



**T.C. ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI  
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**

**ÇALIŞANLARIN GÜRÜLTÜ İLE İLGİLİ RİSKLERDEN  
KORUNMALARINA İLİŞKİN UYGULAMA REHBERİ**

**ANKARA, 2018**

## **REHBER HAZIRLIK KOMİSYONU**

Ayhan ÖZMEN, İSG Uzmanı

Zafer ALTIPARMAK, İSG Uzmanı

Barış KONUKLAR, İSG Uzmanı

Ömer DOĞRU, İSG Uzmanı

Dr.Raziye ERTUĞRUL UYAR, İSG Uzmanı

## **YAYINA HAZIRLAYANLAR**

M. Orhan ÖZKAN, İSG Uzmanı

Ayşegül ÖZTÜRK, İSG Uzmanı

Merve KUYUCU, İSG Uzmanı

Dr. Ayşe PİŞKİN, İSG Uzmanı

Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına İlişkin Uygulama Rehberi T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanmıştır. Hazırlanan bu rehberdeki hususlar tavsiye niteliğindedir.

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	5
1. AKUSTİĞİN TEMELLERİ.....	6
1.1 Giriş.....	6
1.2 Ses ve Gürültü.....	6
1.3. Sesi Tanımlamada Kullanılan Basit Parametreler.....	10
1.4. Ses Frekansı Analizi.....	15
1.5. Ses Üretimi ve Yayılımı.....	17
1.6. İşitme Kaybı Riskini Değerlendirmede Kullanılan Terimler ve Tarifler.....	19
1.7. Uyarı Sinyali ve Konuşma Algılaması.....	24
2. RİSK DEĞERLENDİRME PROSEDÜRÜ.....	25
2.1. Mevzuat Yükümlülükleri.....	26
2.2. Gürültü Risk Değerlendirmesine Genel Bakış.....	29
2.3. Gürültü Riski – İlk Kontroller.....	30
2.4. Risk Değerlendirmesinin Planlaması.....	33
2.6. Ölçüm.....	38
2.7. Sonuçların Değerlendirilmesi.....	44
2.8. Çalışanların Bilgilendirilmesi, Görüşlerinin Alınması, Katılımı ve Eğitimi.....	51
3. İŞYERİ TASARIMI.....	52
3.1. Mevzuat Yükümlülükleri.....	52
3.2. Çalışma Ortamı Etkisi (Uygulamada).....	54
3.3. Çalışma Ortamını Tanımlama.....	57
3.4. İşyerindeki Akustik Performansı Artırmak İçin Çözümler.....	59
3.5. Tahmini Gürültü Hesaplaması.....	62
4. GÜRÜLTÜ MARUZİYETİNİN AZALTILMASI.....	64
4.1. Mevzuat Yükümlülükleri.....	64
4.2. Gürültü Maruziyetini Azaltma Yolları.....	66
4.3. Gürültü Azaltma Yöntemlerinin Sınıflandırılması.....	67
4.4. Yönetimsel Yapının Eylemleri.....	69
4.5. Kaynaklardaki Eylemler.....	74
4.6. Havadaki İletim Konusundaki Eylemler.....	78
4.7. Katı İçinde Yayılma/İletim Konusundaki Eylemler.....	84
4.8. Çözüm Bulma: Özellikler.....	86
5. SESSİZ İŞ EKİPMANI ALIMI.....	88
5.1. İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununda Belirtilen Şartlarda Sessiz İş Ekipmanının Alımı.....	88
5.2. Makina Emniyeti Yönetmeliği ve Açık Alanda Kullanılan Ekipman Tarafından Oluşturulan Çevredeki Gürültü Emisyonu İle İlgili Yönetmelik.....	90
5.3. Gürültü İle İlgili Standartlar.....	95
5.4. İş Ekipmanından Yayılan Gürültünün Azaltımı.....	97
5.5. Sessiz İş Ekipmanı seçimi.....	98
6. KİŞİSEL KORUYUCU DONANIM (KKD): KİŞİSEL KULAK KORUYUCULARIN NİTELİKLERİ VE SEÇİMİ.....	102
6.1. Mevzuat Yükümlülükleri.....	102
6.2. Giriş.....	104
6.3. KULAK KORUYUCU TİPLERİ.....	106

6.4. Kulak Koruyucu Parametreleri ve Performansa Etkileri .....	108
6.5. En Uygun Kulak Koruyucu Tipi Seçimi .....	109
6.6. Kullanma Süresine Göre Kulak Koruyucunun Etkin Koruması .....	116
6.7. İşveren ve Çalışanlar İçin Bilgi .....	117
6.8. Özel Durumlar .....	118
7. İŞİTME KAYBI VE SAĞLIK GÖZETİMİ.....	118
7. 1. Mevzuat Yükümlülükleri.....	118
7.2. İşitme Sistemi Hasar Örnekleri.....	121
7.3. Dış Faktörlerden Kaynaklı İşitme Hasar Örnekleri.....	123
7.4. İşitme Sistemi Hasarının Etkileri.....	126
7.5. Gürültünün Ekstra-Aural Etkileri .....	128
7.6. Odyometri Testi .....	129
7.7. İşitme Kaybı Göstergeleri.....	130
EK-1 UZMANLAR İÇİN EKİPMAN GÜRÜLTÜSÜ EK BİLGİLER VE ÖZET FORMU .....	133
EK-2 İNSAN KULAĞININ YAPISI .....	138
KAYNAKLAR.....	142

## ÖNSÖZ

Makineleşmenin artması ve sanayinin gelişmesi ile birçok sağlık ve güvenlik riski de beraberinde artmıştır. Çalışma hayatının her alanında çalışanlar, yapılan işin doğasına göre sağlık ve güvenliklerini tehdit eden risk faktörlerine maruz kalmaktadırlar. Bu risklerden biri de gürültü maruziyetidir. Çalışma alanlarında gürültünün varlığı meslek hastalığı, iş kazası, iş performansının düşmesi vb. gibi riskleri ortaya çıkarmaktadır.

Gürültü maruziyetinin sonuçlarından bir tanesi işitme kaybıdır. Maruziyetin önlenmemesi ve sürekli maruziyet sonucu işitme kaybına uğrayan çalışanların hareket özgürlüğünün kısıtlanması, yeniden işe alımda yaşanan güçlükler ya da yeni iş süreçlerine adaptasyon sıkıntısının yanı sıra özel yaşam kalitesinin düşmesine ve çoğu zaman sosyal dışlanmaya maruz kalınmasına neden olacaktır.

Gürültüye maruziyet, işitme kaybının oluşmasının yanı sıra, çalışma alanlarında gürültünün varlığı iletişimde yaşanacak zorluklardan dolayı iş kazası riskini de arttırmaktadır. Gürültü aynı zamanda psikososyal (Ör: stres ve anksiyete) problemlere de neden olmaktadır. Ülkemiz hedeflerinden birisi de istihdamın kalitesini arttırmaktır. Gürültü nedeniyle işitme kaybı vakalarının azaltılması bu hedefin bir parçasını oluşturmaktadır ve bu amacın gerçekleşmesi için her sektörde (özellikle gürültülü sektörlerde) işverenler, çalışanlar, kamu otoriteleri, sağlık çalışanları, iş teftiş yetkisi bulunanlar ve tabii ki KOBİ'ler birlikte ve verimli bir şekilde çalışmalıdırlar. Bu doğrultuda hazırlanan 'Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik' içerdiği hükümlerle çalışma hayatında yukarıda anlatılan risklerden korunmak için bir kılavuz vazifesi üstlenerek yine yukarıda anlatılan tüm paydaşları desteklemektedir.

Bu rehberde; yönetmelik hükümlerinin pratik olarak uygulanmasının nasıl yapılacağı, mesleki gürültü maruziyetinden kaynaklanan riskleri engellenme yöntemleri, kişisel korunmanın yanı sıra toplu korunmayı desteklemeye özen gösterilmesi ile ilgili bilgiler ve örnekler verilmektedir. Ayrıca bu çalışma, çalışanlarının sağlık ve güvenliği korunması amacı ile kuruluşlara en uygun çözümlerin seçilmesi konusunda yardımcı olmayı amaçlamaktadır.

# 1. AKUSTİĞİN TEMELLERİ

## 1.1 GİRİŞ

Akustik, ses bilimidir.

- Bir kişinin yaşama ortamını şekillendiren temel elementlerden birisi sestir.
- Gürültü sesin özel bir tipidir ve çoğunlukla endüstriyel işlemlerle ilişkilendirilir. Gürültünün temel tehlikelerinden biri çalışma ortamında bulunur.
- Sesleri ve gürültüleri duyarız ve onların fiziksel doğasını düşünmeksizin sezgisel olarak adlandırırız.

Aşağıdaki bölümde, akustik olayının tarifinde kullanılan bazı terimlerin açıklamalarını ve aşağıdaki soruların cevaplarını bulabilirsiniz.

- Gerçekte ses nedir?
- Sesi hangi parametreler tarif eder?
- Ses ile gürültü arasındaki fark nedir?

## 1.2 SES VE GÜRÜLTÜ

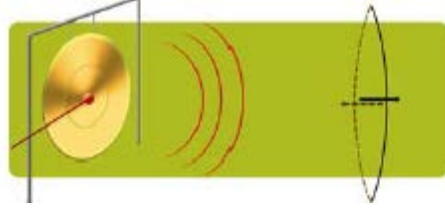
### 1.2.1 SES

Ses, hava boyunca bir ses (veya akustik) dalgası olarak yayılan hava parçacıklarının titreşimidir.

- Hava parçacıkları titreştiği zaman ses oluşur.
- Bu titreşimlerin kaynakları (yani ses kaynağı); titreyen nesnelere, makineler, hava akımları veya darbeler olabilir.

Ses oluşumu, bir gong örneği ile gösterilebilir (Şekil 1.1'e bakınız).

- Gongun yüzeyine vurulduğunda yüzey ileri geri titremeye başlar (çeşitli endüstriyel makinelerin bileşenleri ve muhafazaları aynı şekilde titretebilir).



Şekil 1.1 Gong

- Gongun yüzeyinin ileri hareketlerinde, hava parçacıklarını ileri doğru iter ve bölgesel olarak havanın yoğunluğunu artırır.
- Geri hareketlerinde hava parçacıklarını çeker ve bölgesel olarak havanın yoğunluğunu azaltır (seyreltir).
- Hava parçacıkları, yüzey ile aynı şekilde ileri geri titreşmeye başlar. Bu titreşimler giderek uzak hava parçacıklarına yayılır ve bu şekilde ses oluşur. Bu oluşum, durgun suyun içine bir cisim attığımızda suyun yüzeyinde gözlemlediğimiz olayla benzer bir olaydır. Cisim su parçacıklarını hareket ettirir ve bir dalga üretir.
- Hava parçacıklarının yayılan titreşimlerine ses dalgası denir.
- Hava boyunca hareket eden hava parçacığı titreşimlerine ses hızı denir ve bu hız 340 m/s'dir. Bunun anlamı ses 1 saniyede 340 metre mesafe kat eder.

#### Örnekler:

Ses üreten bir ekipmandan 340 metre uzakta bulunan bir kişi, üretilen sesi 1 saniye sonra duyar.

Ses hızının kolay gözlemlenmesini sağlayan en yaygın olay elektrik boşalmasıdır. Işık, sestten bir milyon kez daha hızlı hareket eder, bu yüzden gök gürültüsünün ilk olarak ışığını görür ve sonra sesini duyarız. Gök gürültüsünün ışığını gördükten 3 saniye sonra sesini duyduğumuzda, basit bir hesapla, elektrik boşalması  $3 \times 340 = 1020$  m uzaklıkta meydana gelmiştir.



## 1.2.2. GÜRÜLTÜ

Gürültü istenmeyen sestir.

- Sıklıkla insanlar gürültüyü, işitme duyusuna zarar veren yüksek seslerle ilişkilendirir. Olası sağlık etkilerini düşünürsek gürültüyü, işitme hasarına yol açan yüksek ses olarak tanımlayabiliriz.
- Yüksek sesler, insan sağlığını etkilemesine rağmen her zaman gürültü olarak algılanmayabilir: Örneğin; bir konser sırasındaki yüksek müzik. Bazı durumlarda da yüksek veya potansiyel hasar etkisi olmayan sesler gürültü olarak algılanabilir. Bu sesler zihinsel yoğunlaşma gerektiren işler (okuma, yazma, sözel iletişim vb.) sırasında konsantrasyonu bozabilir.
- Gürültü büyük ölçüde öznel bir kavramdır ve belirli bir anda istenmeyen herhangi bir ses olarak tanımlanabilir.
- Her tipteki gürültü sestir fakat her ses gürültü değildir. Ancak bu iki terim bu bölümden sonra birbirinin yerine kullanılacaktır.

Şok veya darbe gürültüsü aniden ortaya çıkan yüksek bir gürültüdür.

- Şok veya darbe gürültüleri bir saniyeden uzun sürmez ve arkasından sessiz bir periyod takip eder.
- Çeşitli tipteki etkiler veya patlamalar darbe gürültülerine neden olur.
- Darbe gürültüleri, çarpışan nesnelere tarafından üretilen şok gürültülerdir.

Örnekler:

Patlayan bir balon, çekiç vuruşları, zımba presi ve silah atışları tarafından üretilen gürültü.



Şekil 1.2 Darbe gürültüsü

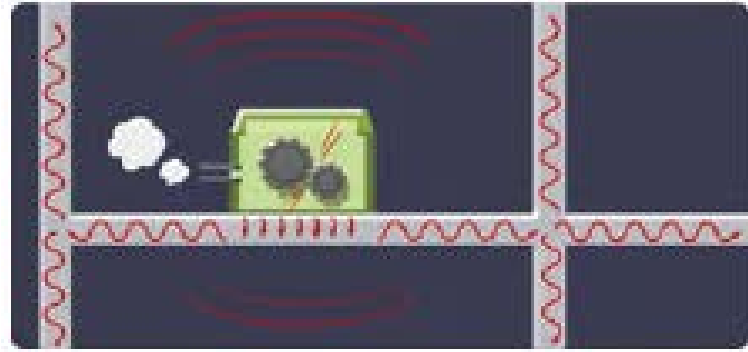
### 1.2.3. HAVADA, SIVIDA VE DİĞER ORTAMLARDA YAYILMA

Akustik dalgalar olan sesler, sadece hava boyunca değil aynı zamanda diğer elastik ortamlar (su, beton veya çelik) boyunca da yayılır.

- Hava boyunca hareket eden sese hava doğuşlu ses denir.
- Katı bir yapıya aktarılan sese yapı doğuşlu ses denir.
- Sıvı boyunca hareket eden sese sıvı doğuşlu ses denir.

Ses kaynaklarının farklı doğaları (hava, sıvı veya katı) olabilir ve gürültüyü azaltmaya yönelik önlemler, ses kaynaklarının doğalarına bağılı olarak farklı olacaktır.

- Hava kaynakları gaz çıkışları, patlamalar vb. olabilir.
- Sıvı kaynakları boruların içinden akan sıvının ürettiğı sesler, şelaleler vb. olabilir.
- Katı kaynaklar çoğunlukla mekanik kontaklar (dişliler, çubuklar, çekiçler vb.) tarafından şekillendirilmişlerdir.



Şekil 1.3 Gürültünün yayılma çeşitleri

Katı bir nesne boyunca hareket eden sesin hızı, havada hareket eden sesin hızından daha büyüktür.

Örnek:

Beton boyunca hareket eden sesin hızı 3800 m/s iken çelik boyunca hareket eden sesin hızı 5100 m/s'dir.

## 1.3. SESİ TANIMLAMADA KULLANILAN BASİT PARAMETRELER

### 1.3.1. FREKANS

Frekans saniye başına periyodik hareketin devir sayısıdır.

- Nesnelerin titreşimleri ve hava hareketi saniye başına farklı devir sayısında oluşabilir.
- Frekans bir saniyede tamamlanan titreşim döngüsü sayısını ifade eder. Frekans 'f' sembolü ile gösterilir ve hertz (Hz) cinsinden ölçülür.
- Parçacık ne kadar hızlı titreşirse, ölçülen frekans o oranda yüksek olur.
- Frekansın birimi hertz'den bin kat büyük olduğunda kHz (kilohertz) olarak tanımlanır ve  $1000 \text{ Hz} = 1 \text{ kHz}$ 'dir.

Örnek:

1 Hz'lik bir frekansın anlamı, nesnenin titreşimini,yani öne ve arkaya hareketini, bir saniyelik bir periyotta tamamlaması demektir.100 Hz'lik bir frekansın anlamı ise, bir molekülün titreşimini, yani 100 defa ileri ve geri hareketini, bir saniyede tamamlaması demektir.

İnsanlar tarafından işitilebilen seslere duyulabilir sesler denir.

- Duyulabilir seslerin frekansları 20 Hz-20 kHz aralığıdır.
- Duyulabilir sesler:
  - Düşük frekanslı işitilen sesler bas, (Şekil 1.4)
  - Yüksek frekanslı işitilen sesler tiz, (Şekil 1.5)olarak ayrılabilir.



Şekil 1.4 Düşük frekanslı sesler



Şekil 1.5 Yüksek frekanslı sesler

### 1.3.2. SES ALTI (İNFRASONİK SES) VE SES ÜSTÜ (ULTRASONİK SES)

20 Hz'in altındaki frekans aralığında bulunan seslere ses altı veya infrasonik ses denir. 20000 Hz'in üstündeki frekans aralığında bulunan seslere ise ses üstü veya ultrasonik ses denir.

- İnfrazonik ve ultrasonik sesler duyulamaz.
- İnsan kulağı tarafından duyulamaz olmalarına rağmen bu frekans aralığındaki sesler insan sağlığını olumsuz etkileyebilir. Baş ağrısına, yorgunluğa vb. neden olabilirler.

### 1.3.3. SES BASINCI

Ses basıncı 'p' (veya akustik basınç) atmosferik basınçta bir basınç değişimidir ve hava boyunca bir dalga olarak yayılır.

- Etrafımızı çevreleyen havanın içinde mutlak bir basınç vardır ve atmosfer basıncı olarak bilinir. Atmosfer basıncının değeri, yayınlanan günlük hava tahminlerinde verilmektedir.
- Ses hava boyunca hareket ederken, yüksek ve düşük hava yoğunluklu bölgeler oluşturur. Bunun anlamı, hava yoğunluğunun yüksek olduğu yerlerde hava basıncı atmosfer basıncından az bir farkla fazlayken, düşük hava yoğunluklu yerlerde (havanın bölgesel olarak seyrekleştiği yerler), hava basıncı atmosfer basıncından az bir farkla düşüktür. Böylece, ses hava boyunca hareket ederken küçük basınç değişiklikleri meydana gelir.
- Sesin yayılmasından kaynaklanan hava basıncındaki küçük değişiklik ses basıncı olarak adlandırılır ve 'p' sembolü ile gösterilir.
- Akustik basınç birimi paskal [Pa]'dır.
- İnsan kulağı ses basıncına tepki gösterir ve böylece sesler duyulmaktadır.
- Bir ses kaynağındaki büyük titreşimler yüksek ses basıncı üretir. Yüksek basınca sahip sesler daha gürültülüdür.

Örnekler:

Bazı seslerin ses basınçları: fısıldama – 0.0003 Pa; buzdolabı – 0.005 Pa; dairesel testere – 5 Pa; pnömatik delici – 10 Pa; uçak kalkışı (yakından) – 30 Pa Atmosfer basıncı – 101.300 Pa

### 1.3.4. SES BASINÇ SEVİYESİ VE DESİBEL

Ses basınç seviyesi (SPL), belirli bir ses için referans ses basınç seviyesine göre logaritmik bir ölçüdür. 'Lp' sembolü ile gösterilir ve desibel [dB] cinsinden ifade edilir. Referans ses basıncı 20 µPa(mikropaskal)'dır.

- 1000 Hz frekansında, işitme duyusu iyi olan bir insan tarafından duyulabilen en düşük seviyedeki sesin basıncı 20 µPa'dır. İnsan tarafından duyulabilecek en gürültülü sesin basıncı ise 20Pa'dır (böyle yüksek basınçlı sesler kulakta ağrı olarak algılanır).
- İnsanların duyabildiği en yüksek gürültülü seslerin basınçları, duyulabilen en sessiz seslerin basınçlarından bir milyon kez daha büyüktür. Bazı ekipmanlar işitme hasarı oluşturacak değerlerin üzerinde gürültü üretir. Örneğin büyük bir silahın ateşlenmesi sonucu meydana gelen sesin basınç değeri: 1000 Pa.
- Bu büyük aralıktaki ses basıncı (Ses basınç aralığının geniş olması), ses basıncının uygun bir ölçü tanımı (Desibel) ile tanımlanması ihtiyacını doğurmuştur. Desibel, [dB] olarak ifade edilir, logaritmik bir büyüklüktür ve ses basınç seviyesi (SPL) olarak tanımlanır. 20 µPa değeri olan referans ses basınç değerinin kaç kat aşıldığının ifadesidir.
- 20 µPa'lık bir ses basıncı için ses basınç seviyesi 0 dB'dir.
- Ses basınç seviyesi ses enerjisi ile ilgilidir. Ses enerjisi veya maruziyet süresi iki katına çıktığında ses basınç seviyesi 3 dB artar.
- Ses basınç seviyesi 10 dB artar veya azalır, ses genellikle sırasıyla iki kat daha gürültülü veya yarım kat azalma şeklinde hissedilir fakat +/- 10 dB'in anlamı, kulağın tehlikede olmasının 10 kat artışı veya azalışı olarak yorumlanır.
- İşitme duyusu iyi durumda olan bir insan, yaklaşık olarak ses basınç seviyesindeki 1-3 dB'lik değişimi algılayabilir (sesin frekansına ve basınç seviyesine bağlı olarak).



*Makina Emniyeti Yönetmeliğine\* göre "İş istasyonlarındaki A-ağırlıklı emisyon ses basınç seviyesi 80 dB(A)'yı aşıyorsa, makinanın yaydığı A-ağırlıklı ses güç seviyesi" ile ilgili bilgi kullanıcı el kitabında verilmelidir.*

*\*03.03.2009 tarih ve 27158 sayılı Resmi Gazete, Makina Emniyet Yönetmeliği (2006/42/AT) Ek I.*

### 1.3.5. SES GÜCÜ VE SES GÜCÜ SEVİYESİ

Ses gücü (P), bir zaman periyodunda (örneğin 1 saniyede) bir ses kaynağından yayılan enerji miktarıdır. Ses gücü watt (W) cinsinden ifade edilir.

- Ses gücü, bir ses kaynağını tanımlamada kullanılan temel parametrelerden biridir, çünkü ses kaynağı ortama bağlı olarak değişmez.
- Ses gücü temel alınarak, ses kaynağına yakın seçilen bir bölgede ses basınç seviyesi oluşturmak mümkündür.

Örnekler:

Ses kaynakları ve bunların ses güçleri: fısıldama – 0.0000001 W; müzik grubu – 5 W; jet uçağı – 100,000 W.

Ses kaynakları tarafından yayılan ses gücü değerlerinin çok geniş aralıkta olmasından dolayı ses gücü seviyesi genellikle desibel cinsinden ifade edilir.

- Ses gücü seviyesinin referans değeri  
 $P_0 = 10^{-12} \text{ W} = 0.000000000001 \text{ W}$

### 1.3.6. SES BASINÇ SEVİYELERİNİN TOPLANMASI

Desibel logaritmik bir büyüklük olduğundan dolayı, farklı gürültü kaynaklarında oluşan ve ortama yayılan gürültüler sonucu meydana gelen toplam ses basınç seviyesi, her bir kaynaktan yayılan gürültünün ses basınç seviyelerinin basit toplama işlemi yapılması ile elde edilemez. Toplam ses basınç seviyesini bulmak için, logaritmik toplama işlemi yapılması gerekmektedir.

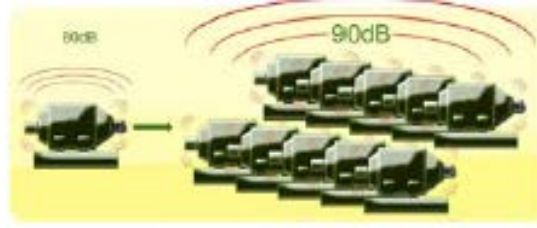
Örnekler:

Bir makine 80 dB'lik bir ses basınç seviyesinde gürültü üretmektedir. Bu makinenin yanına aynı makinadan yerleştirilse iki makine aynı anda çalışırken üretilen ses basınç seviyesi ne olur?



Şekil 1.6 Ses basınç seviyelerinin toplanması

Bu makinelerden 10 adet yan yana çalışırsa üretilen ses basınç seviyesi ne olur? (Şekil 1.7)



Şekil 1.7 Ses basınç seviyelerinin toplanması

80 dB'lik bir ses basınç seviyesinde gürültü üreten bir makinanın yanına 60 dB'lik bir ses basınç seviyesinde gürültü üreten bir makine yerleştirilirse, toplam üretilen gürültünün ses basınç seviyesi ne olur? (Şekil 1.8)



Şekil 1.8 Ses basınç seviyelerinin toplanması

İki makineden üretilen gürültünün ses basınç seviyesini, daha gürültülü olan makine belirler. Makinaların ses basınç seviyeleri arasındaki fark 10 dB'i aşıyorsa, toplam ses basınç seviyesinin, daha gürültülü makinenin yaydığı gürültünün ses basınç seviyesine eşit olduğu düşünülür.

İki kaynağın toplam ses basınç seviyesinin hesaplanmasında aşağıda gösterilen basit metod kullanılabilir:

- Aşama 1 – İki makinenin gürültü seviyeleri arasındaki fark hesaplanır.

- Aşama 2 – İki desibel seviyesinden büyük olana, Tablo 1.1'in ikinci sütununun ilgili satırında belirtilen desibel değeri eklenir.

Tablo 1.1 Ses basınç seviyelerinin toplama hesabı için veri

İki gürültü seviyesi arasındaki sayısal değer [dB(A)]	İki gürültü seviyesinden yüksek olana eklenecek değer [dB veya dB(A)]
0	3.0
1	2.5
2	2.1
3	1.8
4	1.5
5	1.2
6	1.0
7	0.8
8	0.6
9	0.5
10	0.4

- Ses basınç seviyesi farkı 10 dB'i aştığında eklenecek değer ihmal edilebilir ve iki gürültü seviyesinden büyük olan, toplam ses basınç seviyesi olarak alınabilir.

## 1.4. SES FREKANSI ANALİZİ

### 1.4.1. TON VE AKUSTİK SPEKTRUM

Sinüzoidal titreşimin oluşturduğu ses, saf ton veya yalın ton olarak adlandırılır. Akustik bir spektrum, ses basınçlarının veya frekansın bir fonksiyonu olarak ölçülen şiddetlerin dağılımıdır.

- Saf tonlar, yatay eksen frekansı ve dikey eksen ise akustik basınç seviyesini gösteren bir grafik şeklinde gösterilebilir. Bu tip grafikler ses spektrumu olarak adlandırılır.



- Gerçek koşullarda saf tonlar nadiren bulunur. Etrafımızdaki sesler çoğu farklı tonların karışımından oluşur.

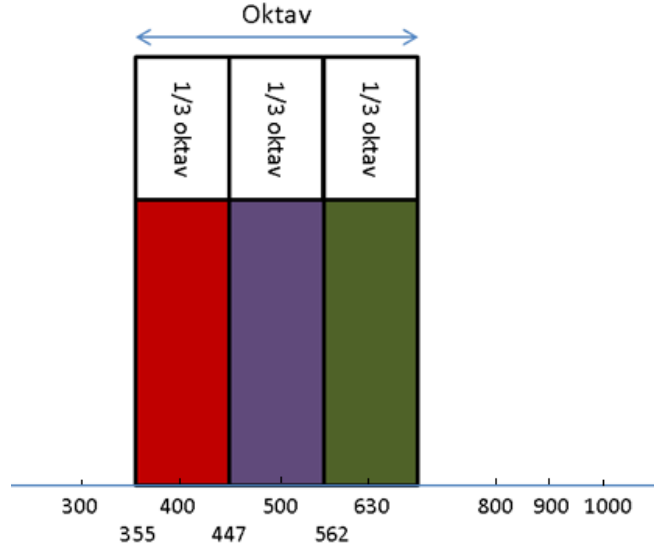
Malzemelerin ve yapıların fiziksel ses özellikleri (izolasyon, absorpsiyon, sönümleme, vb.) gürültünün frekansına bağlıdır. Bu sebeple, gürültüyü azaltmak için ilk aşama frekans spektrumunu ölçmek ve değerlendirmektir.

- Frekans spektrumunu bilmek, belirli bir gürültü için en etkili çözümlün seçilmesine izin verir.
- Gürültü spektrum analizi farklı doğruluk seviyelerine yönlendirir.
- Her bir frekans için ayrı ayrı ses basınç seviyesi ölçümü genellikle gerekli değildir. Önemli frekans bandlarında ses basınç seviyesi ölçümü yeterlidir.

#### **1.4.2. OKTAV VE 1/3 OKTAV BANDLARI**

Oktav band, üst frekansı alt frekansın iki katı olan banddır. Her oktav bandı üç adet 1/3 oktav bandına bölünebilir.

- Kabul edilmiş uluslararası standartlara göre duyulabilir seslerin frekans aralığı 10 oktav banda bölünebilir.
- Oktav ve 1/3 oktav bandları, çoğunlukla merkez frekanslarıyla ifade edilir (TS 1477 EN ISO 266 Akustik - Tercih Edilen Frekanslar bkz.). Aşağıdaki oktav band merkez frekansları tercih edilir: 31.5 Hz, 63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz, 8 kHz ve 16 kHz.



Şekil 1.9 500 Hz merkez frekanslı bir oktav ve 400 Hz, 500 Hz ve 600 Hz merkez frekanslı üç 1/3 oktav bandları

- Ses spektrumu tabanlı bir oktav bandı, oktav spektrumu olarak adlandırılır ve spektrum tabanlı bir 1/3 oktav bandı, 1/3 oktav band spektrumu olarak adlandırılır.
- Gürültü spektrum analizi, 1/3 oktavda daha dar frekans bandlarının kullanımına da yönlendirebilir.

## 1.5. SES ÜRETİMİ VE YAYILIMI

### 1.5.1. YAYILMA, EMİSYON VE İMİSYON

Gürültülü ekipman ses ürettiğinde, ses enerjisi yayar. Sesin bu şekilde yayılmasına emisyon denir.

- Sesin yayılması, bir ses kaynağının titreşim enerjisinin ses enerjisine dönüşmesi ile meydana gelir.
- Emisyon, sadece verilen kaynaktan yayılan sesin miktarıdır.
- Gürültü emisyonu, ses gücü seviyesi veya ses basınç seviyesi olarak ölçülebilir.

İmisyon, belirli ölçüm noktasına ulaşan ve çeşitli ses kaynakları ile oda yansımalarını da içeren ses miktarıdır.

- İmisyon genellikle ses basınç seviyesiyle ölçülür.

## 1.5.2. YÖNELİM

Yönelim, belirlenen yönlerde ses yayma kapasitesidir.

- Bir ses kaynağından yayılan ses enerjisinin miktarı farklı yönlerde değişiklik gösterebilir.
- Gürültülü ekipman belirli bir yöne doğru daha fazla ses enerjisi yayarsa bunun anlamı ses basınç enerjisi diğer yönlere göre bu yönde daha yüksektir.

Örnek:

Bir hoparlör etrafında yüründüğünde, hoparlörün önündeki ses, arkasındakinden ve yan taraftakilerden daha gürültülüdür.

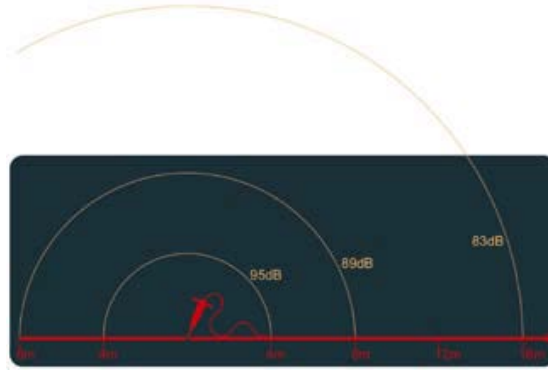
- Bir ses kaynağının yönelim şekli, kaynağın etrafındaki ses basınç seviyeleri ölçülerek belirlenebilir.
- Ses kaynağı yönelim şekli, kaynağın en yüksek ses basınç seviyesinde yaydığı yönü ve diğer yönlerde yayılan ses basınç seviyelerinden ne kadar farklı olduğunu gösterir.
- Bir ses kaynağı her yönde eşit ses enerjisi yayarsa buna tüm yönlü kaynak denir.
- Ses kaynağı yönelimi üretilen ses frekansına bağlıdır.
- Düşük frekanslı ses kaynakları çoğunlukla tüm yönlüdür.

## 1.5.3. SES YAYILIMI VE ODA ETKİSİ

Sesin serbest hareket ettiği açık bir alana, serbest alan denir. Ses kaynağından yayılan ses ile ses kaynağı arasındaki mesafe arttıkça (ses mesafe kat ettikçe), ses basınç seviyesi azalır.

- Ses kaynağı ile yayılan ses arasındaki uzaklık iki katına çıktığında, ses basınç seviyesi 6 dB azalır.

Örnek:



Şekil 1.10 Tek bir kaynaktan serbest alandaki ses yayılımı

Ses dalgaları bir engelle rastladığında, ses enerjisinin bir kısmı yansıtılır, bir kısmı yutulur ve bir kısmı engelden iletilir.

- Yansıma, ses dalgasının bir yüzeye çarparak, gidiş yönünden farklı bir yöne doğru, hareket yönünün değişmesi bir olaydır. Yutma, ses enerjisinin ısıya dönüşmesidir.
- İletim, ses enerjisinin bir engelden geçmesidir.
- Sesin, yansıyan, yutulan veya iletilen kısımları ses frekansının yanı sıra engelin fiziksel özelliklerine ve boyutuna bağlıdır.

