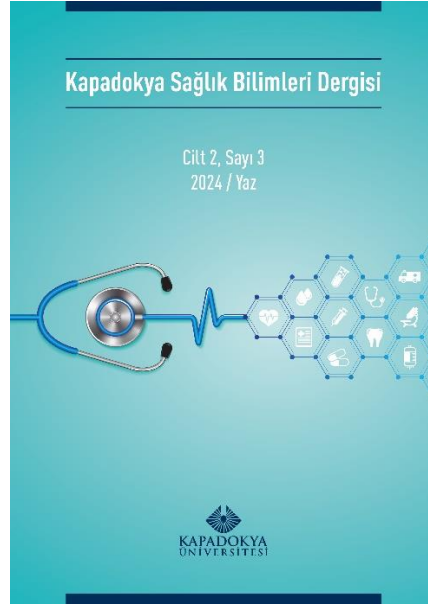




Cilt 2/ Sayı 3/ Ağustos 2024

Araştırma Makalesi

Gürültü Düzeyi Sabit Ortamlarda Çalışan İşçilerde Son 3 Yıllık İşitme Eşiği Değişimlerinin Retrospektif Olarak Değerlendirilmesi

Tuğba Nida AYDOĞAN¹, Vesile ŞENOL²

¹Uzman Odyolog, Kapadokya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Yüksekokulu, Odyoloji Yüksek Lisans Programı, Nevşehir, Türkiye. ORCID: 0000-0003-3575-2053

²Prof. Dr. Kapadokya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Yüksekokulu, Hemşirelik Bölümü, Nevşehir, Türkiye. ORCID: 0000-0002-2001-0527

*Sorumlu yazar: tubanida78@gmail.com

Aydoğan, N. T., & Şenol, V. (2024). Gürültü düzeyi sabit ortamlarda çalışan işçilerde son 3 yıllık işitme eşiği değişimlerinin retrospektif olarak değerlendirilmesi. *Kapadokya Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2(3), 329-343. DOI: <https://doi.org/10.58241/ksbd.27>

Received/Gönderilme tarihi: 20.08.2024; Accepted/Kabul tarihi: 28.08.2024; Publication/Yayın tarihi: 28.08.2024

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.



Retrospective Evaluation of 3-Year Hearing Threshold Changes in Workers Working In Constant Noise Level Environments

Abstract

Introduction and Objective: Sensorineural hearing loss may occur in workers working in noisy environments depending on the duration and intensity of noise exposure, and it is important to perform routine auditory controls of these workers and to determine protection methods according to the results. The aim of this study was to evaluate the hearing thresholds of individuals working in constant noise environments for the last 3 years by performing frequency-specific examinations.

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

Results: As a result of the analysis, it was found that the frequency-based hearing thresholds obtained in 2020 increased significantly in 2021 and 2022 in workers working in noisy environments, and it was determined that the effect was more intense at high frequencies compared to low frequencies ($p<0.05$). The pure tone averages obtained in 2020 increased in 2021 and 2022 ($p<0.05$). It was found that the left ear was more intensely affected by noise than the right ear ($p<0.05$).

Conclusion(s): It was observed that as the duration of exposure (years) increases, the risk of hearing loss may increase due to hearing threshold elevation in workers working in noisy environments.

Keywords: Noise, Noise induced hearing loss, hearing loss

Gürültü Düzeyi Sabit Ortamlarda Çalışan İşçilerde Son 3 Yıllık İşitme Eşiği Değişimlerinin Retrospektif Olarak Değerlendirilmesi

Öz

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.

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 frekans bazında işitme eşiklerinin 2021 ve 2022 yıllarında anlamlı derecede arttığı bulunmuş olup etkilenmenin alçak frekanslara kıyasla yüksek frekanslarda daha yoğun olduğu saptanmıştır ($p<0,05$). 2020 yılında elde edilen saf ses ortalamalarının 2021 ve 2022 yıllarında yükseldiği gözlenmiştir ($p<0,05$). Sol kulağın gürültüden sağ kulağa göre daha yoğun etkilendiği saptanmıştır ($p<0,05$).

Sonuç(lar): Gürültülü ortamda çalışan işçilerde maruziyet süresi (yıl) arttıkça, işitme eşik yükselmesine bağlı olarak işitme kaybı riskinin artabileceği gözlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Gürültü, gürültüye bağlı işitme kaybı, işitme kaybı

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; duyulması istenmeyen, insanlarda

olumsuz etkiye neden olan rahatsız edici sesler için kullanılan bir terimdir ve endüstriyel ortamda gürültü seviyesi yaklaşık 90- 125 dB A seviyelerindedir (Belgin & Şahlı, 2015; Soylu & Gökkuş, 2016). 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.

YÖNTEM

Araştırmanın Tipi: Tanımlayıcı nitelikteki bu çalışma araştırma verileri olup arşiv/hastane kayıtlarından retrospektif olarak yararlanılarak gerçekleştirilmiştir.

Araştırmanın Yeri ve Zamanı: Çalışma Niğde ilinde yapılmış olup, bireylere ait bazı demografik ve klinik bilgiler Niğde Eğitim Araştırma Hastanesi Odyoloji Kliniğinde ölçüm yapılan hastalara ilişkin arşiv/hastane kayıtları taranarak elde edilmiştir.

Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Çalışmanın evreni Niğde EAH Odyoloji Kliniğine 2020-2022 yılları arasında ölçüm için başvuran bireylerdir. Çalışmamızın örnekleme tabakalı rastgele örnekleme yöntemi ile seçilmiş

olup, 2020- 2022 tarihleri arasında kliniğe başvurmuş, anamnez formunda tanımlanan ve işyeri hekimlerinin vermiş oldukları ortam gürültüsü bilgilerine göre bir fabrikada gürültülü ortamda (>85 dBA) günde 8 saat, haftada 6 gün çalışan bireylerdir. Çalışma grubu 20-50 yaş arası 70 erkek bireyden oluşmuştur.

Çalışmaya Dahil Edilme/Dışlama Kriterleri

Dahil Edilme Kriterleri:

- Literatürde yaşa bağlı işitme kaybı için başlangıç yaşı genellikle 50-60 yaş aralığı kabul edildiği için çalışma grubuna 20-50 yaş aralığında erkek bireyler dahil edilmiştir (Arvin vd., 2013).
- İletim patolojisi (iletim tipi veya karma tip işitme kaybına sahip) bulunmamak,
- Gürültü dışında sensörinöral işitme kaybı yapabilecek bir rahatsızlığa sahip olmamak,
- Otoskopik muayene bulguları ve immitansmetrik ölçüm değerlendirmesi normal olmak.

Güç Analizi ve Örneklem Seçim Yöntemi:

Örneklem büyüklüğü güç analizi yapılarak belirlenmiştir. Örneklem yöntemi olarak tabakalı rastgele örnekleme kullanılmıştır. Tabaka kriterimiz cinsiyet ve yaş aralığıdır. Yapılan güç analizinde G*Power 3.1.9.7 versiyonu kullanılmış olup etki düzeyi 0.7, hata payı 0.05 ve güvenilirlik düzeyi %85 olarak alındığında örneklem sayısı en az 70 olarak hesaplanmıştır.

Veri Toplama Araçları

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 ortalaması 500, 1000, 2000 ve 4000Hz'deki işitme eşiklerinin ortalaması alınarak elde edilmiştir. İşitme eşiği -10 -15dB HL aralığında olan bireylerin işitmeleri normal kabul edilmiştir (Clark, 1981). Saf ses işitme eşikleri Interacoustics AC-40 marka odyometre ile çift cidarlı sessiz kabinde ölçülmüştür.

İstatistiksel Değerlendirme

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±standart sapma gösterimi kullanılmıştır.

Üç yıla ait verilerin ayrı ayrı normal dağılıma uygunluk gösterip göstermediği Kolmogorov Smirnov testi ile incelenmiştir. Verilerin tamamının normal dağılıma uygunluk göstermediği için 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

$p < 0,05$ değeri alınmıştır.

BULGULAR

Sağ ve Sol Kulak Hava Yolu Ölçümlerinin Yıllara Göre Karşılaştırması

Sağ kulak için hava yolu 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 ve 8000 Hz ölçüm değerleri 2020, 2021 ve 2022 yıllarına göre değerlendirildiğinde; Yıllara göre tüm frekanslarda işitme eşiklerinin anlamlı düzeyde yükseldiği saptanmış olup, en fazla 3000, 4000 ve 6000 Hz frekansları etkilemiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Sağ Kulak İçin Hava Yolu 250-8000 Hz Ölçüm Değerlerinin 2020, 2021 ve 2022 Yılları Açısından Karşılaştırması (n:70)

Ölçüm	Ölçüm Yılı			İstatistiksel Değerlendirme *
	2020	2021	2022	
	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	χ^2 / p
250 Hz (Hava Yolu) Sağ Kulak	10,35±5,85	12,35±6,35	14,21±6,68	64,313/<0.001
500 Hz (Hava Yolu) Sağ Kulak	10,35±5,33	11,71±6,19	13,28±6,13	71,472/<0.001
1000 Hz (Hava Yolu) Sağ Kulak	10,42±5,36	12,57±6,06	14,14±6,31	61,851/<0.001
2000 Hz (Hava Yolu) Sağ Kulak	9,85±7,12	11,85±7,80	14,21±8,45	68,872/<0.001
3000 Hz (Hava Yolu) Sağ Kulak	17,57±11,87	22,28±13,39	26,78±14,14	114,034/<0.001
4000 Hz (Hava Yolu) Sağ Kulak	21,78±12,71	25,85±14,66	29,92±15,31	92,653/<0.001
6000 Hz (Hava Yolu) Sağ Kulak	16,85±16,20	18,92±16,65	22,42±16,65	70,522/<0.001
8000 Hz (Hava Yolu) Sağ Kulak	13,57±14,54	15,50±15,27	19,21±16,29	85,051/<0.001

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, Ss: Standart sapma, * Friedman ANOVA test

Sağ kulak için hava yolu 250-8000 Hz ölçümlerinin 2020-2021, 2020-2022 ve 2021-2022 yılları açısından Wilcoxon testi kullanılarak yapılan ikili karşılaştırmalarda; tüm frekanslarda ikili karşılaştırma ölçüm değerlerinin işitme eşiklerinin yıl ilerledikçe anlamlı düzeyde yükseldiği saptanmıştır ($p < 0,001$).

