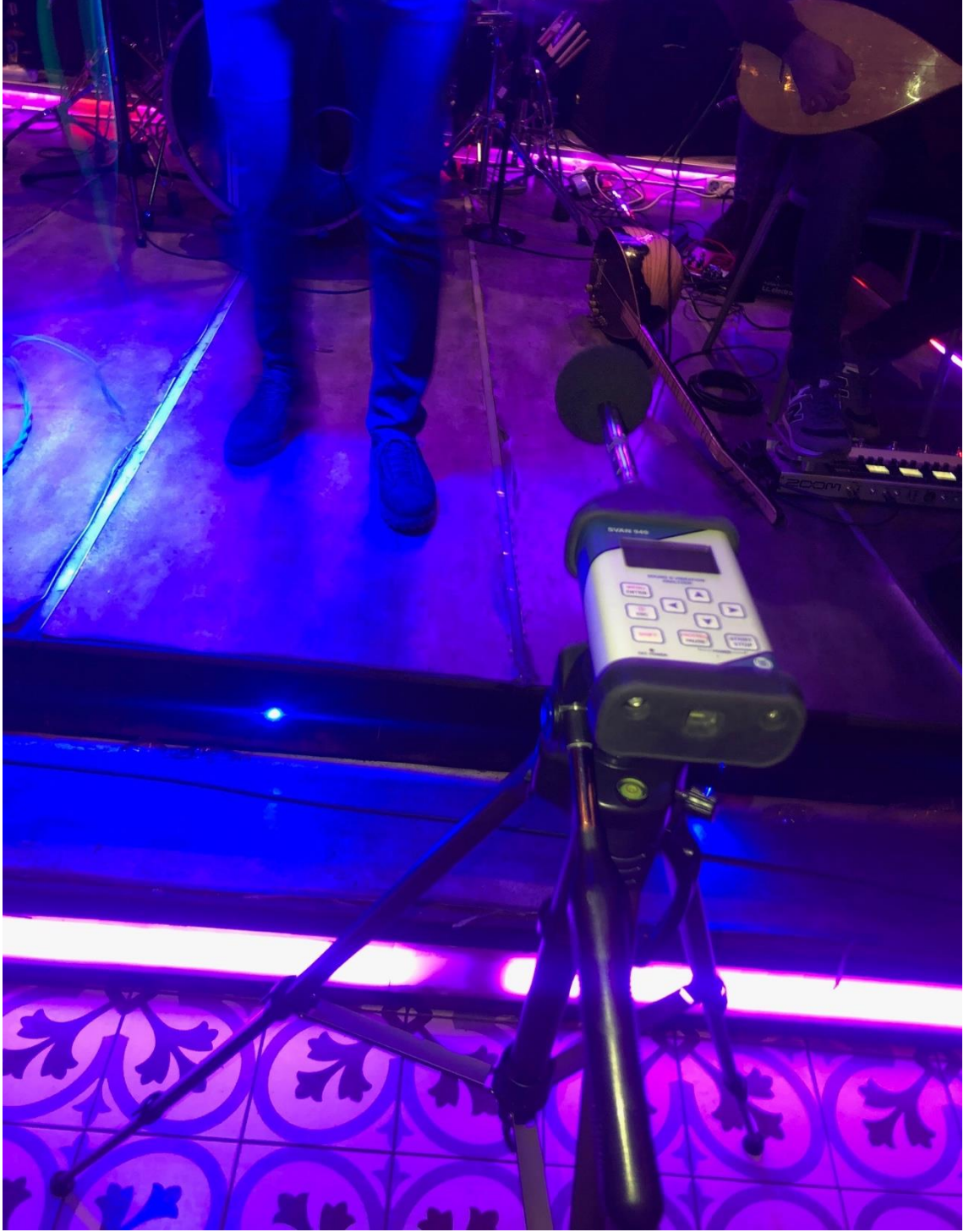


Pop Arabesk Grubu Mekan B' nin 1. Noktadaki Ses Şiddeti Ölçümü

Fotoğraflayan: Güney AYSU (15.12.2018)