## 1.6. İŞİTME KAYBI RİSKİNİ DEĞERLENDİRMEDE KULLANILAN TERİMLER VE TARİFLER

### 1.6.1. RİSK GÖSTERGELERİ OLARAK KULLANILAN FİZİKSEL PARAMETRELER

Çalışanların Gürültü ile Risklerden Korunmalarında Dair Yönetmelikte, risk göstergeleri olarak kullanmak için üç fiziksel parametre tanımlanır: en yüksek ses basıncı, günlük gürültü maruziyet düzeyi ve haftalık gürültü maruziyet düzeyi.

- En yüksek ses basıncı dB (C), günlük ve haftalık maruziyet düzeyleri ise dB (A) cinsinden ifade edilir.
- Böylece:
  - Gürültü maruziyet düzeyi, gürültüye uzun süreli maruz kalma sonucunda oluşan etkilerin değerlendirilmesine imkan verir.

- En yüksek ses basıncı, çok gürültülü seslere (darbe gürültüsü) kısa süreli maruz kalma sonucunda oluşan etkilerin değerlendirilmesine imkan verir.

### 1.6.2. İŞİTME EŞİĞİ

Tanımlanmış duyulabilir frekansın en küçük ses basınç seviyesine işitme eşiği denir. İşitme eşiği, belirli koşullar altındaki sesin düzeyi olarak tanımlanır (ISO 226:2003).

- Sese duyarlılık iki faktöre bağlıdır:
  - Ses basınç düzeyi
  - Ses frekansı.
- İnsan işitme sistemi, en fazla 4 kHz civarındaki frekanslarda olan seslere duyarlıdır.
- İşitmesi iyi durumda olan genç insanlar için, bu frekans aralığı için işitme eşiği 3 dB'dir. Yüksek ve düşük frekanslı sesler kolay duyulmamaktadır.

İnsanlar farklı frekans ve düzeydeki sesleri aynı seviyede hissedebilir. Ses basınç düzeyi/frekansı düzleminde, eşit gürültülü düşünülen tonları temsil eden noktaları birleştiren eğriye, eşit ses şiddeti seviye eğrisi denir.

- Sesi algılamadaki farklılıklar, 1 kHz frekanslı 30 dB ses basınç düzeyindeki bir sesin, 100 Hz frekanslı 45 dB ses basınç düzeyindeki bir ses kadar veya 8 kHz frekanslı 40 dB ses basınç düzeyindeki bir ses kadar gürültülü algılanmasına neden olur.
- Çok yüksek ses basınç düzeylerinde (yaklaşık 130 dB), çeşitli frekanslardaki ses şiddeti farklılıkları fazla önemli değildir. Kulaklar için ağrıya neden olan farklı frekanstaki seslerin ses basınç düzeyleri arasındaki fark, zorlukla duyulabilen seslerin ses basınç düzeylerinde olduğundan daha azdır.

Örnekler:

Eşit gürültü olarak hissedilen seslerin frekansları ve düzeyleri: 20 Hz – 75 dB; 60 Hz – 35 dB; 100 Hz – 25 dB; 300 Hz – 10 dB; 600 Hz – 5 dB; 1 kHz – 0 dB; 6 kHz – 5 dB; 10 kHz – 15 dB.

### 1.6.3. FREKANS AĞIRLIKLANDIRMA

İşitme kaybı riskini değerlendirmek için ses basınç düzeylerinde ağırlıklandırma kullanılır.

- A-ağırlıklı ses basınç düzeyi dB (A) cinsinden ifade edilir. Düşük ses basınç düzeyindeki seslerin öznel alımına en fazla uyan ağırlıklandırma türüdür.
- C-ağırlıklı ses basınç düzeyi dB (C) cinsinden ifade edilir. Yüksek ses basınç düzeyindeki seslerin öznel alımına en fazla uyan ağırlıklandırma türüdür.
- Basit bir ifadeyle, ağırlıklandırma, ses basınç düzeylerinin ayarlanması veya düzeltilmesini ifade eder ve her frekans bandına uygulanır.
- Aşağıda yer alan Tablo 1.2, oktav band merkez frekansları için düzeltmeleri gösterir.
- A-ağırlıklı eğri, düşük frekanslı sesler için ses basınç düzeylerinde geniş bir düzeltmeyi gösterir. Ses basınç düzeyleri, dB (frekans düzeltilmesiz) ve dB (A), düşük frekanslı güçlü bileşenli sesler için bu nedenle geniş çapta değişebilir.

Tablo 1.2 A ve C ağırlıkları için oktav band merkez frekansı düzeltmeleri

Oktav band merkez frekansları, Hz	A- Ağırlıklı düzeltme, dB	C- Ağırlıklı düzeltme, dB
31,5	-39	-3
63	-26	-1
125	-16	0
250	-9	0
500	-3	0
1000	0	0
2000	+1	0
4000	+1	-1
8000	-1	-3
16000	-7	-8

#### 1.6.4. MARUZİYET VE MARUZİYET DÜZEYİ

A-ağırlıklı ses maruziyeti (EA, 8h), bir kişinin maruz kaldığı gürültünün zararlı etkilerinin değerlendirmesinde kullanılır (TS 2607 ISO 1999 standardı).

- Gürültüye maruz kalmanın işitme sistemine zararlı etkisi, kişinin kulaklarının soğurduğu ses enerjisinin büyüklüğüne, yani gürültünün ses basınç düzeyi ve maruziyet süresine bağlıdır.
- Bir işyerinde çalışan bir kişi, çalıştığı süre boyunca (günlük mesaisi boyunca veya haftalık mesaisi boyunca) farklı sürelerde, farklı ses basınç seviyelerindeki gürültüye maruz kalabilir. Bundan dolayı, TS 2607 ISO 1999 standardında da belirtildiği gibi, gürültünün zararlı etkileri değerlendirilirken, 8 saatlik günlük çalışma (günlük mesai) veya 8 saatlik beş iş gününden oluşan haftalık çalışma (haftalık mesai) referans alınarak, değerlendirmeler buna göre yapılır.
- Maruziyet, kulak tarafından soğrulan ses enerjisi miktarına karşılık gelen bir tanımlamadır ve bu sebeple bazen ‘gürültü dozu’ olarakta adlandırılır.

## Örnekler:

Bir marangozun görevi ekipmanın çeşitli ahşap parçalarını tamir etmeyi kapsar. Marangoz genellikle, ahşap parçaları yapıştırma, vernikleme vb. işlerde gürültüye maruz kalmaz. Ancak ara sıra, önemli değerlerde ses basınç düzeyi 115 dB (A)'nın üzerinde gürültü üreten dairesel testere, planya gibi elektrikli aletlerle çalışmak zorundadır. Bu marangozun, maruz kaldığı gürültünün oluşturduğu risk ile ilgili değerlendirme yapılırken, 8 saatlik bir iş günü referans alınarak değerlendirme yapılır.

Gürültünün insan üzerindeki etkisi güneş banyosuyla karşılaştırılabilir. Makul bir güneşlenme istenmeyen etkilere neden olmaz. Ancak, güçlü güneş ışınlarına aşırı maruz kalma hızlı bir şekilde güneş yanığına neden olur. Uzun bir süre zayıf ışınlarla maruz kalınırsa, bu sürede cildin soğurduğu güneş enerjisi miktarından dolayı aynı etki meydana gelir. Yüksek ses basınç düzeyindeki gürültüye çok kısa süreli maruz kalınması bile işitme hasarına yol açar. Düşük düzeyli gürültüye uzun süreli maruziyet yine aynı etkiyi gösterecektir.

Desibel cinsinden ifade edilen maruziyet düzeyi ( $L_{EX, 8h}$ ), genellikle gürültü maruziyeti ( $EA, 8h$ ) yerine kullanılır. Çalışanların Gürültü ile Risklerden Korunmalarında Dair Yönetmeliğin ilgili kısımlarında, gürültüye maruziyet düzeyleri ile ilgili aşağıdaki tanımlamalar yapılmıştır:

- Günlük gürültü maruziyet düzeyi ( $L_{EX, 8saat}$ ) [dB(A) re. 20  $\mu$ Pa]: TS 2607 ISO 1999 standardında tanımlandığı gibi en yüksek ses basıncının ve anlık darbeli gürültünün de dahil olduğu A-ağırlıklı bütün gürültü maruziyet düzeylerinin, sekiz saatlik bir iş günü için zaman ağırlıklı ortalamasıdır.
- Haftalık gürültü maruziyet düzeyi ( $L_{EX, 8saat}$ ): TS 2607 ISO 1999 standardında tanımlandığı gibi A-ağırlıklı günlük gürültü maruziyet düzeylerinin, sekiz saatlik beş iş gününden oluşan bir hafta için zaman ağırlıklı ortalamasıdır.

### 1.6.5. EŞDEĞER SÜREKLİ A-AĞIRLIKLI SES BASINÇ DÜZEYİ

Kararsız gürültünün eşdeğer sürekli A-ağırlıklı ses basınç düzeyi, bir kişide aynı etkiye neden olan kararlı gürültünün A-ağırlıklı ses basınç düzeyidir.



- Kararlı gürültünün (gürültünün SPL'si 5 dB'den fazla değişmiyorsa) bir kişiyi 8 saatlik bir işgünü sırasında etkilemesi durumunda, günlük gürültü maruziyet düzeyi, gürültünün dB (A) cinsinden SPL'sine eşit olacaktır.
- Kararsız gürültü durumunda (gürültünün SPL'si 5dB'den fazla değişiyorsa), eş değer sürekli A-ağırlıklı SPL ( $L_{Aeq, T}$ ), günlük gürültü maruziyet düzeyi hesaplamasında kullanılır.

Örnek:

Bir çalışanın günün ilk üç saatinde maruz kaldığı gürültü düzeyi 85 dB (A)'dır. Sonraki 4 saatinde sessiz bir odada [60 dB(A)] çalışıp, sonraki 1 saatinde ise 100 dB (A) ses basınç düzeyinde gürültü üreten bir makinada çalışmaktadır. Bu çalışanın, 8 saatlik çalışma günü için hesaplanan eşdeğer sürekli A-ağırlıklı SPL, 91 dB (A)'dır.

### 1.6.6. EN YÜKSEK SES BASINCI

En yüksek ses basıncı ( $P_{tepe}$ ), C-frekans ağırlıklı anlık gürültü basıncının en yüksek değeridir.

- En yüksek ses basıncı ( $P_{tepe}$ ), gürültü maruziyet düzeyine ek olarak gürültünün zarar verici etkisini değerlendirmekte sıklıkla kullanılır.
- Yönetmelikte yer alan en yüksek ses basıncının maruziyet sınır değerleri, ciddi bir anlık işitme hasarı riski bulunan ses basınç değerleridir.
- Aşağıdaki çıkarımlar yapılabilir:
  - Gürültü maruziyet düzeyi, gürültüye uzun süreli maruziyetin etkilerinin değerlendirilmesine imkan sağlar.
  - En yüksek ses basıncı, çok gürültülü seslere (darbe gürültüsü) kısa süre maruziyetin etkilerinin değerlendirilmesine imkan sağlar.

### 1.7. UYARI SİNYALİ VE KONUŞMA ALGILAMASI

Gürültülü ortamlarda konuşma anlaşılabilirliği, kelimeleri, söylenen şeyleri, vb. doğru bir şekilde algılama yüzdesi olarak tanımlanır. Bu yüzde çeşitli yöntemler kullanılarak hesaplanabilir.

- Gürültüden daha zayıf olan işitilebilir sesleri içermeyen gürültünün varlığı tipik bir olaydır. Bu olaya sesin maskelenmesi denir.
- Bir çalışanın potansiyel tehlike (makinalar veya hareketli parçaları) uyarılarını duymasının gerekli olduğu veya sözlü talimatlara uyma zorunluluğu olduğu durumlarda sesin maskelenmesi çok tehlikelidir. Sesin maskelenmesi, çalışanın uyarı sinyallerini duyamamasına veya algılayamamasına yol açabilir ve bu durum kazaya neden olabilir.
- Sesin maskelenmesi konuşma anlaşılabilirliğini etkiler. Konuşma anlaşılabilirliğinin az olması sözlü talimatların yanlış anlaşılmasına yol açabilir ve aynı zamanda kazalara sebep olabilir.
- 6331 sayılı Kanun ve Yönetmelik çerçevesinde işveren; çalışanların sağlığını ve güvenliğini dolaylı etkileyen her bir riski (kaza riskini azaltmak için dikkat edilmesi gereken gürültü, uyarı sinyali ve diğer sesler arasındaki etkileşimler vb.) değerlendirirken özellikle dikkatli olmalıdır.

## 2. RİSK DEĞERLENDİRME PROSEDÜRÜ

Çalışanların sağlığı ve güvenliği açısından, gürültüye maruz kalmalarından doğan veya doğabilecek risklerden korunması için risk değerlendirmesi yapmak şarttır. Risk değerlendirmesi, gürültüden kaynaklanan risklere maruz kalan çalışanları tespit etmeli ve gürültü maruziyet düzeylerini belirlemelidir. Risk değerlendirmesinin amacı, gürültüye maruziyet önlem alınması gereken değerlere ulaşıldığında veya aşıldığında alınması gereken önlemleri tespit etmektir.

### Ne zaman bir risk vardır?

Risk, günlük gürültü maruziyet seviyesi ile belirlenir ( $L_{EX, 8h}$ ):

Gürültü maruziyeti, maruz kalınan ortalama ses basınç seviyesi ( $L_{eq}$ ) ve maruziyet süresi ile belirlenir.

Günlük gürültü maruziyeti, günlük toplam değeri elde etmek için, gün boyunca olan gürültü maruziyetinin her bir döneminin (periyodunun) toplanmasıyla belirlenir. Günlük bu periyot, 8 saate normalize edilmiştir.

Risk, C-ağırlıklı tepe ses seviyesi olarak ifade edilen maksimum tepe ses basıncı tarafından da belirlenir.

Günlük gürültü maruziyetinin veya tepe gürültü maruziyetinin en düşük eylem değerlerini aştığı durumlarda çalışanın, risk altında olduğu kabul edilmektedir.

### **Riski nasıl değerlendirmeliyim?**

En düşük eylem değerlerinin aşılmasının muhtemel olup olmadığını belirlemek için ön kontroller yapılabilir. Bu ön kontroller tam olarak doğru değerleri vermemekle birlikte, sadece ilk tahminler veya bir risk potansiyelinin olup olmadığını belirlemek için uygundur.

En düşük maruziyet eylem değerine ulaşılması veya bu değer aşılması gibi bir olasılık varsa, nicel bir değerlendirme gerekmektedir. Bu durumda, işin nasıl yapıldığı ve günden güne nasıl değişiklik gösterdiği değerlendirilmede göz önüne alınmalıdır. Yapılan her iş veya görev ile ilişkili, ölçümlerden veya diğer güvenilir kaynaklardan sağlanan bilgiler, gürültü seviyesinin değerlendirilmesi için gereklidir. Değerlendirme sonuçları eylem değerleri ile karşılaştırırken, belirsizlik değerlendirmesi dikkate alınmalıdır.

Risk değerlendirmesi, risk altındaki çalışanları belirlemeli ve çalışanın gürültü maruziyetine en çok katkısı olan çalışma yerlerini ve bu çalışma yerlerinde yapılan işleri tanımlamak için yardımcı olmalıdır. Yapılan risk değerlendirmesi gürültüyü azaltmak için alınacak teknik ve organizasyonel önlemlerin planlanması, sağlık gözetimi ve ihtiyaç duyulması gereken durumlarda uygun kulak koruyucusu seçimi için bir temel oluşturacaktır. İşyeri ile ilgili değişikliklerin (çalışma şekli değişikliği, kullanılan iş ekipmanlarında değişiklik vb.) gürültü maruziyetini etkilediği durumlarda, bulguların kaydı tutulmalı ve değerlendirme yeniden yapılmalıdır.

### **2.1. MEVZUAT YÜKÜMLÜLÜKLERİ**

28/07/2018 tarihli ve 28721 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmeliğin 6 ncı ve 7 nci maddeleri aşağıdaki hükümleri içermektedir:

### **Maruziyetin belirlenmesi**

**MADDE 6 – (1)** İşveren, çalışanların maruz kaldığı gürültü düzeyini, işyerinde gerçekleştirilen risk değerlendirmesinde ele alır ve risk değerlendirmesi sonuçlarına göre gereken durumlarda gürültü ölçümleri yaptırarak maruziyeti belirler.

(2) Gürültü ölçümünde kullanılacak yöntem ve cihazlar;

a) Özellikle ölçülecek olan gürültünün niteliği, maruziyet süresi, çevresel faktörler ve ölçüm cihazının nitelikleri dikkate alınarak mevcut şartlara uygun olur.

b) Gürültü maruziyet düzeyi ve ses basıncı gibi parametrelerin tespit edilebilmesi ile 5 inci maddede belirtilen maruziyet sınır değerleri ve maruziyet eylem değerlerinin aşılmadığına karar verilebilmesine imkan sağlar.

c) Çalışanın kişisel maruziyetini gösterir.

(3) Değerlendirme ve ölçüm sonuçları, gerektiğinde kullanılmak ve iş müfettişlerinin denetimlerinde istenildiğinde gösterilmek üzere uygun bir şekilde saklanır.

### **Risklerin değerlendirilmesi**

**MADDE 7 – (1)** İşveren; 29/12/2012 tarihli ve 28512 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği uyarınca işyerinde gerçekleştirilen risk değerlendirmesinde, gürültüden kaynaklanabilecek riskleri değerlendirirken;

a) Anlık darbeli gürültüye maruziyet dahil maruziyetin türü, düzeyi ve süresine,

b) Maruziyet sınır değerleri ile maruziyet eylem değerlerine,

c) Başta özel politika gerektiren gruplar ile kadın çalışanlar olmak üzere tüm çalışanların sağlık ve güvenliklerine olan etkilerine,

ç) Teknik olarak elde edilebildiği durumlarda, işle ilgili ototoksik maddeler ile gürültü arasındaki ve titreşim ile gürültü arasındaki etkileşimlerin, çalışanların sağlık ve güvenliğine olan etkisine,

d) Kaza riskini azaltmak için kullanılan ve çalışanlar tarafından algılanması gereken uyarı sinyalleri ve diğer seslerin gürültü ile etkileşiminin, çalışanların sağlık ve güvenliğine olan dolaylı etkisine,

e) İş ekipmanlarının gürültü emisyonu hakkında, ilgili mevzuat uyarınca imalatçılardan sağlanan bilgilerine,

f) Gürültü emisyonunu azaltan alternatif bir iş ekipmanının bulunup bulunmadığına,

g) Gürültüye maruziyetin, işverenin sorumluluğundaki normal çalışma saatleri dışında da devam edip etmediğine,

ğ) Sağlık gözetiminde elde edinilen güncel bilgilere,

*h) Yeterli korumayı sağlayabilecek kulak koruyucularının bulunup bulunmadığına, özel önem verir.*

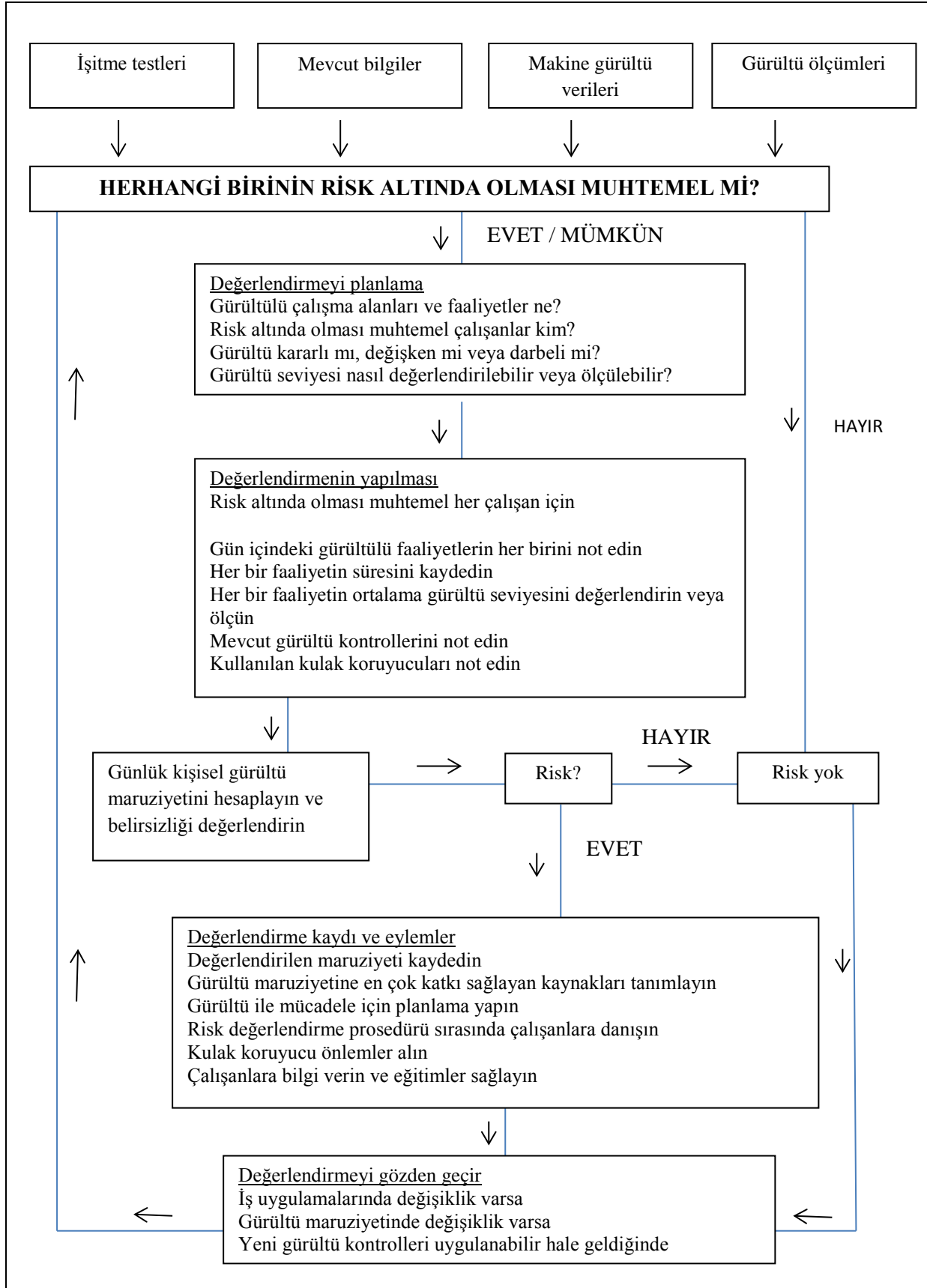
İşveren, 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununun 10 uncu maddesinin birinci fıkrasına uygun olarak bir risk değerlendirmesi yaptırmalı ve bu risk değerlendirmesinde Kanunun 4 üncü, 5 inci ve 11 inci maddelerine uygun olarak hangi önlemlerin alınması gerektiğini belirlemelidir. Risk değerlendirmesi, ulusal mevzuata göre kayıt altında tutulmalıdır. Risk değerlendirmesi, düzenli aralıklarla, özellikle önemli bir değişiklik meydana gelmişse (güncelliğini yitirdiği durumlarda veya sağlık gözetimi sonuçlarının risk değerlendirmesi yapılmasının gerekli olduğunu gösterdiği durumlarda) güncelliğini koruyacak şekilde yaptırılmalıdır.

Risk değerlendirmesi, risk altında olması muhtemel çalışanları ve onların gürültü maruziyetlerini belirlemeli, gürültü kontrolü ve kulak koruyucuların seçimi için bilgi sağlamalıdır.

Bu bölüm aşağıdaki kılavuz bilgileri içerir:

- Gürültü seviyelerinin ilk tahminlerinin yapılması,
- Değerlendirmenin planlanması ve yapılması,
- Ses seviye ölçer veya dozimetre ile yapılması
- Gürültü maruziyetinin hesaplanması,
- Önemli gürültü kaynaklarının belirlenmesi,
- Çalışanların bilgilendirilmesi, görüşlerinin alınması, katılımı ve eğitimi.

## 2.2. GÜRÜLTÜ RİSKİNİN DEĞERLENDİRMESİNE GENEL BAKIŞ



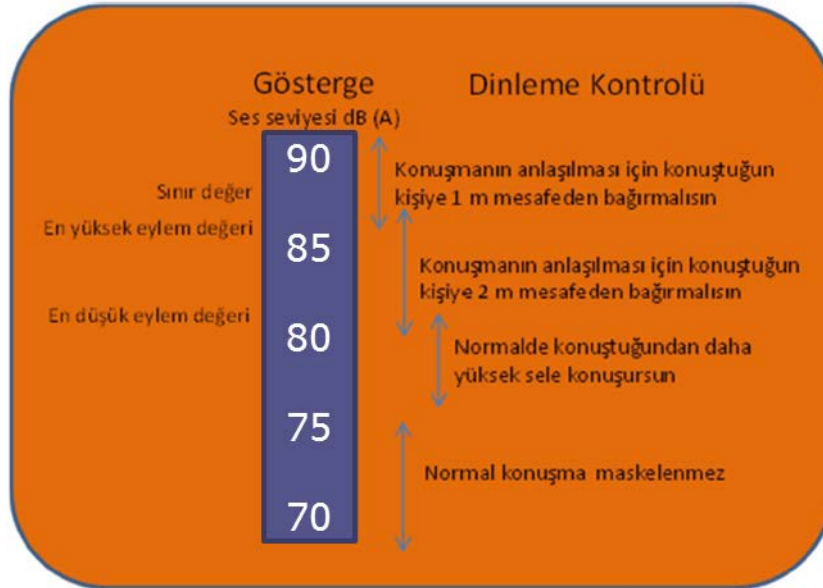
Şekil 2.1 Değerlendirme prosedürü aşamalarını gösteren diyagram (şema)

## 2.3. GÜRÜLTÜ RİSKİ – İLK KONTROLLER

Gürültü değerlendirmesi sadece gürültü ile ilgili bir riskin var olup olmadığını belirleyebilir. Bir çalışanın gürültü maruziyetinin en düşük gürültü eylem değerlerine ulaşmasının mümkün olduğu durumlarda, çalışanların gürültü maruziyetinin nicel bir değerlendirmesi gereklidir. Dinleme ya da duyma kontrolleri (çalışanın duyup-duymadığının basit şekilde kontrol edilmesi), tipik gürültü seviyeleri ve basit gürültü ölçüm sonuçları, risklerin nerelerde olabileceği hakkında karar vermenize yardımcı olabilir.

### 2.3.1. KARARLI GÜRÜLTÜ İÇİN DİNLEME (DUYMA) VE BASİT KONTROLLER

Günlük gürültü maruziyet düzeyini, maruz kalınan gürültünün seviyesi ve gürültüye maruz kalınan süre belirler. Dinleme ya da duyma kontrolleri gürültü seviyesini değerlendirmeye ve işverenin, bir çalışanın maruz kaldığı gürültü düzeyinin, en düşük eylem değerini aşma olasılığının olup olmadığına karar vermesine yardımcı olur. Unutulmamalıdır ki duyma kontrolleri sadece tahminidir (yaklaşıktır).



Şekil 2.2 Kararlı gürültü seviyelerini ve tipik sesleri gösteren dinleme kontrolleri

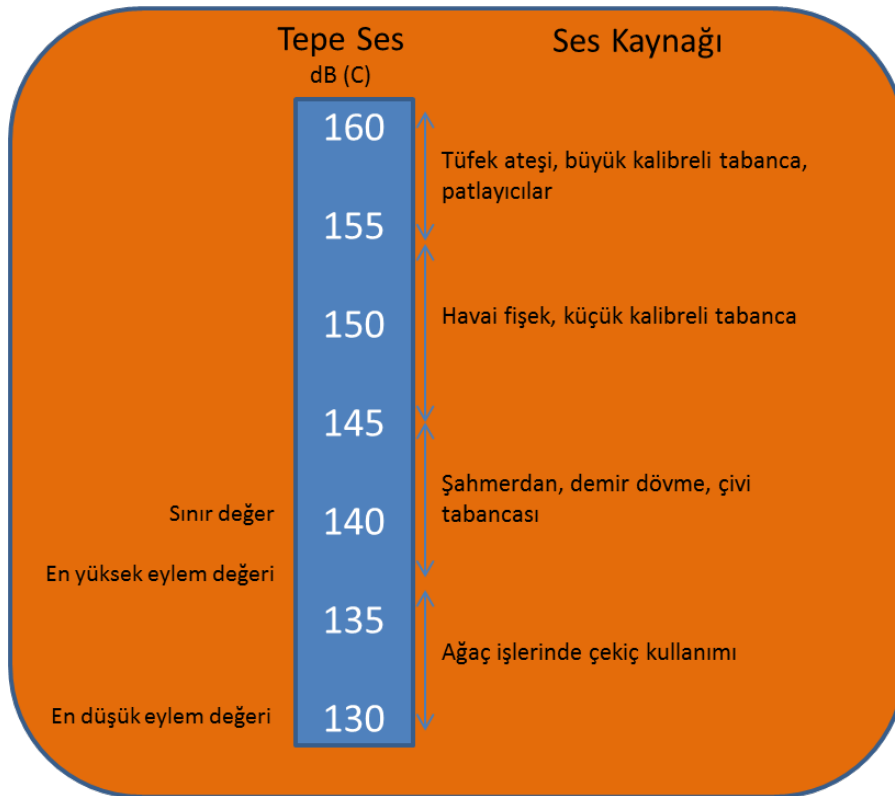
Bu aşamada kararlı gürültünün yaklaşık ölçümlerini yapmak ve dinleme (duyma) kontrolünü doğrulamak için ucuz, basit ses seviye ölçerler kullanabilirsiniz. Eğer günlük en düşük maruziyet eylem değerinin aşıldığından şüpheleniyorsanız bu bölümde daha sonra açıklandığı gibi daha kesin bir değerlendirme yapmak gerekecektir.

Örnek:

Bir süpermarkette dinleme kontrolü yapılmıştır. Birçok alanda normal konuşmanın engellenme riskinin olmadığı teyit edilmiştir. Fırında (unlu mamüller) kimi makineler çalışırken konuşmak için yakın mesafelerde bağırmanız gerekir. Fırında basit bir ses seviye ölçer ile yapılan ölçümler, en düşük maruziyet eylem değerinin aşılabılır olduğunu göstermektedir. En yüksek maruziyet eylem değerinin aşılp aşılmadığını belirlemek için daha kesin bir değerlendirme gereklidir.

### 2.3.2. MAKSİMUM TEPE SES BASINÇ SEVİYELERİNİN BASİT KONTROLLERİ

Tepe ses basınç seviyelerinin hesaplanması, dinleme (duyma) kontrolleri ile yapılamaz. Tepe ses basınç seviyelerini hesaplamak için, Avrupa standardı gereklerini karşılayan ses seviye ölçerler ile ölçüm yapmak gerekmektedir. Operatör konumundaki tepe seviyeler için yayınlanan değerler, tepe maruziyetinin en düşük tepe eylem değerini aşma riskinin olup olmadığını başlangıçta değerlendirmenin en iyi yoludur. Aşağıdaki tabloda farklı gürültü kaynaklarının tipik tepe ses basınçları listelenmiştir.



Şekil 2.3 Darbeli kaynakların tipik tepe ses basınç seviyeleri



“Kırıcı delici matkap” ve “Düzeltilme operasyonları” örnekleri Tablo 2.1’de yer almaktadır:

Tablo 2.1 Yüksek tepe ses basınç seviyelerine sahip gürültü kaynakları

<b>YÜKSEK TEPE SES BASINÇ SEVİYELERİNE SAHİP GÜRÜLTÜ KAYNAKLARI</b>					
<b>Gürültü kaynağı</b>	<b>Ses basınç seviyesi, dB</b>				
	<b>L<sub>Cpeak</sub></b>	<b>L<sub>AImax</sub></b>	<b>L<sub>AFmax</sub></b>	<b>L<sub>Aeq</sub></b>	<b>(L<sub>A,1s</sub>)</b>
Şişeleme tesisi (birleştirici)	120	105	101	92	
Kırıcı delici matkap	118	100	99	96	
	126	110	108	100	
Darbeli matkap	123	110	109	106	
Ahşaba çivi çakma:					
Pnömatik çivi tabancası	130	108	105	91	(97)
El tipi çekiç	120	103	100	90	
Çivi tabancası	130	108	104	-	(96)
	149	126	122	-	(111)
Düzeltilme operasyonları	134	114	111	96	(103)
	140	126	123	107	(115)
Eksantrik pres (10 t)	123	107	102	91	
Giyotin kesme	138	120	115	-	(107)
Ağır metal kesitler için oyuk düzeltme	136	127	125	-	(120)
Çekiç dövme:					
Şahmerdan (750 kg)	144	126	118	100	(110)
Çift etkili çekiç (10 t)	144	126	122	113	(115)
Dizel şahmerdan ile kazık çakma (Hohmann)	133	116	113	102	

## **2.4. RİSK DEĞERLENDİRMESİNİN PLANLAMASI**

Maruziyetin en düşük eylem değerini aşma ihtimali olduğu durumlarda gürültü maruziyetinin nicel bir değerlendirmesinin yapılması gerekir. Bu bölüm risk değerlendirmesi yaparken hangi bilgilerin, ekipmanların ve becerilerin gerekli olacağına karar vermek de dahil olmak üzere risk değerlendirmesinin planlaması ile ilgilidir.

### **2.4.1. GEREKEN BECERİLER**

Gereken beceriler durumun karmaşıklığına bağlıdır. Asgari olarak şu değerlendirme yapılmalıdır;

- Süreçler ve çalışanların çalışma düzenleri ile ilgili bilgi sahibi olmak,
- Ölçümlerin amacını ve maruziyeti değerlendirmek için gerekli olan bilgileri anlamak,
- Enstrümantasyonun nasıl kullanılacağını bilmek,
- Fiziksel akustiğin temelleri ile ilgili bilgi sahibi olmak.

