



Original Research / Orijinal Araştırma

TS ISO 1999 standardına göre bir mermer fabrikası çalışanlarının gürültüye bağlı işitme kayıplarının değerlendirilmesi

Evaluation of noise induced hearing loss of a marble factory employees according to TS ISO 1999 standard

Seyhan Önder^{a,*}, Furkan İbrahimoglu^{a,**}^a Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Eskişehir, TÜRKİYE

Geliş - Received: 18 Eylül - September 2020 ▪ Kabul - Accepted: 9 Şubat - February 2021

Ö Z

Gürültü, hem çalışma hayatında hem de günlük yaşamda birçok olumsuz fiziksel ve ruhsal etkilere sahiptir. Bu etkiler gürültünün frekansına, şiddetine, maruz kalma süresine ve maruz kaldığı gürültü düzeyine göre farklılıklar göstermektedir. Çalışma hayatında gürültü sorununun göz ardı edilmesi, çalışan sağlığı üzerinde geri dönüşü olmayan ve tedavi edilemeyen işitme kayıpları oluşturmaktadır. Bunların sonucunda çalışma verimi de olumsuz etkilenmektedir. Bu çalışmada, bir mermer fabrikasında çalışanların 2009 ve 2019 yıllarında yapılan odyoloji ölçüm sonuçları, çalışanların yaş, deneyim ve günlük maruz kaldığı gürültü seviyesi verileri kullanılmıştır. TS ISO 1999 standardına göre gürültüye bağlı işitme kaybı yaşama olasılıkları hesaplanmıştır. Standarda göre hesaplanan olasılıklar ile gerçek değerler karşılaştırılarak, gürültüye bağlı işitme kaybının proaktif yaklaşımla tayininde standardın kullanılabilirliği araştırılmıştır.

Anahtar sözcük: Mermer, Gürültüye bağlı işitme kaybı, TS ISO 1999, İş sağlığı ve güvenliği.

A B S T R A C T

Noise has many negative physical and mental effects both in working life and in daily life. These effects differ according to the frequency, intensity, exposure time and noise level of the noise. Ignoring the noise problem in working life creates irreversible and untreatable hearing loss on employee health. As a result, working efficiency is negatively affected. In this study, the audiology measurement results of the employees working in a marble factory in 2009 and 2019, the age, experience and noise levels of the employees were used as data. According to TS ISO 1999, the probability of noise induced hearing loss was calculated. By comparing the estimated values calculated according to the standard with the measured values, the usability of the standard was investigated to determine the noise induced hearing loss with a proactive approach.

Keywords: Marble, Noise induced hearing loss, TS ISO 1999, Occupational safety and health.

Giriş

Gürültü, hem çalışma hayatında hem de günlük yaşamda insanlar üzerinde birçok olumsuz etkilere neden olmaktadır. Son yıllardaki çalışmalarda ülkemizde mesleki gürültü nedenli işitme kaybı yaşayanların sayısının 200.000'i geçtiği belirtilmektedir (Çolak, 2014). Gürültünün insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri Çizelge 1'de verilmiştir (Ediz vd., 2002).

Gürültüye bağlı işitme kaybı (GBİK), 18. yüzyıldan beri metale çarpma sonucu işitme kaybına uğrayan bakır işçileri arasında mesleki hastalık ve yaralanma olarak kabul edilmektedir (Hong vd., 2013). Kovalchik vd., (2008) çalışmalarında, Çalışma İstatistikleri

Bürosu'nun (BLS) işitme kaybını 2004'ten önce "diğer tüm hastalıklar" kategorisinde sınıflandırdığını ve işitme kaybının 2004 yılında işle ilgili hastalıkların %11'ini oluşturan ayrı bir hastalık olarak kategorize edildiğini ifade etmişlerdir. Aşırı gürültü, GBİK dahil olmak üzere, önemli sosyal ve fizyolojik etkileri olan küresel bir iş sağlığı tehlikesidir. Dünya Sağlık Örgütü, yetişkinlerde işitme kaybının %16'sının mesleki gürültüye maruz kalmaya bağlı olduğunu bildirmektedir (Nelson vd., 2005).

Picard vd., (2008) 89 dBA'yı aşan gürültü seviyelerinde işitme kaybının olabileceğini ve ayrıca yüksek gürültü seviyelerinin iş kazalarını arttırdığını bulmuşlardır.

