

## Gürültünün İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

*Hüseyin DOĞAN<sup>1\*</sup> ve Özden ASLAN ÇATALTEPE<sup>2</sup>*

<sup>1\*</sup> SPD Mühendislik Elektrik San. Tic. Ltd. Şti. İstanbul

<sup>2</sup> İstanbul Gedik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi \*Corresponding Author: huseyindogan\_74@me.com

Gönderilme Tarihi: 20.12.2018 – Kabul Tarihi: 28.12.2018

### Öz

Çalışma hayatında ve çevremizde hemen her alanda var olan makine veya cihazların meydana getirdiği gürültü, çalışanlar için ciddi bir sağlık sorunu oluşturmaktadır. Gürültüye sebep olan işyerlerindeki maruziyetin azaltılması, kontrol edilebilmesi ve çalışanların sağlığına zararlı olmaktan çıkartılması için kullanılan çeşitli kontrol yöntemleri bulunmaktadır. Önleyici yöntemler arasında en etkili olanları, gürültünün kaynaқта ve yayılma ortamında kontrolünü sağlayan mühendislik yöntemleridir. Bu yöntemlerin uygulanmasında teknik personel ile teknik donanımına ihtiyaç duyulması ve göreceli olarak ek maliyetlere neden olması, işverenlerin bu uygulamalardan uzak durmasına neden olmaktadır. Bunun sonucu olarak da çalışanlar sürekli olarak gürültünün zararlı etkileri ile karşı karşıya kalmaktadır. Bu sebeplerden dolayı bu çalışmada, gürültünün insan sağlığına olan zararlı etkileri ve bu etkilerden korunmak için uygulanması gereken tedbirlerden bahsedilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Gürültü, İş Sağlığı ve Güvenliği

## The Effect of the Noise on Human Health

### Abstract

The noise caused by the machines or devices that exist in almost all areas of our working life and environment are very serious health problem for our employees. There are various methods of control used to reduce, control and remove the workplace exposure from noise-causing workplaces. The most effective preventive methods are the engineering methods that allow the control of noise in the source and spreading environment. Technical personnel and the need for technical equipment in the implementation of these methods and relatively additional costs cause the employers to stay away from these applications. As a result, employees face harmful effects of noise. The aim of this study is to discuss the harmful effects of noise on human health and the measures to be taken to prevent these effects.

**Keywords:** Noise, Occupational Health and Safety

## 1. GİRİŞ

Çevremizde ve çalışma ortamımızda işin yapılabilmesi esnasında çeşitli sebeplerden dolayı oluşan ve sağlığımızda olumsuz etkiler yaratabilecek şartlardan korunmak amacıyla yapılan sistematik ve akademik çalışmalara “İş Sağlığı ve Güvenliği” denilmektedir. Çalışma yerlerinde biyolojik, fiziksel, kimyasal, psikolojik ve ergonomik olmak üzere sağlığımızı etkileyebilecek çeşitli risk etmenleri bulunmaktadır. Bu risk etmenlerine karşı alınan önlemlerin yetersiz kalması sonucu İş Sağlığı ve Güvenliğinin yeni kanununda geleneksel “reaktif” davranıştan vazgeçip modern “proaktif” davranışa geçmiştir. Reaktif davranışta, kazaların ve düzen aksaklıklarının araştırılması gerekmektedir. Olgu sonrası incelenmesi ve çalışmanın yeniden düzenlenmesini hedef alınır. Modern güvenlik yaklaşımı (proaktif yaklaşım) ise sistem bozukluğundan çok, güvenlik yönetim sisteminin incelenmesine, risk değerlendirme ve güvenlik kültürüne odaklanır.

İnsan sağlığını olumsuz yönde etkileyen fiziksel etkenlerden biri de gürültüdür. Bu nedenle bu çalışmada, gürültülü işlerde çalışan kişilerde iş sağlığı ve güvenliğine ilişkin değerlendirme ve öneriler bulunmaktadır. Ayrıca proaktif yaklaşım baz alınarak, olumsuz etkilerden korunmak için alınması gereken önlemlerden bahsedilmektedir.

## 2. GENEL KAVRAMLAR

Çalışan sağlığında istenmeyen sonuçlar doğuran fiziksel etkenlere, fiziksel risk faktörleri denir. Başlıca fiziksel risk faktörleri; gürültü, titreşim, aydınlatma ve radyasyon vs. olarak sıralanabilmektedir. Çalışanların iş yerinde bulunduğu süreçte, işe bağlı tekrarlanan sebeplerden dolayı meydana gelen geçici veya sürekli hastalık, bedensel veya ruhsal özürüllük halleri meslek hastalığı olarak adlandırılmaktadır (T.C. Resmi Gazete, 2006). Gürültüden kaynaklanan meslek hastalıkları detaylı olarak Bölüm 2.2.3’de ele alınacaktır.

### 2.1. Ses kavramı

Herhangi bir maddenin moleküllerinin titreşmesi sonucu meydana gelen ve hava, sıvı veya gaz ortamda yayılması ile ortaya çıkan enerji dalgasına ses denir. Fiziksel olarak ses bir tür dalga hareketidir ve tüm dalga tepkisi gibi sesin de frekansa sahiptir. Ses basıncında saniyede meydana gelen titreşim sayısı, sesin frekansı olarak adlandırılır. Ses frekansı için kullanılan terim hertz (Hz)’dir. Sinüzoidal yayılım gösteren ses dalgasının atmosfer basıncında yaptığı değişikliklere, genlik adı verilir. Sesin gücü, ses kaynağının birim zamanda çevreye yayılan enerjisi olarak tanımlanır. Ses gücü birimi watt (W)’tır, fakat referans değeri 1 pikoWatt (pW veya 10<sup>-12</sup> W) alınarak, desibel (dB) birimi cinsinden ifade edilmektedir (bakınız Tablo 1) (Dedeler, 2008).

**Tablo 1:** Bazı ses kaynaklarının ölçümleri

İnsanlar üzerindeki etkisi	dB(A) cinsinden ses düzeyi	Sesin kaynağı
Çok zararlı	140	Jet motoru
	130	Perçin çekiç
	120	Acı eşığı
		Pervaneli uçak
		Kaya matkabı
Zararlı	110	Zincir testere
	100	Sac atölyesi
	90	Ağır kamyon
Riskli Konuşmayı perdeler	80	Yoğun trafik
	70	Binek otomobil
Rahatsız edici	60	Normal konuşma
	50	Alçak sesle konuşma
		Hafif radyo müziği
	40	Fısıldama
	30	Kentte sessiz apartman
20	Hışırdayan yapraklar	
10		
0	İŞİTME EŞİĞİ	

### 2.2. Gürültü kavramı

1977 yılında yayınlanan Uluslararası Çalışma Örgütü(ILO) 148 sayılı gürültü ve titreşim hakkında sözleşme kararında “gürültü, işitme bozukluğuna neden olabilecek veya sağlığa zararlı veya başka şekilde tehlikeli olabilecek tüm sesler olarak tanımlanmaktadır” (ILO, 1977). Sözlük anlamı ise aralarında uyum bulunmayan düzensiz seslerin bütünü, patırtı, şamata (Türk Dil Kurumu, 2006) şeklindedir.

Gürültü fiziksel olarak düzensiz seslerden oluşur. Fizyolojik olarak ise istenmeyen hoş gitmeyen her türlü ses, gürültüdür. İnsan kulağının en çok hassas olduğu orta ve yüksek frekansların özellikle vurgulandığı bir ses

<sup>1</sup> Sinüs dalgası: Bir sinüs dalgası ve sinüzoid, sürekli bir dalga olup, düzgün bir periodik osilasyonu tanımlayan matematiksel bir eğridir.

