



Kapadokya Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Araştırma Enstitüsü

Odyoloji Anabilim Dalı

**25-65 YAŞ ARASI ÖĞRETMENLERİN GÜRÜLTÜYE  
BAĞLI İŞİTME KAYIPLARININ SAF SES ODYOMETRİ  
TESTİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ VE KONUŞMAYI  
AYIRT ETME SKORLARININ İNCELENMESİ**

Seyyid Selçuk Kumru

Yüksek Lisans Tezi

Nevşehir,2023



25-65 YAŞ ARASI ÖĞRETMENLERİN GÜRÜLTÜYE BAĞLI İŞİTME  
KAYIPLARININ SAF SES ODYOMETRİ TESTİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ VE  
KONUŞMAYI AYIRT ETME SKORLARININ İNCELENMESİ

Seyyid Selçuk Kumru

Kapadokya Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Araştırma Enstitüsü  
Odyoloji Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Nevşehir, 2023

## TEŞEKKÜR

Öğrenim sürecim boyunca odyoloji yüksek lisans derslerine giren, öğrenmemiz için ellerinden geleni yapan, birikimlerini ve düşüncelerini bize esirgemeyen, elde ettiğim bilgilerin oluşmasında emeği olan başta danışman hocam Prof. Dr. Fuat Yöndemli olmak üzere Prof. Dr. Vesile Şenol, Dr. Öğr. Üyesi Ferhat Korkmaz, Dr. Öğr. Üyesi Murat Doğan, Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Celalettin Cihan, Dr. Öğr. Üyesi Nurcan Gögebakan ve tüm hocalarıma teşekkür etmek istiyorum. Kapadokya Üniversitesi'nde odyoloji yüksek lisans programımı tamamladığım için çok mutluyum.

Ayrıca çalışmama katılmayı kabul eden tüm gönüllü katılımcılarıma, bu günlere gelmemi, bu başarıyı tatmamı sağlayan, bana her türlü güçlüğü altından nasıl kalkabileceğimi öğreten gerek maddi gerek manevi destekleri ile her zaman yanımda olduklarını hissettiren aileme teşekkürlerimi sunarım.

## ÖZET

KUMRU, Seyyid Selçuk. *Gürültüye Maruz Kalan Öğretmenlerin İşitme Sistemlerinin Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Nevşehir, 2023.

Bu çalışma, gürültüye maruz kalan öğretmenlerin işitsel sistemlerinin değerlendirilmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışmanın amacına uygun olarak, Gümüşhane ilinde yer alan ilkokul, ortaokul ve liselerde görev yapan 25-65 yaş aralığında 35 öğretmen ile 35 sağlıklı birey çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışmada öğretmenlerin işitme kalitesi, konuşma algısı ve uzaysal algı becerileri değerlendirilmiştir. Odyolojik değerlendirme amacıyla KUIK ölçeği, saf ses odyometrisi ve konuşma odyometrisi testleri kullanılmıştır.

Çalışmadan elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi sonucunda, her iki grup için KUIK ölçeği, saf ses odyometrisi ve konuşma odyometrisi sonuçları da istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar vermemiştir. Öğretmenlerin sağ ve sol kulak hava yolu işitme eşiği değerleri, sağ ve sol kulak hava yolu saf ses ortalamaları, sağ ve sol kemik yolu saf ses ortalamaları, sağ ve sol kulak konuşmayı alma eşiği değerleri, Konuşmayı ayırt etme skorları, rahatsız edici ses düzeyi değerleri ve en rahat ses düzeyi kontrol grubuyla karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ortaya çıkmamış olup elde edilen sonuçlar çerçevesinde değerlendirildiğinde, öğretmenlerin işitme yetenekleri ve konuşmayı ayırt etme skorları açısından kontrol grubuyla benzer bir profil sergilediğini göstermektedir

### **Anahtar Sözcükler:**

Gürültü, Öğretmen, İşitme

## ABSTRACT

KUMRU, Seyyid Selçuk. *Evaluation of Hearing Systems of Teachers Exposed to Noise*, Master's Thesis, Nevşehir, 2023.

This study aimed to evaluate the auditory systems of teachers exposed to noise. In line with the research objective, 35 teachers between the ages of 25-65 working in primary, middle, and high schools in Gümüşhane province, along with 35 healthy individuals, were included in the study. The evaluation focused on the teachers' hearing quality, speech perception, and spatial perception skills. The KUIK scale, pure-tone audiometry, and speech audiometry tests were employed for audiological assessment.

Statistical analysis of the data obtained from the study indicated that the results of the KUIK scale, pure-tone audiometry, and speech audiometry did not yield statistically significant outcomes for both groups. When comparing the teachers' right and left ear air conduction thresholds, right and left ear pure-tone average thresholds, right and left ear bone conduction average thresholds, right and left ear speech reception thresholds, speech discrimination scores, bothersome sound level values, and most comfortable sound level with the control group, no significant differences were observed. Therefore, based on the findings, it can be concluded that teachers demonstrated a similar profile to the control group in terms of their hearing abilities and speech discrimination scores.

### **Keywords:**

Noise, Teacher, Hearing

## İÇİNDEKİLER

<b>KABUL VE ONAY.....</b>	<b>i</b>
<b>YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI.....</b>	<b>ii</b>
<b>ETİK BEYAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>TEŞEKKÜR .....</b>	<b>iv</b>
<b>ÖZET.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>vi</b>
<b>İÇİNDEKİLER.....</b>	<b>vii</b>
<b>KISALTMALAR DİZİNİ.....</b>	<b>x</b>
<b>TABLolar DİZİNİ.....</b>	<b>xi</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ.....</b>	<b>xii</b>
<b>GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>1.BÖLÜM KAVRAMSAL ÇERÇEVE.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1. İŞİTME ANATOMİ VE FİZYOJİSİ.....</b>	<b>4</b>
1.1.1 Dış Kulak.....	<b>6</b>
1.1.2 Orta Kulak.....	<b>8</b>
1.1.3 İç Kulak.....	<b>10</b>
<b>1.2. ODYOLOJİK TESTLER.....</b>	<b>12</b>
1.2.1 Subjektif Testler.....	<b>12</b>
1.2.1.1 Saf Ses Odyometri.....	<b>12</b>
1.2.1.1.1 Hava Yolu İşitme Ölçümü.....	<b>13</b>
1.2.1.1.2 Kemik Yolu İşitme Ölçümü.....	<b>14</b>
1.2.1.2 Konuşma Odyometrisi.....	<b>15</b>

1.2.1.2.1 Konuşmayı Alma Eşiği.....	15
1.2.1.2.2 Konuşmayı Fark Etme.....	16
1.2.1.2.3 Konuşmayı Ayırt Etme.....	17
1.2.1.2.4 Rahatsız Edici Ses Düzeyi.....	17
1.2.1.2.5 En Rahat Ses Düzeyi.....	18
1.2.2 Objektif Değerlendirme.....	18
<b>1.3 GÜRÜLTÜ.....</b>	<b>18</b>
1.3.1 Gürültü Kaynakları.....	18
1.3.2 Gürültü Tipleri.....	19
1.3.3 Gürültü Standartları.....	19
1.3.4 Gürültü Kontrolü.....	20
1.3.5 Gürültüden Korunma Yolları.....	20
<b>1.4 GÜRÜLTÜ VE İŞİTME KAYBI.....</b>	<b>21</b>
<b>2.BÖLÜM MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>27</b>
<b>2.1 Araştırmanın Türü.....</b>	<b>27</b>
<b>2.2 Araştırmanın Evren Ve Örneklemi.....</b>	<b>27</b>
2.2.1 Örneklem Dahil Edilme Kriterleri: .....	27
2.2.1.1 Kontrol Grubu İçin Geçerli Kriterler.....	27
2.2.1.2 Deney Grubu İçin Geçerli Kriterler.....	27
<b>2.3. Veri Toplama Araçları.....</b>	<b>28</b>
<b>2.4. Veri Girişi Ve İstatiksel Analiz.....</b>	<b>28</b>
<b>3.BÖLÜM BULGULAR.....</b>	<b>30</b>
<b>3.1 Katılımcıların Demografik Özellikleri İlgili Bulgular.....</b>	<b>30</b>
<b>3.2 Katılımcıların KUIK Ölçeği Bulguları.....</b>	<b>32</b>

<b>3.3 Katılımcıların Saf Ses Odyometri Test Sonuçlarıyla İlgili Bulgular.....</b>	<b>33</b>
3.3.1 Hava Yolu İşitme Eşiği Bulguları.....	34
3.3.2 Kemik Yolu İşitme Eşiği Bulguları.....	38
<b>3.4 Katılımcıların Konuşma Odyometrisi Test Sonuçlarıyla İlgili Bulgular.....</b>	<b>40</b>
3.4.1 Konuşmayı Alma Eşiği Bulguları.....	40
3.4.2 Konuşmayı Ayırt Etme Skorları Bulguları.....	41
3.4.3 Rahatsız Edici Ses Düzeyi Bulguları.....	42
3.4.4 En Rahat Ses Düzeyi Bulguları.....	43
<b>4.BÖLÜM TARTIŞMA VE SONUÇ.....</b>	<b>43</b>
<b>KAYNAKÇA.....</b>	<b>46</b>
<b>EK-1. ORİJİNALLİK RAPORU.....</b>	<b>52</b>
<b>EK-2. ETİK KURUL İZİN FORMU.....</b>	<b>53</b>

## KISALTMALAR DİZİNİ

**dB** : Desibel

**dBHL** : Desibel Hearing Level

**Hz** : Hertz

**IAC** : Industrial Acoustic Company

**KUIK** : Konuşma, Uzaysal Algı ve İşitme Kalitesi

**SRT**: Konuşmayı Alma Eşiği

**SDS**: Konuşmayı Ayırt Etme Skoru

## TABLolar DİZİNİ

Tablo 1.Araştırma Grubunda Yaş Ortalaması

Tablo 2.Araştırma Grubunda Cinsiyet Dağılımı

Tablo 3.Araştırma Grubunda Ailede İşitme Kayıplı birey Oranı İle İlgili Dağılım

Tablo 4.Araştırma Grubunda İşitme Cihazı Kullanma Durumuna Göre Dağılım

Tablo 5.Araştırma Grubunda Meslekte Geçirilen Yıl Sayısına Göre Dağılım

Tablo 6. KUIK Ölçeği Bulguları

Tablo 7.Hava yolu İşitme Eşiği Değerlerinin Karşılaştırılması

Tablo 8.Hava Yolu Saf Ses İşitme Eşiği Ortalaması Değerlerinin Karşılaştırılması

Tablo 9.Gruplara Göre Kemik yolu İşitme Eşiği Değerlerinin Karşılaştırılması

Tablo 10. Gruplara Göre Kemik yolu Saf Ses Ortalama Değerlerinin Karşılaştırılması

Tablo 11.Konuşmayı Alma Eşiği(SRT) Değerlerinin Karşılaştırılması

Tablo 12.Konuşmayı Ayırt Etme Skorlarının Karşılaştırılması

Tablo 13.Gruplara Göre Rahatsız Edici Ses Seviyesi Değerlerinin Karşılaştırılması

Tablo 14.Gruplara En Rahat Ses Seviyesi Değerlerinin Karşılaştırılması

## ŞEKİLLER DİZİNİ

- Şekil 1. Gruplara Göre Hava yolu İşitme Eşiği Ortalamalarının Karşılaştırılması
- Şekil 2.Hava Yolu Saf Ses İşitme Eşiği Ortalaması Değerlerinin Kulaklara Göre Karşılaştırılması
- Şekil 3.Kemik Yolu Saf Ses İşitme Eşiği Ortalaması Değerlerinin Kulaklara Göre Karşılaştırılması
- Şekil 4.Gruplara Göre Konuşmayı Alma Eşiği Ortalamalarının Karşılaştırılması
- Şekil 5.Gruplara Göre Konuşmayı Ayırt Etme Skorlarının Karşılaştırılması
- Şekil 6.Gruplara Göre Rahatsız Edici Ses Seviyesi Ortalamalarının Karşılaştırılması
- Şekil 7.Gruplara Göre En Rahat Ses Seviyesi Ortalamalarının Karşılaştırılması
- Görsel 1.Kulağın koronal Kesit Görüntüsü
- Görsel 2.Kulak Kepçesi Bölümleri
- Görsel 3.Kemik Vibratör

## GİRİŞ

Gürültü, hoş olmayan, istenmeyen ve rahatsız edici ses seviyesi olarak tanımlanabilir. Bu tanım, kişiden kişiye değişebilir ve aynı kişi için farklı zamanlarda farklı şekillerde algılanabilir. Ses, nesnel bir kavramdır ve seviyesi ölçülebilirken, gürültü öznel bir kavramdır. Bir sesin gürültü olarak nitelendirilip nitelendirilmemesi kişilere bağlıdır. Örneğin, bazı insanlar belirli bir ses düzeyinin üzerindeki müziği keyifle dinlerken, bazıları için aynı ses seviyesi rahatsız edici bir gürültü olarak algılanabilir.

Uluslararası standartlara göre, insan sağlığına zarar verebilecek potansiyeldeki gürültü seviyesi 100-10.000 Mhz arasında ve 85 dB'dir. Mesleki ortamlarda ise 85 dB üzerindeki ses seviyesi ve bu seviyenin üzerindeki ses seviyelerinin çalışan sağlığına zararlı olduğu nesnel olarak kabul edilir ayrıca kişilerin düşüncelerine bağlı olmaksızın her durumda gürültü olarak kabul edilir. Gürültü, meslek hayatında karşılaşılan ve kabul edilen bir gerçektir. Ayrıca gürültüye bağlı işitme kaybı (GBİK), günümüzde yetişkinler arasında en yaygın işitme kaybı nedenlerinden biri olarak kabul edilir ve meslek hastalıkları arasında sıkça görülen bir sağlık sorunudur.

Son yıllarda, gürültüye bağlı işitme kayıpları üzerine yoğun çalışmalar yapılmıştır. Ülkemizde yapılan çalışmalar sonucunda, mesleki gürültüye bağlı işitme kaybı olan kişi sayısının 200.000'i aştığı tespit edilmiştir. Dünya nüfusunun yaklaşık %10'unda işitme kaybı şikayeti olduğu ve bu durumun yaklaşık %50'sinin yoğun gürültü maruziyeti nedeniyle meydana geldiği bilinmektedir. (1)

İnsan kulağı, doğal olarak 20-20.000 Hz arasındaki sesleri duyabilirken, konuşma seslerinin genellikle 500-2000 Hz aralığında olduğu bilinmektedir. Sessiz bir ortamda, yaklaşık 1,5 metre mesafeden günlük konuşmaları anlamakta zorluk yaşamaya başladığımız nokta, kabul edilebilir gürültü seviyesinin belirlendiği sınırdır. Bu sınır, ortalama olarak 500, 1000 ve 2000 Hz frekanslarında yaklaşık 25 dB değeriyle ilişkilendirilir. Bu değerler, insanların rahat bir iletişim kurabilmek için tercih ettiği gürültü seviyelerini temsil etmektedir (2).

Araştırmada, öğretmenlerin meslek hayatlarında çalışma ortamlarında gürültüye bağlı işitme kaybı yaşayıp yaşamadığını tespit etmek amacıyla subjektif işitme yöntemleri uygulanmıştır. Bu amaçla, Konuşma, Uzaysal Algı ve İşitme Kalitesi (KUIK) Ölçeği kullanılmıştır. KUIK Ölçeği, yetişkin bireylerin işitme düzeyini gösteren bir ölçektir ve bireyin çevresinde duyduğu sesleri, işittiğini anlama ve yer tespitini ne kadar iyi yaptığını belirlemek için geliştirilmiştir. Ölçek, Konuşma Algısı, Uzaysal Algı ve İşitme Kalitesi olmak üzere 3 alt ölçekten oluşmaktadır. Konuşma Algısı alt ölçeği 14 sorudan, Uzaysal Algı alt ölçeği 17 sorudan ve İşitme Kalitesi alt ölçeği 18 sorudan oluşmaktadır. Öğretmenler, kendi işitme yeteneklerini değerlendirmek amacıyla KUIK Ölçeği'ni kullanmışlardır. Her soru için, işitmeleri ne kadar iyi ise 10 puana yakın işaretleme yaparken, işitme düzeylerinin ne kadar kötü olduğunu ifade etmek için 0 puana yakın işaretleme yapmışlardır. Toplamda 49 soru cevaplandırılmıştır.

Araştırmada, öğretmenlerin odyolojik değerlendirmesi yapılırken saf ses odyometrisi yöntemi kullanılmıştır. Saf ses odyometrisi, işitme eşiklerini ölçmek için kullanılan bir subjektif test yöntemidir. Bu yöntemde, bireye farklı frekanslarda saf sesler sunulur ve bireyin duyabildiği en düşük ses seviyeleri kaydedilir. Saf ses odyometrisi, hem hava yolu hem de kemik yolu ile işitme eşiklerini değerlendirmek için kullanılır. Hava yolu işitme eşikleri, bireyin kulak kepçesine yerleştirilen kulaklıkla duyduğu ses seviyelerini ölçer. Bu testte, bireye farklı frekanslarda saf sesler verilir ve bireyin duyabildiği en düşük ses seviyeleri kaydedilir. Kemik yolu işitme eşikleri ise, bireyin kafasına yerleştirilen kemik vibratör aracılığıyla sesin kemik yoluyla iletilmesiyle ölçülür. Bu yöntemde, ses titreşimleri doğrudan iç kulağa iletilir ve bireyin duyabildiği en düşük titreşim seviyeleri kaydedilir.