Fasıl Grubu Mekan A' nın 1. Noktadaki Ses Şiddeti Ölçümü
Fotoğraflayan: Veysi TEKİN (14.12.2018)



Fasıl Grubu Mekan A' nın 2. Noktadaki Sahne İçi Ölçümü
Fotoğraflayan: Veysi TEKİN (14.12.2018)



Pop Grubu Mekan D' nin 1. Noktadaki Sahne İçi Ölçümü

Fotoğraflayan: Güney AYSU (15.12.2018)



Pop Grubu Mekan D' nin 2. Noktadaki Ölçüm
Fotoğraflayan: Güney AYSU (15.12.2018)



Düğün Grubu Mekan C' nin 2. Noktadaki Ses Şiddeti Ölçümü
Fotoğraflayan: Veysi TEKİN (09.02.2019)



Odyometri Testi
Fotoğraflayan: Veysi TEKİN (06.11.2018)



Odyometri Testi
Fotoğraflayan: Veysi TEKİN (09.11.2018)



Odyometri Testinin Yapıldığı Odyometre Cihazı
Fotoğraflayan: Veysi TEKİN (15.11.2018)



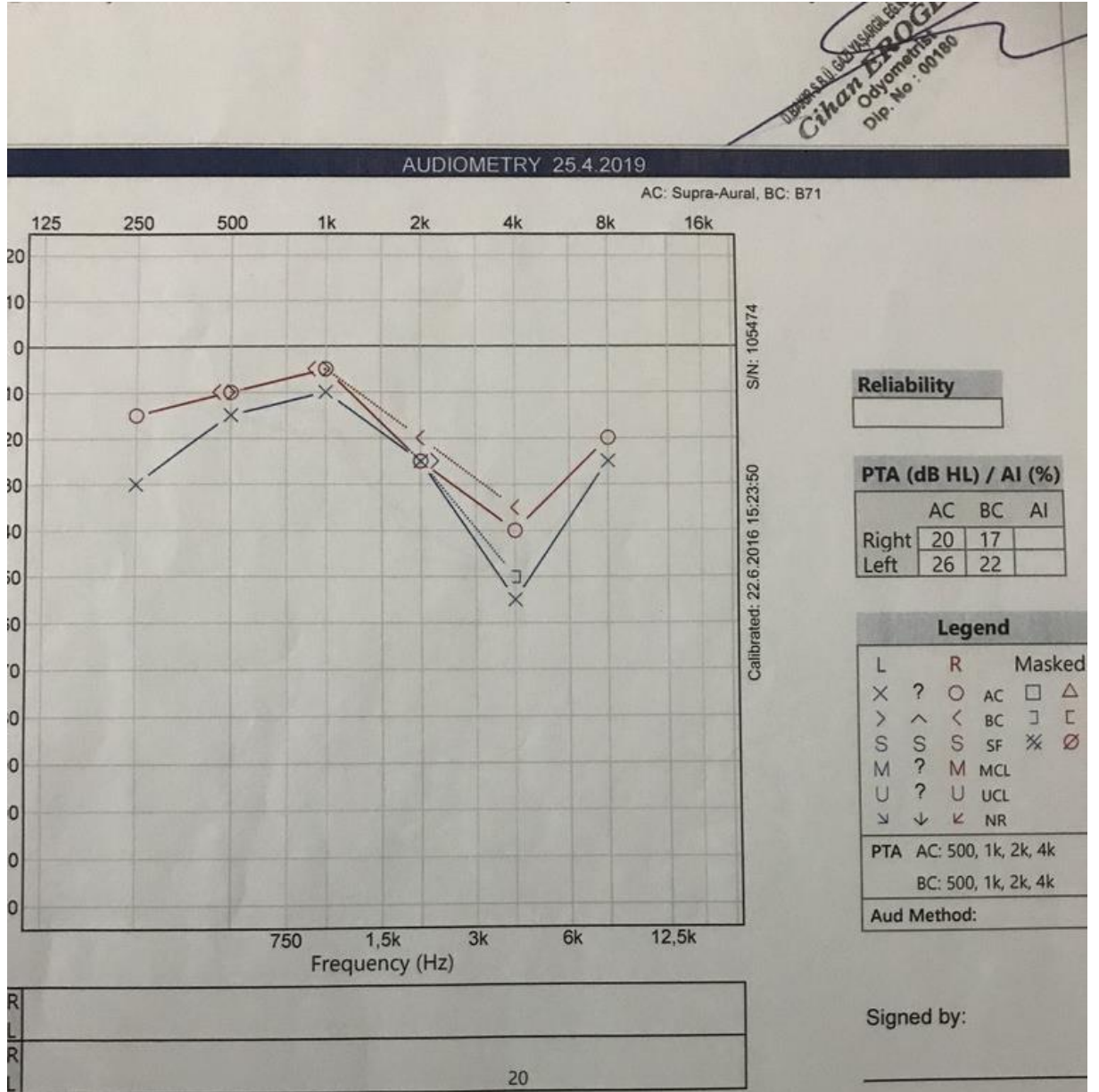
Odyometri Testi
Fotoğraflayan: Veysi TEKİN (09.11.2018)