Ölçümleri veya diğer sağlanan verileri kullanarak anlaşılması gereken hususlar;

- Maruziyetin nasıl değerlendirileceği,
- Eylem ve sınır değerleri aşıldığı zaman yapılması gereken faaliyetler,
- Nasıl bir gürültü kontrol programı başlatılacağı.

Örnek:

Personel, becerilerini birleştirerek bir gürültü değerlendirme ve kontrol programı sağlar. Bir ustabaşı gürültülü alanlardaki, risk altında olması muhtemel çalışanları belirler ve çalışma düzenleri hakkında bilgi sağlar. Bir teknisyen, ustabaşı tarafından belirlenen yerlerdeki gürültüleri ölçer. Bir güvenlik sorumlusu, maruziyeti değerlendirir ve gürültü kontrolünün uygulanmasının nerelerde zorunlu olduğunu belirler.

### **2.4.2. DURUMU KONTROL ETME**

Değerlendirme planlamasına yardımcı olması için toplam gürültü sorununun ön kontrolü aşağıda belirtilen şekilde yapılabilir:

- Personelin risk altında olabileceği alanlar veya faaliyetler belirlenebilir.
- Risk altındaki çalışanlar belirlenebilir. Önceden riskli işitme durumları var olan kişiler, hamile kadınlar ve genç çalışanlar gibi özellikle risk altında olabilecek kişiler için özel bir not alınabilir.
- Gürültünün kararlı, değişken veya darbeli olup olmadığı göz önünde bulundurulabilir.
- Anında uygulanabilir herhangi bir gürültü kontrol tedbiri not edilebilir ve böylece değerlendirmeye devam etmek yerine anında gürültü kontrolü ile bir sürü çabadan tasarruf edilebilir.

### 2.4.3. MEVCUT BİLGİLERİN KULLANIMI

Risk altında olması muhtemel çalışanların kişisel gürültü maruziyetini değerlendirmek için, çalışma günü boyunca her bir gürültülü faaliyetin gürültü seviyesini değerlendirmek gerekir. Bu bilgiler, gürültü seviyeleri üzerine yayınlanan bilgilerden, makine üreticileri ve tedarikçilerinden sağlanan bilgilerden veya ölçümlerden elde edilebilir. Bir kişinin maruz kaldığı gürültü seviyesini değerlendirirken, tüm kaynaklardan yayılan gürültünün ve çalışma ortamının duvarlarında yansiyarak gelen gürültünün göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Ses gücü verilerinden kaynaklanan ses basınç seviyelerini değerlendirmek karmaşık olabilir. Bölüm 3, ses gücü verilerinden ve işyeri akustik koşullarından gürültü maruziyetinin nasıl değerlendirileceğini açıklarken Bölüm 1, ses gücü ve ses basınç seviyesi arasındaki farkı belirtir.

Örnek:

Bir el-aleti üreticisi, kullanıcı için ortalama ses basınç seviyesinin, 5 dB'lik bir K belirsizlik değeri ile birlikte 85 dB(A) olduğunu belirtmiştir. Alet, farklı sessiz bir alanda gün içinde 30 ila 60 dakika kullanılır. Operatör, günün geri kalanı boyunca, ses basınç seviyesinin 70 dB(A) den az olduğu dinleme testleri tarafından ispatlanan sessiz bir ofiste çalışır. Belirsizlik değeri dikkate alınarak ortalama gürültü seviyesinin 90 dB(A) (85 dB(A) + 5dB(A) belirsizlik) olduğu ve en kötü maruziyet senaryosu için 60 dakika, 90 dB(A) seviyesinde gürültüye maruz kalındığı varsayılır. Bu nedenle, en düşük günlük maruziyet eylem değeri 80 dB(A)'nın aşılabileceği varsayılmıştır.

#### 2.4.4. GÜRÜLTÜ ÖLÇÜMÜ İÇİN ENSTRÜMANTASYON (CİHAZ SİSTEMİ)

Ses seviyesini ölçmek için kullanılan elektronik cihazın iki temel tipi vardır: ses seviye ölçerler ve dozimetreler. (Bazı cihazlar çift işlevlidir ve hem ses seviye ölçer ve hem de dozimetre olarak kullanılabilir.)

Ses seviye ölçerler operatörün (ölçümü yapan kişi) ses seviyesini doğrudan okumasını sağlar. Genellikle, bir ses seviye ölçer daha doğru sonuç verir çünkü operatör ölçümü denetleyebilir.

Dozimetreler vücut üzerine giyilmek (takılmak) üzere ve tam veya yarı vardiya boyunca gürültü maruziyetini izlemek üzere tasarlanmış ses seviye ölçerlerdir. Bir dozimetre, sadece ses seviye ölçer ile yapılacak ölçümlerin pratik olmadığı durumlarda kullanılmalıdır. (Örneğin erişimi zor yerlerde veya çalışanın sürekli hareket halinde olduğu durumlarda)

Bazı dozimetreler ölçüm süresi boyunca, aralıklarla gürültü seviyesini kaydeder. Bu kayıt, farklı gürültü kaynaklarından ve faaliyetlerden gelen katkıların belirlenmesine yardımcı olur ve güvenilir olmayan sonuçlar yerine daha güvenilir sonuçlar elde edilmesini sağlar.

İster bir ses seviye ölçer, ister bir dozimetre kullanılsın, Avrupa Standardlarına uygun bir cihaz seçilmelidir. Mikrofonu korumak için bir rüzgarlık ve uyumlu bir ses kalibratörü (cihaz göstergesini test etmek için kalibre edilmiş ses kaynağı) gerekli aksesuarlardır.

Örnek:

Gürültülü alanların içinde ve dışında hareket eden bir forklift sürücüsü ve yüksekte çalışan bir baca tamircisinin gürültü maruziyetini izlemek için dozimetreler kullanmak daha uygundur. Dozimetreler, toplam A-ağırlıklı  $L_{eq}$  değerlerini ve izleme periyodu boyunca 1 dakikalık aralıklardaki  $L_{eq}$  değerlerinin her ikisini de kaydetmek için ayarlanır. İki sonuç kümesi, tüm periyot için toplam  $L_{eq}$  değerini vermenin yanı sıra ses seviyesindeki değişimlerin analizine de olanak sağlar.

Bir makine operatörünün, bir atölyede çalışırken maruz kaldığı ses seviyesinin ölçülmesi için ise ses seviye ölçer kullanılabilir. Ölçümler, makine operatörü çalışma yerinde (makine başında) çalışırken yapılır.

## 2.5. GEREKLİ ÖLÇÜMLER

### 2.5.1. SES SEVİYE ÖLÇER ÖLÇÜM SEÇENEKLERİ

Tablo 2.2 Bir ses seviye ölçer üzerine tipik seçimler

Frekans Ağırlıklandırma	Zaman Sabitleri	Fonksiyon	Ölçüm aralığı dB
A	F	max	140
C	S	SPL	110
$L_{lin}$	P	$L_{eq}$	80

Bir seviye ölçer, normalde ölçüm için kullanıcı seçeneklerini içerir. Bunlar, ekrandaki veya ön panel butonlarındaki bir menüden seçilebilir. Tablo 2.2, bazı tipik seçimleri göstermektedir. Bazı cihazlar, günlük maruziyet ve tepe maruziyet ölçümler için önceden tanımlanmış ayarlara sahip olabilir.

- Frekans ağırlıklandırma seçenekleri, A-ağırlıklandırmayı ve C-ağırlıklandırmayı içermelidir ve lineer bir (doğrusal, çizgisel) frekans tepkisini içerebilir.
- Zaman sabitleri, görüntülenen ses basınç seviyesi tepki hızını düzenler (yönlendirir) ve aşağıdaki standard tepkileri içerebilir:
  - F ve S (hızlı ve yavaş) RMS ses basınç seviyesi ekranının ortalamasını düzenler. F, ses seviyesindeki algılanan değişikliklerin yaklaşık olarak sonucu etkilemesine olanak sağlar. S, ses seviyesindeki daha hızlı değişiklikleri düzelteren daha uzun bir ortalama zamanıdır.
  - P, tepe ses basınç seviyesinin tayinini sağlayan hızlı bir yükselme zamanına sahiptir.
- Fonksiyon seçenekleri:
  - Max (maksimum) – Ölçüm sırasındaki maksimum RMS veya maksimum tepe.
  - SPL veya LP – anlık ses basınç seviyesi.
  - $L_{eq}$  (eş değer sürekli ses seviyesi) – ölçüm süresi boyunca ortalama ses basınç seviyesi.  $L_{eq}$ , A veya C ağırlıklandırma ile yapılan ölçümleri belirtmek için  $L_{Aeq}$  veya  $L_{Ceq}$  olarak da gösterilir.

- Bir seviye aralığı kontrolü, kullanıcı için gürültü seviyesine göre cihazın çalışma aralığının ayarlanmasına imkan verir. Aralıklar, her zaman olmamakla birlikte genellikle dB olarak gösterge aralığının üst sınırı ile tespit edilmiştir. Bazı cihazlar tek bir geniş aralıkta çalışır ve bu cihazlarda seviye aralığı kontrolü bulunmaz.

### 2.5.2. GÜNLÜK GÜRÜLTÜ MARUZİYET ÖLÇÜMLERİ

SPL veya  $L_p$  ölçümleri, sesin nispeten kararlı olduğu durumlarda kullanılabilir. Ses seviye ölçer ile ilgili aşağıdaki hususlar gereklidir;

- SPL,
- A-ağırlıklandırma,
- S veya F zaman sabiti; S zaman sabitinin yavaş olan tepkisi, küçük dalgalanmaları ortalamaya yaklaştıracaktır,
- Ölçüm için uygun bir seviye aralığı.

Örnek:

Ev için kullanılan benzinli bir çim biçme makinesi kararlı bir ses üretir. SPL, çim üzerinde hareket ederken çim biçme makinesini kullanan kişinin yanında, kişinin baş yüksekliğinde tutulan bir ses seviye ölçer ile ölçülür. Ses seviyesindeki çoğu değişim, S tepkisinin seçimi ile ortalamaya yaklaştırılır.

$L_{eq}$  ölçümleri, kararlı ve değişken seslerin her ikisi için de kullanılabilir. Ses seviye ölçer ile ilgili aşağıdaki hususlar gereklidir:

- $L_{eq}$ .
- A-ağırlıklandırma.
- Ölçüm için uygun bir seviye aralığı.

### 2.5.3. TEPE SES BASINÇ MARUZİYETİ ÖLÇÜMLERİ

Bunun için en yüksek anlık ses basıncının ölçümüne ihtiyacınız vardır. Ses seviyesi ölçer ile ilgili aşağıdaki özellikler gereklidir;

- P (tepe) zaman sabiti,
- Maksimum göstergesi,
- C frekans ağırlığı,
- En az 140 dB'e kadar bir ölçüm aralığı.

Tepe ses basınçlarının 140 dB'in üzerinde olmasının muhtemel olduğu yerlerde, cihazın gerekli ölçüm aralığına sahip olduğundan emin olunması gerekmektedir.

Örnek:

Bir pnömatik çivileme makinesi operatörü tarafından yapılan ölçümler, 155 dB'e kadar olan ölçümlere olanak vermesi için düşük hassasiyetli bir mikrofon ile donatılmış ses seviye ölçer ile yapılır. C-ağırlıklı tepe ses basıncı ve A-ağırlıklı  $L_{eq}$  değerlerinin her ikisi de, işlemin 5 dakikalık tipik bir periyodu için ölçülür.

## 2.6. ÖLÇÜM

### 2.6.1. HAZIRLIK

Üreticinin talimatlarını uygulayarak:

- Cihazın pil durumunu ve kalibratörün yeterli olup olmadığı kontrol edilir.
- Cihaz göstergesi kontrol edilerek, gerekirse kalibratör kullanarak ayarlanmalıdır. (Not: Kullanılan kalibratör seviyesi genellikle farklı mikrofon tipleri için değişir ve atmosferik basınç şartlarının ölçüm sonuçları üzerindeki etkisi için düzeltme yapmak gerekir.)
- Mikrofonu korumak ve hava hareketinden kaynaklanan gereksiz gürültüyü önlemek için rüzgarlık kullanılmalıdır.

### 2.6.2. SES SEVİYE ÖLÇER İLE ÖLÇÜM

- Bir kişinin günlük çalışma süresi boyunca, yaptığı iş sırasında maruz kaldığı gürültü ve yaya olarak/araç içerisinde gürültülü bir alandan geçerken maruz kaldığı gürültü dikkate alınarak, gürültüye maruz kaldığı tüm yerlerde ölçüm yapılmalıdır. 70

dB(A)'in altındaki maruziyetler genellikle yok sayılabilir. (Radyolardan, kişisel müzik çalarlardan ve iletişimden kaynaklanan gürültü, günlük maruziyet için yüksek seviyede darbeli sese katkı sağlıyorsa bu gürültüler de dikkate alınmalıdır.)

- Kol uzaklığında bir cihaz tutulduğunda (veya bir tripot üzerine tutturulduğunda) ve cihazın arkasından 50 cm mesafede durulduğunda, ölçümü yapan kişinin vücudundan yansıyan gürültünün önlenmesi gerekmektedir.
- Kişinin başı ses kaynağına doğru bakacak şekilde ve kişinin yan tarafında ayakta durarak ölçüm yapılmalıdır. Mikrofon kişinin başından en az 15 cm uzakta tutulmalıdır. (Şekil 2.4).



Şekil 2.4 Bir operatörün kulak tarafından ses seviyesinin ölçümü

- Gürültü maruziyet değerinin değişken olduğu yerlerde, ortalama gürültü maruziyet değerini elde etmek için yeterli sürede ölçüm alınarak  $L_{eq}$  değeri elde edilmelidir. Kişinin çalıştığı tüm süre boyunca  $L_{eq}$  değerini ölçmek gerekebilir. Daha kısa süreler için ölçüm yapılacaksa, okunan ölçüm değerlerinde 1 dB'lik sapmalar (farklar) olana kadar ölçüme devam edilmelidir.
- Çok kısa süren faaliyetlerde (işlerde) ölçümler yapılacağı zaman, bu faaliyetlerin her biri için ayrı ayrı A-ağırlıklı  $L_{eq}$  değeri ölçülüp faaliyet sayısı not edilmelidir.
- Günlük ses maruziyetine katkıda bulunan A-ağırlıklı seviye ile yüksek seviyeli darbeli seslerin C-ağırlıklı tepe ses basıncı birlikte ölçülmelidir.

Aşağıdaki bilgiler kayıt altına alınmalıdır:

- Ölçüm yapılan çalışan veya çalışanlar.
- Ölçüm sırasında yapılan iş.
- Ölçüm yeri.



- Ölçülen ses seviyeleri ve ölçüm süresi.
- (Önemli olduğunda) arka plan gürültü seviyesi.
- Maruziyetin süresi, ölçüm yapılan faaliyet sayısı ve çalışma günü içindeki faaliyetlerin sayısı.
- Çalışan tarafından kullanılan herhangi bir kulak koruyucu.

Örnek:

Bir makine operatörünün maruziyetini değerlendirmek için ses seviye ölçer ile yapılan ölçümlerin kaydı:

Tablo 2.3 Ses seviye ölçer ile yapılan ölçümlerin kaydı

<b>Parça dövme makinesi gürültü ölçümü</b>				
İş tanımı	Parça dövme makinesi döküm taşlama operatörü/sevkiyat			
Ölçüm tarihi	31 Nisan 2006			
<b>Ölçüm cihazı ve kalibratör bilgileri</b>				
Cihaz	Tip 123	Seri no 12345		
Kalibratör	Tip 456	Seri no 54321		
<b>Ölçüm Sonuçları</b>				
<b>Gürültü kaynağı</b>	<b>L<sub>eq</sub> dB(A)</b>	<b>Peak dB(C)</b>	<b>Ölçüm süresi</b>	<b>Maruziyet süresi</b>
Operatör konumu	89	115	300 saniye	4 saat
Parça toplama noktası	86	111	50 saniye	30 dakika
Basınçlı hava ile makinenin temizlenmesi	97	126	200 saniye	45 dakika
Parça paketleme ve sevkiyat	<70	108	100 saniye	1 saat 30 dakika

### 2.6.3. DOZİMETRE İLE ÖLÇÜM

- Mikrofonun, boyun kısmına değmesini ve kıyafete sürtünmesini önlemek için omuz eklemine ideal yakınlıkta, mikrofon omuz üzerine yerleştirilmelidir. Cihaz gövdesi,

güvenli bir şekilde çalışanın cebine yerleştirilerek zararlara (hasarlara) karşı önlem alınmalıdır.

- Çalışma günü boyunca bütün gürültü maruziyetleri veya gün boyunca gürültü maruziyetinin tipik kısa bir periyodu ölçülmelidir.
- Düşük doz okuma değeri veren çok kısa ölçümlerden kaçınılmalıdır. Çünkü cihaz ekran çözünürlüğünün sınırlı olması sebebiyle yanlış sonuçlar doğurabilir.

Aşağıdaki bilgiler kayıt altına alınmalıdır:

- Dozimetre takılan çalışan,
- Ölçüm periyodu boyunca yapılan iş /işler,
- Ölçüm süresi ve günlük gürültü maruziyet süresi,
- Çalışan tarafından kullanılan herhangi bir kulak koruyucu.

Örnek:

Tüm çalışma günü boyunca takılan dozimetre için ölçüm raporu:

Tablo 2.4 Ölçüm raporu

<b>St Swithin's okulunda gürültü dozimetre (dozimetrik gürültü) ölçümü</b>			
Çalışan adı	M Murat		
İş tanımı	Oyun öğretmeni		
Ölçüm tarihi	31 Haziran 2006		
<b>Cihaz sistemi detayları</b>			
Dozimetre	Tip DEM 234	Seri no 654	Omuz üzerinde mikrofon
Kalibratör	Tip C 789	Seri no 432	
<b>81 dB(A)'lik ölçüm periyodu için günlük maruziyet</b>			
<b>Gün boyunca yapılan faaliyetler</b>			
Zaman	Ders periyodu	Faaliyet	Yer
9 – 9:15	-	Kayıt	Sınıf 12
9:15 – 10:15	1	Hokey	Saha
10:15 – 11:15	2	Aerobik	Aerobik odası
11:15 – 11:30	Mola		Öğretmenler odası

11:30 – 12:30	3	Tenis	Tenis kortları
12:30 – 13:30	Öğle yemeği		Öğretmenler odası
13:30 – 14:30	4	Serbest zaman	Öğretmenler odası
14:30 – 14:45	Mola	Hazırlık	Spor salonu
14:45 – 15:45	5	Jimnastik	Spor salonu
Okuldan sonra			
16:00 – 17:00		Futbol takımı	Saha

Tablo 2.5 Zaman geçmişi – İzleme döneminde ardışık 15 dakika aralıklarla okunan ayrı ayrı A-ağırlıklı  $L_{eq}$  değerleri

Periyot bitişi	$L_{eq}$ dB(A)	Periyot bitişi	$L_{eq}$ dB(A)
9:15	76	13:15	73
9:30	79	13:30	72
9:45	78	13:45	71
10:00	77	14:00	<70
10:15	77	14:15	<70
10:30	86	14:30	<70
10:45	88	14:45	74
11:00	90	15:00	83
11:15	87	15:15	83
11:30	74	15:30	84
11:45	78	15:45	80
12:00	77	16:00	72
12:15	79	16:15	82
12:30	77	16:30	78
12:45	74	16:45	80
13:00	75	17:00	78

Dozimetre sonuçları, öğretmenin gürültü maruziyetinin, günlük gürültü maruziyeti 81 dB(A) olan ilk eylem değerinin üzerinde olduğunu göstermektedir. Zaman geçmişi, gün boyunca en gürültülü periyodun aerobik dersi olduğunu göstermektedir.

#### 2.6.4. ÖLÇÜMDEN SONRA

Üreticinin talimatlarını izleyerek:

- Cihazın ve kalibratörün batarya (pil) durumu yeniden kontrol edilmelidir.
- Kalibratör kullanarak cihazın göstergesi yeniden kontrol edilerek kaydedilmelidir.
- Kullanılmadığı zamanlarda hasarı önlemek için kalibratörden ve cihazdan bataryalar (pilleri) çıkarılmalıdır.

#### 2.6.5. KULAĞA YAKIN (KULAKTA) GÜRÜLTÜ ÖLÇÜMÜ

Kulaklık, kulak kanalına takılan kulaklık, kumlama sırasında veya motosiklet kaskı ile takılan kulaklık gibi çalışanların kulağa yakın kaynaklara bağlı olarak maruz kaldıkları gürültü, ses seviye ölçer veya dozimetre ile yapılan ölçümler şeklinde değerlendirilemeyebilir.



Şekil 2.5 HATS ve MIRE yöntemleri kullanılarak kulakta gürültü ölçümleri Sol: Baş ve gövde simülatörü (HATS) (Kaynak Baş Akustiği GmbH – Almanya) Sağ: MIRE

Gürültü seviyesi sadece kulaktaki ölçümler ile değerlendirilebilir. Ölçümler için iki yöntem bulunmaktadır; EN ISO 11904-1:2002’de tanımlanan gerçek bir kulakta mikrofon kullanma tekniği (MIRE), ve EN ISO 11904-2:2004’ün konusu olan yapay bir baş ve gövde simülatörü kullanılan yöntem (HATS) (Şekil 2.5). Bu ölçümler karmaşıktır ve yalnızca gerekli uzmanlığa sahip kişiler tarafından yürütülmelidir.

## 2.7. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

### 2.7.1. GÜRÜLTÜ MARUZİYETİNİN HESAPLANMASI

#### 2.7.1.1. HESAPLAMA YÖNTEMİ

Gürültü maruziyeti, gün boyunca her bir periyodunun (çalışma süresinden) maruz kalınan gürültü seviyesi ve maruziyet süresinden hesaplanır. Grafikler, nomogramlar (tablolar) ve bilgisayar programları kullanarak gerçekleştirilen çeşitli basit yöntemler mevcuttur. Maruziyet puanları toplanarak maruziyet hesaplaması için kullanılan basit bir yöntemin örneği aşağıda verilmiştir.

1. Ses basınç seviyesi veya  $L_{eq}$  ölçümleri için karşılık gelen maruziyet puanları Tablo 2.6'dan okunur.
2. İlgili seviyedeki puanlar maruziyet saatleri ile çarpılır.

veya

Farklı alt görevler ölçülen için maruziyet puanı (EP), maruziyet süresi (t) ve gün içindeki alt görev sayısı (N) ile çarpılır ve ölçüm süresince gerçekleşen alt görev sayısına bölünür (m).

$$\frac{EP \times t \times N}{m}$$

3. Gün içindeki tüm maruziyet periyotları için elde edilen maruziyet puanları toplanır.
4. Sütun 2'deki toplam maruziyet puanlarına karşılık gelen  $L_{EX,d}$  değeri sütun 3'ten bulunur.
5. Eğer haftalık gürültü maruziyet değerinin hesaplanması da gerekirse, haftalık toplam maruziyet puanları bulunarak, haftalık ortalama gürültü maruziyetini hesaplamak için toplam değer 5'e bölünür.

Bazı örnekler Tablo 2.6’da gösterilmiştir.

Tablo 2.6 Gürültü maruziyet puanları hesaplama tablosu

Ses basınç seviyesi veya $L_{eq}$ dB(A)	Maruziyet puanları	Günlük gürültü maruziyeti seviyesi ( $L_{EX,d}$ ) dB(A)
104	1000	95
103	800	94
102	640	93
101	500	92
100	400	91
99	320	90
98	250	89
97	200	88
96	160	87
95	130	86
94	100	85
93	80	84
92	64	83
91	50	82
90	40	81
89	32	80
88	25	79
87	20	78
86	16	77
85	13	76
84	10	75
83	8	
82	6,4	
81	5	
80	4	

Örnekler:

Gürültü maruziyet puanlarını kullanarak maruziyetin hesaplanması;

Örnek 1

Tablo 2.7 Maruziyet puanı ile hesaplama 1

<b>Döküm parçalarını taşıma işi</b>				
<b>Gürültü kaynağı</b>	<b>L<sub>eq</sub> dB(A)</b>	<b>Tepe dB(C)</b>	<b>Ölçüm süresi</b>	<b>Maruziyet süresi</b>
Operatör konumu	89	115	300 saniye	4 saat
Döküm parça toplama noktası	86	111	50 saniye	30 dakika
Basınçlı hava ile makinenin temizlenmesi	97	126	200 saniye	45 dakika
Döküm parça ambalaj ve sevkiyat	<70	108	100 saniye	1 saat 30 dakika

<b>Maruziyet detayları</b>	<b>Maruziyet puanları</b>
4 saat 89 dB (A)'da	4*32=128
0,5 saat 86 dB (A)'da	0,5*16=8
45 dakika 97 dB (A)'da	0,75*200=150
70dB (A)'dan az olan maruziyet önemsizdir	0
<b>Toplam maruziyet puanları</b>	286
<b>Günlük gürültü maruziyet seviyesi</b>	<b>89 ile 90 dB (A) arasındadır</b>

Örnek 2

Bir av tüfeğine ait 4 adet merminin (m=4) deneme atışı sırasında gürültü ölçümleri yapılmıştır. 100 saniyelik ölçüm sırasında (t=100 saniye=0.028 saat) L<sub>eq</sub> değeri 102 dB(A) (EP=640) dir. Çalışan günde normalde 10 mermi (N=10) atmaktadır. Çalışma alanındaki arka plan gürültüsü 75 dB (A)'den azdır.

Tablo 2.8 Maruziyet puanı ile hesaplama 2

<b>Maruziyet Detayı</b>	<b>Maruziyet Puanları</b>
100 saniyede 4 atış yapıldığında L <sub>eq</sub> değeri 102 dB(A)'dır. 10 atış yapılmıştır.	(640x0.028x10)/4=45
<b>Toplam Maruziyet Puanları</b>	45

Gürültü maruziyetinin hesaplanması için formüller:

Günlük gürültü maruziyeti ( $L_{EX,d} = L_{EX,8h}$ ), ISO 1999:1990 standardı, Madde 3.6'da tanımladığı gibi sekiz saatlik çalışma günü için gürültü maruziyet seviyelerinin zaman ağırlıklı ortalamasını ifade etmekte olup, gün içerisindeki tüm gürültü maruziyetlerinin toplanmasıyla bulunur. Günlük gürültü maruziyeti ( $L_{EX,d} = L_{EX,8h}$ ) basit matematiksel toplama işlemi ile bulunmaz, çünkü dB cinsinden olan seviyeler, logaritmiktir ve doğrusal değildir. Bundan dolayı, Günlük Gürültü Maruziyet Düzeyinin bulmak için aşağıda belirtilen matematiksel formül kullanılır:

$L_{eq}$  veya SPL ölçülen yerlerde:

$$L_{EX,d} = 10 \log_{10} \left[ \frac{1}{T_0} \sum_{i=1}^{i=n} T_i \cdot 10^{0.1(L_{Aeq,i})} \right]$$

Burada:

Çalışma günü zamanın farklı periyotlarını kapsar;

$T_0 = 8 \text{ saat} = 28.800 \text{ saniye}$ ;

$T_i = i$  periyodunun süresi (örnek olarak alınan çalışanın yaptığı işin, yapılma süresi), saniye cinsinden;

$(L_{Aeq})_i = i$  periyodu boyunca kişinin maruz kaldığı eşdeğer sürekli A-ağırlıklı ses basınç seviyesi (veya ses basınç seviyesi); ve

$\sum T_i = T_g =$  kişinin günlük gürültü maruziyet süresi, saniye cinsinden

Farklı olayların  $L_{eq}$  değerlerinin ölçüldüğü yerlerde:

$$L_{EX,d} = L_{eq} + 10 \log_{10} \left[ \frac{n \cdot t}{m \cdot T_0} \right]$$

Burada:

$n =$  çalışma günü içerisinde meydana gelen gürültülü olayların sayısı;

$m =$  ölçümde meydana gelen olay sayısı;

$T_0 = 8 \text{ saat} = 28.800 \text{ saniye}$ ;

$T =$  ölçüm süresi.



Gürültü maruziyetinin hesaplanması için formüller:

Haftalık gürültü maruziyet seviyesi ( $L_{EX,w} = L_{EX,8h}$ ), ISO 1999:1990 standartı, Madde 3.6'da tanımladığı gibi sekiz saatlik beş çalışma günü için günlük gürültü maruziyet seviyelerinin zaman ağırlıklı ortalamasını ifade etmekte olup, hafta içerisindeki tüm günlük gürültü maruziyetlerinin toplanmasıyla bulunur. Haftalık gürültü maruziyeti ( $L_{EX,d} = L_{EX,8h}$ ) basit matematiksel toplama işlemi ile bulunmaz, çünkü dB cinsinden olan seviyeler, logaritmiktir ve doğrusal değildir. Bundan dolayı, Haftalık Gürültü Maruziyet Düzeyinin bulmak için aşağıda belirtilen matematiksel formül kullanılır:

Haftalık gürültü maruziyet seviyesi matematiksel olarak aşağıda gösterildiği gibi ifade edilebilir:

$$L_{EX,w} = 10 \log_{10} \left[ \frac{1}{5} \sum_{i=1}^{i=m} 10^{0.1(L_{EX,8h,i})} \right]$$

Burada:

( $L_{EX,8h,i}$ )<sub>i</sub> = dikkate alınan haftanın her bir 'm' çalışma günü için  $L_{EX,d}$  değerleri

### 2.7.1.2 ÖLÇÜM BELİRSİZLİĞİ

Her ölçümün, o ölçümle ilişkili bir belirsizliği vardır. Ses seviyesinde veya çalışma düzeninde belirgin değişikliklerin olduğu yerlerde, en yüksek günlük maruziyetin değerlendirilmesi için tekrarlı ölçümlerin yapılması gerekebilir

Gürültü ölçümlerinde, ses seviye ölçerin hassasiyeti ve kullanılan ölçüm metodundan kaynaklanan "ölçüm belirsizlikleri" ortaya çıkabilir. Bunlardan ilki ölçüm cihazından kaynaklanır, ikincisi ise maruziyetteki günden güne olan değişiklikler ve tekrarlı ölçümler (örneklemeler) arasında ortaya çıkan değişiklikler sebebiyle istatistiksel olarak temsili durumların seçimine bağlıdır. Tip 1 veya sınıf 1 ses seviye ölçerler saha ölçümü için en hassas cihazlardır; Tip 2 veya sınıf 2 ses seviye ölçerler ve dozimetreler daha az hassasiyete sahiptirler. Ancak hangi hassasiyette cihaz kullanılırsa kullanılsın birçok durumda maruziyet koşullarındaki değişiklik sebebiyle oluşan belirsizliğin cihaz hassasiyeti sebebiyle oluşan belirsizlikten daha büyük öneme sahip olması muhtemeldir.

Uygun (düzgün, tam) bir değerlendirme raporu, her durumda prosedür-bazlı ölçümlerin belirsizlik değerini içermelidir.

Gürültü maruziyetinin hesaplanması için formüller:

ISO 9612 'Akustik - Çalışma ortamında maruz kalınan gürültünün belirlenmesi- Mühendislik yöntemi' standardı, gürültü maruziyetinin değerlendirilmesi için ölçüm stratejileri sunar. Standardta tarif edilen yöntemler, belirli bir doğruluk derecesini elde etmek için harcanması gereken çabayı (zahmeti) en aza indirmek için tasarlanmıştır. Bu prosedürler, bu rehberde verilen basit prosedürlere göre daha karmaşık ve daha detaylıdır, fakat yüksek ölçüm hassasiyetinin gerektiği yerlerde kullanışlıdır.

Ancak, Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmeliğin 6 ncı maddesinde aşağıdaki hükümler bulunmaktadır:

*(1) İşveren, çalışanların maruz kaldığı gürültü düzeyini, işyerinde gerçekleştirilen risk değerlendirmesinde ele alır ve risk değerlendirmesi sonuçlarına göre gereken durumlarda gürültü ölçümleri yaptırarak maruziyeti belirler.*

*(2) Gürültü ölçümünde kullanılacak yöntem ve cihazlar;*

*a) Özellikle ölçülecek olan gürültünün niteliği, maruziyet süresi, çevresel faktörler ve ölçüm cihazının nitelikleri dikkate alınarak mevcut şartlara uygun olur.*

*b) Gürültü maruziyet düzeyi ve ses basıncı gibi parametrelerin tespit edilebilmesi ile 5 inci maddede belirtilen maruziyet sınırı değerleri ve maruziyet eylem değerlerinin aşılmadığına karar verilebilmesine imkan sağlar.*

*c) Çalışanın kişisel maruziyetini gösterir.*

*(3) Değerlendirme ve ölçüm sonuçları, gerektiğinde kullanılmak ve iş müfettişlerinin denetimlerinde istenildiğinde gösterilmek üzere uygun bir şekilde saklanır.*

## **2.7.2. ÖNEMLİ GÜRÜLTÜ KAYNAKLARININ BELİRLENMESİ**

Gürültü azaltımının en iyi yolu, günlük gürültü maruziyetine en çok katkıda bulunan alanlar ve faaliyetleri belirlemektir. En önemli kaynağın en yüksek ses seviyesini üretmese de, günlük gürültü maruziyet seviyesine en çok maruziyet puanı katkılarından birini yapabilir.

Örnek :

Tablo 2.9 Gürültü kaynakları

<b>Döküm taşıma operatörü</b>	<b>Maruziyet puanları</b>
Operatör konumu	128
Döküm parça toplama noktası	8
Basınçlı hava ile makinenin temizlenmesi	150
Döküm parça ambalaj ve sevkiyat	0
Toplam maruziyet puanı	286
<b>Günlük gürültü maruziyet seviyesi</b>	<b>89 ile 90 dB(A) arasındadır.</b>

Operatör, en yüksek değerde gürültüye, makine temizliği yaparken maruz kaldığı için, gürültü maruziyetinin ve maruziyetten kaynaklanan riskin azaltılması için öncelikli olarak makine temizliğine odaklanması gerekmektedir. İkinci olarakta, makineyi kullanan operatörün, normal çalışma konumunda iken maruz kaldığı gürültü değerine odaklanılmalıdır.