Ayrıca araştırmada, öğretmenlerin odyolojik değerlendirmesi yapılırken konuşma odyometrisi yöntemi de kullanılmıştır. Konuşma odyometrisi, bireyin konuşmayı alma eşiğini ve konuşmayı ayırt etme skorlarını değerlendirmek için subjektif bir test yöntemidir. Konuşma odyometrisinde, bireye bir dizi konuşma materyali sunulur. Bu materyaller genellikle standart bir konuşma sesi kayıdır ve

farklı zorluk seviyelerine sahip cümleler veya kelime grupları içerebilir. Birey, sunulan konuşmayı anlamaya çalışır ve duyabildiği veya anlayabildiği cümle veya kelime gruplarını bildirir. Konuşma odyometrisi, bireyin konuşmayı alma eşiğini ve konuşmayı ayırt etme yeteneğini değerlendirmek için kullanılan bir subjektif testtir. Bu test, bireyin gerçek hayatta karşılaşılabileceği konuşma iletişimi zorluklarını yansıtabilir. Bireyin duyabildiği veya anlayabildiği konuşma seviyeleri ölçülerek işitme yeteneği hakkında bilgi sağlanır.

Bu araştırma, 25-65 yaş arası erkek ve kadın öğretmenlerin işitme düzeylerin tespit etmeyi ve işitme sağlığına verdikleri önemi vurgulamayı amaçlamaktadır. Çalışmamızda çalışma grubunu oluşturan 35 öğretmen ve kontrol grubunu oluşturan 35 sağlıklı bireyin test sonuçları karşılaştırılarak çalışma ortamlarında gürültüye maruz kalan öğretmenlerin işitsel sisteminin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

## 1.BÖLÜM

### KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde işitme sisteminin anatomisi ve fizyolojisi, odyolojik değerlendirmede kullanılan sübjektif ve objektif test yöntemleri, gürültü, gürültü tipleri, gürültü kontrolü, gürültüden korunma yolları, gürültüye bağlı işitme kaybının nasıl oluştuğu gibi konular ele alınmıştır. Ayrıca öğretmenlerin işitme sağlığını nasıl koruması gerektiği ve konuşmayı ayırt etme skorlarının gürültüye bağlı işitme kaybı ile ilişkisi gibi konular da açıklanmaktadır.

#### 1.1.İŞİTME SİSTEMİNİN ANATOMİ VE FİZYOLOJİSİ

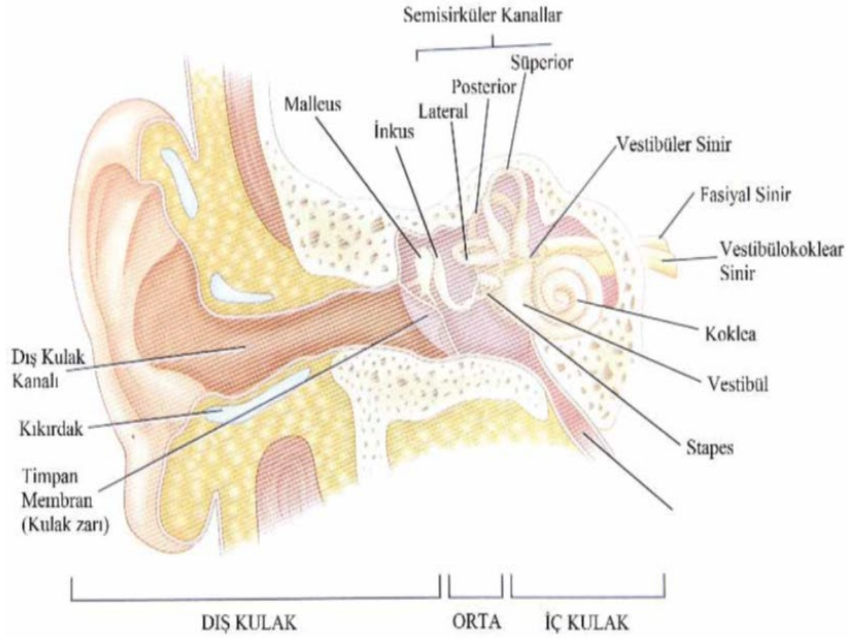
İşitme sistemi, sesin algılanması ve işlenmesiyle ilgili olan bir sistemdir. İşitme sistemi, periferik işitme sistemi ve santral işitme sistemi olmak üzere iki bölümde incelenir.

1. Periferik İşitme Sistemi: Periferik işitme sistemi, kulakta bulunan yapıları içerir. Bu yapılar üç bölüme ayrılır:

- Dış Kulak(outer): Sesin toplandığı bölümdür. Ses dalgaları kulak kepçesi tarafından toplanır ve dış kulak yolunu takip ederek kulak kanalına ulaşır.
- Orta Kulak(middle): Ses dalgaları kulak kanalından orta kulağa geçer. Orta kulağın ana yapıları arasında timpanik membran (kulak zarı) ve üç küçük kemikçik (çekiç, örs, üzengi) bulunur. Ses dalgaları, kulak zarının titreşimiyle orta kulaktaki kemikçiklere iletilir.
- İç Kulak(inner): Orta kulaktan gelen titreşimler, iç kulağın en iç bölümü olan kokleada yer alan tüylü hücrelere iletilir. İç kulak, koklea, vestibüler sistemi ve işitme sinirini içerir. Tüylü hücreler, titreşimleri sinirsel sinyallere dönüştürerek işitme sinirine iletilir.

2. Santral İşitme Sistemi: Santral işitme sistemi, işitme siniri üzerinden beyne gelen sinyallerin işlenmesi ve yorumlanmasıyla ilgilidir. İşitme siniri, kokleadan gelen sinirsel sinyalleri beyne taşır. Beyindeki işitme korteksi, gelen ses bilgisini işleyerek anlamlandırma ve algılama süreçlerini gerçekleştirir.

Kulak, karmaşık bir yapıya sahip işitme organıdır. Ses dalgaları, dış kulak ve orta kulak aracılığıyla timpanik membrana ulaşır ve burada işitme kemikçiklerinin titreşimine dönüşür. Titreşimler, stapes adı verilen kemikçiğin hareketiyle perilenf dalgalanmalarının oluşmasını sağlar. Perilenf dalgalanmaları, timpanik duktus boyunca ilerlerken baziler membranı hareket ettirir ve tüylü hücrelerin vibrasyon yapmasına neden olur. Bu uyarılar, işitme siniri aracılığıyla beyne iletilir. İşitme sistemi bu şekilde sesin algılanmasını sağlar. İşitme olayını bu şekilde özetleyebiliriz. İşitme sistemi, ses dalgalarının toplanması, orta kulakta kemikçiklerle iletilmesi, iç kulakta tüylü hücrelerin uyarılması ve sinirsel sinyallerin beyne iletilmesi gibi bir dizi karmaşık süreçten oluşur. Bu süreçlerin birlikte çalışması, sesin işitilmesi ve anlamlandırılmasını sağlar.



Şekil 1. Kulağın koronal kesit görüntüsü (Stach (2009). Clinical Audiology:

Görsel 1. Kulağın koronal kesit görüntüsü

### 1.1.1.Dış Kulak

Dış kulak, kulak kepçesi (Pinna, Auricula) ve dış kulak yolunu (External Auditory Meatus) içeren iki yapıdan oluşur. Dış kulak yolunun sonunda ise kulak zarı (tympanic membrane, eardrum) bulunur ve orta kulak buradan başlar. (Moller, 2000; Seikel et al, 2010)

Dışarıdan gelen ses dalgalarının toplandığı yapı, kulak kepçesidir. Kulak kepçesi, yüksek frekanslı seslere odaklanmada yardımcı olur ve sesin lokalizasyonunu belirlemede rol oynar. Ayrıca sesi filtreleme ve yükseltme görevi de olan Kulak kepçesi, sesleri toplar ve kulak kanalına iletmek için kullanılır (Dallos, 1973).

Dış kulak yapısı aşağıdaki şekilde düzenlenmiştir: En üst kısımda helix bulunur. Helixin altında antihelix adı verilen bir bölge yer alır. Helix ve antihelix arasında kalan alana scaphoid fossa denir. Dış kulak yolunun hemen girişinde, çukura benzeyen bir yapı olan konka bulunur. Kulak kanalının girişinde, kıkırdaktan yapılmış bir flep olan tragus bulunurken, antitragusun hemen altında kulak memesi (lobul) yer alır (Moller, 2000; Hall, 2007; Lee, 2012).

Dış kulak yolunun (External Auditory Meatus) çapı genellikle ortalama 7 mm'dir ve konkanın ölçümünden itibaren uzunluğu ortalama olarak 2.5-2.7 cm'dir. Konka ve dış kulak yolunun rezonans kavimleri, işitme sürecine katkıda bulunurken aynı zamanda rezonans frekansının belirlenmesinde de rol oynamaktadır (Pickles, 1982; Seikel et al., 2010).

Dış kulak yolunun giriş kısmının yaklaşık 1/3'ü (yaklaşık 8.8 mm) kıkırdak dokudan oluşurken, geri kalan 2/3'ü ise kemik dokudan oluşur. Dış kulak yolunda iki daralma noktası bulunur: birincisi kulak zarına 0.5 cm uzaklıktaki bölgede olan ve kıkırdak dokunun sona erdiği yerdir, ikincisi ise kıkırdak dokunun tamamen bittiği yerdedir. Dış kulak yolunun iç kısmı, koruyucu bir madde olan serumen (kulak kiri) tarafından kaplanmıştır (Moller, 2000; Seikel et al., 2010; Lee, 2012).

Dış kulak yolunun görevi, ses dalgalarını kulak zarına iletmekle sınırlı olmayıp aynı zamanda ses enerjisini yükselterek iletmektir. Dış kulak yolunun rezonans özelliği

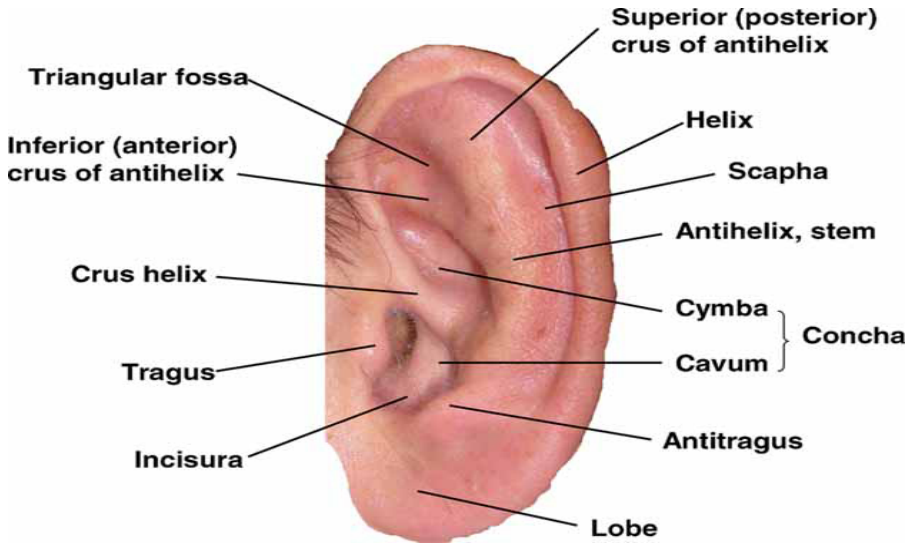
sayesinde bu etki gerçekleşir. Dış kulak yolunun rezonans frekansı genellikle 3000-4000 Hz arasında bulunur ve bu frekanslarda sesin amplifikasyonu en yüksek düzeye ulaşır. Özellikle 4000 Hz frekansında ses, 12 dB'ye kadar amplifiye edilebilmektedir (Pickles, 1982; Belgin, 2014).

Ses dalgalarının iç kulağa iletilme sürecinde, kulak kepçesi, dış kulak yolunun ve orta kulaktaki yapıların yönlendirici ve güçlendirici etkisi yanı sıra başın ve vücudun engelleyici etkisi de bulunur. Başın ses dalgalarına yapacağı engelleyici etki, başın genişliğine bağlı olarak değişiklik gösterir. İki kulak arasındaki mesafe, sesin diğer kulağa 0.6 ms'lik bir zaman farkıyla ulaşmasını sağlayarak engelleyici etkiyi belirginleştirir (Pickles, 1982; Lee, 2012).

Başın ses dalgalarının işitme sürecindeki bir diğer etkisi "Gölge Etkisi"dir. Bu etki, sesin kaynağının oluşturduğu sesin frekansına ve dalga boyuna bağlı değişebilirken, karşı taraftaki kulağa ulaşırken baş tarafından engellenmesiyle ortaya çıkar. Gölge etkisi, yüksek frekanslı seslerde daha belirgin olarak görülür ve düşük frekanslı seslere göre daha fazla basınç azalmasına neden olur (Moller, 2000).

Görsel 2. Kulak

Kepečesi Bölümleri



### 1.1.2 Orta Kulak

İşitme sisteminde, sesin iletilmesi ve amplifikasyonu işlevini üstlenen orta kulak, kulak zarı, orta kulak kemikçikleri, orta kulak kavitesi, Eustachi tüpü, dört ligament ve iki kastan oluşmaktadır (Seikel et al,2010;Lee,2012).

Kulak zarı, dış kulak ile orta kulağı birbirinden ayıran bir zar olarak görev yapar. Dış kulaktan gelen ses dalgaları, kulak kemikleri aracılığıyla kulak zarına iletilir. Ancak kulak zarı, ses dalgalarının yuvarlak pencereye geçmesini engelleyerek bir bariyer oluşturur. Başka bir deyişle, kulak zarı oval pencereye ses dalgalarını iletmek için geçirgendir, ancak yuvarlak pencereye izin vermez. Ortamın içindeki ses dalgalarının iç kulağın sıvılarında bir dalga oluşturabilmesi için oval ve yuvarlak pencerelerin karşılıklı olarak zıt fazda titreşmesi gerekmektedir.

Kulak zarı, yaklaşık olarak 10-11 mm uzunluğunda ve 8-9 mm genişliğinde olan bir zar yapısına sahiptir. Kalınlığı ise genellikle ortalama 0,1 mm civarındadır. Dış kulak kanalında yer alan kulak zarı, ses dalgalarının neden olduğu basınç değişikliklerine tepki vererek orta kulağındaki kemikçikleri hareket ettirir. Kulak zarının dış tabakası, ince bir epitelyal dokuya sahiptir ve kulak yolunun son kısmıyla temas eder. Kulak zarının orta tabakası büyük öneme sahiptir. Bu tabaka, dairesel şekilde düzenlenmiş lifler (dairese lifler) ve merkezden çevreye doğru uzanan esnek lifler (radyal lifler) içerir (Moller,2000, Seikel et al,2010).

Kulak zarı, dörtte üçlük kısmı gergin olan ve sesi ileten alt bölüme "pars tensa" adı verilir. Üst kısımdaki daha küçük bölüm ise orta kulak liflerinin düzenlenmediği için daha gevşektir ve bu alana "pars flaccida" denir. "Işık konisi" veya "ışık yansıması" olarak bilinen bölge ise otoskopik muayenede görülen ışığın yansıdığı alandır. (Seikel et al,2010; Lee,2012)

Kulak zarının iç yüzü, östaki tüpü vasıtasıyla boğazdan gelen havayla denge sağlar. Bu mekanizma sayesinde kulak zarının içe çökmesi önlenir. (Kaynaklar: Mehta et al., 2006; Seikel et al., 2010)

Ses enerjisinin gaz ortamından sıvı ortama geçişi, belirli bir enerji kaybına neden olur. Ses, havadan suya geçerken yaklaşık olarak %99 oranında enerji kaybına uğrar ve bu da

yaklaşık olarak 30 dB'lik bir kayıp demektir. Benzer şekilde, orta kulaktan iç kulağa ses transferinde de enerji kaybı yaşanır. İç kulak sıvılarında, diğer işitme sistemi yapılarına göre daha yüksek bir akustik direnç bulunur. Kulak zarı ve kemikçiklerin temel görevi, hava ortamından sıvı ortama geçişin ve iç kulak sıvılarının akustik direnç kaynaklı enerji kaybını karşılamaktır (Belgin, 2014).

İleri sürülen görüşlere göre orta kulak kazancı:

1. Malleus ve incus arasındaki eklemün kaldırıcı etkisi, malleus kolu üzerindeki işitsel enerjii incus kolu üzerine 1.3 kat daha etkili bir şekilde iletebilmeyi sağlar. Bu mekanik avantaj, işitsel iletim sürecindeki verimliliği artırır.

2. Kulak zarının titreşen bölgeleri ile stapes tabanı arasındaki oran, araştırmacılar tarafından değişkenlik göstermektedir. Bu oran genellikle 1/15 ile 1/20 arasında değişmektedir. Örneğin, kulak zarının titreşen alanı 55 mm<sup>2</sup> iken, stapes tabanı sadece 3.2 mm<sup>2</sup>'lik bir alana sahiptir. Bu fark, kulak zarındaki ses enerjisinin kemikçik zincirinin kaldırıcı etkisi ve zarın aktif bölgeleri ile stapes tabanı arasındaki hidrolik etkinin bir sonucu olarak iç kulağa yaklaşık olarak 17 kat daha fazla iletilmesini sağlar. Bu artış, ses basıncındaki orantısız bir artışı temsil eder ve desibel olarak hesaplandığında yaklaşık 24 dB' ye denk gelir. (Pickles, 1982).