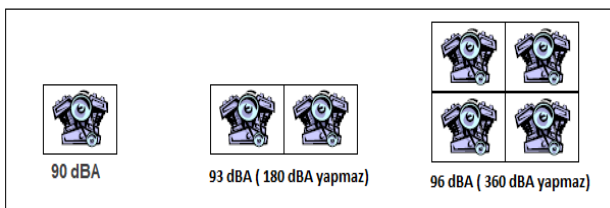
değerlendirmesi birimi dBA'dır. Gürültü kontrol çalışmalarında en kapsamlı olarak kullanılan A-ağırlıklı ses seviyeleri, duyma düzenin düşük yeğinlikteki seslere karşı hareketini temel almaktadır (Tufaner, 2010). Gürültüyü meydana getiren sesler üç türde tanımlanabilmektedir. İnfra sesler frekansı 20 Hz.'den düşük olan sesler, işitilebilen sesler yaklaşık frekansı 20 Hz ile 20 kHz arasında olan sesler, ultra sesler ise frekansı 20 kHz.'den daha yüksek olan seslerdir (Özmen, 2014).

Gürültü, zamanımızın önemli endüstriyel ve çevre sorunlarından biridir. Endüstriyel makine ve teçhizatın ürettiği gürültü, uygun ve etkin önlemler alınmadığında, özellikle sektörde çalışanlara önemli zarar verebilmektedir. Örneğin, tekstil endüstrisinde yüksek hızda dönen büküm makineleri, yaygın olarak kullanılan mekikli dokuma tezgâhları, motorlar ve havalandırma sistemlerine ait iklimlendirme sistemlerinin çıkardığı sesler birer gürültü kaynağıdır (Yağımlı ve Tozan, 2017),

Endüstriyel ortamlardaki gürültünün ölçülmesinde dikkate alınması gereken bilgilerden birisi de ses basıncındaki her 3 dB'lik artışın sesin gücünü iki kat arttırmaktadır. Her 10 dB'lik bir artış ise sesin gücünü on kat artırır. Yine ses şiddeti mesafenin karesine orantılı olarak düşer. Mesafe iki katına çıkarsa ses şiddeti 6 dB azalır. Çıkardıkları gürültü düzeyleri aynı olan iki gürültü kaynağı tarafından üretilen gürültü  $100\text{dB}+100\text{dB} = 200\text{ dB}$  yerine  $103\text{ dB}$  olur (Şekil 1) (Kürklü, Görhan, & Burgan, 2013).

İki ayrı gürültü kaynağının çıkardığı gürültü seviyeleri biliniyorsa Tablo 2'ye göre ortamda oluşan gürültü hesaplanabilir. Örneğin gürültü kaynaklarından biri 95 dB

diğeri 90 dB ise aralarındaki fark  $(95-90)=5\text{ dB}$  dir. Tablo 2'ye bakıldığında 5 dB'in karşılığı 1,2 dB'dir. Yani her iki gürültü kaynağı beraber çalıştığında ortamdaki gürültü  $96,2\text{ dB}$  olur (Kürklü, Görhan, & Burgan, 2013).



**Şekil 1.** Desibel ölçeğinin karmaşıklıkları

İki ayrı gürültü kaynağının çıkardığı gürültü seviyeleri biliniyorsa Tablo 2'ye göre ortamda oluşan gürültü hesaplanabilir. Örneğin gürültü kaynaklarından biri 95 dB diğeri 90 dB ise aralarındaki fark  $(95-90)=5\text{ dB}$  dir. Tablo 2'ye bakıldığında 5 dB'in karşılığı 1,2 dB'dir. Yani her iki gürültü kaynağı beraber çalıştığında ortamdaki gürültü  $96,2\text{ dB}$  olur (Kürklü, Görhan, & Burgan, 2013).

**Tablo 2:** İki gürültü kaynağının bulunduğu ortamlarda gürültü düzeyi

Ses düzeyi arasındaki fark (dB)	Yüksek düzeydeki sese eklenecek miktar (dB)
0	3.0
2	2.6
3	1.8
4	1.5
5	1.2
6	1.0
7	0.9
8	0.8
10	0.4
12	0.3
14	0.2
16	0.1

### 2.2.1. Gürültü ölçüm cihazları

Ses seviyesini ölçmek için iki tip cihaz mevcuttur; ses seviyesi ölçüm cihazları (Şekil 2) ve kişisel gürültü maruziyet ölçer olarak bilinen dozimetrelere (Şekil 3).

Bazı cihazlar, hem ses seviye ölçer hem de dozimetre olarak iki şekilde kullanılabilir.

Ses seviyesi ölçüm cihazları, kullanıcıya ses seviyesini doğrudan okuma fırsatı verir. Dozimetrelere çalışanların üzerinde kullanması için tasarlanmış ses seviye ölçerlerdir ve gürültü maruziyetini tüm çalışma günü boyunca veya günün belli bir bölümünde ölçen cihazlardır (Özmen, 2014).

Gürültünün zarar verici ve rahatsız edici olup olmadığı gürültünün seviyesi, süresi ve sıklığı ilişkilidir. Bu üç faktör eşdeğer gürültü seviyelerinde (Leq) birleştirilmiştir. Belirli bir süre boyunca gürültü ölçümleri alınır ve daha sonra zaman ağırlıklı ortalaması (LEX,8h) hesaplanır (Yağımlı & Tozan, 2017).

### 2.2.2. Gürültünün sınıflandırılması

Bir gürültünün karakteri, onun frekans dağılımına (spektrumun) ve ses düzeyinin zamanla değişim şekline bağlı olarak tanımlanabilmektedir. Frekans dağılımına göre yapılan sınıflandırmada Geniş Bant Gürültü ve Dar Bant Gürültüden bahsedilebilir (Toprak & Aktürk, 2004).

Geniş Bant Gürültü, gürültüyü oluşturan normal seslerin frekanslarının geniş bir aralığa dağıldığında söz konusu olmaktadır. Yani, gürültünün frekans dağılımı herhangi bir frekans bandında toplanmayan tüm frekans bandı boyunca dağılmıştır. Tabiatta mevcut bütün renklerin karışımının beyaz rengi meydana getirmesi gibi, tüm frekans aralıklarına sahip süreli spektrumlu seslere de Beyaz Gürültü adı verilmektedir. (Toprak & Aktürk, 2004)

Dar Bant Gürültü ise geniş bant gürültünün aksine, gürültünün frekans dağılımı belli bir frekans bandında toplandığında ortaya çıkmaktadır. Diğer bir tanımla, gürültüyü oluşturan doğal seslerden frekansı belli bir değişime göstermeyen gürültü türüdür. Kararsız Gürültü ise dönem içinde seviyesinde önemli derecede değişikliklerin meydana geldiği gürültü tipidir. Zamanla değişme, dalgalanma ya da durup yeniden başlama (kesikli olma)

şeklinde olabilmektedir. Bu nedenle bu tip gürültü kendi içinde, dalgalı gürültü, kesikli gürültü ve darbe gürültüsü olarak da gruplandırılabilir (Toprak & Aktürk, 2004).



Şekil 2: Ses seviye ölçer (Özmen, 2014)



Şekil 3: Dozimetre (Özmen, 2014)

aralıkta olan ses üstün gelmektedir (Toprak & Aktürk, 2004).