### **2.7.3. GÜRÜLTÜ İLE OTOTOKSİK MADDELER VE TİTREŞİM ARASINDAKİ ETKİLEŞİM**

Bilimsel çalışmalar, gürültünün hem ototoksik maddelerle hem de titreşimle etkileşiminin olduğunu ortaya çıkarmıştır. Yönetmeliğin 7 nci maddesinin birinci fıkrasının (ç) bendi, bu etkileşimlerin risk değerlendirmesi sırasında teknik açıdan mümkün olduğu kadarıyla dikkate alınması gerektiğini vurgular.

Bölüm 7 'İşitme kaybı ve sağlık gözetimi', ilgili sektörlere ilişkin ototoksik kimyasal ajanların kapsamlı (ayrıntılı) olmayan bir listesini içermektedir.

Bugün, listelenen ototoksik maddeler olsa bile bu etkileşimler için kesin sayısal (nicel) doz-yanıt ilişkileri kullanılamaz ve gürültü-titreşim etkileşimleri için de sadece sınırlı bir bilgi kullanılabilir.

Bu etkileşimler için eşik limitler ile pragmatik risk değerlendirme kurallarını sağlamak şu anda mümkün değildir. Bu konuda üye devletler ile Avrupa düzeyinde bilimsel konferanslarla desteklenen daha fazla araştırma gereklidir.

Doz-yanıt ilişkileri üzerine bilimsel bilgi olmamasına rağmen önleyici tedbirler sağlamak için, bazı uzmanlar gürültü ve ototoksik maddelerin veya Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelikte belirtilen eylem değerlerinin yanı sıra yüksek titreşim seviyesi ve gürültünün bileşik maruziyeti için sağlık gözetimi eylem değerlerinin (odyometrik testler) 5 dB kadar düşürülmesini tavsiye eder.

Bilimsel çalışmalar, hem el kol titreşiminin hem de tüm vücut titreşiminin gürültü ile etkileşime neden olduğunu göstermektedir. Ancak, kesin doz-yanıt ilişkileri bu etkileşimler için geçerli değildir. Bu konuyla ilgili kılavuz, Bölüm 7’de verilmiştir.

#### **2.7.4. KULAK KORUYUCU GEREKLERİ**

Direktif, çalışanın maruz kaldığı gürültü maruziyetinin belirlenirken, çalışan tarafından giyilen (takılan) kişisel kulak koruyucular tarafından sağlanan gürültü azaltma değerinin dikkate alınmasının zorunlu olduğunu belirtir. Gürültü maruziyeti, kulak koruyucuları takılıyken kullanıcının maruz kaldığı gürültü maruziyet seviyesinin ölçülmesi sonucu elde edilen değerler ve kulak koruyucularının gürültü maruziyet azaltma değerleri ile ilgili standart deney verileri dikkate alınarak yapılan hesaplamalar sonucu belirlenir. Bu konuyla ilgili kılavuz, Bölüm 5 - ‘Kişisel koruyucu donanım (KKD): kişisel kulak koruyucuların nitelikleri ve seçiminde verilmiştir.

#### **2.8. ÇALIŞANLARIN BİLGİLENDİRİLMESİ, GÖRÜŞLERİNİN ALINMASI, KATILIMI VE EĞİTİMİ**

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununun 16 ncı, 17 nci ve 18 inci maddeleri; işverenin ulusal mevzuata ve/veya uygulamalara uygun olarak çalışanların bilgilendirilmesi, görüşlerinin alınması, eğitilmesi ve çalışanın ve/veya işyerinde çalışan sağlığı ve güvenliği ile ilgili tüm konularda çalışan temsilcilerinin katılımının sağlanması için uygun tedbirleri almasını gerektirir.

Özellikle, Çalışanların Gürültü ile ilgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmeliğin 10 uncu ve 11 inci maddeleri:

### ***Çalışanların bilgilendirilmesi ve eğitimi***

**MADDE 10 – (1)** İşveren; işyerinde mekanik titreşime maruz kalan çalışanların veya temsilcilerinin, işyerinde gerçekleştirilen risk değerlendirmesi sonuçları ve özellikle de aşağıdaki konularda bilgilendirilmelerini ve eğitilmelerini sağlar;

- a) Mekanik titreşimden kaynaklanabilecek riskleri önlemek veya en aza indirmek amacıyla alınan önlemler,
- b) Bu Yönetmeliğin 5 inci maddesinde belirtilen maruziyet sınır değerleri ve maruziyet eylem değerleri,
- c) Mekanik titreşimden kaynaklanabilecek risklerin değerlendirilmesi ve ölçüm sonuçları ile kullanılan iş ekipmanlarından kaynaklanabilecek yaralanmalar,
- ç) Mekanik titreşime bağlı yaralanma belirtilerinin niçin ve nasıl tespit edileceği ve bildirileceği,
- d) İlgili mevzuata göre, çalışanların hangi şartlarda sağlık gözetimine tabi tutulacağı,
- e) Mekanik titreşime maruziyeti en aza indirecek güvenli çalışma uygulamaları.

### ***Çalışanların görüşlerinin alınması ve katılımlarının sağlanması***

**MADDE 11 – (1)** İşveren, 6331 sayılı Kanuna göre bu Yönetmeliğin kapsadığı konular ile ilgili çalışanların veya temsilcilerinin görüşlerini alır ve katılımlarını sağlar.

## **3. İŞYERİ TASARIMI**

### **3.1. MEVZUAT YÜKÜMLÜLÜKLERİ**

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununun 4 üncü maddesinde, işverenlerin genel yükümlülükleri ve 5 inci maddesinde risklerden korunma ilkeleri belirtilmiştir:

**MADDE 4 – (1)** İşveren, çalışanların işle ilgili sağlık ve güvenliğini sağlamakla yükümlü olup bu çerçevede;

- a) Mesleki risklerin önlenmesi, eğitim ve bilgi verilmesi dâhil her türlü tedbirin alınması, organizasyonun yapılması, gerekli araç ve gereçlerin sağlanması, sağlık ve güvenlik tedbirlerinin değişen şartlara uygun hale getirilmesi ve mevcut durumun iyileştirilmesi için çalışmalar yapar.

b) İşyerinde alınan iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyulup uyulmadığını izler, denetler ve uygunsuzlukların giderilmesini sağlar.

c) Risk değerlendirmesi yapar veya yaptırır.

ç) Çalışana görev verirken, çalışanın sağlık ve güvenlik yönünden işe uygunluğunu göz önüne alır.

d) Yeterli bilgi ve talimat verilenler dışındaki çalışanların hayati ve özel tehlike bulunan yerlere girmemesi için gerekli tedbirleri alır.

(2) İşyeri dışındaki uzman kişi ve kuruluşlardan hizmet alınması, işverenin sorumluluklarını ortadan kaldırmaz.

(3) Çalışanların iş sağlığı ve güvenliği alanındaki yükümlülükleri, işverenin sorumluluklarını etkilemez.

(4) İşveren, iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerinin maliyetini çalışanlara yansıtamaz.

**MADDE 5 – (1) İşverenin yükümlülüklerinin yerine getirilmesinde aşağıdaki ilkeler göz önünde bulundurulur:**

a) Risklerden kaçınmak.

b) Kaçınılması mümkün olmayan riskleri analiz etmek.

c) Risklerle kaynağında mücadele etmek.

ç) İşin kişilere uygun hale getirilmesi için işyerlerinin tasarımı ile iş ekipmanı, çalışma şekli ve üretim metotlarının seçiminde özen göstermek, özellikle tekdüze çalışma ve üretim temposunun sağlık ve güvenliğe olumsuz etkilerini önlemek, önlenemiyor ise en aza indirmek.

d) Teknik gelişmelere uyum sağlamak.

e) Tehlikeli olanı, tehlikesiz veya daha az tehlikeli olanla değiştirmek.

f) Teknoloji, iş organizasyonu, çalışma şartları, sosyal ilişkiler ve çalışma ortamı ile ilgili faktörlerin etkilerini kapsayan tutarlı ve genel bir önleme politikası geliştirmek.

g) Toplu korunma tedbirlerine, kişisel korunma tedbirlerine göre öncelik vermek.

ğ) Çalışanlara uygun talimatlar vermek.

İşveren, 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununun 10. Maddesinde aşağıda sayılan hükümlerine dikkat etmelidir:

(1) İşveren, iş sağlığı ve güvenliği yönünden risk değerlendirmesi yapmak veya yaptırmakla yükümlüdür.

(2) İşveren, yapılacak risk değerlendirmesi sonucu alınacak iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri ile kullanılması gereken koruyucu donanım veya ekipmanı belirler.

*Son olarak, Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair yönetmeliğin 8. maddesi, maruziyetin önlenmesi ve azaltılmasını hedefleyen aşağıdaki hükümleri içerir:*

*(1) İşveren, risklerin kaynağında kontrol edilebilirliğini ve teknik gelişmeleri dikkate alarak, gürültüye maruziyetten kaynaklanan risklerin kaynağında yok edilmesini veya en aza indirilmesini sağlar ve 8, 9, 10 ve 11 inci maddelere göre hangi tedbirlerin alınacağını belirler.*

*(2) İşveren, maruziyetin önlenmesi veya azaltılmasında, Kanununun 5 inci maddesinde yer alan risklerden korunma ilkelerine uyar ve özellikle;*

*a) Gürültüye maruziyetin daha az olduğu başka çalışma yöntemlerinin seçilmesi,*

*b) Yapılan işe göre mümkün olan en düşük düzeyde gürültü yayan uygun iş ekipmanının seçilmesi,*

*hususlarını göz önünde bulundurur.*

*c) İşyerinin ve çalışılan yerlerin uygun şekilde tasarlanması ve düzenlenmesi, hususlarını göz önünde bulundurur.*

## **3.2. ÇALIŞMA ORTAMI ETKİSİ (UYGULAMADA)**

### **3.2.1.YANSIMA VE SOĞURMA**

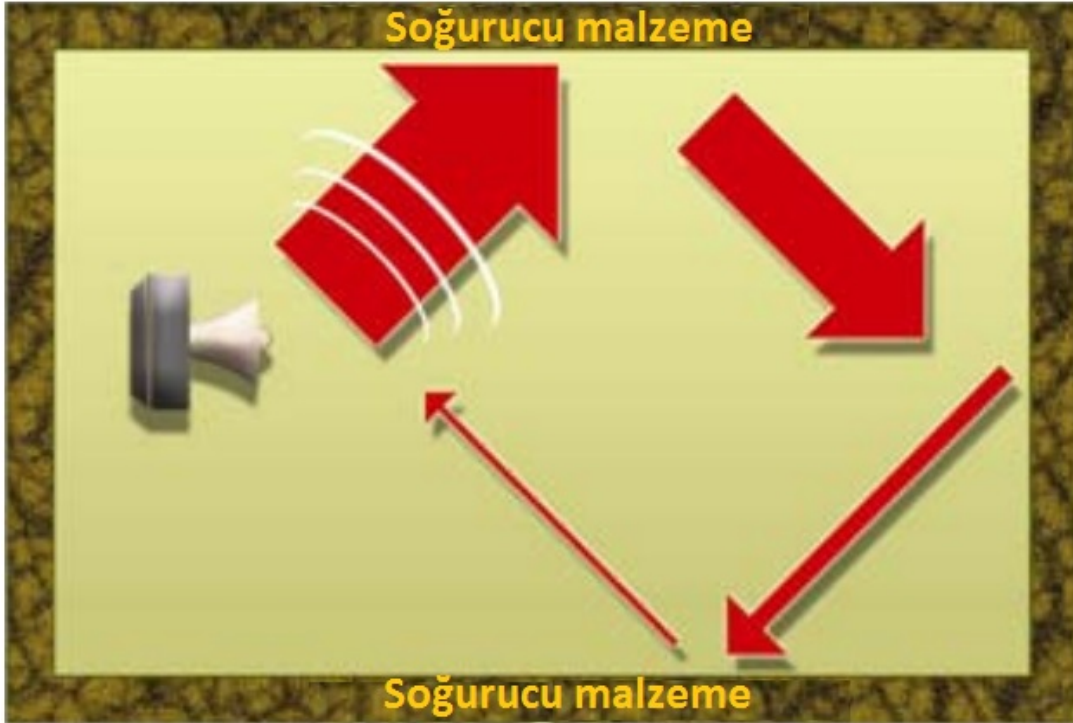
Kapalı bir ortamda (atölye, oda vb.), bir gürültü kaynağından yayılan gürültü (ses), kapalı ortamın duvarlarına çarpar ve yansır. Yansıyan bu sesler, ortamdaki ses (gürültü) maruziyetini artırır.

- Ses bir duvarla karşılaştığında, enerjisinin bir bölümü yansır.
- Bu nedenle çalışma ortamı, akustik ortamı etkiler; bu olaya “yankılanma” denir.
  - Toplam maruziyet, doğrudan ekipmandan yayılan ses ile yankılanan seslerin aynı noktadaki toplamıdır.
  - Yankılanan sesleri azaltmak için ortamın yüzeylerine soğurma aparatı yerleştirilebilir veya sesin güzergâhına bölmeler yapılabilir; bu sistemler ileride ayrıntılı olarak açıklanacaktır (bkz, Bölüm 4.2).

Örnekler:

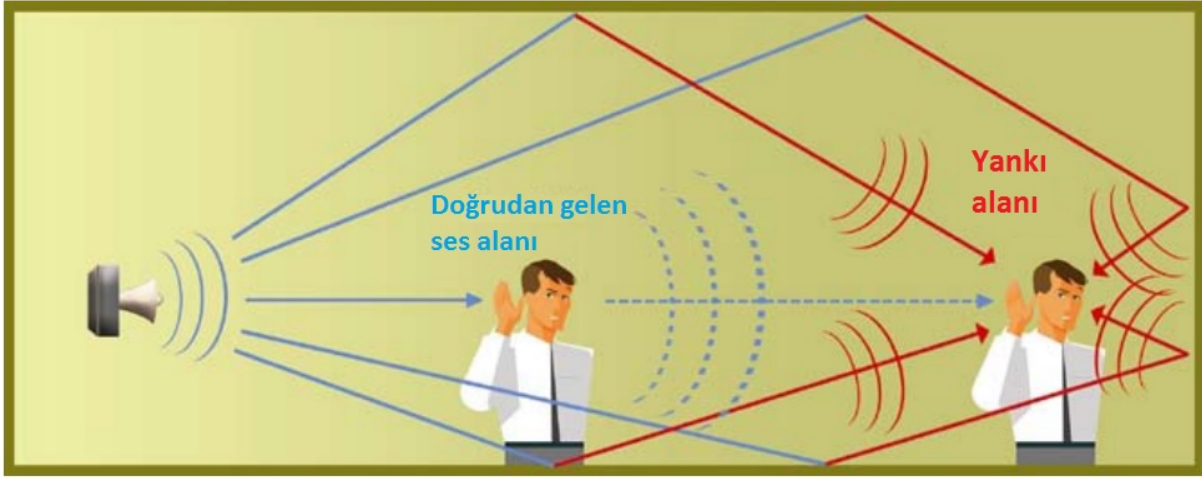
Akustik ortamın etkileri konusunda verilebilecek iki adet örnekten; ilki boş bir hangar (yankılanması yüksek), diğeri de duvarları akustik malzemeyle ve halılarla kaplı küçük bir bürodur. Ancak soğurmanın en çok gerçekleştiği yer açık havadır (Şekil 3.1, 3.2, 3.3).

Şekil 3.1 Yansıyan ve doğrudan gelen ses



Şekil 3.2 Soğurucu malzemenin etkisi





Şekil 3.3 Doğrudan gelen ses alanı ve Yankı alanı

### 3.2.2 DOĞRUDAN GELEN SES ALANI VE YANKI ALANI

Ortamın gürültü maruziyetine etkisi, gürültü kaynağına olan mesafeye bağlı olarak geniş bir aralıkta değişir.

- Ekipmandan uzaklaştıkça, yankılanan sesin etkisi de o kadar artar. Bu nedenle çalışma ortamı, ses kaynağından uzaklığa bağlı olarak birden fazla bölgeye ayrılabilir:
  - ses kaynağına yakın yerlerde doğrudan gelen ses baskındır; bu bölgeye “doğrudan gelen ses alanı” denir.
  - ses kaynağından uzak yerlerde baskın olan taraf yansıyan seslerdir; bu bölgeye “yankı alanı” denir; yankı alanında gürültü seviyesi hemen hemen sabittir.
- Bir ortamın akustik soğurması, yankılanma alanında oldukça etkilidir, ancak doğrudan gelen ses alanında etkili değildir.

Örnek:

Doğrudan gelen ses alanı genellikle; makinadan bir veya iki metre uzaklıktaki bölgedir. Bir iş aleti kullanan çalışan genellikle, o aletin doğrudan gelen ses alanı içindedir. Yakında bulunan duvarların soğurma etkisi, aleti kullanan kişiden çok, çevrede bulunan diğer çalışanlar üzerinde etkilidir.

### 3.3. ÇALIŞMA ORTAMINI TANIMLAMA

#### 3.3.1. YANKILANMA SÜRESİ

Yankılanma süresinin ölçülmesiyle, bir çalışma ortamının ortalama akustik etkisi yaklaşık olarak tahmin edilebilir (Şekil 3.4).

- Bir odada veya kapalı bir mekânda bulunan ses kaynağını aniden durdurursanız; akustik yansımalar, ortamın arka plan gürültüsü sesi maskeleyene kadar enerjilerini her bir yansımada biraz daha kaybederek duvarlar arasında ilerlemeye devam eder.
- Bir ortamın yankılanması ne kadar fazlaysa, ses seviyesinin ortamdaki düşme hızı da o kadar az olur. Ortamın akustik etkisi, “Yankılanma süresi ( $T_r$ )” adı verilen “ses seviyesinin sönüm süresi” olarak düşünülebilir ve ses seviyesindeki 60 dB’lik bir düşüş veya sönümlenme olarak tanımlanır.
- $T_r$ ’nin hesaplanmasında kullanılan ses kaynağı darbeli bir kaynak (silah sesi, vb.) veya aniden kesilen sürekli kararlı bir gürültü olabilir.

Örnekler:

Ortalama yankılanma süresi bir yatak odasında yaklaşık 0,5 saniye, bir konser salonunda 1 ila 2 saniye ve boş bir hangarda 4 ila 8 saniyedir.



Şekil 3.4 Ortamın akustik etkileri; kesici bir ses kullanılarak bu sesin, yüzey yansımalarının neden olduğu sönüm süresinin ölçülmesiyle belirlenebilir. “Yankılanma süresi” ( $T_r$ ), ses seviyesinde 60 dB azalma gerçekleşmesi için gereken süredir.

### 3.3.2. UZAYSAL SES DAĞILIM EĞRİSİ

Bir ortamın uzaysal akustik etkisi, o odanın ortalama boyutlarıyla ilişkili bir mesafe boyunca sesin sönümlenmesi olarak nitelendirilebilir. Bu etki, birim uzunluğa göre sönümlenme hızına bakarak veya belirli bazı noktalarda gürültü yükseltmesi yaparak belirlenebilir (Şekil 3.5).

- Sürekli ve kararlı bir gürültü kaynağı odanın bir ucunda yer alıyorsa, odanın eksenini boyunca ses seviyesindeki azalma ölçülebilir; bulunan sonucun grafiğine “uzaysal ses dağılım eğrisi” adı verilir.
- Ortamın etkisi  $DL_2$  değişkeni kullanılarak bulunabilir. Bu değer, ses kaynağına olan mesafe iki katına çıkarıldığında ses seviyesindeki azalma hızına eşittir.  $DL_2$ 'ye, “iki kat mesafedeki uzaysal sönümlenme hızı” adı verilir.
- Açık havada (“boş alan” da denir) iki kat mesafedeki ses seviyesi sönümlenme hızı 6 dB'dir (yani,  $DL_2 = 6$ ).
- Odanın bir noktasındaki ses seviyesi ile boş alanda ölçülmesi beklenen ses seviyesi ( $DL_f$ ) arasındaki farka “odanın gürültü yükseltmesi” veya “ses basıncı fazlalığı” adı verilir.

Ortam akustiğinin değişkenlerine dair genel kurallar şunlardır:

- Bir ortama, düşük gürültü yükseltmesi uygulanması demek;  $DL_2$  değerinin yüksek,  $DL_f$  ve  $T_r$  değerlerinin de düşük olması demektir.
- $DL_2$ ,  $DL_f$  ve  $T_r$  değerleri frekansa bağlı olarak değişir; oktav bandı olarak verilebilirler.
- $T_r$ ,  $DL_2$  ve  $DL_f$  değerleri, odanın hacmine bağlı olarak değişir.

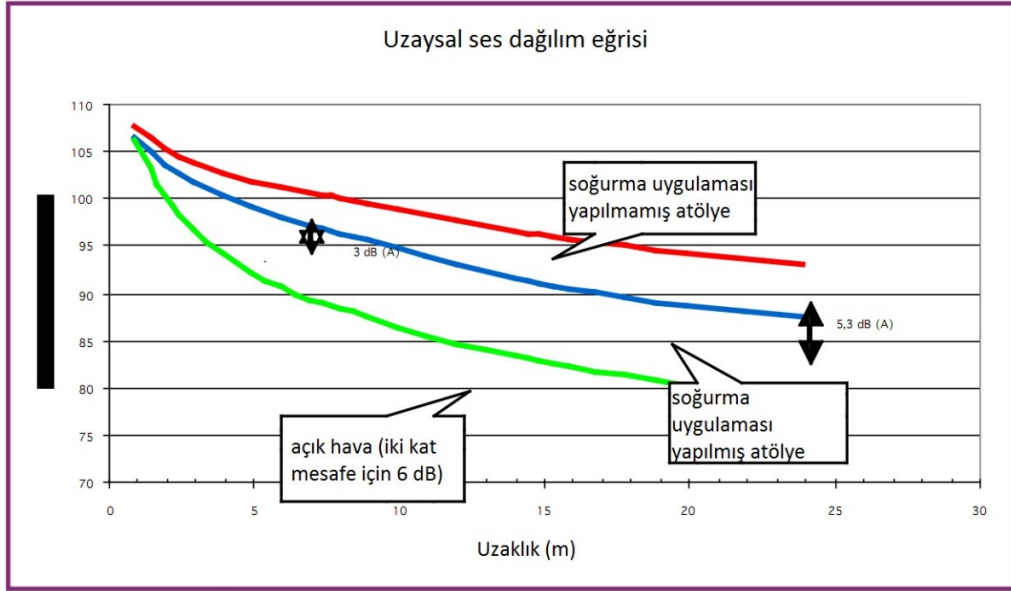
Örnekler:

EN ISO 11690 – 1’de şu değerler önerilir:

Odanın hacmi  $200 \text{ m}^3$ ’ten küçük ise  $T_r < 0,8 \text{ s}$ ;

Odanın hacmi  $1000 \text{ m}^3$ ’ten küçük ise  $T_r < 1,3$ ;

daha büyük hacimli odalar için de  $DL_2 > 3$  veya 4.



Şekil 3.5 Bir atölyedeki ses sönümlenmesi, gürültü kaynağı ile atölyenin bir duvarı arasındaki hat boyunca ölçülebilir. Ortamın akustik etkisi de iki ayrı şekilde düşünülebilir; sesin sönümlenmesinin “ortalama hızı” şeklinde veya açık havadaki (boş alandaki) eş değer sönümlenmeye oranı şeklinde (© INRS-CRAM Rennes’in izniyle).

Bir çalışma ortamının akustik değişkenleri, Avrupa Birliği Yönergeleri kapsamında değildir ancak ulusal yönetmeliklerde odanın ölçülerine ve kullanım yoğunluğuna bağlı olarak bazı değerler tanımlanmıştır. EN ISO 11690’de önerilen değerler aşağıda verilmiştir.  $DL_2$  ve  $DL_T$  temsil yetisi en çok olan atölye değişkenleridir ancak güvenilir DL ölçümü yapmaya elverişli olmayan bazı küçük ölçekli odalarda  $T_r$  değişkeni kullanmak daha uygundur.

Ortam soğurmasını karakterize edebilecek bir diğer değişken de şudur: “soğurma eş değer alanı” ( $A_{eq}$ ), soğurma miktarı odaninkine eşit olan, tamamen soğurucu bir alan demektir. “Sabine formülü” sıklıkla kullanılan bir formüldür. Bu formüle göre; odanın hacmi  $V$ , toplam alanı  $S$  ve yankılanma süresi  $T$  arasında şöyle bir ilişki vardır:

$$a_s = (0,16 V) / (T_r S)$$

$a_s$ : Sabine soğurma katsayısı

### 3.4. İŞYERİNDEKİ AKUSTİK PERFORMANSI ARTIRMAK İÇİN ÇÖZÜMLER

#### 3.4.1. İŞYERİNDE YAPILACAK DEĞİŞİKLİKLER

İşyerinde yapılacak değişiklikler, bu kılavuzun 4. Bölümünün “Gürültü maruziyetinin azaltılması” başlığında ele alınan şu çözümleri kapsamaktadır:

- Çalışma yerinin değiştirilmesi, uzaktan kumandalı aletler kullanılması vb. gibi işyerinde yapılacak değişikliklerle birlikte, yöneticileri de kapsayan çözüm uygulamaları.
- Çalışanın yakınına perdeler (paravanlar) yerleştirilmesi vb. uygulamalar

### 3.4.2. SOĞURUCU CİHAZLARIN VE KAPLAMA MALZEMELERİNİN KULLANILMASI

Soğurucu malzemeler yansıyan ses miktarını azaltmak için kullanılır.

- Bir malzemenin veya bir sistemin soğurma becerisi “soğurma etmeni” olan  $\alpha$  ile ifade edilir.  $\alpha$ , soğurulan gürültü enerjisinin, toplam gürültü enerjisine oranıdır.
- $\alpha$ 'nın tüm olası değerleri, 0 (hiç soğurma olmaması) ile 1 (tam soğurma; yani, hiç yansıma olmayan açık havaya denk) arasında değişir.
- Aynı malzeme veya sistem için  $\alpha$  değeri, sesin frekansına bağlı olarak değişiklik gösterir.
- Soğurma çözümleri aşağıdaki gibi gruplara ayrılabilir:
  - Geçirgen malzemeler (cam yünü, taş yünü, vb.) ses enerjisini kalınlıkları ölçüsünde sönümler. Yüksek frekanslı seslerde daha etkindirler. Böyle malzemeler duvarların yüzeyine kaplanır veya perde veya levha şeklinde tavandan sarkıtılır (Şekil 3.6).
  - “Diyafraamlar”, çitalarla duvara sabitlenen ahşap levhalardır. Enerjinin sönümlenmesi, levhanın şeklinde meydana gelen bozulması, böylece arkasında bulunan havayı sıkıştırması sayesinde gerçekleşir. Diyaframlar alçak frekanslı seslerde daha etkilidir (Şekil 3.7).
  - “Yankılayıcılar”, ortama bir boyun (şişelerde olduğu gibi) aracılığıyla bağlı içi boş aletlerdir. Havanın bu boş ortamda hareket etmesi sonucu ses enerjisi sönümlenir. Aletin şekline bağlı olarak, etkili oldukları frekanslar belirlenir (Şekil 3.8).
- Aynı tür aletlerde  $\alpha$  değeri; aletin şekil, yoğunluk, kalınlık, vb. özelliklerine bağlı olarak değişir.

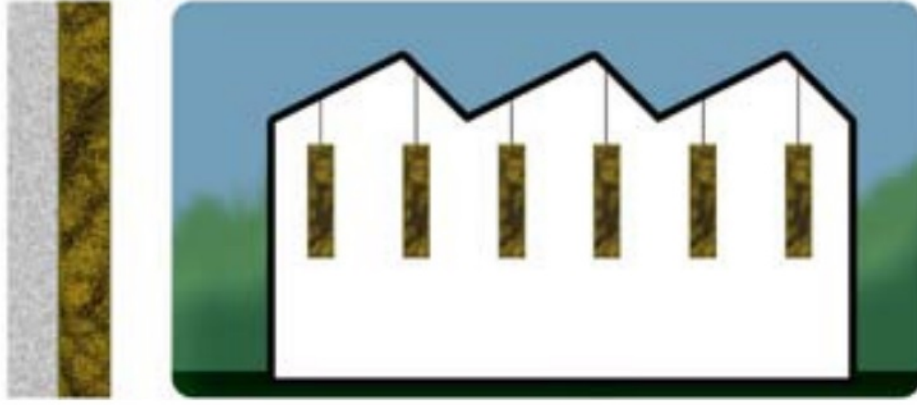
Örnekler:

Bazı bilindik  $\alpha$  değerleri; mermer için 0,01, beton için 0,04 ve cam yünü için 0,08'dir.  $\alpha$ 'nın frekansa bağlı olarak değişimi aşağıdaki tabloda örneklendirilmiştir:

Tablo 3.1  $\alpha$ 'nın Frekansa Bağlı Olarak Değişimi

$\alpha$	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	4000 Hz
Cam yünü	0,3	0,7	0,9	0,95
Diyafram	0,6	0,4	0,2	0,1
Yankılayıcı (500 Hz için tasarlanmış)	0,2	0,9	0,2	0,05

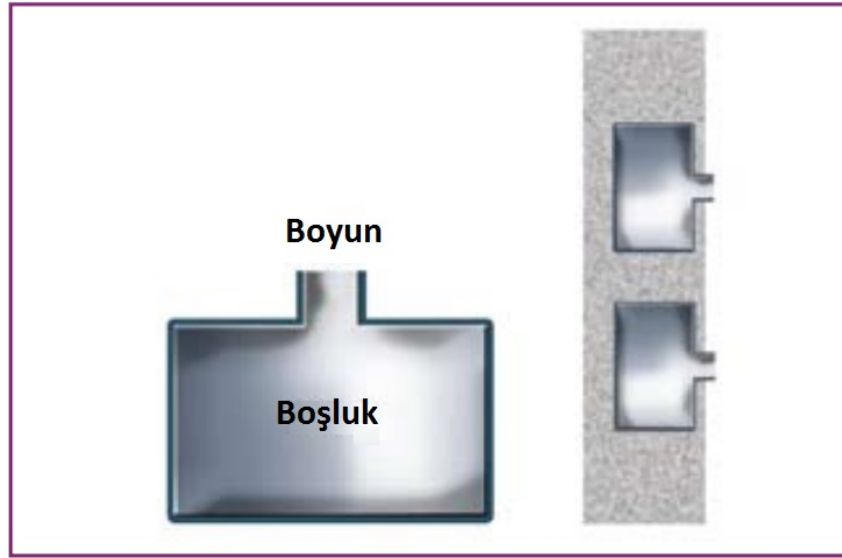
Soğurucu malzeme üretirken kullanılacak olan özellikler 4. Bölüm'deki "Gürültü maruziyetinin azaltılması" başlığı altında verilmiştir.



Şekil 3.6 Yüksek frekanslı sesleri azaltmak için geçirgen malzemeler, atölyenin duvarlarına yerleştirilebilir veya perde, levha vb. şeklinde tavandan sarkıtılır.



Şekil 3.7 “Diyaframlar”, alta çıtalar yerleştirilerek duvara sabitlenen ahşap levhalardır. Alçak frekanslı sesleri azaltırlar.



Şekil 3.8 Akustik “yankılayıcılar”, içi hava dolu boşluklardır. Önceden belirlenen frekanstaki sesleri azaltmak için genellikle duvarların içine yerleştirilirler.

Yukarıda da görüldüğü gibi, ortamın akustik etkisi, gürültü kaynağına uzaklığa bağlı olarak değişir. Ortamın soğurmasının sağladığı yarar da benzer nedenle farklılık gösterir: kaynağa yakinken 1 ile 3 dB arasında olabilirken, kaynaktan uzakken 5 ile 12 dB arasında olabilir (bkz. EN ISO 11690).

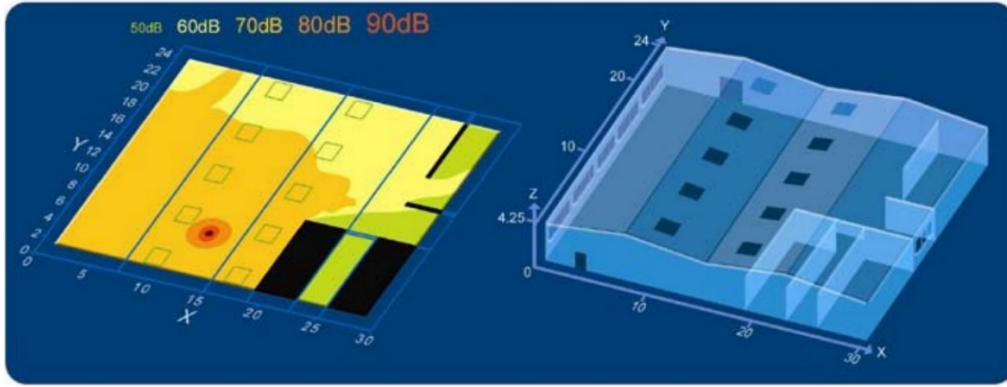
Yüzeyin şekli, sesin soğurulmasında önemli bir etkiye sahiptir. Öte yandan, bir duvar nadiren homojendir: üzerinde pencereler, kapılar, bölgesel kaplamalar, vb. vardır. Bu bileşenlerin (kapı, pencere vb.) alanı, duvarın alanına göre yeterince büyükse, her biri ayrı birer bileşen olarak düşünülür. Aksi durumda, duvar için geçerli ortalama değerler kullanılabilir.

### 3.5. TAHMİNİ GÜRÜLTÜ HESAPLAMASI

Bir çalışma ortamında bulunan bir ekipmanın ses emisyonu ve ortamın soğurma özellikleri biliniyorsa belirli bazı noktalardaki ses basıncını hesaplayabilen çeşitli yöntemler ve yazılımlar vardır (Şekil 3.9 ve 3.10).

- Ekipmanın gürültü emisyonu hakkında bilgi sahibi olunmalı.

