



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

**GÜRÜLTÜ DÜZEYİ SABİT ORTAMLARDA ÇALIŞAN
İŞÇİLERDE SON 3 YILLIK İŞİTME EŞİĞİ
DEĞİŞİMLERİNİN
RETROSPEKTİF OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

Tuğba Nida AYDOĞAN

Yüksek Lisans Tezi

Nevşehir, 2023

GÜRÜLTÜ DÜZEYİ SABİT ORTAMLARDA ÇALIŞAN İŞÇİLERDE SON 3
YILLIK İŞİTME EŞİĞİ DEĞİŞİMLERİNİN RETROSPEKTİF OLARAK
DEĞERLENDİRİLMESİ

Tuğba Nida AYDOĞAN

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

Yüksek Lisans Tezi

Nevşehir, 2023

TEŞEKKÜR

Tez sürecimin her aşamasında bilgi, deneyim ve tecrübelerini esirgemedi yardımcı olan başta danışman hocam Prof. Dr. Vesile ŞENOL olmak üzere tüm Kapadokya Üniversitesi Odyoloji Yüksek Lisans Bölümü hocalarıma sonsuz teşekkür ederim.

Lisans hayatımda ve tez sürecinde bana kattığı tüm değerler için Dr. Öğr. Üyesi Didem ŞAHİN CEYLAN'a teşekkürü borç bilirim.

Tez sürecinde yanımda olan, desteğini esirgemeyen sevgili meslektaşlarım Mervegül TEK ve Busemnaz AVŞAR'a içtenlikle teşekkür ederim.

Tüm eğitim hayatım boyunca yanımda olan, hiçbir zaman desteklerini esirgemeyen anneannem Gülcihan ERDOĞAN ve dedem Ahmet ERDOĞAN'a teşekkürü borç bilirim.

Ve hiçbir koşulda desteğini esirgemeyen, bana inanan, güvenen, her zaman arkamda olduklarını bildiğim annem Mehtap AYDOĞAN'a, babam Zafer AYDOĞAN'a ve kardeşim Furkan AYDOĞAN'a sonsuz teşekkür ederim.

ÖZET

AYDOĞAN, Tuğba Nida. *Gürültü düzeyi sabit ortamlarda çalışan işçilerde son 3 yıllık işitme eşiği değişimlerinin retrospektif olarak değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Nevşehir, 2023.

Giriş ve Amaç: Gürültülü ortamlarda çalışan işçilerin gürültüye maruz kaldıkları süre ve gürültü şiddetine bağlı olarak sensörinöral işitme kaybı oluşabilmektedir ve bu işçilerin rutin işitsel kontrollerinin yapılması ve sonuçlara göre koruma yöntemleri belirlenmesi önem arz etmektedir. Bu çalışmanın amacı gürültü düzeyi sabit ortamlarda çalışan bireylerin son 3 yıllık işitme eşiklerini frekansa spesifik inceleme yapıp değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntem: Bu araştırmada çalıştıkları ortamda haftanın 6 günü 8 saat gürültüye maruz kalan 20-50 yaş arasındaki erkek bireylerin son 2020, 2021, 2022 yıllarındaki işitme eşik değişimi incelenmiştir. Saf ses işitme testi ile işitme eşikleri ölçülmüş, 250-8000 Hz aralığındaki işitme eşik seviyelerindeki değişimler incelenmiş ve istatistiksel analizi yapılmıştır.

Bulgular: Yapılan analizler sonucunda gürültülü ortamlarda çalışan işçilerde 2020 yılında elde edilen işitme eşiklerinin 2021 ve 2022 yıllarında anlamlı derecede arttığı bulunmuştur ($p<0,05$) ve bu artışın en fazla yüksek frekanslarda olduğu gözlenmiştir. Saf ses ortalamalarında da anlamlı derecede artış gözlenmiştir ($p<0,05$). Sağ ve sol kulak karşılaştırmasında 250 ve 500 Hz dışında kalan frekanslarda sol kulak etkilenmesinin sağ kulağa göre anlamlı olarak daha fazla olduğu saptanmıştır ($p<0,05$).

Sonuç(lar): Gürültülü ortamda çalışan işçilerde maruziyet süresi (yıl) arttıkça işitme eşiklerinin ve saf ses ortalamalarının arttığı gözlenmiştir. En fazla etkilenen frekanslar 3000, 4000 ve 6000 Hz olup en fazla etkilenen kulağın da sol kulak olduğu saptanmıştır. Gürültüye maruziyet arttıkça, yüksek frekans işitme eşiklerinin artışına bağlı olarak çentik oluşma ihtimalinin de arttığı gözlenmiştir.

Anahtar Sözcükler

Gürültü, gürültüye bağlı işitme kaybı, işitme kaybı

ABSTRACT

AYDOĞAN, Tuğba Nida. *Retrospective evaluation of 3-year hearing threshold changes in workers working in constant noise level environments*, Master's Thesis, Nevşehir, 2023.

Introduction and Purpose: Sensorineural hearing loss may occur depending on the duration and intensity of noise exposure of workers working in noisy environments, and it is important to carry out routine auditory checks of these workers and to determine protection methods according to the results. The aim of this study is to evaluate the last 3 years' hearing thresholds of individuals working in environments with constant noise levels by making frequency-specific examinations.

Materials and Methods: In this study, the change in hearing thresholds in the last 2020, 2021, 2022 years of male individuals between the ages of 20-50 who were exposed to noise for 8 hours 6 days a week in their working environment was examined. Hearing thresholds were measured with pure tone hearing test, changes in hearing threshold levels in the range of 250 – 8000 Hz were examined and statistical analysis was made.

Results: As a result of the analysis, it was found that the hearing thresholds obtained in 2020 in workers working in noisy environments increased significantly in 2021 and 2022 ($p<0.05$), and it was observed that this increase was highest at high frequencies. There was also a significant increase in pure tone averages ($p<0.05$). In the comparison of the right and left ears, it was found that the left ear was significantly more affected than the right ear at frequencies other than 250 and 500Hz ($p<0.05$).

Conclusion: It has been observed that hearing thresholds and pure tone averages increase as the exposure time (years) increases in workers working in a noisy environment. The most affected frequencies were 3000, 4000 and 6000 Hz, and it was determined that the most affected ear was the left ear. It has been observed that as exposure to noise increases, the probability of notch formation increases due to the increase in high frequency hearing thresholds.

Keywords

Noise, noise-induced hearing loss, hearing loss

İÇİNDEKİLER

| | |
|---|---|
| KABUL VE ONAY | i |
| YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI..... | Hata! Yer işareti tanımlanmamış. |
| ETİK BEYAN | iii |
| TEŞEKKÜR..... | iv |
| ÖZET | v |
| ABSTRACT | vi |
| İÇİNDEKİLER..... | vii |
| TABLolar DİZİNİ..... | ix |
| ŞEKİLLER DİZİNİ | xi |
| KISALTMALAR DİZİNİ..... | xii |
| GİRİŞ..... | 1 |
| 1. BÖLÜM..... | 3 |
| İŞİTME SİSTEMİ, İŞİTME SİSTEMİ DEĞERLENDİRMESİ VE İŞİTME KAYIPLARI | 3 |
| 1.1. İŞİTME SİSTEMİ..... | 3 |
| 1.1.1. Dış Kulak | 3 |
| 1.1.1.2. Kulak Kepçesi..... | 3 |
| 1.1.1.2. Dış Kulak Kanalı (Eksternal Akustik Kanal)..... | 4 |
| 1.1.2. Orta Kulak | 4 |
| 1.1.3. İç Kulak | 5 |
| 1.1.3.1. Koklea..... | 6 |
| 1.1.3.2. İşitme Siniri..... | 7 |
| 1.1.4 Santral İşitsel Sistem..... | 8 |
| 1.1.4.1. Koklear Nükleuslar | 8 |
| 1.1.4.2. Süperior Oliverik Kompleks | 8 |
| 1.1.4.3. Lateral Lemniskus..... | 9 |
| 1.1.4.4. İnferior Kollikulus | 9 |
| 1.1.4.5. Medial Genikulat Cisim..... | 10 |
| 1.1.4.6. İşitsel Korteks | 10 |
| 1.2. İŞİTME SİSTEMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ | 10 |
| 1.2.1. İmmitansmetrik İnceleme | 10 |
| 1.2.1.1. Timpanometri Testi..... | 11 |
| 1.2.1.2. Akustik Refleks Testi..... | 12 |

| | |
|--|-----------|
| 1.2.2. Saf Ses Odyometri | 12 |
| 1.2.2.1. Konuşma Testleri | 13 |
| 1.3. İŞİTME KAYIPLARI | 13 |
| 2. BÖLÜM | 18 |
| GÜRÜLTÜ VE GÜRÜLTÜYE BAĞLI İŞİTME KAYIPLARI | 18 |
| 2.1. GÜRÜLTÜ | 18 |
| 2.1.1. Gürültü Ölçümü | 18 |
| 2.1.2. Gürültü Çeşitleri | 18 |
| 2.1.2.1. Zamansal Değişime Göre | 19 |
| 2.1.2.2. Frekans Spektrumuna Göre | 19 |
| 2.1.3. Gürültünün İnsanlar Üzerindeki Etkisi | 19 |
| 2.1.4. Gürültünün İşitme Sistemine Etkileri ve Gürültüye Bağlı İşitme Kaybı | 20 |
| 2.1.5. Gürültü Engelleme ve Korunma Yolları | 25 |
| 3. BÖLÜM | 26 |
| GÜRÜLTÜ DÜZEYİ SABİT ORTAMLARDA ÇALIŞAN İŞÇİLERDE SON 3 YILLIK İŞİTME EŞİĞİ DEĞİŞİMLERİNİN RETROSPEKTİF OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ | 26 |
| 3.1. GEREÇ VE YÖNTEM | 26 |
| 3.1.1. Araştırmanın Tipi | 26 |
| 3.1.2. Araştırmanın Yeri ve Zamanı | 26 |
| 3.1.3. Araştırmanın Etik Kurul Onayı | 26 |
| 3.2. ARAŞTIRMANIN EVRENİ VE ÖRNEKLEMİ | 26 |
| 3.2.1. Çalışmaya Dahil Edilme/Dışlama Kriterleri | 27 |
| 3.2.2. Güç Analizi ve Örneklem Seçim Yöntemi | 27 |
| 3.3. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI | 28 |
| 3.4. İSTATİKSEL DEĞERLENDİRME | 28 |
| 3.5. BULGULAR | 29 |
| 3.5.1. Hava Yolu Ölçümlerinin Yıllara Göre Karşılaştırılması | 29 |
| 3.5.2. Yıllara Göre Hava Yolu Ölçümlerinin Seviyelerinin Frekans Bazında [Düşük (250-500 Hz) Orta (1000 Hz) Yüksek (2000-8000 Hz)] Karşılaştırması | 47 |
| 3.5.3. Saf Ses Ortalamalarının Yıllara Göre Karşılaştırması | 54 |
| 3.5.4. Hava Yolu Ölçümlerinin Frekans Bazında Değerlendirilmesi | 57 |
| 3.5.5. Hava Yolu Ölçümlerinin Kulaklar Arası Karşılaştırılması | 58 |
| TARTIŞMA | 60 |
| SONUÇ | 65 |
| KAYNAKÇA | 67 |
| EK-1. ORJİNALLİK RAPORU | 71 |
| EK-2. ETİK KURUL İZİN FORMU | 72 |

TABLolar DİZİNİ

| | |
|--|----|
| Tablo 1. İşitme kaybı dereceleri (Clark, 1981) | 14 |
| Tablo 2. Farklı gürültü kaynakları ve işitsel etkileri (Kenar & Ayçiçek, 2015) | 23 |
| Tablo 3. Tolere edilebilir gürültü maruziyetleri (Le Prell ve ark., 2012) | 24 |
| Tablo 4. Sağ kulak için hava yolu 250 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması | 29 |
| Tablo 5. Sağ kulak için hava yolu 250 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması | 30 |
| Tablo 6. Sol kulak için hava yolu 250 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması | 30 |
| Tablo 7. Sol kulak için hava yolu 250 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması | 31 |
| Tablo 8. Sağ kulak için hava yolu 500 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması | 31 |
| Tablo 9. Sağ kulak için 500 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması... 32 | |
| Tablo 10. Sol kulak için hava yolu 500 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması | 32 |
| Tablo 11. Sol kulak için 500 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması.. 33 | |
| Tablo12. Sağ kulak için Havayolu 1000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması | 33 |
| Tablo13. Sağ kulak için 1000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması 34 | |
| Tablo 14. Sol kulak için hava yolu 1000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması | 35 |
| Tablo 15. Sol kulak için 1000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması 35 | |
| Tablo 16. Sağ kulak için hava yolu 2000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması | 36 |
| Tablo 17. Sağ kulak için 2000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması36 | |
| Tablo 18. Sol kulak için hava yolu 2000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması | 37 |
| Tablo 19. Sol kulak için 2000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması 37 | |
| Tablo 20. Sağ kulak için hava yolu 3000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması | 38 |
| Tablo 21. Sağ kulak için 3000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması38 | |
| Tablo 22. Sol kulak için hava yolu 3000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması | 39 |
| Tablo 23. Sol kulak için 3000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması 39 | |
| Tablo 24. Sağ kulak için hava yolu 4000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması | 40 |
| Tablo 25. Sağ kulak için 4000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması40 | |

| | |
|--|----|
| Tablo 26. Sol kulak için hava yolu 4000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması | 41 |
| Tablo 27. Sol kulak için 4000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması | 41 |
| Tablo 28. Sağ kulak için hava yolu 6000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması | 42 |
| Tablo 29. Sağ kulak için 6000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması | 42 |
| Tablo 30. Sol kulak için hava yolu 6000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması | 43 |
| Tablo 31. Sol kulak için 6000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması | 43 |
| Tablo 32. Sağ kulak için hava yolu 8000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması | 44 |
| Tablo 33. Sağ kulak için hava yolu 8000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması | 45 |
| Tablo 34. Sol kulak için hava yolu 8000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması | 45 |
| Tablo 35. Sol kulak için 8000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması | 46 |
| Tablo 36. Sağ kulak için hava yolu düşük frekans 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması | 47 |
| Tablo 37. Sağ kulak için düşük frekans 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması..... | 47 |
| Tablo 38. Sol kulak için hava yolu düşük frekans 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması | 48 |
| Tablo 39. Sol kulak için düşük frekans 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması | 48 |
| Tablo 40. Sağ kulak için hava yolu orta frekans 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması | 49 |
| Tablo 41. Sağ kulak için orta frekans 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması..... | 50 |
| Tablo 42. Sol kulak için hava yolu orta frekans 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması | 50 |
| Tablo 43. Sol kulak için orta frekans 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması | 51 |
| Tablo 44. Sağ kulak için havayolu yüksek frekans 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması | 51 |
| Tablo 45. Sağ kulak için yüksek frekans 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması | 52 |
| Tablo 46. Sol kulak için hava yolu yüksek frekans 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması | 53 |
| Tablo 47. Sol kulak için yüksek frekans 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması | 53 |
| Tablo 48. Sağ kulak için saf ses ortalamasının 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması | 54 |
| Tablo 49. Sağ kulak için saf ses ortalaması 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması .. | 54 |
| Tablo 50. Sol kulak için saf ses ortalaması 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması | 55 |
| Tablo 51. Sol kulak için saf ses ortalaması 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması ... | 56 |
| Tablo 52. Sağ kulak hava yolu ölçümlerinin frekans bazında gürültü etkilerinin karşılaştırılması | 57 |
| Tablo 53. Sol kulak hava yolu ölçümlerinin frekans bazında gürültü etkilerinin karşılaştırılması | 57 |
| Tablo 54. Sağ ve sol kulak hava yolu ölçümlerinin gürültü etkilerinin karşılaştırılması..... | 58 |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | |
|---|----|
| Şekil 1. İletim tipi işitme kaybı odyogram örneği (Sataloff & Sataloff, 2005)..... | 15 |
| Şekil 2. Sensörinöral işitme kaybı odyogram örneği (Katz ve ark., 2015)..... | 16 |
| Şekil 3. Karma tip işitme kaybı odyogram örneği (Katz ve ark., 2015) | 17 |
| Şekil 4. GBİK olan çalışanlarda oluşabilen ilerleyici işitme kaybı (Sataloff & Sataloff, 2005) | 22 |

KISALTMALAR DİZİNİ

| | |
|--------|--|
| AICA | : Anterior İnferior Serebellar Arter |
| cm | : Santimetre |
| CN V | : 5. Kranial Sinir |
| CN VII | : 7. Kranial Sinir |
| dB | : Desibel |
| HL | : Hearing Level (İşitme Seviyesi) |
| GBİK | : Gürültüye Bağlı İşitme Kaybı |
| SPL | : Sound Pressure Level (Ses Basınç Seviyesi) |
| Hz | : Hertz |
| kHz | : Kilohertz |
| mm | : Milimetre |
| ml | : Mililitre |
| SD | : Speech Discrimination (Konuşma Ayırt Etme) |
| SPLM | : Sound Pressure Level Meter (Ses Basınç Seviyesi Ölçer) |
| SRT | : Speech Reception Threshold (Konuşma Alma Eşiği) |

GİRİŞ

Toplumsal ve teknolojik gelişmeler günlük hayatta gürültünün daha fazla karşımıza çıkmasına neden olmaktadır. Dünya sağlık örgütü, milyarlarca insanın gürültüye bağlı işitme kaybı (GBİK) riski olan mesleklerde çalıştığını bildirmektedir (Basu ve ark., 2022).

Gürültüye bağlı işitme kaybı geçici veya kalıcı olabilmektedir. Gürültü iç kulakta mekanik veya metabolik hasar meydana getirerek işitme kaybı oluşmasına neden olur. Gürültü maruziyetinin ilk zamanlarında veya kısa süreli maruziyetten sonra işitme kayıpları genelde geçici olmaktadır ve maruziyet kesildikten kısa süre sonra eski haline döner. Ancak maruziyet devam ettikçe işitme kaybı kalıcı hale gelebilmektedir. Ani ve kısa süreli gürültüler akut akustik travmaya sebep olabilirken; uzun süreli ve sürekli maruziyet kalıcı GBİK'e neden olmaktadır (Ding ve ark., 2019).

Gürültüye bağlı işitme kaybı için bazı risk faktörleri bulunmaktadır. Bu risk faktörleri sigara kullanımı, diyabet gibi değiştirilebilir veya yaş, ırk, genetik yatkınlık gibi değiştirilemez risk faktörleri olarak sınıflandırılabilir. Bu faktörler işitme kaybı riskini ve derecesini arttırabilmektedir (Ding ve ark., 2019).

Gürültü ilk olarak yüksek frekansları etkilemekte (3-6 kHz) ve 4 kHz frekansında odyometrik çentik oluşturabilmektedir. Ancak maruziyet uzadıkça kayıp alçak frekanslara doğru ilerleyebilmektedir (Ding ve ark., 2019). Bu tip işitme kayıpları kulak çınlamasına, konuşulanı anlamamaya ve kişilerin sağlıklı bir iletişim kurmasına engel olmaktadır (Verbeek ve ark., 2014).

Gürültüye bağlı kalıcı işitme kayıplarının tamamen tedavisi mümkün olmadığından, GBİK'i önlemek büyük önem taşımaktadır. İş ortamında oluşan GBİK için gürültü kaynağı ve yoğunluğu kontrol edilmeli, gürültü düzeyleri takip edilmeli, ortamda ve kaynakta gürültüyü azaltacak mühendislik önlemleri alınmalı, koruyucu kulaklıklar kullanılmalı, gürültüye maruz kalan bireylerin odyometrik takipleri yapılmalı ve kişiye özel önlem alınmalıdır (Ding ve ark., 2019) (Sataloff & Sataloff, 2005).

Bu çalışmanın amacı; gürültü düzeyi sabit ortamlarda çalışan bireylerin son 3 yıllık işitme eşiklerini değerlendirip frekansa spesifik inceleme yapmaktır.

1. BÖLÜM

İŞİTME SİSTEMİ, İŞİTME SİSTEMİ DEĞERLENDİRMESİ VE İŞİTME KAYIPLARI

1.1. İŞİTME SİSTEMİ

1.1.1. Dış Kulak

Dış kulak, kulak kepçesi ve dış kulak kanalından oluşur. Kulak kepçesi sesi toplar ve dış kulak kanalı vasıtasıyla timpanik membrana iletir (Alberti, 2001).

1.1.1.2. Kulak Kepçesi

Kulak kepçesi tamamen kıkırdaktan oluşmaktadır. Şekli kişiden kişiye değişmektedir ve huniye benzer yapısı sayesinde gelen ses dalgalarını daha iyi toplar ve iletir. Kulak kepçesinin en altında lobül yani kulak memesi bulunmaktadır. Lobülün üst kısmında karşılıklı olarak tragus ve antitragus bulunmaktadır. Kulak kepçesinin en üst ve dış kısmında helix onun alt kısmında antihelix bulunmaktadır (Martın & Clark, 2012).

Dış kulağın orta kısmında, kulak kanalından hemen önce, konka adı verilen yapı bulunmaktadır (Martın & Clark, 2012). Konka akustik olarak kulak kepçesinin en önemli kısımlarından biridir (Møller, 2006). Konka ses kaynaklarını lokalize etmede önemli bir rol oynar (Martın & Clark, 2012). Dış kulak, kulak kepçesi ve konka üzerindeki ses dalgalarını toplar ve onları kulak kanalına iletir. Dış kulakta meydana gelen rezonansla beraber timpanik membrana iletilen ses basıncı artar dolayısıyla da orta kulağa geçen ses enerjisi artar (Pickles, 2012).