Ses seviyesinin zamana bağlı değişkenliğine göre gürültüyü, “Kararlı Gürültü” ve “Kararsız Gürültü” olmak üzere tekrar iki ayrı grupta incelemek mümkündür. Kararlı Gürültü, dönem boyunca önemli ölçüde bir

### 2.2.3. Gürültünün insan sağlığına etkileri

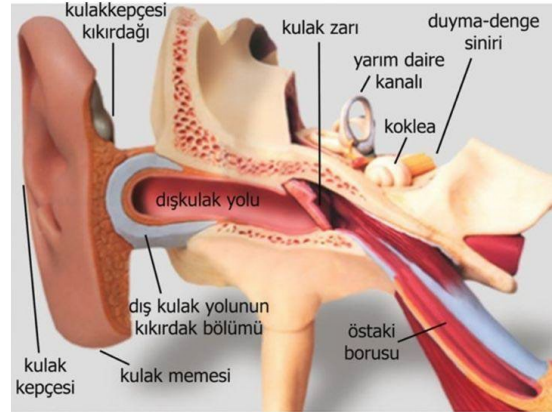
Gürültü, Dünya Sağlık Örgütü (WHO)’nün “Kişinin fiziksel, zihinsel ve sosyal yönden tam bir iyilik durumu” şeklinde tanımladığı insan sağlığı için bir risk olması yanı sıra, insan hareketlerini engellemesi, ciddi bir stres ve rahatsızlık oluşturması sebepleriyle, kısaca “istenmeyen ve sakıncalı ses” olarak tanımlanmaktadır.

Günümüzün sosyal hayatı çok fazla karmaşık olması ve çalışanların bedensel ve ruhsal açıdan yıpranmaları, gürültüye olan toleransı ve hoşgörüyü azaltmaktadır. Bununla birlikte gürültü problemine gereken önem verilmiyor gibi görünmektedir. Gürültü problemleri diğer çevresel problemler gibi farklı boyutlara sahiptir. Gelişmekte olan ülkemizde bu sorun hızla büyümekte ve rahatsızlıklar ortaya çıkmaktadır, ancak alınan önlemler yetersiz kalmaktadır. Gürültünün neden olduğu çevresel

problemler, gürültü nedeni olan etken ortadan kalkınca ani olarak son bulmakta ve genellikle herhangi bir kalıntı bırakmamaktadır. Gürültüden dolayı herhangi bir maddi kirlenme, canlıların zehirlenmesi, yanması, tahrip olması gibi hiçbir kontaminasyon söz konusu değildir. Fakat gürültü işitme bozukluğu, sesli iletişime etkisi, uyku bozukluğu, kardiyovasküler ve fizyolojik etkiler, psikolojik etkiler, performans olan etkileri ve konut alanlarındaki genel davranış ve rahatsızlıklara neden olmaktadır (Toprak & Aktürk, 2004).

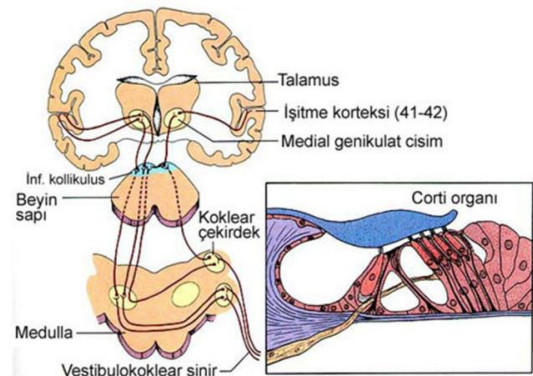
#### 2.2.3.1. Gürültüye bağlı işitme bozukluğu

İşitme, dış ortamdaki mekanik titreşimlerin yarattığı sesleri duyma ve algılama yeteneğidir. Dış, orta, iç kulak, işitme siniri, işitme yolları ve korteks düzeyindeki işitme merkezleri işitme duyusunun oluşumuna dâhil olan yapılardır. İşitme sistemi periferel ve santral olmak üzere iki bölüm halinde incelenmektedir (Şekil 4).



Şekil 4: Periferel işitme sistemi (Erdoğan, 2016)

Sağlıklı bir insan kokleasında ortalama 3.500 iç tüy, 12.000 dış tüy hücrelerine sahiptir. Ses dalgaları dış ve iç tüylü hücrelerin başrol oynadığı bir sistem içinde elektriksel uyarıya dönüştürülerek, işitme siniri ve işitme yolları aracılığı ile beyinde işitme korteksine gönderilerek ses olarak algılanmasına neden olur (Şekil 5).



Şekil 5: Santral işitme yolları (Erdoğan, 2016)

İşitme kaybı, işitme duyusunu sağlayan dış, orta ve iç kulak yapıları ile işitme yollarının ve işitme korteksinin diğer bölümlerinde oluşan patolojiler işitme kaybına sebep olur. Periferal işitme sisteminde ortaya çıkan sorunlar işitme kaybı, santral sistemde oluşan sorunlar ise santral işitme bozukluğu olarak adlandırılmaktadır. Odyogram, işitme kaybının derecesini, konfigürasyonunu ve konuşmaya etkisini anlamak için kullanılır (Erdoğan, 2016).

Dünya çapında, gürültüye bağlı işitme bozukluğu en yaygın geri dönüşümü olmayan mesleki tehlikedir. Gelişmekte olan ülkelerde, sadece mesleki gürültü değil, çevresel gürültü de işitme bozukluğu için artan bir risk faktörüdür. Dünya Sağlık Örgütü(WHO) tarafından 1995 yılında yapılan araştırmaya göre dünya çapında işitme engelli 120 milyon kişinin olduğu tahmin edilmektedir. Çalışmalar, kadın ve erkeklerin eşit derecede işitme bozukluğu riski taşıdığını göstermiştir.

Gürültüye bağlı işitme bozukluğunun görüldüğü toplumlarda işitme kaybına neden olan diğer hastalıklara da rastlanmaktadır. Bazı endüstriyel kimyasallar, ototoksik ilaçlar, kafa incinmeleri, kalıtsal özellikler de işitme kaybına neden olabilir. İşitme yetisinin bozulması ayrıca yaşlanma süreciyle de ilişkilidir (presbycusis). Gürültünün işitme sistem üzerindeki fizyolojik etkilerine dair bilgi ilk olarak hayvanlarla ilgili laboratuvar çalışmalarına dayanmaktadır. Gürültü maruziyetinden sonra ilk morfolojik değişiklikler genellikle stereokülün kaynaştığı ve büküldüğü koklea iç ve dış tüy hücrelerinde bulunur. Daha uzun süreli maruziyetten sonra, yüksek frekanslı seslerin iletimi ile iç ve dış tüy hücreleri eksilir.

ISO Standardı 1999 (ISO 1990), çalışma saatlerinde her türlü gürültüye maruz kalan popülasyonlarda gürültüye bağlı işitme bozukluğunun hesaplanması için bir yöntem sunmaktadır. Standartta LEX, 8h, ve gürültüye bağlı işitme bozukluğu arasındaki ilişkiler 500-6000 Hz, frekanslar ve 40 yıla kadar maruz kalma süreleri için verilmiştir. Bu ilişkiler, gürültüye bağlı işitme bozukluğunun baskın olarak 3000-6000 Hz arasındaki yüksek frekans aralığında meydana geldiğini ve etkinin en fazla 4000 Hz olduğunu göstermektedir. Artan LEX, 8h ve artan maruz kalma süresiyle gürültü kaynaklı işitme bozukluğu da 2000 Hz'de gerçekleşir. LEX, 8h'de 75 dBA ve daha düşük 8 saatlik, hatta uzun süreli mesleki gürültü maruziyeti gürültüye bağlı işitme bozukluğu ile sonuçlanmayacaktır (Berglund, Lindvall, & Schwela, Guidelines For Community Noise, 1999).

Güvenli bir gürültü seviyesi, ses seviyesine bağlıdır. Çoğu ülke standart olarak genellikle günlük 85 dBA'ı kabul eder, bu da insanları olumsuz etkiden korumak için alınması gereken önlemleri belirtir. Ortam gürültüsü seviyesine bağlı olarak izin verilen maksimum çalışma süreleri Tablo 3'de tanımlanmıştır.