- İşyeri hakkında elimizde veri olmalı: şekli, kullanılan alan miktarı, yüzey soğurma katsayıları – bunun dışındakiler için, kuramsal değerler kullanılarak yaklaşık değerler hesaplanabilir.
- Ulaşılan değerler; belirli bazı noktalardaki ses basıncı seviyeleri, gürültü haritaları veya ortamın soğurma değişkenleri olabilir.
- Sonuç; çeşitli emisyon kaynaklarına ve duvardaki yansımalara bağlı bir emisyon değeridir. Maruz kalınan miktar hesaplanırken, farklı çalışma ortamlarındaki maruz kalma süresinin de bilinmesi gerekir.

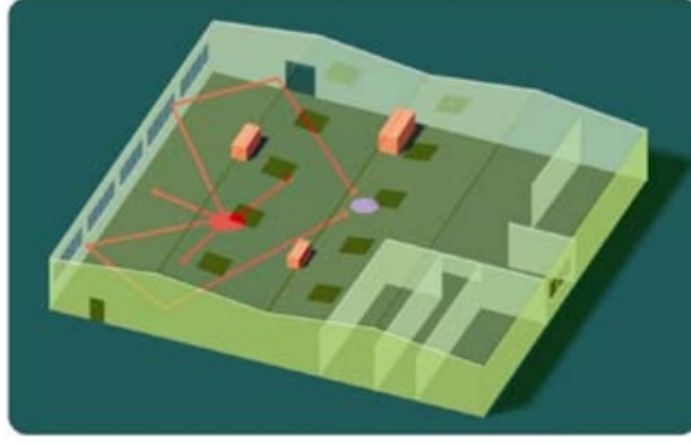


Şekil 3.9 Ses seviyelerinin hesaplanmasında kullanılan işyeri modelleme yazılımı.

Bu araçlar, yeni işyerleri veya kapsamlı bir tadilatın geçirilmiş işyerleri tasarlamak için kullanılır. Gelecekteki bir durumu öngörürler ve en iyi çözümü sunabilmek için veya hedeflenen bir gürültü seviyesine ulaşabilmek için pek çok farklı durumu birbiriyle karşılaştırırlar. Çeşitli durumlar aşağıdaki şekilde birbiriyle karşılaştırılır:

- Ekipmanın emisyonu değiştirilerek; örneğin, daha sessiz bir ekipman veya korunaklar kullanarak.
- Çalışanın veya ekipmanın atölyedeki yeri değiştirilerek.
- İlgili yüzeylerin soğurması artırılarak.





Şekil 3.10 Modelleme sayesinde, işyerindeki çeşitli durum değişimlerinin simülasyonu.

Hesaplama yöntemine, kullanılan değişkenlerin güvenilirliğine ve hesaplamadaki kabullere bağlı olarak, sonuçların bir belirsizlik derecesi vardır. Buna rağmen, çeşitli çözümlere karşılık gelen farklı sonuçlar birbiriyle karşılaştırılabilir ve makul bir seçim yapılmasında yardımcı olabilir.

“Makul bir seçim” aşağıdakiler göz önüne alınarak yapılabilir:

- Her bir durum için hesaplanmış gürültü seviyesi.
- Her bir çözümün yol açacağı sonuçlar (maliyet, sürece olan etki, diğer iş sağlığı ve güvenliği etmenleri üzerindeki etkiler, kirlilik, vb.).

İşyeri ses basıncı seviyelerini ve gürültü emisyonunu tahmin etmek için kullanılan yöntemlerden bazıları EN ISO 11690-3:1997’de verilmiştir. Mekân akustiğini tahmin eden pek çok yazılım mevcuttur. Bu yazılımlar; ergonomi, hesaplama hızı, eldeki hazır verilerin (ölçüler, malzeme soğurma özellikleri, vb.) çokluğu, ön kabuller ve hesaplama kesinliği gibi bazı ölçütlere göre birbirinden ayrılabilir.

## **4. GÜRÜLTÜ MARUZİYETİNİN AZALTILMASI**

### **4.1. MEVZUAT YÜKÜMLÜLÜKLERİ**

Yönetmeliğin 8 inci maddesinde, gürültüye maruz kalmanın önlenmesi veya maruz kalınan gürültünün azaltılması konularında aşağıdaki hükümler yer almaktadır:

(1) İşveren, risklerin kaynağında kontrol edilebilirliğini ve teknik gelişmeleri dikkate alarak, gürültüye maruziyetten kaynaklanan risklerin kaynağında yok edilmesini veya en aza indirilmesini sağlar ve 8, 9, 10 ve 11 inci maddelere göre hangi tedbirlerin alınacağını belirler.

(2) İşveren, maruziyetin önlenmesi veya azaltılmasında, Kanunun 5 inci maddesinde yer alan risklerden korunma ilkelerine uyar ve özellikle;

a) Gürültüye maruziyetin daha az olduğu başka çalışma yöntemlerinin seçilmesi,

b) Yapılan işe göre mümkün olan en düşük düzeyde gürültü yayan uygun iş ekipmanının seçilmesi,

c) İşyerinin ve çalışılan yerlerin uygun şekilde tasarlanması ve düzenlenmesi,

ç) İş ekipmanını doğru ve güvenli bir şekilde kullanmaları için çalışanlara gerekli bilgi ve eğitimin verilmesi,

d) Gürültünün teknik yollarla azaltılması ve bu amaçla;

1) Hava yoluyla yayılan gürültünün; perdeleme, kapatma, gürültü emici örtüler ve benzeri yöntemlerle azaltılması,

2) Yapı elemanları yoluyla iletilen gürültünün; yalıtım, sönümleme ve benzeri yöntemlerle azaltılması,

e) İşyeri, işyeri sistemleri ve iş ekipmanları için uygun bakım programlarının uygulanması,

f) Gürültünün, iş organizasyonu ile azaltılması ve bu amaçla;

1) Maruziyet süresi ve düzeyinin sınırlandırılması,

2) Yeterli dinlenme aralarıyla çalışma sürelerinin düzenlenmesi,

hususlarını göz önünde bulundurur.

(3) İşyerinde en yüksek maruziyet eylem değerlerinin aşıldığının tespiti halinde, işveren;

a) Bu maddede belirtilen önlemleri de dikkate alarak, gürültüye maruziyeti azaltmak için teknik veya iş organizasyonuna yönelik önlemleri içeren bir eylem planı oluşturur ve uygulamaya koyar.

b) Gürültüye maruz kalınan çalışma yerlerini uygun şekilde işaretler. İşaretlenen alanların sınırlarını belirleyerek teknik olarak mümkün ise bu alanlara girişlerin kontrollü yapılmasını sağlar.

(4) İşveren, çalışanların dinlenmesi için ayrılan yerlerdeki gürültü düzeyinin, bu yerlerin kullanım şartları ve amacına uygun olmasını sağlar.

(5) İşveren, bu Yönetmeliğe göre alınacak tedbirlerin, Kanunun 10 uncu maddesi uyarınca özel politika gerektiren gruplar ile kadın çalışanların durumlarına uygun olmasını sağlar.

## **4.2. GÜRÜLTÜ MARUZİYETİNİ AZALTMA YOLLARI**

### **4.2.1. TOPLU ÇÖZÜMLER ÖNCELİKLİDİR**

Toplu korunma yöntemlerine öncelik verilmesi, 6331 sayılı Kanunda tanımlanan önlemlerin temelini oluşturur. Gürültü konusunda da pek çok toplu çözüm bulunmaktadır.

- Bu bölümde açıklanan tüm çözümler toplu çözümdür.
- Bireysel uygulamalar temel olarak kişisel kulak koruyucularının ve sığınakların kullanılmasına dayalıdır [bkz., 5. Bölüm “Kişisel koruyucu donanım (KKD): özellikleri ve kişisel kulak koruyucularının seçilmesi”]. Sığınaklar birer korunak olarak düşünülebilir çünkü aynı fiziksel ilkelere sahiptirler.

### **4.2.2. ÖNLEYİCİ ÇÖZÜMLERİ AÇIKLAYICI KILAVUZ**

Gürültüyü azaltıcı pek çok toplu çözüm vardır. Önemli olan, bu kadar çok çözüm olduğunun farkında olmak ve bunlar arasından hangisini seçeceğini bilmektir.

- Bu bölümde, farklı çözüm önerileri tanıtılacak ve onların dayandığı ilkeler açıklanacaktır. Çözümlerin başarı dereceleri, sanayide kullanılan çözümlerde geçen akustik değişken değerleri ve örnekler kullanılarak açıklanacaktır.
- Bir çözüm seçildiğinde, çözümün etkinliğini sağlamak ve yanlış anlaşılmalara engellemek için o çözümü seçen kişiye, çözüm hakkında bilgiler verilir. Bu konudaki açıklamalar bu bölümün sonunda yapılacaktır.

### **4.2.3. ÇÖZÜMÜN BAŞARI DERESESİ FREKANS BAĞLI OLARAK DEĞİŞİR**

Malzemelerin ve sistemin akustik özellikleri, frekansa bağlı olarak değişir. Çözümün akustik başarısı da, bu değişkene bağlı olarak geniş bir aralıkta seyreder.

- Akustik başarı derecesi genellikle frekansa bağlı olarak artar. Düşük frekanslı seslere karşı başarı (azaltım) sağlamak daha zordur.
- Başarı derecesinin daha düşük olduğu belirli bazı frekans bantları vardır.

### 4.3. GÜRÜLTÜ AZALTMA YÖNTEMLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Amaç, çok sayıdaki ses azaltma seçenekleri arasında en iyisini belirlemektir. En iyi çözüm; en düşük maliyetle, yani en az emek harcayarak ulaşılan en iyi sonuçtur.

- Bazı gürültü azaltma eylemleri sanayide sıklıkla kullanılır ama var olan çözüm seçeneklerinin çeşitliliği uygulamadakinden çok daha fazladır.
- Yaygın kullanılan çözümler bir soruna veya fabrikanın koşullarına her zaman uygun olmayabilir. Dahası, gürültü konusundaki hedeflere göre düzenleme yapmak gerekir.
- İşveren belirli bazı çözümlere aldanmamalıdır. Sade çözümler sıklıkla en yararlı olanlardır.

#### Örnekler:

Bir atölyenin, soğurucu malzeme kaplı duvarları ve tavanı da dâhil toplam akustik iyileştirmesi, örneğin gürültü kaynağı çalışana yakınsa; abartılı, hatta bazen epey etkisiz olabilir. Benzer şekilde, bir çalışanın sığınakta, çalışan o sığınağı arada sırada terk etmek zorunda kalıyorsa tamamen etkisiz olabilir.

Gürültü azaltma yöntemleri benzer olabilirler ve hazırlık amacıyla önceden yapılacak bir göz atma işlemi, seçim konusunda yardımcı olabilir.

- Yöneticileri kapsayan uygulamalar: Bunlar; iş örgütlenmesi, süreç tasarımı ve ekipman tedarikidir. Bu uygulamalardan en büyük yarar, işyerinin en başta tasarlanması sırasında veya büyük bir değişimin gerçekleştirilmesinden önce sağlanır. Sorunların ve sonradan gerçekleşebilecek öngörülemeyen işlerin ortaya çıkmasını önlerler.
- Kaynağında müdahaleler: Gürültülü ekipmanın değiştirilmesiyle gerçekleştirilir. Asıl zorluk, böyle değişiklikleri yapıp ekipmanın garantisinin devam etmesini sağlamaktır. Ancak, “kaynağında müdahaleler”, doğru şekilde uygulandığında gürültü konusunda büyük yararlar sağlayabilir ve işyeri üzerinde önemli ölçüde etkili olabilir.
- Gürültü iletimine yönelik eylemler, en çok kullanılanlardır. Bunlar, iş örgütlenmesi ve ekipman kullanımı üzerinde daha az etkilidir ancak bu her zaman geçerli değildir. Düzeltme işlemlerinde etkilidirler ama tasarım aşamasında da uygulanabilirler. Gerçek

etkileri akustik duruma bağılıdır ve eğer uygunlarsa iyi sonuçlar verebilirler, ancak yüksek maliyetle ve çok az miktardaki akustik yararlarla da sonuçlanabilirler.

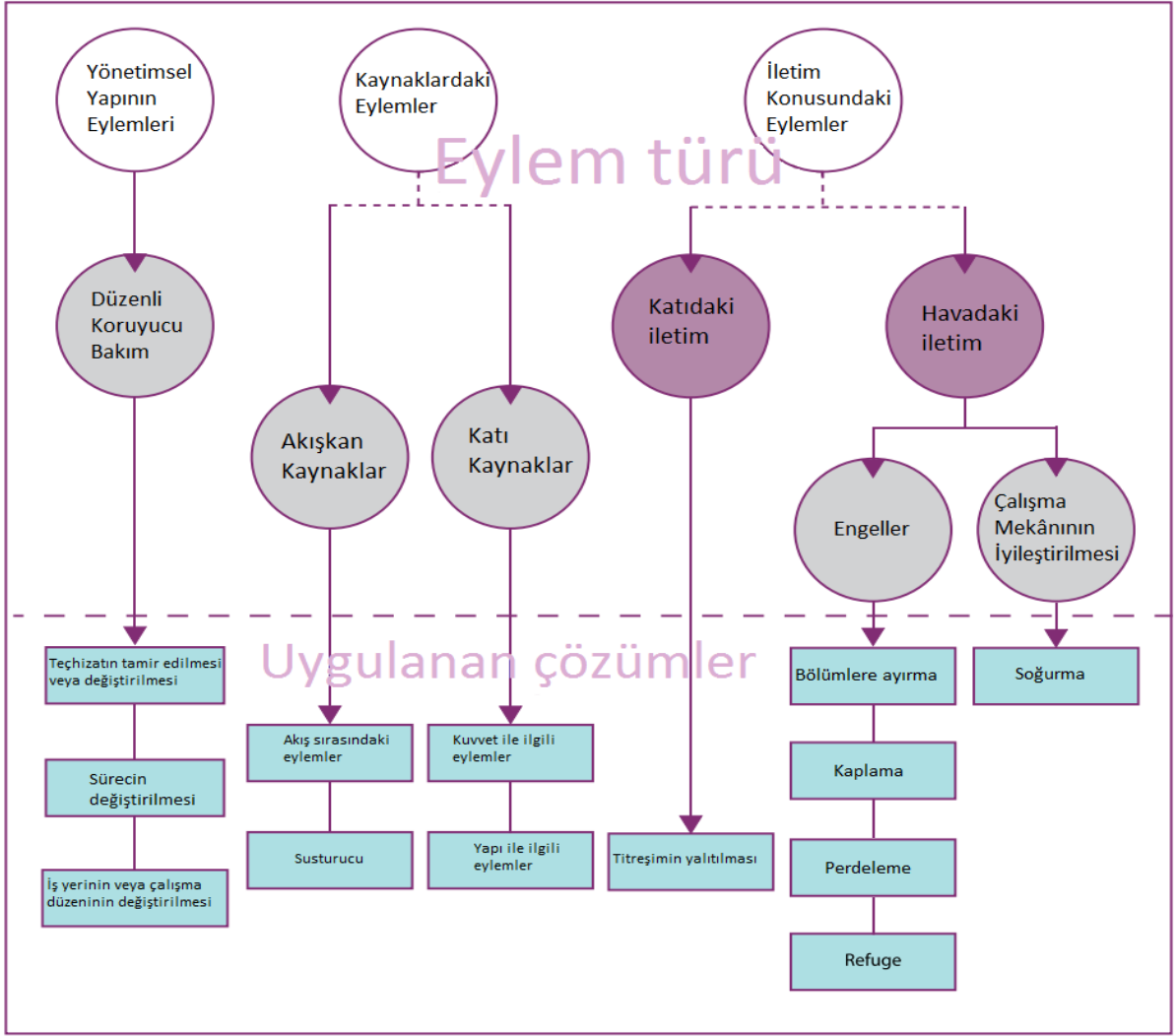
Örnekler:

Gürültülü bir ekipmanın (vantilatörler, kompresörler, vb.) çalışanlardan uzağa yerleştirilmesi; bu işlem atölyenin kurulumu sırasında gerçekleştirilirse, düşük maliyetli bir çözümdür. İleride, sürekli bir giriş çıkış olmayacaksa, böyle bir ekipmanın çevresinin kapatılması çok daha kolay olabilir.

Sesin türü kullanılacak en uygun çözümün belirlenmesini sağlar.

- 1. Bölüm’de farklı ses türleri ele alınmıştır: katıda veya yapıda taşınan ses, havada taşınan ses ve sıvıda taşınan ses.
- Havada taşınan ve sıvıda taşınan sesler “akışkanda taşınan sesler” tanımı altında birleştirilebilir çünkü pek çok ortak yönleri vardır.
- Katı kaynaklar, sesin mekanik kuvvet kullanılarak oluştuğu kaynaklardır: dişliler, sürtünme, darbeler, vb.
- Akışkanda taşınan sesler, bir akışkan içinde gerçekleşen basınç düzensizlikleri sayesinde oluşur: düdük sesi, türbülans, silah sesi, vb.
- Katı içinde yayılmaya “sesin yapıda taşınması” adı verilir: ses; zeminde, duvarlarda, borularda, vb. ilerler.
- Hava içinde yayılmaya “sesin havada taşınması” adı verilir. Ses, hava ortamında ilerler, bu nedenle de, “akışkanda taşınan ses” olarak adlandırılır.

En iyi gürültü azaltma eylemini seçme konusunda teknik simülasyonlar kullanmanın yardımı olabilir. Bu simülasyonlar; çözümün etkisinin yaklaşık değerini veren sade bir formülden, birkaç çözümün toplam etkisini hesaplayan ve çözüm seçimi konusunda optimizasyon yapan bu iş için tasarlanmış bir yazılıma kadar çeşitlilik gösterir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 İşyerindeki Gürültü Azaltıcı Eylemler

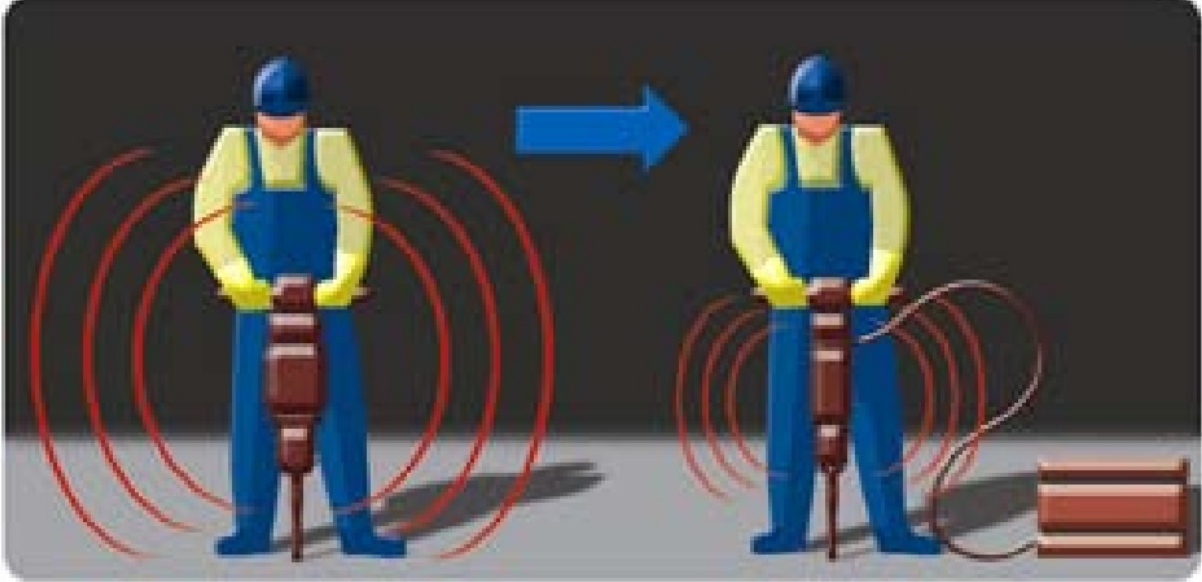
#### 4.4. YÖNETİMSEL YAPININ EYLEMLERİ

Düşük gürültülü ekipman seçimi, gürültü politikasının temelini oluşturur.

- Düşük gürültülü ekipman seçimi, gürültüyü azaltmak için kapsamlı önlemler alınması gerekliliğini azaltır.
- Her bir makina veya alet grubunda, gürültüsü yüksek veya düşük olan ekipman modelleri bulunur. Sipariş sırasında, ekipmanın özellikleri kapsamında gürültü için koşullar (istekler) belirtilir.
- Hizmet süresi boyunca ekipmana uygun bir bakım yapılması sağlanır. İyi durumdaki bir makina, sessiz çalışır.

Örnekler:

Gürültüsüz aletlerin (testere, sıkıştırılmış hava tabancası, tornavidalar, vb.) ve gürültüsüz makinaların (kompresörler, motorlar, vantilatörler, vb.) kullanılması (Şekil 4.2).



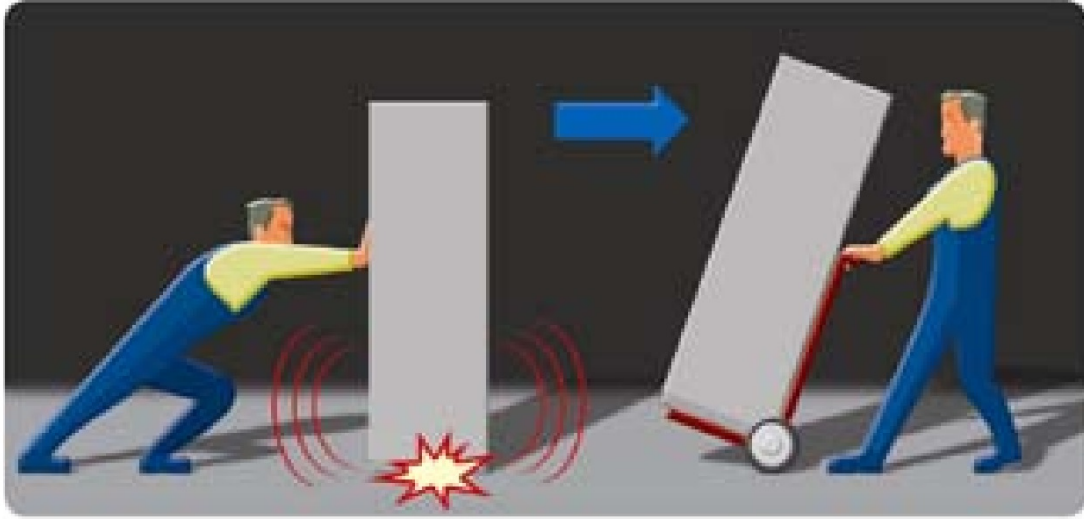
Şekil 4.2 Gürültü azaltımı

İş sürecine bağlı olarak, daha az gürültülü veya daha çok gürültülü çalışma koşulları oluşabilir.

- Aynı sonuca götüren sessiz bir iş süreci kullanılabilir.
- Sessiz bir iş süreci genellikle, performans ve kalite konularında olumlu katkı yapar.
- İş sürecinin küçük unsurlarının gürültü konusunda büyük etkileri olabilir (cisim düşmesi, hava püskürtme yoluyla temizlik, vb.).
- Bir iş sürecinin iyileştirilmesi farklı tür etkenlerle (toz, sıcaklık, vb.) mücadele konusunda da yardımcı olabilir.
- İş sürecinin değişkenleri, daha sessiz çalışma koşulları oluşturmak için ayarlanabilir, ancak performans konusu asla göz ardı edilmemelidir.

Örnekler:

Eşyaları sürüklemek yerine taşımak, mekanik hız ayarlaması yerine elektronik hız ayarlaması kullanmak, gürültülü çalışma dönemlerini olabildiğince kısaltmak, akış hızlarını veya hava basıncını en sessiz seviyeye ayarlamak vb gibi (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 İş sürecinde değişiklik

Tablo 4.1 Daha düşük gürültü emisyonu olan çalışma yöntemleri

Yöntem / İş İlkesi	
Daha az gürültü emisyonu	Daha çok gürültü emisyonu
Yere yatırmak	Yere atmak
Emmek	Püskürtmek
Matkap ucuyla delmek	Zımbalama ucuyla delmek
Darbeli delgi	Darbeli ve burgulu delgi
Mafsallı anahtar	Darbeli anahtar
Elektrikli motor	İçten yanmalı motor
Döküm	Dövme
Kızaklı rulman	Makaralı rulman
Hidrolik şekillendirme (Kraftformer)	Çekiçle şekillendirme
Hidrolik çekme/sıkıştırma	Çekiçle düzleştirme
Uç uca ekleme	Perçinleme
Lazer kesici	Oyma makinası
Görsel işaret verme	İşitsel işaret verme
Titreşimli testere	Taşlama yaparak kesmek
Plazma arkı kullanarak kesme	Mekanik kesme
Kabartma	Darbeli damgalama
Sıkıştırma	Vurma



Kayışlı tahrik	Zincirli tahrik
Törpülemek/Eğelemek	Zımparalamak/Taşlamak
Testereyle kesmek	Taşlama yaparak kesmek
Vidalamak	Perçinlemek
Kaynak yapmak	Perçinlemek
Kaynak yapılmış ek yerlerini silindirle düzleştirmek	Kaynak yapılmış ek yerlerini çekiçle düzleştirmek
Yörüngesel perçinleme	Darbeli perçinleme
Sürekli nakliyat	Kesikli nakliyat

Yönetimsel önlemler çözüm olabilir.

Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmeliğin 8 inci maddesinin ikinci fıkrasının (f) bendinde aşağıdaki koşullar belirtilmiştir:

- “*Maruziyet süresi ve düzeyinin sınırlandırılması*” ile maruz kalınan gürültü azaltılabilir [Çalışma süresindeki %50’lik bir azalma, gürültünün yalnızca 3 dB(A) azalmasına yol açar (bkz., “Akustiğin İlkeleri”nin 1. bölümü)];
- “*Yeterli dinlenme aralarıyla çalışma sürelerinin düzenlenmesi*” ile maruz kalınan gürültü azaltılabilir.

Bunların dışında, aşağıda yer alan önlemler de alınabilir:

- İşlerin düzenlenmesi ve atölyedeki yerleşim de dâhil yönetimsel eylemler;
- Atölyenin akustik yerleşiminde; ekipmanın konumu, çalışanlara bağlı olarak düzenlenebilir.
- En gürültülü işler, bunlara maruz kalan çalışanların maruz kalma seviyeleri düşürülecek şekilde ayarlanabilir.

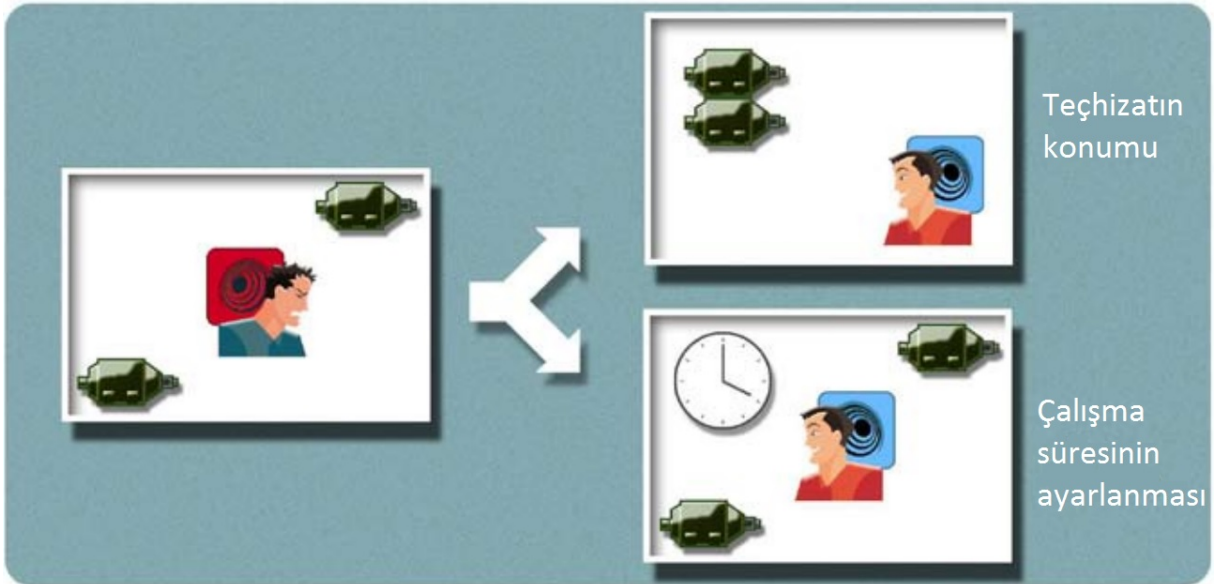
Örnekler:

Gürültülü ekipmanı duvarlardan, köşelerden ve çalışanlardan uzakta bir konumda bir arada veya parçalı olarak yerleştirin. Gürültülü işleri dengeli dağıtmak için çalışma ortamında ayarlamalar yapın (çalışanların haklarından ödün vermeden); çalışanları gürültülü ekipmandan uzak tutmak için uzaktan kumandalar kullanın, vb. (bkz., Şekil 4.4 ve 4.5).



Şekil 4.4 İnşaat – Sessiz pürmüz kullanılması

Pürmüzler, inşaat işleri gibi pek çok faaliyette başlıca gürültü kaynağıdır. Sessiz pürmüz kullanmak, gürültü emisyonunun gaz akışına bağlı olarak 7 ila 20 dB(A)'e düşmesini sağlar.



Şekil 4.5 İşyeri yerleşimi; işin düzenlenmesi

## 4.5. KAYNAKLARDAKİ EYLEMLER

### 4.5.1. AKIŞKAN KAYNAKLARDAKİ EYLEMLER

Akışkan kaynaklardaki eylemler genellikle akıştaki düzensizliği (türbülansı) azaltmaya yöneliktir.

- Akış hızını düşür.
- Yüzey kalitesini artır.
- Engellere müdahale et: ebatlarını düşür, şekillerini en uygun hâle getir.
- Borularda keskin kıvrımlardan, ani kesit değişiklerinden, vb. kaçın.

Kaynağa olabildiğince yakın yerlere susturucular yerleştirilebilir.

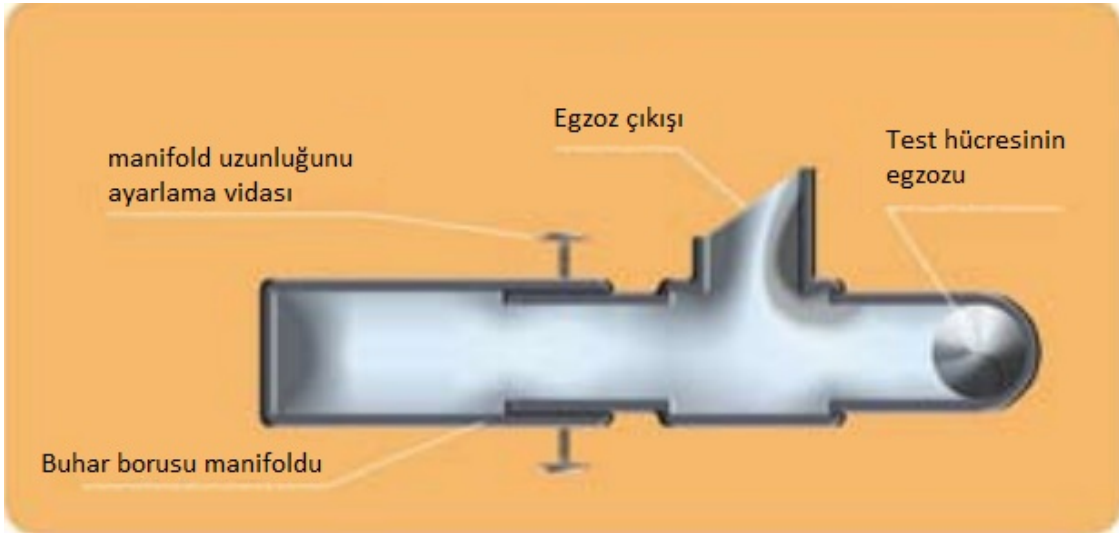
- Gürültü soğurucu malzemelerle birlikte “emici” susturucular ve düşük hızdaki hava akışları için perdeler kullanılabilir.
- Tasarım şekline bağlı olarak susturucu gibi “tepkili” susturucular kullanılabilir.

Örnekler:

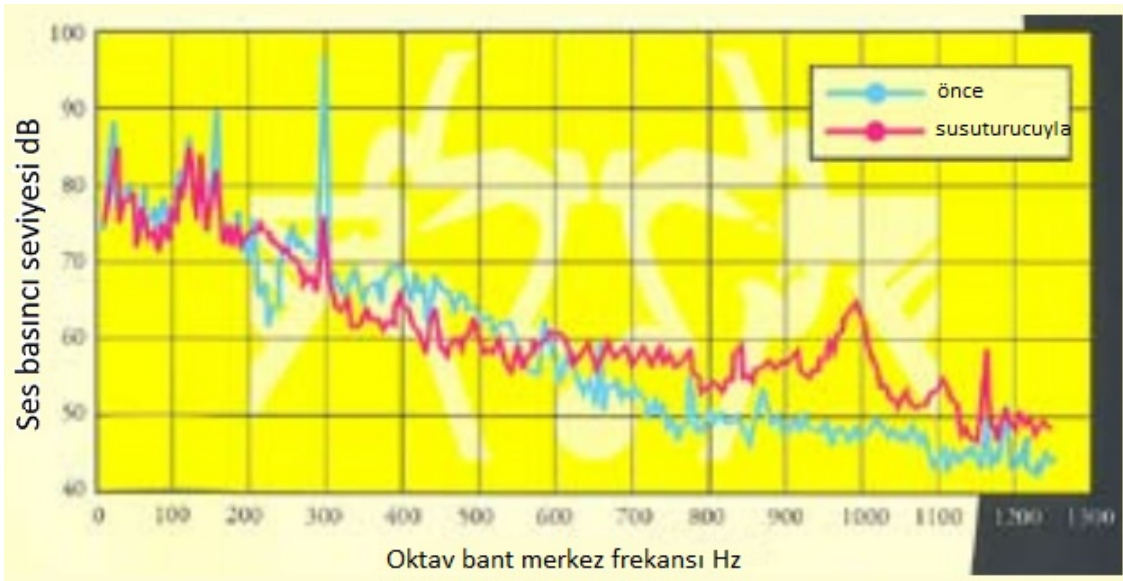
- Bir taşlama makinasında, hava emici belirli bir açı yapacak şekilde değil de hava akışının doğrultusunda yerleştirilir. Pürüzsüz yüzeyle borular kullanılmalıdır. Toz toplama sistemlerinde vantilatörün giriş ve çıkış ağızlarına emici susturucular yerleştirilmelidir. Enjeksiyonlu kalıp makinalarının gaz çıkış ağızlarındaki uzun susturuculardan aşınmış olanları değiştirilmelidir (Şekil 4.6, 4.7, 4.8).