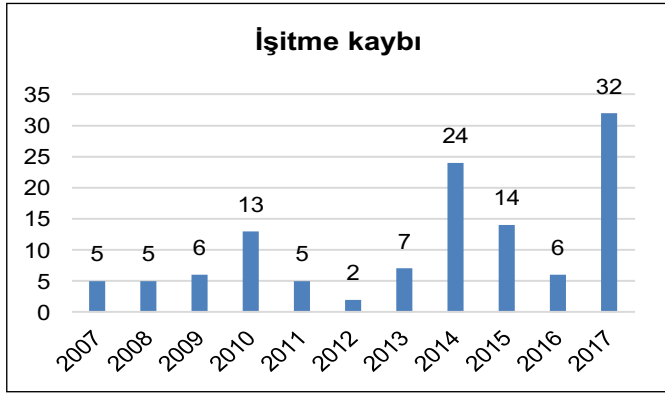
*Corresponding author/Sorumlu yazar: sonder@ogu.edu.tr • <https://orcid.org/0000-0003-0396-9995>

** fibrahimoglu1@gmail.com • <https://orcid.org/0000-0002-0255-0482>

Çizelge 1. Gürültünün insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri

Etki	Sağlık problemi
Psikolojik	Davranış bozuklukları, öfkelenme, genel rahatsızlık duygusu, sıkılma
Fiziksel	Geçici veya kalıcı işitme hasarları
Fizyolojik	Vücut faaliyetlerinde değişiklikler, kan basıncında artış, dolaşım bozukluğu, solunumda hızlanma, kalp atışında hızlanma, ani refleksler
Performans	İş veriminde azalma, konsantrasyon bozukluğu, hareketlerin engellenmesi

Ülkemizde Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) istatistiklerine göre GBİK, kayıtlarda iç kulakta gürültünün etkileri başlığı altında fiziksel etkenlerle olan meslek hastalığı olarak E grubunda yer almaktadır. Bu istatistiklere göre 2007-2017 yılları arasında ülkemizde meydana gelen işitme kayıpları **Şekil 1**'de verilmiştir.

**Şekil 1.** 2007-2017 yılları arasında iç kulakta gürültünün etkileri (SGK, 2020).

Günümüzde 200.000'den fazla çalışanın gürültüye bağlı meslek hastalığına yakalandığı ifade edilirken, SGK istatistiklerine göre geçtiğimiz 11 yılda ülkemizde bu sayının maksimum 32 çalışan olarak gerçekleştiği görülmektedir (**Şekil 1**). 2007-2017 yılları arasında toplam 119 çalışanın işitme kaybı yaşadığı kayıt altına alınmış, bu da yıllık ortalama 11 çalışanın gürültüye bağlı işitme kaybına yakalandığını göstermektedir. Ayrıca, 2012 yılına kadar kömür ve linyit çıkartılması, ham petrol ve doğalgaz çıkarımı, metal cevheri madenciligi, diğer madencilik ve taşocakçılığı, madenciligi destekleyici hizmet faaliyetleri olarak 5 grupta tutulan madencilik istatistikleri 2012 yılından sonra bu faaliyet alanları ayrıştırılarak verilmeye başlanmıştır. Bu yıldan sonra kayıtlara göre 2014, 2016 ve 2017 yıllarında birer çalışan olmak üzere toplam 3 çalışan meslek hastalığına yakalanmıştır. Ancak, bu meslek hastalığının hangi hastalık olduğu istatistiklerden ayrılamamaktadır. Ayrıntılı çalışmaların yapılabilmesine zemin hazırlamak için SGK istatistiklerinin, araştırmacıların ihtiyaçlarını karşılayabilecek şekilde ayrıntılı olarak yayınlanması ve değerlendirmeleri araştırmacıların kendilerinin yapabileceği hale getirmesi gereklidir.

İş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirildiğinde, günümüzde teknolojinin gelişmesine paralel olarak mekanizasyona geçişle birlikte artan gürültü maruziyetleri, gerekli tedbirler alınmazsa çalışanlarda fiziksel ve ruhsal sağlığı bozmakta, çalışanların gürültü ile ilgili risklerden korunmalarına dair yönetmeliğe göre 87 dB(A) sınır değeri aşması sonucunda ise kulakta zaman içinde tedavi edilemez hasara neden olabilmektedir. Bu nedenle gürültü, göz ardı edilemeyecek kadar önemli bir sorundur ve işyerlerinde gürültüye karşı alınan tedbirlerin etkinliklerinin ve uygulamalarının kontrol altında tutulması gerekmektedir.

1. Türkiye'de mermer

Yüksek sıcaklık ve basınç altında başkalaşıma uğramış kalkerler mermer olarak tanımlanmaktadır. Endüstriyel anlamda ise işlenebilen, cilalanabilen, parlayan ve boyutlandırılabilen veya dekoratif amaçlı kullanılan tüm doğal taşlara mermer denilmektedir. Günümüzde mermer yerine doğal taş terimi de kullanılmaktadır (**Onargan, 2011**). Rezervlerin bölgelere göre dağılımı (**Ticaret Bakanlığı, 2020**), **Çizelge 2**'de, Türkiye'nin mermer rezervlerinin %73,4'üne sahip olan iller **Çizelge 3**'de verilmiştir.

Çizelge 2. Türkiye mermer rezervlerinin bölgelere göre dağılımı

Bölge	%
Ege Bölgesi	32
Marmara Bölgesi	26
İç Anadolu Bölgesi	11
Doğu Anadolu+Güneydoğu Anadolu+ Karadeniz+ Akdeniz Bölgesi	31

Çizelge 3. Türkiye'nin mermer rezervlerinde en önemli iller (**Yüksel ve Özkara, 1999**)

İl	Rezerv+Potansiyel (milyon m ³)	%
Balıkesir	1850	35,8
Denizli	652	12,6
Afyon	629	12,2
Tokat	410	7,9
Çanakkale	252	4,9
Toplam	3793	73,4

Afyonkarahisar, mermer ocaklarının illere göre dağılım istatistiklerinde %23,60 oranı ile 2. sırada yer almaktadır (**SGK, 2020**).