Konka ve kulak kanalının rezonans frekansı 2.5 kHz civarında olup ses enerjisinde meydana gelen artış maksimum 15-20 dB'dir (Pickles, 2012).

Dış kulağın en önemli fonksiyonlarından biri de ses lokalizasyonudur. Sağ ve soldan gelen seslerin lokalizasyonunda kulaklar arasındaki ses dalgalarının yoğunluğu ve zamansal farklılıkları önemli ipuçlarıdır. Ancak önü arkadan veya üstü alttan ayırt etmede kulak kepçesi ve konka rol oynamaktadır (Pickles, 2012). Kulak kepçesinin şekli sayesinde meydana gelen, yöne bağlı filtreleme özelliklerinden elde edilen spektral ipuçları kullanılır (Middlebrooks, 2015).

1.1.1.2. Dış Kulak Kanalı (Eksternal Akustik Kanal)

Dış kulak kanalı kulak kepçesiyle timpanik membran arasında uzanır. Kulak kepçesinin topladığı ses dalgalarını timpanik membrana iletir. Yaklaşık 2,5 cm uzunluğunda 9 mm yüksekliğinde ve 6,5 mm genişliğinde “S” şeklindedir. Girişteki 1/3'lük kısmı kıkırdak dokudan, kalan 2/3'lük kısmı kemik dokudan oluşmaktadır. Kıkırdak bölgede çeşitli salgılar üreten yağ bezleri, kıllar ve yağ bezlerinden salgılanan serümen bulunmaktadır. Kulak kılları ve serümen yabancı cisimlerin kanalın 2/3'lük kısmına geçmesine engel olur (Martin & Clark, 2012).

1.1.2. Orta Kulak

Orta kulak 6 duvardan oluşan bir kutu gibidir. Dışta kulak zarından oluşan, içerisinde kemikçikler ve kaslar bulunan, iç duvarında kokleanın bazal kıvrımı olan, önde östaki tüpü ile burnun arka kısmına bağlanan, arka ucunda mastoid hava hücreleri bulunan içi hava dolu bir boşluktur (Gelfand, 2010).

Kulak zarı dışa doğru içbükeydir ve bu geniş koninin zirvesi umbo olarak bilinir (Gelfand, 2010). Kulak zarı yani timpanik membran dış kulakla orta kulağı birbirinden ayırmaktadır. Kulak zarı dış kulaktan gelen sesleri orta kulak kemikçikleri ile iç kulakta bulunan oval pencereye iletir. Timpanik membranın 3/4'lük bölümü pars tensa denilen gergin bir yapıya sahipken, üstte bulunan pars flacida kısmı daha gevşektir (Rüzgar, 2018).

Orta kulakta kulak zarından başlayıp oval pencereye kadar eklemleşerek devam eden 3 kemikçik bulunmaktadır. Bunlar sırasıyla; manibriumu kulak zarına gömülü olan

malleus, malleusun başı ile eklemleşen incus ve incusla eklemleşerek tabanı oval pencere üzerinde bulunan stapedir (Møller, 2006). Bu yapının tamamı ossiküler zincir olarak adlandırılır (Gelfand, 2010). Orta kulakta bu kemikçiklere tutunan iki kas vardır. Biri tensör timpani kası diğeri stapedius kasıdır. Tensör timpani kası östaki borusunun girişine yakın olan orta kulak boşluğu duvarı ile malleus arasında uzanır ve malleusun manubriumuna tutunur. Kas kasıldığı zaman manubrium malleiyi orta kulağa doğru çeker ve timpanik membranı gerer. Kası inerve eden sinir trigeminal sinirdir (CN V). Stapedius kası vücutta bulunan en küçük çizgili kastır ve stapesin baş kısmına tutunur. Bu kas, yüksek bir ses stapesine iletildiğinde kasılarak iç kulağı yüksek şiddetli seslerden korur. Kası inerve eden sinir fasiyal sinirdir (CN VII) (Møller, 2006).

Orta kulakta bulunan bir diğerk yapı da östaki tüpüdür. Östaki tüpü nazofrenksle orta kulak arasında bulunur ve mediale doğru yaklaşık 45 derecelik bir açıyla ilerler. Tüpün uzunluğu yaklaşık 3,5 cm'dir ve ilk 1/3'lük kısmı kemikle, kalan 2/3'lük kısmı elastik kıkırdak ile çevrelenmiştir. Orta kulağın havalanmasını, direnajını ve zarın her iki tarafındaki hava basıncının eşitlenmesini sağlar. Kıkırdaklı kısım kapalı olup, hapşırma esneme yutkunma sırasında tensör palatini kasının aktivesiyle refleks olarak açılır (Alberti, 2001; Gelfand, 2010).

Dış kulaktan ve orta kulaktan gelen ses koklea içerisinde bulunan sıvıya aktarılırken ortamların birinin hava birinin sıvı olmasından dolayı yaklaşık 40 dB'lik bir enerji kaybeder. Ancak orta kulak bu enerji kaybını kulak zarının etkin alanı ve stapes taban alanı arasındaki oran farklılığı, manubriumun kulak zarında umbo adı verilen etkin alana tutunması ve orta kulak kemikçiklerinin kaldıraç mekanizması ile telafi eder (Gelfand, 2010; Møller, 2006).

1.1.3. İç Kulak

İç kulak koklea, vestibül ve yarım daire kanallarından oluşmaktadır. En dışta, işitme ve dengeyle ilgili uç organları içinde bulunduran kemik labirent, kemik labirentin de iç kısmını takip eden zar labirent bulunmaktadır. İç kulağın orta kulağa bakan tarafında oval pencere ve yuvarlak pencere bulunmaktadır. Koklea salyangoz şeklinde vestibülün

ön-alt kısmında bulunur. Vestibülün diğer tarafında birbirine dik açı yapacak şekilde 3 adet yarım daire kanalı bulunmaktadır (Gelfand, 2010).

İç kulakta kemik labirent ile zar labirent arasında perilenf adı verilen bir sıvı bulunmaktadır. Perilenfin içerisinde sodyum konsantrasyonu fazla potasyum konsantrasyonu ise azdır ve bu özelliğiyle hücre dışı sıvılara benzemektedir. Perilenfin kökeni tartışma konusu olup beyin omurilik sıvısının ve/veya koklear kan kaynağının türü olduğu düşünülmektedir (Gelfand, 2010). Zar labirent içerisinde ise hücre içi sıvılara benzeyen ve sodyum açısından fakir potasyum açısından zengin olan endolenf sıvısı bulunmaktadır (Stach, 2010).

1.1.3.1. Koklea

Koklea temporal kemiğin bir parçası olan otik kapsül içinde 2,5 dönüş yapan salyangozu andıran yapıdır (Raphael & Altschuler, 2003; Stach, 2010). Bazal kısmı orta kulağa doğru çıkıntı yapar ve bu yapıya promontoryum denir (Raphael & Altschuler, 2003). Kokleanın kemik labirentinin içinde bulunan zar labirent, kokleayı 3 bölmeye diğer bir deyişle skalaya ayırır. Skalalardan biri scala vestibüldir ve koklear kanalın perilenf dolu iki kanalının en üstteki kısmıdır. Bazal olarak oval pencerede sonlanır. İçi perilenf dolu skalalardan bir diğeri skala timpanidir. Skala timpani en alttaki kanaldır ve bazalda yuvarlak pencerede sonlanır. Bu kanalların her ikisi de apikaldeki uç olan helikotremada sonlanır. Bu iki kanalın ortasında kalan ve içi endolenfle dolu olan skala media bulunmaktadır. İki zarla çevrilidir. Üstte Reissner membranı bu skalayı skala vestibülden ayırırken, altta baziller membran bu skalayı skala timpaniden ayırır. Baziller membranın üzerinde işitme duyu hücrelerini içeren korti organı vardır. Korti organı çok sayıda besin, destek ve duyu hücresi içermektedir (Stach, 2010). Baziller membrana gömülü bulunan ve işitme için önemli olan iki tür tüy hücresi vardır. Bunlar dış tüy hücreleri ve iç tüy hücreleridir (Nobili ve ark., 1998). İç tüy hücreleri sayıları yaklaşık 3.500 olan, tek sıra halinde dizilen, üzerinde bulunan küçük saç hücreleri tektorial membrana yakın olan (temas halinde değildir), çoğunlukla sinir sisteminin afferent yani duyu lifleri tarafından innerve edilen ve yaklaşık 40 dB SPL- 60 dB SPL'in üzerindeki seslere yanıt verebilen hücrelerdir. Dış tüy hücreleri ise sayıları yaklaşık 13.000 olan, üç

sıra halinde dizilen, üzerlerinde bulunan küçük saç hücreleri tektorial membrana gömülü olan, çoğunlukla sinir sisteminin efferent veya motor lifleri tarafından innerve edilen, uzayıp kısalabilme özelliği bulunan (elektromotolite) hücrelerdir. Dış tüy hücreleri ayrıca tektorial membrana tutunup uzayıp kısalarak sesin iç tüy hücrelerince alımını artırır. İç tüy hücreleri dış tüy hücrelerinin desteği olmadan 40-60 dB SPL'in üzerindeki seslere yanıt verebilmektedir. Dış tüy hücrelerinin elektromotilite özelliği ile daha düşük dB SPL seviyelerine de yanıt verebilir hale gelir (Köseosmanoğlu, 2019; Nobili ve ark., 1998; Stach, 2010).

İç kulağın kanlanması genelde ön serebellar arterin (AICA) dalı olan labirentin arterden beslenir (Nakashima ve ark., 2003). Labirentin arter, internal akustik kanal boyunca ilerler ve iç kulakta koklear ve vestibüler yapılara kan sağlar (Stach, 2010).

İç kulak gelen titreşimleri sinirsel uyarılara dönüştürmekte görev almaktadır (Alberti, 2001). Oval pencerede stapes tabanının meydana getirdiği titreşim, kokleada bulunan sıvılarda ve membranöz labirent yapılarında dalgalanmaya neden olur. Bu dalga hareketi baziller membran üzerinde bulunan duyu hücrelerinin uyarılmasını ve nöral aktivitenin başlamasını sağlar. Baziller membran üzerinde meydana gelen bu hareket ilerleyen dalga olarak adlandırılır. Baziller membranda her frekans için özelleşmiş yerler vardır. Yüksek frekanslar membranın daha bazalında yer alırken alçak frekanslar membranın daha apikalinde yer alır. Bu organizasyona tonotopik organizasyon adı verilir. Bu tonotopik organizasyon kokleadan başlayarak tüm işitsel yol boyunca devam eder. Membranda oluşan dalga hareketi baziller membranda ilgili frekans bölgesine ulaşana kadar büyüyerek ilerlemeye devam eder ve ilgili frekans bölgesinde sönümlenir. Dalga maksimum yer değiştirme noktasına ulaştığında iç tüy hücreleri tektorial membran ile temas ederek bükülür ve uyarılma meydana gelir. Böylece nöral aktivite başlar (Stach, 2010).

1.1.3.2. İşitme Siniri

İşitme siniri sinir lifleri hücre gövdeleri spiral ganglion içerisindedir. Kortide bulunan tüy hücreleri ile koklear çekirdekler arasında sinaptik bağlantı sağlar. İnsanlarda her kulakta yaklaşık 30.000 lif bulunur. Büyük çoğunluğu (yaklaşık %90- %95) doğrudan

iç tüy hücreleriyle sinaps yaparken, çok azı (%5-10) dış tüy hücreleriyle sinaps yapar. İç tüy hücreleriyle sinaps halinde olan sinir lifleri spiral ganglionda bipolar ve miyelinli hücre gövdelerine ve aksonlara sahiptir. Bunlara Tip I hücreler denir. Tip II hücreler ise monopolar, miyelinsizdir ve dış tüy hücrelerine bağlanır. Her iki tip hücre de koklear çekirdeklere akson gönderir (Pickles, 2012). Sinir lifleri modiolustan başlayıp beyin tabanında sonlanan internal akustik kanala, oradan da beyin sapında bulunan koklear çekirdeklere gider. Bu kanalda aksonlar 8. kafa sinirine katılır. 8. Sinir internal akustik kanaldan geçer ve beyin sapında bulunan koklear nükleuslarda sonlanır (Martin & Clark, 2012).

1.1.4 Santral İşitsel Sistem

1.1.4.1. Koklear Nükleuslar

İşitme sisteminin periferdeki son yapısı koklear sinirdir. Koklear sinir, kokleadan çıktıktan sonra mediale doğru yönelir ve pons ve medulla arasında yer alan bir bölgeden beyin sapına girer. Buradan merkezi işitsel sinir sisteminin ilk durağı olan koklear nükleuslara bağlanır. Koklear nükleusların üç ana alt bölümü vardır. Bunlar dorsal koklear nükleuslar, posterior ventral koklear nükleuslar ve anterior ventral koklear nükleuslardır. Koklear çekirdekler tonotopik olarak düzenlenmiştir. Gelen uyarıların zamansal ve spektral özelliklerinin ve konuşma gibi karmaşık sinyallerin çözümlenmesine katkı sağlar. Koklear nükleus ve bağlantıları aynı zamandan binaural işitsel süreçler için de önem taşımaktadır. Koklear nükleuslardan çıkan sinir demetleri süperior oliverik komplekse, lateral lemniskusa ve inferior kollikulusa hem ipsilateral hem de kontralateral bağlantılar içerir (Musiek & Baran, 2020).

1.1.4.2. Süperior Oliverik Kompleks

Superior oliverik kompleks, beyin sapında ponsun kaudalinde bulunur. Temelde lateral ve medial olmak üzere iki ana çekirdekten oluşur. Ayrıca trapezoid body çekirdekleri ve birkaç periolivary çekirdek grubundan oluşur. Girdilerin büyük kısmını

dorsal, medial ve ventral akustik stria vasıtasıyla alır ve bu nöral girdiler çoğunlukla kontralateral koklear nükleuslardan kaynaklanır. Daha önceki yapılarda olduğu gibi süperior oliverik komplekste de tonotopik organizasyon vardır. Süperior oliverik kompleks işitsel uyarıların merkezi işitsel sistemde binaural işlendiği ilk yerdir. Lokalizasyon ve lateralizasyonu her iki kulaktan gelen uyarıların arasındaki zaman ve şiddet farklılıklarını ipuçlarını kullanarak yapar. Ayrıca iki kulaktan gelen uyarıların entegre etmede önemli rol oynar. Burdan çıkan sinir lifleri lateral lemniskusla oradan da inferior kollikulusla bağlantı kurar (Musiek & Baran, 2020).

1.1.4.3. Lateral Lemniskus

Lateral lemniskus lifleri koklear çekirdeklerden gelen sinir liflerini, her iki tarafta bulunan süperior oliverik kompleksten gelen lifleri ve kendi çekirdeklerinden köken alan lifleri içerir (Gelfand, 2010). Ponsun üst tarafında bulunur ve içerdiği lifleri inferior kollikulusa taşıyan sinir yoludur. İki çekirdeği bulunmaktadır. Bunlar ventral ve dorsal lateral lemniskuslar olarak anılır. Dorsal lateral lemniskus çoğunlukla çift taraflı girdileri alırken, ventral lateral lemniskus daha çok kontralateral girdiler alır. Tonotopik olarak da her iki çekirdeğin dorsalinde alçak frekans taşıyan lifler bulunurken, ventralde yüksek frekans taşıyan lifler bulunur. Beyin sapının her iki tarafındaki lateral lemniskusları işlevsel olarak bağlanan Probst'un komisürü bulunmaktadır (Musiek & Baran, 2020).

1.1.4.4. İnférieur Kollikulus

İnférieur kollikulus beyin sapında bulunan daha alt işitsel merkezlerden dolayı olarak ya da doğrudan bilgi alır. Merkezi bir çekirdeği bulunmaktadır. Bu çekirdekte tonotopik organizasyon ventromedial kısımda yüksek frekanslar, dorsolateral kısımda ise alçak frekansların temsili şeklinde bulunur. İpsilateral ve kontralateral girdiler olarak hem monoaural hem binaural işlemede aktif olarak bulunur. İnteraural zaman ve şiddet farklılıklarını kullanarak lokalizasyon becerisinde görev alır (Musiek & Baran, 2020).

1.1.4.5. Medial Genikulat Cisim

Medial genikulat cisim, talamusta bulunur ve işitsel uyarılar için son subkortikal yapıdır. İ inferior kollikulustan sonraki işitsel yoldur ancak birkaç lif inferior kollikulusa uğramadan doğrudan lateral lemniskustan buraya ulaşır. Üç kısımdan oluşur. Bunlardan ilki ventral kısımdır ve bu kısım temporal lobda bulunan primer işitsel alan ile; medial kısım, temporal lobun diğer alanları ile; dorsal kısım ise serebrumun assosiasyon bölgeleri ile ilişkilidir. Medial genikulat cisimde çaprazlaşma yoktur (Martin & Clark, 2012). Sesin yönünün tayin edilmesinde ayrıntılı olarak frekans ve zamansal bilgileri kullanır. Ses lokalizasyonu ve lateralizasyonu için önemli bir diğer bölgedir. Afferent işitsel yolda diğer duraklardan farklı olarak buraya ulaşan tüm sinir lifleri burada sinaps yapmaktadır. Medial genikulat cisimden çıkan lifler ipsilateral yoldan temporal lobda bulunan işitsel kortekse geçer (Gelfand, 2010).

1.1.4.6. İşitsel Korteks

İşitme için en temel ve en üst seviye bilgilerin işlendiği alandır. Her iki temporal lobda superior temporal gyrusta bulunur. Tonotopik organizasyonun devam ettiği işitsel korteks, Brodman 41. ve 42. alanlarını da kapsar. İpsilateral medial genikulat cisim yoluyla kontralateral kulaktan bilgi alır. Hem ipsilateral hem de kontralateral spektral ve temporal bilgileri kullanır. Konuşma tanınması, analizinde, gelen uyarının özelliklerine yönlendirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Primer işitsel korteksin çevresinde bulunan assosiasyon bölgeleri de işitilen seslerin anlamı ve hafıza ile ilişki kurulmasında rol oynar (Belgin & Şahlı, 2015).

1.2. İŞİTME SİSTEMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

1.2.1. İmmittansmetrik İnceleme

Timpanik membran ve orta kulak hakkında bilgi sağlayan, koklear / retrokoklear yapıların ve fasiyal yüz sinirinin durumu hakkında ipuçları veren objektif bir test

yöntemidir. Kulak kanalına işitsel uyarın göndererek timpanik membranın katılığını ölçer ve orta kulak fonksiyonu hakkında bilgi verir. Akustik uyarınlar dış kulaktan orta kulağa geçişte bir dirençle karşılaşır ve bu dirence akustik empedans denir. Bunun tam tersi de akustik admittans olup, timpanik membranın geçirgenliği ile ilgili bilgi verir. Bu her ikisinin uygulandığı testlere immitansmetrik testler denir (Belgin & Şahlı, 2015).

1.2.1.1. Timpanometri Testi

Timpanometri testi immitansmetrik inceleme testlerinden biridir. Orta kulağın akustik geçirgenliğinin objektif bir ölçümüdür. İnsan kulağının en verimli şekilde sesi geçirdiği basınç atmosfer basıncı veya ortam basıncıdır. Yani kulak zarının her iki tarafında bulunan basıncın eşit olduğu durumlarda maksimum iletkenlik sağlanır. Klinik olarak orta kulak basıncını etkileyebilecek çok fazla etken vardır. Tanı amaçlı ortam basıncına göre daha düşük (negatif) ve daha yüksek (pozitif) basınçlarda basınç değiştirilir ve bu sırada orta kulak fonksiyonunu gösteren bir grafik ortaya çıkar. Bu grafiğe timpanogram denmektedir. Basınç değişiklikleri kulak zarı ve kemikçiklerde katılşma meydana gelir ve bu durum timpanogramda orta kulak geçirgenliğinde azalma olarak görülür. Orta kulağın en geçirgen olduğu nokta timpanogramda pik olarak gözlenir (Katz ve ark., 2015).

Ölçüm kulak kanalına yerleştiren bir prob ile gerçekleştirilir. Bu probtan 226 Hz frekansında 85 dB SPL şiddetinde uyarın gönderilir (6 aydan küçük bebelere 1000 Hz prob ton uyarın gönderilir). Bu sırada prob ile kulak kanalındaki hava basıncı +200 daPa ile -400 daPa arasında değişir ve timpanogram grafiği oluşur (Belgin & Şahlı, 2015).

Kulak zarı ve orta kulak geçirgenliğinin maksimum olduğu tepe noktasının amplitüdü (kompliansı) ve basınç değeri yorumlama için önemlidir. Normal sınırlarda kabul edilen komplians değeri genelde 0.35-1.6 ml, basınç değeri -100 ile +50 daPa, kulak kanalı hacmi ise 3-10 yaş arası çocuklarda 0,3-1,0 ml ve 18 yaşından büyük bireylerde ise 1,0-2,0 ml arasındadır (Belgin & Şahlı, 2015; Hall, 2014).