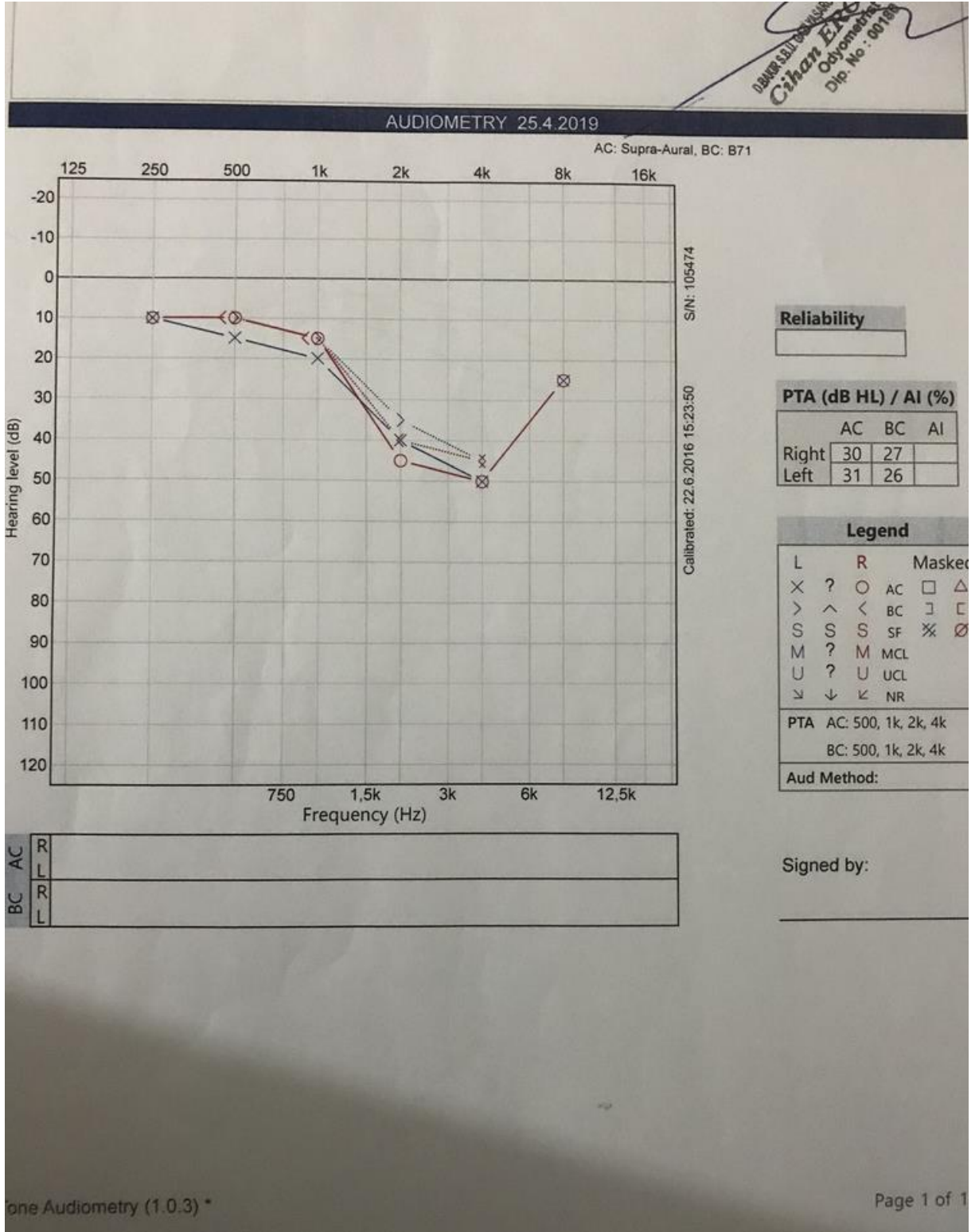
Odyometri Testi
Fotoğraflayan: Veysi TEKİN (19.05.2019)