2. Mermer fabrikalarında gürültü üreten kaynaklar ve çalışan sağlığına etkileri

Mermer üretiminde S/T kesim makinesi, katra kesim makinesi, film (cila) hattı, epoksi hattı ve yardımcı ekipman olarak başkesme-yankesme-yarma makineleri kullanılmaktadır. Bu makinaların yan yana konumlandırılmış olması, gürültünün daha yüksek hissedilmesine sebep olmaktadır. 2017 yılı SGK istatistiklerine göre, madencilik sektöründe çalışanlarının %46'sı, mermer işletmeciliğinin de içinde bulunduğu diğer madencilik ve taşocakçılığı sektöründe çalışmaktadır (**SGK, 2020**). Gürültünün yüksek olduğu mermer sektöründe gerekli tedbirler alınmadığında GBİK ile karşı karşıya kalabilecek çalışanlarının payı oldukça yüksektir.

Sosyal ve fizyolojik etkileri olan bir iş sağlığı tehlikesi olan gürültü işyerlerinde GBİK'ya sebep olmakta ve bu işitme kaybı dereceleri yetişkin insanlarda aşağıda verildiği gibidir.

-10 -15 dB arası "Normal İşitme"

16 - 25 dB arası "Çok Hafif Derecede İşitme Kaybı"

26 - 40 dB arası "Hafif Derecede İşitme Kaybı"

41 - 55 dB arası "Orta Derecede İşitme Kaybı"

56 - 70 dB arası "Orta-İleri Derecede İşitme Kaybı"

71 - 90 dB arası "İleri Derecede İşitme Kaybı"

91 dB ve üzeri "Çok İleri Derecede İşitme Kaybı"

(Clark, 1981).

3. TS ISO 1999 standardı

Akustik-gürültünün sebep olduğu işitme kaybı tahmini ile ilgili TS ISO 1999 standardı mevcuttur. Bu standarttaki hesaplama prosedürü kullanılarak işitme eşik değeri üzerine gürültü etkisinin tahmini yapılabilmektedir. Bu standartta, yaşa ve deneyim süresine ek olarak günlük maruz kalınan gürültü seviyesinin (dBA cinsinden) çalışanlar üzerindeki yol açacağı işitme kaybının tahmini amaçlanmıştır. Kişinin maruz kaldığı dB cinsine göre ne kadarlık bir duyma kaybı yaşayacağı bağlantılarla hesaplanabilmektedir (TS ISO, 1999).

3.1. Gürültüye Maruz Kalan Popülasyonda İşitme Eşik Seviyesi

Gürültüye maruz kalan popülasyonun yaşla ve gürültüyle ilişkili (YGİES), H' , işitme eşik seviyesi, standartta Eşitlik 1 kullanılarak hesaplanmaktadır:

$$H' = H + N = \frac{HN}{120} \quad (1)$$

Eşitlikte;

H : Yaşla ilişkili işitme eşik seviyesi, dB

N : Gürültünün sebep olduğu, gerçek veya potansiyel kalıcı eşik kayması (GSKEK), dB'dir.

Bağıntı, sadece H' , H ve N 'ye karşılık gelen değerlere uygulanabilir.

3.2. Yaşla İlişkili İşitme Eşik Seviyelerinin (YİES) Veri Tabanları

Gürültüye maruz kalmamış popülasyonda yaşın bir fonksiyonu

Çizelge 4. İşitme eşik seviyelerinin A veri tabanından dB olarak seçilen değerler

Frekans Hz	İşitme Eşik Seviyesi, dB														
	Yaş, Yıllar														
	30			40			50			60			70		
	Kesirler														
	90	50	10	90	50	10	90	50	10	90	50	10	90	50	10
Erkek															
500	-6	1	9	-5	2	11	-4	4	14	-3	6	18	-1	9	23
1 000	-6	1	9	-5	2	11	-4	4	14	-2	7	19	0	11	25
2 000	-7	1	11	-6	3	15	-3	7	21	-1	12	29	3	19	39
3 000	-7	2	13	-5	6	19	-2	12	29	3	20	42	9	31	59
4 000	-7	2	14	-4	8	23	0	16	36	7	28	55	15	43	79
6 000	-8	3	16	-5	9	26	0	18	41	8	32	62	17	49	>80
8 000	-9	3	19	-5	11	30	1	23	49	10	39	75	22	60	>80
Kadın															
500	-6	1	9	-5	2	11	-4	4	14	-3	6	18	-1	9	23
1 000	-6	1	9	-5	2	11	-4	4	14	-2	7	19	0	11	25
2 000	-6	1	10	-5	3	13	-3	6	18	-1	11	25	2	16	34
3 000	-7	1	11	-5	4	15	-3	8	21	0	13	30	4	20	41
4 000	-7	1	12	-6	4	17	-3	9	25	1	16	35	5	24	48
6 000	-8	2	14	-6	6	21	-2	12	31	2	21	46	9	32	62
8 000	-10	2	17	-7	7	25	-3	15	38	4	27	55	11	41	77