Sol kulak için hava yolu 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 ve 8000 Hz ölçüm değerleri 2020, 2021 ve 2022 yıllarına göre değerlendirildiğinde; yıllara göre tüm frekanslarda işitme eşiklerinin anlamlı düzeyde yükseldiği saptanmış olup, en fazla 3000,4000 ve 6000 Hz frekansları etkilemiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Sol Kulak İçin Hava Yolu 250-8000 Hz Ölçüm Değerlerinin 2020, 2021 ve 2022 Yılları Açısından Karşılaştırılması (n:70)

Ölçüm	Ölçüm Yılı			İstatistiksel Değerlendirme*
	2020	2021	2022	
	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	
250 Hz (Hava Yolu) Sol Kulak	10,00±5,38	11,71±5,63	14,35±6,13	74,327/<0.001
500 Hz (Hava Yolu) Sol Kulak	10,21±5,27	11,92± 5,60	14,64±5,40	53,639 /<0.001
1000 Hz (Hava Yolu) Sol Kulak	11,42±6,37	13,07± 6,71	15,14±6,42	62,580 /<0.001
2000 Hz (Hava Yolu) Sol Kulak	10,78±7,73	13,42±8,57	15,35± 9,14	69,183/<0.001
3000 Hz (Hava Yolu) Sol Kulak	19,42±12,35	24,35±13,51	29,78±13,63	117,660/<0.001
4000 Hz (Hava Yolu) Sol Kulak	25,35±17,07	29,57±18,74	33,00±18,50	97,642/<0.001
6000 Hz (Hava Yolu) Sol Kulak	19,50±16,22	23,42±19,08	27,14±18,73	83,208/<0.001
8000 Hz (Hava Yolu) Sol Kulak	16,07±10,21	19,02±9,98	22,21±17,27	94,571/<0.001

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, Ss: Standart sapma, * Friedman ANOVA test

Sol kulak için hava yolu 250-8000 Hz ölçümlerinin 2020-2021, 2020-2022 ve 2021-2022 yılları açısından Wilcoxon testi kullanılarak yapılan ikili karşılaştırmalarda; tüm frekanslarda ikili karşılaştırma ölçüm değerlerinin işitme eşiklerinin yıl ilerledikçe anlamlı düzeyde yükseldiği saptanmıştır (p<0,001).

Sağ ve Sol Kulak Hava Yolu Ölçüm Seviyelerinin Düşük, Orta ve Yüksek Frekans Bazında Yıllara Göre Değerlendirilmesi

Sağ kulak için hava yolu düşük, orta ve yüksek frekans ölçümleri 2020, 2021 ve 2022 yıllarına göre karşılaştırıldığında; Tüm frekanslarda ortalama puanlarında anlamlı düzeyde artış görülmüş, 2020 yılında $9,85 \pm 7,12$ olan düşük frekans değeri, 2021 yılında $11,85 \pm 7,80$ 'ne, 2022 yılında ise $14,21 \pm 8,45$ 'e yükselmiştir. Orta frekans ortalaması 2020 yılında $10,78 \pm 7,73$ iken, 2021 yılında $13,42 \pm 8,57$ 'ye 2022 yılında ise $14,21 \pm 8,45$ 'e yükselmiştir. Yüksek frekans değeri ise 2020 yılında $17,44 \pm 11,65$ iken, 2021 yılında $20,64 \pm 12,75$ 'e, 2022 yılında $24,58 \pm 13,45$ 'e yükselmiştir (Tablo 3).

Sağ kulak için düşük, orta ve yüksek frekans ölçüm değerleri 2020-2021, 2020-2022 ve 2021-2022 yılları açısından Wilcoxon testi kullanılarak yapılan ikili karşılaştırmalarda; yıllar içinde tüm frekanslarda ölçüm değerlerinin anlamlı düzeyde yükseldiği saptanmıştır (p<0,001).

Tablo 3. Sağ Kulak Hava Yolu Düşük, Orta, Yüksek Frekans Ölçüm Değerlerinin 2020, 2021 ve 2022 Yılları Açısından Karşılaştırılması (n:70)

Ölçüm	Ölçüm Yılı			İstatistiksel Değerlendirme*
	2020	2021	2022	
	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	χ^2 / p
Düşük Frekans (250-500 Hz Hava Yolu) Sağ Kulak	10,38±5,09	12,21±5,60	13,88±5,83	92,815/<0.001
Orta Frekans (1000Hz Hava Yolu) Sağ Kulak	9,85±7,12	11,85± 7,80	14,21±8,45	68,872/<0.001
Yüksek Frekans (2000-8000 Hz Hava Yolu) Sağ Kulak	17,44±11,65	20,64± 12,75	24,58±13,45	131,08/<0.001

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, Ss: Standart sapma, * Friedman ANOVA test

Sol kulak için hava yolu düşük, orta ve yüksek frekans ölçümleri 2020, 2021 ve 2022 yıllarına göre karşılaştırıldığında; Tüm frekanslarda ortalama puanlarında anlamlı düzeyde artış görülmüş düşük frekans ortalamaları 2020 yılında $10,54 \pm 5,22$ iken, 2021 yılında $12,23 \pm 5,37$ 'ye, 2022 yılında ise $13,98 \pm 5,09$ 'a yükselmiştir. Orta frekans ortalaması 2020 yılında $9,85 \pm 7,12$ iken, 2021 yılında $11,85 \pm 7,80$ 'e 2022 yılında ise $14,21 \pm 8,45$ 'e yükselmiştir. Yüksek frekans değeri ise 2020 yılında $17,44 \pm 11,65$ iken, 2021 yılında $20,64 \pm 12,75$ 'e, 2022 yılında ise $24,58 \pm 13,45$ 'e yükselmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. Sol Kulak Hava Yolu Düşük, Orta, Yüksek Frekans Ölçüm Değerlerinin 2020, 2021 ve 2022 Yılları Açısından Karşılaştırılması (n:70)