Orta kulak hastalıklarında, kemikçik zinciri, kulak zarı ve oval-yuvarlak pencerelere karşı olan pozisyonlarının işitme kaybının şiddeti üzerinde farklı etkileri vardır. Bunun yanı sıra, orta kulakta oluşan sertlik (stiffness) ve kütle (mass) faktörleri, iletim mekanizması dışında, orta kulak direncini etkileyerek işitme eşiklerinde değişikliklere yol açar. (Wever et al., 1948; Wever & Lawrance, 1966).

Orta kulakta iki önemli kas bulunur:

M. Stapedius:

Bu kas, stapes kemik hareketini kontrol eden bir kas olarak görev yapar. Özellikle yüksek ses gibi gürültülere karşı koruyucu bir rolü vardır. Kasın kasılması, stapes

kemiğini sıkıştırarak ses iletimini azaltır. Stapedius kası, oldukça küçük bir yapıya sahiptir. Yaklaşık olarak 6 mm uzunluğunda ve 5 mm<sup>2</sup> çapındadır.

M. Tensor Tympani:

Bu kas, timpanik zarın gerilmesini ve sıkışmasını sağlar. Kasılması, timpanik zarın gerginliğini artırarak ses iletimini düzenler. Ayrıca çiğneme ve yutma sırasında orta kulak boşluğunu dengelemeye yardımcı olur. M. Tensor tympani 25 mm uzunluğunda ve 6 mm<sup>2</sup> çapındadır.. (Moller,2000; Seikel et al,2010; Lee,2012)

Bu kaslar, orta kulak fonksiyonlarının düzenlenmesinde önemli bir rol oynar ve işitme sağlığını korumaya yardımcı olurlar.

### 1.1.3 İç Kulak

İç kulak, işitme organı (koklea) ve denge organı (vestibular sistem) tarafından oluşturulur. İç kulağın kemik labirenti ve membranöz labirenti vardır. İç kulağın içindeki yapılar arasında kemik labirent, vestibül (vestibule), semisirküler kanallar (semicircular canals) ve kemik koklear kanal (osseous cochlear canal) bulunur (Moller, 2000; Lee, 2012).

Koklea, iç kulaktaki en önemli yapılar arasında yer alır ve işitme sürecinin merkezi bir bileşenidir. Salyangoza benzeyen bir yapıya sahiptir ve kendisi üzerinde yaklaşık olarak 23/4 kez sarılarak spiral bir şekil oluşturur. Koklea, apeks (uç) bölgesinde sonlanır. (Seikel et al, 2010; Lee, 2012).

Kokleanın içerisinde sıvı dolu üç tüp şeklinde yapı bulunur. Enine kesit alındığında, bu yapılar yukarıdan aşağıya doğru şu şekilde sıralanır:

1.Scala Vestibuli

2.Scala Media

3.Scala Tympani

Scala Vestibuli ve Scala Tympani, en üst kısımda birleşerek helikotrema adı verilen bir yapı oluşturur. Scala Media ise helikotremenin kapalı bir "u" şeklinde sonlanır (Moller, 2000; Seikel et al, 2010; Lee, 2012).

Scala Vestibuli ve Scala Tympani, sodyum oranı yüksek, potasyum oranı düşük bir sıvı olan perilenf ile doludur. Perilenf, sodyum açısından zengin katyonlu ekstrasellüler sıvılara benzer bir iyonik bileşime sahiptir.

Scala Media, özel bir damar ağı olan vasküler stria tarafından üretilen ve içinde yüksek miktarda potasyum bulunan, aynı zamanda düşük miktarda sodyum içeren bir sıvı olan endolenf ile doludur. Endolenf ve perilenf sıvıları asla birbirleriyle karışmazlar. (Lee & Marcus, 2003; Lee, 2012).

Reissner Membranı, Scala Media'yı Scala Vestibuli'nden ayırırken, Basilar Membran ise Scala Media'yı Scala Tympani'den ayırır. Basilar membran, uzunluğu toplamda 34 mm olan bir yapıdır ve apikal uçta daha geniş ve esnek, bazal uçta ise daha dar ve sert bir yapıya sahiptir. Koklea'da, Basilar Membran tarafından iletilen seslerin algılanma şekli Tonotopik organizasyon adını taşır. Kokleanın bazal bölgesinde, yani stapes'e yakın olan kısımda yüksek frekanslı ve kısa dalga boylu sesler algılanırken, apikal bölgede ise düşük frekanslı ve uzun dalga boylu sesler algılanır (Atkin et al., 1970; Moller, 2000).

Basilar membran, içerisinde Corti Organı'nın bulunduğu kompleks bir yapıdır. Corti organı, basilar membranın Scala Media yüzeyinde yer alan tüy ve destek hücrelerinden oluşan bir reseptör organdır. Tüy hücreleri, iç tüylü hücreler (ITH) ve dış tüylü hücreler (DTH) olmak üzere iki gruba ayrılır. İnsan kokleasında Corti organında dört sıra halinde dizilmiş yaklaşık 16.000 tüylü hücre bulunur, bunların %80'i dış tüylü hücrelerden (12.500 hücre) oluşurken geri kalan %20'si iç tüylü hücrelerdir (3.500 hücre). Tüylü hücrelerin temel görevi, mekanik enerjiyi elektriksel potansiyele dönüştürmektir. Tectorial membran, tüylü hücrelerin üst kısmıyla ilişkilidir ve Corti organındaki işitsel işleme sürecinde önemli bir rol oynar. (Kim,1984; Janssen&Müller, 2008;Kemp, 2008).

## 1.2 ODYOLOJİK TESTLER

İşitme sisteminin değerlendirilmesi, işitme sağlığıyla ilgili sorunları tespit etmek ve bunların nedenlerini belirlemek için önemli bir süreçtir. Bu değerlendirme, işitme kaybı, işitsel rahatsızlıklar veya denge sorunları gibi çeşitli konuları içerir. İşitme sisteminin değerlendirilmesi, subjektif ve objektif testlerin bir kombinasyonunu içerir bu kombinasyonu içermeye sebeplerinden en önemlisi de Cross-check ilkesini sağlamaktır. Cross-check ilkesi, işitme değerlendirme sürecinde de kullanılan bir yaklaşımdır. Bu ilke, işitme testlerinde elde edilen sonuçların birbirini doğrulamasını sağlamak amacıyla kullanılır.

Cross-check ilkesine göre, işitme testlerinde farklı test yöntemleri ve yaklaşımlarının kullanılması, elde edilen sonuçların güvenilirliğini artırır. Bir test sonucunun doğruluğunu teyit etmek veya yanıtlayıcı tarafından verilen yanıtların gerçek işitme seviyesini yansıtmayı yansıtmadığını belirlemek için diğer testlerle karşılaştırma yapılır.

Subjektif ve objektif testler, birlikte kullanılarak işitme sisteminin genel sağlık durumunu ve işitme kaybının türünü, derecesini ve nedenini belirlemeye yardımcı olur. Bu değerlendirme sonuçları, bir odyolog veya işitme uzmanı tarafından analiz edilir ve uygun tedavi veya rehabilitasyon seçeneklerini belirlemek için kullanılır. İşitme sisteminin değerlendirilmesi, bireylerin işitme sağlığına yönelik uygun ve etkili müdahalelerin planlanmasına yardımcı olur.

### 1.2.1 Subjektif Değerlendirme

Subjektif testler, bireyin kendi deneyimlerine dayanarak işitme yeteneğini değerlendirmek için kullanılır. İşitme kaybı veya işitsel rahatsızlık yaşayan bireylerin, duydukları sesleri ve konuşmayı anlama yeteneklerini değerlendirmek için subjektif testler kullanılır. Bu testler arasında saf ses odyometri, konuşma odyometrisi, işitsel rahatsızlık ölçekleri ve anketler bulunur. Bireyler, testler sırasında kendilerine sunulan sesleri duyarlık ve anlama düzeyine göre değerlendirirler.

#### 1.2.1.1 Saf Ses Odyometri

Saf ses odyometrisi (Pure Tone Audiometry), bireylerin işitme yeteneklerinin değerlendirilmesinde kullanılan standart bir davranışsal test yöntemidir. Bu test, saf

seslerin kullanılması temeline dayanır. (Carhart&Jerger, 1954; Cooper&Lightfoot, 2000).

Odyometreler, saf seslerin üretilmesi ve bireylere aktarılması için kullanılan araçlardır. Genellikle kulaklıklar veya hoparlörler vasıtasıyla sesler sunulur. Odyometreler, kullanıcının tercihine bağlı olarak sesin türünü, frekansını, şiddetini ve iletim yöntemini seçme esnekliği sağlar. Ses iletiminde kullanılan transdüserler farklı tiplerde bulunur, örneğin supra-aural hava iletim kulaklıkları, insert hava iletim kulaklıkları, kemik iletim vibratörleri ve açık alanda kullanılan hoparlörler gibi. Saf ses odyometrisinde en yaygın kullanılan standart transdüserler genellikle supra-aural hava iletim kulaklıklarıdır ve belirli modelleri (TDH-39, TDH-50 gibi) tercih edilir. (McGrath, 2014).

Odyometreler vasıtasıyla belirlenen işitme eşiklerinin kaydedildiği grafiklere odyogram adı verilir. Standart odyogramlar genellikle 125-8000 Hz frekans aralığındaki hava ve kemik iletimi işitme eşiklerini göstermek için kullanılır. İşitme kaybının derecesini belirlemek için Saf Ses Ortalaması (Pure Tone Average - PTA) hesaplaması kullanılır. PTA, 500, 1000, 2000 Hz ve 4000 Hz frekanslarındaki işitme eşiklerinin ortalaması alınarak hesaplanır (Purdy, 2012; McGrath, 2014)

#### 1.2.1.1.1 Hava Yolu İşitme Ölçümü

Dış kulak yolundan kulaklıklar aracılığıyla verilen saf seslerle hastanın duyabildiği eşik seviyesinin belirlenmesi için ölçümler yapılır. Bu ölçümler, standart kulaklıklar ve kulak kılıfları kullanılarak gerçekleştirilir. Örneğin, TDH39 ve MX 41/AR gibi kulaklık modelleri önemli faktörlerdir (Dowson, et al., 1991; Belgin, 2014).

Standart uygulamalarda genellikle 125-8000 Hz aralığı değerlendirilirken, gerektiğinde yüksek frekanslı odyometreler kullanılarak 16000-18000 Hz aralığında ölçümler yapılabilir. Elde edilen sonuçlar hastanın subjektif yanıtına dayandığından, hasta test hakkında ayrıntılı bilgilendirilmelidir.

Sıklıkla tercih edilen bir yöntem, testin 1000 Hz'den başlayarak yüksek frekanslara doğru ilerlemesi ve daha sonra 500 Hz ve altındaki frekanslara doğru genişlemesidir. Elde edilen işitme eşik değerleri, uluslararası standartlara uygun olarak hazırlanan odyogramlarda semboller ve renklerle gösterilir.

Odyolojik muayenelerde dikkat edilmesi gereken en önemli kural, hastanın uzman bir hekim tarafından detaylı bir muayenenin yapılmasıdır. Ayrıca, gerçek işitme eşiğini etkileyebilecek faktörlerin (kulak tıkanıklığı, bulaşıcı bir durum vb.) ortadan kaldırılması ve hastanın patolojileri ile ilgili tüm bilgilerin testi yapan klinisyen tarafından bilinmesi önemlidir. Yakın zamanda odyolojik muayenesi yapılmamış olan hastaların odyolojik incelemeye gelmeleri uygun değildir (Belgin, 2014).

#### 1.2.1.1.2 Kemik Yolu İşitme Ölçümü

Kokleanın ikincil uyarı yolu, işitme fizyolojisinde belirtildiği gibi kemik yolu titreşimleriyle sağlanır. Kemik iletimi, işitsel uyarının tüm akustik özelliklerini hava yolu iletimi kadar etkili bir şekilde iletmese de, odyolojik tanı için önemli bir değerlendirme kriteridir. Bu yöntem, özel olarak tasarlanmış ve kalibre edilmiş vibratörler aracılığıyla mastoid çıkıntının arkasına yerleştirilerek gerçekleştirilir.

Ölçüm genellikle 250-6000 Hz arasında yapılır. Kemik yolu ve hava yolu değerlendirmeleri, iletim sistemi, koklea ve tüy hücreleri içeren toplam sisteme dair bilgi sağlar. Hangi kulak değerlendirilirse değerlendirilsin, vibratör titreşiminden tüm kafatası etkilenir ve enerji vibratörün yerleştirildiği alana konsantre değildir. Bu nedenle, kemik yolu ölçümlerinde maskeleye yapılması önemlidir.

Kemik yolu ölçümlerinde hava yolu iletimine göre geniş bir frekans ve şiddet aralığında ölçüm yapmak teknik olarak mümkün değildir. Bazı frekanslarda titreşim uyarısı ses uyarısının önüne geçebilir. Bu nedenle odyometrelerde kemik yolu iletimi frekansa göre kısıtlanmıştır. Test öncesi, hastaya nasıl bir uyarının verileceği (Titreşim) hastaya bildirilmeli ve bu uyarıya cevap vermemesi gerektiği bildirilmelidir. (Hood,1960;Lau,1986; Coles et al,1991; Belgin,2014).



Görsel 3.Kemik Vibratör

#### 1.2.1.2 Konuşma Odyometrisi

İşitme kaybı olan bireylerin en uygun müdahale planını belirlemek için, işitme kaybının konfigürasyonu ve derecesinin dikkatli bir şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu değerlendirme sürecinde, detaylı bir hasta hikayesi alınması ve kapsamlı klinik muayene yapılması önemlidir. Ayrıca, saf ses odyometrisi ve konuşma odyometrisi gibi odyolojik testler de kullanılarak veriler elde edilir (van Zyl, 2014).

Odyolojik değerlendirmenin ikinci ve önemli bir adımı, bireyin konuşma ve anlama becerilerinin değerlendirilmesidir. Bu amaçla, konuşma odyometrisi testi kullanılır, çünkü saf ses odyometrisi yalnızca işitme eşiklerini belirlemede kısıtlıdır ve bireyin gerçek hayattaki konuşmayı anlama yeteneğini tam olarak yansıtmaz (Hart, 2008).

Konuşma odyometrisi, bireyin konuşmayı algılama becerisini değerlendirmek için geliştirilmiş ve kullanılan bir test yöntemidir (van Zyl, 2014)

##### 1.2.1.2.1 Konuşmayı Alma Eşiği Testi

Konuşma tanıma derecesini belirlemek için sıkça kullanılan bu subjektif test konuşma eşiği testi olarak adlandırılır. SRT, hastanın belirli bir şiddet seviyesinde kendisine sunulan kelimelerin %50'sini doğru bir şekilde tekrar edebilme yeteneğini ölçer (Penrod, 1985; ASHA, 1988; Martin et al, 2000). Bu seviyede, saf sesin 500, 1000 ve

2000 Hz frekanslarında olması gereklidir (Martin, 1997). SRT ile saf ses eşiği arasındaki farkın 10 dB'den daha fazla olmaması önemlidir. Eğer SRT, saf sesin ortalama değerinden 10 dB veya daha fazla düşükse, saf ses eşiğinin doğruluğunu; SRT'den daha kötü ise retrokoklear veya santral patolojiyi düşündürebilir. Bunun yanı sıra, fonksiyonel işitme kayıpları ve odyometrik kalibrasyon hataları da aynı sonuçları verebilir, bu durum unutulmamalıdır.

SRT'nin belirlenmesi için iki yöntem kullanılır: şiddetin giderek azaltılması (descending) ve şiddetin giderek artırılması (ascending). Descending yönteminde, kişiye 1000 Hz'deki işitme eşiğinin üzerine 25 dB eklenerek kelimeler tekrar ettirilir. Eğer kişi kelimeyi tekrar edebilirse ses şiddeti 10 dB düşürülür. Tekrar edilemeyen durumda ise 5 dB artırılarak konuşma tanıma eşiği belirlenir. Bu yöntem Chaiklin ve Ventry tarafından tanımlanmıştır (Chaiklin & Ventry, 1964).

Ascending yönteminde ise düşük şiddet seviyesinden başlayarak kişinin sunulan kelimeleri tekrar edebildiği düzeye kadar 10 dB'lik artışlarla şiddet yükseltilir. Tekrar edildiği düzeyde, ses şiddeti 15 dB düşürüldükten sonra 5 dB'lik artışlarla konuşma alma eşiği belirlenir. ASHA, konuşma alma eşiğinin değerlendirilmesinde ascending yönteminin tercih edilmesini önermektedir (Martin, 1986; Penrod, 1994).

SRT, saf ses odyogramının aşamalı olarak eğimli olduğu durumlarda (yüksek frekans işitme kaybı) 500, 1000 ve 2000 Hz'de saf ses ortalamalarından en iyisiyle ya da ikisiyle uyumlu olabilir (Gelfand, 2009).