3.5. GSKEK Verileri İçin Örneklerin Bulunduğu Çizelgeler

GSKEK için örneklerin bulunduğu çizelgeler, maruz kalma süresinin, yılın ve maruz kalınan gürültü seviyesinin $L_{EX,h}$ (85, 90, 95, 100 dB) bir fonksiyonu şeklinde ve karşılık gelen A-ağırlıklı ses basınç seviyesi bu standart da hesaplanmış altı frekans (0.5, 1, 2, 3, 4 ve 6 kHz)

olarak işitme, doğal yaşlanma yanında hastalıklar, ototoksik ilaçların geçmişi ve YİES ile değişebilen iş yeri ve iş yeri dışında maruz kalınan bilinmeyen seviyedeki gürültü gibi yanlışlıkla yer alan diğer faktörlerin derecesine de bağlıdır. Böyle verileri görüntülemek için farklı yaklaşımlar kullanılır ve en uygun veri tabanının seçimi uygulama amacına bağlıdır. Bu standart, YİES için kullanılacak A ve B veri tabanları olmak üzere iki veri tabanına müsaade eder. B veri tabanı, kullanıcının sağduyusuna bırakılmasına rağmen A veri tabanı tam olarak tanımlanmıştır (TS ISO, 1999). Bu nedenle çalışmada hesaplamalar A veri tabanına göre yapılmıştır.

3.3. A Veri Tabanı

A veri tabanı, otoolojik normal kişilerden yani, kulak rahatsızlığının hiçbir işaretini veya hastalık belirtisini göstermeyen veya kulak kanalı tıkayan kulak kiri bulunmayan ve gürültüye aşırı miktarda maruz kalma gibi bir geçmişe sahip olmayan sağlık durumu normal kişilerden elde edilmiştir. Böyle "yüksek düzeyde seçilmiş" popülasyonlarda eşik seviyelerinin istatistiksel dağılımı, ISO 7029'da erkek ve kadın popülasyonu için ayrı ayrı standartlaştırılmıştır (TS ISO, 1999).

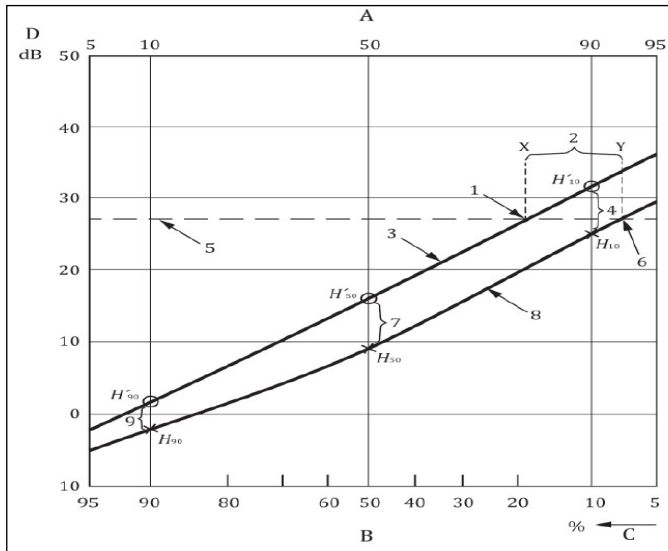
3.4. A Veri Tabanında Seçilen Değerler

İşitme eşik seviyelerinin A veri tabanından dB olarak seçilen değerleri Çizelge 4'de verilmiştir.

ve üç % (10, 50 ve 90) için Çizelge 5'de verilmiştir (TS ISO, 1999). Şekil 2'de işitme eşik seviyesine karşılık gelen işitme yüzdesi ve isteğe bağlı seçilen 27 dB'lik "sınır değer" için gösterilen kaybın değişik riskleri ile birlikte Gaussian koordinatları üzerindeki gösterimi verilmiştir. Risk değerlerinin, sınır değer büyüklüğüne bağlılığı, bu gösterimle kolayca belirlenebilmektedir.