Şekil 4.6 Akışkan kaynaklar



Şekil 4.7 Egzoz



Şekil 4.8 Motor testi – Susturucu kullanımı

Egzoz gürültüsü, pek çok motorun özellikle de içten yanmalı motorların çıkardığı sesi bastırır. Uygun susturucular kullanmak 20 ila 40 dB(A) ses azaltımı sağlayabilir.

#### 4.5.2 KATI KAYNAKLARDAKİ EYLEMLER

Katı kaynaklardaki (Şekil 4.9) eylemler mekanik kuvvet üzerine odaklanmıştır:

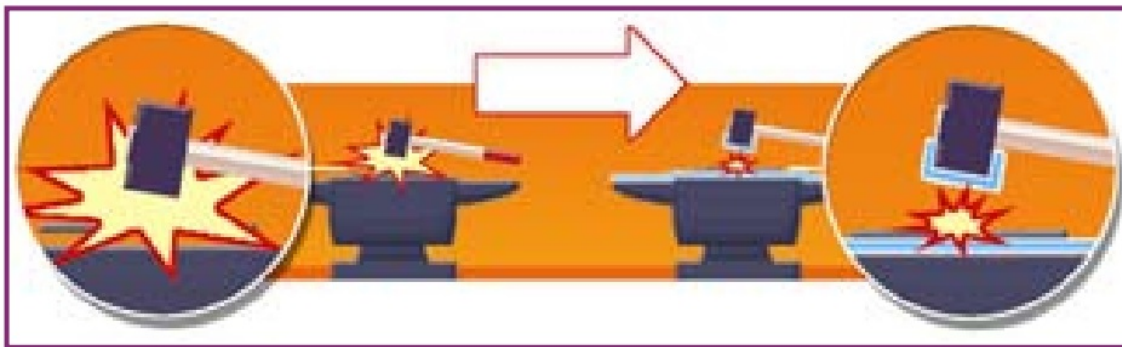
- Sürtünmeyi önleme,
- Darbeyi önleme,
- Kuvveti olabildiğince sürekli kılma,
- Kinetik enerjiyi azaltma: boşlukların, hareketli parçaların kütlelerinin, vb. azaltılması.

Ekipman, aynı kuvveti uygulamasına rağmen daha az veya daha çok titreşim ve gürültü oluşturabilir. Ekipmanın kapasitesi, yapısında değişiklikler yaparak düzenlenebilir:

- Kütlelerini ve sertliğini değiştirerek rezonans önlenir.
- Özel aletler (kaplamalar, tamponlar, vb.) kullanarak yapısal sönümleme sağlanır. Sönümleme sayesinde titreşim enerjisi ısı enerjisine dönüştürülür. Isı enerjisi de alet tarafından emilerek uzaklaştırılır.
- Titreşimi daha az ileten ve daha az ses çıkaran yapılar/tasarımlar kullanılır.

Örnekler:

Bağlantı noktaları yağlanmalı, metal dişli yerine plastik dişli kullanılmalıdır. Yüksekten parça düşmesi azaltılmalı, düz levha yerine delikli levha kullanılmalı ve yapısal bileşenleri sönümleyici katmanlarla kaplanmalıdır



Şekil 4.9 Katı kaynaklar



Şekil 4.10 Ahşap kesme – Sessiz bıçakların kullanımı

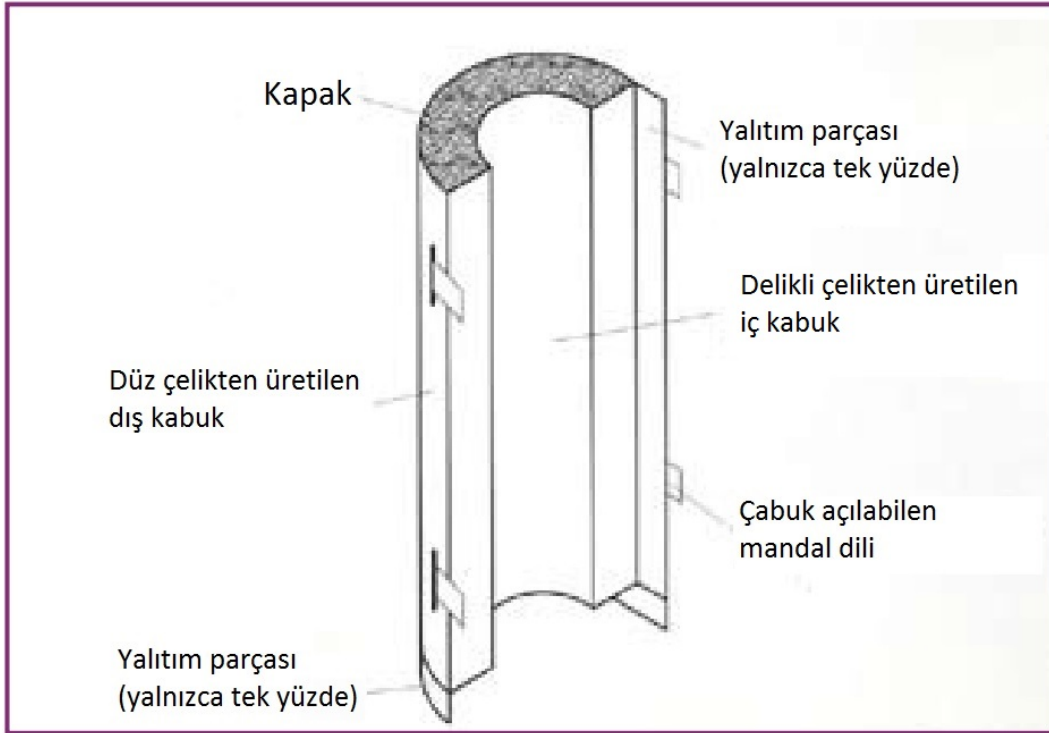
Ahşap kesme işleminde ana gürültü kaynağı bıçaktır. Pek çok üretici firmanın, çeşitli teknolojileri temel alarak ürettiği “sessiz bıçak”ları vardır. Yukarıdaki şekilde, solda “lazerle kesme”, sağda da “sandviç” bıçak örneği gösterilmiştir. En etkili bıçaklar çalışma gürültüsünü 7 dB(A) kadar düşürebilir (Şekil 4.10).



Şekil 4.11 Metal işleri – Mekanik parça kapları

Metal işlerinde, mekanik parçaların taşınması sırasında, parçaların birbiriyle teması nedeniyle sık sık darbe gürültüsü meydana gelir. Yukarıda bir yıkama işlemi sırasında parçaların

taşınmasında kullanılan kapları görüyorsunuz. Tel kafes çeperli bir kap kullanmak açığa çıkacak ses miktarını düşürür (Şekil 4.11). Parçaların kap içine düşmesi sonucu çıkan gürültüyü azaltmak için kullanılabilir iki adet basit yöntem vardır: ortadaki kapta görüldüğü gibi, eğimli bir levha, rampa olarak kullanılabilir veya sağdaki kapta görüldüğü gibi, tel kafes çeperli bir kap kullanılarak kabın yayacağı ses düşürülebilir (Şekil 4.11). 0,5 kg ağırlığındaki cıvataların 1 metre yükseklikten boş bir kaba düşmesi işlemi söz konusu olduğunda, gürültü azaltımı, rampalı çözüm için yaklaşık 6 dB(A) iken, tel kafes çeperli çözüm için yaklaşık 14 dB(A)'dir.



Şekil 4.12 Ürün işleme – Boru yalıtımı

Ürün işleme – Boru yalıtımı işlerinde, katı parçacıklar esnemeyen bir boru sistemiyle taşınır. Borulara uygulanan akustik yalıtım sayesinde 10 ila 15 dB(A) kadar bir gürültü azaltma gerçekleştirilir. Akustik yalıtım, çelik levhayla kaplı yarı esnek, kalın bir maden yünü tabakası ile sağlanır (Şekil 4.12).

## 4.6. HAVADAKİ İLETİM KONUSUNDAKİ EYLEMLER

### 4.6.1. BÖLÜMLENDİRME

İşyerinin bölümlendirilmesi havadaki gürültünün yalıtılmasını sağlayabilir. Bu nedenle, duvarların yalıtıcı özelliğinin iyi olması gerekmektedir. Yalıtıcı özellik sağlanabilmesi için;



- Gürültülü ekipmanlar, hava geçirmez duvarlar aracılığıyla atölyeden ayrılmış belirli bir alanda bir arada toplanabilir.
- Trafikle ve giriş çıkışla ilgili sınırlamalar göz önünde bulundurulur.
- Yüzey malzemesinin kütlesinin fazla olması genellikle daha iyi bir yalıtım sağlar.
- Birden fazla duvar kullanımı iyi bir yalıtım sağlayabilir.
- Pencereler ve kapılar akustik kaygı ile tasarlanmalıdır: küçük bir “akustik zayıflık” toplam yalıtımı ciddi miktarda düşürebilir.

Örnekler:

Duvarlardaki deliklerin ve sızıntının etkisi: %1’lik bir boşluk, duvarın yalıtım derecesini 30 dB’den 20 dB’e düşürür. Tablo 4.2’de bazı duvar türlerine ait ortalama yalıtım değerleri verilmiştir.

Tablo 4.2 Duvar tipine göre R dB(A) değerleri

Duvar	R dB(A)
7 cm tek kat alçı levha	34
1 cm cam	33
5 cm tuğla dolgu	39
7 cm alçı levha + fiber + 7 cm alçı levha	54
0,8 cm cam + 1,4 cm hava + 1 cm cam	35
9 cm beton	47
9 cm beton + 5 cm fiber + 1 cm sert alçı	61



Şekil 4.13 Gürültülü ekipmanı duvarlar kullanarak yalıtın





Şekil 4.14 Tekstil sanayisi – tekstil işyerlerinde bölümlendirme

Bir hazır giyim işyerinde, gürültülü bir atölye iki tarafı da görmeyi sağlayan çift camlı pencereler kullanılan akustik bir duvar sayesinde bölümlendirilmiştir.

#### 4.6.2 KORUNAKLAR VE SİĞİNAKLAR

Korunaklar, gürültülü ekipmanı içeren bir tür kutu gibidir. Bölümlendirmeye ilgili genel ilkeler bu çözüm türü için de geçerlidir ama birkaç özel noktaya ayrıca dikkat edilmesi gerekir.

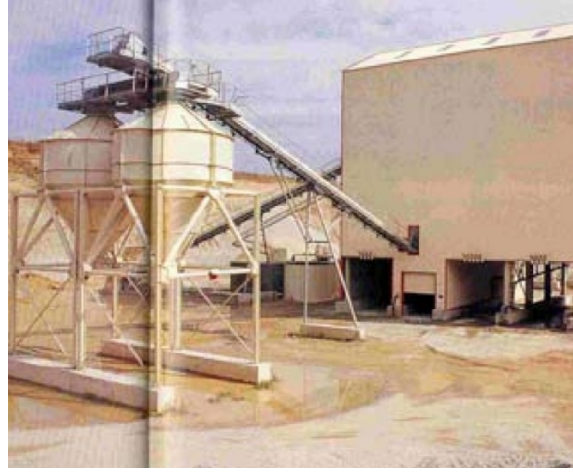
- Korunaklar, ekipmana ulaşımı sınırlandırır ve buna dikkat etmek gerekir.
- Korunaklarda, ürünün giriş çıkışı, havalandırma vb. nedenlerle genellikle açıklıklar bulunması gerekir. Bu açıklıklara akustik müdahale gerekir: susturucular, soğurma tünelleri, yalıtım perdeleri, vb. kullanılabilir.
- Bir korunağın iç yüzeyleri, sesin şiddetinin korunağın içinde artmasını önlemek amacıyla soğurucu malzeme ile kaplı olmalıdır.

Örnekler:

Bir korunağın akustik yararı 20 ila 30 dB(A) olabilir. İçine hiçbir soğurucu malzeme yerleştirilmemişse bu yarar 10 dB'e kadar daha az olabilir. Bir şişe taşıma bandını içine alan ve açık uçlarından birine plastik şeritler yerleştirilmiş bir korunak, 7 dB(A)'lık bir kazanç sağlar.



Şekil 4.15 Gürültülü ekipmanın örtülmesi



Şekil 4.16 Madencilik ve taş ocağı işletmesi – Korunak

Madencilikte ve taş ocağı işletmeciliğinde, başlıca kirlilik kaynakları toz ve gürültüdür. Bu ikisiyle mücadele etmek adına bu taş ocağında, içeride bulunan kırıcı, arasına taş yünü yerleştirilmiş iki kat levhadan oluşan 25 metre yüksekliğindeki bir korunağın içine alınmıştır.

Sığınaklar, çalışanın içine girip çalıştığı kabinlerdir. Sığınaklar fiziksel açıdan korunaklarla aynı özelliklere sahiptir ve tasarımında benzer kurallar geçerlidir. Çalışanın korunması açısından aşağıdaki bazı özel koşullar da dikkate alınır;

- Sığınaklar, kişisel kulak koruyucularla birlikte kişisel bir çözüm sunar ve bu açıdan en son çare olarak düşünülmelidir.
- Sığınakların etkinliği, çalışanın sığınak dışında geçirdiği süre arttıkça önemli ölçüde azalır. Verimlilikteki bu azalma, kulak koruyucuların kullanımıyla telafi edilebilir (5. Bölüm).

- Çalışanın korunmasının yanı sıra; havalandırma, sıcaklık, dışarıyla haberleşme yöntemleri, tehlike işaretlerini fark edebilme, vb. gibi diğer önlemler de göz önünde bulundurulmalıdır.

Örnekler:

Sığınakların akustik yararı 25 ila 35 dB(A) kadardır.



Şekil 4.17 Taşınma – Çalışanları taşıyan bir aracın kabinindeki gürültünün, zemin ve yan duvarların çelik giydirilmiş cam yünüyle, diğer yüzeylerin de soğurucu malzemeyle kaplanması sayesinde azaltılması

#### 4.6.3. SİPER (PARAVAN)

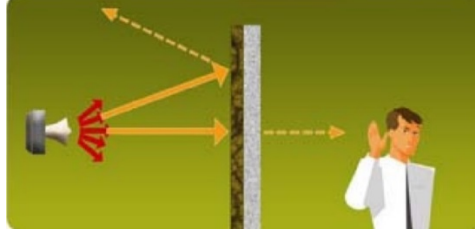
Siperler (Paravanlar) birbirine eklenmiş parçalardan oluşmayan duvarlardır. Çalışma alanına giriş çıkışı kolaylaştırırlar. Ancak başarı dereceleri sınırlıdır ve sağlamaları gereken bazı koşullar vardır. Bu koşullar;

- Siperler, çalışana olabildiğince yakın yerleştirilmelidir.
- Siperin yüksekliğinin yeterli miktarda olması gerekir (en uygunu kulak hizasının iki katıdır).
- Siperin genişliği önemlidir ve yaklaşık olarak yüksekliğinin iki katı olmalıdır.
- Siperin yüzeyi soğurucu malzeme ile kaplanmalıdır.
- Siperin yapıldığı malzeme, 20 dB'lik hava yalıtımı sağlayacak bir malzeme olmalıdır.
- Çalışılan ortamın geri kalan bölümlerine de soğurmayla ilgili iyileştirmeler yapılmalıdır.

şeklinde sıralanabilir.

Örnekler:

Siperlerin akustik yararı nadiren 10 dB'e kadar çıkabilir ve yankılı bir çalışma ortamında en fazla 5 dB'lik bir yarar beklenmelidir.



Şekil 4.18 Siperlerin çalışanın hemen yanına yerleştirilmesi



Şekil 4.19 Metal işleri – Siperler

Bu atölyede çalışanlar, yakın çevrelerinde koruma sağlayan paravanlarla ayrılmıştır. Böylece her çalışan, komşu çalışanın neden olduğu gürültüden 5 dB(A)'e kadar korunmaktadır.

#### 4.6.4. ÇALIŞMA MEKÂNINDA SOĞURMA

Çalışma mekânındaki soğurma 3. Bölüm'deki "İşyeri Tasarımı"nda işlenmiştir. Bu bölümde verilen örnekler için, "Çözüm bulma: Özellikler" başlıklı 4.8. bölüme bakılması uygun olacaktır.



Şekil 4.20 Araba tamirhanesi – Çalışma ortamında soğurma

Araba tamirhanelerinde genellikle gürültüyü arttıran yansıtıcı yüzeyler bulunur. Soğurucu malzemeler farklı yollarda uygulanabilir: soldaki fotoğrafta tavana asılan levhalar (geniş bir soğurma yüzeyi sağlar) uygulanmışken, sağdaki fotoğrafta da duvarların ve tavanın, tamamının veya bir bölümünün kaplanması görülmektedir.

Söz edilen tüm çözümlerin, ses frekansına bağlı olarak değişen başarı oranları vardır: Örneğin, yüksek frekanslarda daha verimli olan bir perde, gürültünün alçak veya yüksek frekansta olmasına bağlı olarak farklı yararlar sağlar. Bu durum, yalıtımla birlikte daha karmaşık bir hâl alır, çünkü her bir çözüm, şekillerine ve üretim yöntemine bağlı olarak belirli bazı frekanslarda yetersiz kalmaktadır. Bu sorun, tüm akustik çalışmalarda ölçümlerin ve teknik verilerin irdelenmesi aşamasında göz önünde bulundurulmalıdır.

Soğurma ile yalıtım genellikle birbiriyle karıştırılan kavramlardır. Bu kılavuzda yapılan açıklamalarla, yöntemler ve hedefler açısından bu iki kavramın birbirinden ayrıldığı noktaları ortaya koyulmuştur: Soğurma, bir mekânın iç gürültüsüyle ilgiliyken, yalıtım, mekânlar arası gürültü aktarımıyla ilgilidir. Örneğin; cam yünü kusursuz bir soğurma malzemesiyken, yalıtım özellikleri zayıftır (20 kg/m<sup>3</sup> yoğunlukta, 1000 Hz'de 17 dB).

#### **4.7. KATI İÇİNDE YAYILMA/İLETİM KONUSUNDAKİ EYLEMLER**

Eyleme geçmeden önce sorunun katı içinde yayılma/iletim olduğundan emin olmak gerekmektedir.

- Katı içinde iletim konusunda genellikle titreşim ile ilgili sorunlarla karşılaşılır: titreşim konforu, yapısal hasar, vb.
- Çalışma sırasında maruz kalınan gürültü miktarı açısından, katı içinde iletim, havada iletme nadiren baskın gelir.
- Maruz kalınan gürültünün katı içinde iletilen miktarının hesaplanması için belirli bazı ölçüm yöntemleri vardır. Alternatif olarak, önemli ölçüde etkisi olduğu kabul edilen bazı unsurlar da bulunur: büyük yapıların yüksek titreşim seviyeleri (beton bloklar, duvarlar), düşük frekanstaki gürültü, uzaktaki gürültünün yayılımı, vb.

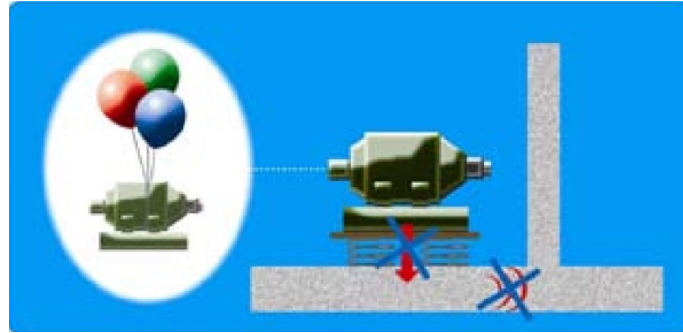
Katı içinde iletimin çözümü titreşim yalıtımı yapmaktır. Bunun için genellikle titreşim önleyici esnek ayaklar kullanılır.

- Titreşim yalıtımının dayandığı temel ilke, ekipmanı çevresinden bağımsız bir hâle getirircesine “askıya almak”tır.
- Ekipman bu şekilde titreşim önleyici ayaklar üzerinde durur. Bu ayaklar, hem olabildiğince esnektir, hem de ekipmanı kırılmadan taşıyacak kadar sağlamdır.

- Çevresiyle bağlantılı olacak boru, kablo, vb. her türlü ekipman hesaba katılmalıdır.
- Yüğü taşıyacak yapı (beton blok, zemin levhası, vb.) yeterince sert olmalıdır. İnce beton zeminlerden veya hafif çelik iskeletlerden kaçınılmalıdır.

Örnekler:

Gidip gelme hareketi yapan makinalar yalıtılması gereken, en çok karşılaşılan ekipmanlardır. Gereğinden fazla titreşime sebep oluyorsa, büyük beton bloklar üzerine yerleştirilip yalıtılabilirler.



Şekil 4.21 Ekipmanın titreşim yalıtımının esnek bir tabanla sağlanması

Titreşim yalıtımı belirli bir frekans değerinin üzerinde etkili bir hâle gelir ve bu değer, “doğal yerleşim frekansı” olarak bilinen değerın 1,4 katıdır. Doğal yerleşim frekansı, üzerine yerleşilen ayakların sertliğiyle doğru orantılı, ekipmanın kütlesiyle ters orantılıdır. Düşük çalışma frekansına (8 Hz’in altı) sahip ekipmanın yalıtımını bu nedenle çok zordur.



Şekil 4.22 Parça üretimi – Titreşim yalıtımı

Fotoğraftaki titreşimli kazanın içinde, otomobil sanayisinde kullanılan küçük parçalar bulunuyor. Bu ekipman, temel çalışma titreşimi frekansı 50 Hz olduğu için düşük frekansta bir gürültü (uğultu) açığa çıkarır. Uygun bir titreşim yalıtımı ve titreşim önleyici esnek

ayaklar sayesinde, gürültünün katı yapılar içindeki yayılımı azaltılır. Aynı zamanda, makinaya yakın duran çalışanların maruz kaldığı titreşim de önemli ölçüde düşer.

#### **4.8. ÇÖZÜM BULMA: ÖZELLİKLER**

Dikkat: Bu madde, 4. Bölüm’de söz edilen akustik çözümleri bulma konusunda bir kılavuz olması amacıyla yazılmıştır. Bu maddenin kapsamında, 6. Bölüm’de işlenen ve “sessiz ekipman” olarak bilinen ekipmanlar bulunmamaktadır.

##### **4.8.1. GEREKLİ ÖZELLİKLER**

Seçilen çözümün gürültü sorununu verimli bir şekilde çözmesi çok önemlidir: Akustik özelliklere sırasıyla değinilecektir.

- Problemi analiz etmek ve makul uygulamalar yapmak, gürültü sorununu bir dereceye kadar çözebilir. Ama çoğu durumda, “doğru” çözümü bulmak ve satın almak için KOBİ’lerin bir uzmandan yardım alması şarttır.
- Farklı etkenlerin gürültü seviyesi üzerinde çok büyük etkileri olabilir: ölçüm değişkenleri, birimler, ölçüm koşulları, ekipmanın çalışma koşulları, vb.

##### **4.8.2. GENEL ÖZELLİKLER**

- İlk özellik elbette ki akustik gerekliliklerdir. Sağlanan akustik yararı hesaplamak için kullanılan değişken, bu gerekliliklerden biridir.
- Ölçmesi kolay olan bir diğer genel değişken, belirli bir nokta için verilen  $L_{pA}$  [dB(A) cinsinden ses basıncı seviyesi] değeridir. Bu değer, ekipmanın çalıştığı ve akustik çözümün uygulandığı durumlar için söz konusudur.
- Mümkünse, ölçüm operatörün çalıştığı yerde yapılır.
- Çözümün uygulanmasından önceki ve sonraki gürültü düzeylerinin karşılaştırılması için, birkaç “kabul testi” koşulunun belirlenmesi gereklidir.
- Bu koşullardan bazısı ekipmanın çalışmasıyla ve çevreyle ilgiliyken diğer bazı koşullar da şunlardır:
  - işyerinin durumuna göre ekipmanın bulunduğu yer
  - ekipmanın çalışma koşulları
  - çalışma mekânının soğurma özellikleri

- çalışma mekânındaki kişi yoğunluğu
- Ölçümle ilgili diğer koşullar da şunlardır:
  - ölçüm aletlerinin türü ve hassasiyet sınıfı
  - ölçüm aletlerinin kalibrasyonunun izlenebilir olması
  - en azından testin başında ve sonunda kalibrasyon kontrolü
  - gürültü seviyesinin kararlılığı; örneğin, ölçüm sırasında seviye değişimleri 3 dB(A)'den fazla olmamalıdır.
- Bu listeye eklenebilecek “yapısal gereklilikler” de şunlardır:
  - sızıntılar, sert bağlantılar vb. belirli bazı yapısal değişkenler gibi akustik performansı etkileyen faktörler
  - işyeri çevresiyle ilgili diğer bazı gereklilikler de şunlardır: yüzey koruması, biyolojik uyumluluk, ateşten ve ısıdan koruma, nem, havalandırma, ekipmana erişim, parçalarına ayrılabilme kapasitesi, vb.
- Akustik çözümlerle ilgili güvenilir koşullar hazırlamak için en iyi referanslar standartlardır ve standartlar kullanımı en yaygın çözümleri destekler (bkz. 8.3).

#### 4.8.3. SEÇİLMİŞ STANDARDLAR

Özellikler tablosu hazırlarken kullanılacak en iyi referans standartlardır. Her bir akustik çözüm için belirli bir standart vardır.

- Standartlar, ilgili değişkenler için kesin tanımlar yapar.
- Standartlar ilgili çözüm için uygulamaya yönelik bilgiler içerir.

Örnekler:

Aşağıdaki tabloda, akustik özelliklerle veya bir akustik çözümle ilgili genel bilgiler veren standart referanslar verilmiştir (bkz. Tablo 4.3).

Tablo 4.3 Akustik özelliklerle veya bir akustik çözümle ilgili genel bilgiler veren standart referanslar

Standard Referans	Başlık
ISO 11200:1995	Akustik – Makinaların ve ekipmanın çıkardığı gürültü – Bir işyerindeki ve diğer belirli yerlerdeki ses basıncı seviyesinin belirlenmesiyle ilgili temel standartların kullanımına dair kılavuz
ISO 15667:2000	Akustik – Gürültünün korunaklar ve kabinler kullanılarak denetlenmesiyle ilgili kılavuz



ISO 12001:1996	Akustik – Makinaların ve ekipmanın çıkardığı gürültü – Bir gürültü deneyi kuralının tasarlanmasıyla ve sunulmasıyla ilgili ilkeler
ISO 11546-2:1995	Akustik – Korunakların ses yalıtımı performansının belirlenmesi – Bölüm 2: Sahada ölçüm (kabul ve doğrulama amacıyla)
ISO 11957:1996	Akustik – Kabinlerin ses yalıtımı performansının belirlenmesi – Laboratuvar ve saha ölçümleri
ISO 14257:2001	Akustik – Akustik performanslarının belirlenebilmesi için çalışma mekânlarındaki uzaysal ses dağılım eğrisinin ölçülmesi ve değişkenlere bağlı olarak tanımlanması
ISO 354:2003	Akustik – Yankılanma odasındaki ses soğurmasının ölçülmesi
ISO 11821:1997	Akustik – Taşınabilir bir perdenin ses azaltma seviyesinin sahada ölçülmesi
ISO 11820:1996	Akustik – Susturucularla ilgili saha ölçümleri

Standardlar genel olarak, ilgili çözüme teknik olarak uyarlanabilecek akustik değişkenler tanımlar. Bu değişkenlerin ölçülmesi genel olarak  $L_{pA}$ 'nın ölçülmesinden daha karmaşıktır ama sonuç daha güvenilirdir.

## 5. SESSİZ İŞ EKİPMANI ALIMI

### 5.1. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ KANUNUNDA BELİRTİLEN ŞARTLARDA SESSİZ İŞ EKİPMANININ ALIMI

Çalışanların işyerindeki gürültü risklerine maruziyetini önlemek ya da azaltmak için, işveren özellikle sessiz iş ekipman alımı ve diğer önlemler için 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununun hükümlerinin gereklerini yerine getirmekle yükümlüdür. Kanunun 4 ve 5 inci maddelerinde;

*“İşverenin genel yükümlülüğü*

*MADDE 4- (1) İşveren, çalışanların işle ilgili sağlık ve güvenliğini sağlamakla yükümlü olup bu çerçevede;*

*a) Mesleki risklerin önlenmesi, eğitim ve bilgi verilmesi dâhil her türlü tedbirin alınması, organizasyonun yapılması, gerekli araç ve gereçlerin sağlanması, sağlık ve güvenlik tedbirlerinin değişen şartlara uygun hale getirilmesi ve mevcut durumun iyileştirilmesi için çalışmalar yapar.*

*Risklerden korunma ilkeleri*

*MADDE 5- (1) İşverenin yükümlülüklerinin yerine getirilmesinde aşağıdaki ilkeler göz önünde bulundurulur:*

- a) Risklerden kaçınmak.*
- b) Kaçınılması mümkün olmayan riskleri analiz etmek.*
- c) Risklerle kaynağında mücadele etmek.”*

hükümleri yer almaktadır. Ayrıca, 28.07.2013 tarihli ve 28721 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmeliğin 8 inci maddesinde maruziyeti önlemek ve azaltmak için:

*“(1) İşveren, risklerin kaynağında kontrol edilebilirliğini ve teknik gelişmeleri dikkate alarak, gürültüye maruziyetten kaynaklanan risklerin kaynağında yok edilmesini veya en aza indirilmesini sağlar ve 8, 9, 10 ve 11 inci maddelere göre hangi tedbirlerin alınacağını belirler.*

*(2) İşveren, maruziyetin önlenmesi veya azaltılmasında, Kanunun 5 inci maddesinde yer alan risklerden korunma ilkelerine uyar ve özellikle;*

- a) Gürültüye maruziyetin daha az olduğu başka çalışma yöntemlerinin seçilmesi,*
- b) Yapılan işe göre mümkün olan en düşük düzeyde gürültü yayan uygun iş ekipmanının seçilmesi,*
- c) İşyerinin ve çalışılan yerlerin uygun şekilde tasarlanması ve düzenlenmesi,*
- ç) İş ekipmanını doğru ve güvenli bir şekilde kullanmaları için çalışanlara gerekli bilgi ve eğitimin verilmesi,”*

hükmü yer almaktadır. 25.04.2013 tarihli ve 28628 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliğinin 5 inci maddesinde;

*“MADDE 5 – (1) İşveren, işyerinde kullanılacak iş ekipmanının yapılacak işe uygun olması ve bu ekipmanın çalışanlara sağlık ve güvenlik yönünden zarar vermemesi için gerekli tüm tedbirleri alır.*

*(2) İşveren:*

- a) İş ekipmanını seçerken işyerindeki özel çalışma şartlarını, sağlık ve güvenlik yönünden tehlikeleri göz önünde bulundurarak, bu ekipmanın kullanımının ek bir tehlike oluşturmamasına dikkat eder.*

b) İş ekipmanının, çalışanların sağlık ve güvenliği yönünden tamamen tehlikesiz olmasını sağlayamıyorsa, kabul edilebilir risk seviyesine indirecek uygun önlemleri alır.”

hükmü yer almaktadır.

## **5.2. MAKİNA EMNİYETİ YÖNETMELİĞİ VE AÇIK ALANDA KULLANILAN EKİPMAN TARAFINDAN OLUŞTURULAN ÇEVREDEKİ GÜRÜLTÜ EMİSYONU İLE İLGİLİ YÖNETMELİK**

Gürültü maruziyetini kaynağında azaltmak ve önlemek için iş ekipmanını satın alan işveren, üretici ve/veya yetkili temsilciler (distribütörler, ithalatçılar vb.) tarafından bilgilendirilmelidir.

- 03.03.2009 tarihli ve 27158 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Makina Emniyeti Yönetmeliği, makine üreticileri ve/veya yetkili temsilcileri tarafından uyulması gereken temel hükümleri vardır. ‘Makinaların tasarımı ve imali ile ilgili temel sağlık ve güvenlik kuralları’ başlığı altında gürültünün en aza indirilmesi ile alakalıdır.
- 30.12.2006 tarihli ve 26392 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Açık Alanda Kullanılan Ekipman Tarafından Oluşturulan Çevredeki Gürültü Emisyonu İle İlgili Yönetmelik, açık havada kullanılması amaçlanan makinelerin gürültü emisyonu için limitlerini ve sınıflandırma şartlarını belirler. Bu Yönetmeliğin amacı, açık havada kullanılan ekipmanların (Kompresör, iş makinesi, farklı tipteki testereler, vb.) gürültü emisyonlarının denetimini artırmaktır.

Her iki yönetmelik, makine üreticilerine ve/veya yetkili temsilcilerine (distribütör, ithalatçı, vs.) makinelerinin gürültü emisyonu hakkında bilgi vermektedir. Bu, işyerinde gürültüyü değerlendirmek ve daha düşük gürültü emisyon seviyeleri için yeni iş ekipmanını seçmek için yardımcı olacaktır.