Jerger (1970) timpanogram sonuçlarını 5 farklı türlere ayırmıştır. Bunlar Tip A, Tip As, Tip Ad, Tip B ve Tip C timpanogramlardır. TipA timpanogramın pik noktası 0 daPa'dır ve normal bir orta kulak fonksiyonunu gösterir. Amplitüd değerleri de daha önce

belirtilen sınırlar içerisinde. Tip As timpanogram, normal basınç değerleri içerisinde olup amplitüd (komplians) değeri 0.35 ml'den düşük olan timpanogramlardır. Tip A timpanograma göre daha basıktır. Kulak zarının geçirgenliğinin az olduğunu gösterir. Tip Ad timpanogram, basınç değeri normal sınırlar içerisinde ancak komplians değeri 1.6 ml'den daha yüksek timpanogramlardır. Bu tür timpanogramlar, kemik zincir kopukluğu veya timpanik membranın gevşekliği ile ilişkilendirilebilir. Tip B timpanogram, kulak kanalındaki basınç değişikliğinin timpanik membran basıncıyla eşitlenemediği durumlarda görülür. Herhangi bir pik noktası yoktur. Orta kulakta sıvı bulunması kulak zarının delik olması veya probun buşon nedeniyle tıkanıdığı durumlarda görülebilir. Tip C timpanogram ise orta kulak basıncının normal kabul edilen değerlerin altına düştüğü durumlarda gözlenir (Martın & Clark, 2012).

1.2.1.2. Akustik Refleks Testi

Akustik refleks testi bir diğer bir deyişle orta kulak kas refleksi, orta kulakta bulunan stapes kasının yüksek sese karşı gösterdiği refleksi ölçmektedir. Saf ses odyometri testiyle çapraz kontrol olarak kullanılır. Koklear ve retrokoklear kayıpların ayırımında yardımcı olmaktadır. Refleksi aktive edecek bir prob ton uyararı kullanılarak kulak kanalından ölçülür. Bu prob ton uyararı saf ses olabildiği gibi (226 Hz-1000 Hz) geniş bant uyararı da kullanılabilir (Schairer ve ark., 2013). Ölçüm 500 Hz ile 1000 Hz frekans aralığını örnekler ve şiddeti 70 dB HL de uygulanmaya başlar. Herhangi bir refleks görülmediği durumda cihazdan cihaza değişmekle beraber yaklaşık 100 dB HL'e kadar ses şiddeti çıkar. Yanıtlar refleks var ya da yok olarak değerlendirilir. Orta kulak kas refleksinin alınabildiği en düşük seviyeye akustik refleks eşiği denir (Martın & Clark, 2012).

1.2.2. Saf Ses Odyometri

Saf ses odyometri testi, hava yolu ve kemik yolu eşiklerinin odyometre denilen cihazla ölçülmesi ile yapılan subjektif bir testtir. Hava yolu ölçümlerinde tüm işitsel sistem değerlendirilir ve genelde *supraaural* kulaklıklar kullanılmakla beraber *insert* veya *circumaural* kulaklıklar da kullanılabilir. İşitme eşikleri her kulak için ayrı ayrı

değerlendirilebilir. Odyometreler 125 Hz ile 8000 Hz arasındaki frekanslarda saf ses uyarıları ve farklı şiddet seviyeleri kullanılarak hastanın işitebildiği en düşük seviye bulunur. Bu seviyeye saf ses işitme eşiği denir. Bazı odyometrelerde daha yüksek frekanslara (16000 Hz'e kadar) da bakılabilir. Kemik yolu işitme eşikleri bulunurken vibratör görevi gören bir transduser kullanılır ve odyometre tarafından üretilen saf sesleri kafa kemikleri vasıtasıyla iletir. Gönderilen ses dış kulak ve orta kulağı atlayarak kokleaya direkt iletilir (Katz ve ark., 2015). Sonuçlar odyogram denen grafik üzerine işaretlenir (Katz ve ark., 2015).

1.2.2.1. Konuşma Testleri

Saf ses odyometri testi işitsel sistem hakkında çok önemli bilgiler vermektedir. Ancak konuşmayı algılama becerisiyle ilgili çok bir bilgi vermemektedir. Bireylerin konuşmayı algılama becerisini ölçmek için hava yolu kulaklıklar kullanılarak yapılan testlere konuşma testleri denmektedir. Konuşmayı tanıma testi (SRT), bireyin söylenenlerin %50'sini tekrarlayabildiği şiddet seviyesini gösterir. Konuşmanın ağırlıklı olduğu frekansların (500-1000-2000 Hz) işitme eşikleri ile korele olup, saf ses eşiklerinin kontrol yöntemi olarak da kullanılır (Bess & Humes, 2008). Konuşmayı ayırt etme testinde (SD) hastanın en rahat işitebildiği seviyede fonetik dengeli tek heceli kelimeler kullanarak yüzdelik bir skor belirlenir.

1.3. İŞİTME KAYIPLARI

İşitme kaybının birçok nedeni olabilir ve genellikle işitme kaybının derecesi ve türü ile karakterizedir. İşitme kaybının derecesi işitsel bozukluğun normal işlevi yerine getirmede ne derece yetersiz olduğu ile ilgilidir. İşitme kaybının türü ise problemin nerede olduğu hakkında bilgi vermektedir. Bu nedenle işitme kaybının türünü ve derecesini tanımlamak odyoloji için önemlidir. Bunlara ek olarak işitme kaybının zaman seyri (doğuştan, sonradan edinilen), tek kulakta veya her iki kulakta meydana gelmesi (unilateral, bilateral) de önem arz etmektedir (Stach, 2010).

İşitme kaybının en önemli sebebi işitme duyarlılığının azalmasıdır. Bu durum, işitsel organların sesi işitsel uyarıyı algılamasında sağlıklı kulak kadar hassas olmaması demektir. Diğer bir deyişle işitme kayıplı bireylerin sesleri algılamaları için işitsel uyarıların normalden daha yüksek yoğunlukta olması gerekmektedir. İşitme kaybı, normal olmayan kulak tarafından beyne iletilen işitsel uyarıların anormal azalmasından kaynaklanır. Bu durum dış kulak, orta kulak, iç kulak ve işitsel nöral yollardan kaynaklanabilir (Stach, 2010).

Tablo 1. İşitme kaybı dereceleri (Clark, 1981)

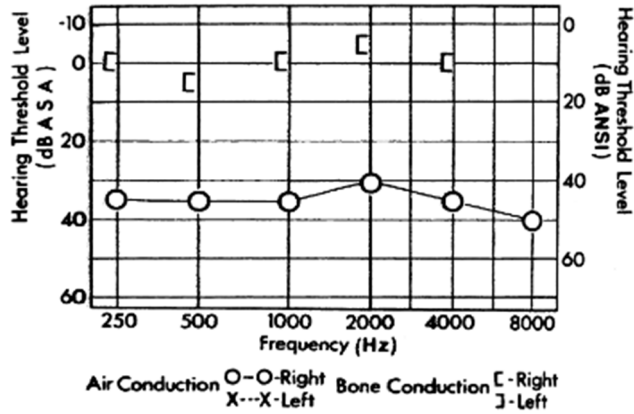
| İşitme kaybı derecesi | Saf ses ortalaması (dB HL) |
|-----------------------|----------------------------|
| Normal | -10-15 |
| Çok hafif | 16-25 |
| Hafif | 26-40 |
| Orta | 41-55 |
| Orta ileri | 56-70 |
| İleri | 71-90 |
| Çok ileri | 91+ |

İşitme sisteminde patolojinin yerini belirlemek, işitme kaybının tipini, tedavi yöntemini ve seyrini gösteren önemli bir etkidir. İşitme kaybının sınıflandırılmasında, patolojinin olduğu nokta lokalize edilmeli ve işitme kaybı tipi belirlenmelidir (Sataloff ve Sataloff, 2005).

Normal işitmeye sahip bireylerde, işitsel uyarının işitsel yollara ulaşip işlenmesi sırasında herhangi bir engelle karşılaşmamaktır. Hem hava iletim yolu hem de kemik iletim yolunda herhangi bir problem bulunmamaktadır. Bu nedenle odyogram üzerinde işitme eşikleri 0 dB HL'e yakın çıkmalı ve hava yolu ile kemik yolu eşikleri arasındaki fark <10 dB HL olmalıdır (Katz ve ark., 2015).

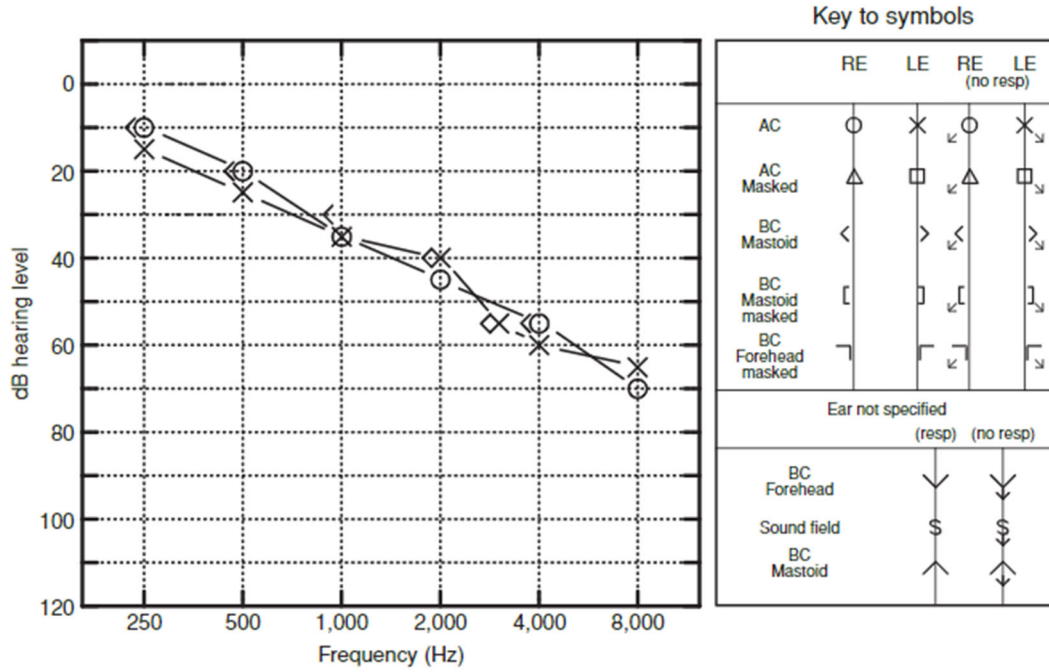
Koklear ve retrokoklear patolojinin olmadığı ancak iletim yollarından (dış kulak, dış kulak kanalı, timpanik membran ve orta kulak yapılarından) biri veya birden fazlasında meydana gelen patoloji, işitsel uyarının iç kulağa iletilmesi sırasında enerji kaybetmesine neden olmaktadır. Hava yolu ile gerçekleşen ses iletiminde düşüş gerçekleşir. Hava yolu eşikleri normal kabul edilen aralıktan daha kötüdür. Kemik yolu eşikleri ise direkt koklea üzerinde uyarım gerçekleştirdiği için hava yolu eşikleri gibi

etkilenmez ve normal çıkar. Bunun sonucunda hava yolu eşikleri ve kemik yolu eşikleri arasında bir fark ortaya çıkar (≥ 10). Bu tip işitme kayıplarına iletim tipi işitme kayıpları denmektedir ve genelde cerrahi ve/veya medikal yollar ile tedavi edilebilmektedir (Bess ve Humes, 2008).



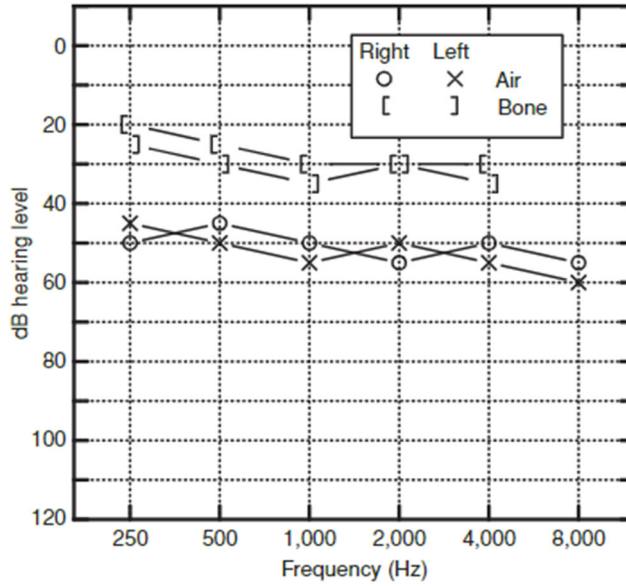
Şekil 1. İletim tipi işitme kaybı odyogram örneği (Sataloff & Sataloff, 2005)

Sensörinöral işitme kayıpları, dış kulak ve orta kulağın sağlam olduğu ancak koklea ve/veya retrokoklear patolojilerin bulunduğu işitme kayıplarıdır. Hem hava yolu hem de kemik yolu eşiklerinde düşüş meydana gelmektedir. Her iki eşik düşüşü birbirine yakındır (≤ 5). Sensör işitme kaybı kokleadan kaynaklı işitme kayıplarında, nöral işitme kaybı ise işitme sinirinde, işitme sinir liflerinde veya diğer işitsel santral yollardan kaynaklı patolojilerde oluşur (Bess ve Humes, 2008; Katz ve ark., 2015; Sataloff ve Sataloff, 2005).



Şekil 2. Sensörinöral işitme kaybı odyogram örneği (Katz ve ark., 2015)

Mikst tip işitme kayıpları ise aynı kulakta hem sensörinöral hem de iletim tipi işitme kaybının bulunduğu kayıplardır. Hava yolu ve kemik yolunun her ikisinde de düşüş meydana gelir. Aynı zamanda hava yolu ve kemik yolu arasında da fark vardır (≤ 10) (Sataloff & Sataloff, 2005).



Şekil 3. Karma tip işitme kaybı odyogram örneği (Katz ve ark., 2015)

Fonksiyonel işitme kayıpları ise periferik veya santral bölgede bir patolojinin olmadığı, daha çok psikolojik sebeplerle kişinin işitme kaybı olduğunu belirttiği işitme kayıplarıdır. Hasta gerçekte normal işitmeye sahiptir (Sataloff & Sataloff, 2005).

Bir diğer işitsel bozukluk ise merkezi işitsel işleme bozukluğudur. Bireyler konuşulanları anlayamadığını, anlamakta güçlük çektiğini ifade eder. Genelde işitme eşikleri normal olup, kalabalıkta ve gürültülü ortamlarda sohbet etmekte zorlanırlar (Sataloff & Sataloff, 2005).

2. BÖLÜM

GÜRÜLTÜ VE GÜRÜLTÜYE BAĞLI İŞİTME KAYIPLARI

2.1. GÜRÜLTÜ

Gürültü; duyulması istenmeyen, insanlarda olumsuz etkiye neden olan rahatsız edici sesler için kullanılan bir terimdir (Soylu & Gökkuş, 2016). Gelişen endüstri ve sanayileşme ile çeşitli gürültü kaynakları karşımıza çıkmaktadır. Bunlardan bazıları ulaşımdan kaynaklanan, endüstriden kaynaklanan, inşaattan kaynaklanan, eğlence sektörü ve ticari amaçlı faaliyetlerden kaynaklanan gürültülerdir (Sezgin & Mutlu, 2017). Endüstriyel ortamlarda gürültü seviyesi genellikle ortalama 90-125 dB A, eğlence ortamlarında ortalama 104.3-112.4 dB A, kişisel müzik dinleme araçlarında 75-105 dB A seviyelerindedir (Belgin & Şahlı, 2015).

2.1.1. Gürültü Ölçümü

Gürültü ölçümünde kullanılan birçok farklı yöntem vardır. Bunlar *dosimeter*, *impulsmeter* ve günümüzde en çok kullanılan *sound pressure level meter*'dir (SPLM). SPLM gürültünün en yoğun olduğu frekansların belirlendiği skala sistemidir. Bu skalaya göre 1-5 kHz aralığında bulunan gürültüler A skala olarak adlandırılır. Endüstriyel gürültülerin frekans spektrumuna bakıldığında merkez frekansı ortalama 3200 Hz'dir. Bu nedenle genelde endüstriyel gürültü ölçümünde A skalası kullanılmaktadır. A skalada bulunan gürültüler işitme sistemi için en tehlikeli gruptur. Bunun dışında B ve C sınıfı gürültüler bulunmaktadır. Bunlar yüksek ve orta frekansları içerir ve işitme sistemi için daha az zararlıdır (Çırpar, 2003; Hong ve ark., 2013).

2.1.2. Gürültü Çeşitleri

Gürültüyü zaman değişimine ve frekansına göre ikiye ayırabiliriz.

2.1.2.1. Zamansal Değişime Göre

-Kararlı Gürültü: Ölçüm boyunca gürültü seviyesinde meydana gelen değişimlerin çok küçük olduğu, yani kayda değer değişimin olmadığı gürültüdür.

-Kararsız Gürültü: Ölçüm boyunca gürültü seviyesinde önemli oranda değişimlerin olduğu gürültüdür.

-Dalgalı Gürültü: Ölçüm boyunca gürültü seviyesinde devamlı ve önemli ölçüde değişimlerin olduğu gürültüdür.

-Kesikli Gürültü: Ölçüm esnasında ortam gürültüsünde meydana gelen ani düşüştür ve ortam gürültüsü seviyesinin bir saniye veya daha fazla sürede devam eden değişim olmayan gürültü türüdür.

-Darbe Gürültüleri: Süreleri 1 saniyeyi geçmeyen vuruş ya da vuruşların meydana getirdiği gürültüdür (Güler & Çobanoğlu, 1994).

2.1.2.2. Frekans Spektrumuna Göre

-Dar Bant Gürültü: Gürültüyü oluşturan seslerin frekanslarının dar bir spektrumda yer aldığı gürültülere verilen isimdir.

-Geniş Bant Gürültü (Beyaz Gürültü): Bütün frekans aralıklarını kapsayan, geniş spektrumlu gürültülere verilen isimdir (Güler & Çobanoğlu, 1994)

2.1.3. Gürültünün İnsanlar Üzerindeki Etkisi

Gürültünün maruz kalan bireyler üzerinde istenmeyen bazı fizyolojik ve psikolojik etkileri vardır. Bunlardan bazıları; stres, huzursuzluk, yorgunluk, uykusuzluk, kan basıncının artması, kas gerilmeleri, tedirginliktir. Bu etkilerden bir kısmı kısa sürelidir. Ancak stres ve uykusuzluk uzun süren etkilerdendir (Fikri ve ark., 2003).

Gürültünün bireyler üzerindeki etkisini belirleyen 4 değişken vardır.

- 1) Maruz kalınan gürültünün şiddeti arttıkça insanlar üzerindeki olumsuz etkileri artar.
- 2) Gürültüye maruz kalma süresi arttıkça bireyler üzerindeki etkisi daha şiddetli görülür.
- 3) Beklenen yani önceden tahmin edilebilen gürültünün etkisi ani gürültü yani beklenmeyen gürültüye göre azdır.
- 4) Kontrollü gürültünün (şiddeti azaltılabilen) kontrol edilemeyen gürültüye göre işitmeye daha büyük etkisi olmaktadır (Güler & Çobanoğlu, 1994).

Gürültünün özellikle de çalışma ortamında maruz kalan bireylerde en belirgin etkisi gürültüye bağlı mesleki işitme kayıplarıdır. Dünyada özellikle yetişkin bireylerde sonradan ortaya çıkan işitme kayıplarının %16'sı gürültüye bağlı mesleki işitme kayıplarını oluşturur (Nelson ve ark., 2005).

2.1.4. Gürültünün İşitme Sistemine Etkileri ve Gürültüye Bağlı İşitme Kaybı

Gürültü, uyku problemleri, stres, yorgunluk, yüksek tansiyon ve işitme kaybına neden olan önlenemez mesleki ve çevresel tehlikedir. Dünya Sağlık Örgütü, yetişkinlik döneminde meydana gelen işitme kayıplarının %16'sının mesleki gürültüden kaynaklandığını bildirmiştir. Gürültülü ortamda bulunma, yüksek sesli müzik, ateşli silahlar, gürültüye sebep olan aletler ve makinelerden kaynaklanan yüksek ses nedeniyle GBİK meydana gelebilmektedir (Hong ve ark., 2013; le Prell ve ark., 2012; Nelson ve ark., 2005).

Uzun süre işitme kaybı yapabilecek seviyede gürültülü bir ortamda bulunmak, başta koklea olmak üzere işitsel sistem üzerinde bazı patolojik değişikliklere sebep olmaktadır. Yüksek şiddetteki gürültü kokleanın kan akışını bozabilir, kokleadaki serbest radikal aktiviteyi artırarak hücrelerin (özellikle dış tüy hücreleri) hasar görmesine veya apoptoz ve nekroz ile yok olmasına sebep olabilmektedir. Bu hasarlar ilk ve en fazla dış tüylü hücrelerde meydana gelmektedir. Bunun sebebi dış tüylü hücrelerin iç tüy hücrelerine göre daha korumasız, daha hareketli ve tektorial membran temasından dolayı mekanik hasara daha fazla maruz kalmasıdır. Hafif hasar durumlarında hasar sterosilyaların düzeninin bozulmasına, uç bağlantıların kırılmasına sebep olur ve sterosilya harabiyeti oluşur. Daha ileri seviye hasarlarda tüy hücrelerinin harabiyeti ve

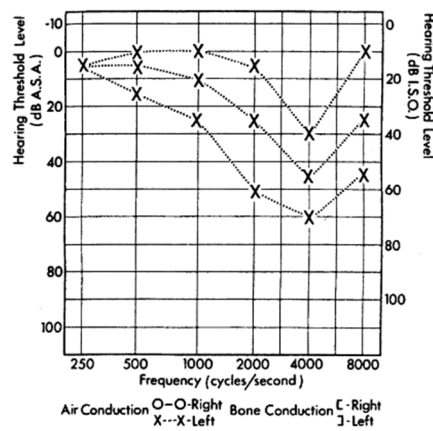
yok olması söz konusu olmaktadır. Gürültü kaynaklı işitme duyusunda meydana gelen bu hasarlar daha çok konuşmayı ayırt etmede önemli olan ve yüksek frekans bölgesi olan kokleanın bazal kısmında oluşur. Daha alçak frekanslarda işitme nispeten daha iyi olduğu için genelde bireyler duyduklarını ama konuşulanı anlamadıklarını belirtirler. Aynı zamanda işitsel sinir üzerinde de işitme eşiklerinde ve nöral kodlar üzerinde değişikliğe sebep olmaktadır. İşitsel algının bozulmasına, gürültüde ayırt etmenin azalmasına ve gürültülü ortamda konuşma anlaşılabilirliğinin azalmasına sebep olmaktadır (Belgin & Şahlı, 2015; Hong ve ark., 2013; Le Prell ve ark., 2012; Sataloff & Sataloff, 2005).