Çizelge 5. Maruz kalınan farklı gürültü seviyeleri, süreleri ve frekanslar için gürültünün sebep olduğu kalıcı eşik kaymaları

Maruz kalınan gürültü seviyesi ($L_{EX,h}$)	Frekans Hz	GSKEK, dB											
		Maruz kalma süresi, yıl											
		10			20			30			40		
Yüzdeler													
90													
50													
10													
90													
50													
10													
90													
50													
10													
85 dB	500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1 000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2 000	0	1	1	1	1	2	1	1	2	1	2	2
	3 000	2	3	6	3	4	6	3	4	7	3	5	7
	4 000	3	5	7	4	6	8	5	6	9	5	7	9
	6 000	1	3	4	2	3	5	2	3	6	2	4	6
90 dB	500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1 000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2 000	0	2	6	2	4	8	3	5	9	4	6	10
	3 000	4	8	13	7	10	16	8	11	18	9	12	19
	4 000	7	11	15	9	13	18	10	14	19	11	15	20
	6 000	3	7	12	4	8	14	5	9	15	6	10	15
95 dB	500	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1
	1 000	2	2	4	2	3	5	2	3	5	2	3	6
	2 000	0	5	13	5	9	17	7	12	20	9	14	22
	3 000	8	16	25	13	19	31	16	22	34	18	23	37
	4 000	13	20	27	16	23	32	18	25	34	19	26	36
	6 000	5	14	23	8	16	26	10	18	28	12	19	29
100 dB	500	2	4	8	3	5	9	4	6	11	5	7	11
	1 000	3	6	12	6	9	15	7	10	17	8	11	19
	2 000	0	8	23	8	16	31	13	21	35	16	24	39
	3 000	13	26	41	21	32	51	26	35	56	29	38	60
	4 000	20	31	42	25	36	49	28	39	53	30	41	56
	6 000	9	23	37	14	27	42	17	29	46	19	30	48

**Şekil 2.** İşitme eşik seviyesine karşılık gelen işitme yüzdesi (TS ISO, 1999).

Şekil 2'de;

A: daha iyi işitme yüzdesi

B: daha kötü işitme yüzdesi

C: % risk

D: işitme eşik seviyesi, dB

1: yaş ve gürültüye maruz kalma nedeniyle engellilik riski, % 18 (X noktası)

2: gürültüye maruz kalma nedeniyle engellilik riski, % 11,5 (X noktası ile Y noktası arasındaki fark)

3: Gürültüye maruz kalan popülasyonun YİES'i

4: GSKEK, % 10

5: varsayılan sınır değer, 27 dB

6: Nüfus engellilik riski

7: GSKEK, % 50

8: Gürültüye maruz kalmayan popülasyonun YİES'i

9: GSKEK, % 90 ifade etmektedir.

4. Uygulama çalışması

Afyonkarahisar ilinde faaliyet gösteren mermer fabrikasında farklı görevlerde çalışan 35 işçinin, çalıştığı değişik ortamların gürültü seviyesini ölçmek için Mestech Dijital Ses Gürültü Seviyesi Ölçer ve kişisel gürültü maruziyetini ölçmek için CIRRUS CR-110 A kişisel dozimetre kullanılmıştır. Gürültü ölçümleri "TS 2607 ISO 1999 Akustik - İş yerinde maruz kalınan gürültünün tayini ve bu gürültünün sebep olduğu işitme kaybının tahmini" standardına göre yapılmıştır. Çalışanların 2009 ve 2019 yıllarında yapılan odyoloji ölçüm sonuçları alınmış ve odyometrist ile birlikte değerlendirilerek gürültüye bağlı işitme kayıpları tespit edilmiştir. Ayrıca, bu işitme kayıpları TS ISO

1999 standardı dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Standarda uygun kriterlere sahip çalışanların 2009 yılındaki yaş, deneyim ve gürültüye bağlı işitme eşik seviyeleri ile ne kadarlık bir ihtimalle işitme kaybına sahip olacağı belirlenmiş ve gerçek sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Aynı çalışanların 2019 yılı işitme kaybı olasılıkları belirlenerek işitme test sonuçları ile karşılaştırılmıştır. İşletmedeki 35 çalışan içerisinde standarttaki verilere uygun yani 30 yaşından büyük, deneyimi 10 yıl ile 40 yıl arasında ve günlük maruz kaldığı gürültü seviyesi 85 dB ile 100 dB arasında olan 15 çalışan bulunmaktadır. Çalışanların 2009 yılındaki kişisel bilgileri, maruz kaldıkları gürültü düzeyleri ve işitme test sonuçları Çizelge 6'da gösterilmiştir.

Buna göre, Çizelge 4-5 kullanılarak 7. çalışan için standarda göre yapılan işitme kaybı tahmin hesaplanması aşağıda örnek olarak verilmiştir. Diğer tüm hesaplamalar benzer şekilde yapılmıştır.

Yaş: 51 (50) Deneyim: 28 (30) L_{ex} -dBA: 94 (95)

İşitme kaybı değerlendirmesi için 1000, 2000 ve 4000 Hz frekans birleşimi varsayılarak gürültüye maruz kalmamış kişide yaşla ilişkili işitme eşik seviyesi H_Q , A veri tabanına göre hesaplanır ve 1000, 2000 ve 4000 Hz frekansları için ortalaması alınır.