### **5.2.1. Makina Emniyeti Yönetmeliği**

Gürültü ile ilgili, 03.03.2009 tarihli ve 27158 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Makina Emniyeti Yönetmeliği, üretici ve/veya AB’de belirtilen yetkili temsilciler (distribütör, ithalatçı, vs.) tarafından dikkate alınacak iki temel hükme sahiptir;

Bunlardan birinde asgari hükümleri geçerlidir:

*“Makinalar, havada yayılan gürültü emisyonunun neden olacağı riskleri en düşük seviyeye indirilecek şekilde, teknik ilerleme ve gürültüyü özellikle kaynağında azaltma yollarının varlığı dikkate alınarak tasarımlanmalı ve imal edilmelidir.*

*Gürültü emisyon düzeyi, benzer makinalara ait karşılaştırmalı emisyon verileri ile ilişkili olarak değerlendirilebilir.”(Ek I, madde 1.5.8 'Gürültü')*

İkincisi, gürültü emisyon bilgilerinin talimatlarda ve makineyle sunulan teknik belgelerde bulunmasını sağlayarak, makine pazarını daha şeffaf hale getirir ve sessiz makinelerin seçimini sağlar.

Ayrıca Yönetmelikte satış dökümanları ile ilgili;

*“1.7.4.3 Satış dokümanları*

*Makinaları tanımlayan satış dokümanları, sağlık ve güvenlik hususları bakımından talimatlara aykırı olmamalıdır. Makinanın performans karakteristiklerini tanımlayan satış dokümanları, talimatlarda yer alanlarla aynı emisyon bilgilerini içermelidir.*

*Üretici ve/veya temsilcisi, makine ve emniyet parçalarının ‘Makine Emniyet Yönetmeliği’ne uygun olduğunu doğrulamak adına CE sertifikası işaretiyle işaretlemek zorundadır. CE işaretinin kalite işareti olmadığı unutulmamalıdır.”* hükmü yer almaktadır.

## **5.2.2. Açık Alanda Kullanılan Ekipman Tarafından Oluşturulan Çevredeki Gürültü Emisyonu ile İlgili Yönetmelik**

Açık Alanda Kullanılan Ekipman Tarafından Oluşturulan Çevredeki Gürültü Emisyonu ile İlgili Yönetmelik, açık havada kullanılması amaçlanan makinelerin gürültü emisyonu için hem sınır değerleri hemde sınıflandırma şartlarını belirlemektedir. Bu Yönetmeliğin amacı, açık havada kullanılan ekipmanların (Kompresör, iş makinesi, farklı tipteki testereler, vb.) gürültü emisyonlarının denetimini artırmaktır. İlgili Yönetmelikte hangi makine ve emniyet parçalarının kapsandığı yer almakta olup 16 ncı maddede;

*“Madde 16 – (1) “CE” uygunluk işareti CE harflerinden oluşur. Kullanılacak işaretin şekli Ek III’te belirtilmiştir. (2) “CE” uygunluk işareti makinaya Ek III’e uygun olarak, görünür, okunaklı ve silinmez bir şekilde iliştilir.”*

hükmü yer almaktadır. Yönetmeliğin etkisini değerlendirmek amacıyla, gürültü emisyon verilerinin toplanması için bir prosedür kurulmuştur. Bu bilgiler ekonomik teşvikler ve ekotiket ödülü oluşturulması için bir temel teşkil edecektir.

### **5.2.3. Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik, Makina Emniyeti Yönetmeliği ve Açık Alanda Kullanılan Ekipman Tarafından Oluşturulan Çevredeki Gürültü Emisyonu ile İlgili Yönetmelik Arasındaki İlişki**

Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik fiziksel faktörlerden (gürültü) kaynaklanan risklere çalışanların maruziyeti ile ilgili minimum sağlık ve güvenlik gereksinimlerine ilişkindir. Madde 3 hem 8 saatlik nominal bir günde A- ağırlıklı ortalama gürültü maruziyet seviyesi için hemde C-ağırlıklı tepe ses basınç seviyesi için ‘maruziyet sınır değeri’ ve ‘maruziyet eylem değerlerini’ tanımlar. Makina Emniyeti Yönetmeliğinin Ek I’inde 1.7.4 bölümünde;

*“Bütün makinalarda, Türkçe hazırlanmış talimatlar bulunmalıdır.*

*Makinaların beraberinde yer alan talimatlar ya ‘Orijinal talimatlar’ olmalı ya da orijinal talimatların Türkçe olmaması halinde ‘Orijinal talimatların tercümesi’ olmalıdır, bu durumda orijinal talimatlar da çevirileri ile birlikte verilmelidir.*

*İstisna olarak, imalâtçı veya yetkili temsilcisi tarafından görevlendirilen uzman personelin kullanımı amacıyla hazırlanan bakım talimatları Türkçenin yanı sıra uzman personelin anlayabileceği topluluk dilinde verilebilir.*

*Talimatlar aşağıda düzenlenen ilkeler doğrultusunda hazırlanmalıdır.*

#### *1.7.4.1 Talimatların hazırlanması ile ilgili genel ilkeler*

*(a) Talimatlar Türkçe hazırlanmalı, orijinal talimatların başka bir dilde olması halinde beraberinde Türkçeye çevirisi yer almalıdır. İmalatçı veya yetkili temsilcisi tarafından doğrulanmış dil versiyonu/versiyonları üzerinde ‘Orijinal talimatlar’ ibaresi görülmelidir.*

*(b) Makinaların kullanılacağı ülkenin resmi dili/dillerinde ‘Orijinal talimatların’ bulunmadığı durumlarda, imalâtçı veya yetkili temsilcisi veya bu makinayı getiren kişi tarafından söz konusu bölgedeki geçerli dile çeviri sağlanmalıdır. Çeviri ‘Orijinal talimatların çevirisi’ ibaresini taşımalıdır.*

*(c) Talimatların içeriği yalnızca makinaların amaçlanan kullanımını değil aynı zamanda makul bir şekilde öngörülebilir olası yanlış kullanımını da içermelidir.*

*(d) Profesyonel olmayan operatörler tarafından kullanılması düşünülen makinalar için, kullanım talimatlarının yazılması ve düzenlenmesinde bu tür operatörlerden*

*makul olarak beklenebilecek genel eğitim seviyeleri ve yargıda bulunabilme düzeyleri de göz önünde bulundurulmalıdır.*

#### *1.7.4.2 Talimatların içeriği*

*Her bir kullanıcı el kitabı, ilgili olduğu şekilde, en azından aşağıdaki bilgileri içermelidir:*

- (a) İmalatçı ve yetkili temsilcisinin adı ve tam adresi,*
- (b) Seri numarası hariç olmak üzere, makina üzerinde işaretlenmiş halde makinanın tanımı (1.7.3 numaralı paragraf),*
- (c) AT Uygunluk Beyanı veya AT Uygunluk Beyanı içeriğini gösteren makinanın özelliklerini veren ve seri numarası ve imzanın bulunmasının gerekli olmadığı bir belge,*
- (d) Makinanın genel tanımı,*
- (e) Makinanın kullanım, bakım ve onarımı ve doğru çalışıp çalışmadığının kontrolü için gerekli çizimler, şemalar, tarifler ve açıklamalar,*
- (f) Operatörlerin bulunacakları muhtemel iş istasyonlarının tanımı,*
- (g) Makinanın kullanım amacının tanımı,*
- (h) Makinanın deneyimlerle ortaya çıkması muhtemel olduğu tespit edilen yanlış kullanım şekilleri ile ilgili uyarılar,*
- (i) Çizimler, şemalar ve bağlantı araçları dahil montaj, takma ve bağlama talimatları ile makinanın monte edileceği tesisat veya şasinin tanımı,*
- (j) Gürültü veya titreşimlerin azaltılmasına yönelik kurulum ve montaj ile ilgili talimatlar,*
- (k) Makinanın hizmete sunulmaları ve kullanılmaları ile ilgili talimatlar ve gerekli ise, operatörlerin eğitimi ile ilgili talimatlar,*
- (l) Yapısal olarak güvenli tasarım tedbirleri, koruma ve uygulanan tamamlayıcı koruyucu tedbirlere rağmen giderilemeyen riskler hakkında bilgilendirme,*
- (m) Uygun olan durumlarda kişisel koruyucu ekipman da dahil olmak üzere, kullanıcı tarafından alınması gereken koruyucu tedbirler hakkında talimatlar,*
- (n) Makinaya takılabilecek takımların temel karakteristikleri,*
- (o) Makinanın kullanım, nakliye, montaj, hizmet dışı iken sökme, test etme ve öngörülebilir arızalar sırasında kararlılık şartını karşıladığı koşullar,*
- (p) Taşıma, elleçleme ve depolama işlemlerinin güvenli bir şekilde yapılmasını teminen, makinanın ve varsa ayrı olarak taşınması gereken parçalarının kütlesini veren talimatlar,*

(q) Kaza veya arıza durumunda izlenecek çalışma yöntemi; blokaj oluşumu muhtemel ise, ekipmanın güvenli bir şekilde blokajdan kurtarılması için izlenecek çalışma yöntemi,

(r) Kullanıcı tarafından yapılacak olan ayarlama ve bakım çalışmalarının ve uyulması gereken koruyucu bakım tedbirlerinin tarifi,

(s) Ayarlama ve bakım çalışmalarının güvenli bir şekilde yapılması amacıyla tasarlanmış, bu işlemler sırasında alınacak koruyucu tedbirleri içeren talimatlar,

(t) Operatörün sağlık ve güvenliğini etkilediği durumlarda, kullanılacak yedek parçaların özellikleri,

(u) Hava ile taşınan gürültü emisyonları ile ilgili aşağıdaki bilgiler:

- 70 dB(A)'yı aşıyorsa, iş istasyonlarındaki A-ağırlıklı emisyon ses basınç seviyesi; bu düzeyin 70 dB(A)'yı aşmaması halinde, belirtilmelidir,

- 63 Pa'ı aşıyorsa, iş istasyonlarındaki C-ağırlıklı anlık tepe ses basınç değeri (20  $\mu$ Pa'a göre 130 dB),

- İş istasyonlarındaki A-ağırlıklı emisyon ses basınç seviyesi 80 dB(A)'yı aşıyorsa, makinanın yaydığı A-ağırlıklı ses güç seviyesi.”

şeklinde talimatların nasıl olması gerektiği yer almaktadır. Bu değerler söz konusu makinada ölçülen fiili değer olmalı veya üretilecek makine ile kıyaslanabilir bir başka makinadan (benzer makinadan) alınan ölçümlere göre oluşturulan değerler olmalıdır.

Çok büyük makinalarda, A-ağırlıklı ses güç seviyesi yerine, makina etrafında belirli konumlardaki A-ağırlıklı emisyon ses basınç seviyeleri belirtilebilir. Uyumlaştırılmış standartların uygulanmadığı durumlarda, ses seviyeleri makina için en uygun yöntem kullanılarak ölçülmelidir. Ses emisyon değerleri ile birlikte bu değerlere ait belirsizlikler de belirtilmelidir. Ölçmeler sırasında makinanın çalışma koşulları ile kullanılan ölçme yöntemi de açıklanmalıdır.

Çalışma yerlerinin tanımlanmamış olduğu ya da tanımlanamadığı durumlarda, A-ağırlıklı ses basınç değerleri makina yüzeyinden 1 metre mesafede ve zeminden veya erişim platformundan 1,6 metre yükseklikte ölçülmelidir. Azami ses basıncının konumu ve değeri belirtilmelidir.

30/12/2006 tarihli ve 26392 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Açık Alanda Kullanılan Ekipman Tarafından Oluşturulan Çevredeki Gürültü Emisyonu ile İlgili Yönetmelikte (2000/14/AT) ses basınç seviyelerinin veya güç seviyelerinin ölçümü için başka şartların

öngörülmesi durumunda, bu paragrafın (1.7.4.2) ilgili hükümleri yerine anılan Yönetmeliğin aşağıdaki hükümleri uygulanmalıdır;

*“(v) Makinanın kişilere özellikle de vücuda yerleştirilen aktif ya da aktif-olmayan cihazlar taşıyan kişilere zarar verebilecek iyonize-olmayan ışın yayması muhtemel ise, operatör ve maruz kalan kişiler için yayılan ışın ile ilgili bilgiler.*

#### *1.7.4.3 Satış dokümanları*

*Makinaları tanımlayan satış dokümanları, sağlık ve güvenlik hususları bakımından talimatlara aykırı olmamalıdır. Makinanın performans karakteristiklerini tanımlayan satış dokümanları, talimatlarda yer alanlarla aynı emisyon bilgilerini içermelidir.”*

Çalışanların maruziyetini değerlendirmek için çalışma ortamındaki, makinelerden yayılan gürültülerde dahil olmak üzere tüm gürültüler hesaba katılmalıdır. Bu işlem ‘maruziyet eylem değerleri’ ve ‘maruziyet sınır değeri’ limitlerine riayet ederek gürültü maruziyetini en aza indirmek için yapılır. Bu yüzden ‘risk değerlendirmesi’ sonucuna uygun iş ekipmanı seçmek önemlidir. Maruziyet eylem değerleri somut eylemlere dönüşebilmelidir, yani kulak koruyucuları sağlanmak, potansiyel riskler hakkında çalışanı bilgilendirmek, işitme testleri yaptırmak ve sessiz makine seçiminde kullanılacak yeterli bilgiyi de içerecek bir gürültü azaltım planı oluşturulabilmelidir.

### **5.3. GÜRÜLTÜ İLE İLGİLİ STANDARTLAR**

Ticarette teknik engellerin kaldırılmasına ilişkin 1985 yılında Avrupa Ekonomik Topluluğu (şimdiki adıyla Avrupa Birliği) tarafından önemli bir karar alınmıştır. Bu işlem bir dizi mevzuat yapılarak ‘üye devletlerin yasaları birbirine uyumlaştırılarak’ elde edilmiştir.

Bu ‘yeni yaklaşım’, belirli sektörlerde farklı ulusal düzenlemelerden dolayı ticaret engellerinin kaldırılması hakkında mevzuat uyumu sağlamıştır. Bunlardan birisi makine tehlikelerinin değerlendirilmesi hakkındadır. En temel prensip bir takım basit yasal gerekliliklerin (özellikle sağlık ve güvenlik gereklilikleri) ve hedeflere ulaşabilmek için hangi standartların kullanımının bırakılacağına yazılmasıdır. Bunların kullanımı gönüllülük esasına dayalı olmasına rağmen, bir uyumlaştırılmış standardın kullanılması ile ilgili yeni yaklaşımın uygunluğunu sağlamak için tek yoldur.

Makine Emniyeti Yönetmeliğini destekleyen üç tip standart vardır:

- *A tipi standartlar*, basit güvenlik fikirlerini kapsar;



- *B tipi standartlar*, genel gürültü ölçümü gibi konuları kapsar ve çok farklı makinelere uygulanabilirler;
- *C tipi standartlar*, makine güvenlik standartları olarak da gösterilirler, belirli tipten makinelerin güvenlik yönüyle (gürültü yönünden oluşabilecek tehlikeleri kapsayarak) ele alınmasını içerir.

Makine gürültüleriyle ilgili olduğu bilenen B tipi standartlar, özel işlemler hakkında bilgi, montaj ve ilgili makineler için yerleştirme koşulları sağlamadan basit olarak makinenin gürültüsünün ölçülmesini tanımlar. B-standart ölçümler için kullanılması gereken öneriler ile birlikte bu önemli bilgiler gürültü testi kodlarında verilmiştir. Böyle bir test kodları CEN ve CENELEC çalışma grupları tarafından makinelerin birçok farklı türleri için hazırlanmıştır.

Bir gürültü test kodu ya ayrı bir standart ya da bir makine emniyet standardı olan C tipi standard da normatif bir ektir. 500'den fazla (EN veya ISO veya EN-ISO) yayınlanmış olup diğerleri de hala hazırlanmaktadır (prEN). Bunlar makinenin birçok türünü, pompalar (EN 12639:2000); baskı, kağıt yapımı ve kağıt dönüştürme makineleri (EN 13023: 2003); tarım makineleri (EN 1553:1999 makinelerin bu geniş türü için gürültü test kodu çerçevesi olarak) gibi bir çok çeşidini kapsar.

Ölçüm prosedürleri, ses emisyon miktarlarının doğrulanması ve beyanı aşağıdaki temel standartlarda tanımlanmıştır:

- **TS EN ISO 3740** serileri, **TS EN ISO 9614-1-3** hem çalışma alanlarında hem de özel akustik test odalarındaki ses basınç seviyesinin belirlenmesi için metodları içerir.
- **EN ISO 11200–11205** çeşitli çevre şartları altında çalışma alanında ses basınç seviyesi emisyonunun belirlenmesi için metodları içerir.
- **EN ISO 4871** gürültü emisyonu beyanı ve doğrulama ile ilgilidir.

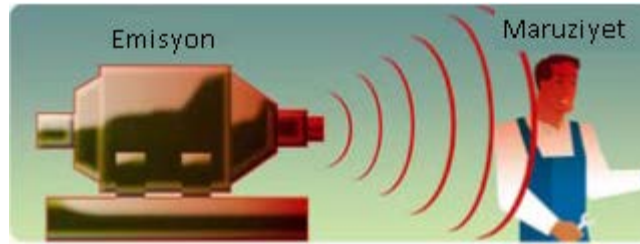
Tüm üreticiler tarafından aynı gürültü emisyon ölçüm metodunun kullanılması, kullanıcıya aynı tür makinelerin emisyon bilgilerini kıyaslama imkanı tanımaktadır. Ayrıca, potansiyel eylem değerlerinin karşılaştırılmasını da sağlamaktadır ve böylece nispeten sessiz makinelerin seçilmesini mümkün kılmaktadır.

## 5.4. İŞ EKİPMANINDAN YAYILAN GÜRÜLTÜNÜN AZALTIMI

### 5.4.1. Gürültü Yayılımı Hakkında Bilgi Talebi

Çalışma alanında gürültüyü azaltmak için, satın alınacak makine hakkında farklı üreticilerden gürültü yayma değerleri (bilgileri) istenir ve bu değerler en sessiz makinenin seçimi için karşılaştırılır. İstenen gürültü emisyon değerleri karşılaştırılabilir olmasını sağlamak amacıyla, bu makineler için üreticiden Avrupa standartlarına dayalı bir gürültü yayılım beyanı istenebilir. Bu şekilde bir gürültü emisyon beyanı, Avrupa standartlarına bağlı olarak değerler belirlendiği için gürültü emisyonu hakkında güvenilir teknik bilgiler sağlar. Bu nedenle ölçüm yöntemi, işletim ve montaj koşullarının yanı sıra çok büyük ve çok farklı makineler için beyan ve doğrulama prosedürü açıkça tanımlanmıştır. Bu geniş ve/veya spesifik makineler için özellikle önemlidir. Konu ile ilgili olarak aşağıdaki web sitesinden detaylı bilgi edinilebilir:

<http://www.cenorm.be/cenorm/aboutus/information/otherpublications/catalogueetc.asp>



Şekil 5.1 Çalışanın maruz kaldığı alt makine gürültü yayılma sonuçları

### 5.4.2. Gürültü Emisyon Bilgileri

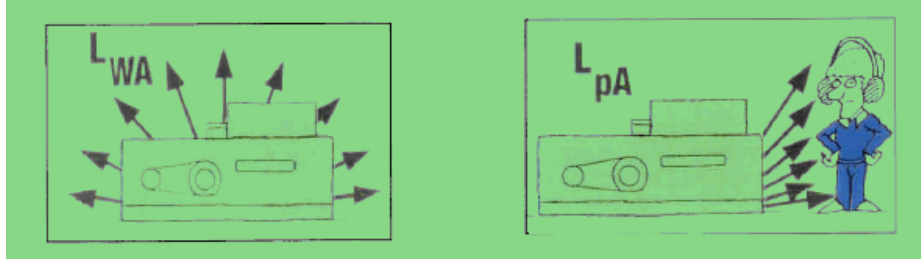
Makine Emniyet Yönetmeliğinin Ek 1'inde yer alan Talimatlar bölümünün 1.7.4.2 maddesinde;

*“Her bir kullanıcı el kitabı, ilgili olduğu şekilde, en azından aşağıdaki bilgileri içermelidir:*

*(u) Hava ile taşınan gürültü emisyonları ile ilgili aşağıdaki bilgiler:*

- 70 dB(A)'yi aşılıyorsa, iş istasyonlarındaki A-ağırlıklı emisyon ses basınç seviyesi; bu düzeyin 70 dB(A)'yi aşmaması halinde, belirtilmelidir,*
- 63 Pa'ı aşılıyorsa, iş istasyonlarındaki C-ağırlıklı anlık tepe ses basınç değeri (20 µPa'a göre 130 dB),”*

şeklinde yer almaktadır.



Şekil 5.2 Emisyon değerleri ( $L_{WA}$ ,  $L_{pA}$ )

Hem ses basınç seviyesi hemde ses gücü düzeyi emisyonu, makinenin yerleştirildiği alandan bağımsız değerlerdir. Bu yüzden bu değerler makineyi gürültü kaynağıymış gibi nitelendirirler. Desibel değerleri okunurken gürültünün emisyon, imisyon veya maruziyeti de kapsayan çok farklı çeşitlerinin olduğunu unutmamak gerekir. Bu yüzden, emisyon ses basınç değeri  $L_{pA}$  ya da ses gücü düzeyi  $L_{WA}$ , ses basınç düzeyleriyle tanımlanan imisyon (aynı zamanda  $L_{pA}$  olarak gösterilen) ya da maruziyet düzeyleri  $L_{AEX,T}$  olduğu karıştırılmamalıdır. Bu değerlerin hepsi dB(A) olarak ifade edilmelerine rağmen, tümüyle farklı büyüklüklerdir. Rehberde Bölüm 1.3'ünde detaylı şekilde yer almaktadır.

## 5.5. SESSİZ İŞ EKİPMANI SEÇİMİ

### 5.5.1. Yasal Yükümlülük

Bir işveren çalışanın gürültü maruziyetini önlemek ya da azaltmak için uygun önlemleri almalıdır. Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelikte belirtilen yükümlülüklerin yerine getirilmesi için, İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliğinin İş ekipmanına ilişkin kurallar başlıklı 6 ncı maddesinde;

“Madde 6 – (1) İşyerlerinde kullanılan iş ekipmanları ile ilgili aşağıdaki hususlara uyulur:

- a) 5 inci madde hükmü saklı kalmak kaydıyla, işveren; iş ekipmanının bu Yönetmeliğin EK-I'inde belirlenen asgari gereklere uygun olmasını sağlar.
- b) İşveren, iş ekipmanının kullanımı süresince, yeterli bakımını yaptırarak bu maddenin (a) bendinde belirtilen hususlara uygun durumda olması için gerekli önlemleri alır.

(2) İşveren, işyerinde kullanılan iş ekipmanının, EK-II'de belirtilen hususlara uygun güvenlik düzeyinde olmasını sağlar. “

hükmü yer almaktadır. Çalışma alanlarında makineler büyük gürültü kaynakları olarak tanımlanır. Bu yüzden üreticiler tarafından düşük gürültülü makineler üretilmeli ve işveren tarafından bu tür makineler tedarik edilmelidir.

Gürültü bilgisiyle düşük gürültü emisyonlu makineyi seçmek için potansiyel makine alımı yapılır. Aynı zamanda, kullanıcının yasal görevini yerine getirmesi için işveren, Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmeliğinin 5 inci maddesine göre sessiz iş ekipmanı sağlar.

### **5.5.2. Çalışma Alanındaki Gerçek Değerler ile Üreticinin Verdiği Değerler Arasındaki Farklılık**

Makine üreticisinin gürültü emisyonu beyanı önemli bir araçtır. İşveren/alıcı/kullanıcı her zaman üreticiden ve/veya AB’de belirtilen yetkili temsilcisinden ek bilgileri almalıdır.

Çalışma ortamında, makine emisyon ses basınç düzeyi, çalışma alanında ölçülen ses basınç düzeyi, beyan edilen emisyon ses basınç düzeyinden 10 dB fazla olabilir. Bunun sebebi, diğer gürültü kaynakları, duvarlardan yansımalar, iç kaplama, tavan, zemin ya da makine yüzeyleri vb. sebeplerden dolayı ses basınç seviyesinin artmasıdır. Makine üreticisinden alınan gürültü emisyon değerleri sessiz makine seçimine yardımcı olur ve çalışanın gürültü maruziyetini tahmin amaçlıdır.

### **5.5.3. Makinelerin Gürültü Emisyonları Karşılaştırması**

Gürültü emisyonu bilgisi sadece sessiz makine seçiminde değil aynı zamanda çalışma alanında çalışanların gürültü maruziyetinin tahminine de olanak sağlar.

Gürültü emisyon değerleri ( $L_{WA}$ ,  $L_{pA}$ ) ;

- Farklı makine markalardan en sessiz modeli seçmek için gürültü emisyon değerleri karşılaştırılır,
- İlgili makine grubu hakkında toplanan verinin teknik durumla alakalı olup olmadığının kontrolü için gürültü emisyon değerleri karşılaştırılır,
- Alıcı/kullanıcı ile sağlayıcı arasında teknik bir iletişime imkan verir,
- Gürültü tahmin (hesaplama) yazılımları kullanılırken, işyerinde gürültü emisyonu ve maruziyetini tahmin etmek için kullanılır,

- Garantili gürültü emisyon değerleri kullanılarak alıcının uyum değerlendirmesi yapmasına izin verir.

Makine tarafından üretilen gürültü emisyonu (Ör: ses gücü), makinenin akustik kalitesini göstermektedir. Ses gücü düzeyi ne kadar düşük olursa, akustik kalite o kadar iyi olur. Böylece, nispeten düşük gürültü emisyon değerlerine sahip bir makine sadece yakınındaki çalışanlar için değil diğer iş istasyonlarındaki çalışanlar için de düşük maruziyet sağlamaktadır. İşitme sistemi için potansiyel risk dolayısıyla azalacaktır.

Çalışma alanlarındaki gürültü emisyonu ya da maruziyetin tahminini sağlayacak planlamanın ön koşulu gürültü emisyon değerleridir. Bu nedenle gürültü emisyon değerleri, gürültü kontrol gerekliliklerine göre yeni işyerlerinin planlamasında bir temel oluşturacaktır. Ek olarak, Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmeliğin 5 inci maddesinde belirtilen eylem değerlerini aşan yüksek maruziyetli çalışma alanları için gerekli gürültü azaltma tedbirlerini oluşturmasında bu değerler önemli bir yardım sağlayacaktır.

#### **5.5.4. Farklı Makinelerin Gürültü Emisyonları Karşılaştırılması**

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununun 5 inci maddesinde belirtildiği üzere işveren, sorumluluğu bağlamında ve önlemenin genel ilkelerine göre riskten kaçınmalı, eğer kaçınmak mümkün değilse riskleri değerlendirmelidir. Risk değerlendirmesi sonucu gürültü maruziyetine bağlı bir risk bulunursa, işveren makinenin kullanıcı kılavuzundaki bilgilerin Makine Emniyeti Yönetmeliği gerekliliklerine göre hazırlanmış olduğundan emin olmalıdır ve eğer gerekirse gürültü hakkında daha fazla bilgi için sağlayıcıya danışmalıdır.

Makinenin, gürültü emisyon değerleri bilgileri referans ve Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelikte verilen maruziyet sınır ve eylem değerlerini baz alınarak daha az gürültü yayan iş ekipmanını tercih edilmelidir.

#### **5.5.5. Farklı Makinelerin Gürültü Emisyonlarının Karşılaştırılması**

##### *Bazı uygulamalar*

Gelişmiş sessiz makineleri seçmek için, gürültü emisyon değerlerini bilmek önemlidir. Makine üreticisi tarafından hazırlanan, gürültü emisyon standartları ve gürültü emisyon beyanı, alıcının farklı makine sağlayıcıları tarafından beyan edilen gürültü emisyon

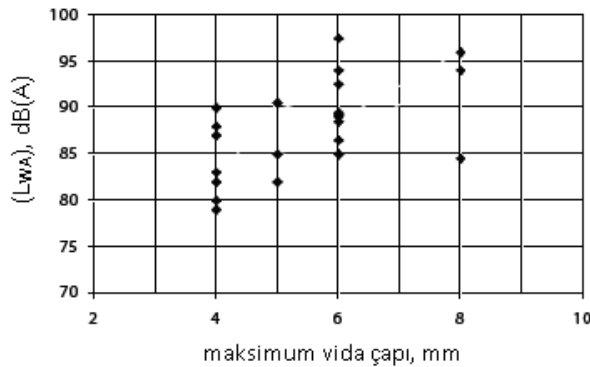
değerlerini karşılaştırarak, en düşük emisyon değerine sahip makineyi seçmesinde temel oluşturmaktadır. Fakat emisyon değerleri, seçilen makinenin piyasadaki en sessiz makinelerden biri olduğu anlamına gelmez. Seçilen makine grubunda bulunan en gelişmiş makinenin gürültü emisyonu biliniyorsa, sadece bir karara varılabilir.

Gelişmiş makinenin gürültü emisyonu, sadece aynı işlerde alanında kullanılan makine grubu içerisinde düşünülebilir. Bu amaçla, ‘gürültü emisyonunun gerçek durumu’ sözü türetilmiştir (Karşılaştırılmalı emisyon verileri ‘EN ISO 12100:2010 makinalarda güvenlik - tasarım için genel prensipler - risk değerlendirilmesi ve risk azaltılması’ ve EN ISO 11689 ‘Akustik - makine ve donanımı için gürültü yayma verilerinin karşılaştırılması işlemi’). Bu gerçek durum, karşılaştırmaya uygun emisyon değerleri aralığı sunar, başka bir deyişle, standartlarında belirtilen karşılaştırılabilir ölçüm yöntemleri ile ölçüldüğünü gösterir.

### Veritabanı

Şimdiye kadar, gürültü emisyonlarının gerçek durumu sadece bir kaç veritabanını ve bazı Alman VDI-ETS kurallarını kapsamaktadır. Mümkün olduğu kadar, nispeten sessiz bir makine “büyük ölçüde gürültü azaltımına ulaşılabilir sonucu” elde edilen çalışmalar dikkate alınarak toplanan nitelikli (akıllıca) verilere dayalı seçilmelidir.

Belirli bir makinenin tipik gürültü emisyonu dağılımının temsili bir örneği Şekil 6.3’te gösterilmektedir. Bu değerler havalı tornavida seçimi için emisyon değerlerini belirtmektedir. Ses gücü seviyesi, maksimum vida çapı kullanıldığı zaman oluşan gürültü değerleridir.



Şekil 5.3 Maksimum vida çapı kullanıldığında havalı tornavidanın ses gücü seviyesi ( $L_{WA}$ )

### Üreticinin emisyon bilgilerini doğrulaması (kontrol)

Bazı durumlarda, bir makinenin işveren/alıcı/kullanıcısı, makine gürültü emisyon değerlerinin satış sözleşmesinde bildirilen ya da makine üreticisi tarafından beyan edilen gürültü emisyon değerlerini aşp aşmadığını kontrol etmek isteyebilir.

Çalışma alanındaki emisyon değerleri, temel girdi verisi olarak açıklanan gürültü emisyon değerleri kullanılan 'EN ISO 11690-3 standardı kullanılarak yaklaşık olarak hesaplanabilir. EN ISO 4871 standardı, gürültü emisyon bilgilerini doğrulama (kontrol) metotları sağlamakta ve üreticinin onu nasıl tanımlayacağını göstermektedir.

## **6. KİŞİSEL KORUYUCU DONANIM (KKD): KİŞİSEL KULAK KORUYUCULARIN NİTELİKLERİ VE SEÇİMİ**

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununun 5 inci maddesinin birinci fıkrasının (g) bendinde; *“İşverenin yükümlülüklerinin yerine getirilmesinde aşağıdaki ilkeler göz önünde bulundurulur:*

*g) Toplu korunma tedbirlerine, kişisel korunma tedbirlerine göre öncelik vermek.”* hükmü yer almaktadır.

Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmeliğin 5 inci maddesinin birinci fıkrasında;

*“Kişisel koruyucu donanım, risklerin, toplu korunmayı sağlayacak teknik önlemlerle veya iş organizasyonu ve çalışma yöntemleriyle önlenemediği, tam olarak sınırlandırılmadığı durumlarda kullanılır. Kişisel koruyucu donanım, iş kazası ya da meslek hastalığının önlenmesi, çalışanların sağlık ve güvenlik risklerinden korunması, sağlık ve güvenlik koşullarının iyileştirilmesi amacıyla kullanılır. İşveren, toplu korunma tedbirlerine, kişisel korunma tedbirlerine göre öncelik verir.”* hükmü yer almaktadır.

### **6.1. MEVZUAT YÜKÜMLÜLÜKLERİ**

Kişisel koruyucu donanımlardan kişisel kulak koruyucularının seçimini ve kullanımını içeren mevzuatımızda yer alan kanun ve yönetmelik hükümleri aşağıda yer almaktadır. 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununun 5 inci maddesinin birinci fıkrasının (g) bendinde;

*“İşverenin yükümlülüklerinin yerine getirilmesinde aşağıdaki ilkeler göz önünde bulundurulur:*

*g) Toplu korunma tedbirlerine, kişisel korunma tedbirlerine göre öncelik vermek.”*

hükmü yer almaktadır. Bununla birlikte; Kanunun 19 uncu maddesinin ikinci fıkrasının (b) bendinde;

*“Çalışanların, işveren tarafından verilen eğitim ve talimatlar doğrultusunda yükümlülükleri şunlardır:*

*b) Kendilerine sağlanan kişisel koruyucu donanımı doğru kullanmak ve korumak.”* hükmü yer almaktadır.

02.07.2013 tarihli ve 28695 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelikte kişisel koruyucu donanım kullanan çalışanlar için asgari sağlık ve güvenlik gereksinimleri yer almaktadır. Söz konusu Yönetmeliğin Genel kural başlıklı 3 ve 6 ncı maddelerinde;

*“Madde 3- Kişisel koruyucu donanım, risklerin, toplu korunmayı sağlayacak teknik önlemlerle veya iş organizasyonu ve çalışma yöntemleriyle önlenemediği, tam olarak sınırlandırılmadığı durumlarda kullanılır.*

*Madde 6- (1) Kişisel koruyucu donanımların işyerlerinde kullanımı ile ilgili olarak aşağıdaki hususlara uyulur;*

*a) İşyerinde kullanılan kişisel koruyucu donanım, Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmeliği hükümlerine uygun olarak tasarlanır ve üretilir. Tüm kişisel koruyucu donanımlar;*

*1) Kendisi ek risk oluşturmadan ilgili riski önlemeye uygun olur.*

*2) İşyerinde var olan koşullara uygun olur.*

*3) Kullananın ergonomik gereksinimlerine ve sağlık durumuna uygun olur.*

*d) İşyerinde, her bir kişisel koruyucu donanım için, bu maddenin (a) ve (b) bentlerinde belirtilen hususlarla ilgili yeterli bilgi bulunur ve bu bilgilere kolayca ulaşılabilir.*

*e) Kişisel koruyucu donanımlar, işveren tarafından ücretsiz verilir, imalatçı tarafından sağlanacak kullanım kılavuzuna uygun olarak bakım, onarım ve periyodik kontrolleri yapılır, ihtiyaç duyulan parçaları değiştirilir, hijyenik şartlarda muhafaza edilir ve kullanıma hazır bulundurulur.”* hükümleri yer almaktadır.