**Tablo 3:** Müsaade edilen gürültüye bağlı çalışma saat süreleri

Gürültüye maruz kalınan süre	Gürültü düzeyi dB(A)
8	85-90
6	92
4	95
3	97
2	100
1.5	102
1	105
0.5	110

### 2.2.3.2. Gürültünün sesli iletişime etkisi

Konuşma iki ya da daha çok bireyin sözlü görüşme, danışma ve müzakere de bulunması olarak tanımlanabilir. Konuşmanın akustik enerjisinin çoğu 100-6000 Hz frekans aralığında olup, en önemli enerji 300-3000 Hz arasında gerçekleşir. Konuşma eylemi aynı anda gürültüye müdahale eden bir maskeleyici işlemdir. Konuşma seviyesi ne kadar yüksekse önemli frekanslarda içerdiği enerji, dinleyici için uygun olmayan seslerin daha fazla olmasına sebep olacaktır.

Gürültünün konuşmayı anlamaya etkisi olduğu gibi çok sayıda davranış değişikliği ile de sonuçlanabilir. Konsantrasyon bozukluğu, yorgunluk, kararsızlık, kendine güvensizlik, öfke, yanlış anlamalar, çalışma performansının düşmesi, insan ilişkilerinde sorunlar ve bir takım stres reaksiyonları ile ilgili problemler sıralanabilir. Özellikle bu tür etkilere karşı savunmasız olanlar işitme engelliler, yaşlılar, okuma öğrenme sürecinde çocuklar ve konuşulan dile aşina olmayan kişilerdir (Berglund, Lindvall, & Schwela, Guidelines For Community Noise, 1999).

Konuşma düzeyleri cinsiyet ve vokal (sesle ilgili) çaba gibi faktörler nedeniyle bireyler arasında değişir. Ayrıca, açık alanda konuşma düzeyleri konuşmacı ve dinleyici arasındaki mesafenin iki katına kadar yaklaşık 6 dB azalır. Günlük yaşam koşullarında konuşma anlaşılabilirliği, konuşma seviyesi, konuşma telaffuzu, konuşmacı - dinleyici mesafesi, ses basınç seviyeleri ve müdahale gürültüsünün bir dereceye kadar diğer özelliklerinin yanı sıra oda özelliklerinden (örn. yankılanma) etkilenir. Dinleyicinin işitme keskinliği ve dikkat seviyesi gibi bireysel yetenekleri de konuşmanın anlaşılabilirliği için önemlidir. Konuşma iletişimi, odanın yankılanma özelliklerinden etkilenir. Örneğin, 1 saniyeden büyük yankılanma süreleri, konuşma iletişimde kayıp üretir. Daha uzun yankılanma süreleri, özellikle yüksek arka plan müdahale gürültüsü ile kombine edildiğinde, konuşma algısını daha zor hale getirir. Sessiz bir ortamda bile, savunmasız gruplar tarafından yeterli konuşma anlaşılabilirliği için 0,6 saniyenin altındaki bir yankılanma süresi arzu edilir. Örneğin, yaşlı ve işitme engelli kişiler için, konuşma anlaşılabilirliği için en uygun yankılanma süresi 0,3 – 0,5 saniyedir (Plomp, 1986).

Normal işiten dinleyicilerin tam cümle anlaşılabilirliği için, sinyal-gürültü oranı (yani konuşma düzeyi ve gürültü ses

basıncı düzeyi arasındaki fark) 15-18 dBA olmalıdır. Bu, daha küçük odalarda 35 dBA'nın üzerindeki gürültü seviyelerinin konuşmanın anlaşılabilirliği etkilediğini göstermektedir (Bradley, 1985). Daha önceki öneriler, 45 dBA kadar yüksek ses basınç seviyelerinin kabul edilebilir olacağını ileri sürüyordu. (EPA, 1974). Yüksek sesle kurulan cümleler, 55-65 dBA'ya varan gürültü seviyeleri için %100 anlaşılabilir olabilir. Karmaşık mesajlar dinlerken (okulda yabancı dilde dinleme, telefon görüşmesi) konuşmanın anlaşılabilir olabilmesi için, sinyal- gürültü oranının en az 15 dBA olması önerilir. Böylece, 50 dBA'lık konuşma seviyesiyle, (bu seviyenin 1 metre uzağında, hem kadın hem de erkeklerin günlük konuşma seviyesine denk gelir), gürültüyle karışan ses basıncı seviyesinin 35 dBA'yı aşmamalıdır. Hassas gruplar için daha düşük ses seviyelerine ihtiyaç vardır. Hassas durumlarda savunmasız kişiler için en katı kriterleri karşılamak mümkün değilse, mümkün olduğunca düşük gürültü seviyeleri için çaba gösterilmelidir.

### 2.2.3.3. Gürültüye bağlı uyku bozukluğu

Kesintisiz uykunun, sağlıklı kişilerin iyi fizyolojik ve zihinsel işleyişi için bir ön koşul olduğu bilinmektedir ve çevresel gürültünün uyku bozukluğuna önemli bir etkisi olduğu kabul edilir. Gürültülü ortamlarda bildirilen uyku bozukluğu vakalarının %80-90'nın dışarıdaki gürültüden kaynaklanmayan nedenler olduğu tahmin edilmektedir. Gürültüye maruz kalmanın uyku üzerindeki etkisini anlamak için kontrollü ortamlardaki deneysel araştırmalardan faydalanılmaktadır. Normal yaşam durumlarında insanlarla yapılan saha çalışmalarının sayısı yetersiz kalmaktadır. Uyku bozukluğu ile ilgili son zamanlarda yapılan araştırmaların çoğu uçak, karayolu trafiği ve demir yolu gürültüsünü incelemektedir.

Birincil uyku bozukluğu etkileri şunlardır: uykuya dalmada zorluk, sık sık uyanma ve uyku evrelerinde veya derinlikte değişiklikler, özellikle REM2 uyku oranının azalmasıdır. Diğer fizyolojik etkiler ise artan kan basıncı da dâhil olmak üzere uyku sırasında gürültü kaynaklı yüksek kalp atış hızı, artan parmak nabız gerginliği, damar büzülmesi, solunum değişiklikleri, kalp çarpıntısı ve vücut hareketlerinde artış. Bu fizyolojik etkilerin her biri için hem gürültü eşiği hem tepki eşiği farklı olabilir. Farklı sesler de farklı bilgi içeriğine sahip olabilir ve bu da fizyolojik eşik ve gürültü tepki ilişkilerini etkileyebilir.

Akşam saatlerinde maruz kalınan gürültü ayrıca gecikmiş etki denilen ikincil etkilere (yan etkilere/tali etkilere) neden olmaktadır. Bu etkiler gece kalınan gürültü maruziyetini izleyen gün kişi uyanırken ölçülebilecek etkilerdir. Gecikmiş (ikincil) etkiler arasında uyku kalitesinde azalma, artan yorgunluk, depresyon hali veya mutluluk ve performans düşüklüğü sayılabilmektedir.

Uzun vadeli psikososyal etkiler gece boyunca maruz kalınan gürültü ile ilişkilendirilmektedir. Gece boyu maruz kalınan gürültüyü takip eden 24 saat içinde bireyler tarafından maruz kalınan toplam gürültü tacizini arttırmaktadır. Çeşitli araştırmalar, gece gürültüsüne

maruz kalan bölgelerde yaşayan insanların daha fazla yatıştırıcı veya uyku hapi kullandığını da göstermiştir. Gece gürültüsünün sıklıkla rapor edilen(bildirilen) diğer davranışsal etkileri arasında yatak odası pencerelerinin kapalı tutulması ve kulak tıkacı kullanımı yer almaktadır. Yaşlılar, vardiyalı çalışanlar, fiziksel ve zihinsel rahatsızlıklara yatkın olanlar ile uyku güçlüğü çeken bireyler gece gürültüsüne karşı hassas gruplardır.