Gürültülü ortamlarda çalışan bireylerin kulak burun boğaz kliniklerine başvuru sebepleri arasında kulak çınlaması (tinnitus) ve hiperakuzi şikayetleri bulunmaktadır. Hiperakuzi, birçok kişiyi rahatsız etmeyen ses şiddetinin hiperakuzisi bulunan bireyleri rahatsız etmesi durumudur. Hiperakuzinin etiyojisi tam olarak bilinmemekle birlikte 7. kranial sinir disfonksiyonu sonucu meydana gelen stapes refleksi kaybının nedenlerden biri olabileceği düşünülmektedir. Kokleada bulunan tüy hücrelerinin ve nöronların gürültü maruziyeti sonrası hasar görmesi nedeniyle oluşan işitme kaybı sonucu olarak azalmış nöral girdiyi merkezi sinir sisteminin, yeni nöral bağlantılar, tonik inhibisyon kaybı, aşırı uyarılma gibi değişiklikler ile azalan nöral uyarımı arttırması sonucunda da tinnitus ve hiperakuzi oluşabilmektedir (Le Prell ve ark., 2012).

GBİK'in bazı ayırıcı özellikleri vardır. Bunlar:

1. Bunlardan en önemlisi hasta hikayesidir. GBİK tanısı konan kişilere işitme kaybını karşılayacak ölçüde gürültüye maruz kalma öyküsü bulunması gerekmektedir (Sataloff & Sataloff, 2005).
2. Genelde otoskopik muayene normal olup dış kulak ve orta kulakta patoloji görünmez. Timpanogram sonuçları normaldir (Sataloff & Sataloff, 2005).
3. Gürültüye bağlı işitme kaybı tanısı konulabilmesi için GBİK'le tutarlı odyogram olması gerekir. Gürültüye bağlı işitme kayıplarında etkilenen bölgeler özellikle iç kulak ve retrokoklear bölgelerdir. Bundan dolayı sensörinöral bir işitme kaybı oluşur. Genellikle gürültülü ortamlarda çalışan ve buna bağlı işitme şikâyeti olan kişilerde odyogram konfigürasyonu çentiklidir (3-6 kHz aralığı). Bunun sebepleri İlk etapta genelde 0,5-2 kHz frekans aralığı normal olup gürültüden daha fazla etkilenen 3-6 kHz arasındaki daha yüksek frekanslarda karakteristik olarak V

şeklinde bir düşüş veya çentik meydana gelmektedir. Bu çentiğin 0,5 ve 1 kHz de 15 dB HL'den iyi 3,4 veya 6 kHz'de en az 15 dB HL daha kötü ve 8 kHz bölgesinde 3,4,6 kHz bölgelerinden en az 10 dB HL daha iyi olması beklenir (Hong ve ark., 2013; Le Prell ve ark., 2012). Yüksek frekanslardaki bu düşüş daha sonra alçak frekanslarda da meydana gelebilmektedir. Dolayısıyla 0,5-2 kHz aralığında işitme kaybı yüksek frekanslara göre daha uzun sürede oluşmaktadır. İşitme kaybı seviyesi genelde yüksek frekanslarda 75dB HL alçak frekanslarda 40 dB HL'ye kadar çıkmaktadır. Uzun yıllar kronik olarak gürültüye maruz kalındığında eşik düşmesi hem yüksek hem alçak frekanslara yayılır ve düz bir odyogram halini alır. İşitme kaybı genellikle bilateral ve simetriktr ancak, yapılan çalışmalar sol kulağın sağ kulağa göre daha fazla etkilenebileceğini göstermiştir. Kulaklar arasında oluşan bu asimetrinin çevresel ve anatomik sebepleri olabileceği düşünülmektedir. Çevresel faktörler arasında gürültü kaynağının bir kulağa daha yakın olması, kullanılan koruyucunun tek taraflı kullanılması, birçok işçinin ekipmanları kullanırken sağ omuz üzerinden bakması gösterilebilir (Simpson et al., 1993). Anatomik olarak henüz kesin olarak açıklanamasa da sağ kulakta medial olivokoklear efferent sistemin sol kulağa göre daha güçlü olduğu, kokleaya giden efferent koruyucu mekanizmaların koruyucu rolü ve bu sistemde olası sağ/sol kulak asimetrilerinin olabileceği rapor edilmiştir (Belgin & Şahlı, 2015; Hong ve ark., 2013; Le ve ark., 2017; Rodrigues da Silva ve ark., 2021; Sataloff & Sataloff, 2005).



Şekil 4. GBİK olan çalışanlarda oluşabilen ilerleyici işitme kaybı (Sataloff & Sataloff, 2005)

4. Artan gürültü şiddeti ve maruz kalma süresi işitme kaybında da artışa neden olmaktadır. Ancak her bireyde bu süreç aynı ilerlemez. GBİK’te bireysel duyarlılık büyük ölçüde etkilidir. Aynı şartlarda çalışan bireylerde meydana gelen işitme kaybı aynı olmamaktadır. Bireysel duyarlılıkta yaş, beslenme, diyabet, hipertansiyon, sigara kullanımı, ototoksik ilaç kullanımı gibi birçok faktör etkilidir. Uzun süre gürültüye maruz kalma eşik üstü de bozulmalara (işitme normal sınırlardayken konuşma anlaşılabilirliğinin azalması gibi) sebep olabilmektedir. İlk etapta değişiklikler geçici olabilir ancak maruz kalınan şiddet ve süre arttıkça bu durum değişebilmektedir (Hong ve ark., 2013; Le Prell ve ark., 2012).

Tablo 2. Farklı gürültü kaynakları ve işitsel etkileri (Kenar & Ayçiçek, 2015)

| dB | Kaynak | Etki |
|---------|------------------------------------|---|
| 0 | | İnsan kulağının duyabileceği en kısık ses |
| 10 | Normal nefes alma | Zorlukla işitilebilir |
| 30 | Fısıltı | Zorlukla işitilebilir |
| 40-70 | Normal konuşma | Normal-rahat işitme |
| 80-85 | Şehir trafiği, elektrikli süpürge | İşitsel hasar açısından gürültü sınırı |
| 95-110 | Motosiklet, havalı delici vb. alet | Çok rahatsızlık verici |
| 100 | İpod maksimum seviyesi | Çok rahatsızlık verici |
| 110-130 | Rock konseri, spor karşılaşmaları | Zarar verici |
| 140 | Jet motoru, top atışı | Ağrı eşiği – acı verir |
| 170-195 | Uzay roketi | Tahammül edilemez – zar perforasyonu |

Endüstriyel gürültüye bağlı işitme kayıplarının 4 evresi vardır:

1. Evre (Kuluçka Evresi): Gürültüye maruziyetin ilk zamanlarında ortaya çıkmaktadır. Tinnitus, dolgunluk, baş dönmesi, baş ağrısı, yorgunluk gibi şikayetler oluşur. Ancak şikayetler gürültülü ortamdan ayrıldıktan birkaç saat sonra düzelir. Ancak bir süre sonra birey gürültüye alışır ve düzelme gecikir (Demirtaş, 2017).
2. Evre (Total-Gizli Evre): Genelde birkaç ay içinde ortaya çıkar. Ancak bu süre kişinin yatkınlığına, gürültü şiddeti ve maruziyet süresine göre değişebilmektedir. 4000 Hz de düşüş (çentik) gözlenir (Demirtaş, 2017).

3. Evre (Subtotal Gizli Evre): Oluşma süresi kişiden kişiye değişmekle beraber 4-5 aydan 10-15 yıla kadar oluşabilmektedir. 4 kHz'deki düşüş 30-80 dB HL'ye kadar çıkabilmektedir. 4 kHz'deki çentik derinleşmiştir ve maruziyetin devam etmesinden dolayı yayılmaya (2-4 kHz'e doğru) başlamıştır (Demirtaş, 2017).
4. Evre (Belirgin Sağırılık Evresi): Ortaya çıkması 2-15 yılda olmaktadır. 4000 Hz'deki çentik artmıştır ve düşüş çevre frekanslara da (ilk etapta 6000 Hz daha sonra sırasıyla 3000, 2000,1000 ve 500 Hz) yayılmıştır. Kayıp bilateraldir ve maruziyeti sona erdiğinde ilerlemez. Kişide kalıcı tinnitus şikayeti olabilir (Demirtaş, 2017).

Gürültüye bağlı işitme kaybında gürültüye maruziyet sona erdiğinde işitme eşikleri eski haline dönüyorsa yani iyileşme oluyorsa bu işitme kaybına geçici GBİK denmektedir. Gürültü maruziyeti sona erdiğinde eşiklerde iyileşme olmuyorsa ya da kısmi iyileşme oluyorsa da kalıcı GBİK olarak isimlendirilmektedir. İşitme kaybının kalıcı veya geçici olmasında gürültü şiddet seviyesi, maruz kalınan süre, spektrumu ve iç kulak hassasiyeti etkili olmaktadır. Geçici eşik değişikliklerinde, işitme duyarlılığının azalması, yüksek frekans bölgelerinde işitme eşiği düşüşü, çınlama, kulakta dolgunluk hissi ile karakterizedir. Gürültü şiddetinin artmasıyla kalıcı işitme kaybı riski de artmaktadır(Belgin & Şahlı, 2015). 75-80 dBA şiddet seviyesinin üzerinde gürültüye uzun süre kronik olarak maruz kalmak kalıcı işitme kaybına sebep olur (Belgin & Şahlı, 2015).

Tablo 3. Tolere edilebilir gürültü maruziyetleri (Le Prell ve ark., 2012)

| Günlük süre, saat | Ses seviyesi (dBA) |
|-------------------|--------------------|
| 8 | 90 |
| 6 | 92 |
| 4 | 95 |
| 3 | 97 |
| 2 | 100 |
| 1,5 | 102 |
| 1 | 105 |
| 0,5 | 110 |
| 0,25 veya daha az | 115 |

2.1.5. Gürültü Engelleme ve Korunma Yolları

Gürültülü ortamlarda çalışan bireyler; gürültülü ortamda bulunduğu süreçte sözel iletişim kurmakta zorlanıyorsa, gürültülü ortamda çalıştıktan sonra tinnitus şikâyeti oluyorsa, gürültüye bağlı geçici veya kalıcı işitme kaybı yaşıyorsa, yapılan odyometrik ölçümlerde gürültünün daha fazla etkilediği frekanslarda (3-6 kHz) 10 dB HL ve üzeri işitme kaybı var ise bu kişilerde işitme koruma programına iş yeri hekimi tarafından başlanmalıdır. Gürültülü ortamlarda çalışacak bireylerin işe başlamadan önce ve çalıştığı süreç boyunca periyodik olarak odyometrik ölçümlerinin yapılması ve kayıp görülen bireylerde gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir (Kenar & Ayçiçek, 2015).

Gürültüye bağlı işitme kayıpları sensörinöral kayıplardır ve tedavisi yoktur. Ancak gürültüye maruz kalmadan önce önlemler alınabilir. Alınacak önlemleri ortamda alınacak önlemler ve çalışanlar üzerinde alınacak önlemler olmak üzere ikiye ayırabiliriz. Ortamda mühendislik önlemleri, çalışan üzerinde alınacak önlemlere göre daha maliyetlidir ancak uygulanması gereken ilk yaklaşımdır. Ortamda alınacak önlemler arasında yansıma yapan yüzeyleri ses emici malzemelerle kaplamak, gürültü bariyerleri kullanmak veya gürültü kaynağını uzaklaştırmak bulunmaktadır. Ortam gürültüsü sürekli ölçülmeli ve iyileştirmeler yapılmalıdır. Ortamda gürültü önleme çalışmalarından sonra çalışanlarda gürültüye bağlı işitme kayıplarının önlenmesi için uygulamalar yapılabilir. Bunlardan biri kişisel koruyucu kulaklıklar, tıkaçlar kullanılmasıdır. Kişisel koruyucu kulaklıklar, tıkaçlar dış kulağa yerleştirilerek gelen ses şiddetinin doğrudan orta kulağa ve ardından iç kulağa geçişini engeller veya azaltır. Bu koruyucular kişiye özel olmalıdır. Aynı zamanda çalışma süresinin azaltılması ve bireylere gürültü, sebep olduğu problemler ve korunma yolları ile ilgili eğitimler verilmelidir (Kenar & Ayçiçek, 2015; Sataloff & Sataloff, 2005).

3. BÖLÜM

GÜRÜLTÜ DÜZEYİ SABİT ORTAMLARDA ÇALIŞAN İŞÇİLERDE SON 3 YILLIK İŞİTME EŞİĞİ DEĞİŞİMLERİNİN RETROSPEKTİF OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

3.1. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1.1. Araştırmanın Tipi

Bu araştırma retrospektif tanımlayıcı bir çalışma olup arşiv/hastane kayıtlarına başvurulmuştur.

3.1.2. Araştırmanın Yeri ve Zamanı

Çalışma Niğde’de yapılmış olup, bireylere ait bazı demografik ve klinik bilgiler Niğde Eğitim Araştırma Hastanesi Odyoloji Kliniğinde arşiv/hastane kayıtlarından elde edilmiştir.

3.1.3. Araştırmanın Etik Kurul Onayı

Bu çalışma; Kapadokya Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Etik Kurul’u tarafından 29.08.2022 tarihli E-64577500-050.99-23205 sayılı kararı ile etik kurul açısından uygun bulunmuştur.

3.2. ARAŞTIRMANIN EVRENİ VE ÖRNEKLEMİ

Çalışmanın evreni Türkiye’de gürültülü ortamlarda çalışan bireylerdir. Çalışmamızın örnekleme yöntemi tabakalı rastgele örnekleme yöntemi ile seçilmiş olup 2020-2022 tarihleri arasında kliniğe başvurmuş, alınan anamnez formuna ve işyeri hekimlerinin

vermiş oldukları ortam gürültüsü bilgilerine göre bir fabrikada gürültülü ortamda (>85 dBA) günde 8 saat, haftada 6 gün çalışan bireylerdir. Çalışmaya 20-50 yaş arası-olan erkek bireyler çalışma grubu olarak dahil edilmiştir.

3.2.1. Çalışmaya Dahil Edilme/Dışlama Kriterleri

Dahil Edilme Kriterleri;

- 20-50 yaş aralığında erkek birey olmak,
- İletim patolojisi (iletim tipi veya karma tip işitme kaybına sahip) bulunmamak,
- Gürültü dışında sensörinöral işitme kaybı yapabilecek bir rahatsızlığa sahip olmamak,
- Otoskopik muayenesi ve immitansmetrik değerlendirmesi normal olmak.

Dışlama Kriterleri;

- 20-50 yaş aralığında olmamak,
- Otoskopik muayenesinin ve immitansmetrik değerlendirmesinin normal olmaması,
- Gürültü dışında sensörinöral işitme kaybı yapabilecek başka bir rahatsızlığı olması.

3.2.2. Güç Analizi ve Örneklem Seçim Yöntemi

Örneklem sayımız güç analizi yapılarak seçilmiştir. Örneklem yöntemi tabakalı rastgele örnekleme ile belirlenmiştir.

Yapılan Power analizinde G*Power 3.1.9.7 versiyonu kullanılmış olup etki düzeyi 0.7, hata payı 0.05 ve güvenilirlik düzeyi %95 olarak alındığında örneklem sayısı en az 70 olarak hesaplanmıştır.

3.3. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI

Çalışmada gürültüye maruz kalmış 70 deneğin son 3 yıldaki 250-8000 Hz. arası işitme eşiklerinin yıllar içerisindeki değişimi değerlendirilmiştir. Saf ses işitme testi ile değerlendirilen bireylerin sonuçları (yanıtları) çalışmaya dahil edilmiştir. Saf ses işitme eşikleri İnteracoustics AC-40 marka odyometreyle çift cidarlı sessiz kabinde ölçülmüştür

3.4. İSTATİKSEL DEĞERLENDİRME

70 hastadan yapılan odyolojik ölçümlerden elde edilen verilerin analizi SPSS 25,0 (IBM Corp., Armonk, New York, ABD) programında yapılmıştır. Katılımcılara ait özelliklerin tanımlanmasında yüzde ve frekans analizi, ölçüm sonuçlarına yönelik eşik puanlarının tanımlayıcı istatistikleri için aritmetik ortalama \pm standart sapma gösterimi kullanılmıştır. Karşılaştırma testlerinde; hava yolu eşiklerinin yıllar bazında üçlü (2020, 2021, 2022) karşılaştırması, hava yolu ölçümleri için yıllara göre ikili karşılaştırması (2020-2021, 2021-2022, 2020-2022), hava yolu seviyelerinin yıllar bazında üçlü (düşük, orta, yüksek) karşılaştırması, hava yolu seviyeleri için yıllara göre ikili karşılaştırması (düşük-orta, orta-yüksek, düşük-yüksek), yıllar bazında saf ses ortalamaları (2020, 2021, 2022), Saf ses ortalamalarının yıllara göre ikili karşılaştırması (2020-2021, 2021-2022, 2020-2022), Sağ ve sol kulak hava yolu ölçümlerinin frekans bazında gürültü etkilerinin karşılaştırılması, sağ ve sol kulak hava yolu ölçümlerinin gürültü etkilerinin karşılaştırılması tablolar halinde sunulmuştur. Üç yıla ait verilerin ayrı ayrı normal dağılıma uygunluk gösterip göstermediği Kolmogorov Smirnov testi ile incelenmiştir. Verilerin tamamının normal dağılıma uymadığı görüldüğünden istatistiksel analizlerde parametrik olmayan yöntemlerden yararlanılmıştır. Normal dağılıma uygunluk göstermeyen ölçümlerin üçlü karşılaştırmalarında Friedman ANOVA testi, ikili karşılaştırmalarında ise Wilcoxon testi kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi olarak ($\alpha=0,05$) değeri alınmıştır.

3.5. BULGULAR

Çalışmaya 2020-2022 tarihleri arasında kliniğe başvurmuş, alınan anamnez formuna ve iş yeri hekiminin vermiş olduğu ortam gürültüsü bilgilerine göre bir fabrikada gürültülü ortamda (>85 dBA) günde 8 saat, haftada 6 gün çalışan 20-50 yaş arası olan erkek bireyler dahil edilmiştir. Dahil edilen bireylerin iletim patolojisi (iletim tipi veya karma tip işitme kaybına sahip), gürültü dışında sensörinöral işitme kaybı yapabilecek bir rahatsızlığının bulunmaması dahil edilme kriterleri olarak belirlenmiştir.

3.5.1. Hava Yolu Ölçümlerinin Yıllara Göre Karşılaştırılması

Tablo 4. Sağ kulak için hava yolu 250 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | x^2 | P |
|---------------------------------|------------|----|-----------|------|--------|--------|
| 250 Hz (hava yolu) Sağ kulak | 2020 | 70 | 10,35 | 5,85 | 64,313 | <0.001 |
| | 2021 | 70 | 12,35 | 6,35 | | |
| | 2022 | 70 | 14,21 | 6,68 | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma 1: Friedman ANOVA test

Sağ kulak için hava yolu 250 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması sonucu ($p<0,05$) bulunduğundan anlamlı farklılık söz konusudur. Yıllara göre ortalamaların yükseldiği gözlenmiş, ortalama 2020 yılında $10,35 \pm 5,85$ iken, 2021 yılında $12,35 \pm 6,35$, 2022 yılında ise $14,21 \pm 6,68$ değerine yükselmiştir.

Tablo 5. Sağ kulak için hava yolu 250 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | z | P ¹ |
|------------------------------|------------|----|-----------|------|--------|----------------|
| 250 Hz (hava yolu) Sağ kulak | 2020 | 70 | 10,35 | 5,85 | -5,822 | <0.001 |
| | 2021 | 70 | 12,35 | 6,35 | | |
| 250 Hz (hava yolu) Sağ kulak | 2020 | 70 | 10,35 | 5,85 | -8,239 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 14,21 | 6,68 | | |
| 250 Hz (hava yolu) Sağ kulak | 2021 | 70 | 12,35 | 6,35 | -4,849 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 14,21 | 6,68 | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma 1: Wilcoxon test

Sağ kulak için hava yolu 250 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili olarak karşılaştırması sonucu ($p<0,05$) bulunduğundan karşılaştırmaların tamamı anlamlıdır.

- 2020 yılında ortalama $10,35 \pm 5.85$ iken 2021 yılında $12,35 \pm 6.35$, değerine yükselmiştir.
- 2021 yılında ortalama $12,35 \pm 6.35$ iken 2022 yılında $14,21 \pm 6.68$ ortalama değerine yükselmiştir.
- 2020 yılındaki ortalama $10,35 \pm 5.85$, 2022 yılında da $14,21 \pm 6.68$ ortalama değerine ulaşmıştır.