Ölçüm	Ölçüm Yılı			İstatistiksel Değerlendirme*
	2020	2021	2022	
	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	χ^2 / p
Düşük Frekans (250-500 Hz Hava Yolu) Sol Kulak	10,54±5,22	12,23±5,37	13,98±5,09	69,565/<0.001
Orta Frekans (1000 Hz Hava Yolu) Sol Kulak	9,85±7,12	11,85± 7,80	14,21±8,45	68,872/<0.001
Yüksek Frekans (2000-8000 Hz Hava Yolu) Sol Kulak	17,44±11,65	20,64± 12,75	24,58±13,45	131,08/<0.001

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, Ss: Standart sapma, * Friedman ANOVA test

Sol kulak için düşük, orta ve yüksek frekans ölçüm değerleri 2020-2021, 2020-2022 ve 2021-2022 yılları açısından Wilcoxon testi kullanılarak yapılan ikili karşılaştırmalarda; yıllar içinde tüm frekanslarda ölçüm değerlerinin anlamlı düzeyde yükseldiği saptanmıştır ($p<0,001$).

Sağ ve Sol kulak hava yolu saf ses ölçüm değerleri ortalamaları 2020, 2021 ve 2022 yılları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiş, yıllara göre ortalamalar yükselmiş, sağ

kulak ölçüm ortalamaları 2020 yılında $13,21 \pm 6,60$ iken, 2021 yılında $15,60 \pm 7,29$, 2022 yılında ise $18,04 \pm 7,81$ değerine yükselmiştir. Benzer şekilde 2020 yılında $14,64 \pm 7,30$ olan Sol Kulak ölçüm ortalamaları 2021 yılında $17,12 \pm 7,93$ 'e, 2022 yılında ise $19,61 \pm 8,00$ 'e yükselmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Sağ ve Sol Kulak Saf Ses Ortalaması Hava Yolu Ölçüm Değerlerinin 2020, 2021 ve 2022 Yılları Açısından Karşılaştırılması (n:70)

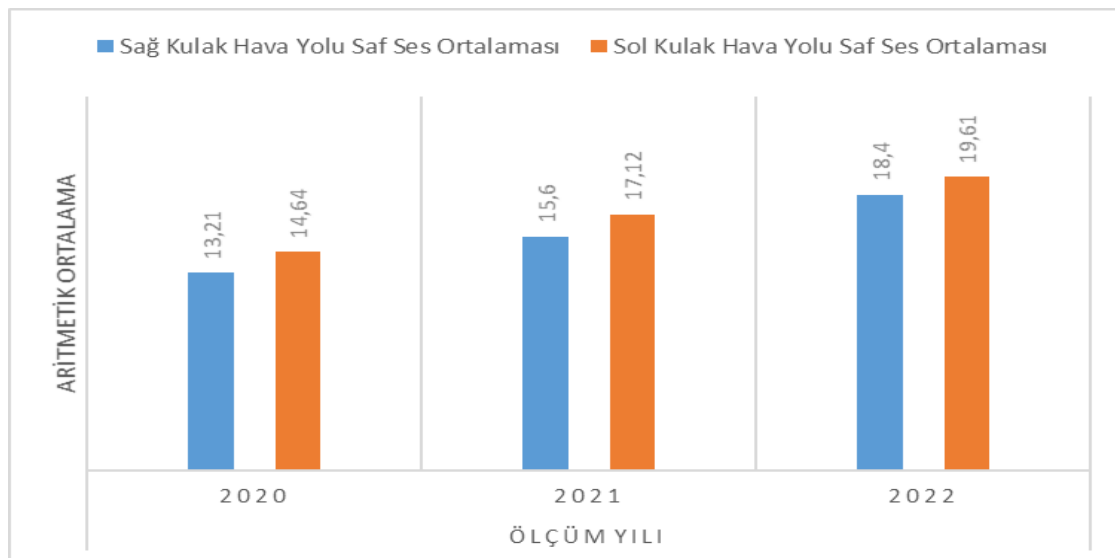
Ölçüm	Ölçüm Yılı			İstatistiksel Değerlendirme*
	2020	2021	2022	
	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	χ^2 / p
SSO (Hava Yolu) Sağ Kulak	$13,21 \pm 6,60$	$15,60 \pm 7,29$	$18,04 \pm 7,81$	$114,352 / <0.001$
SSO (Hava Yolu) Sol Kulak	$14,64 \pm 7,30$	$17,12 \pm 7,93$	$19,61 \pm 8,00$	$108,513 / <0.001$

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, Ss: Standart sapma, * Friedman ANOVA test

Sağ ve Sol kulak hava yolu saf ses ölçümünün 2020-2021, 2020-2022 ve 2021 ve 2022 yılları açısından Wilcoxon testi kullanılarak yapılan ikili karşılaştırmalarda yıllar içinde saf ses ortalama değerlerinin anlamlı düzeyde yükseldiği saptanmıştır ($p < 0,001$).