Bu testte, hastanın anlayabildiği en düşük işitme eşiği seviyesi belirlenirken iki veya üç heceli kelimeler kullanılır. Hastanın doğru bir şekilde söylediği kelimelerin %60'ını elde etmek için saf ses ortalaması  $\pm 10$  dB aralığında yakın bir değerde olmalıdır. İşitme testinin doğrulanması niteliğindeki bu test rutin olarak uygulanmaktadır (Belgin, 2014).

#### 1.2.1.2.2 Konuşmayı Fark Etme Eşiği Testi

Konuşma varlığının fark edildiği seviye, konuşmayı fark etme eşiği olarak adlandırılır. SRT ile konuşmayı fark etme eşiği arasındaki fark, iletim veya mikst tip işitme kaybı

olan kişilerde normal işitenlere göre 5 dB veya daha az, hafif derecede sensorinöral kayıplarda ise yaklaşık 8 dB olarak rapor edilmiştir (Beattie, 1978; Penrod, 1985).

#### 1.2.1.2.3 Konuşmayı Ayırt Etme Testi

Bu testte, eşik üstü sabit bir seviyede tek heceli kelimeler kullanılarak konuşmayı ayırt etme becerisi değerlendirilir. Kişinin doğru tekrar ettiği kelimelerin oranı, konuşmayı anlama yüzdesi olarak belirlenir (Kerr & Smyth, 1972; Penrod, 1994; Stach, 1998; Isai et al, 2009).

Normal işitme seviyesine sahip bir kulağın en rahat duyabildiği ses, SRT/PTA (Saf ses ortalaması) + 40 dB seviyesindedir. Sensörinöral işitme kaybı olan bireylerde ise hastanın SRT değeri, 40 dB üzerinden teste başlanır (Kramer, 2008).

Konusmayı ayırt etme yüzdesi, koklear veya retrokoklear patolojilerin teşhisinde önemli bir bilgi sağlar. Ayrıca, sözel iletişim becerilerinin, işitsel performansın ve merkezi işitsel fonksiyonların değerlendirilmesinde ve uygun işitme cihazının seçiminde kullanılır. (Ashoor&Prochazka, 1982; Trimmis et al, 2006; Tsai et al, 2009; van Zyl, 2014).

#### 1.2.1.2.4 Rahatsız Edici Ses Seviyesi

Hastanın, konuşma seslerinden rahatsız olduğu işitme eşiğinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir konuşma testidir. İşitme sisteminin frekanslara bağlı olarak uyarılma özelliği farklıdır. Bu fiziksel özelliğin yanı sıra, insan kulağının rahatlıkla algılayabileceği ses seviyesi genellikle 110 dB SPL'yi geçmez. Hastaya testi uygularken rahat dinleme seviyesinden başlayarak artan bir konuşma sesi ile uyarı verilir. Konuşma sürerken ses şiddeti yavaş yavaş arttırılır ve hastanın rahatsız olduğunu ifade ettiği seviye, rahatsız edici ses seviyesi olarak kaydedilir. Konuşma odyometrisi uygulamaları içerisinde rahatsız edici ses seviyesinin belirlenmesi otolojik değerlendirmede önemli bir yer tutar. Elde edilecek veriler patolojinin lokalizasyonu hakkında bilgi vericidir. Koklear patolojilerde rahatsız edici ses seviyesi düşerken, retrokoklear patolojilerde bu değer genellikle yüksektir (Belgin, 2014).

#### 1.2.1.2.5 En Rahat Ses Seviyesi Testi

Hastanın konuşma sesini en rahat duyduğu ses seviyesi, konuşma sırasında hastadan konuşmayı en rahat algıladığı ses seviyesini ifade eder. Ölçüm, SRT'nin (Konuşma Anlama Eşiği) biraz üstündeki bir seviyeden başlar ve ses şiddeti adımlar halinde artırılır. Normal işiten kişilerde bu seviye genellikle 40-60 dB aralığındadır.

#### 1.2.2 Objektif Değerlendirme

Objektif testler, işitme sisteminin fizyolojik tepkilerini ölçerek işitme yeteneğini değerlendirmek için kullanılır. Bu testler, bireyin işitme sınırları ve işitme yollarının yanıt verme şekillerini kaydederek objektif veriler elde etmeyi hedefler. İşitme sisteminin objektif değerlendirmesi, işitsel beyin sapı cevapları (ABR), Otoakustik Emisyon (OAE) testleri ve Timpanometri gibi yöntemleri içerebilir. Bu testler, işitme organları ve işitme yollarındaki fizyolojik aktiviteleri ölçerek işitme sisteminin işlevselliğini değerlendirmeye yardımcı olur.

### 1.3 GÜRÜLTÜ

Gürültü, istenmeyen ve insan üzerinde olumsuz etkileri olan sesleri ifade eder. Kişiyi bedensel veya psikolojik olarak etkileyebilen bir ses düzeni olarak tanımlanır. Yüksek gürültü seviyeleri, iç kulaktan başlayarak işitme kaybına yol açabilir. Ayrıca uykusuzluk, stres ve iş performansında azalmaya neden olabilir. Gürültünün fiziksel, fizyolojik, psikolojik ve işlevsellik üzerindeki olumsuz etkilerini önlemek için koruyucu önlemler alınmalıdır.

Gürültü, sadece işitme fonksiyonlarını değil aynı zamanda diğer vücut fonksiyonlarını da olumsuz etkileyebilen bir ses düzeyidir. Ayrıca, gürültü sözlü iletişimi engelleyebilir ve tehlike alarmlarının algılanmasını zorlaştırabilir. Sağlığı olumsuz yönde etkileyen bir faktör olarak tanımlanan gürültü, stres, uyku bozuklukları, konsantrasyon eksikliği gibi bir dizi sağlık sorununa katkıda bulunabilir.

#### 1.3.1 Gürültü Kaynakları:

Gürültü kaynakları çeşitli alanlarda ortaya çıkabilir, örneğin endüstriyel uygulamalar, inşaat, ofis çalışmaları, ev yaşamı ve rekreasyon etkinlikleri. Endüstri ve teknoloji

kaynaklı seslerin artış gösterdiği bilinmektedir. Gürültünün tiz ve saf olduğu durumlarda daha fazla zarar verdiği kabul edilmektedir.

İnsanların yarattığı sesler ve cisimlerin düşmesi gibi etkenler rahatsız edici olabilir. Ortamın toplam gürültü seviyesi özellikle önemlidir. Müzik setleri ve kulaklıkla dinlenen teyp ve radyo gibi ses kaynakları işitme sistemi için zararlı olabilir. Son 10-15 yılda büyük şehirlerde gürültü seviyesinin ortalama olarak 15-20 dB arttığı tespit edilmiştir. Uluslararası standartlara göre işitme sistemine zarar verebilen gürültü seviyesi 100-10000 Mz aralığında, 85 dB basınç seviyesindedir.

80 dB şiddetindeki sesler genellikle zararlı sayılmazken, 90 dB'i aşan sesler genellikle işitme kaybına yol açabilir. Ses maruz kalma süresi de bu süreçte önemli bir etkidir.

### 1.3.2 Gürültü Tipleri

Gürültünün tipi, onun sahip frekans bantlarına, ses düzeyinin zamanla değişmesine, ses alanlarının yapısına bağlıdır.

1.Frekans Bandına (Spektrum) Göre:

Sürekli bant gürültüsü (Beyaz Gürültü): Tüm frekans aralıklarında eşit derecede güçlü olan ve sürekli olarak duyulan bir ses türüdür. Örneğin, makine gürültüsü gibi.

Sürekli dar bant gürültüsü: Bu tür seslerde belirli birkaç frekans yoğun olarak yer alır ve sürekli bir şekilde duyulur. Döner testere gibi bir örnek verilebilir.

2.Zamana Bağlılık Seviyesine Göre:

1.Kararlı Gürültü (Sabit Gürültü): Ölçüm süresince önemli değişiklikler göstermeyen ve sürekli olarak duyulan gürültülerdir. Bu tür gürültülerin seviyesi sabit kalmaktadır. Örneğin, klima sesi gibi.

2.Kararsız Gürültü: Ölçme süresince seviyesinde önemli ölçüde değişiklikler olan gürültülerdir. Bu tür gürültüler anlık dalgalanmalar gösterebilir. Örneğin, rüzgarın şiddetli estiği bir gün oluşan rüzgar gürültüsü gibi.

3.Dalgalı Gürültü: Ölçme süresince seviyesinde sürekli ve önemli ölçüde değişiklikler olan gürültüdür. Bu tür gürültüler dalgalanmalar halinde ortaya çıkar. Örneğin, deniz dalgalarının oluşturduğu kıyı şeridi gürültüsü gibi.

4.Kesikli Gürültü: Ölçüm süresinde gürültü seviyesi aniden ortam gürültü seviyesine düşen ve ardından yüksek seviyelerde devam eden gürültüdür. Bu tür gürültüler belirli bir süre boyunca kesintisiz veya sabit olarak devam edebilir. Örneğin, bir inşaat alanında çalışan iş makinelerinin çıkardığı gürültü gibi.

5.Vurma Gürültüsü (Anlık Gürültü): Kısa süreli bir veya birden fazla vuruşun neden olduğu gürültüdür. Her bir vuruş 1 saniyeden daha az sürebilir. Örneğin, bir çekiçle çeşitli yüzeylere vurulduğunda oluşan çekiç gürültüsü gibi.

### **1.3.3 Gürültü Standartları:**

Gürültü standartları ülkeden ülkeye farklılık gösterir. Birçok gelişmiş ülkede, maksimum kabul edilebilir gürültü seviyesi genellikle 85 veya 90 dB(A) olarak belirlenmiştir (haftada 5 gün, sekiz saat etkileşim durumunda). Avrupa ülkelerinde genellikle 85 dB (A) değeri daha yaygındır. Ağırlıklı frekans bandı ölçeği kullanan bir ses ölçüm cihazında belirlenen 85 dB(A) değerindeki bir sesin, günde sekiz saat maruz kalması işitme hasarına neden olabilmektedir.

.Geleneksel gürültü ölçüm cihazları genellikle sesin 0.1 saniye süresindeki entegrasyonunu hesaplayarak sonucu verir. Bu süre, işitme sisteminin sesi algılaması için gereken süreyi temsil eder ve psikoakustik deneylerle belirlenmiştir. Bu süre, merkezi sinir sisteminin entegrasyon süresidir. Kohlea, gürültünün en büyük zarar verdiği organ olduğundan, entegrasyon süresi çok daha kısa bir sürede, yaklaşık birkaç milisaniye içinde gerçekleşir.

### **1.3.4 Gürültü Kontrolü:**

Gürültü kontrolünün ilk adımı, gürültünün frekans ve şiddetinin belirlenmesi için ses seviyesi ölçümü ve gürültü dozimetrelerinin kullanılmasıdır. Ardından, zaman ağırlıklı ortalama ayarı yapılması gerekmektedir. Bu formül, her 5 dB'lik artışta izin verilen etkilenme süresinin yarıya indirilmesini gerektirir, başlangıç noktası olarak 90 dB kullanılır.

Gürültünün azaltılması için ses emici ve titreşimi azaltıcı önlemler alınmaktadır. İş yerlerinde, kişisel koruyucularla yapılan gürültü önleme çabalarının yanı sıra gürültünün kaynağında azaltılması için önlemler alınmalıdır.

Toplumsal gürültünün azaltılmasında aynı prensipler geçerlidir. Ancak burada, kişisel koruyucu önlemlerden çok gürültünün kaynağında azaltılması veya oluşan gürültünün konutlara ve işyerlerine ulaşmasını engelleyecek önlemler alınması gerekmektedir.

### **1.3.5 Gürültüden Korunma Yolları**

Gürültü riski taşıyan işlerde çalışacak kişilerin işitme sağlığını korumak amacıyla tam bir odyometrik muayeneden geçirilmeli ve sağlık dosyalarına kaydedilmelidir. İşe giriş muayeneleri, adayın işe uygunluğunu değerlendirerek işitme kaybının ilerleyen dönemlerdeki durumuyla karşılaştırılmasını sağlamaktadır. Periyodik muayenelerde ise gürültülü işlerde çalışanlarda her 6 ayda bir işitme testleri yapılmalı ve işitme kaybı tespit edilenler için gerekli önlemler alınmalıdır. Periyodik muayenelerin 2000, 4000 ve 8000 Hz frekanslarında yapılması, endüstriyel gürültüden kaynaklanan işitme kayıplarının erken tanısına yardımcı olmaktadır. Son zamanlarda, yüksek frekans odyometre kullanılarak risk altındaki bireylerin asemptomatik dönemdeki işitme kaybının erken teşhis edilmesi ve koruyucu önlemlerin zamanında alınması önerilmektedir.

## **1.4 GÜRÜLTÜ VE İŞİTME KAYBI**

Gürültü, işitme organı üzerinde olumsuz etkilere neden olarak akustik zedelenme, geçici eşik kaybı ve kalıcı eşik kaybına yol açabilir. Bu etkiler, işitme yorgunluğu olarak adlandırılan bir durumla başlar ve sesin yoğunluğu arttıkça daha belirgin hale gelir. Bazı durumlarda, bir ses birden fazla ses olarak algılanabilir ve ardından çınlama veya uğultu gibi semptomlar ortaya çıkabilir. İnsan kulağı genellikle 20 ila 2000 Hertz arasındaki sesleri duyar. Ancak, altında kalan "infrasonik" ve üstünde olan "ultrasonik" sesler

insanlar tarafından duyulmasa bile fiziksel etkilere neden olabilir. Özellikle teknoloji yoğun bölgelerde, infrasonik sesler daha yaygın bir sorun olabilir. Uçaklar, taşıtlar ve trafik gürültüsüne maruz kalan evlerde bu seslerin etkisi daha belirgin olabilir.

İnsanlar, farklı gürültü seviyelerine farklı toleranslar gösterme eğilimindedir. Eğer tehlikeli gürültü sınırları aşılmazsa, genellikle büyük ölçüde tolere edilebilir. Örneğin, gençler yüksek sesle pop müziği dinlemeye daha toleranslı olabilir. Ancak daha ileri yaş grupları için aynı şey geçerli olmayabilir. Oryantal müzikteki çeyrek tonlar, alışık olmayan kulaklar için rahatsız edici olabilir.

Gürültünün başlıca etkileri işitme sistemi üzerinde oluşan etkilerdir. Gürültüye bağlı işitme kayıpları, NİHL (Noise-Induced Hearing Loss) olarak adlandırılır. Gürültü nedenli işitme kayıpları, temel olarak kokleada bulunan duyuşal epitelin hasar görmesi sonucu ortaya çıkar. Bu hasarın en belirgin etkisi, ses enerjisinin elektriksel sinyallere dönüştürülmesini sağlayan tüy hücresi stereosilyolarının zarar görmesidir.

Gürültü, işitme sisteminde çeşitli sorunlara yol açarak işitme eşiğinde değişikliklere, günlük algısında artışa, konuşma ayırt etme ve zamanlama becerilerinde azalmaya sebep olabilir. VIII. kranial sinir ve kortikal nöronlardaki değişiklikler, sesin tonunu algılamada zorluklara neden olurken, efferent sinirlerdeki fonksiyon bozuklukları da gürültülü ortamlarda konuşmanın anlaşılabilirliğini azaltabilir. Gürültünün yanı sıra diğer sağlık sorunlarına da sebep olabilen bir etken olarak, gürültüye bağlı işitme kayıpları insan sağlığı üzerinde önemli bir problem teşkil eder. Gürültü Özellikle işitme sisteminde hasara yol açabilen bir etkendir (3,4).

Bu hasar, oluşum şekline göre mekanik ve metabolik olmak üzere iki farklı şekilde gerçekleşir (5). Gürültüye bağlı mekanik hasar, yüksek şiddetli, kısa süreli ve ani başlayan gürültü sonucunda oluşurken, mekanik hasar kulak zarına, orta kulak kemiklerine, iç kulaktaki iç tüy ve dış tüy hücrelerine ve destek hücrelerinin bağlantılarının hasarlanmasına neden olmaktadır(6).

Metabolik hasar gürültüye maruz kalınan süreçte hasarın zamanla büyümesinin sonucudur (7). Bu hasar, kokleada serbest radikal oluşumunu, kalsiyum dengesinin bozulmasını, glutamatın zararlı etkilerini, doku hasarını ve hücre ölümünü içerir. Koklea, stria vaskularis, spiral ganglion ve ligamentteki kan damarları tarafından

beslenir. Metabolik hasar, lateral duvardaki kan damarlarına zarar vererek kokleanın beslenmesini etkiler. Yoğun gürültü, kokleadaki kan akışını azaltır ve stria vaskulariste akut şişmelere neden olur. Bu şişmeler, strianın intermedial hücrelerine kalıcı zarar verir, kan hücrelerinin hızını azaltır, damar çeperini daraltır ve koklear kan akışında düşüşe neden olmaktadır(8).

Düşük yoğunluktaki sesler, tüy hücrelerinde hafif dejenerasyona neden olabilirken yüksek yoğunluktaki sesler, tüy hücrelerinin uç bağlantılarını bozarak kırılmalarına yol açabilir. Gürültüye bağlı olarak oluşan tüy hücrelerinin ölümü, nekrotik-onkotik ve apoptotik olmak üzere iki farklı şekilde gerçekleşir. Yüksek yoğunluktaki gürültü, kulak zarının yırtılmasına ve iç kulağın epitel dokusunda hasar oluşmasına neden olabilir, bu da nekrotik-onkotik hücre ölümüne yol açar. Tüy hücrelerinin apoptozis yoluyla ölümü ise reaktif oksijen dengesinin bozulması ve metabolik hasar sonucunda meydana gelir. (10,11)

Endüstriyel gürültü, genellikle 4 kHz frekans spektrumunda işitme kaybına neden olabilir. Özellikle dokuma ve mekanik endüstrilerde, 4 kHz civarındaki geniş bant gürültü düzeyi etkili olmaktadır. Dar bant gürültü tiplerinde ise frekans değişimleri sınırlı olduğundan etkisi daha azdır..