Tablo 6. Sol kulak için hava yolu 250 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | x^2 | P |
|------------------------------|------------|----|-----------|------|--------|--------|
| 250 Hz (hava yolu) Sol kulak | 2020 | 70 | 10,00 | 5,38 | 74,327 | <0.001 |
| | 2021 | 70 | 11,71 | 5,63 | | |
| | 2022 | 70 | 14,35 | 6,13 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma 1: Friedman ANOVA test

Sol kulak için hava yolu 250 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması sonucu ($p<0,05$) bulunduğundan anlamlı farklılık söz konusudur. Yıllara göre ortalamaların yükseldiği 2020 yılında ortalama $10,00 \pm 5.38$, 2021 yılında $11,71 \pm 5.63$ ve 2022 yılında da $14,35 \pm 6.13$ değerine çıkmıştır.

Tablo 7. Sol kulak için hava yolu 250 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | z | P |
|------------------------------|------------|----|-----------|------|--------|--------|
| 250 Hz (hava yolu) Sol kulak | 2020 | 70 | 10,00 | 5,38 | -4,382 | <0.001 |
| | 2021 | 70 | 11,71 | 5,63 | | |
| 250 Hz (hava yolu) Sol kulak | 2020 | 70 | 10,00 | 5,38 | -5,810 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 14,35 | 6,13 | | |
| 250 Hz (hava yolu) Sol kulak | 2021 | 70 | 11,71 | 5,63 | -4,876 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 14,35 | 6,13 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma I: Wilcoxon test

Sağ kulak için hava yolu 250 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili olarak karşılaştırması sonucu ($p < 0,05$) bulunduğundan karşılaştırmaların tamamı anlamlı bulunmuştur.

- 2020 yılında ortalama $10,00 \pm 5.38$ değeri iken 2021 yılında $11,71 \pm 5.63$ değerine yükselmiştir.
- 2021 yılında ortalama $11,71 \pm 5.63$ değeri, 2022 yılında $14,35 \pm 6.13$ ortalama değerine yükselmiştir.
- 2020 yılındaki hesaplanan ortalama $10,00 \pm 5.38$, 2022 yılında da $14,35 \pm 6.13$ ortalama değerine ulaşmıştır.

Tablo 8. Sağ kulak için hava yolu 500 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | x^2 | P |
|---------------------------|------------|----|-----------|------|--------|--------|
| 500 (hava yolu) Sağ kulak | 2020 | 70 | 10,35 | 5,33 | 71,472 | <0.001 |
| | 2021 | 70 | 11,71 | 6,19 | | |
| | 2022 | 70 | 13,28 | 6,13 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma I: Friedman ANOVA test

Sağ kulak için hava yolu 500 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması neticesinde ($p < 0,05$) bulunduğundan anlamlı farklılık olduğu anlaşılmaktadır. Yıllara göre ortalamalarda artış görüldüğü, 2020 yılında $10,35 \pm 5.33$

olan ortalama, 2021 yılında $11,71 \pm 6.19$ ve 2022 yılında da $13,28 \pm 6.13$ değerine yükselmiştir.

Tablo 9. Sağ kulak için 500 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | z | P |
|--------------------------|------------|----|-----------|------|--------|--------|
| 500 Hz (hava yolu) kulak | Sağ 2020 | 70 | 10,35 | 5,33 | -5,822 | <0.001 |
| | 2021 | 70 | 11,71 | 6,19 | | |
| 500 Hz (hava yolu) kulak | Sağ 2020 | 70 | 10,35 | 5,33 | -8,239 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 13,28 | 6,13 | | |
| 500 Hz (hava yolu) kulak | Sağ 2021 | 70 | 11,71 | 6,19 | -4,849 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 13,28 | 6,13 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma I: Wilcoxon test

Sağ kulak için hava yolu 500 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili olarak karşılaştırması neticesinde ($p < 0,05$) bulunduğundan karşılaştırmaların tamamı istatistiksel olarak anlamlıdır.

- 2020 yılında ölçülen ortalama değeri $10,35 \pm 5.33$ iken 2021 yılında $11,71 \pm 6.19$ değerine yükselmiştir.
- 2021 yılında kaydedilen ortalama değeri $11,71 \pm 6.19$ iken 2022 yılında $13,28 \pm 6.13$ ortalama değerine yükselmiştir.
- 2020 yılındaki hesaplanan ortalama $10,35 \pm 5.33$, 2022 yılında da $13,28 \pm 6.13$ ortalama değerine ulaşmıştır.

Tablo 10. Sol kulak için hava yolu 500 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | x^2 | P |
|------------------------------|------------|----|-----------|------|--------|--------|
| 500 Hz (hava yolu) sol kulak | 2020 | 70 | 10,21 | 5,27 | 53,639 | <0.001 |
| | 2021 | 70 | 11,92 | 5,60 | | |
| | 2022 | 70 | 14,64 | 5,40 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma I: Friedman ANOVA test

Sol kulak için hava yolu 500 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması neticesinde ($p < 0,05$) bulunduğundan istatistiksel olarak anlamlı farklılık söz konusudur. Yıllara göre ortalamalarda artış görüldüğü, 2020 yılında $10,21 \pm 5.27$ olan

ortalama, 2021 yılında $11,92 \pm 5.60$ ve 2022 yılında da $14,64 \pm 5.40$ değerine yükselmiştir.

Tablo 11. Sol kulak için 500 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | z | P |
|------------------------------|------------|----|-----------|------|--------|--------|
| 500 Hz (hava yolu) Sol kulak | 2020 | 70 | 10,21 | 5,27 | -4,707 | <0.001 |
| | 2021 | 70 | 11,92 | 5,60 | | |
| 500 Hz (hava yolu) Sol kulak | 2020 | 70 | 10,21 | 5,27 | -6,159 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 14,64 | 5,40 | | |
| 500 Hz (hava yolu) Sol kulak | 2021 | 70 | 11,92 | 5,60 | -5,334 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 14,64 | 5,40 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma I: Wilcoxon test

Sol kulak için hava yolu 500 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili olarak karşılaştırması neticesinde ($p < 0,05$) bulunduğundan karşılaştırmaların tamamı istatistiksel olarak anlamlıdır.

- 2020 yılında ölçülen ortalama $10,21 \pm 5.27$ değeri, 2021 yılında $11,92 \pm 5.60$ değerine yükselmiştir.
- 2021 yılında kaydedilen ortalama değeri $11,92 \pm 5.60$, 2022 yılında $14,64 \pm 5.40$ ortalama değerine yükselmiştir.
- 2020 yılındaki hesaplanan ortalama $10,21 \pm 5.27$, 2022 yılında da $14,64 \pm 5.40$ ortalama değerine ulaşmıştır.

Tablo12. Sağ kulak için Havayolu 1000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | x^2 | P |
|-------------------------------|------------|----|-----------|------|--------|--------|
| 1000 Hz (hava yolu) Sağ kulak | 2020 | 70 | 10,42 | 5,36 | 61,851 | <0.001 |
| | 2021 | 70 | 12,57 | 6,06 | | |
| | 2022 | 70 | 14,14 | 6,31 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma I: Friedman ANOVA test

Sağ kulak için hava yolu 1000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması neticesinde ($p<0,05$) bulunduğundan istatistiksel olarak anlamlı farklılık söz konusudur. Yıllara göre ortalamalarda artış görüldüğü, 2020 yılında $10,42 \pm 5.36$ olan ortalama, 2021 yılında $12,57 \pm 6.06$ ve 2022 yılında da $14,14 \pm 6.31$ değerine yükselmiştir.

Tablo13. Sağ kulak için 1000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | z | P |
|-------------------------------|------------|----|-----------|------|--------|--------|
| 1000 Hz (hava yolu) Sağ kulak | 2020 | 70 | 10,42 | 5,36 | -5,135 | <0.001 |
| | 2021 | 70 | 12,57 | 6,06 | | |
| 1000 Hz (hava yolu) Sağ kulak | 2020 | 70 | 10,42 | 5,36 | -5,740 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 14,14 | 6,31 | | |
| 1000 Hz (hava yolu) Sağ kulak | 2021 | 70 | 12,57 | 6,06 | -4,147 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 14,14 | 6,31 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma I: Wilcoxon test

Sağ kulak için hava yolu 1000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili olarak karşılaştırması neticesinde ($p<0,05$) bulunduğundan karşılaştırmaların tamamı istatistiksel olarak anlamlıdır.

- 2020 yılında ölçülen ortalama $10,42 \pm 5.36$ değeri, 2021 yılında $12,57 \pm 6.06$ değerine yükselmiştir.
- 2021 yılında kaydedilen ortalama değeri $12,57 \pm 6.06$, 2022 yılında $14,14 \pm 6.31$ ortalama değerine yükselmiştir.
- 2020 yılındaki hesaplanan ortalama $10,42 \pm 5.36$, 2022 yılında da $14,14 \pm 6.31$ ortalama değerine ulaşmıştır.

Tablo 14. Sol kulak için hava yolu 1000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | x^2 | P |
|-------------------------------|------------|----|-----------|------|--------|--------|
| 1000 Hz (hava yolu) sol kulak | 2020 | 70 | 11,42 | 6,37 | | |
| | 2021 | 70 | 13,07 | 6,71 | 62,580 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 15,14 | 6,42 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma I: Friedman ANOVA test

Sol kulak için hava yolu 1000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırmasında ($p < 0,05$) bulunduğundan istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. Yıllara göre ortalamalarda yükselme görüldüğü, 2020 yılında $11,42 \pm 6,37$ olan ortalama, 2021 yılında $13,07 \pm 6,71$ ve 2022 yılında da $15,14 \pm 6,42$ değerine yükselmiştir.

Tablo 15. Sol kulak için 1000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | z | P |
|-------------------------------|------------|----|-----------|------|--------|--------|
| 1000 Hz (hava yolu) Sol kulak | 2020 | 70 | 11,42 | 6,37 | -4,600 | <0.001 |
| | 2021 | 70 | 13,07 | 6,71 | | |
| 1000 Hz (hava yolu) Sol kulak | 2020 | 70 | 11,42 | 6,37 | -5,774 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 15,14 | 6,42 | | |
| 1000 Hz (hava yolu) Sol kulak | 2021 | 70 | 13,07 | 6,71 | -4,716 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 15,14 | 6,42 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma I: Wilcoxon test

Sol kulak için hava yolu 500 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili olarak karşılaştırması neticesinde ($p < 0,05$) bulunduğundan karşılaştırmaların tamamı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

- 2020 yılında ölçülen ortalama $11,42 \pm 6,37$ değeri, 2021 yılında $13,07 \pm 6,71$ değerine yükselmiştir.
- 2021 yılında kaydedilen ortalama değeri $13,07 \pm 6,71$, 2022 yılında $15,14 \pm 6,42$ ortalama değerine yükselmiştir.
- 2020 yılındaki hesaplanan ortalama $11,42 \pm 6,37$, 2022 yılında da $15,14 \pm 6,42$ ortalama değerine ulaşmıştır.

Tablo 16. Sağ kulak için hava yolu 2000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | x^2 | P |
|---------------------|------------|----|-----------|------|--------|--------|
| 2000 Hz (hava yolu) | 2020 | 70 | 9,85 | 7,12 | | |
| Sağ kulak | 2021 | 70 | 11,85 | 7,80 | 68,872 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 14,21 | 8,45 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma I: Friedman ANOVA test

Sağ kulak için hava yolu 2000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının üçlü karşılaştırması neticesinde ($p<0,05$) bulunduğu istatistiksel olarak anlamlı farklılık söz konusudur. Yıllara göre ortalamalarda artış görüldüğü, 2020 yılında $9,85 \pm 7.12$ olan ortalamanın, 2021 yılında $11,85 \pm 7.80$ ve 2022 yılında da $14,21 \pm 8.45$ değerine yükseldiği anlaşılmaktadır.

Tablo 17. Sağ kulak için 2000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | z | P |
|---------------------------|------------|----|-----------|------|--------|--------|
| 2000 Hz (hava yolu) kulak | Sağ 2020 | 70 | 9,85 | 7,12 | -4,365 | <0.001 |
| | 2021 | 70 | 11,85 | 7,80 | | |
| 2000 Hz (hava yolu) kulak | Sağ 2020 | 70 | 9,85 | 7,12 | -6,137 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 14,21 | 8,45 | | |
| 2000 Hz (hava yolu) kulak | Sağ 2021 | 70 | 11,85 | 7,80 | -4,963 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 14,21 | 8,45 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma I: Wilcoxon test

Sağ kulak için hava yolu 2000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili olarak karşılaştırması neticesinde ($p<0,05$) bulunduğu karşılaştırmaların tamamı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

- 2020 yılında ölçülen ortalama $9,85 \pm 7.12$ değeri, 2021 yılında $11,85 \pm 7.80$ değerine yükselmiştir.

- 2021 yılında kaydedilen ortalama değeri $11,85 \pm 7.80$, 2022 yılında $14,21 \pm 8.45$ ortalama değerine yükselmiştir.
- 2020 yılındaki hesaplanan ortalama $9,85 \pm 7.12$, 2022 yılında da $14,21 \pm 8.45$ ortalama değerine ulaşmıştır.

Tablo 18. Sol kulak için hava yolu 2000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | x^2 | P |
|-------------------------------|------------|----|-----------|------|--------|--------|
| 2000 Hz (hava yolu) sol kulak | 2020 | 70 | 10,78 | 7,73 | | |
| | 2021 | 70 | 13,42 | 8,57 | 69,183 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 15,35 | 9,14 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma I: Friedman ANOVA test

Sol kulak için hava yolu 2000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması neticesinde ($p < 0,05$) bulunduğu istatistiksel olarak anlamlı farklılık söz konusudur. Yıllara göre ortalamalarda artış görüldüğü, 2020 yılında $10,78 \pm 7.73$ olan ortalamanın, 2021 yılında $13,42 \pm 8.57$ ve 2022 yılında da $15,35 \pm 9.14$ değerine yükseldiği görülmektedir.

Tablo 19. Sol kulak için 2000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | z | P |
|-------------------------------|------------|----|-----------|------|--------|--------|
| 2000 Hz (hava yolu) Sol kulak | 2020 | 70 | 10,78 | 7,73 | -4,845 | <0.001 |
| | 2021 | 70 | 13,42 | 8,57 | | |
| 2000 Hz (hava yolu) Sol kulak | 2020 | 70 | 10,78 | 7,73 | -5,990 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 15,35 | 9,14 | | |
| 2000 Hz (hava yolu) Sol kulak | 2021 | 11 | 11,85 | 7,80 | -6,702 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 15,35 | 9,14 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma I: Wilcoxon test

Sol kulak için hava yolu 2000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili olarak karşılaştırması neticesinde ($p < 0,05$) bulunduğu istatistiksel olarak anlamlıdır.

- 2020 yılında ölçülen ortalama $10,78 \pm 7.73$ değeri, 2021 yılında $13,42 \pm 8.57$ değerine yükselmiştir.
- 2021 yılında kaydedilen ortalama değeri $13,42 \pm 8.57$, 2022 yılında $15,35 \pm 9.14$ ortalama değerine yükselmiştir.
- 2020 yılındaki hesaplanan ortalama $10,78 \pm 7.73$, 2022 yılında da $15,35 \pm 9.14$ ortalama değerine ulaşmıştır.

Tablo 20. Sağ kulak için hava yolu 3000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | x^2 | P |
|---------------------|------------|----|-----------|-------|---------|--------|
| 3000 Hz (hava yolu) | 2020 | 70 | 17,57 | 11,87 | | |
| Sağ kulak | 2021 | 70 | 22,28 | 13,39 | 114,034 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 26,78 | 14,14 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma I: Friedman ANOVA test

Sağ kulak için hava yolu 3000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması neticesinde ($p < 0,05$) bulunduğundan istatistiksel olarak anlamlı farklılık söz konusudur. Yıllara göre ortalamalarda artış görüldüğü, 2020 yılında $17,57 \pm 11.87$ olan ortalama, 2021 yılında $22,28 \pm 13.39$ ve 2022 yılında da $26,78 \pm 14.14$ değerine yükselmiştir.

Tablo 21. Sağ kulak için 3000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | z | P |
|-------------------------------|------------|----|-----------|-------|--------|--------|
| 3000 Hz (hava yolu) Sağ kulak | 2020 | 70 | 17,57 | 11,87 | -6,319 | <0.001 |
| | 2021 | 70 | 22,28 | 13,39 | | |
| 3000 Hz (hava yolu) Sağ kulak | 2020 | 70 | 17,57 | 11,87 | -7,217 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 26,78 | 14,14 | | |
| 3000 Hz (hava yolu) Sağ kulak | 2021 | 70 | 22,28 | 13,39 | -6,270 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 26,78 | 14,14 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma I: Wilcoxon test

Sağ kulak için havayolu 3000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili olarak karşılaştırması neticesinde ($p<0,05$) bulunduğundan karşılaştırmaların tamamı istatistiksel olarak anlamlıdır.

- 2020 yılında ölçülen ortalama $17,57 \pm 11.87$ değeri, 2021 yılında $22,28 \pm 13.39$ değerine yükselmiştir.
- 2021 yılında kaydedilen ortalama değeri $22,28 \pm 13.39$, 2022 yılında $26,78 \pm 14.14$ ortalama değerine yükselmiştir.
- 2020 yılındaki hesaplanan ortalama $17,57 \pm 11.87$, 2022 yılında da $26,78 \pm 14.14$ ortalama değerine ulaşmıştır.

Tablo 22. Sol kulak için hava yolu 3000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | x^2 | P |
|-------------------------------|------------|----|-----------|-------|---------|--------|
| 3000 Hz (hava yolu) sol kulak | 2020 | 70 | 19,42 | 12,35 | | |
| | 2021 | 70 | 24,35 | 13,51 | 117,660 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 29,78 | 13,63 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma I: Friedman ANOVA test

Sol kulak için hava yolu 3000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması neticesinde ($p<0,05$) bulunduğundan istatistiksel olarak anlamlı farklılık söz konusudur. Yıllara göre ortalamalarda artış görüldüğü, 2020 yılında $19,42 \pm 12.35$ olan ortalama, 2021 yılında $24,35 \pm 13.51$ ve 2022 yılında da $29,78 \pm 13.63$ değerine yükselmiştir.

Tablo 23. Sol kulak için 3000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | z | P |
|-------------------------------|------------|----|-----------|-------|--------|--------|
| 3000 Hz (hava yolu) Sol kulak | 2020 | 70 | 19,42 | 12,35 | -6,234 | <0.001 |
| | 2021 | 70 | 24,35 | 13,51 | | |
| 3000 Hz (hava yolu) Sol kulak | 2020 | 70 | 19,42 | 12,35 | -7,208 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 29,78 | 13,63 | | |
| 3000 Hz (hava yolu) Sol kulak | 2021 | 70 | 24,35 | 13,63 | -6,562 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 29,78 | 13,51 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss Sstandart sapma I: Wilcoxon test

Sol kulak için hava yolu 3000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili olarak karşılaştırması neticesinde ($p<0,05$) bulunduğundan karşılaştırmaların tamamı istatistiksel olarak anlamlıdır.

- 2020 yılında ölçülen ortalama $19,42 \pm 12.35$ değeri, 2021 yılında $24,35 \pm 13.63$ değerine yükselmiştir.
- 2021 yılında kaydedilen ortalama değeri $24,35 \pm 13.63$, 2022 yılında $29,78 \pm 13.51$ ortalama değerine yükselmiştir.
- 2020 yılındaki hesaplanan ortalama $19,42 \pm 12.35$, 2022 yılında da $29,78 \pm 13.51$ ortalama değerine ulaşmıştır.

Tablo 24. Sağ kulak için hava yolu 4000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | x^2 | P |
|---------------------|------------|----|-----------|-------|--------|--------|
| 4000 Hz (hava yolu) | 2020 | 70 | 21,78 | 12,71 | | |
| Sağ kulak | 2021 | 70 | 25,85 | 14,66 | 92,653 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 29,92 | 15,31 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma I: Friedman ANOVA test

Sağ kulak için Havayolu 4000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması neticesinde ($p<0,05$) bulunduğundan istatistiksel olarak anlamlı farklılık söz konusudur. Yıllara göre ortalamalarda artış görüldüğü, 2020 yılında $21,78 \pm 12.70$ olan ortalama, 2021 yılında $25,85 \pm 14.66$ ve 2022 yılında da $29,92 \pm 15.31$ değerine yükselmiştir.

Tablo 25. Sağ kulak için 4000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | z | P |
|-------------------------------|------------|----|-----------|-------|--------|--------|
| 4000 Hz (hava yolu) Sağ kulak | 2020 | 70 | 21,78 | 12,71 | -5,676 | <0.001 |
| | 2021 | 70 | 25,85 | 14,66 | | |
| 4000 Hz (hava yolu) Sağ kulak | 2020 | 70 | 21,78 | 12,71 | -6,655 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 29,92 | 15,31 | | |
| 4000 Hz (hava yolu) Sağ kulak | 2021 | 70 | 25,85 | 14,66 | -5,510 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 29,92 | 15,31 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma I: Wilcoxon test

Sağ kulak için hava yolu 4000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili olarak karşılaştırması neticesinde ($p<0,05$) bulunduğundan karşılaştırmaların tamamı istatistiksel olarak anlamlıdır.

- 2020 yılında ölçülen ortalama $21,78 \pm 12,71$ değeri, 2021 yılında $25,85 \pm 14,66$ değerine yükselmiştir.
- 2021 yılında kaydedilen ortalama değeri $25,85 \pm 14,66$, 2022 yılında $29,92 \pm 15,31$ ortalama değerine yükselmiştir.
- 2020 yılındaki hesaplanan ortalama $21,78 \pm 12,71$, 2022 yılında da $29,92 \pm 15,31$ ortalama değerine ulaşmıştır.