Sağ kulak hava yolu saf ses ölçümü 2020-2021 için $13,21 \pm 6,60$ vs $15,60 \pm 7,29$, 2021-2022 için $15,60 \pm 7,29$ vs $18,04 \pm 7,81$ ve 2020-2022 için $13,21 \pm 6,60$ vs $18,04 \pm 7,81$ ortalama değerine ulaşmıştır ($p < 0,001$) (Şekil 1).

Sol kulak hava yolu saf ses ölçümü 2020-2021 için $14,64 \pm 7,30$ vs $17,12 \pm 7,93$, 2021-2022 için $17,12 \pm 7,93$, 2022 yılında $19,61 \pm 8,00$, 2020-2022 için $14,64 \pm 7,30$ vs $19,61 \pm 8,00$ ortalama değerine ulaşmıştır ($p < 0,001$) (Şekil 1).



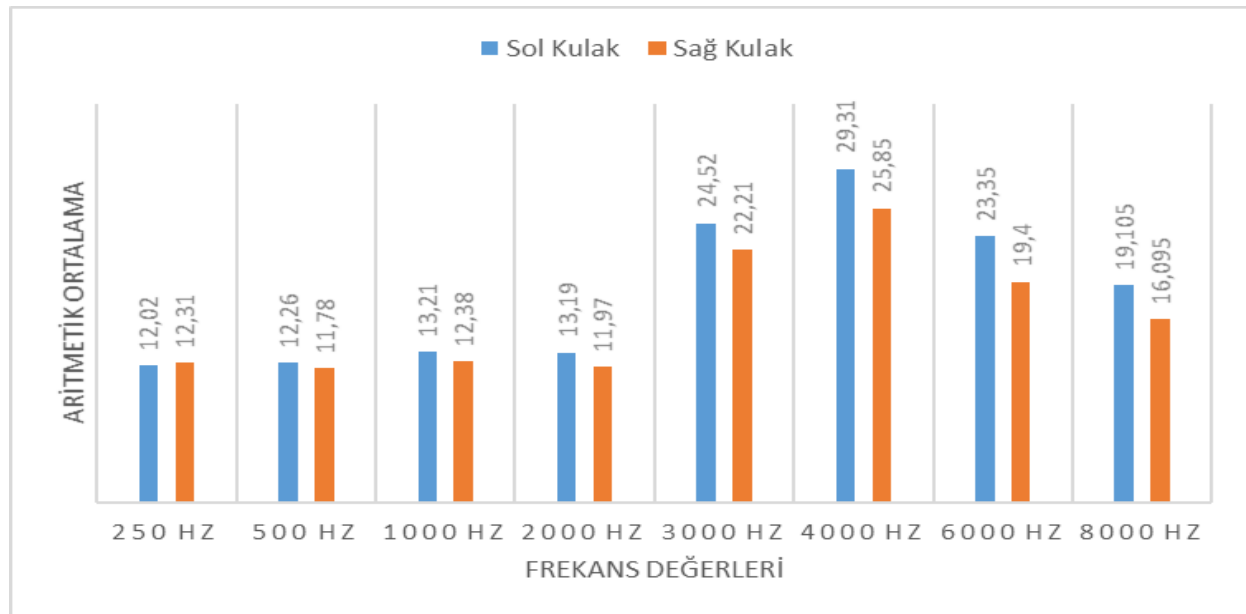
Şekil 1. Sağ ve sol kulak saf ses ortalaması hava yolu ölçüm değerlerinin 2020, 2021 ve 2022 yılları açısından karşılaştırılması

Sağ ve Sol kulak ölçümlerinde gürültü etkilerinin frekans bazında karşılaştırılmasında 250 Hz ve 500 Hz frekansları dışında, diğer frekanslarda gürültü etkilerinin anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği, sol kulak etkileniminin sağ kulağa göre daha ciddi boyutta olduğu saptanmıştır ($p<0,05$) (Tablo 6) (Şekil 2).

Tablo 6. Sağ ve Sol Kulak Hava Yolu Ölçümlerinin Frekans Bazında Gürültü Etkilerinin Karşılaştırılması