Gürültünün neden olduğu işitme kaybı, sadece sesleri duyma yeteneğini etkilemekle kalmaz, aynı zamanda seslerin algılanış biçimini de değiştirebilir. İşitme cihazları kullanan kişilerde bile anlama zorlukları ortaya çıkabilir ve baş ağrısı, tinnitus gibi semptomlar görülebilir. Hastalar genellikle yüksek frekanslı tonal seslere yakınmaktadır, ancak sesler düşük frekanslarda veya nontonal olarak da ortaya çıkabilir. Tinnitus, çevresel gürültünün az olduğu ortamlarda daha belirgin hale gelir ve hastalar uykuya dalmakta zorluk çekebilir veya sessiz bir odada konsantre olmakta güçlük yaşayabilirler.

Diyapazon testinde hastalar, hava yolu iletimini kemik iletiminden daha iyi algırlar, çünkü işitme kaybı sensorinöral tiptedir. 512 ila 4096 Hz arasında değişen diyapazon frekansları kullanıldığında, yüksek frekanslarda işitme kaybının belirgin şekilde arttığı tespit edilmektedir. Odyometrik değerlendirme, bilateral olarak yapıldığında, özellikle

yüksek frekanslı sensorinöral işitme kaybının varlığını gösterir. Pür tün odyometride, özellikle 4000 Hz civarında, pür ton eşğinde maksimum eşik düşüşü gözlenir. İnsan konuşmasının algılanabilmesi için en önemli eşik değeri 500-3000 Hz aralığındadır, bu nedenle 3000 Hz civarındaki frekanslara kadar konuşmayı anlama zorluğu yaşanmaz. Gürültü nedenli işitme kaybının erken dönemlerinde konuşma ayırımı (Speech Discrimination) normaldir, ancak zamanla kötüleşebilir.

Gürültü nedenli işitme kayıplarının tedavisinde etkili bir cerrahi veya tıbbi tedavi yöntemi bulunmamaktadır. Ancak, kaybın belirlenmesi sonrasında daha fazla etkiden korunma tedbirleri en önemli adımdır. Kişiyeye özel bir değerlendirme yapıldıktan sonra, sesi güçlendiren cihazların kullanımı düşünülmelidir. İki taraflı işitme kayıplarında, her iki kulağa da amplifikasyon yapılması gerekmektedir. İşitme araçlarının kullanımı bireyin tercihine bağlıdır, ancak temel bir kriter işitme algılama eşğininin 25 dB'in altında olması ve konuşma ayırdetme skorunun 80'den düşük olmasıdır.

Gürültü nedenli işitme kayıplarındaki tinnitusun tedavisi mevcut değildir. Eğer depresyon gibi bir neden varsa, psikiyatrik konsültasyon faydalı olabilir.

Gürültüye bağlı işitme kaybında, istenmeyen etkilerin ortadan kaldırılması prognozu iyileştirebilir. Ayrıca, gürültüye bağlı işitme kaybıyla birlikte presbiakuzi (Yaşa bağlı işitme kaybı) yaşanan işitme sorununu artırır. Bu tür kayba sahip hastalarda, minoglikozid antibiyotikler, loop diüretikleri ve antineoplastik ilaçlar gibi ototoksik etkisi olan ilaçlardan etkilenme riski artar.

Gürültü, işitme duyusunda ani etkilere ve zamanla gelişen etkilere neden olabilir. Ani etkiler kulak zarı ve korti organı gibi yapıları hemen etkilerken, uzun süreli maruziyet sürekli işitme kayıplarına yol açabilir. Bu etkiler, gürültünün şiddeti, frekans dağılımı, süre ve bireysel duyarlılık gibi faktörlere bağlı olarak değişebilir. (Lieberman MC, Mulroy MJ. 1982).

Harris (1972) tarafından yapılan sınıflandırmaya göre, endüstriyel gürültüye bağlı işitme kaybını üç kategoriye ayırmaktadır.

### 1) Geçici Eşik Değişikliği:

Gürültülü ortamdaki işitme hassasiyetinde geçici bir azalma görülür, ancak gürültü kesildikten sonra belirli bir süre içinde işitme eşikleri normale döner. Genellikle ilk iki gün içinde düzelen geçici eşik değişiklikleri, 40 dB üzerindeki değişiklikler kalıcı eşik değişiklikleriyle ilişkilendirilebilir.

### 2) Kalıcı Eşik Değişikliği:

Gürültüye maruz kaldıktan sonra işitme hassasiyetinde tam anlamıyla geri dönüş olmaması durumunda kalıcı işitme kaybı meydana gelir. Bu kalıcı işitme kaybı özellikle 4000 Hz frekansında geri dönüşü olmayan bir işitme kaybı olarak belirginleşmektedir.

### 3) Akustik Travma:

Patlama veya yoğun gürültüye maruz kalmayı takip eden işitme kaybı, çınlama ve baş dönmesi gibi belirtilerle seyreden klinik bir durumdur. Bu durum, kulak zarının delinmesine veya orta kulak kemiklerinde hasara neden olabilecek patlayıcı basınç etkisinden kaynaklanabilmektedir (3,4).

Gürültüye bağlı işitme kaybı, önemli bir sağlık sorunudur. Birey, herhangi bir ağrı ya da acı hissetmediği için fark edilmesi de zor olabilir.

Gürültünün etkileri 4 farklı dönemde tanımlanabilir:

#### 1.Dönem:

Başlama sonrası yaklaşık bir ay boyunca süren zorlu bir süreçtir. Gürültünün etkisiyle kulaklarda çınlama, dolgunluk hissi, baş ağrısı ve yorgunluk gibi belirtiler görülür.

#### 2.Dönem:

Bu dönem 1-2 ay içinde ortaya çıkar ve tinnitusun aralıklı olarak ortaya çıktığı dönemdir. Bu dönemde iletişimde hala sorun yaşanmaz, ancak odyometrik ölçümlerle hafif bir işitme kaybı tespit edilebilir.

### 3.Dönem:

Bir önceki dönemin uzamasıyla ortaya çıkar. Kişi normal işitme yeteneğini kaybettiğini fark eder ve 4000 Hz'de işitme kaybı daha da artar. İletişim güçlükleri, radyo ve televizyonun sesini fazla açma ihtiyacı gibi sorunlar yaşanabilir.

### 4.Dönem:

2-15 yıl içinde ortaya çıkar ve işitme eşiklerinde ciddi bir düşüş ve uğultu ile tinnitus şikayetleri vardır. İleri derecede işitme kaybı diğer frekansları etkilemiş ve konuşma seslerinde de kendini göstermiştir.

Gürültü kaynaklı işitme kaybında, tinnitus kalıcı olabilir ve 4000 Hz'den başlayarak diğer frekanslarda da etkilenme görülebilir, ilerleyen süreçte ise 500 Hz, 1000 Hz ve 2000 Hz frekanslarında da işitme kaybı meydana gelir.

Gürültüye bağlı kalıcı işitme kaybında, tüy hücrelerindeki hasar mekanizması koklear sinir hücrelerinde meydana gelir ve bu hasar günlerce sürebilir. Geçici işitme kaybında ise gürültüye bağlı olarak tüy hücreleri ile sinaps yapan koklear sinirin uç kısımları "glutamate excitotoxicity" nedeniyle zarar görür, bu etki 24 saat içinde gözlenebilir. Gürültü maruziyeti sonrasında sinaptik yapılar ve işitme eşiklerinde gerçekleşen hızlı geri dönüşüm, sinaptik yapıların rejenerasyon veya geri kazanım potansiyelini düşündürmektedir.

Mesleki işitme kayıplarının bir diğer özelliği, özel meslekler dışında her iki kulakta aynı düzeyde olmasıdır. Gürültüye maruziyet kesildiğinde ilerleme durmaktadır. Bu nedenle işitme kaybının erken teşhisi çok önemlidir.

## 2. BÖLÜM

### MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde, araştırmanın yöntemi, katılımcıların profili, evren ve örneklem seçimi ile elde edilen sonuçların sunum şekilleri hakkında bilgi verilmektedir.

#### 2.1. ARAŞTIRMANIN TÜRÜ

Bu çalışma, nicel yöntemleri kullanarak nesnel ölçümler ve ölçeklerle elde edilen verileri toplayarak istatistiksel analizlere tabi tutmuştur. Etik kurulundan onay (EK-A) alınmış ve Şifamed İşitme Cihazları Satış ve Uygulama Merkezi'nin bilgisi ve desteğiyle çalışma gerçekleştirilmiştir. Öğretmenlerden gönüllü olduklarını gösteren bir form (EK-B) imzalatılmıştır.

#### 2.2. ARAŞTIRMANIN EVREN VE ÖRNEKLEMİ

Araştırmanın katılımcıları, çalışma grubunda yer alan katılımcılarımız Gümüşhane Anadolu lisesi, Gümüşhane İbn-i Sina Mesleki ve Teknik Anadolu Sağlık Lisesi, Yusuf Çiftçioğlu İlkokulu, Gümüşhane Merkez Atatürk Ortaokulu öğretmenlerinden oluşmaktadır. Kontrol grubunda yer alan katılımcılar ise kontrol grubuna dahil edilme kriterlerine uygun sağlıklı bireylerden oluşmaktadır. Bu bağlamda örneklem, örnekleme dahil edilme kriterlerine uygun 35 öğretmen ve 35 sağlıklı bireyden oluşmaktadır.

##### 2.2.1 Örneklem dahil edilme kriterleri:

###### 2.2.1.1 Kontrol Grubu İçin Geçerli Kriterler:

- 25-65 yaş aralığında olmak
- Normal işitmeye sahip olmak
- Yüksek sesle ve kulaklık ile müzik dinlemiyor olmak
- Gürültülü ortamda çalışmamak
- Ani patlamalı şiddetli sese maruz kalmamış olmak
-

### 2.2.1.2 Deneý grubu için Geçerli kriterler:

- Öğretmen olmak
- 25-65 yaş aralığında olmak
- Hipertansiyonu bulunmamak
- Son 3 ay içerisinde herhangi bir steroid tedavisi almamış olmak
- Son 6 ay içerisinde kafa travması geçirmemiş olmak

## 2.3. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI

Bu çalışmada katılımcılarla bireysel görüşmeler yüz yüze gerçekleştirilmiştir. Öğretmenlere Odyometre Cihazı kullanılarak saf ses odyometri ve konuşma odyometrisi testleri uygulanmıştır. Tüm odyolojik değerlendirmeler, Industrial Acoustic Company (IAC) standartlarına uygun sessiz odalarda yapılmıştır. Katılımcılara işitme değerlendirmesi için Konuşma Algısı, Uzaysal Algı ve İşitme Kalitesi alt ölçeklerinden oluşan KUIK ölçeği kullanılmıştır. Bu ölçek toplamda 49 sorudan oluşmaktadır. Öğretmenlere ölçek sorularını doldurmaları için bilgilendirme yapılmıştır. Öğretmenler, işitme seviyelerini değerlendirirken, iyi olduğunu düşündüklerinde 10'a yakın bir puan işareti yaparken, kötü olduğunu düşündüklerinde 0'a yakın bir puan işareti yapmışlardır.

- Saf ses odyometri
- Konuşma odyometrisi
- Kuik Ölçeği

## 2.4. VERİ GİRİŞİ VE İSTATİKSEL ANALİZ

Çalışmanın örneklem büyüklüğü Power analizi kullanılarak belirlenmiştir. Çalışma grubu için 35, kontrol grubu için 35 katılımcı bulunması gerekmektedir. Katılımcılar gönüllülük esasına dayalı örnekleme yöntemiyle seçilmiştir.

Araştırmaya alınan verilerin analizleri IBM SPSS (Statistical Program in Social Sciences) Versiyon 27 paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testiyle kontrol edilmiştir. Anlamlılık düzeyi (p) değeri 0,05 olarak kabul edilmiştir.

Bağımsız iki grup karşılaştırmasında, Bağımsız Gruplar T-testi kullanılmıştır. Bu test, iki grup arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını değerlendirmek için kullanılan bir yöntemdir. İki nicel değişken arasındaki ilişkinin belirlenmesi ve ilişkinin derecesi ile yönünün tespiti için Pearson korelasyon katsayısı kullanılmıştır. Bu katsayı, değişkenler arasındaki ilişkiyi ölçmek için yaygın olarak kullanılan bir istatistiksel yöntemdir. Test sonucunda  $P > 0.05$  değeri anlamsız kabul edilmiştir.

### 3.BÖLÜM

#### BULGULAR

##### 3.1 KATILIMCILARIN DEMOGRAFİK ÖZELLİKLERİYLE İLGİLİ BULGULAR

Katılımcılar, toplamda 70 kişiden oluşmaktadır. Bu grupta 35 öğretmen ve 35 gürültülü ortamlarda çalışmayan sağlıklı bireyler bulunmaktadır. Öğretmenlerin yaş ortalaması  $40,49 \pm 10,89$  olarak hesaplanmıştır, kontrol grubunun yaş ortalaması ise  $35,43 \pm 5,8$  olarak hesaplanmıştır. (Tablo 1)

Tablo 1.Araştırma Grubunda Yaş Ortalaması

	Grup	Örneklem	Ortalama	$\sigma X(Ss)$
Yaş	Kontrol	35	35,43	5,8
	Öğretmen	35	40,49	10,89

Katılımcıların arasında deney grubunu oluşturan öğretmenlerin %57,14'ü (n=20) erkek, %42,86'sı (n=15) kadındır. Kontrol grubunda ise yer alan sağlıklı bireylerin %74,29'u (n=26) erkek, %25,71'i (n=9) kadındır. Bu çalışmada toplamda 20 erkek öğretmen, 26 erkek kontrol grubu üyesi, 15 kadın öğretmen ve 9 kadın kontrol grubu üyesi yer almıştır. (Tablo 2).

Tablo 2.Araştırma Grubunda Cinsiyet Dağılımı

Araştırma Grubunda Cinsiyet Dağılımı			Cinsiyet		Toplam
			Erkek	Kadın	
Grup	Kontrol Grubu	n	26	9	35
		%	74,29	25,71	100
	Öğretmen	n	20	15	35
		%	57,14	42,86	100
Toplam		n	46	24	70
		%	65,71	34,29	100

Katılımcıların arasında deney grubunu oluşturan öğretmenlerin %11,4'ünün (n=4), kontrol grubundaki bireylerin ise %5,7'sinin (n=2) ailesinde işitme kaybı olan birey bulunmaktadır (Tablo 3).

Tablo 3.Araştırma Grubunda Ailede İşitme Kayıplı Birey Oranı İle İlgili Dağılım

Araştırma Grubunda Ailede İşitme Kayıplı birey Oranı İle İlgili Dağılım			Ailede İşitme Kayıplı Birey		Toplam
			Hayır	Evet	
Grup	Kontrol Grubu	n	33	2	35
		%	94,3	5,7	100
	Öğretmen	n	31	4	35
		%	88,6	11,4	100
Toplam		n	64	6	70
		%	91,4	8,6	100

Katılımcılarımın arasında deney grubunu oluşturan öğretmenlerin %2,8'i (n=1), kontrol grubundaki bireylerin ise %0'ı (n=0) işitme cihazı kullanmaktadır.(Tablo 4)

Tablo 4.Araştırma Grubunda İşitme Cihazı Kullanma Durumuna Göre Dağılım

Araştırma Grubunda İşitme Cihazı Kullanma Durumuna Göre Dağılım			İşitme Cihazı Kullanıyor		Toplam
			Evet	Hayır	
Grup	Kontrol Grubu	n	0	35	35
		%	0	100	100
	Öğretmen	n	1	34	35
		%	2,8	97,2	100
Toplam		n	1	69	70
		%	2,8	97,2	100

Araştırmaya dahil edilen katılımcılar arasında yer alan deney grubunu oluşturan 35 öğretmenin, meslekte geçirdiği yıl sürelerine göre dağılımı şu şekildedir: %25,7'si (n=9)

1-10 yıl, %42,9'u(n=15) 10-20 yıl ve %31,9'(n=11)u ise 20 yıl ve daha fazla süredir öğretmen olarak görev yapmaktadır.(Tablo 5)

Tablo 5.Araştırma Grubunda Meslekte Geçirilen Yıl Sayısına Göre Dağılım

Meslekte Geçirilen Yıl	1-10 Yıl	11-20 Yıl	20+
N	9	15	11
%	25,7	42,9	31,4

### 3.2 KATILIMCILARIN KONUŞMA, UZAYSAL ALGI VE İŞİTME KALİTESİ (KUIK) ÖLÇEĞİ BULGULARI

Konuşma, Uzaysal Algı ve İşitme Kalitesi (KUIK) Ölçeği, araştırmanın odak noktasını oluşturan bir ölçme aracıdır. Bu ölçek, 35 öğretmen ve 35 kontrol grubu katılımcısı üzerinde kullanılmıştır. KUIK Ölçeği, Konuşma Algısı, Uzaysal Algı ve İşitme Kalitesi olmak üzere üç ayrı alt ölçekten oluşmaktadır. Katılımcılar, 49 soruyu yanıtlayarak işitme yeteneklerine bağlı olarak puanlama yapmışlardır. Bu şekilde, araştırma sonuçları elde edilmiştir. Araştırmaya dahil edilen 35 öğretmen ve kontrol grubunu oluşturan 35 katılımcının KUIK ölçeği sonuçlarına ulaşılmıştır.(Tablo 6)

Tablo 6. KUIK Ölçeği Bulguları

KUIK Ölçeği Bulguları	ÖĞRETMEN		KONTROL GRUBU		P
	Ortalama	X(Ss) $\sigma$	Ortalama	X(Ss) $\sigma$	
GENEL KUIK	7,98 $\pm$ 2,07		8.11 $\pm$ 1,98		P >0,05
KONUŞMA ALGISI	7,81 $\pm$ 2,10		7.83 $\pm$ 2,01		P >0,05
UZAYSAL ALGI	7,76 $\pm$ 2,07		8.12 $\pm$ 1.92		P >0,05
İŞİTME KALİTESİ	8,32 $\pm$ 2,00		8.38 $\pm$ 1.89		P >0,05

Deney grubunu oluşturan öğretmenlerin KUIİK skorlarının genel ortalaması  $7,98 \pm 2,07$ , konuşma algısı skorlarının ortalaması  $7,81 \pm 2,10$ , uzaysal algı skorlarının ortalaması  $7,76 \pm 2,07$  ve işitme kalitesi skorlarının ortalaması  $8,32 \pm 2,00$ 'dir. Kontrol grubundaki bireylerin KUIİK skorlarının genel ortalaması  $8,11 \pm 1,98$ , konuşma algısı skorlarının ortalaması  $7,83 \pm 2,01$ , uzaysal algı skorlarının ortalaması  $8,12 \pm 1,92$  ve işitme kalitesi skorlarının ortalaması  $8,38 \pm 1,89$ 'dir. Elde edilen sonuçlara göre, deney grubunu oluşturan öğretmenlerin KUIİK skorları ortalamaları ile normal işiten sağlıklı bireylerin KUIİK skorları ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Bu sonuç, istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığını göstermektedir.