$$H_{90;50} = [(-4) + (-3) + (0)] / 3 = -2,3 \text{ dB}$$

$$H_{50;50} = [(4) + (7) + (16)] / 3 = 9 \text{ dB}$$

$$H_{10;50} = [(14) + (21) + (36)] / 3 = 23,7 \text{ dB}$$

Gürültüye maruz kalan çalışmada deneyim süresi ve maruz kaldığı gürültü seviyesi dikkate alınarak işitme seviyesi hesaplanırken, %50 için; 4000 Hz de $H+N > 40$ olduğundan, %10 için; 2000 ve 4000 Hz de $H+N > 40$ olduğundan düzeltme yapılır;

$$25 - [(16 \times 25) / 120] = 21,6 \text{ dB}$$

$$20 - [(21 \times 20) / 120] = 16,5 \text{ dB}$$

$$34 - [(36 \times 34) / 120] = 23,8 \text{ dB}$$

$$N_{90;30} = [(2) + (7) + (18)] / 3 = 9 \text{ dB}$$

$$N_{50;30} = [(3) + (12) + (21,6)] / 3 = 12,2 \text{ dB}$$

$$N_{10;30} = [(5) + (16,5) + (23,8)] / 3 = 14,1 \text{ dB}$$

Gürültüye maruz kalan çalışmada gürültü ve yaşla ilişkili işitme eşik seviyesinin dağılımındaki sonuçlar aşağıdaki gibidir:

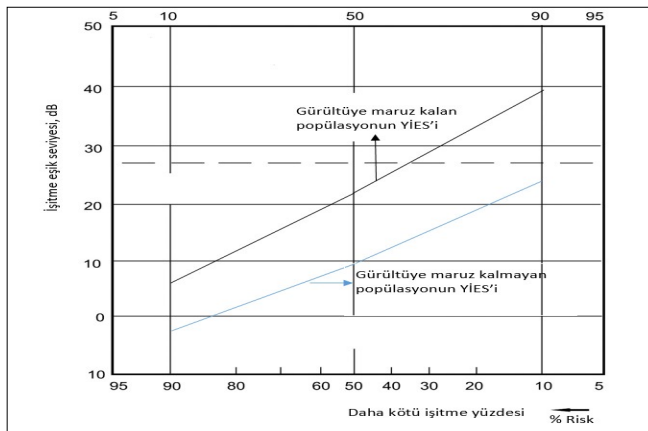
$$H'_{90} = (-2,3) + (9) = 6,7 \text{ dB}$$

$$H'_{50} = (9) + (12,2) = 21,2 \text{ dB}$$

$$H'_{10} = (23,7) + (14,1) = 37,8 \text{ dB}$$

Çizelge 6. 2009 yılındaki kişisel bilgiler, maruz kalınan gürültü düzeyleri ve işitme test sonuçları

Çalışan	Görevi	Yaş	Deneyim	L_{ex} dBA	$L_{c,peak}$ (dB C)	İşitme Testi, dB (Sol)	İşitme Testi, dB (Sağ)	İşitme Kaybı
1	Katrak	30	8(10)	97(100)	145	38	37	Hafif Derecede
2	S/T	45	22(20)	95	143,8	35	33	Hafif Derecede
3	S/T	42	18(20)	95	143,8	34	37	Hafif Derecede
4	S/T	35	13(10)	95	143,8	25	22	Çok Hafif Derecede
5	Epoksi Hattı	31	8(10)	90	141,5	20	23	Çok Hafif Derecede
6	Elektrikçi	33	11(10)	92(95)	140	26	27	Hafif Derecede
7	Bakımcı	51	28(30)	94(95)	141	58	57	Orta-İleri Derecede
8	Yarma	35	12(10)	93(95)	143	27	27	Hafif Derecede
9	Yarma	31	8(10)	93(95)	143	30	29	Hafif Derecede
10	Baş/Yankesme	29	7(10)	88(90)	142,1	16	15	Çok Hafif Derecede
11	Film (Cila)	50	27(30)	85	140,4	32	32	Hafif Derecede
12	Film (Cila)	31	9(10)	85	140,4	11	12	Normal
13	Ambalaj	46	23(20)	83(85)	140,8	20	20	Çok Hafif Derecede
14	Ambalaj	40	14(10)	83(85)	140,8	17	17	Çok Hafif Derecede
15	Epoksi Hattı	37	14(10)	90	141,5	18	17	Çok Hafif Derecede



Şekil 3. Yaş, günlük maruz kalınan gürültü düzeyi (dBA) ve deneyime bağlı olarak meydana gelen işitme eşik seviyesi

Sonuç ilişkisi, keyfi seçilen 27 dB'lik "sınır değer" için gösterilen kaybın değişik riskleri ile birlikte Gaussian koordinatları üzerinde

Şekil 3'de verilerek risk değerlerinin, sınır değer büyüklüğüne bağlılığı, bu tür bir gösterimle kolayca tayin edilebilmektedir.

Şekil 3 incelendiğinde 95 dBA gürültüye maruz kalan 50 yaşındaki çalışanın %35 olasılıkla yaş ve gürültüden dolayı 27 dB'lik işitme kaybı riski mevcuttur.

Çalışmada verileri kullanılan çalışanların 2019 yılında yapılan işitme test sonuçları ve işitme kayıpları Çizelge 7'de verilmiştir.