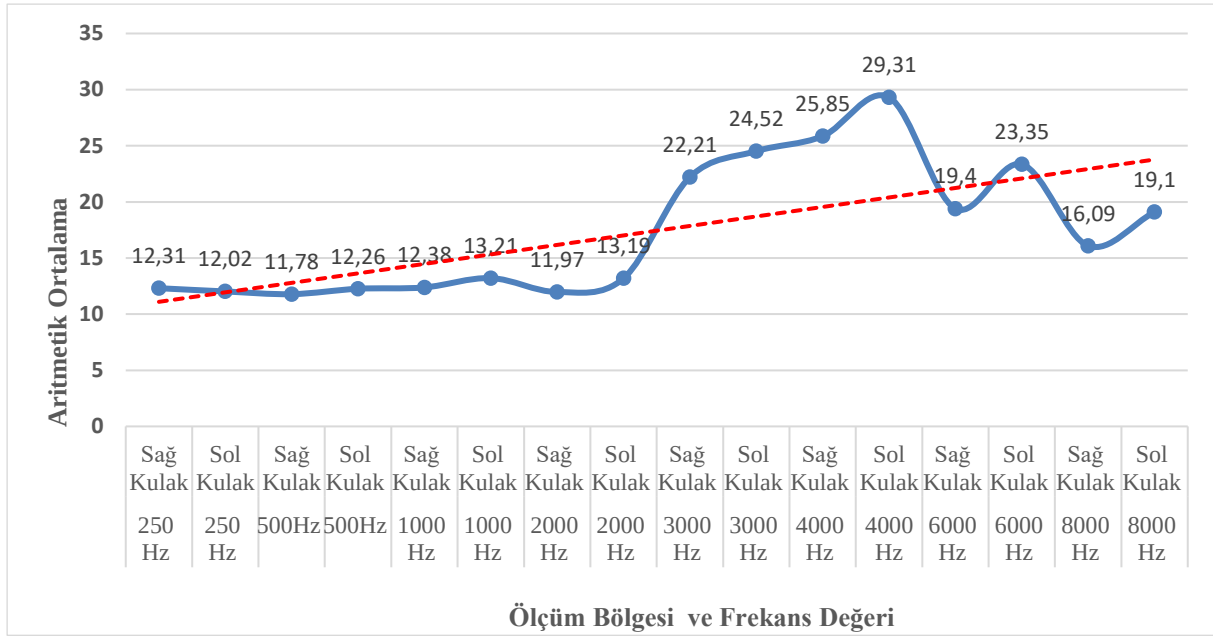
Ölçüm Frekansı (Hz)	Ölçüm Değerleri Ortalaması				İstatistiksel Değerlendirme*
	Sağ Kulak	Sol Kulak	Sağ ve Sol Kulak Karşılaştırması		
			Sağ Kulak	Sol Kulak	
			$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	
250 Hz	12,30±6,50	12,02±5,98	12,31±12,31	12,02±5,97	1,027 ^b /0,305
500 Hz	11,80±6,00	12,32±5,70	11,78±5,99	12,26±5,70	1,645 ^c / 0.100
1000 Hz	12,40± 6,10	13,21±6,70	12,38±6,09	13,21±6,65	2,867 ^c / ^{<} 0,001
2000 Hz	12,00± 8,00	13,25±8,70	11,97±7,97	13,19±8,67	3,036 ^c / ^{<} 0,001
3000 Hz	22,20± 13,60	24,51±13,80	22,21±13,64	24,52±13,78	3,281 ^c / ^{<} 0,001
4000Hz	25,90± 14,60	29,30±18,30	25,85±14,59	29,31±18,30	2,908 ^c / ^{<} 0,001
6000 Hz	19,40± 16,60	23,44±18,20	19,40±16,58	23,35±18,24	3,318 ^c / ^{<} 0,001
8000 Hz	16,1± 15,50	19,11±16,9	16,095±15,49	19,105±16,93	2,008 ^c / ^{<} 0,001
χ^2 / p	531,554/ ^{<} 0,05	585,328/ ^{<} 0,05			

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, Ss: Standart sapma, *Kruskal Wallis test



Şekil 2. Sağ ve sol kulak ölçümleri istatistiksel analiz sonuçları

Sağ ve Sol kulak ölçümlerinde gürültü etkileri 2000 Hz'den itibaren lineer doğrultuda artış göstererek 13,19±8,67 değerinden 29,31±18,30 değerine yükselmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Sağ ve sol kulak hava yolu ölçümlerinde gürültü etkilerinin frekans bazında karşılaştırılması

TARTIŞMA ve SONUÇ

Kişiyi rahatsız eden ve işitilmesi istenmeyen ses olarak tanımlanan gürültü, günlük yaşam, iş ortamı ve eğlence sektöründe sıklıkla karşılaşılan, ancak uzun süreli yüksek şiddetli maruziyet sonucu Gürültüye Bağlı İşitme Kaybı (GBİK) başta olmak üzere birçok fiziksel ve psikolojik rahatsızlıklara sebep olabilmektedir (Basner ve ark., 2014).

Genellikle geridöndürülemez olup, önlenabilir bir durum olan GBİK arasında en sık karşılaşılanı mesleki gürültüye bağlı işitme kayıpları olup, yetişkin bireylerdeki işitme kayıplarının %16'sını oluşturmaktadır (Basner ve ark., 2014; Tikka ve ark., 2017). GBİK sürekli veya kesikli yüksek şiddette gürültüye maruz kalma sonucunda bir/birkaç yıl içerisinde kalıcı/geçici formda, 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).

Bu bilgiler ışığında bu çalışma gürültü düzeyi sabit ortamlarda çalışan bireylerin son 3 yıllık işitme eşiklerini frekansa spesifik inceleyerek, değerlendirme yapmak amacıyla yapılmıştır.

Bu çalışmada 250-8000 Hz aralığındaki tüm frekanslarda yapılan ölçümler 2020, 2021, 2022 yılları açısından karşılaştırıldığında sabit gürültüye maruz kalma süresi (yıl) arttıkça işitme eşiklerinin de yükseldiği, en fazla eşik artışının 3000, 4000, 6000 Hz'de gerçekleştiği, saf ses ölçüm değerlerinin yılla beraber arttığı, dolayısıyla işitme kaybı riskinin ağırlaştığı, yüksek (2000-8000 Hz) frekansların alçak (250-500 Hz) frekanslara göre daha fazla etkilendiği bulgulanmıştır.