### 3.3 KATILIMCILARIN SAF SES ODYOMETRİ TEST SONUÇLARIYLA İLGİLİ BULGULAR

#### 3.3.1 Hava Yolu İşitme Eşiği

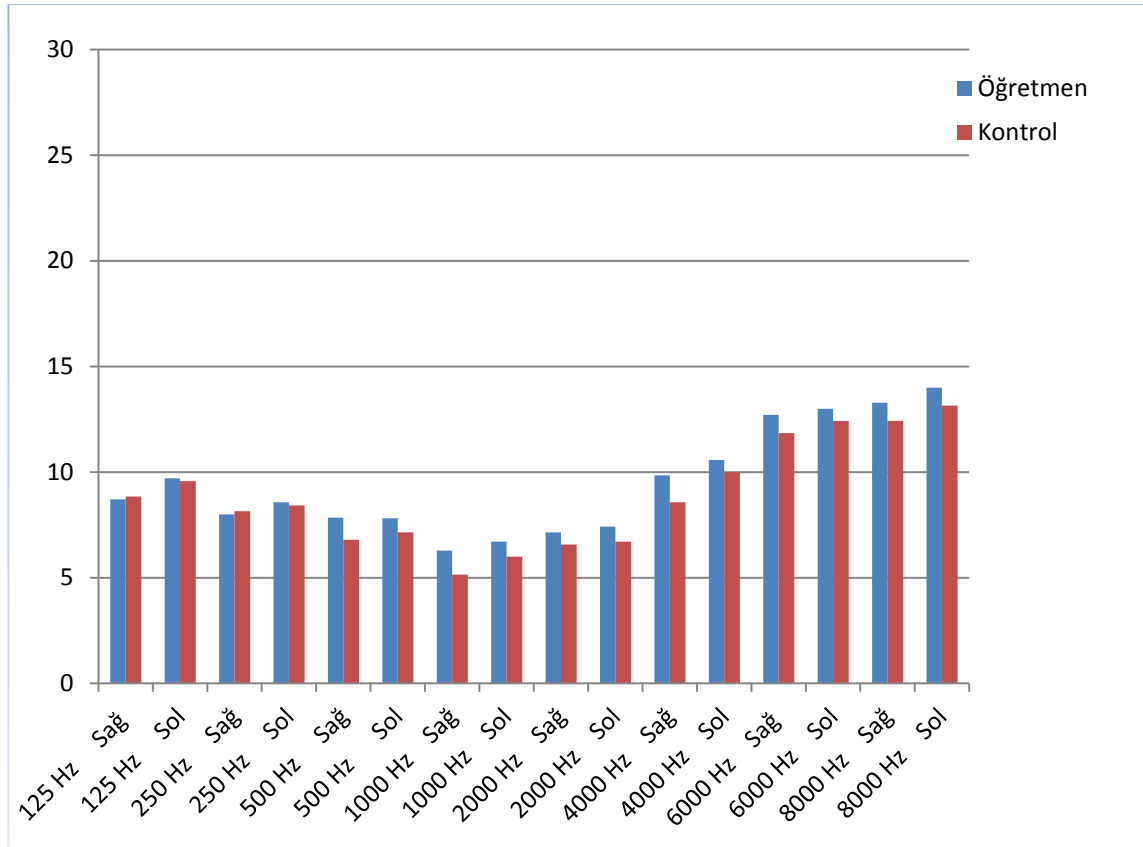
Araştırma grubunda yer alan tüm bireylerin hava yolu işitme eşikleri, 125-8000 Hz arasındaki frekanslarla ölçülmüştür. 125-8000 Hz arasındaki hava yolu işitme eşiği değerleri hesaplanarak her bir katılımcı için hava yolu saf ses ortalamaları belirlenmiştir. Sağ ve sol kulak için tüm frekanslarda tamamlayıcı istatistikler hesaplanarak öğretmenlerle kontrol grubu arasında anlamlı fark olup olmadığı değerlendirilmiştir. Ancak, öğretmenlerin sağ ve sol kulakları için 125-8000 Hz arasındaki hava yolu işitme eşiği, kontrol grubuna karşılaştırıldığında anlamlı bir sonuç elde edilememiştir.

Tablo 7.Hava yolu İşitme Eşiği Değerlerinin Karşılaştırılması

Frekans(hz)	Kulak	Öğretmen		Kontrol Grubu		P
		Saf Ses Ort.	X(Ss) $\sigma$	Saf Ses Ort.	X(Ss) $\sigma$	
125	Sağ	8,71	0,72	8,85	0,89	P > 0,05
	Sol	9,71	1,11	9,57	1,06	P > 0,05
250	Sağ	8,00	1,08	8,14	1,12	P > 0,05
	Sol	8,57	1,02	8,42	0,94	P > 0,05
	Sağ	7,85	1,28	6,8	1,02	P > 0,05

500	Sol	7,81	1,14	7,14	1,23	P >0,05
1000	Sağ	6,28	1,10	5,14	1,12	P >0,05
	Sol	6,71	1,01	6,00	1,04	P >0,05
2000	Sağ	7,14	1,42	6,57	1,09	P >0,05
	Sol	7,42	1,53	6,71	1,25	P >0,05
4000	Sağ	9,85	1,46	8,57	1,17	P >0,05
	Sol	10,57	1,35	10,00	1,41	P >0,05
6000	Sağ	12,71	1,89	11,85	1,62	P >0,05
	Sol	13,00	1,91	12,42	1,81	P >0,05
8000	Sağ	12,86	1,88	12,42	1,85	P >0,05
	Sol	13,92	1,95	13,14	1,99	P >0,05

Şekil 1. Gruplara Göre Hava yolu İşitme Eşiği Ortalamalarının Karşılaştırılması



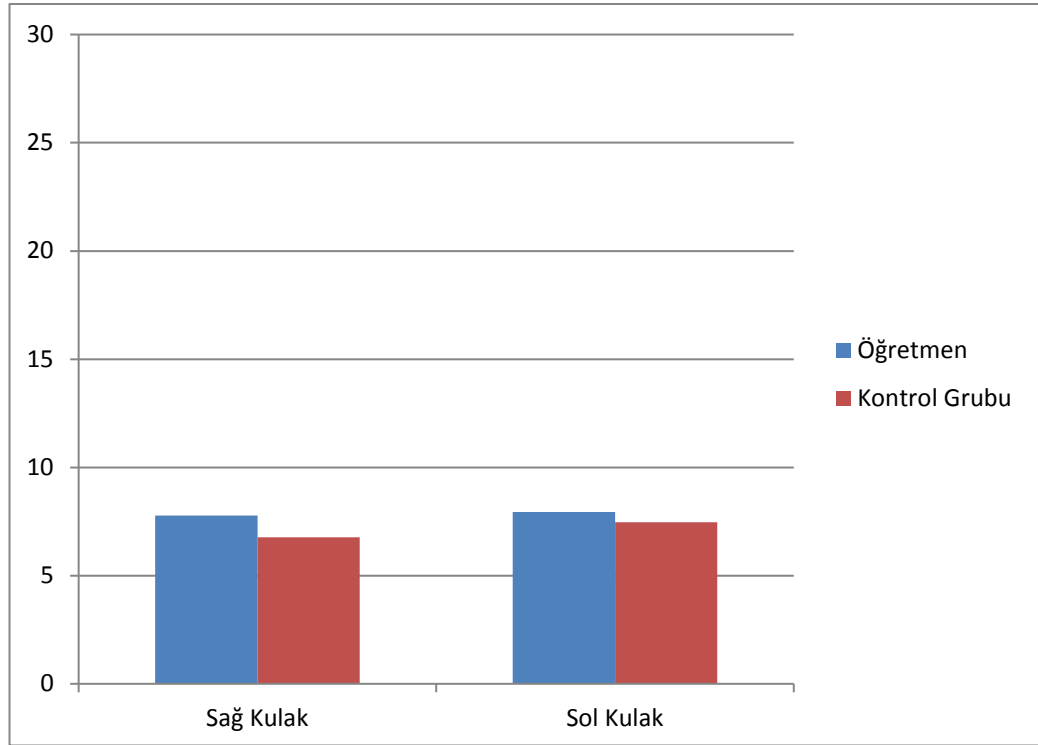
Araştırma grubunda yer alan tüm bireylerin hava yolu işitme eşikleri saf ses Odyometri cihazı ile ölçülmüş 125-250-500-1000-2000-4000-6000-8000Hz frekanslarındaki hava yolu işitme eşikleri değerleri hesaplanarak çalışma ve deney grubu katılımcılarının bu frekanslardaki işitme eşiği ortalamaları tespit edilmiştir. Deney grubunu oluşturan öğretmenlerin saf ses ortalaması ile sağlıklı bireylerden oluşan kontrol grubu arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).

Tablo 8.Hava Yolu Saf Ses İşitme Eşiği Ortalaması Değerlerinin Karşılaştırılması

Kulak	Öğretmen		Kontrol Grubu		P
	Ortalama	X(Ss) $\sigma$	Ortalama	X(Ss) $\sigma$	
Sağ	7,78	1,31	6,77	1,08	P >0,05
Sol	7,94	1,25	7,46	1,23	P >0,05

Araştırma grubunda yer alan tüm bireylerin hava yolu işitme eşikleri saf ses Odyometri cihazı ile ölçülmüş 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz ve 4000 Hz frekanslarındaki hava yolu işitme eşikleri değerleri hesaplanarak her bir katılımcı için hava yolu saf ses ortalamaları tespit edilmiştir. Deney grubunu oluşturan öğretmenlerin saf ses ortalaması ile sağlıklı bireylerden oluşan kontrol grubu arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).

Şekil 2.Hava Yolu Saf Ses İşitme Eşiği Ortalaması Değerlerinin Kulaklara Göre Karşılaştırılması



### 3.3.2 Kemik Yolu İşitme Eşiği

Araştırma grubundaki tüm katılımcıların kemik yolu işitme eşiği ölçümleri yapıldı. Bu ölçümler, 250-6000 Hz frekans aralığında gerçekleştirildi kemik yolu ölçümleri sırasıyla 1000, 2000, 4000 ve 500 Hz frekansları değerlendirildi ve her bir katılımcı için kemik yolu saf ses ortalamaları hesaplandı. Deney grubunu oluşturan öğretmenlerin saf ses ortalamasıyla sağlıklı kontrol grubu arasında anlamlı bir fark bulunmadığı sonucuna ulaşılmıştır ( $p>0.05$ ).

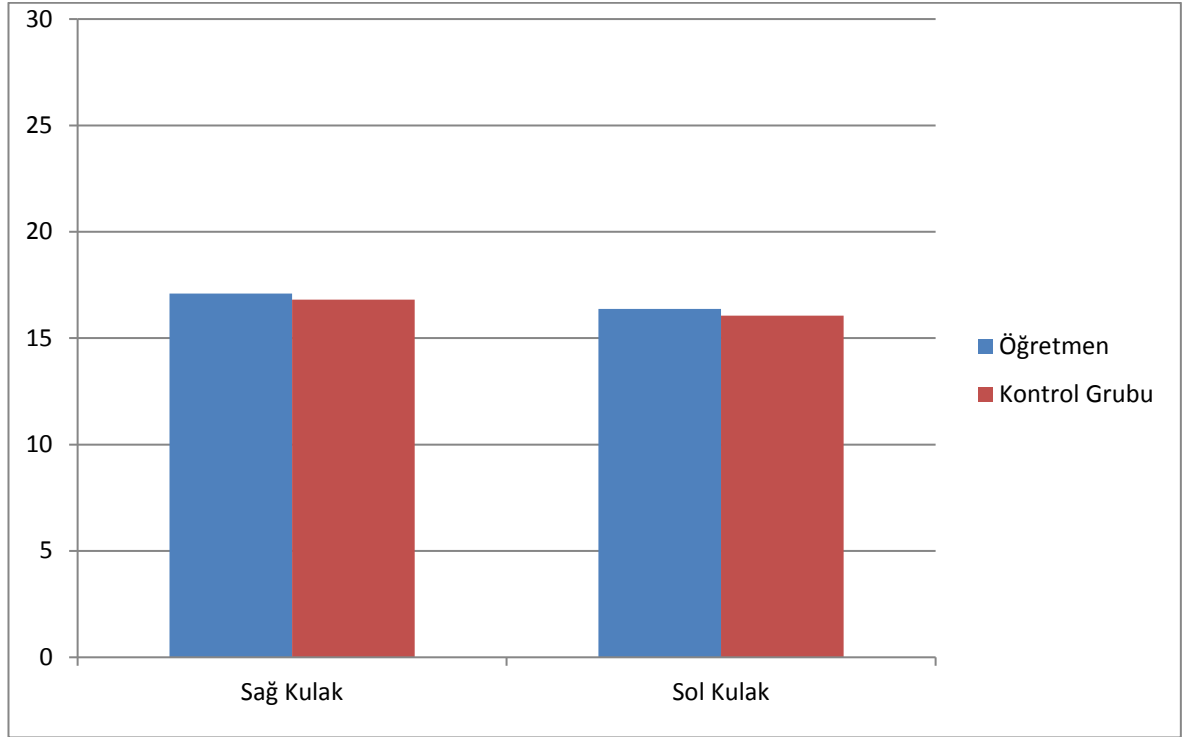
Tablo 9. Gruplara Göre Kemik yolu İşitme Eşiği Değerlerinin Karşılaştırılması

Frekans(Hz)	Kulak	Öğretmen		Kontrol Grubu		P
		Ortalama	X(Ss) $\sigma$	Ortalama	X(Ss) $\sigma$	
1000	Sağ	6,57	1,26	6,42	1,32	P > 0,05
	Sol	6,85	1,42	6,71	1,40	P > 0,05
2000	Sağ	7,28	1,78	7,00	1,64	P > 0,05
	Sol	7,71	1,89	7,14	1,83	P > 0,05
4000	Sağ	7,85	1,93	7,71	1,77	P > 0,05
	Sol	8,14	1,85	8,00	1,92	P > 0,05
500	Sağ	6,71	1,81	6,14	1,74	P > 0,05
	Sol	6,85	1,84	6,42	1,79	P > 0,05

Tablo 10. Gruplara Göre Kemik yolu Saf Ses Ortalama Değerlerinin Karşılaştırılması

Kulak	Öğretmen		Kontrol Grubu		P
	Ortalama	X(Ss) $\sigma$	Ortalama	X(Ss) $\sigma$	
Sağ	7,10	1,69	6,81	1,61	P > 0,05
Sol	7,38	1,75	7,06	1,73	P > 0,05

Şekil 3. Kemik Yolu Saf Ses İşitme Eşiği Ortalaması Değerlerinin Kulaklara Göre Karşılaştırılması



### 3.4 KATILIMCILARIN KONUŞMA ODYOMETRİSİ TEST SONUÇLARIYLA İLGİLİ BULGULAR

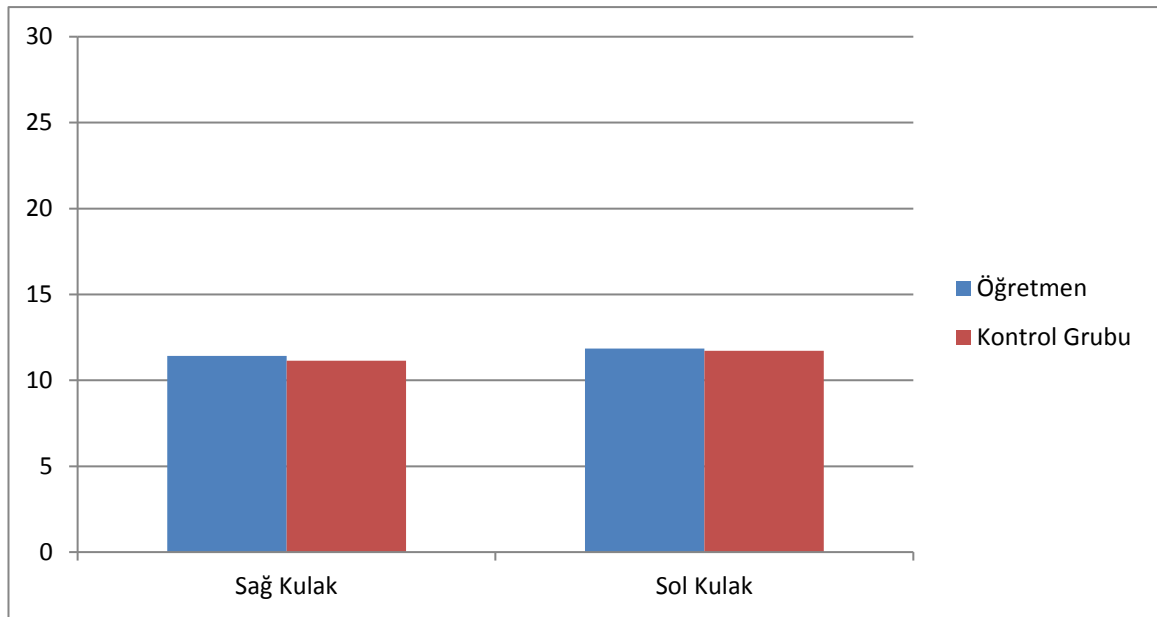
#### 3.4.1 Konuşmayı Alma Eşiği

Araştırma grubundaki tüm katılımcıların konuşmayı alma eşiği değerleri descending metodu ile ölçülmüş olup deney grubunu oluşturan öğretmenlerin konuşmayı alma eşiği ortalamalarıyla sağlıklı kontrol grubu arasında anlamlı bir farklılık bulunmadığı sonucuna ulaşılmıştır ( $p>0.05$ ).