Anket verileri gece gürültüsünün uyku kalite algısı üzerindeki önemini göstermektedir. Bu bağlamda farklı trafik gürültüsüne sahip sekiz ayrı yol kenarı bölgesinde yaşayan 3.600 kadına (20-80 yaş) yönelik olarak yapılan yeni bir Japon araştırması, algılanan uyku kalitesinin dört temel ölçüsünün (uykuya dalmadaki zorluk, uyku sırasında uyanma, erken uyanma, haftada bir veya birkaç gün uykusuzluk hissi) gece boyunca gerçekleşen ortalama trafik yoğunluğuyla önemli ölçüde ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. 19 insomnia (uykusuzluk) vakası derinlemesine incelenmiş, bu hastaların uyku sırasında açık ve kapalı ses basıncı düzeyleri ölçülmüştür. Çalışma, geceleyin 30dB'i aşan düzeydeki trafik gürültüsünün uyku bozukluğunu tetiklediğini göstermiştir (Berglund, Lindvall, & Schwela, Guidelines For Community Noise, 1999). Ancak bu çalışma, binaların ses yalıtımına sahip olup olmaması ve yatak odalarının kapalı cam sayısı gibi unsurları dikkate alınmadan sorgulanmıştır. Ayrıca bu çalışmada sadece iki uyku bozukluğu belirtisi(uyanma ve uyku evresi değişiklikleri) dikkate alınmıştır. Bu nedenle, toplu analizler diğer önemli uyku bozukluğu belirtilerini ihmal etmiştir. Örneğin, karayolu trafik gürültüsü için algılanan uyku kalitesi hem uykuya dalmak için gereken süreye hem de toplam uyku süresine bağlıdır. Gürültüye karşı daha duyarlı olan bireyler, hem saha çalışmalarında hem de laboratuvar çalışmalarında uyku kalitesini daha kötü bildirmektedir.

Saha ve laboratuvar çalışmalarının toplu analizleri, tek gecelik bir gürültü olayına mahsus ses seviyesi ile insanların uyanma yüzdesi veya uyku evresi değişiklikleri arasında bir ilişki olduğunu desteklemektedir. Tüm bu çalışmalar, her bir ses seviyesi değeri için gecelik uyanma sayısının gece gürültü olaylarının sayısı ile orantılı olduğunu varsaymıştır. Ancak, sonuçlar uyuyan grubun küçük bir grup olması, az sayıda orijinal araştırma bulunması, içerdeki gürültü maruziyetinin dışardaki ses basınç düzeyinden yola çıkarak tahmini gibi metodolojik nedenlerle eleştirilmiştir. Toplu (meta) analizlerin en önemli sonucu, laboratuvar ve saha çalışmaları için doz-cevap eğrileri arasında belirgin bir farkın bulunması ve gürültünün gerçek yaşam koşulları altında daha düşük bir etkiye sahip olmasıdır.

Meta-analizlerin bir başka eleştirisi ise laboratuvar deneylerinin geceleyin gerçekleşen gürültü olaylarına karşı bireylerde alışkanlığın meydana geldiğini ve gece başına artan ses maruziyetleri ile gürültünün neden olduğu uyanışın azaldığını göstermesidir. Bu durum toplu analizlerde kullanılan geceleyin gerçekleşen gürültülü olayların sayısı ile uyanma yüzdesi arasında doğrusal bir ilişki olduğu varsayımı ile ters düşmektedir. Çalışmalar

<sup>2</sup> REM = Hızlı göz hareketi (Rapid eye movement)

ayrıca, gürültü kaynaklı uyanmaların sıklığının birbirini izleyen sekiz gece boyunca azaldığını göstermiştir (Berglund, Lindvall, & Schwela, Guidelines For Community Noise, 1999).

Diğer çalışmalar, reaksiyon ihtimalini belirleyen şeyin gürültü olayının mutlak ses basınç seviyesinden ziyade gürültü olayı ile arka plan arasındaki ses basınç seviyeleri arasındaki farklılık olduğunu desteklemektedir. İki gürültü olayı arasındaki zaman aralığının da bir yanıt (reaksiyon) elde etme ihtimali üzerinde önemli bir etkisi vardır. Bir başka olası faktör ise kişinin yaşı olup, yaşlı kişilerin uyanma olasılığı artmaktadır. Ancak, başka bir saha çalışması da gürültüye bağlı uyanmaların yaştan bağımsız olduğunu göstermiştir (Reyner & Home, 1995).

İyi bir uyku için, iç ortamdaki ses basınç seviyesinin gece başına 10-15 kereden fazla 45 dB LA<sub>max</sub>' ı aşmaması gerekmektedir. Çoğu çalışma ayrıca 55-60 dBA'lık ses seviyesi değerlerinde uyanma yüzdesinde bir artış olduğunu ortaya koymaktadır. Uçak gürültüsüne yaklaşan aralıklı olaylarda, 10-30 saniyelik etkili bir süre için, 55-60 dBA'lık ses seviyesi değerleri 45 dB'lik bir LA<sub>max</sub> değerine karşılık gelir. Bu olayların %10 ila 15'i 8 saatlik bir gece boyunca 20-25 dB'lik bir LA<sub>eq</sub> uygular. Bu, sürekli gece-zaman gürültüsü maruziyeti için 30 dB'in 8 saatlik LA<sub>eq</sub> değeri için 5-10 dB'in altındadır ve gürültüye maruz kalma için gece-zaman limitlerini ayarlarken gürültünün aralıklı karakterinin hesaba katılması gerektiğini gösterir. Bu durum ise gürültü olaylarının sayısı ve maksimum ses basınç seviyesi ile bu olayların arka plan düzeyi arasındaki fark göz önüne alınarak gerçekleştirilebilir.

Aşağıdaki hususlara ise ayrıca dikkat edilmelidir:

- Düşük gürültü seviyesine sahip bir ortamda var olan gürültü kaynakları. Örneğin, banliyö yerleşim alanlarında gece trafiği gösterilebilir.
- Gürültü ve titreşim kombinasyonunun üretildiği ortamlar. Örnek olarak, demiryolu gürültüsü, ağır vasıtalar.
- Düşük frekanslı bileşenlere sahip kaynaklar. Maruz kalma sırasında ses basınç seviyesi 30 dBA'nın altında olsa bile rahatsızlıklar oluşabilir.

Uyku üzerindeki olumsuz etkilerden kaçınılması gerekiyorsa, eşdeğer ses basınç seviyesi, kapalı alanlarda sürekli gürültü için 30 dBA'yı geçmemelidir. Gürültü sürekli değilse, uyku bozukluğu en çok LA<sub>max</sub> ile ve etkileri 45 dB veya daha az değerlerinde gözlemlenmiştir. Bu husus arka plan seviyesi düşükse bilhassa doğrudur. Bu nedenle, 45 dBA'yı aşan gürültü olayları mümkünse sınırlandırılmalıdır. Hassas insanlar içinse daha düşük bir limit tercih edilmelidir. Bir yatak odası penceresinin biraz kapalı olması bile dışarıdan içeriye 15 dB'lik bir azalma sağlamaktadır. Uyku bozukluklarını önlemek için eşdeğer ses basınç seviyesi ve ses olaylarının sayısı ile seviyesi dikkate alınmalıdır. Gecenin ilk bölümünde (gürültünün

azaltılması) uykuya dalma özelliği (yetisi) için etkili olduğuna inanılmaktadır.