Çalışanların 2009 yılı verileri kullanılarak TS ISO 1999 standardına göre hesaplanan işitme kaybı yaşama olasılıkları Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 8 incelendiğinde, standarda göre 2009 yılında yaş ve işyerindeki gürültüden kaynaklı olarak gerçekleşen işitme kayıplarını yaşama olasılıklarının %18 ile <%10 aralığında olduğu görülmektedir. Bu oranlar, gerçekleşen kayıpların standarda göre belirlenenen %82- >%90 daha fazla olduğu şeklinde de yorumlanabilir. Bu da işyerinde maruz kalınan gürültü dışında etkenlerin de işitme kaybını artırdığı şeklinde yorumlanabilir.

Çalışanların 2019 yılı işitme test sonuçları ve TS ISO 1999 standardına göre hesaplanan işitme kaybı yaşama olasılıkları Çizelge 9'da verilmiştir.

Çizelge 7. 2019 yılındaki işitme test sonuçları

Çalışan	İşitme Testi dB(Sol)	İşitme Testi dB(Sağ)	İşitme Kaybı
1	58	51	Orta-İleri Derecede
2	55	54	Orta Derecede
3	48	51	Orta Derecede
4	37	36	Hafif Derecede
5	33	35	Hafif Derecede
6	32	39	Hafif Derecede
7	72	66	İleri Derecede
8	39	38	Hafif Derecede
9	41	41	Orta Derecede
10	20	20	Çok Hafif Derecede
11	43	41	Orta Derecede
12	20	24	Çok Hafif Derecede
13	27	25	Hafif Derecede
14	20	20	Çok Hafif Derecede
15	26	25	Hafif Derecede

Çizelge 8. Çalışanların 2009 yılı test sonuçları ve standarda göre mevcut işitme kayıplarını yaşama olasılıkları

Çalışan	10 dB	15 dB	20 dB	25 dB	27 dB	Kayıp (dB)	Gerçekleşme Olasılığı (%)
1	70	50	40	28	25	38	<10
2	70	52	38	22	18	35	<10
3	70	52	38	22	18	37	<10
4	51	35	20	10	<10	25	11
5	34	18	<10	-	-	23	<10
6	51	35	20	10	<10	27	<10
7	82	69	53	39	35	58	<10
8	51	35	21	10	<10	27	<10
9	51	35	21	10	<10	30	<10
10	34	18	<10	-	-	16	17
11	52	34	22	12	<10	32	<10
12	22	12	<10	-	-	12	18
13	38	19	10	<10	-	20	<10
14	35	19	<10	-	-	17	17
15	34	18	<10	-	-	18	12

Çizelge 9. Çalışanların 2019 yılı test sonuçları ve standarda göre mevcut işitme kayıplarını yaşama olasılıkları

Çalışan	10 dB	15 dB	20 dB	25 dB	27 dB	Kayıp (dB)	Gerçekleşme Olasılığı (%)
1	88	78	62	48	43	58	<10
2	92	74	50	36	31	55	<10
3	92	74	50	36	31	51	<10
4	68	50	35	21	18	37	<10
5	50	32	18	<10	-	35	<10
6	68	50	35	21	18	39	<10
7	92	84	73	58	50	72	<10
8	71	51	35	22	18	39	<10
9	71	51	35	22	18	41	<10
10	50	32	18	<10	-	20	18
11	76	61	45	30	28	43	<10
12	36	19	<10	-	-	24	<10
13	55	38	24	14	10	27	10
14	52	38	22	14	<10	20	22
15	50	32	18	<10	-	26	<10

Çizelge 9'da, işletmeden alınan bilgi doğrultusunda günlük maruz kalınan gürültü seviyeleri değiştirilmeden, 10 yıl sonrasında yaş ve deneyimin artmasına bağlı olarak meydana gelebilecek işitme kaybı olasılıkları görülmektedir. Günlük maruz kalınan gürültü seviyesi 2009 yılındaki ile aynı olmasına karşın, yaş ve deneyimin artmasıyla işitme kaybı artmaktadır. Standartta göre 2019 yılında yaş ve işyerindeki gürültüden kaynaklı olarak gerçekleşen işitme kayıplarını yaşama olasılıklarının %22 ile <%10 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Bu oranlar, gerçekleşen kayıpların standartta göre belirlenenen %78->%90 daha fazla olduğu şeklinde de yorumlanabilir.

Tüm bu tespitler doğrultusunda TS ISO 1999 standardına göre hesaplanan olasılıkların çok daha üzerinde işitme kayıplarının oluştuğu söylenebilir.

Sonuçlar ve öneriler

Çalışmada Afyonkarahisar ilinde faaliyet gösteren bir mermer fabrikasında yaş, deneyim ve günlük maruz kalınan gürültü seviyesini dikkate alarak hazırlanmış olan TS ISO 1999 standardı göre, gürültüye bağlı işitme eşik seviyelerinin tahmini yapılmıştır. Bu kapsamda çalışanların 2009 ve 2019 yıllarında yapılan odyoloji ölçüm sonuçları alınmış ve odyometrist ile birlikte değerlendirilerek işitme kayıpları belirlenmiştir. Standartta göre yapılan hesaplamalarda en yüksek işitme kaybı yaşama olasılıkları 2009 yılında %18, 2019 yılında %22 olarak tespit edilmiştir. Yapılan odyoloji ölçümleri ile paralellik tespit edilememiştir. Bu hesaplamalar standartta kulak koruyucu kullanılmaması durumunda geçerlidir.