Tablo 11.Konuşmayı Alma Eşiği(SRT) Değerlerinin Karşılaştırılması

Kulak	Öğretmen		Kontrol Grubu		P
	Ortalama	X(Ss) $\sigma$	Ortalama	X(Ss) $\sigma$	
Sağ	11,42	1,14	11,14	1,10	P >0,05
Sol	11,85	1,21	11,71	1,18	P >0,05

Şekil 4.Gruplara Göre Konuşmayı Alma Eşiği Ortalamalarının Karşılaştırılması



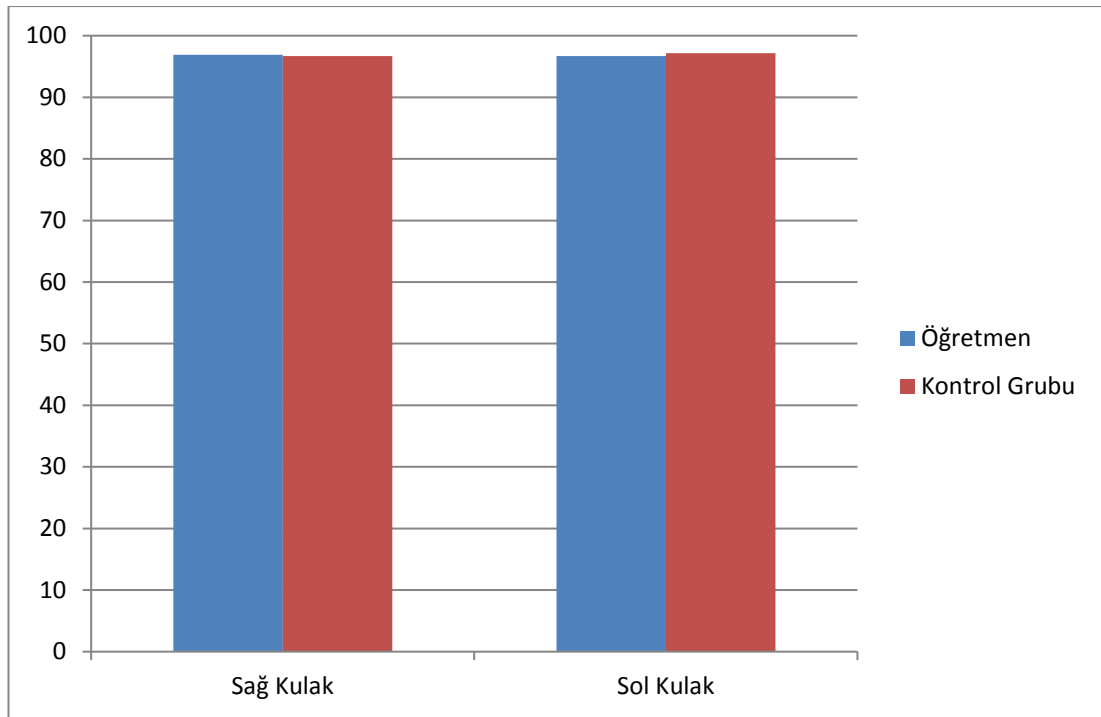
### 3.4.2 Konuşmayı Ayırt Etme Skorları

Araştırma grubundaki tüm katılımcıların konuşmayı ayırt etme puanları ve ortalamaları konuşmayı alma eşiği(SRT)+40 db seviyesinde tek heceli kelimeler kullanılarak hesaplanmış olup Deney grubunu oluşturan öğretmenlerin konuşmayı ayırt etme puanları ve ortalamalarıyla sağlıklı kontrol grubu puanları ve ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunmadığı sonucuna ulaşılmıştır ( $p > 0.05$ ).

Tablo 12.Konuşmayı Ayırt Etme Skorlarının Karşılaştırılması

Kulak	Öğretmen		Kontrol Grubu		P
	Ortalama	X(Ss) $\sigma$	Ortalama	X(Ss) $\sigma$	
Sağ	96,91	0,85	96,68	0,72	P >0,05
Sol	96,,68	0,59	97,14	0,96	P >0,05

Şekil 5.Gruplara Göre Konuşmayı Ayırt Etme Skorlarının Karşılaştırılması



### 3.4.3 Rahatsız Edici Ses Düzeyi Bulguları

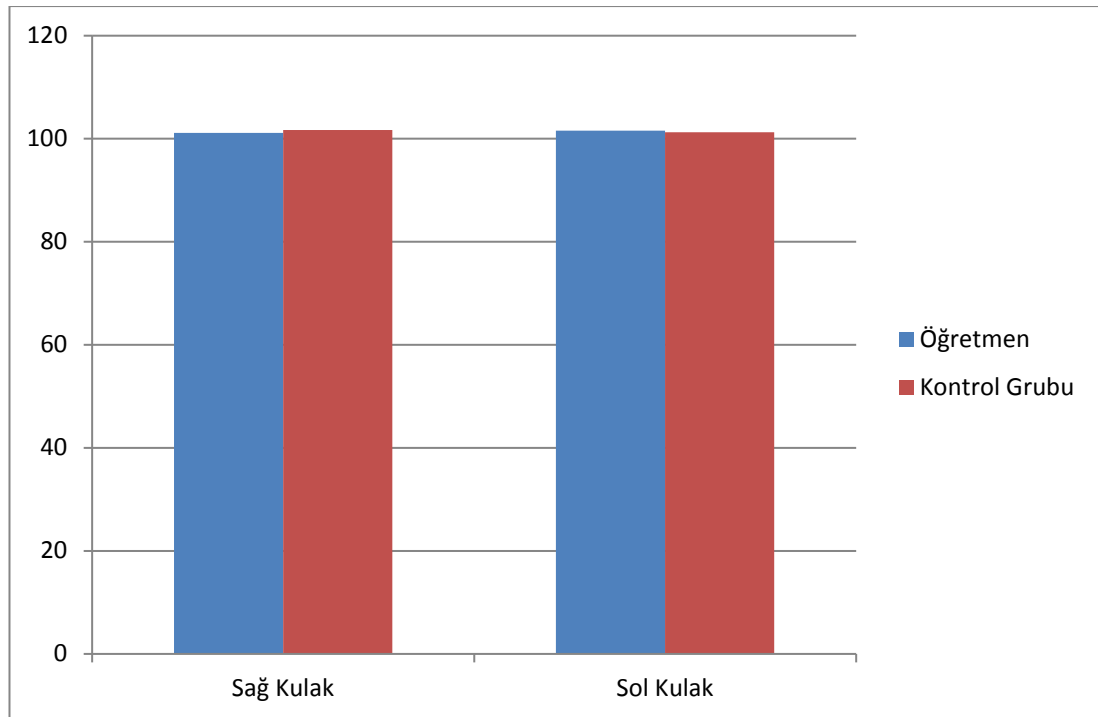
Araştırma grubundaki tüm katılımcıların rahatsız edici ses düzeyleri(UCL- Uncomfortable Loudness) ve ortalamaları hesaplanmış olup Deney grubunu oluşturan öğretmenlerin rahatsız edici ses düzeyleriyle sağlıklı kontrol grubunu oluşturan

katılımcıların rahatsız edici ses seviyeleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı sonucuna ulaşılmıştır ( $p>0.05$ ).

Tablo 13.Gruplara Göre Rahatsız Edici Ses Seviyesi Değerlerinin Karşılaştırılması

Kulak	Öğretmen		Kontrol Grubu		P
	Ortalama	X(Ss) $\sigma$	Ortalama	X(Ss) $\sigma$	
Sağ	101,14	2,42	101,71	2,27	P >0,05
Sol	101,57	2,51	101,28	2,63	P >0,05

Şekil 6.Gruplara Göre Rahatsız Edici Ses Seviyesi Ortalamalarının Karşılaştırılması



#### 3.4.4 En Rahat Ses Düzeyi Bulguları

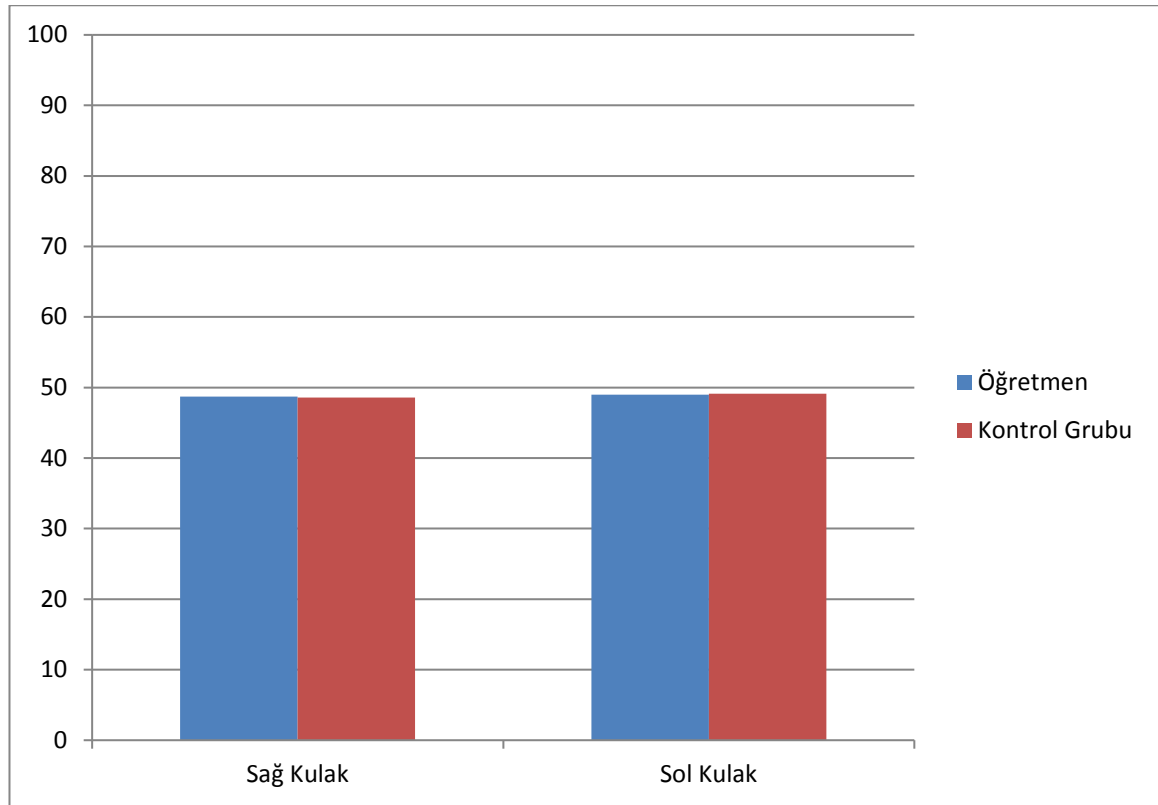
Araştırma grubundaki tüm katılımcıların en rahat ses düzeyleri(MCL- Most Comfortable Loudness) ve ortalamaları hesaplanmış olup Deney grubunu oluşturan öğretmenlerin en rahat ses düzeyleriyle sağlıklı kontrol grubunu oluşturan katılımcıların

en rahat duyabildiği ses seviyeleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı sonucuna ulaşılmıştır ( $p>0.05$ ).

Tablo 14.Gruplara En Rahat Ses Seviyesi Değerlerinin Karşılaştırılması

Kulak	Öğretmen		Kontrol Grubu		P
	Ortalama	$\sigma X(Ss)$	Ortalama	$\sigma X(Ss)$	
Sağ	48,71	2,14	48,57	2,16	P >0,05
Sol	49,00	2,11	49,14	2,03	P >0,05

Şekil 7.Gruplara Göre En Rahat Ses Seviyesi Ortalamalarının Karşılaştırılması



## 4.BÖLÜM

### TARTIŞMA VE SONUÇ

Gürültü kirliliği, insanların sağlıklarını fizyolojik, fiziksel ve psikolojik açıdan olumsuz etkileyen önemli bir sorundur. Aynı zamanda iş ve eğitim hayatlarında performans düşüklüğüne yol açan çevresel bir kirlilik türüdür. Teknolojik gelişmelerin dünya genelinde uzaklık ve zaman kavramını azaltması, yolcu/yük taşımacılığındaki artış ve sanayi sektöründeki hızlı ilerlemeler, endüstriyel gürültü kirliliği açısından etkisi en fazla olan sektörlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Diğer yandan, nüfusun hızlı artışı, plansız kentleşme, ekonomik zorluklar ve gürültü konusunda yetersiz eğitim gibi faktörler de kirlilik düzeyinin artmasında etkilidir. Son yapılan araştırmalar, büyük şehirlerde gürültü kirliliğinden etkilenen kişi sayısının giderek arttığını ve bunun toplum sağlığı üzerinde büyük riskler oluşturduğunu göstermektedir. Avrupa ülkelerini kapsayan benzer bir çalışmada, detaylı gürültü haritaları kullanılarak belirlenen verilere göre, söz konusu ülkelerde yaşayan toplam 371.602.000 kişinin %32'sinin 55 dB (LAeq) ve %13'ünün ise 65 dB (LAeq) üzerindeki gürültülerden etkilendiği tespit edilmiştir (Akdag, 2003).

Araştırmamızda, ilkokul, ortaokul ve lisedeki öğretmenlerin iş ortamlarında gürültünün işitsel sistem üzerindeki etkisini değerlendirmeyi amaçlanmıştır. Bunun için toplamda 70 kişiden oluşan bir çalışma grubu oluşturuldu, bu grupta 35 öğretmen ve 35 sağlıklı birey yer aldı. Gürültüye uzun süre maruz kalan ve maruz kalmayan kulaklar arasındaki odyolojik farklılıkları subjektif testlerle inceledik. KUIK ölçeği kullanılarak, Konuşma Algısı, Uzaysal Algı ve İşitme Kalitesi olmak üzere 3 alt ölçeği içeren toplamda 49 sorudan oluşan bir değerlendirme yapıldı. Deney grubu ve kontrol grubu, işitme yeteneklerine göre 0'a yakın veya 10'a yakın işaretlemeler yaparak bu soruları yanıtladı. 35 öğretmen ve kontrol grubundaki 35 katılımcının KUIK ölçeği sonuçlarına ulaşıldı.

Ayrıca, konvansiyonel yöntemler kullanılarak 125-500-1000-2000-4000-6000-8000 Hz frekanslarında hava yolu işitme eşikleri, 1000-2000-4000-500 Hz frekanslarında kemik yolu işitme eşikleri, katılımcıların her frekansta saf ses işitme eşikleri ortalamaları, konuşmayı alma eşikleri, konuşmayı ayırt etme skorları, rahatsız edici ses düzeyleri ve en rahat ses düzeylerini ölçmek amacıyla konuşma odyometrisi ve saf ses odyometrisi

testleri uygulandı. Bu testler sonucunda, deney grubunu oluşturan öğretmenlerin hava yolu saf ses ortalamaları ve konuşma odyometrisi sonuçları ile kontrol grubunu oluşturan sağlıklı katılımcıların test sonuçlarına ulaşıldı.