#### 2.2.3.4. Kardiyovasküler ve fizyolojik etkiler

Mesleki gürültüye maruz kalan işçileri kapsayan epidemiyolojik ve laboratuvar çalışmaları; havalimanları, endüstriler ve gürültülü sokaklar etrafındaki bölgelerde yaşayan genel nüfusta (çocuklar dâhil), gürültünün fizyolojik işlevler üzerinde geçici ve kalıcı etkilere sahip olabileceğine işaret etmektedir. Gürültü, çevresel bir stres oluşturucu olarak kabul edilmektedir. Akut gürültü maruziyeti, artan kan basıncı, artmış kalp hızı ve kan damarlarının daralması gibi geçici değişikliklere yol açan otonom ve hormonal sistemleri harekete geçirir. Uzun süre maruz kaldıktan sonra, genel popülasyondaki duyarlı kişiler, yüksek ses basınç seviyelerine maruziyetle ilişkili hipertansiyon ve iskemik kalp hastalığı gibi kalıcı etkiler geliştirebilir. Etkilerin büyüklüğü ve süresi bireysel özellikler, yaşam tarzı davranışları ve çevresel koşullar tarafından kısmen belirlenir. Sesler ayrıca, özellikle alışılmamış ve ani bir başlangıç olduğunda refleks tepkilerini arttırır.

Laboratuvar ve alan deneyleri, eğer gürültüye maruz kalma geçici ise, fizyolojik sistem, genellikle maruziyetten sonra pozlama süresi aralığındaki bir süre içinde normal (ön pozlama) durumuna geri döner. Maruziyet yeterli yoğunlukta ve öngörülemezlikte ise kalp hızında artış ve periferik vasküler direnç dâhil olmak üzere kalp damar ve hormonal hastalıklar ortaya çıkabilir. Bunlar; kan basıncında, kan viskozitesinde ve kan lipidlerinde değişiklikler, elektrolit dengesinde (Mg/Ca) ve hormonal seviyelerde (adrenalin, noradrenalin, kortizol) kendini göstermektedir. Gürültüye bağlı koroner kalp hastalığı nedeniyle ilk dört etki ilgi çekicidir. Laboratuvar ve klinik veriler, gürültünün insanlarda mide ve bağırsak hareketini önemli ölçüde arttırabildiğini göstermektedir.

Yapılan çalışmalar, LA<sub>eq</sub> (6-22h) için gürültü seviyeleri 65-70 dB'yi aştığında iskemik kalp hastalığını arttırdığını desteklemektedir. Karayolu trafik gürültüsü LA<sub>eq</sub> (6-22h) ile LA<sub>eq</sub> (24h) arasındaki fark genellikle 1,5 dB'dir. Yatak odasının yönelimi, pencere açma alışkanlıkları ve maruz kalma süreleri dikkate alındığında, kalp hastalığı riski biraz daha yüksektir. Ancak bugüne kadar yapılan analizlerde tutum, davranışsal ve çevresel faktörler yeterince dikkate alınmamıştır. Epidemiyolojik çalışmalarda, trafik gürültüsünün iskemik kalp hastalığı üzerinde etkili olduğu en düşük seviye, 24 saat LA<sub>eq</sub> için 70 dB'dir.

Sonuç olarak, kardiyovasküler etkilerin hem hava ve hem de karayolu trafik gürültüsü için LA<sub>eq</sub>'enin, 65-70 dB veya daha üstündeki dB değerlerinde 24 saat aralığında ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte, bu etki iskemik kalp hastalığının ortaya çıkma olasılığını hipertansiyona göre daha çok arttırmaktadır. Ayrıca bu gibi küçük riskler potansiyel olarak önemlidir, çünkü çok sayıda kişi sürekli

<sup>3</sup> Kalbin oksijen gereksinimini, gelen koroner akım miktarı karşılayamaz ise kalp kası beslenme bozukluğu (iskemi) ortaya çıkar.

olarak bu gürültü seviyelerine maruz kalmaktadır veya gelecekte maruz kalma ihtimali yüksektir. Bunlara ek olarak, çalışmalarda sadece ortalama risk göz önünde bulundurulmakta ve popülasyonların hassas alt grupları yeterince tanımlanmamaktadır. Örneğin, risk faktörlerinde % 10'luk bir artış (%1,1'lik bir göreceli risk), yılda 100.000 kişi başına düşen 200 vakaya kadar bir artış anlamına gelebilir. Stres hormonları, magnezyum seviyeleri, immünolojik göstergeler ve mide-bağırsak rahatsızlıklar gibi diğer gözlenen psikofizyolojik etkiler, gürültü kirliliğinin etkisiyle ilgili sonuçlar için çok tutarsızdır.

### 2.2.3.5. Gürültünün psikolojik etkileri

Ruh sağlığı, bireyin kendisi ve çevresi ile bir uyum ve denge içerisinde olmasıdır. Çevresel gürültünün akıl hastalığının doğrudan bir sebebi olduğuna inanılmamaktadır, ancak gizli ruhsal bozukluğun gelişimini hızlandırdığı ve yoğunlaştırdığı varsayılmaktadır. Çevresel gürültünün akıl sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri üzerine çalışmalar, kaygı da dâhil olmak üzere çeşitli belirtileri kapsamaktadır. Duygusal stres, mide bulantısı, baş ağrısı, kararsızlık, saldırganlık, cinsel iktidarsızlık, ruh halindeki değişiklikler, sosyal çatışmalarda artış, nevroz, psikoz ve histeri gibi genel psikiyatrik bozukluklardır. Büyük ölçekli nüfus çalışmaları, gürültüye maruziyet ile ruh sağlığı değerlendirmesi arasındaki ilişkileri göstermektedir. Bunlara standart psikolojik belirti profilleri, psikoterapi ilaçların alımı, sakinleştiricilerin ve uyku haplarının tüketimi örnek verilebilir.

Yüksek düzeyde mesleki gürültüye maruz kalmak nevroz ve asabilik gelişmesi ile ilişkilendirilmektedir. Ancak çevresel gürültünün ruh sağlığı ile bağlantısını gösteren bulgular net değildir. Bu alandaki tek çalışma, yol trafik gürültüsü seviyesi ile küçük psikiyatrik bozukluklar arasında bir ilişki olduğunu göstermiştir. Psikiyatrik bozuklukların, gürültüye maruz kalmaktan çok, gürültü duyarlılığı ile ilişkili olduğu ve bunun temel kaygısının düzeltilmesinden sonra yok olduğu bulunmuştur. Bu ve diğer sonuçlar, savunmasız grupların dikkate alınmasının önemini göstermektedir, çünkü bu grup istenmeyen çevresel gürültü ile yeterince başa çıkamamaktadır. Özellikle çocuklar, yaşlılar ve hasta olan insanlar, depresyon ile yeterince başa çıkamayabilirler. Eldeki verilerin azlığına rağmen, toplum gürültüsünün ruh sağlığını olumsuz yönde etkileme olasılığı, sakinleştiriciler ve uyku hapları gibi tıbbi ilaçların kullanımı, psikiyatrik belirtiler ve akıl hastanesi yatış oranları üzerine yapılan çalışmalarla izlenebilmektedir (Berglund & Lindvall, Community Noise., 1995).

### 2.2.3.6. Gürültünün performans oluşturan etkileri

Mesleki gürültüye maruz kalan işçilerde, gürültünün bilişsel görev performansını olumsuz yönde etkilediği gözlemlenmektedir. Çocuklarda da çevresel gürültü, bir dizi bilişsel ve motivasyon parametresini bozar. Bununla birlikte, evde çevresel gürültünün yetişkinlerde bilişsel performansı bozup bozmadığı konusunda yayınlanmış hiçbir çalışma bulunmamaktadır. Gürültünün performans

ve güvenlik üzerindeki etkileriyle ilgili az sayıda saha çalışması, gürültünün bir görev bozukluğu yaratabileceğini ve işteki hataların sayısını artırdığını, ancak etkilerin gürültü türüne ve gerçekleştirilmekte olan göreve bağlı olduğunu göstermiştir.