Çalışma bulguları literatürde yıllara göre değerlendirme yapan sınırlı sayıda çalışma bulguları ile benzerlik göstermektedir. Nitekim İran’da çini ve seramik endüstrisinde çalışan 555 işçinin üzerinde retrospektif olarak yapılan 2 yıllık işitme eşik değerlendirmesinde işitme eşiklerinin yıllara göre yükseldiği ve yükselmenin en çok sırasıyla 4000, 6000 ve 3000 Hz’de gerçekleştiği gözlenmiştir. Benzer şekilde alçak frekansların yüksek frekanslara göre daha az etkilendiği rapor edilmiştir (Mostaghaci ve ark., 2013). Bu çalışmada ise ilgili literatür bulgusundan farklı olarak en çok etkilenen frekans sıralamasının 3000, 4000 ve 6000 Hz olduğu, dolayısıyla işitme kaybının yüksek frekanslarda başlayıp maruziyet süresi arttıkça orta ve alçak frekanslara doğru yayılım gösterdiği (Chen ve ark., 2020) bulgusundan ayrışık 3000 Hz’nin 6000 Hz’ye göre daha fazla etkilenmesi, maruz kalınan gürültülerin merkez frekanslarının farklı olmasından kaynaklanmış olabileceğini düşündürmektedir.

Bu çalışmada 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 düzeyinde olmasıyla açıklanabilir. Bu çalışma bulgularını destekleyen literatür bilgisine göre gürültüye maruziyetin devam etmesiyle bu bölgelerdeki işitme kaybı ve hasar artışı, 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 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). Bu çalışmada da ilgili literatür bulgusu ile uyumlu olarak 4000 ve 6000 Hz’de kayıp artarken, 8000 Hz de iyileşme gözlenmiştir. Ancak bu çalışmada farklı olarak en fazla etkilenen frekans aralığı 3000-6000 Hz olarak bulunmuştur. Bu durumun sebebi, Hong ve ark. (2005)’nin 3000 Hz frekansını değerlendirme dışında bırakmış olmaları gösterilebilir. Yang ve ark. (2023)’nin Çinli işçilerde gürültüye maruz kalmanın yüksek frekanslar üzerindeki etkisini incelediği bir metaanaliz çalışmasında; 50526 çalışanı içeren 39 çalışma incelenmiş ve gürültüye maruz kalan grupta yüksek frekanslı gürültüye bağlı işitme kaybı insidansının (%36,6) kontrol grubundan (%12,5) anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu bulunmuştur ($p>0,05$). Gürültüye maruz kalınan ilk 15 yılda yüksek frekans kaybı riskinin daha yüksek olduğu ancak, zamanla alçak frekansların da etkilenmesi sonucu odyogram eğrisinin düzleştiği gözlenmiştir (Yang ve ark., 2023).

Bu çalışmada gözlenen 2 kHz'den yüksek frekanslarda eşiklerin yükselmesi ilgili literatür bulgusu ile uyumlu olup, bununla birlikte örnekleme alınan işçilerin kaç yıldır gürültüye maruz kaldıkları sorgulanmadığından odyogram eğrisinin değişimi hakkında bir bulgu elde edilememiştir.

Bu çalışmada yüksek frekanslı odyometri değerlendirmesi yapılmamakla birlikte, Korres ve ark. (2008) yaptığı çalışma bulgularına benzer şekilde 3000-6000 Hz aralığındaki frekans etkilenimi ile maruz kalınan süre arasında anlamlı bir ilişki saptanmıştır. Korres ve arkadaşları 2008 yılında yaptıkları olgu-kontrol çalışmasında mesleki gürültüye maruz kalan 139 endüstri çalışanı ve 32 sağlıklı deneğe genişletilmiş yüksek frekanslı odyometri (250-8000 Hz ve 9000-20000 Hz frekans aralıkları) bakmışlardır. Gürültüye maruz kalan endüstri işçilerinde hem standart hem yüksek frekans odyometri eşikleri sağlıklı gruba göre anlamlı düzeyde daha yüksek saptanmıştır (Korres ve ark., 2008).

Bu çalışmada hem alçak hem de yüksek frekanslarda etkilenme görülmüş, ancak en fazla yüksek frekans etkilenmesi geliştiği ve odyogramda çentik oluştuğu gözlenmiştir. Bu durum gürültüye maruziyet arttıkça 3000, 4000 ve 6000 Hz frekanslarında etkilenmenin artmasıyla açıklanabilir. 2020 yılında hastaların %47,14'ünde, 2021 yılında %58,57'sinde 2022 yılında ise %70'inde odyogram konfigürasyonlarında çentik oluşmuştur. Bu çalışma bulguları ile uyumlu olarak Çinli madenciler üzerinde yapılan bir çalışmada gürültüye maruz kalan grupta 500, 1000, 2000, 3000, 4000 ve 6000 Hz frekanslarına bakılmış ve bilateral işitme kaybı görülme oranı kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur ($p>0,05$) (Liu ve ark., 2016). Bu çalışma bulgularını destekler nitelikte Liu ve ark. (2016)'nın çalışmasında yüksek gürültüye maruz kalma hem alçak frekanslarda hem yüksek frekanslarda işitme kaybına neden olmuş, kayıp öncelikle yüksek frekanslarda gözlenmiş, uygulanan testler sonucunda 3-6 kHz civarında çentik gözlenmiştir (Liu ve ark., 2016).