Araştırmamızda, işitme testleri yapılmadan önce öğretmenlerin işitme kalitelerini belirlemek amacıyla katılımcılara yöneltilen KUIK Ölçeği'nin cinsiyet ve yaş aralığı açısından değerlendirildiğinde, erkek ve kadın öğretmenler arasında KUIK Ölçeği skorlarında anlamlı bir fark gözlenmedi. Ancak yaş aralığı ve KUIK Ölçeği skorları arasında anlamlı bir ilişki bulundu, 25-45 yaş aralığındaki öğretmenlerin KUIK Ölçeği skorlarının, 45-65 yaş arası öğretmenlerin skorlarından daha yüksek olduğu gözlemlendi. Bu sonuç, yaşın işitme kalitesi üzerinde etkili olduğunu göstermektedir.

Araştırmamızda, KUIK ölçeği kullanılarak her katılımcı için Konuşma Algısı, Uzaysal Algı ve İşitme Kalitesi olmak üzere 3 alt ölçeği içeren toplamda 49 sorudan oluşan bir değerlendirme yapılmıştır. Hem kontrol grubu hem de deney grubunun KUIK ölçeği genel ortalaması hesaplanmıştır. Ayrıca, her grubun KUIK ölçeği alt ölçekleri olan Konuşma Algısı, Uzaysal Algı ve İşitme Kalitesi ortalamaları da ayrı ayrı hesaplanarak karşılaştırılmıştır. Bu değerlendirme sonucunda, kontrol grubu ve deney grubu arasında KUIK ölçeği genel ortalaması açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır. Yani, katılımcıların işitme kalitesi açısından her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir.

Aynı şekilde, Konuşma Algısı, Uzaysal Algı ve İşitme Kalitesi alt ölçeklerinin ortalamaları da kontrol grubu ile deney grubu arasında karşılaştırıldığında anlamlı bir fark olmadığını göstermiştir. Bu da, her iki grubun işitme algısı, uzaysal algı ve işitme kalitesi açısından benzer sonuçlar verdiğini işaret etmektedir. Sonuç olarak, KUIK ölçeği kullanılarak yapılan değerlendirme sonuçlarına göre, deney grubunu oluşturan öğretmenlerin işitme yetenekleri ve algıları, kontrol grubunu oluşturan sağlıklı bireylerle karşılaştırıldığında anlamlı bir fark bulunmadı ( $p>0.05$ ). Bu da, araştırmamızda istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığını göstermektedir. Sonuç olarak, KUIK Ölçeği'nin işitme kalitesinin belirlenmesinde işitme testlerini destekleyici bir araç olabileceğini göstermektedir.

Araştırmamızda, 125 Hz ve 8000 Hz arasındaki frekanslarda öğretmenlerle kontrol grubu arasında havayolu işitme eşik değerleri açısından anlamlı bir fark tespit edilmedi. Öğretmenlerde kontrol grubu karşılaştırıldığında hiçbir frekansta anlamlı bir düşüş gözlenmedi ve gürültüye bağlı işitme kayıplarında en fazla düşüşün beklenildiği 4000-6000 ve 8000 Hz frekanslarında anlamlı bir düşüş saptanamadı. Katılımcıların 500-1000 Hz, 2000 Hz ve 4000 Hz havayolu işitme eşiklerinin ortalaması hesaplanarak havayolu saf ses ortalamaları (SSO) belirlendi. Öğretmenlerin sağ kulak havayolu saf ses ortalaması, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında anlamlı bir düşüş veya farklılık göstermedi. Benzer şekilde, öğretmenlerin sol kulak havayolu saf ses ortalaması, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığını göstermektedir.

Araştırmamızda, değerlendirilen diğer bir parametre ise konuşma odyometrisi sonuçlarıdır. Katılımcıların konuşmayı alma eşikleri, konuşmayı ayırt etme skorları, rahatsız edici ses düzeyleri ve en rahat ses düzeyleri sonuçlarına ulaşılmıştır. Bu sonuçlar, katılımcıların sağ ve sol kulaklarına göre ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Öğretmenlerin sağ ve sol kulaklarına ait konuşmayı ayırt etme ortalama skorları, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ( $p>0.05$ ). Yani, öğretmenlerin sağ ve sol kulaklarıyla kontrol grubu arasında konuşmayı ayırt etme yeteneği açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Bu sonuçlar, araştırmamızda elde edilen sonuçlar çerçevesinde değerlendirildiğinde, öğretmenlerin işitme yetenekleri ve konuşmayı ayırt etme skorları açısından kontrol grubuyla benzer bir profil sergilediğini göstermektedir. Bu durum, öğretmenlerin işitme performansı açısından kontrol grubuyla karşılaştırıldığında anlamlı bir farklılık olmadığını göstermektedir.

Bu araştırmanın önemli kısıtlıkları, Gümüşhane ilindeki ilkokul, ortaokul ve liselerle sınırlı olması ve odyolojik değerlendirme için yalnızca subjektif test yöntemlerinin ve ölçeklerinin kullanılmasıdır. Araştırmanın daha gerçekçi ve ayrıntılı bilgiler sunabilmesi için Türkiye genelini kapsayan çalışmalar yapılması ve elektrofizyolojik ölçümlerin de kullanılması gerekmektedir. Bu şekilde, öğretmenlerin gürültüden ne kadar etkilendiği hakkında daha kapsamlı ve objektif verilere ulaşmak mümkün olacaktır.

## KAYNAKÇA

- Ashoor, A.A., Prochazka, I.). Saudi Arabic speech audiometry. *Audiology*, 21:493508,1982.
- Atkin, I.M., Anderson, D.J. and Brugge, J.F. Tonotopic organisation and discharge characteristics of single neurons in nuclei of the lateral lemniscus of the cat. *Neurophysiology*, 33, 421-440,1970.
- Bdrg, E., Mller A.R. Noise and Blood Pressure, Effects of Lifelong Exposure in The Cat. *Açta Physiol, scand (Stoch)*, 103, 340 42,1978
- Beattie, R.C., Svihovec, D.A, Edgerton, B.J. Comparison of speech detection and spondee thresholds and Half-Versus Full-List intelligibility scores with MLV and tapedpresentations of NU-6. *J Am Audiol Soc*, 1978; 3(6): 267 272, 1978.
- Belgin E. İşitme fizyolojisi. Belgin E, Çalışkan M, editörler. Çalışma yaşamında gürültü ve işitmenin korunması. 1. Baskı, Ankara:Türk Tabipleri Birliği Yayınları; 2004, p.7-16.
- Belgin, E. Odyolojik Degerlendirme (21.bölüm) "Kulak Burn Bogaz Hastalıklar ve Bas Boyun Cerrahisi" Kitabı, Editör: Prof. Dr. Muharrem Gerçeker, Akademisyen Tıp Kitapevi, 2014.
- Belgin, E. Odyolojik Degerlendirme (21.bölüm) "Kulak Burun Bogaz Hastalıkları ve Baş Boyun Cerrahisi" Kitabı, Editör: Prof. Dr. Muharrem Gerçeker, Akademisyen Tıp Kitapevi, 2014.
- Belgin, E. Odyolojik Değerlendirme (21, bölüm) "Kulak Burun Bogaz Hastalıkları ve Baş Boyun Cerrahisi" Kitabı, Editör: Prof. Dr. Muharrem Gerçeker, Akademisyen Tıp Kitapevi, 2014.
- Borg, E. Noise, Hearing and Hypertension, *Scand, Audiol (Scand)* 10, 125-126,1981.
- Borg, E. Protective value of symphatectomy of the ear in noise. *Açta Physiol Scand (Stockh)* 115, 281-282, 1982.

- Borg, E. Susceptibility of the sympatectomized ear to noise induced hearing loss. *Açta Physiol Scandb. (Stockh)*. 114, 387-391,1982.
- Carhart, R., Jerger, JF. Preferred method for clinical determination of pure-tone thresholds. *Journal of Speech and Hearing Disorders* , 24(4):330-345,1959.
- Cooper, J., Lightfoot, G. A modified pure tone audiometry technique for medico-legal assessment. *British Journal of Audiology*, 34(1):37-46,2000.
- Dallos, P. *The Auditory periphery: Biophysics and physiology*, Academic press, New York, 1973.
- Dirican, R., Bilgeler, N. *Halk Sağlığı Uludağ Ü. Basımevi, Bursa, 1993, Toplum Hekimliği, 2. Baskı, Uludağ Ü. Güçlendirme Vakfı Yayını, No. 70.*
- Dowson, S.P., McNeill, H.A, Torr, G.R. The performance and calibration of TDH39 earphones fitted with Model 51 and MX41/AR cushions. *British Journal of Audiology*, 25(6):419-422,1991.
- Exelsson, A., Borg, E., Horsntrand C, Noise Effects on the cochlear vasculature in normotensive and spontaneously hypertensive rats. *Açta Otoiaryngol (stockh)* 96,215-225, 1983
- Gelfand, S.A. *Essentials of Audiology*, 3rd ed, Thieme Medical Publishers, Inc., New York,2009.

## **Gürültü**

### **Gürültü ve işitsel sistem**

- Hall, JW. Overview of auditory neurophysiology: Past,pre sent, and future. *New Handbook of Auditory,Evoked Responses*. Ist ed, Bos ton: Pearson Education, 2007.
- Hart, LA. *Development of Thai Speech Audiometry Materials for Measuring SpeechRecognition Thresholds*. Provo, Brigham YoungUniversity, Master of Science Thesis, 1-54, 2008.

- Hoben R., Easow G., Pevzner S., Parker M. A. Outer hair cell and auditory nerve function in speech recognition in quiet and in background noise. *front. Neurosci.* 2017;11:157
- Hood, J.D. 'The principles and practice of bone conduction audiometry. *Laryngoscope*, 70: 1211-1228,1960.
- Jonsson, A., Hansson, L. Prolonged exposure to a stressful stimulus (noise) as a cause of raised blood pressure in man. *Lancet*, 1, 86-87, 1977
- Kemalođlu Y. K., Tutar H. Gürültüye bağlı işitme kayıpları ve akustik travma. *Türkiye Klinikleri Dergisi.* 2013;6(1):44-54.
- Kemp, DT. Otoacoustic emissions: Concepts and origins. In: Manley GA, Fay RR, Popper AR, eds. *Active processes and otoacoustic emissions in hearing.* 1st ed. New York: Springer; 1-38, 2008.
- Kenar F., Ayçiçek, A. Endüstriyel odyoloji ve gürültüye bağlı işitme kayıpları. *Türkiye Klinikleri Dergisi.* 2015;8(2), 132-136
- Kramer, S.J. *Audiology: science to practice*, Plural Publishing, Inc., San Diego, 2008.
- Kujawa S.G., Liberman M.C. Synaptopathy in the noise-exposed and aging cochlea: Primary neural degeneration in acquired sensorineural hearing loss. *Hear Res.* 2015;330: 191-199
- Kürklü G., Görhan G., Burgan H. İ. Çalışma hayatında gürültünün etkisi ve inşaat teknolojileri eğitimi açısından değerlendirilmesi. *SDU International Journal of Technologic Sciences.* 2013;5(1):22-35.
- Lau, C.C. The effect of coupling force on bone conduction audiometry. *British Journal of Audiology*, 20(4):261-268,1986.
- Le T.N., Straatman L.V., Lea J., Westerberg B. Current insights in noise-induced hearing loss: a literature review of the underlying mechanism, pathophysiology, asymmetry, and management options. *J Otolaryngol-Head Neck Surg.* 2017;46(1):41.

- Lee, J.H, Marcus, D.C. Endolymphatic Sodium homeostasis by Reissner's membrane. *Neuroscience*; 119 (1) 3-8, 2003. Hall, JW. Overview of auditory neurophysiology: Past, present, and future. *New Handbook of Auditory, Evoked Responses*. 1st ed, Boston: Pearson Education, 2007.
- Lee, K.J. *Essential Otorhinolaryngology, Head and Neck Surgery, Audiology*, Tenth Edition, McGraw-Hill Companies, 24-65, 2012.
- Liberman MC, Mulroy MJ. Acute and chronic effects of acoustic trauma: cochlear pathology and auditory nerve pathophysiology. In: *New perspectives on noise-induced hearing loss* (Hamernik RP, Henderson D, Salvi R, eds). New York: Raven; 1982. pp. 105-136.
- Martin, FN. *Introduction to Audiology*. Third Edition. India, Prentice Hall Inc. 113, 1986.
- Martin, FN., Champlin, C.A., Perez, D.D. The question of phonetic balance in word recognition testing. *J Am Acad Audiol*, 11: 489-493, 2000.
- McFarland, Kay Marlyn, Ramstetter, V. *Exploring Living Environment*, McKnight Publishing Co., Bloomington, Illinois, 1977.
- Mehta, R.P., Rosowski, J.J., Voss, S.E., O'Neil, E., Merchant, SN. Determinants of hearing loss in perforations of the tympanic membrane. *Otol Neurotol*, 27(2):136-43, 2006.
- Mick P., Kawachi I., Lin F.R. The association between hearing loss and social isolation in older adults. *Otolaryngol. Head Neck Surg*.
- Mirza R, Kirchner DB, Dobie RA, Crawford J. Occupational noise-induced hearing loss. *JOEM*. 2018;60(9):498-501.
- Moller, M. *Hearing its physiology and Pathophysiology*, ch.3. Academic Press, California, 74-75, 2000.

- Müderriş S, Altuntaş EE. Travmatik İşitme Kayıpları. Gerçeker M, editör. Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Baş ve Boyun Cerrahisi. 1.Baskı. Ankara: Akademisyen Kitabevi; 2014.p.315-32.
- Penrod, JP. Speech threshold and word recognition/discrimination testing. In: Katz ],Editor.
- Pickles, J.O. An Introduction to the physiology of Hearing, Academic Press, London-Newyork, 1982.
- Pouryaghoub G, Mehrdad R, Saeed Pourhosein S. Noise-Induced hearing loss among professional musicians. J Occup Health. 2017; 59:33-37.
- Puel JL, Ruel J, Gervais d'Aldin C, Pujol R. Excitotoxicity and repair of cochlear synapses after noise-trauma induced hearing loss. Neuroreport. 1998; 9:2109-2114.
- Puel JL, Ruel J, Guitton M, Pujol R. The inner hair cell afferent/efferent synapses revisited: a basis for new therapeutic strategies. Adv Otorhinolaryngol. 2002; 59:124-130.
- Pujol R, Puel JL, Gervais d'Aldin C, Eybalin M. Pathophysiology of the glutamatergic synapses in the cochlea. Acta Otolaryngol. 1993; 113:330-334.
- Recognition Thresholds. Provo, Brigham Young University, Master of Science Thesis, 1-54, 2008.
- Robertson D. Functional significance of dendritic swelling after loud sounds in the guinea pig cochlea. Hear Res. 1998; 9:263-278.
- Ruel J, Wang J, Rebillard G, Eybalin M, Lloyd R, Pujol R, Puel JL. Physiology, pharmacology and plasticity at the inner hair cell synaptic complex. Hear Res. 2007; 227:19-27.
- Rüzgar F. Gürültüye Bağlı İşitme Kayıplarında Distorsiyon Ürünü Otoakustik Emisyon (Dp-Oae) ve Servikal Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyel (C-Vemp) Yanıtları. Yüksek Lisans Tezi, Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Ankara, 2018.

- Sataloff RT, Sataloff J, Virag TM. Diagnosing Occupational Hearing Loss. 3rd ed. Sataloff RT, Sataloff J, editor. 2016, p. 411-441.
- Seikel, J.A., King, D.W., Drumright, D.G. Anatomy & Physiology for Speech, Language and Hearing, Fourth Edition, Delmar, 2010.
- Sha SH, Schacht J. Emerging therapeutic interventions against noise-induced hearing loss. *Expert Opin Investig Drugs*. 2017; 26(1):85-96.
- Sheppard A, Ralli M, Gilardi A, Salvi R. Occupational noise: auditory and non-auditory consequences. *Int J Environ Res Public Health*. 2020; 17(1):1-15.
- Shi L, Chang Y, Li X, Aiken S, Liu L, Wang J. Cochlear synaptopathy and noise-induced hidden hearing loss. *Neural Plasticity*. 2016; 2016:1-9.
- Söylemez E. Gürültüye Bağlı İşitme Kaybı Olan Bireylerde Vestibüler Fonksiyonların ve Çift Görev Performansının Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Ankara, 2020.
- Sun H, Hashino E, Ding DL, Salvi RJ. Reversible and irreversible damage to cochlear afferent neurons by kainic acid excitotoxicity. *J Comp Neurol*. 2001; 430:172-181.
- van Zyl M. Open Access Guide To Audiology And Hearing Aids For Otolaryngologists, University of Pretoria.
- Wever, E.G., Lawrance, M. *Physiological Acoustics*. Princeton. University Press, Princeton-Newjersey, 1966.
- Wever, E.G., Lawrance, M., Smith, K.R. The middle ear in sound conduction. *Arch Otolaryngol*, 48; 19-35, 1948.
- Zheng XY, Henderson D, Hu BH, McFadden SL. Recovery of structure and function of inner ear afferent synapses following kainic acid excitotoxicity. *Hear Res*. 1997; 105:65-76.