Laboratuvar ve işyeri çalışmaları, gürültünün dikkati dağıtan bir uyarıcı olarak hareket edebileceğini göstermektedir. Ayrıca, dürtüsel gürültü olayları (örneğin sonik patlamalar), keskin tepkilerin bir sonucu olarak yıkıcı etkiler yaratabilir. Kısa vadede, gürültüye bağlı uyarılma basit görevlerin kötü performansına yol açabilir, ancak bilişsel performans daha karmaşık görevler için önemli ölçüde bozulur (örneğin ayrıntılara veya çoklu işaretlere sürekli dikkat gerektiren görevler veya büyük miktarda çalışma belleği gerektiren görevler karmaşık analitik süreçler gibi). Etkilerin bazıları işitsel anlama ve dil edinimi kayıplarıyla ilgilidir. Bilişsel etkilerin başında okuma ve problem çözme zorlukları ile motivasyon ve hafızada bozukluklar gelmektedir.

Sürekli gürültü maruziyeti, performans üzerinde olumsuz etkiler yaratır. Los Angeles havaalanının çevresindeki okullarda öğrenim gören öğrencilerin, okuma yazma konusunda yetersiz oldukları ve zorlu deneylerle kalıcılığa sahip oldukları tespit edilmiştir. Gürültünün yoğunluğundan ziyade gürültünün kontrol edilemezliği, en kritik değişken olarak gözükmektedir. Los Angeles havaalanının hareket alanı etrafında gürültüye maruz kalan okul çocukları üzerine yapılan çalışmalar bu savı doğrulamaktadır. Ayrıca artan stres hormonu seviyeleri ve istirahatte kan basıncının yükselmesi gibi duygusal uyarılma durumları da artmaktadır. Uçak gürültüsü için erken çocukluk döneminde kronik maruziyetin okuma edinimini bozduğu ve motivasyon kabiliyetlerini azalttığı göstermiştir. Son zamanlardaki endişeye eşlik eden psikofizyolojik değişimler (tansiyon ve stres hormon seviyeleri) maruz kalma süresinin uzadığı hallerde, hasarın arttığını göstermektedir. Bu durum, gündüz bakım merkezlerinin ve okulların otoyollar, havaalanları ve sanayi siteleri gibi ana gürültü kaynaklarının yakınında bulunmaması gerektiğini göstermektedir (Berglund & Lindvall, Community Noise., 1995).

### 2.2.3.7. Gürültünün konut alanlarındaki genel davranış üzerindeki etkileri

Gürültü, rahatsız edici olmanın yanı sıra, konut sakinlerinde bir takım sosyal ve davranışsal etkiler yaratabilir. Sosyal davranıştaki değişikliklere yardımcı azalma ve artan saldırganlık örnek verilebilir. Gürültüye maruz kalmayla ilişkili olsa da, yalnızca gürültüye maruz kalmanın saldırganlık üretmeye yeterli olmadığı düşünülmektedir. Bununla birlikte ortaya çıkan kıskırtma veya önceden var olan düşmanlık, saldırganlığı tetikleyebilir. Ayrıca, hem maruz kalma sırasında hem de maruziyetten bir süre sonra insanların yardım etmeye istekli olduklarından şüphe edilmiştir. Oldukça tutarlı kanıtlar, 80 dBA'nın üzerindeki gürültünün azaltılmış yardım davranışları ve artan saldırgan davranışlarla ilişkili olduğunu göstermektedir. Özellikle, yüksek seviyeli sürekli gürültü maruziyetinin, okul çocuklarının çaresizlik



duygularına yatkınlığına katkıda bulunabileceği endişesi bulunmaktadır (Evans & Lepore, 1993).

Toplum gürültüsünün etkileri, maruz kalan bireyler arasında sıkıntı derecesini (düşük, orta, yüksek) değerlendirerek okuma, televizyon izleme ve iletişim gibi belirli faaliyetlerin bozulması olarak değerlendirilebilir. Duyulan rahatsızlık ve aktivite bozuklukları arasındaki ilişki her zaman doğrudan değildir. Uçak gürültüsüne maruz kalanlar için en önemli etkiler eğlence faaliyetleri ve televizyon izlemekte yaşanan sorunlardır. Bu, uyku bozukluğunun baskın etkisi olduğu karayolu trafik gürültüsünün aksine bir durumdur (Berglund & Lindvall, Community Noise., 1995).

Bir dizi çalışma, eşit trafik ve endüstriyel gürültü düzeylerinin farklı büyüklükteki rahatsızlıklarla sonuçlandığını göstermiştir. Bu, tüm trafik seslerinin aynı olduğunu varsayan, meta-analiz ile belirlenen ortalama doz-cevap eğrilerinin eleştirilmesine yol açmıştır. Üç tip trafik gürültüsü (yol, hava, demiryolu) ile ilişkili olan rahatsızlık eğrilerinde, yüksek veya orta derecede rahatsız edilen insanların yüzdesi, gündüz ve gece sürekli eşdeğer ses seviyesi ile ilişkilidir. Bu durumda, Ldn (gündüz ve gece sürekli eşdeğer ses basıncı seviyesi) üç tip trafik gürültüsünün her biri için nüfusta yüksek derecede rahatsız olan kişilerin oranı artmaya başladı. Uçak gürültüsü, önceki trafik analizleriyle tutarlı olarak aynı Ldn maruziyeti için karayolu trafiğinden daha güçlü bir sıkıntı tepkisi üretmiştir.

#### 2.2.4. Gürültünün kontrol altına alınması

Gürültü kirliliğinin önlenmesinde üç adım bulunmaktadır. Birincisi ve en önemlisi gürültüyü kaynağa azaltılmaktır. Bunun için aşağıdaki önlemlerin alınması gerekmektedir.

- Gürültü oluşturan işlemi daha az gürültü oluşturan işlemle değiştirmek,
- Daha sessiz araçlar veya makinalar edinmek,
- Daha fazla ses üreten araç veya makinanın çalışmasını izlemek ve düzenlemek gerekir.

Gürültünün kaynağından giderme işlemi mühendislik işlemidir. Makinalarda ve taşıtlarda dizayn aşamasında gürültüyü önlemek önemlidir. Gürültüyü önleyen ikinci ölçü, alıcıda gürültünün kontrol edilmesidir. Kaynağında ve izlediği yolda sesin sınırlandırılmaması veya önlemlerin gerçekleştirilememesi durumunda gürültüye maruz kalan kişi üzerinde koruyucu önlemlerin alınmasıdır. Şekil 6'da çeşitli koruyucu önlemler gösterilmektedir



Şekil 6: Kulak tıkacı ve manşonlar (kulaklık) (T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, 2012)

Üçüncü tedbir ise çevre denetimidir. Bu durumda en önemli adım insanda gürültü farkındalığının oluşturulmasıdır. Bu ise çocukluktan başlayarak gürültünün çevre kirliliğine neden olan bir öge olarak öneminin ve sağlıkla ilgili etkilerinin işlenmesi ile mümkün olmaktadır.