Standartta göre değerlendirildiğinde, çalışanlardaki işitme kaybının önüne geçmek için, yaşa ve deneyime bağlı işitme eşik seviyesini değiştirme ihtimali olmadığından, günlük maruz kalınan gürültü seviyesinin azaltılması önerilir.

Günümüzün modern dünyasında yapılan tüm çalışmalarda bir standardizasyon beklentisi yüksektir. İşyerlerinde gürültünün sebep olduğu işitme kayıplarının tahmini için geliştirilmiş olan TS ISO 1999 standardı da çalışanların işitme kaybı yaşama olasılığını tahmin etmek için 2013 yılında yayımlanmış ve Kasım 2020'de TS 2607 ISO 1999'un yerini almıştır. İşitme kaybının tahmini için, uluslararası kabul görmüş bir standardın mevcut işitme kayıplarını tahmin etmede düşük yüzdelerde kalması; ölçümlerin hassasiyetinde hataların olabileceği, çalışanların işyeri dışındaki günlük yaşantılarında aşırı gürültüye maruz kalmış olabileceği, kulak sağlığını olumsuz etkileyen ototoksik maddelere maruz kalmış olabileceği, işyerinde kişisel kulak koruyucuların etkili olarak kullanılmamış veya hiç kullanılmamış olabileceği gibi ihtimalleri akıllara getirmektedir. Etkili kullanılmaya örnek olarak, kişisel kulak koruyucunun gürültülü ortamda takılması, kulağa

tam olarak yerleştirilmemesi veya uygun kulak koruyucu verilmemesi söylenebilir.

Mevcut İSG uygulamaları kapsamında, çalışanların periyodik sağlık kontrolleri aksatılmamalı, işitme kaybı hızlı artan çalışanlar için çalışma yeri, iş ekipmanı, iş organizasyonu gibi mevzuatta da yer alan konularda düzenlemeler hızla yapılmalıdır.

Teşekkür

Yazarlar verilerin sağlanmasındaki katkılarından dolayı, odyometrist Ahmet ÇANGAL'a teşekkür ederler.

Kaynaklar

- Clark, J.G., 1981. Uses and abuses of hearing loss classification. *Asha*, 23, 493-500.
- Çolak, Ş., 2014. Çalışma Ortamında Fiziksel Risk Etmenleri, Hacettepe Üniversitesi HİSAM İş Sağlığı ve Güvenliği Haftası Etkinliği, 4-10 Mayıs 2014 http://www.hisam.hacettepe.edu.tr/issagligi_ve_guvenligi_haftasi/s7.pdf
- Ediz, İ.G., Beyhan, S., Akçakoca, H., Sarı, E., 2002. Madencilikte gürültüye bağlı işitme kayıplarının incelenmesi. Türkiye 13. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı, 29-31 Mayıs 2002, Zonguldak, Türkiye.
- Hong, O, Kerr, M.J, Poling, G.L., Dhar, S., 2013. Understanding and preventing noise-induced hearing loss. *Disease-a-Month*, 59, 110-8.
- Kovalchik, P.G., Matetic, R.J., Smith, A.K., Bealko, S.B., 2008. Application of prevention through design for hearing loss in the mining industry. *J Safety Res*, 39, 251-254.
- Nelson, D.I., Nelson, R.Y., Concha-Barrientos, M., Fingerhut, M., 2005. The global burden of occupational noise-induced hearing loss. *Am J Ind Med*, 48, 446-458.
- Onargan, T., Köse, H., Deliormanlı, A.H., 2011. Mermer, Başak Matbaacılık. TM-MOB Maden Mühendisleri Odası.
- Picard, M., Girard, S.A., Simard, M., Larocque, R., Leroux, T., Turcotte, F., 2008. Association of work-related accidents with noise exposure in the workplace and noise-induced hearing loss based on the experience of some 240,000 person-years of observation. *Accident Anal Prev*, 40, 1644-1652.
- SGK, 2020, sosyal güvenlik kurumu istatistik yıllıkları, http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/sgk/tr/kurumsal/istatistik/sgk_istatistik_yilliklari.
- TC Ticaret Bakanlığı, 2020. Doğal taşlar sektör raporu, İhracat Genel Müdürlüğü Maden, Metal ve Orman Ürünleri Dairesi.
- TS 2607 ISO 1999. Akustik - iş yerinde maruz kalınan gürültünün tayini ve bu gürültünün sebep olduğu işitme kaybının tahmini. Nisan 2015.
- TS ISO 1999. Akustik - Gürültüye bağlı işitme kaybının tahmini. Kasım 2020.
- Yüksel, B., Özkara, B. 1999. Afyon mermer sektörünün rekabet analizi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, 76s.