Tablo 26. Sol kulak için hava yolu 4000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | x^2 | P |
|-------------------------------|------------|----|-----------|-------|--------|--------|
| 4000 Hz (hava yolu) sol kulak | 2020 | 70 | 25,35 | 17,07 | | |
| | 2021 | 70 | 29,57 | 18,74 | 97,642 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 33,00 | 18,50 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma I: Friedman ANOVA test

Sol kulak için hava yolu 4000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması neticesinde ($p<0,05$) bulunduğundan istatistiksel olarak anlamlı farklılık söz konusudur. Yıllara göre ortalamalarda artış görüldüğü, 2020 yılında $25,35 \pm 17,07$ olan ortalama, 2021 yılında $29,57 \pm 18,74$ ve 2022 yılında da $33,00 \pm 18,50$ değerine yükselmiştir.

Tablo 27. Sol kulak için 4000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | z | P |
|-------------------------------|------------|----|-----------|-------|--------|--------|
| 4000 Hz (hava yolu) Sol kulak | 2020 | 70 | 25,35 | 17,07 | -5,712 | <0.001 |
| | 2021 | 70 | 29,57 | 18,74 | | |
| 4000 Hz (hava yolu) Sol kulak | 2020 | 70 | 25,35 | 17,07 | -6,932 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 33,00 | 18,50 | | |
| 4000 Hz (hava yolu) Sol kulak | 2021 | 70 | 29,57 | 18,74 | -5,437 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 33,00 | 18,50 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma I: Wilcoxon test

Sol kulak için hava yolu 4000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili olarak karşılaştırması neticesinde ($p<0,05$) bulunduğundan karşılaştırmaların tamamı istatistiksel olarak anlamlıdır.

- 2020 yılında ölçülen ortalama $25,35 \pm 17.07$ değeri, 2021 yılında $29,57 \pm 18.74$ değerine yükselmiştir.
- 2021 yılında kaydedilen ortalama değeri $29,57 \pm 18.74$, 2022 yılında $33,00 \pm 18.50$ ortalama değerine yükselmiştir.
- 2020 yılındaki hesaplanan ortalama $25,35 \pm 17.07$, 2022 yılında da $33,00 \pm 18.50$ ortalama değerine ulaşmıştır.

Tablo 28. Sağ kulak için hava yolu 6000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | x^2 | P |
|---------------------|------------|----|-----------|-------|--------|--------|
| 6000 Hz (hava yolu) | 2020 | 70 | 16,85 | 16,20 | | |
| Sağ kulak | 2021 | 70 | 18,92 | 16,65 | 70,522 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 22,42 | 16,65 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma I: Friedman ANOVA test

Sağ kulak için hava yolu 6000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması neticesinde ($p<0,05$) bulunduğundan istatistiksel olarak anlamlı farklılık söz konusudur. Yıllara göre ortalamalarda artış görüldüğü, 2020 yılında $16,85 \pm 16.20$ olan ortalama, 2021 yılında $18,92 \pm 16.65$ ve 2022 yılında da $22,42 \pm 16.65$ değerine yükselmiştir.

Tablo 29. Sağ kulak için 6000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | z | P |
|-------------------------------|------------|----|-----------|-------|--------|--------|
| 6000 Hz (hava yolu) Sağ kulak | 2020 | 70 | 16,85 | 16,20 | -3,922 | <0.001 |
| | 2021 | 70 | 18,92 | 16,65 | | |
| 6000 Hz (hava yolu) Sağ kulak | 2020 | 70 | 16,85 | 16,20 | -5,959 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 22,42 | 16,65 | | |
| 6000 Hz (hava yolu) Sağ kulak | 2021 | 70 | 18,92 | 16,65 | -5,493 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 22,42 | 16,65 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma I: Wilcoxon test

Sağ kulak için hava yolu 6000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili olarak karşılaştırması neticesinde ($p<0,05$) bulunduğundan karşılaştırmaların tamamı istatistiksel olarak anlamlıdır.

- 2020 yılında ölçülen ortalama $16,85 \pm 16,20$ değer, 2021 yılında $18,92 \pm 16,65$ değerine yükselmiştir.
- 2021 yılında kaydedilen ortalama değeri $18,92 \pm 16,65$, 2022 yılında $22,42 \pm 16,65$ ortalama değerine yükselmiştir.
- 2020 yılındaki hesaplanan ortalama $16,85 \pm 16,20$, 2022 yılında da $22,42 \pm 16,65$ ortalama değerine ulaşmıştır.

Tablo 30. Sol kulak için hava yolu 6000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | x^2 | P |
|----------------------------|------------|----|-----------|-------|--------|--------|
| 6000 (hava yolu) sol kulak | 2020 | 70 | 19,50 | 16,22 | | |
| | 2021 | 70 | 23,42 | 19,08 | 83,208 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 27,14 | 18,73 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma I: Friedman ANOVA test

Sol kulak için hava yolu 6000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması neticesinde ($p<0,05$) bulunduğundan istatistiksel olarak anlamlı farklılık söz konusudur. Yıllara göre ortalamalarda artış görüldüğü, 2020 yılında $19,50 \pm 16,22$ olan ortalama, 2021 yılında $23,42 \pm 19,08$ ve 2022 yılında da $27,14 \pm 18,73$ değerine yükselmiştir.

Tablo 31. Sol kulak için 6000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | z | P |
|-------------------------------|------------|----|-----------|-------|--------|--------|
| 6000 Hz (hava yolu) Sol kulak | 2020 | 70 | 19,50 | 16,22 | -4,969 | <0.001 |
| | 2021 | 70 | 23,42 | 19,08 | | |
| 6000 Hz (hava yolu) Sol kulak | 2020 | 70 | 19,50 | 16,22 | -6,508 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 27,14 | 18,73 | | |
| 6000 Hz (hava yolu) Sol kulak | 2021 | 70 | 23,42 | 19,08 | -5,264 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 27,14 | 18,73 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma I: Wilcoxon test

Sol kulak için hava yolu 6000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili olarak karşılaştırması sonucunda ($p<0,05$) bulunduğundan karşılaştırmalar istatistiksel olarak anlamlıdır.

- 2020 yılında ölçülen ortalama $19,50 \pm 16.22$ değeri, 2021 yılında $23,42 \pm 19.08$ değerine yükselmiştir.
- 2021 yılında kaydedilen ortalama değeri $23,42 \pm 19.08$, 2022 yılında $27,14 \pm 18.73$ ortalama değerine yükselmiştir.
- 2020 yılındaki hesaplanan ortalama $19,50 \pm 16.22$, 2022 yılında da $27,14 \pm 18.73$ ortalama değerine ulaşmıştır.

Tablo 32. Sağ kulak için hava yolu 8000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | x^2 | P |
|---------------------|------------|----|-----------|-------|--------|--------|
| 8000 Hz (hava yolu) | 2020 | 70 | 13,57 | 14,54 | | |
| Sağ kulak | 2021 | 70 | 15,50 | 15,27 | 85,051 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 19,21 | 16,29 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma I: Friedman ANOVA test

Sağ kulak için hava yolu 8000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması neticesinde ($p<0,05$) bulunduğundan istatistiksel olarak anlamlı farklılık söz konusudur. Yıllara göre ortalamalarda artış görüldüğü, 2020 yılında $13,57 \pm 14.54$ olan ortalama, 2021 yılında $15,50 \pm 15.27$ ve 2022 yılında da $19,21 \pm 16.29$ değerine yükselmiştir.

Tablo 33. Sağ kulak için hava yolu 8000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | z | P |
|-------------------------------|------------|----|-----------|-------|--------|--------|
| 8000 Hz (hava yolu) Sağ kulak | 2020 | 70 | 13,57 | 14,54 | -4,540 | <0.001 |
| | 2021 | 70 | 15,50 | 15,27 | | |
| 8000 Hz (hava yolu) Sağ kulak | 2020 | 70 | 13,57 | 14,54 | -5,968 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 19,21 | 16,29 | | |
| 8000 Hz (hava yolu) Sağ kulak | 2021 | 70 | 15,50 | 15,27 | -6,550 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 19,21 | 16,29 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma I: Wilcoxon test

Sağ kulak için hava yolu 8000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili olarak karşılaştırması neticesinde ($p<0,05$) bulunduğundan karşılaştırmaların tamamı istatistiksel olarak anlamlıdır.

- 2020 yılında ölçülen ortalama $13,57 \pm 14.54$ değeri, 2021 yılında $15,50 \pm 15.27$ değerine yükselmiştir.
- 2021 yılında kaydedilen ortalama değeri $15,50 \pm 15.27$, 2022 yılında $19,21 \pm 16.29$ ortalama değerine yükselmiştir.
- 2020 yılındaki hesaplanan ortalama $13,57 \pm 14.54$, 2022 yılında da $19,21 \pm 16.29$ ortalama değerine ulaşmıştır.

Tablo 34. Sol kulak için hava yolu 8000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | x^2 | P |
|-------------------------------|------------|----|-----------|-------|--------|--------|
| 8000 Hz (hava yolu) sol kulak | 2020 | 70 | 16,07 | 10,21 | 94,571 | <0.001 |
| | 2021 | 70 | 19,02 | 9,98 | | |
| | 2022 | 70 | 22,21 | 17,27 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma I: Friedman ANOVA test

Sol kulak için hava yolu 8000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması neticesinde ($p<0,05$) bulunduğundan istatistiksel olarak anlamlı farklılık söz konusudur. Yıllara göre ortalamalarda artış görüldüğü, 2020 yılında $16,07 \pm 10.21$ olan ortalama, 2021 yılında $19,02 \pm 9.98$ ve 2022 yılında da $22,21 \pm 17.27$ değerine yükselmiştir.

Tablo 35. Sol kulak için 8000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | z | P |
|-------------------------------|------------|----|-----------|-------|--------|--------|
| 8000 Hz (hava yolu) Sol kulak | 2020 | 70 | 16,07 | 10,21 | -1,440 | <0.001 |
| | 2021 | 70 | 19,02 | 9,98 | | |
| 8000 Hz (hava yolu) Sol kulak | 2020 | 70 | 16,07 | 10,21 | -6,845 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 22,21 | 17,27 | | |
| 8000 Hz (hava yolu) Sol kulak | 2021 | 70 | 19,02 | 9,98 | -5,727 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 22,21 | 17,27 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma I: Wilcoxon test

Sol kulak için hava yolu 8000 Hz ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili olarak karşılaştırması neticesinde ($p<0,05$) bulunduğundan karşılaştırmaların tamamı anlamlı bulunmuştur

- 2020 yılında ölçülen ortalama $16,07 \pm 10,21$ değeri, 2021 yılında $19,02 \pm 9,98$ değerine yükselmiştir.
- 2021 yılında kaydedilen ortalama değeri $19,09 \pm 9,98$, 2022 yılında $22,21 \pm 17,27$ ortalama değerine yükselmiştir.
- 2020 yılındaki hesaplanan ortalama $16,07 \pm 10,21$, 2022 yılında $22,21 \pm 17,27$ ortalama değerine çıkmıştır.

Ayrıca 2020 yılında hastaların %47,14'ünde 2021 yılında %58,57'sinde 2022 yılında %70'inde odyogram konfigürasyonlarında çentik oluşmuştur.

3.5.2. Yıllara Göre Hava Yolu Ölçümlerinin Seviyelerinin Frekans Bazında [Düşük (250-500 Hz) Orta (1000 Hz) Yüksek (2000-8000 Hz)] Karşılaştırması

Tablo 36. Sağ kulak için hava yolu düşük frekans 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | x^2 | P |
|---------------------------|------------|----|-----------|------|--------|--------|
| Düşük frekans (hava yolu) | 2020 | 70 | 10,38 | 5,09 | | |
| | 2021 | 70 | 12,21 | 5,60 | 92,815 | <0.001 |
| Sağ kulak | 2022 | 70 | 13,88 | 5,83 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma I: Friedman ANOVA test
Düşük frekans (250-500 Hz)

Sağ kulak için hava yolu düşük frekans ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması neticesinde ($p < 0,05$) bulunduğu istatistiksel olarak anlamlı farklılık söz konusudur. Yıllara göre ortalamalarda artış görüldüğü, 2020 yılında $10,38 \pm 5.09$ olan ortalama, 2021 yılında $12,21 \pm 5.60$ ve 2022 yılında da $13,88 \pm 5.83$ değerine yükselmiştir.

Tablo 37. Sağ kulak için düşük frekans 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | z | P |
|---------------------------|------------|----|-----------|------|--------|--------|
| Düşük frekans (hava yolu) | 2020 | 70 | 10,38 | 5,09 | -5,822 | <0.001 |
| Sağ kulak | 2021 | 70 | 12,21 | 5,60 | | |
| Düşük frekans (hava yolu) | 2020 | 70 | 10,38 | 5,09 | -6,431 | <0.001 |
| Sağ kulak | 2022 | 70 | 13,88 | 5,83 | | |
| Düşük frekans (hava yolu) | 2021 | 70 | 12,21 | 5,60 | -5,074 | <0.001 |
| Sağ kulak | 2022 | 70 | 13,88 | 5,83 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma I: Wilcoxon test
Düşük frekans (250-500 Hz)

Sağ kulak için hava yolu düşük frekans ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili olarak karşılaştırması neticesinde ($p < 0,05$) bulunduğu karşılaştırmaların tamamı istatistiksel olarak anlamlıdır.

- 2020 yılında ölçülen ortalama $10,38 \pm 5.09$ değeri, 2021 yılında $12,21 \pm 5.60$ değerine yükselmiştir.

- 2021 yılında kaydedilen ortalama değeri $12,21 \pm 5.60$, 2022 yılında $13,88 \pm 5.83$ ortalama değerine yükselmiştir.
- 2020 yılındaki hesaplanan ortalama $10,38 \pm 5.09$, 2022 yılında da $13,88 \pm 5.38$ ortalama değerine ulaşmıştır.

Tablo 38. Sol kulak için hava yolu düşük frekans 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | x^2 | P |
|-------------------------------------|------------|----|-----------|------|--------|--------|
| Düşük frekans (hava yolu) Sol kulak | 2020 | 70 | 10,54 | 5,22 | | |
| | 2021 | 70 | 12,23 | 5,37 | 69,565 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 13,98 | 5,09 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma I: Friedman ANOVA test
Düşük frekans (250-500 Hz)

Sol kulak için hava yolu düşük frekans ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması neticesinde ($p < 0,05$) bulunduğundan istatistiksel olarak anlamlı farklılık söz konusudur. Yıllara göre ortalamalarda artış görüldüğü, 2020 yılında $10,54 \pm 5.22$ olan ortalama, 2021 yılında $12,23 \pm 5.37$ ve 2022 yılında da $13,98 \pm 5.09$ değerine yükselmiştir.

Tablo 39. Sol kulak için düşük frekans 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | z | P |
|-------------------------------------|------------|----|-----------|------|--------|--------|
| Düşük frekans (hava yolu) Sol kulak | 2020 | 70 | 10,54 | 5,22 | -5,605 | <0.001 |
| | 2021 | 70 | 12,23 | 5,37 | | |
| Düşük frekans (hava yolu) Sol kulak | 2020 | 70 | 10,54 | 5,22 | -6,562 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 13,98 | 5,09 | | |
| Düşük frekans (hava yolu) Sol kulak | 2021 | 70 | 12,23 | 5,37 | -5,828 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 13,98 | 5,09 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma I: Wilcoxon test
Düşük frekans (250-500 Hz)

Sol kulak için hava yolu düşük frekans ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili olarak karşılaştırması neticesinde ($p<0,05$) bulunduğundan karşılaştırmaların tamamı istatistiksel olarak anlamlıdır.

- 2020 yılında ölçülen ortalama $10,54 \pm 5.22$ değeri, 2021 yılında $12,23 \pm 5.37$ değerine yükselmiştir.
- 2021 yılında kaydedilen ortalama değeri $12,23 \pm 5.37$, 2022 yılında $13,98 \pm 5.09$ ortalama değerine yükselmiştir.
- 2020 yılındaki hesaplanan ortalama $10,54 \pm 5.22$, 2022 yılında da $13,98 \pm 5.09$ ortalama değerine ulaşmıştır.

Tablo 40. Sağ kulak için hava yolu orta frekans 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | x^2 | P |
|---------------------------|------------|----|-----------|------|--------|--------|
| Düşük frekans (hava yolu) | 2020 | 70 | 9,85 | 7,12 | | |
| | 2021 | 70 | 11,85 | 7,80 | 68,872 | <0.001 |
| Sağ kulak | 2022 | 70 | 14,21 | 8,45 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma I: Friedman ANOVA test
Orta frekans (1000 Hz)

Sağ kulak için hava yolu orta frekans ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması neticesinde ($p<0,05$) bulunduğundan istatistiksel olarak anlamlı farklılık söz konusudur. Yıllara göre ortalamalarda artış görüldüğü, 2020 yılında $9,85 \pm 7.12$ olan ortalama, 2021 yılında $11,85 \pm 7.80$ ve 2022 yılında da $14,21 \pm 8.45$ değerine yükselmiştir.

Tablo 41. Sağ kulak için orta frekans 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | z | P |
|---------------------------|------------|----|-----------|------|--------|--------|
| Düşük frekans (hava yolu) | 2020 | 70 | 9,85 | 7,12 | -4,365 | <0.001 |
| Sağ kulak | 2021 | 70 | 11,85 | 7,80 | | |
| Düşük frekans (hava yolu) | 2020 | 70 | 9,85 | 7,12 | -6,137 | <0.001 |
| Sağ kulak | 2022 | 70 | 14,21 | 8,45 | | |
| Düşük frekans (hava yolu) | 2021 | 70 | 11,85 | 7,80 | -4,923 | <0.001 |
| Sağ kulak | 2022 | 70 | 14,21 | 8,45 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma I: Wilcoxon test
Orta frekans (1000 Hz)

Sağ kulak için hava yolu orta frekans ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili olarak karşılaştırması neticesinde ($p<0,05$) bulunduğundan karşılaştırmaların tamamı istatistiksel olarak anlamlıdır.

- 2020 yılında ölçülen ortalama $9,85 \pm 7.12$ değeri, 2021 yılında $11,85 \pm 7.80$ değerine yükselmiştir.
- 2021 yılında kaydedilen ortalama değeri $11,85 \pm 7.80$, 2022 yılında $14,21 \pm 8.45$ ortalama değerine yükselmiştir.
- 2020 yılındaki hesaplanan ortalama $9,85 \pm 7.12$, 2022 yılında da $14,21 \pm 8.45$ ortalama değerine ulaşmıştır.

Tablo 42. Sol kulak için hava yolu orta frekans 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | x^2 | P |
|------------------|------------|----|-----------|------|--------|--------|
| 8000 (hava yolu) | 2020 | 70 | 10,78 | 7,73 | | |
| sol kulak | 2021 | 70 | 13,42 | 8,57 | 69,183 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 15,35 | 9,14 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma I: Friedman ANOVA test
Orta frekans (1000 Hz)

Sol kulak için hava yolu orta frekans ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması neticesinde ($p<0,05$) bulunduğundan istatistiksel olarak anlamlı

farklılık söz konusudur. Yıllara göre ortalamalarda artış görüldüğü, 2020 yılında $10,78 \pm 7.73$ olan ortalama, 2021 yılında $13,42 \pm 8.57$ ve 2022 yılında da $15,35 \pm 9.14$ değerine yükselmiştir.

Tablo 43. Sol kulak için orta frekans 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | z | P |
|---------------------------|------------|----|-----------|------|--------|--------|
| Düşük frekans (hava yolu) | 2020 | 70 | 10,78 | 7,73 | -4,845 | <0.001 |
| Sol kulak | 2021 | 70 | 13,42 | 8,57 | | |
| Düşük frekans (hava yolu) | 2020 | 70 | 10,78 | 7,73 | -5,990 | <0.001 |
| Sol kulak | 2022 | 70 | 15,35 | 9,14 | | |
| Düşük frekans (hava yolu) | 2021 | 70 | 13,42 | 8,57 | -4,587 | <0.001 |
| Sol kulak | 2022 | 70 | 15,35 | 9,14 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma I: Wilcoxon test
Orta frekans (1000 Hz)

Sol kulak için havayolu orta frekans ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili olarak karşılaştırması neticesinde ($p < 0,05$) bulunduğundan karşılaştırmaların tamamı istatistiksel olarak anlamlıdır.

- 2020 yılında ölçülen ortalama $10,78 \pm 7.73$ değeri, 2021 yılında $13,42 \pm 8.57$ değerine yükselmiştir.
- 2021 yılında kaydedilen ortalama değeri $13,42 \pm 8.57$, 2022 yılında $15,35 \pm 9.14$ ortalama değerine yükselmiştir.
- 2020 yılındaki hesaplanan ortalama $10,78 \pm 7.73$, 2022 yılında da $15,35 \pm 9.14$ ortalama değerine ulaşmıştır.

Tablo 44. Sağ kulak için havayolu yüksek frekans 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | x^2 | P |
|----------------------------|------------|----|-----------|-------|--------|--------|
| Yüksek frekans (hava yolu) | 2020 | 70 | 17,44 | 11,65 | | |
| | 2021 | 70 | 20,64 | 12,75 | 131,08 | <0.001 |
| Sağ kulak | 2022 | 70 | 24,58 | 13,45 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss Standart sapma I: Friedman ANOVA test
Yüksek frekans (2000-8000 Hz)

Sağ kulak için hava yolu yüksek frekans ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması neticesinde ($p<0,05$) bulunduğundan istatistiksel olarak anlamlı farklılık söz konusudur. Yıllara göre ortalamalarda artış görüldüğü 2020 yılında $17,44 \pm 11,65$ olan ortalama, 2021 yılında $20,64 \pm 12,75$ ve 2022 yılında da $24,58 \pm 13,45$ değerine yükselmiştir.