Önceki bölümler göz önüne alındığında genel olarak gürültü kirliliğine karşı alınabilecek önlemler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Kent planlaması yapılırken endüstriyel gürültü kaynaklarının ve otoyolların yaşam alanlarından ayrı tutulması,
- Mimaride akustiğe daha fazla önem verilmesi,
- Gürültülü iş yerlerinin (fırınlar, imalat atölyeleri, oto kaporta) dairelerin alt katlarına veya yakınlarında olmasının önlenmesi,
- İmar düzenlemelerinde zorunlu ses yalıtım malzemeleri ile ilgili maddelerin konması,
- Çalışanların maruz kaldığı gürültüyü idari önlemlerle güvenlik sınırları içinde tutmak,
- Gürültü olasılığı yüksek yerlerin düzenli olarak izlenmesini sağlayacak sistemlerin kurulması,
- Araçların geçiş yolları ile yaşam alanları arasında mesafe korunarak tampon bölge kurulması,
- Motorlu araç sayısındaki artışın kontrol altında tutulması,
- Egzozlara susturucu takılmasının denetlenmesi,
- Geniş yolların yapılması,
- Yapacakları gürültüyü göz önünde bulundurarak hava, kara denizi ve demiryolu taşımacılığının planlanması,
- Havaalanları yaşam ve iş alanlarından en az 17 km uzağa yapılması,
- Klakson çalma yasağının denetlenmesi;
- Şehir içinde yer alan sanayinin şehir dışındaki bölgelere taşınması,
- Yerleşim yerlerindeki kamuya açık eğlence yerlerinin yapılan düzenlemelere bağlı kalarak çalışmaları,
- Özel taşıtlar yerine toplu taşıma araçlarının kullanılmasının teşvik edilmesi, toplu taşıma sayılarının artırılmasına paralel olarak konut alanları içerisinden veya çok yakından geçmemeleri için gerekli önlemlerin alınması,
- Binalarda yalıtım malzemelerinin kullanılması,

Kentsel alanlarda ağaçlandırma faaliyetlerine ağırlık verilmesi özellikle otoyol kenarlarının ağaçlandırılması, çevre kirliliğine neden olan gürültüyü önlemek için alınabilecek önlemlerdir.

Ülkemizde, gürültü konusunda Türk Standartları Enstitüsü, Uluslararası Standart Örgütü'nün belirlediği standartları uygun biçimde saptamaktadır. Bu standartlar üç grupta toplanabilir:

- Genel amaçlı standartlar, gürültü şiddetini ve seviyesini belirlemeye yöneliktir.
- Gürültü ölçümleriyle ilgili standartlar, motorlu araçlardan gelen gürültünün ölçüm yöntemini içermektedir.

- Gürültünün değerlendirilmesiyle ilgili standartlar, ses yalıtımının değerlendirilmesi ve farklı yerlerde meydana gelen gürültüyü değerlendirilmesi amacıyla yapılan analiz, yöntem ve teknikleri içermektedir.

Gürültü insanların sağlığına verdiği hasarların yanı sıra hayvan neslinde de menfi etkiler verdiği bilinmektedir. Gürültü hayvan neslinin ürkmesine ve bunun sonucunda yerleşim alanlarını değiştirmelerine neden olmaktadır. Bununla birlikte, özellikle besi hayvanlarında olmak üzere gürültü, fizyolojik ve etolojik sebeplerden dolayı davranış değişiklikleri oluşturmaktadır.

### 3. Sonuç ve Tartışma

Endüstrilerde kullanılan makine ve teçhizatların yarattığı gürültü çalışmada geri dönüşümü mümkün olmayan zararlar verebilmektedir. Gürültü, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için çevre kirliliğine sebebiyet veren etmenler arasında sayılmaktadır. Çağımızın önemli sorunlarından olan gürültü çevresel sorunlar içerisindeki yerini artırmaktadır. Bu nedenle gürültüyü önleme, çevre kirliliğini önlemede önemli bir adım sayılmaktadır. Gürültülü ortamlarda çalışan işçilerde işitme bozukluğu en büyük tehlike olarak yerini korumakta ve bu zararın sebebiyet vermiş olduğu işitme kaybının geri dönüşümü bulunmamaktadır.

Ülkemizde her ne kadar iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili düzenlemeler bulunsun da gerekli güvenlik ve sağlık kültürü oluşmadığı için işverenler maliyetlerden kaçınmak için önlemler almaktan sakınmaktadır. Bunun yanı sıra, iş sağlığını önemsemeyen ya da eğitimsiz çalışanlar da KKD (Kişisel Koruyucu Donanım)'leri kullanmamaktadırlar. Bu da çeşitli iş kazalarına ve meslek hastalıklarına sebebiyet vermektedir. Mevzuatta yer alan çalışanların gürültü ve titreşim ile ilgili risklerden korunmalarına dair yönetmeliklerinde bulunan hükümlerin tamamı yerine getirildiğinde, çalışanların gürültünün ve titreşimin kötü etkilerinden korunacağı açıklanmıştır.

### Kaynaklar

- Berglund, B., & Lindvall, T. (1995). *Community Noise*. World Health Organization: [www.who.int/peh/](http://www.who.int/peh/) adresinden alındı
- Berglund, B., Lindvall, T., & Schwela, D. H. (1999). *Guidelines For Community Noise*. Geneva: World Health Organization.
- Bradley, J. S. (1985). Uniform Derivation of Optimum Conditions for Speech in Rooms. *National Research Council, Building Research Note, BRN 239, Ottawa, Canada*, 18.
- Dedeler, H. (2008). *Bir İşletmede İşyeri Fiziksel Risk Etmenlerinin Çalışanların Sağlığına Olan Etkisinin Saptanması Ve Değerlendirilmesi*. Edirne.
- EPA, U. (1974). *Information on levels of environmental noise requisite to protect public health and welfare with an adequate margin of safety*. Washington, D.C., USA.: U.S. Environmental Protection Agency,.
- Erdoğan, A. A. (2016). Yaşlılık Döneminde İşitme Kaybı ve İşitme Kaybına Yaklaşımlar. *Turkish Journal of Family Medicine and Primary Care*, 25-33.
- Evans, G. W., & Lepore, S. J. (1993). Nonauditory Effects of Noise on Children: A Critical Review Vol. 10, No. 1. *Children's Environments*, 31-51.
- ILO. (1977). *Working Environment (Air Pollution, Noise and Vibration) Convention, 1977 (No. 148)*. Cenevre.
- Kürklü, G., Görhan, G., & Burgan, H. İ. (2013). Çalışma Hayatında Gürültünün Etkisi Ve İnşaat Teknolojileri Eğitimi Açısından Değerlendirilmesi. *SDU International Journal of Technologic Sciences*, 22-35.
- Özmen, A. (2014). *Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik Hükümlerinin Örneklerle Ve Saha Uygulamalarıyla Açıklanması*. Ankara.
- Plomp, R. (1986). A Signal to Noise Ratio Model for the Speech Reception Threshold of the Hearing Impaired. *Journal of Speech and Hearing Research* 29, 146-152.
- Reyner, A., & Home, J. A. (1995). Gender- and Age-Related Differences in Sleep Determined by Home-Recorded Sleep Logs and Actimetry From 400 Adults. *American Sleep Disorders Association and Sleep Research Society*, 127-134.
- T.C. Milli Eğitim Bakanlığı. (2012). *Gürültünün Etkileri*. Ankara.
- T.C. Resmi Gazete. (2006, 5 31). *Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu*. Başbakanlık Basımevi: <http://www.resmigazete.gov.tr/main.aspx?home=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2006/06/20060616.htm&main=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2006/06/20060616.htm> adresinden alındı
- Toprak, R., & Aktürk, N. (2004). Gürültünün İnsan Sağlığı Üzerindeki Olumsuz Etkileri. *Türk Hijyen Deneysel Biyoloji Dergisi*, 49-58.
- Tufaner, F. (2010). Türkiye'nin Çevresel Gürültü Denetim ve Yönetim Politikaları. *Çankırı Araştırmaları Dergisi*, 235.
- Türk Dil Kurumu. (2006, Eylül 26). *Güncel Türkçe Sözlük: TDK*. T.C Atatürk kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu: [http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com\\_gt&sarama=gts&guid=TDK.GTS.5bdb49e896f008.96782881](http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_gt&sarama=gts&guid=TDK.GTS.5bdb49e896f008.96782881) adresinden alındı
- Yağimli, M., & Tozan, H. (2017). *İş Sağlığı ve Güvenliği Temel Eğitimi*. İstanbul: Beta Yayınları.