Gürültüye bağlı mesleki işitme kayıplarında her iki kulağın da eşit gürültüye maruz kalmasından dolayı bilateral seyretmesi beklenmektedir. Bu çalışmada kulaklar arası işitme kaybı farkı incelendiğinde 250-500 Hz dışında kalan frekanslarda sol kulağın anlamlı derecede sağ kulaktan daha fazla etkilendiği, başka bir deyişle örnekleme oluşturan işçilerde sol kulağın gürültüden daha olumsuz etkilendiği ortaya konulmuş; kulaklar arasında oluşan bu asimetrinin Simpson ve ark. (1993)'nın çalışmasında anılan benzer çevresel ve anatomik sebeplerden kaynaklanmış 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 ve ark., 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 asimetrisinin 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). Bu çalışmada 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 ark. nın 2013 yılında İran'da endüstri çalışanları üzerinde yaptıkları çalışmada da sol kulağın gürültüye bağlı işitsel hasara daha yatkın olduğu bulunmuştur (Mostaghaci ve ark., 2013).

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 oluştuğu 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. Literatürde yaşa bağlı işitme kaybı için başlangıç yaşı genellikle 50-60 yaş aralığı kabul edilmiştir. Bununla birlikte işitme kaybının çok daha erken yaşlarda da başlayabileceğini gösteren çalışmalar mevcuttur (Arvin ve ark., 2013). Bu çalışmada da yaşa bağlı işitme kaybını dışlayabilmek için özellikle çentik görünümüne dikkat edilmiş, ancak örneklem grubu 20-50 yaş arası bireylerden oluştuğu için yaşa bağlı işitme kaybını tamamen ekarte etmek pek mümkün olmamıştır. Bu durum bu çalışmanın önemli kısıtlılıklarından birini oluşturmaktadır.

Diğer taraftan 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). Bu çalışma verileri retrospektif olarak toplandığı için detaylı anamnez sonuçlarına ulaşılamamış, dolayısıyla bu

değişkenlerin GBİK'e etkisi incelenememiştir. İleride yapılacak çalışmalarda bu değişkenlerin de GBİK'e etkisi incelenerek literatüre katkıda bulunulması önemlidir.

Sınırlılıklar

Yüksek frekanslarda odyogram çalışılmamış olması, işitme kaybı başlangıç yaşının tanımlanamaması ve işçinin kurumda çalıştığı sürece gürültüye maruz kalma süresinin bilinmemesi, çalışma verilerinin retrospektif olarak toplanması, GBİK etiyojisinin araştırılmaması çalışmanın en önemli kısıtlılıklarını oluşturmaktadır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada literatürle uyumlu olarak gürültülü ortamda çalışan bireylerin işitme kaybı risklerinin, gürültüye maruziyet süresinin artması ile arttığı gözlenmiştir. İşitme kayıplarının bireylerin sosyal yaşantısı üzerinde iletişim problemleri başta olmak üzere birçok olumsuz etkiye sahip olduğu düşünüldüğünde, yüksek risk altında olan gürültülü ortamlarda çalışan işçilerin işitme sağlıklarının korunması için gerekli önlemlerin alınması büyük önem taşımaktadır.

Gürültüye bağlı işitme kaybı genellikle geridöndürülemez olmakla birlikte, bireysel ve kurumsal iş sağlığı ve güvenliği önlemleri alınarak önlenabilir bir durumdur (Tikka ve ark., 2017). Dolayısıyla: İlgili işyerinde mevzuatlara uygun mühendislik önlemleri alınması, Ses absorbsiyonu yapılması, koruyucu kulaklık kullanımı ve kontrolü, gürültüye maruziyet süresinin azaltılması, gürültü ve sağlık zararları ile ilgili eğitimlerin verilmesi, aynı zamanda gürültülü ortamda çalışan işçilerin rutin işitsel kontrollerinin yapılması ve sonuçlara göre uygun bir koruma yöntemi belirlenmesi önem arz etmektedir.

Teşekkür: Çalışmanın yapılmasında emeği geçen herkese teşekkür ederiz.

Finansman: Yok

Çıkar çatışması: Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

Etik boyut: Bu çalışma Kapadokya Üniversitesi Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır (Sayı: E-64577500-050.99-23205, Karar no: 22.16, Tarih: 18.08.2022)

Yazar Katkıları: Fikir ve tasarım: TNA, VŞ; Veri toplama: TNA; Veri analizi ve yorumlama: TNA; Makale yazımı: TNA, VŞ; Eleştirel inceleme: VŞ.

KAYNAKLAR

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.
- 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.
- Clark, J. G. (1981). Uses and abuses of hearing loss classification. *ASHA*, 23(7), 493-500.
- 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>
- 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>
- 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.
- Le Prell, C. G., Henderson, D., Fay, R. R., & Popper, A. N. (Ed.). (2012). *Noise-induced hearing loss* (C. 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>

- 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>
- 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>
- Sataloff, J., & Sataloff, R. T. (2005). *Hearing loss* (Fourth edition).
- 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).
- Tikka, C., Verbeek, J. H., Kateman, E., Morata, T. C., Dreschler, W. A., & Ferrite, S. (2017). Interventions to prevent occupational noise-induced hearing loss. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2019(1). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006396.pub4>
- 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>