Tablo 45. Sağ kulak için yüksek frekans 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | z | P |
|----------------------------|------------|----|-----------|-------|--------|--------|
| Yüksek frekans (hava yolu) | 2020 | 70 | 17,44 | 11,65 | -6,885 | <0.001 |
| Sağ kulak | 2021 | 70 | 20,64 | 12,75 | | |
| Yüksek frekans (hava yolu) | 2020 | 70 | 17,44 | 11,65 | -7,276 | <0.001 |
| Sağ kulak | 2022 | 70 | 24,58 | 13,45 | | |
| Yüksek frekans (hava yolu) | 2021 | 70 | 20,64 | 12,75 | -7,157 | <0.001 |
| Sağ kulak | 2022 | 70 | 24,58 | 13,45 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma I: Wilcoxon test
Yüksek frekans (2000-8000 Hz)

Sağ kulak için hava yolu yüksek frekans ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili olarak karşılaştırması neticesinde ($p<0,05$) bulunduğundan karşılaştırmaların tamamı istatistiksel olarak anlamlıdır.

- 2020 yılında ölçülen ortalama $17,44 \pm 11,65$ değeri, 2021 yılında $20,64 \pm 12,75$ değerine yükselmiştir.
- 2021 yılında kaydedilen ortalama değeri $20,64 \pm 12,75$, 2022 yılında $24,58 \pm 13,45$ ortalama değerine yükselmiştir.
- 2020 yılındaki hesaplanan ortalama $17,44 \pm 11,65$, 2022 yılında da $24,58 \pm 13,45$ ortalama değerine ulaşmıştır.

Tablo 46. Sol kulak için hava yolu yüksek frekans 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | x^2 | P |
|--------------------------------------|------------|----|-----------|-------|---------|--------|
| Yüksek frekans (hava yolu) sol kulak | 2020 | 70 | 24,09 | 11,46 | | |
| | 2021 | 70 | 26,08 | 10,78 | 136,022 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 29,01 | 12,00 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma I: Friedman ANOVA test
Yüksek frekans (2000-8000 Hz)

Sol kulak için hava yolu yüksek frekans ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması neticesinde ($p<0,05$) bulunduğu istatistiksel olarak anlamlı farklılık söz konusudur. Yıllara göre ortalamalarda artış görüldüğü, 2020 yılında $24,09 \pm 11,46$ olan ortalama, 2021 yılında $26,08 \pm 10,78$ ve 2022 yılında da $29,01 \pm 12,00$ değerine yükselmiştir.

Tablo 47. Sol kulak için yüksek frekans 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | z | P |
|--------------------------------------|------------|----|-----------|-------|--------|--------|
| Yüksek frekans (hava yolu) Sol kulak | 2020 | 70 | 24,09 | 11,46 | -7,043 | <0.001 |
| Yüksek frekans (hava yolu) Sol kulak | 2021 | 70 | 26,08 | 10,78 | | |
| Yüksek frekans (hava yolu) Sol kulak | 2020 | 70 | 24,09 | 11,46 | -7,286 | <0.001 |
| Yüksek frekans (hava yolu) Sol kulak | 2022 | 70 | 28,03 | 15,58 | | |
| Yüksek frekans (hava yolu) Sol kulak | 2021 | 70 | 26,08 | 10,78 | -7,151 | <0.001 |
| Yüksek frekans (hava yolu) Sol kulak | 2022 | 70 | 28,03 | 15,58 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma I: Wilcoxon test
Yüksek frekans (2000-8000 Hz)

Sol kulak için hava yolu yüksek frekans ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili olarak karşılaştırması neticesinde ($p<0,05$) bulunduğu karşılaştırmaların tamamı istatistiksel olarak anlamlıdır.

- 2020 yılında ölçülen ortalama $24,09 \pm 11,46$ değer, 2021 yılında $26,08 \pm 10,78$ değerine yükselmiştir.

- 2021 yılında kaydedilen ortalama değeri $26,08 \pm 10,78$, 2022 yılında $28,03 \pm 15,58$ ortalama değerine yükselmiştir.
- 2020 yılındaki hesaplanan ortalama $24,09 \pm 11,46$, 2022 yılında da $28,03 \pm 15,58$ ortalama değerine ulaşmıştır.

3.5.3. Saf Ses Ortalamalarının Yıllara Göre Karşılaştırması

Tablo 48. Sağ kulak için saf ses ortalamasının 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | x^2 | P |
|------------------------------|------------|----|-----------|------|---------|--------|
| SSO (hava yolu) Sağ kulak | 2020 | 70 | 13,21 | 6,60 | | |
| | 2021 | 70 | 15,60 | 7,29 | 114,352 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 18,04 | 7,81 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma I: Friedman ANOVA test SSO: Saf ses ortalaması

Sağ kulak için hava yolu saf ses ortalamasının 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması neticesinde ($p < 0,05$) bulunduğu istatistiksel olarak anlamlı farklılık söz konusudur. Yıllara göre ortalamalarda artış görüldüğü, 2020 yılında $13,21 \pm 6,60$ olan ortalama, 2021 yılında $15,60 \pm 7,29$ ve 2022 yılında da $18,04 \pm 7,81$ değerine yükselmiştir.

Tablo 49. Sağ kulak için saf ses ortalaması 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | z | P |
|--------------------------|------------|----|-----------|------|--------|--------|
| SSO (havayolu) Sağ kulak | 2020 | 70 | 13,21 | 6,60 | -7,043 | <0.001 |
| | 2021 | 70 | 15,60 | 7,29 | | |
| SSO (havayolu) Sağ kulak | 2020 | 70 | 13,21 | 6,60 | -7,286 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 18,04 | 7,81 | | |
| SSO (havayolu) Sağ kulak | 2021 | 70 | 12,35 | 6,35 | -7,151 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 18,04 | 7,81 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma I: Wilcoxon test SSO: Saf ses ortalaması

Sağ kulak için hava yolu saf ses ortalaması ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili olarak karşılaştırması neticesinde ($p<0,05$) bulunduğundan karşılaştırmaların tamamı istatistiksel olarak anlamlıdır.

- 2020 yılında ölçülen ortalama $13,21 \pm 6.60$ değeri, 2021 yılında $15,60 \pm 7.29$ değerine yükselmiştir.
- 2021 yılında kaydedilen ortalama değeri $15,60 \pm 7.29$, 2022 yılında $18,04 \pm 7.81$ ortalama değerine yükselmiştir.
- 2020 yılındaki hesaplanan ortalama $13,21 \pm 6.60$, 2022 yılında da $18,04 \pm 7.81$ ortalama değerine ulaşmıştır.

Tablo 50. Sol kulak için saf ses ortalaması 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | x^2 | P |
|---------------------------|------------|----|-----------|------|---------|--------|
| SSO (hava yolu) sol kulak | 2020 | 70 | 14,64 | 7,30 | | |
| | 2021 | 70 | 17,12 | 7,93 | 108,513 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 19,61 | 8,00 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma I: Friedman ANOVA test

Sol kulak için hava yolu saf ses ortalaması ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarının birlikte karşılaştırması neticesinde ($p<0,05$) bulunduğundan istatistiksel olarak anlamlı farklılık söz konusudur. Yıllara göre ortalamalarda artış görüldüğü, 2020 yılında $14,64 \pm 7.30$ olan ortalama, 2021 yılında $17,12 \pm 7.93$ ve 2022 yılında da $19,61 \pm 8.00$ değerine yükselmiştir.

Tablo 51. Sol kulak için saf ses ortalaması 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili karşılaştırması

| Ölçüm | Ölçüm yılı | n | \bar{x} | Ss | z | P |
|---------------------------|------------|----|-----------|------|--------|--------|
| SSO (hava yolu) Sol kulak | 2020 | 70 | 14,64 | 7,30 | -6,661 | <0.001 |
| | 2021 | 70 | 17,12 | 7,93 | | |
| SSO (hava yolu) Sol kulak | 2020 | 70 | 14,64 | 7,30 | -7,182 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 19,61 | 8,00 | | |
| SSO (hava yolu) Sol kulak | 2021 | 70 | 17,12 | 7,93 | -6,596 | <0.001 |
| | 2022 | 70 | 19,61 | 8,00 | | |

\bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma I: Wilcoxon test SSO: Saf ses ortalaması

Sol kulak için hava yolu saf ses ortalaması ölçümünün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ikili olarak karşılaştırması neticesinde ($p<0,05$) bulunduğundan karşılaştırmaların tamamı istatistiksel olarak anlamlıdır.

- 2020 yılında ölçülen ortalama $14,64 \pm 7,30$ değeri, 2021 yılında $17,12 \pm 7,93$ değerine yükselmiştir.
- 2021 yılında kaydedilen ortalama değeri $17,12 \pm 7,93$, 2022 yılında $19,61 \pm 8,00$ ortalama değerine yükselmiştir.
- 2020 yılındaki hesaplanan ortalama $14,64 \pm 7,30$, 2022 yılında da $19,61 \pm 8,00$ ortalama değerine ulaşmıştır.

3.5.4. Hava Yolu Ölçümlerinin Frekans Bazında Değerlendirilmesi

Tablo 52. Sağ kulak hava yolu ölçümlerinin frekans bazında gürültü etkilerinin karşılaştırılması

| Ölçümler | \bar{x} | Ss | x^2 | P |
|-----------------|-------------|------|---------|-------|
| 250_sag | 12,3 | 6,5 | 531,554 | <0,05 |
| 500_sag | 11,8 | 6,0 | | |
| 1000_sag | 12,4 | 6,1 | | |
| 2000_sag | 12,0 | 8,0 | | |
| 3000_sag | 22,2 | 13,6 | | |
| 4000_sag | 25,9 | 14,6 | | |
| 6000_sag | 19,4 | 16,6 | | |
| 8000_sag | 16,1 | 15,5 | | |

a: Kruskal Wallis test \bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma

Sağ kulak ölçümleri arasında ortalamaların karşılaştırmasında ($p < 0,05$) bulunduğundan ölçümler arasında anlamlı farklılık söz konusudur. Ortalamalar incelendiğinde 2000 ölçümünde ortalama $12,0 \pm 8,0$ iken 3000 ölçümünde ortalama $22,2 \pm 13,6$ değerine ulaşmıştır. Buna göre gürültüden etkilenme oranının 3000 Hz'e çıktığında elde edildiği anlaşılmaktadır. 4000 ölçümü için $25,9 \pm 14,6$ bulunan ortalama 6000 ölçümünde etkilenme ortalaması $19,4 \pm 16,6$ tekrar düşüş eğilimine girmiştir

Tablo 53. Sol kulak hava yolu ölçümlerinin frekans bazında gürültü etkilerinin karşılaştırılması

| Ölçümler | \bar{x} | Ss | x^2 | p |
|----------|-----------|------|---------|-------|
| 250_sol | 12,02 | 5,98 | 585,328 | <0,05 |
| 500_sol | 12,32 | 5,7 | | |
| 1000_sol | 13,21 | 6,7 | | |
| 2000_sol | 13,25 | 8,7 | | |
| 3000_sol | 24,51 | 13,8 | | |
| 4000_sol | 29,30 | 18,3 | | |
| 6000_sol | 23,44 | 18,2 | | |
| 8000_sol | 19,11 | 16,9 | | |

Kruskal Wallis test \bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart Sapma

Sol kulak ölçümleri arasında ortalamaların karşılaştırmasında ($p<0,05$) bulunduğundan ölçümler arasında anlamlı farklılık söz konusudur. Ortalamalar incelendiğinde 2000 Hz den yüksek frekanslara doğru işitmenin kötüleştiği gözlenmiştir. Buna göre gürültüden etkilenme oranı sırasıyla 4000 ($29,30 \pm 18.13$), 3000 ($24,51 \pm 13.8$), 6000 ($23,44 \pm 18.2$) frekanslarında daha fazladır.

3.5.5. Hava Yolu Ölçümlerinin Kulaklar Arası Karşılaştırılması

Tablo 54. Sağ ve sol kulak hava yolu ölçümlerinin gürültü etkilerinin karşılaştırılması

| Ölçümler | \bar{x} | Ss | x^2 | p |
|----------|-----------|-------|---------------------|--------|
| 250_sag | 12,31 | 6,47 | -1,027 ^b | 0,305 |
| 250_sol | 12,02 | 5,97 | | |
| 500_sag | 11,78 | 5,99 | -1,645 ^c | 0,100 |
| 500_sol | 12,26 | 5,70 | | |
| 1000_sag | 12,38 | 6,09 | -2,867 ^c | <0,001 |
| 1000_sol | 13,21 | 6,65 | | |
| 2000_sag | 11,97 | 7,97 | -3,036 ^c | <0,001 |
| 2000_sol | 13,19 | 8,67 | | |
| 3000_sag | 22,214 | 13,64 | -3,281 ^c | <0,001 |
| 3000_sol | 24,524 | 13,78 | | |
| 4000_sag | 25,857 | 14,59 | -2,908 ^c | <0,001 |
| 4000_sol | 29,310 | 18,30 | | |
| 6000_sag | 19,405 | 16,58 | -3,318 ^c | <0,001 |
| 6000_sol | 23,357 | 18,24 | | |
| 8000_sag | 16,095 | 15,49 | -2,008 ^c | <0,001 |
| 8000_sol | 19,105 | 16,93 | | |

Wilcoxon test \bar{X} : Aritmetik ortalama Ss: Standart sapma

Sağ ve sol ölçümlerinin karşılaştırılmasında 250 Hz ve 500 Hz ölçümleri dışında kalan ölçümlerde ($p<0,05$) anlamlı farklılık olduğu anlaşılmaktadır.

- 1000 Hz ölçümünde sol kulak ortalaması $13,21 \pm 6.65$, sağ kulak ortalamasından $12,38 \pm 6.09$ yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Bu sonuca göre sol kulağın gürültüden daha fazla etkilendiği anlaşılmaktadır.

- 2000 Hz ölçümünde sol kulak ortalaması $13,19 \pm 8.67$, sağ kulak ortalamasından $11,97 \pm 7.97$ yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Bu sonuca göre sol kulağın gürültüden daha fazla etkilendiği anlaşılmaktadır.
- 3000 Hz ölçümünde sol kulak ortalaması $24,52 \pm 13.78$, sağ kulak ortalamasından $22,21 \pm 13.64$ yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Bu sonuca göre sol kulağın gürültüden daha fazla etkilendiği anlaşılmaktadır.
- 4000 Hz ölçümünde sol kulak ortalaması $29,31 \pm 18.30$, sağ kulak ortalamasından $25,85 \pm 14.59$ yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Bu sonuca göre sol kulağın gürültüden daha fazla etkilendiği anlaşılmaktadır.
- 6000 Hz ölçümünde sol kulak ortalaması $23,35 \pm 18.24$, sağ kulak ortalamasından $19,40 \pm 16.58$ yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Bu sonuca göre sol kulağın gürültüden daha fazla etkilendiği anlaşılmaktadır.
- 8000 Hz ölçümünde sol kulak ortalaması $19,10 \pm 16.93$, sağ kulak ortalamasından $16,09 \pm 15.49$ yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Bu sonuca göre sol kulağın gürültüden daha fazla etkilendiği anlaşılmaktadır.

TARTIŞMA

Gürültü, kişiyi rahatsız eden ve işitilmesi istenmeyen seslerdir. Bu seslerle günlük hayatta, iş ortamında ve eğlence sektöründe sıklıkla karşılaşmaktadır ve uzun süreli yüksek şiddetli maruziyet başta GBİK olmak üzere birçok fiziksel ve psikolojik olumsuz etkilere sebep olabilmektedir (Basner ve ark., 2014).

Gürültüye bağlı işitme kayıpları arasında en sık karşımıza çıkan, mesleki gürültüye bağlı işitme kayıplarıdır. Yetişkin bireylerde işitme kayıplarının %16'sının nedeni gürültüye bağlı mesleki işitme kayıpları olarak geçmektedir (Basner ve ark., 2014).

Gürültüye bağlı işitme kaybı sürekli veya kesikli yüksek şiddette gürültüye maruz kalma sonucunda bir veya birkaç yıl içerisinde meydana gelebilmektedir. Genellikle iç kulaktaki işitsel mekanizma bozulmakta ve dolayısıyla sensörinöral işitme kaybı oluşmaktadır (Basner ve ark., 2014). İşitme kaybı kalıcı veya geçici olabilmekle beraber sıklıkla bilateral ve simetrik işitme kaybı şeklinde gözlenmektedir. İşitme kaybı yüksek frekanslarda başlayıp maruziyet süresi arttıkça orta ve alçak frekanslara doğru yayılım göstermektedir (Chen ve ark., 2020).

Gürültüye bağlı işitme kaybı genellikle geri döndürülemez olup önlenebilir bir durumdur (Tikka ve ark., 2017). Mevzuatlara uygun mühendislik önlemleri, ses absorpsiyonu, koruyucu kulaklık kullanımı, maruziyet süresinin azaltılması ve gürültü ile ilgili eğitimlerin verilmesi GBİK riskini azaltmaktadır. Aynı zamanda gürültülü ortamda çalışan işçilerin rutin işitsel kontrollerinin yapılması ve sonuçlara göre bir koruma yöntemi belirlenmesi önem arz etmektedir (Kenar & Ayçiçek, 2015). Bu çalışmanın amacı gürültü düzeyi sabit ortamlarda çalışan bireylerin son 3 yıllık işitme eşiklerini frekansa spesifik inceleme yapıp değerlendirmektir.

Çalışmamızda 250-8000 Hz aralığındaki tüm frekanslarda 2020, 2021, 2022 yılları karşılaştırıldığında maruziyet süresi (yıl) arttıkça işitme eşiklerinin de yükseldiği gözlenmiştir. Saf ses ortalamalarına bakıldığında, yıla beraber saf ses ortalamalarının

arttığı ve işitme kaybı riskinin de arttığı gözlenmiştir. En fazla eşik artışı 3000, 4000, 6000 Hz'de gerçekleşmiş olup en fazla etkilenen frekanslar yüksek frekanslar (2000-8000 Hz), en az etkilenen frekanslar ise alçak frekanslar (250-500 Hz) olarak bulunmuştur. Literatüre baktığımızda yıllara göre değerlendirme yapan çalışma sayısı oldukça az olmakla beraber İran'da çini ve seramik endüstrisinde çalışan 555 işçinin üzerinde yapılan 2 yıllık işitme eşik değerlendirmesinde işitme eşiklerinin yükseldiği ve bu yükselmenin en çok 4000,6000,3000 Hz'de olduğu gözlenmiştir. Etkilenen birincil frekans 4000 Hz ikincil ve üçüncül frekanslar ise 6000 ve 3000 Hz olarak bulunmuştur. Alçak frekansların yüksek frekanslara göre daha az etkilendiği rapor edilmiştir (Mostaghaci ve ark., 2013). Yaptığımız çalışmada bu çalışmayla uyumlu olarak 3000, 4000, 6000 Hz frekanslarının en çok etkilenen frekanslar olduğu, yüksek frekansların alçak frekanslara göre daha fazla etkilendiği bulunmuştur. Ancak bizim çalışmamızda farklı olarak en çok etkilenen frekanslar sırasıyla 4000, 3000 ve 6000Hz olarak bulunmuştur. Çalışmamızda 3000 Hz'nin 6000 Hz'ye göre daha fazla etkilenmesinin, maruz kalınan gürültülerin merkez frekanslarının farklı olmasından kaynaklanabileceği düşünüldü.

Çalışmamızda gürültünün 2000 Hz'den itibaren yüksek frekansları daha çok etkilediği ancak 8000 Hz' de bu etkilenmenin azaldığı gözlenmiştir. Etkilenmenin en fazla bu frekanslarda olması çoğunlukla orta kulak mekanik özellikleri, dış kulak ve kanalının rezonans frekansının bu frekans aralığında olması, baziller membranının bazal bölgesinin apikal bölgeye göre gürültünün oluşturduğu hasara daha hassas olması ve endüstriyel gürültünün merkez frekansının yaklaşık 3200 Hz olmasıyla açıklanabilir. Gürültüye maruziyetin devam etmesiyle bu bölgelerdeki işitme kaybı ve hasar artıp, 2000, 1000 ve 500 Hz frekanslarına doğru genişleyebilmektedir (Hong ve ark., 2013; Le Prell ve ark., 2012; Le ve ark., 2017). Amerikan inşaat endüstrisinde çalışan yaş ortalaması 43 olan 623 mühendis üzerinde yapılan çalışmada, mühendislerin 500 Hz ile 8000 Hz frekans aralığında odyometri ölçümü yapılmış ve 4000 Hz ve 6000 Hz frekanslarında kaybın arttığı 8000 Hz frekansında ise nispeten iyileşme olduğu gözlenmiştir (Hong, 2005). Bizim çalışmamızda bu çalışmayla uyumlu olarak 4000 ve 6000 Hz'de kayıp artarken, 8000 Hz de iyileşme gözlenmiştir. Ancak bizim çalışmamızda farklı olarak en fazla etkilenen frekans aralığı 3000-6000 Hz olarak bulunmuştur. Bu

durumun sebebi, Hong ve ark. (2005) 3000 Hz frekansını değerlendirmemesi olarak gosterilebilir. Yang ve ark. (2023)'nin Çinli işçilerde gurltye maruz kalmanın yüksek frekanslar üzerindeki etkisini incelediği bir meta analiz çalışmasında; 50.526 çalışanı içeren 39 çalışma incelenmiş ve gurltye maruz kalan grupta yüksek frekanslı gurltye bağlı işitme kaybı insidansı (%36,6) kontrol grubundan (%12,5) daha yüksek bulunmuştur. Gurltye maruz kalınan ilk 15 yılda yüksek frekans kaybı riskinin daha yüksek olduğu ancak, zamanla alçak frekansların da etkilenmesi sonucu odyogram eğrisinin düzleştiği gozlenmiştir (Yang ve ark., 2023). Bizim alışmamızda 2 kHz'den yüksek frekanslarda eşiklerin yükselmesi bu çalışmayla uyumlu olup, çalışmamızda değerlendirilen işçilerin gurltye kaç yıl maruz kaldıkları bilinmediğinden odyogram eğrisinin değişimi hakkında bir bulgu bulunamamıştır.