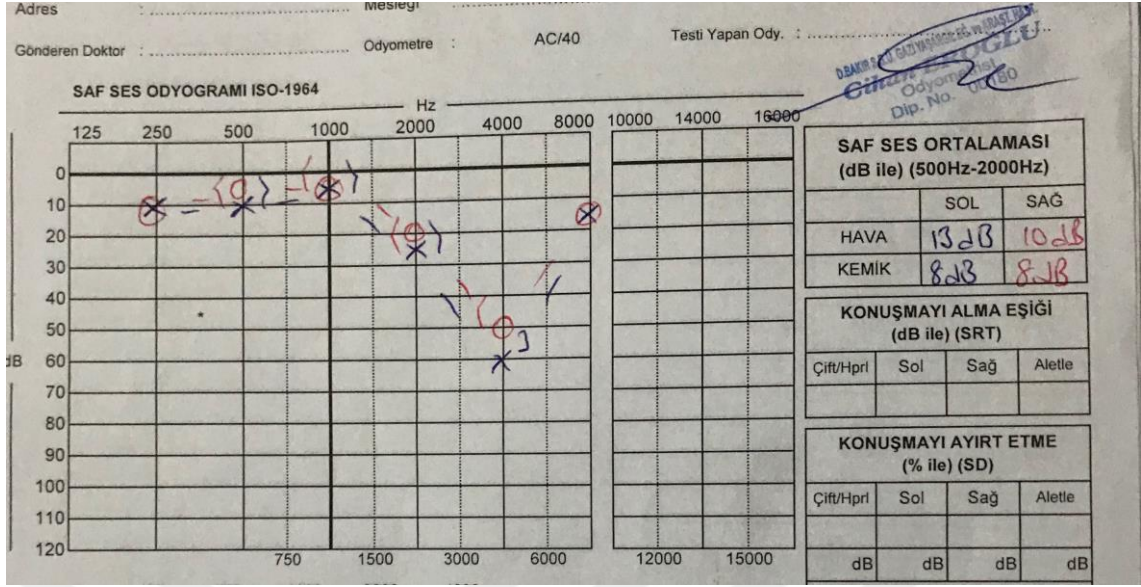
Odyometri Testi
Fotoğraflayan: Veysi TEKİN (23.11.2018)



Odyometri Test Sonucu
Fotoğraflayan: Veysi TEKİN (25.05.2019)



Odyometri Test Sonucu
Fotoğraflayan: Veysi TEKİN (25.05.2019)



Odyometri Test Sonucu
Fotoğraflayan: Veysi TEKİN (06.11.2018)