Çalışmamızda yüksek frekanslı odyometri bakılmamış olup Korres ve ark. (2008) yaptığı çalışmayla uyumlu olarak 3000-6000 Hz aralığındaki frekansların etkilenmesi ile maruz kalınan süre arasında korelasyon bulunmuştur. Korres ve arkadaşları 2008 yılında mesleki gurltye maruz kalan kişilerde, genişletilmiş yüksek frekanslı odyometri bakmışlardır. 139 endüstri çalışanı incelenmiştir. Kontrol grubu ise 32 sağlıklı denek olmuştur. 250-8000 Hz ve 9000-20000 Hz frekans aralıkları incelenmiştir. Gurltye maruz kalan endüstri işçilerinde hem standart hem yüksek frekans odyometri eşikleri sağlıklı gruba gore daha yüksek çıkmıştır. En fazla değişiklik yüksek frekans odyometrisinde gozlenmiştir. 4000-18000 Hz ve 12500-18000 Hz frekans blgelerinde daha fazla etkilenme gerçekleşmiştir. 250-20.000 Hz arasında (10000 Hz dışında) bulunan frekanslardaki eşik yükselmesinin maruz kalma süresi ile arasında anlamlı bir korelasyon bulunmuştur (Korres ve ark., 2008).

Çalışmamızda hem alçak frekanslarda hem de yüksek frekanslarda etkilenme olduğu ancak en fazla yüksek frekans etkilenmesinin olduğu ve odyogramda çentik olduğu gozlenmiştir. Bu durum gurltye maruziyet arttıka 3000, 4000 ve 6000 Hz frekanslarında etkilenmenin artmasıyla açıklanabilir. 2020 yılında hastaların %47,14'ünde 2021 yılında %58,57'sinde 2022 yılında %70'inde odyogram konfigürasyonlarında çentik oluşmuştur.

Bulgularımızla uyumlu olarak Çinli madenciler üzerinde yapılan bir çalışmada gurltye maruz kalan grupta 500, 1000, 2000, 3000, 4000 ve 6000 Hz frekanslarına

bakılmış da bilateral işitme kaybı olma oranı kontrol grubuna göre yüksek çıkmıştır. Yüksek gürültüye maruz kalma hem alçak frekanslarda hem yüksek frekanslarda işitme kaybına neden olmuştur. İşitme kaybı öncelikle yüksek frekanslarda olmuştur. Yapılan testler sonucunda 3-6 kHz civarında çentik gözlenmiştir (Liu ve ark., 2016).

Gürültüye bağlı mesleki işitme kayıplarında her iki kulağında eşit gürültüye maruz kalmasından dolayı bilateral seyretmesi beklenmektedir. Çalışmamızda kulaklar arası farka bakıldığında 250-500 Hz dışında kalan frekanslarda sol kulağın anlamlı derecede sağ kulaktan daha fazla etkilendiği gözlenmiştir. Bu da çalışmamızda yer alan işçilerde sol kulağın gürültüden daha fazla etkilendiği ortaya çıkmıştır. Kulaklar arasında oluşan bu asimetrinin çevresel ve anatomik sebepleri olabileceği düşünülmektedir. Çevresel faktörler arasında gürültü kaynağının bir kulağa daha yakın olması, kullanılan koruyucunun tek taraflı kullanılması, birçok işçinin ekipmanları kullanırken sağ omuz üzerinden bakması gösterilebilir(Simpson et al., 1993). Anatomik olarak sağ kulakta medial olivokoklear efferent sistemin sol kulağa göre daha güçlü olduğu, kokleaya giden efferent koruyucu mekanizmaların koruyucu rolü ve bu sistemde olası sağ/sol kulak asimetrilerinin olabileceği rapor edilmiştir (Le ve ark., 2017; Rodrigues da Silva ve ark., 2021). Simpson ve ark. (1993)'nın yaptıkları çalışmada gürültüye maruz kalan kişilerde başlangıçta asimetri bulunan kulaklardan daha iyi kulağın daha kötü kulağa göre daha fazla kayma gösterdiği ancak başlangıçta eşikler simetrik ise sol kulakta kayma olasılığının daha yüksek olduğu rapor edilmiştir (Simpson ve ark., 1993). Çalışmamızda gürültüye maruz kalan kişilerin başlangıç işitme eşikleri bilinmediğinden daha iyi kulak veya daha kötü kulak karşılaştırılması yapılamamıştır. Ancak Simpson ve ark. (1993) yaptıkları çalışmayla uyumlu olarak sol kulakta eşik kaymasının daha fazla olduğu gözlenmiştir. Chung ve ark. (1983)'nin yaptıkları çalışmada 1461 odyogram incelenmiş ve 69 olgunun sol kulak 2 kHz işitme eşiklerinin sağ kulağa göre daha kötü olduğu bulunmuştur (Chung ve ark., 1983). Hong ve ark. (2005)'nin yaptıkları çalışmada sol kulakta 4-6 kHz arası eşiklerin sağ kulağa göre daha kötü olduğu bulunmuştur(Hong, 2005). Mostaghaci ve arkadaşlarının 2013 yılında İran'da endüstri çalışanları üzerinde yaptıkları çalışmada da sol kulağın gürültüye bağlı işitsel hasara daha yatkın olduğu bulunmuştur (Mostaghaci ve ark., 2013). Çalışmamızda literatürle uyumlu olarak sol kulak işitme eşiklerinin gürültüden daha fazla etkilendiği ve bu farkın yüksek frekanslarda daha fazla olduğu bulunmuştur.

Gürültüye bağlı işitme kaybının odyogram konfigürasyonun, yaşlanmaya bağlı işitme kaybı konfigürasyonu ile çok benzediği ve her ikisinde de öncelikli etkilenen frekansların yüksek frekanslar olduğu düşünüldüğünde, yapılan çalışmalarda bu ikisinin ayırt edilmesi önemlidir. Bu iki koklear hasarın en önemli farkı odyogram konfigürasyonunda gözlenen çentik görünümü ve yaş olarak rapor edilmiştir. GBİK için odyogramda çentik olduğu ancak yaşa bağlı işitme kaybı için böyle bir durumun olmadığı bilinmektedir (Le Prell ve ark., 2012). İç kulakta yaşa bağlı oluşan hasarın GBİK sürecini hızlandırabileceği düşünülmektedir. Yaşa bağlı işitme kaybı için başlangıç yaşını literatüre baktığımızda genellikle 50-60 yaş aralığı kabul edilmiştir. Ancak yapılan çalışmalar çok daha erken yaşlarda da başlayabileceğini göstermiştir (Arvin ve ark., 2013). Bizim çalışmamızda yaşa bağlı işitme kaybını dışlayabilmek için özellikle çentik görünümüne dikkat edilmiştir. Ancak yaş grubumuz 20-50 arası bireyler olduğundan dolayı yaşa bağlı işitme kaybını tamamen ekarte etmemiz pek mümkün olmamıştır. Bu durum çalışmamızın kısıtlılıklarındandır.

Gürültüye bağlı işitme kaybı her bireyde farklı ilerlemektedir. Genetik yatkınlık, yaş, çalışılan yıl, alkol-sigara kullanımı, diyabet gibi bazı kronik hastalıklar, ototoksik ilaç kullanımı, daha önceden var olan işitme kaybı gibi faktörler gürültüye bağlı işitme kaybının derecesini ve görülme sıklığını etkileyebilmektedir (Chen ve ark, 2020). Çalışmamız retrospektif olduğu için detaylı anamnez sonuçlarına ulaşamamıştır. Bundan dolayı bu değişkenlerin GBİK'e etkisi incelenememiştir. Yapılacak çalışmalarda bu değişkenlerinde GBİK'e etkisinin incelenip literatüre katkıda bulunması önemlidir.

SONUÇ

Çalışmamızda gürültülü ortamda çalışan, yaş aralığı 20-50 olan, yaş ortalaması 37 olan 70 işçinin 2020, 2021, 2022 yıllarındaki işitme eşik değişimleri incelenmiştir. Yapılan incelemede aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Gürültülü ortamda çalışan işçilerde

- 1- 250-8000 Hz aralığındaki tüm frekanslarda anlamlı bir değişiklik olmuştur.
- 2- En fazla eşik artışı 3000, 4000, 6000 Hz'de gerçekleşmiştir.
- 3- Gürültünün 2000 Hz'den daha yüksek frekansları daha çok etkilediği gözlenmiştir.
- 4- 8000 Hz' de gürültüden etkilenmenin 3000, 4000, 6000 Hz'e göre azaldığı gözlenmiştir.
- 5- İncelenen 3 yıl içerisinde en fazla kayıp son yıl gerçekleşmiştir ve yıl ilerledikçe eşik artışı yükselmiştir. Bu da maruziyet süresi arttıkça (yıl arttıkça) işitme eşiklerinin de arttığının göstergesidir.
- 6- Saf ses ortalamalarına bakıldığında yılla beraber saf ses ortalamalarının da arttığı ve işitme kaybı riskinin de arttığı gözlenmiştir.
- 7- 250 ve 500 Hz frekansları dışında kalan frekanslarda sol kulağın sağ kulağa göre daha fazla etkilendiği gözlenmiştir.
- 8- 2020 yılında hastaların %47,14'ünde 2021 yılında %58,57'sinde 2022 yılında %70'inde odyogram konfigürasyonlarında çentik gözlenmiştir. Bu durum gürültüye maruziyet arttıkça 3000, 4000 ve 6000 Hz frekanslarında etkilenmenin artmasıyla açıklanabilir.

Çalışmamızda maruziyet süresi (yıl) arttıkça işitme eşiklerinin de arttığı gözlenmiştir. Bu durum, bireylerin gürültüden yeterince korunmadığı ve daha sıkı önleme politikalarının uygulanması gerektiği sonucunu ortaya çıkarmıştır. Tüm bu sonuçları göz önünde bulundurduğumuzda; gürültülü ortamlarda çalışan bireylerin maruziyet boyunca bilateral koruyucu kullanması, işitme kaybı açısından riskli gürültü düzeyine belirlenen zaman aralığından daha fazla maruz kalmasının önlenmesi, iş yeri hekimi tarafından özellikle risk altında olan çalışanların rutin kontrollerinin yapılması ve işitme kaybı

oluşan bireylere özel koruma programı geliştirilmesi, ortamdaki gürültü düzeyini azaltacak mühendislik önlemlerinin alınması önerilerimizdendir.

Retrospektif olarak incelenen 70 işçinin sigara alkol kullanma durumu, genetik yatkınlık durumu, ototoksik ilaç kullanımı gibi GBİK'i etkileyebilecek faktörlerin bilinmemesi çalışmamızın kısıtlılıklarındandır. Yapılacak çalışmalarda detaylı anamnez alımı ile bu faktörlerin de etkisi incelenip literatüre katkı sağlanabilir.

KAYNAKÇA

- Alberti, P. W. (2001). *The anatomy and physiology of the ear and hearing*.
- Arvin, B., Prepageran, N., & Raman, R. (2013). "High frequency presbycusis"—is there an earlier onset? *Indian Journal of Otolaryngology and Head & Neck Surgery*, 65(S3), 480–484. <https://doi.org/10.1007/s12070-011-0356-x>
- Basner, M., Babisch, W., Davis, A., Brink, M., Clark, C., Janssen, S., & Stansfeld, S. (2014). Auditory and non-auditory effects of noise on health. *The Lancet*, 383(9925), 1325–1332. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)61613-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61613-X)
- Basu, S., Aggarwal, A., Dushyant, K., & Garg, S. (2022). Occupational noise induced hearing loss in India: A systematic review and meta-analysis. *Indian Journal of Community Medicine*, 47(2), 166. https://doi.org/10.4103/ijcm.ijcm_1267_21
- Belgin, E., & Şahlı, S. A. (2015). *Temel odyoloji*. Güneş Tıp Kitapevleri.
- Bess, F. H., & Humes, L. E. (2008). *Audiology the fundamentals* (4th edition).
- Chen, K.-H., Su, S.-B., & Chen, K.-T. (2020). An overview of occupational noise-induced hearing loss among workers: epidemiology, pathogenesis, and preventive measures. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 25(1), 65. <https://doi.org/10.1186/s12199-020-00906-0>
- Chung, D. Y., Willson, G. N., & Gannon, R. P. (1983). Lateral differences in susceptibility to noise damage. *Audiology*, 22(2), 199–205.
- Çırpar, Ö. (2003). *Gürültüye bağlı işitme kaybı ve mastoid pnömatizasyon arasındaki ilişki*. <https://hdl.handle.net/20.500.12587/17609>
- Clark, J. G. (1981). Uses and abuses of hearing loss classification. *ASHA*, 23(7), 493–500.
- Demirtaş, H. (2017). *Bir fabrikada çalışan işçilerin işitme seviyesi, uyku kalitesi, depresyon durumu ve yaşam kalitelerinin değerlendirilmesi*. <https://hdl.handle.net/20.500.12587/17199>
- Ding, T., Yan, A., & Liu, K. (2019). What is noise-induced hearing loss? *British Journal of Hospital Medicine*, 80(9), 525–529. <https://doi.org/10.12968/hmed.2019.80.9.525>
- Fikri, E. C. E. , Sümer, S. K. , & SABANCI, A. (2003). Tekstil fabrikalarında gürültü düzeyi ve etkileri. *Türk Tabipleri Birliği Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi*, 30–39.
- Gelfand, S. A. (2010). *Hearing : an introduction to psychological and physiological acoustics*. Informa Healthcare.
- Güler, Ç., & Çobanoğlu, Z. (1994). Gürültü. In *Sağlık Bakanlığı, Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü*.

- Hall, J. W. (2014). *Introduction to audiology today*. Pearson.
- Hong, O. (2005). Hearing loss among operating engineers in American construction industry. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 78(7), 565–574. <https://doi.org/10.1007/s00420-005-0623-9>
- Hong, O., Kerr, M. J., Poling, G. L., & Dhar, S. (2013). Understanding and preventing noise-induced hearing loss. *Disease-a-Month*, 59(4), 110–118. <https://doi.org/10.1016/j.disamonth.2013.01.002>
- Katz, J., Chasin, M., English, K., Hood, L. J., & Tillery, K. L. (2015). *Handbook of clinical audiology* (Seventh Edition).
- Kenar, F., & Ayçiçek, A. (2015). Industrial audiology and noise induced hearing loss. *Türkiye Klinikleri*, 8(2), 132–136. <https://www.researchgate.net/publication/281686256>
- Korres, G. S., Balatsouras, D. G., Tzagaroulakis, A., Kandiloros, D., & Ferekidis, E. (2008). Extended high-frequency audiometry in subjects exposed to occupational noise. *B-ENT*, 4(3), 147–155.
- Köseosmanoğlu, G. (2019). *Gürültülü ortamların işitme kaybına etkisi*. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Le Prell, C. G., Henderson, D., Fay, R. R., & Popper, A. N. (Eds.). (2012). *Noise-induced hearing loss* (Vol. 40). Springer New York. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-9523-0>
- Le, T. N., Straatman, L. V., Lea, J., & Westerberg, B. (2017). Current insights in noise-induced hearing loss: a literature review of the underlying mechanism, pathophysiology, asymmetry, and management options. *Journal of Otolaryngology - Head & Neck Surgery*, 46(1), 41. <https://doi.org/10.1186/s40463-017-0219-x>
- Liu, J., Xu, M., Ding, L., Zhang, H., Pan, L., Liu, Q., Ding, E., Zhao, Q., Wang, B., Han, L., Yang, D., & Zhu, B. (2016). Prevalence of hypertension and noise-induced hearing loss in Chinese coal miners. *Journal of Thoracic Disease*, 8(3), 422–429. <https://doi.org/10.21037/jtd.2016.02.59>
- Martin, F. N., & Clark, J. G. (2012). *Introduction to audiology* (11th ed.).
- Middlebrooks, J. C. (2015). Sound localization. In *Handbook of Clinical Neurology* (Vol. 129, pp. 99–116). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-62630-1.00006-8>
- Møller, A. R. (2006). Hearing: anatomy, physiology, and disorders of the auditory system. In *Hearing: anatomy, physiology, and disorders of the auditory system* (2th Edition).
- Mostaghaci, M., Mirmohammadi, S. J., Mehrparvar, A. H., Bahaloo, M., Mollasadeghi, A., & Davari, M. H. (2013). Effect of workplace noise on hearing ability in tile and ceramic industry workers in Iran: A 2-year follow-up study. *The Scientific World Journal*, 2013, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2013/923731>

- Musiek, F. E., & Baran, J. A. (2020). *The auditory system anatomy, physiology, and clinical correlates* (B. A. Stach, Ed.; Second edition).
- Nakashima, T., Naganawa, S., Sone, M., Tominaga, M., Hayashi, H., Yamamoto, H., Liu, X., & Nuttall, A. L. (2003). Disorders of cochlear blood flow. In *Brain Research Reviews* (Vol. 43, Issue 1, pp. 17–28). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0165-0173\(03\)00189-9](https://doi.org/10.1016/S0165-0173(03)00189-9)
- Nelson, D. I., Nelson, R. Y., Concha-Barrientos, M., & Fingerhut, M. (2005a). The global burden of occupational noise-induced hearing loss. *American Journal of Industrial Medicine*, 48(6), 446–458. <https://doi.org/10.1002/ajim.20223>
- Nelson, D. I., Nelson, R. Y., Concha-Barrientos, M., & Fingerhut, M. (2005b). The global burden of occupational noise-induced hearing loss. *American Journal of Industrial Medicine*, 48(6), 446–458. <https://doi.org/10.1002/ajim.20223>
- Nobili, R., Mammano, F., & Ashmore, J. (1998). How well do we understand the cochlea? *Trends in Neurosciences*, 21(4), 159–167. [https://doi.org/10.1016/S0166-2236\(97\)01192-2](https://doi.org/10.1016/S0166-2236(97)01192-2)
- Pickles, J. O. (2012). *An introduction to the physiology of hearing* (Fourth Edition).
- Raphael, Y., & Altschuler, R. A. (2003). Structure and innervation of the cochlea. In *Brain Research Bulletin* (Vol. 60, Issues 5–6, pp. 397–422). Elsevier Inc. [https://doi.org/10.1016/S0361-9230\(03\)00047-9](https://doi.org/10.1016/S0361-9230(03)00047-9)
- Rodrigues da Silva, V. A., Kruchewsch, M. M., Lavinsky, J., Pauna, H. F., Guimaraes, A. C., Castilho, A. M., Mathias Duarte, A. S., & Crespo, A. N. (2021). Progressive asymmetry in occupational noise-induced hearing loss: A large population-based cohort study with a 15-year follow-up. *The Journal of International Advanced Otolaryngology*, 17(6), 520–525. <https://doi.org/10.5152/iao.2021.21139>
- Rüzgar, F. (2018). Gürültüye bağlı işitme kayıplarında distorsiyon ürünü otoakustik emisyon ve servikal vestibüler uyarılmış myojenik potansiyel yanıtları. *Yüksek Lisans Tezi*.
- Sataloff, J., & Sataloff, R. T. (2005). *Hearing loss* (Fourth edition).
- Schairer, K. S., Feeney, M. P., & Sanford, C. A. (2013). Acoustic reflex measurement. *Ear & Hearing*, 34(Supplement 1), 43s–47s. <https://doi.org/10.1097/AUD.0b013e31829c70d9>
- Sezgin, S., & Mutlu, A. (2017). Ülkemizde gürültü farkındalığı sorunu: Şişli örneği. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 19(2), 676–700. <https://doi.org/10.01.2017>
- Simpson, T. H., McDonald, D., & Stewart, M. (1993). Factors affecting laterality of standard threshold shift in occupational hearing conservation programs. *Ear and Hearing*, 14(5), 322–331. <https://doi.org/10.1097/00003446-199310000-00003>

- Soylu, M., & Gökkuş, Ö. (2016). Endüstriyel kaynaklı gürültü kirliliğinin araştırılması ve bir tekstil fabrikasında uygulama örneği. *Erciyes University Journal of Institute Of Science and Technology*, 32(2).
- Stach, B. A. (2010). *Clinical audiology an introduction* (Second edition).
- Verbeek, J. H., Kateman, E., Morata, T. C., Dreschler, W. A., & Mischke, C. (2014). Interventions to prevent occupational noise-induced hearing loss: A Cochrane systematic review. *International Journal of Audiology*, 53(sup2), S84–S96. <https://doi.org/10.3109/14992027.2013.857436>
- Yang, P., Xie, H., Li, Y., & Jin, K. (2023). The effect of noise exposure on high-frequency hearing loss among chinese workers: A meta-analysis. *Healthcare*, 11(8), 1079. <https://doi.org/10.3390/healthcare11081079>