Bu ekipmanların sertifika prosedürlerine uygun olması ve ‘CE’ kalitesinde garanti altına alan onaylanmış kuruluşlar tarafından incelenmesi gereklidir. Yönetmelik, ürün denetim sistemini ve kişisel koruyucu donanımların piyasadan kaldırılmaları için hükümler içermektedir. Kişisel kulak koruyucuları, Yönetmeliğin Ek-II paragraf 3.5’inde bulunan temel sağlık ve güvenlik gerekliliklerini sağlamalıdır. Gürültünün zararlı etkilerini önlemek için tasarlanmış kişisel kulak koruyucuları, hiçbir koşulda kullanıcı tarafından algılanan eşdeğer ses seviyesinin



Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelikte verilen maruziyet sınır değerlerini aşmayacağı şekilde gürültü azaltıcı özelliğe sahip olmalıdır.

Tüm kişisel kulak koruyucuları; ses azaltma seviyesini ve kişisel koruyucu donanım tarafından sağlanan konfor endeksi değerini gösteren bir etiket taşımalıdır. Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmeliğin 9 uncu maddesi kapsamında gürültü maruziyetinden kaynaklanan riskler başka yollarla önlenemezse, uygun bir şekilde kişiye uygun kişisel kulak koruyucuların çalışanlara verilmesi sağlanmalıdır ve aşağıdaki koşullar altında çalışanlar tarafından kullanımı sağlanmalıdır;

- Gürültü maruziyeti en düşük maruziyet eylem değerini aşarsa; işveren çalışanlara kişisel kulak koruyucuları temin etmelidir.
- Gürültü maruziyeti en yüksek maruziyet eylem değerine ulaştığında veya aştığı durumlarda kişisel kulak koruyucuları kullanılmalıdır.

## 6.2. GİRİŞ

Gürültü maruziyetinden kaynaklanan risklerden kaçınılamıyorsa veya başka yöntemlerle önlenemiyorsa, çalışanlara kulak koruyucusu temin edilmelidir.

- Eğer günlük gürültü maruziyeti (8 saate normalize edilmiş) en düşük maruziyet eylem değerini aşan bir iş istasyonunda (çalışma yeri) ise, işveren çalışanlara kulak koruyucuları temin etmelidir.
- Eğer günlük gürültü maruziyeti (8 saate normalize edilmiş) en yüksek maruziyet eylem değerine ulaşırsa veya aşarsa, çalışanlar kulak koruyucuları kullanmalıdırlar.

Bu kapsamda işveren her türlü çabayı göstermek zorundadır;

1. Gürültünün oluşmasını engellemek veya çalışanların gürültüye maruziyetini önlemek,
2. Gürültü emisyonunun kaynağında azaltılması için uygun teknik ve organizasyonel önlemler uygulamak,
3. Çalışanların gürültü maruziyetlerinin azaltılması için uygun teknik ve organizasyonel önlemler uygulamak,
4. Son olarak; işveren, yukarıda belirtilen teknik ve organizasyonel önlemleri öncelikle uygulayamaz ise çalışanlara uygun bireysel kulak koruyucuları temin etmek zorundadır.

Kişisel kulak koruyucu türleri seçilirken çalışanlara ve/veya çalışan temsilcilerine danışılmalıdır. Her çalışan kendi kişisel koruyucu seçimine dâhil olmalıdır. Kulak koruyucuların koruma etkisi, öncelikle sürekli ve düzgün kullanıma bağlıdır. Birden çok objektif parametre en uygun kulak koruyucusunu seçmek için kullanılır ve çalışanların seçimi önemlidir. Rahatsızlık ve sıkıntı gibi ‘Subjektif’ parametreler kulak koruyucusunun fiili kullanma zamanını azaltabilir ve dolayısıyla dikkate alınmalıdır.

Örnekler:

1. İş istasyonunda, kişisel gürültü ölçüm değeri 83 dB(A)’dır, ve en düşük maruziyet eylem değeri 80 dB(A) değerini aşmıştır; işveren iş istasyonu operatörlerine kulak koruyucuları temin etmelidir.



Şekil 6.1 Kulak koruyucu bulundurulması

Gürültü maruziyeti en düşük maruziyet eylem değerini aştığında; kulak koruyucuları çalışanlar için bulundurulur.

2. İş istasyonunda, gürültü ölçüm değeri 87 dB(A) dır, ve en yüksek maruziyet eylem değeri 85 dB(A) değerini aşmıştır, bu nedenle çalışanlar kulak koruyucu kullanmalıdırlar.



Şekil 6.2 Kulak koruyucu kullanılması

Gürültü maruziyeti en yüksek maruziyet eylem değerine eşit veya aşıyorsa; çalışanlar, kulak koruyucuları kullanmalıdır.

### 6.3. KULAK KORUYUCU TİPLERİ

Kulak koruyucularının birçok türü bulunmaktadır. Genellikle, manşonlu kulaklık ve kulak tıkacı olarak ikiye ayrılabilir. Manşonlu kulaklık genellikle bir kafa bandı ve bağlı iki kapaktan oluşur.

- Kapaklar kulağı tamamen kapsar ve kafa bandı ile yerine sıkıca oturtulur.
- Kapaklar genellikle akustik soğurucu malzeme ile donatılmıştır. Manşonlu kulaklığın konforunu ve uyumunu arttırmak için kapak kenarları genellikle plastik köpük veya sıvı ile yastıklıdır.
- Manşonlu kafa bandı başın arkasına, çene altına veya boyun arkasına giyilebilir.
- Kulak manşonları üç farklı boyutta bulunur; küçük, orta, büyük.



Şekil 6.3 Manşonlu kulaklık yapısı

Kulak tıkaçları kulak kanalını kapatmak için, kulak kanalının içine veya üzerine sokulur.

- Tekrar kullanılabilen kulak tıkaçları genellikle silikon, kauçuk veya plastikten imal edilir. Bazıları, birbirine bağlayan kablo veya kafa bandı ile donatılmıştır.
- Tek kullanımlık kulak tıkaçları genellikle köpük veya ham pamuktan yapılıdır.
- Kullanıcının şekillendirebileceği kulak tıkaçları sıkıştırılabilir malzemelerden yapılır. Kulak kanalının içine yerleştirilmeden önce kullanıcı tarafından şekillendirilir.
- Özel kalıplı kulak tıkaçları ayrı ayrı kulak kanalı şekline uyacak şekilde veya belirli bir kullanıcının tüm dış kulağını kapsayacak şekilde kalıplanır.





Şekil 6.4 Çeşitli kulak tıkacı modelleri



Şekil 6.5 Özel kalıplı 'otoplastik' kulak tıkacı

Bazı kulak tıkacı modelleri; küçük, orta, büyük ebatta imal edilebilir. Tek kullanımlık kulak tıkaçları sadece bir kez kullanılabilir şekilde tasarlanmışlardır. Eğer tek kullanımlık kulak tıkaçları bir defadan fazla takılmışsa, istenen gürültü azaltımını sağlayamazlar. Özel kalıplı kulak tıkaçlarını üretmek için, kullanıcının kulak kanalları veya dış kulaklarının silikon baskısı yapılır ve bu kalıplardan kulak tıkaçları yapılır.

Özel kalıplanmış kulak tıkaçları silikon (yumuşak otoplasti) veya akrilikten (sert otoplasti) imal edilebilir ve cilt uyumluluğunu arttırmak için özel bir vernik tabakası ile kaplanır. Bu şekilde, yüksek ses azaltma değerlerine erişilir (yüksek ve düşük frekanslar için sırasıyla 45 dB ve 30 dB). Kulak tıkaçları sesi zayıflatmak ve ses zayıflatma karakteristiğini şekillendirmek için farklı filtre elemanları ile donatılmıştır.

Pasif kulak koruyucularına ek olarak elektronik sistemler ile donatılmış kulak koruyucuları da vardır.

- Gürültü seviyesi esaslı kulak tıkacı ve kulak manşonu, elektronik ses restorasyon sistemleri ile donatılmışlardır. Bu koruyucular, aralıklı veya darbeli gürültü ortamlarında kullanılmak üzere tasarlanmışlardır ve konuşma ve uyarı seslerinin sessiz dönemlerde duyulması önemlidir.
- Aktif gürültü azaltıcı manşonlu kulaklık, ek olarak düşük frekanslı gürültü zayıflaması sağlamak için tasarlanan elektronik sistemlerle donatılmıştır.
- Bilgi almak veya uyarı sinyallerini almak için iletişim imkânları ile donatılmış kulak manşonları aynı zamanda gerekli gürültü zayıflatmasını da sağlar.

Aşağıdaki standartlar, elektronik sistemler ile donatılmış kulak koruyucularının performansı hakkında daha fazla bilgi sağlar;

- Seviye bağımlı kulak tıkacı – EN 352-4: 2001,
- Aktif gürültü azaltıcı kulak manşonları – EN 352-5: 2002,
- Elektriksel ses girişli kulak manşonları – EN 352-6:2002,
- Seviye bağımlı kulak tıkaçları – EN 352-7:2002.

#### 6.4. KULAK KORUYUCU PARAMETRELERİ VE PERFORMANSA ETKİLERİ

Kulak koruyucuların performansı esas olarak gürültü azaltma kapasitelerine bağlıdır. Kulak koruyucularının gürültü azaltımı aşağıdaki parametreler ile tanımlanabilir.

- Ses zayıflaması ortalama değeri ve standart sapma
- Yüksek frekans zayıflatma (H)
- Orta frekans zayıflatma (M)
- Düşük frekans zayıflatma (L)
- Tek sayı değerlendirme (SNR)

Ses zayıflatması ortalama değeri, kulak koruyucusu performansının en doğru değerlendirilmesini sağlar.

Bu parametre, 125 Hz ile 8000 Hz aralığındaki her frekans bandını niteler. Ortalama değer 16 dinleyiciden alınan laboratuvar ölçümlerine dayanmaktadır ve standart sapma da dikkate alınmalıdır. Standart sapma bir istatistiktir, 16 farklı ses zayıflatma değer ölçümünün ortalama değer etrafında ne kadar yakın kümelenmiş olduğunu gösterir.

Tablo 6.1 Ses zayıflama değerleri

Frekans	Ortalama Ses Zayıflaması	Standart Sapma
125 Hz	11.1 dB	3.3 dB
250 Hz	18.1 dB	3.3 dB
500 Hz	25.1 dB	3.1 dB
1000 Hz	27.0 dB	2.3 dB
2000 Hz	28.6 dB	2.4 dB
4000 Hz	38.6 dB	2.6 dB
8000 Hz	40.2 dB	3.3 dB

Yüksek frekanslı (H), orta frekanslı (M) ve düşük frekanslı (L) zayıflama değerleri; yüksek, orta ve düşük frekanslı gürültü ile ilgili olarak kulak koruyucu performansını karakterize eder.

Bu parametrelerin sayısı; yüksek, orta ve düşük frekanslı gürültünün etkin bir şekilde kulak koruyucusu ile zayıflatma sayısıdır. Örn: H: 29 dB, M: 23 dB, L: 15 dB.

Single Number Rating (SNR) kulak koruyucusunun gürültü azaltma kapasitesinin daha az hassas bir göstergesidir.

SNR, kulak koruyucuları kullanılırken gürültü seviyesindeki azalmanın desibel sayısını belirtir. Örn: SNR: 26 dB

EN ISO 4869-2 H, M, L zayıflama hesapları ve SNR hesaplaması hakkında daha fazla bilgi sağlar.

Manşonlu kulaklık performansını etkileyenler;

- Kütle ve boyutu,
- Kullanıcının kulağı etrafındaki alana oturması için kapak değişimi ve ayarlanabilirliği,
- Kullanıcının kulağı etrafındaki alanda kafa bandı basıncı ve yastık basıncı,
- Yüksek ve düşük sıcaklıklara karşı direnci.

Kulak tıkacı performansını etkileyenler;

- Yapı malzemesi,
- Şekil ve boyut.

## **6.5. EN UYGUN KULAK KORUYUCU TİPİ SEÇİMİ**

Çalışanların gürültü maruziyetlerini azaltmak için kullanılacak kulak koruyucusunun seçimi gürültü azaltımının etkili olması açısından önemlidir. Seçim yapılırken kullanılacak bazı kriterler Şekil 6.6'da verilmiştir.



Şekil 6.6. Seçim planı akış şeması

### 6.5.1. CE ONAYI TAŞIYAN KULAK KORUYUCULARI

**Bir iş sahasında kullanılacak kulak koruyucuyu seçerken, CE onay simgesi taşıyanların seçilmesi önemlidir.**

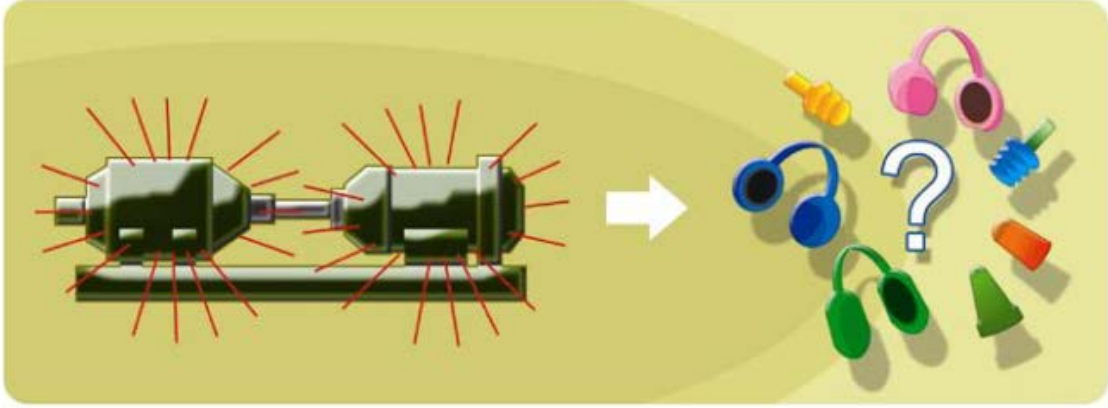
Eğer bir kulak koruyucu CE onay simgesi taşıyorsa, EN 352 standardının gereklerini yerine getiriyor demektir.

Gürültünün zararlı etkilerinden korumayı amaçlayan KKD (Kişisel Kulak Koruyucu)'ler EK II'deki 89/686/EEC direktifinin 3.5. paragrafına uygun olmalıdır.



Şekil 6.7 CE onay simgesi

### 6.5.2. YALITIMA GÖRE KULAK KORUYUCU SEÇİMİ



Şekil 6.8. Doğru kulak koruyucu tipi

Belirli gürültüler, doğru kulak koruyucusu kullanımını gerektirir.

**Kulak koruyucular, çalışanın maruz kaldığı gürültünün seviye ve spektrumuna uygun olacak şekilde, yalıtım özelliklerine göre seçilebilir.**

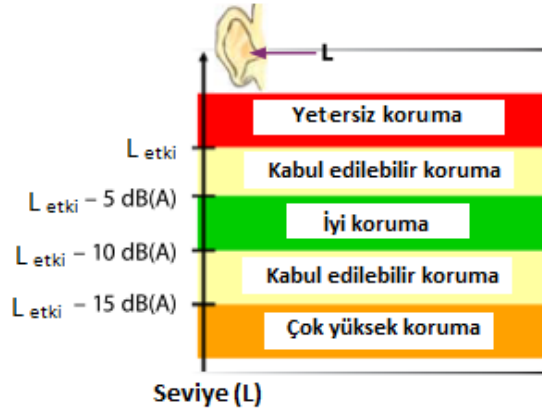
\*Seçilen kulak koruyucu, takan kişinin kulak zarındaki gürültü seviyesini ulusal düzenlemelerde tanımlanan uygun seviyeye indirgemelidir.

\*En uygun kulak koruyucu, takan kişinin kulak zarındaki gürültü seviyesini, etki seviyesinden 5 ila 10 dB altında kalmasını sağlar. ‘Ne kadar yüksek yalıtım, o kadar iyi işitme koruması’ ifadesi gerçekte yanlıştır (Şekil 6.9’a bakınız).

\*Çalışana, gürültünün etki seviyesinin 15 dB’den fazla indirmediği (Şekil 6.9’a bakınız) yüksek yalıtımlı kulak koruyucu temin edilmemelidir.

\*Fazla koruma, iletişim sorunlarına ve uyarı sinyallerinin duyulmasının engellenmesine neden olabilir. Çalışan, soyutlanma ve rahatsızlık hissedebilir, bu nedenle de kulak koruyucu takmamayı seçebilir.





Şekil 6.9 Gürültü seviyesi

Kişisel koruyucu altında (kulak zarındaki) gürültü seviyesi kabul edilebilir olmalı ( EN 458).

Örnekler:

Eğer etki seviyesi 85 dB(A) ise:

- Kulaktaki etkili gürültü seviyesi 75 dB(A) – 80 dB(A) arasında olduğunda, çalışan kulak koruyucu tarafından iyi korunur;
- Kulaktaki kabul edilebilir gürültü seviyeleri 80 dB(A) – 85 dB(A) ve 75 dB(A) – 70 dB(A)arasındadır;
- Kulaktaki etkili gürültü seviyesi 70 dB(A)'dan az olduğunda, çalışan fazla korunmuş olur.

**Kulak koruyucu altında A-ağırlıklı ses basınç seviyesini değerlendirmek için dört metot vardır: oktav bandı metodu, HML metodu, HML kontrol metodu ve SNR metodu.**

\*Oktav bandı metodu, kulak koruyucu ses yalıtımı ve işyeri gürültüsünün oktav bant ses basıncı seviyelerine dayalı bir metottur.

\*HML metodu, işyeri gürültüsünün A-ağırlıklı ses basınç seviyesi ve C-ağırlıklı ses basınç seviyesine ilaveten, kulak Koruyucularının yüksek(H), orta(M) ve düşük(L) frekans yalıtımına dayalı bir metottur.

\*HML kontrol metodu, gürültü kaynağı örneklerine dayalı, iki gürültü sınıfı arasında seçim gerektiren bir metottur.

\*SNR metodu, işyeri gürültüsünün A-ağırlıklı ses basınç seviyesi ve C-ağırlıklı ses basınç seviyesine ilaveten, kulak koruyucusunun tek sayı değerlendirmesine (Single Number Rating -SNR) dayalı bir metottur.

### **6.5.3. KULAK KORUYUCUNUN GERÇEKTE GÜRÜLTÜ AZALTIMI**

KKD kullanan çalışanların maruz kalacağı gürültünün seviyesi ve frekans aralığı dikkate alındığında, gürültü azaltımlarının değerlendirilmesi için, KKD üreticisi tarafından sağlanan bilgiyi direk olarak kullanmak her zaman mümkün değildir.

Bu durum şu nedenlere bağlı olabilir:

- \*Uzun saç nedeniyle kulak koruyucularının zayıf oturması (manşonlu kulaklıklar).
- \*Kulak kanalına yanlış oturtma (kulak tıkaçları).
- \*Engelleyici ekipman veya diğer kişisel koruyucu donanımı kullanılması.
- \*Zamanla ürünlerin doğal olarak yıpranması.
- \*Laboratuvar test alanları ile çalışma ortamı arasındaki akustik koşul farklılıkları.
- \*Laboratuvarda ölçülen azaltım değeri, kişisel kulak koruyucu performansı için temel derecelendirme sağlamaktadır, aynı zamanda frekansa bağlı performans çeşitliliği için bilgi sağlamaktadır.

### **6.5.4. ÖZEL KOŞULLARA GÖRE KULAK KORUYUCU SEÇİMİ**

Özel tipte kulak koruyucu takılmasını gerektiren, özel koşullara maruz kalan çalışma alanları veya çalışma şekilleri vardır.

\*Gürültü ve sessizlik periyodlarının birbirini izlediği iş sahalarında (Ör: atış poligonları, taş ocakları vb.), sessiz periyodlar sırasında, çalışanın yeterli konuşma anlaşılabilirliğinin ve uyarı sinyallerini algıladığından emin olunmalıdır. Bu koşullar, sonraki periyodlar sırasında, iyi konuşma anlaşılabilirliği ve uyarı sinyal algısı sağlayan seviyeye bağlı (level dependent ) kulak koruyucularını gerektirir.

\*Eğer çalışanın gerekli alarmlar, uyarılar, acil bağlantıları duyma yeterliliğinden şüphe duyuluyorsa, yanıp sönen uyarı ışıkları veya titreşimli platformlar gibi diğer aygıtlar temin edilmelidir.



Şekil 6.10 Atış poligonunda seviyeye bağlı kulaklık takan çalışan

\*Elektronik iletişim sistemlerine bağlı kulaklıklar, gürültünün sürekli olduğu ve çalışanların birbirleri veya gerekli komutlarla iletişimlerinin gerekli olduğu işyerlerinde (Ör: küçük uçak veya helikopter pilotları, TV kameramanları vb.) tercih edilmelidir.



Şekil 6.11 İletişimin gerekli olduğu bir iş sahasında, elektronik iletişim sistemleri ile donatılmış kulaklık takan çalışan

\*Eğer çalışanlar düşük veya yüksek sıcaklığa maruz kalıyorsa (yaklaşık  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  veya  $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) örn; orman çalışanları, o zaman bu koşullara uygun kulaklıklar seçilmelidir.



Şekil 6.12 Kışın, “düşük sıcaklık kulaklığı” takan orman çalışanı

\*Nemli bir çevrede çalışırken, kulaklık yastıklarının altında rahatsız edici bir terleme meydana gelebilir. Bu şartlarda, hafif, emici ve hijyenik yastık kılıfları olan kulak tıkaçları

veya kulaklıklar tavsiye edilir. Eğer bu tip hijyenik kılıflar kullanılırsa, kullanıcı bilgilendirme paketinden alınan gürültü azaltım değerleri, hijyenik kılıf takılmış kulaklıklar ile kıyaslanmalıdır.

### **6.5.5. KİŞİSEL KORUYUCU DONANIM (KKD) UYUMLULUĞUNA GÖRE KULAK KORUYUCU SEÇİMİ**

Çalışanların kulak tıkaçlarına ek olarak, diğer kişisel koruyucu donanım kullanımını gerektiren birçok iş sahası vardır.

\*Solunum koruma donanımları, gözlük, koruyucu gözlük, yüz koruyucularla beraber kulaklık kullanılması kulaklık yastıkları ile kafa arasındaki boşluğu artıracığından, gürültü azaltımını düşürür. Kulak tıkaçları bu gibi durumlarda tavsiye edilir.

\*Barete bağlı kulaklıklar genellikle baret ve kulak Koruyucunun aynı anda takılmasının zorunlu olduğu zamanlarda tavsiye edilir. Bu şekilde kullanım, çalışanda doğal bir rahatsızlık oluştursa da, sağlık ve güvenliklerinin korunması için çalışanlara bu şekilde kullanmanın önemi anlatılmalı ve kullanmaları sağlanmalıdır.



Şekil 6.13 Baş koruyucunun gerekli olduğu bir iş sahasında barete bağlı kulaklık kullanan bir çalışan

### **6.5.6. KULLANICININ KONFORUNA VE TIBBİ BOZUKLUKLARINA BAĞLI OLARAK KULAK KORUYUCU SEÇİMİ**

Rahatlık, kulak koruyucu seçiminde çok önemli bir faktördür.

\*Özellikle çalışanın tüm işgünü boyunca takmak zorunda olduğu bir kulak koruyucusu rahatsızlığa sebep olmamalıdır.

\*Bazı tip kulak koruyucular herkes için uygun değildir. Herkes farklıdır ve kulak anatomisi insandan insana büyük ölçüde farklılık gösterir.

Manşonlu kulaklık takarken, kullanıcı rahatlığı şunlara bağlıdır:

\*Kulak koruyucunun ağırlığı.

\*Yastık basıncı.

\*Kafa bandı kuvveti, ayarlanabilirlik.

\*Yastık malzeme tipi.

Kulak tıkacı takarken, kullanıcı rahatlığı şunlara bağlıdır:

\*Takma (oturtma) ve çıkarma kolaylığı.

\*Kulak kanalı içi ile genel uyumu.

Örnekler:

Eğer bir çalışanın kulak kanalı dar veya karmaşık bir yapıda ise hazır kalıplı çıkıntılı kulak tıkacı uygun değildir.

Bir çalışan, kulak kanalı deri hastalığı tedavisi geçiriyorsa, manşonlu kulaklık kullanımı tavsiye edilmektedir.

## **6.6. KULLANMA SÜRESİNE GÖRE KULAK KORUYUCUNUN ETKİN KORUMASI**

KKD kullanımı önemli olduğundan, çalışanların etkin işitme korumasından faydalanması için, kulak koruyucular her koşulda takılmalıdır.

\*Kulak koruyucusuz geçen çok küçük bir ara bile, etkin gürültü azaltımını ve korumayı önemli ölçüde düşürür.

\*Aşağıdaki tablo, 8 saatlik iş günü boyunca, kulak koruyucusuz geçirilen farklı zaman süreleri için etkin korumaları göstermektedir.

Tablo 6.2 8 saatlik iş gününde gürültülü bir alanda kulak koruyucu takılı olmadığı zamana ait etkin koruma

İşitme Koruyucusuz Geçen Süre (dakika)	Kulak Koruyucunun Etkin Koruması (dB)
0	30
5	20
24	13
48	10
96	7
144	5
192	4
240	3

Örnek:

Eğer bir çalışan 8 saatlik günün tamamında kulak koruyucu kullanırsa, 30 dB'lik maksimum koruma seviyesine sahip olur. Bununla birlikte, kulak koruyucusuz geçen 1 saatlik ara, maksimum koruma seviyesinin 9 dB'e düşmesine neden olur.

## 6.7. İŞVEREN VE ÇALIŞANLAR İÇİN BİLGİ

Her CE onay simgesi taşıyan kulak koruyucu, üretici tarafından hazırlanan kullanıcı bilgilendirmesi (kullanma kılavuzu) ile piyasaya sürülür.

\*İşverenler, kişisel kulak koruyucularını seçmeden önce, en iyi seçimi yapmak için teknik özellikleri bilgi toplamalıdır.

\*Kulak koruyucu alındıktan sonra performansı, kullanım şekli, bakımı vb. ayrıntıları içeren üretici tarafından hazırlanmış kullanma kılavuzu okunmalıdır.

Aşağıdaki bilgiler, her tip kulak koruyucu için değişmeyen kayıtlardır:

\*Kulak koruyucunun uyduğu standartlar.

\*Üretici firma ismi.

\*Kulak koruyucu modelinin kullanım amacı.

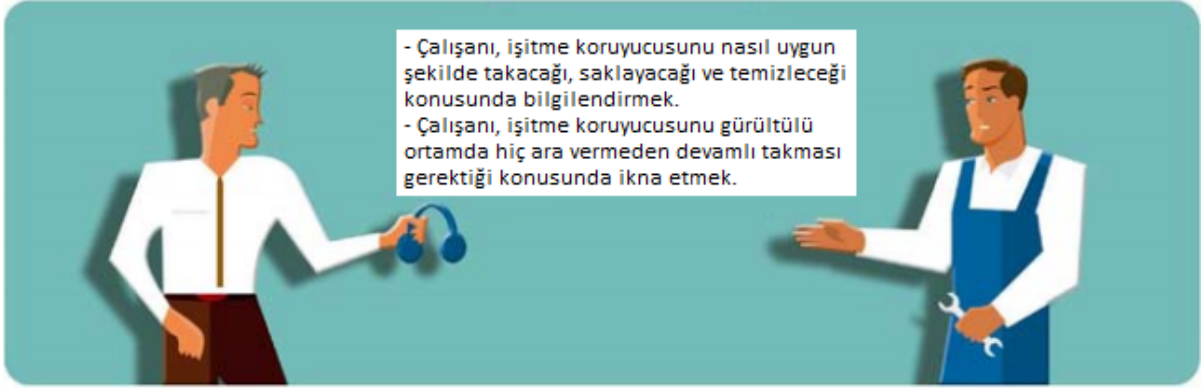
\*Gerektiğinde, belirli bir kulak koruyucusunun yüksek veya düşük sıcaklıklarda kullanılıp kullanılmayacağına dair ayrıntılar.

\*Belirli kulak koruyucusu modellerinin uygun kullanımı için talimatlar.

\*Kulak koruyucunun ölçüsü.

\*Tavsiye edilen saklama koşulları.

\*Ses azaltma değeri (İlgili sese uygun kulak koruyucu seçimi için gerekli).



Şekil 6.14 İşveren çalışana ne söylemeli?

## 6.8. ÖZEL DURUMLAR

İşyerindeki gürültü seviyesine bağlı olarak, çalışanlar tarafından kulak koruyucu takılması zorunlu durumlar veya belirli işlere göre, kişisel koruyucu donanımları kullanacak kişiler, uygun bilgi veya talimatlara da ulaşabilmelidir (Ör: Setlerdeki kameramanlar, havalimanı hangarları çalışanları vs.).



Şekil 6.15 Değiştirilebilir filtreli müzisyen kulak tıkaçları

## 7. İŞİTME KAYBI VE SAĞLIK GÖZETİMİ

### 7. 1. MEVZUAT YÜKÜMLÜLÜKLERİ

Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmeliğin 13 üncü maddesinde sağlık gözetimi ile ilgili hükümler bulunmaktadır:

## **Sağlık gözetimi**

**MADDE 13 – (1) Gürültüye bağlı olan herhangi bir işitme kaybında erken tanı konulması ve çalışanların işitme kabiliyetinin korunması amacıyla;**

a) İşveren;

1) Kanunun 15 inci maddesine göre gereken durumlarda,

2) İşyerinde gerçekleştirilen risk değerlendirmesi sonuçlarına göre gerekli görüldüğü hallerde,

3) İşyeri hekimince belirlenecek düzenli aralıklarla, çalışanların sağlık gözetimine tabi tutulmalarını sağlar.

b) 5 inci maddede belirtilen en yüksek maruziyet eylem değerlerini aşan gürültüye maruz kalan çalışanlar için, işitme testleri işverence yaptırılır.

c) Risk değerlendirmesi ve ölçüm sonuçlarının bir sağlık riski olduğunu gösterdiği yerlerde, 5 inci maddede belirtilen en düşük maruziyet eylem değerlerini aşan gürültüye maruz kalan çalışanlar için de işitme testleri yaptırılabilir.

(2) İşitme ile ilgili sağlık gözetimi sonucunda, çalışmada tespit edilen işitme kaybının işe bağlı gürültü nedeniyle oluştuğunun tespiti halinde;

a) Çalışan, işyeri hekimi tarafından, kendisi ile ilgili sonuçlar hakkında bilgilendirilir.

b) İşveren;

1) İşyerinde yapılan risk değerlendirmesini gözden geçirir.

2) Riskleri önlemek veya azaltmak için alınan önlemleri gözden geçirir.

3) Riskleri önlemek veya azaltmak için çalışanın gürültüye maruz kalmayacağı başka bir işte görevlendirilmesi gibi gerekli görülen tedbirleri uygular.

4) Benzer biçimde gürültüye maruz kalan diğer çalışanların, sağlık durumunun gözden geçirilmesini ve düzenli bir sağlık gözetimine tabi tutulmalarını sağlar.

### **7.1.1. Sağlık Gözetimi**

Çalışanlara her zaman uygun sağlık gözetimi yapılmalıdır. Gürültü değerlendirmesi, ölçüm sonuçları ve diğer faktörler bir işitme hasarı riskini işaret ediyor olabilir.

İşitme testleri, en yüksek maruziyet eylem değerlerini [85 dB(A)] aşan gürültüye maruz kalan çalışanlar için yapılmalıdır. Risk değerlendirmesi ve ölçüm sonuçlarının bir sağlık riski



olduğunu gösterdiği yerlerde, en düşük maruziyet eylem değerlerini aşan gürültüye maruz kalan çalışanlar için de işitme testleri yaptırılabilir.

- İşitme testleri bir tıp doktoru veya uygun niteliklere sahip başka bir kişi tarafından bir tıp doktorunun gözetiminde yapılmalıdır.
- En düşük maruziyet eylem değerinin [80 dB(A)] aşıldığı zaman, önleyici odyometrik testler yapılmasıyla, gürültü nedeniyle işitme kaybının erken tanısı mümkün olabilir.
- Bu testlerin amacı gürültü nedeniyle herhangi bir işitme kaybında erken tanı sağlamak ve işitme fonksiyonunu korumaktır.

### **7.1.2. Sağlık Kayıtlarının Saklanması**

Sağlık gözetimi sonucu, bireysel sağlık kayıtları saklanmalıdır (İlgili ulusal kanun ve/veya yönetmeliğe göre). Kayıtlar:

- Geçmişteki sağlık gözetimlerinin güncel özetlerini içermelidir.
- Daha sonraki kıyaslama yapmak vb. amaç için kullanılabilir olmalıdır.
- Gizli tutulmalıdır (tıbbi bir doktorun sorumluluğu altında).
- İstenmesi halinde yetkili mercilere verilmelidir.
- Çalışanın kendisi kayıtlarına ulaşabilmelidir.

### **İşitme hasarı tespiti:**

- Bir tıp doktoru veya işyeri hekimi tarafından belirlenen bir başka yetkili, işitme hasarının yapılan işteki gürültü maruziyetinden kaynaklanıp kaynaklanmadığını değerlendirmelidir. Eğer gürültü maruziyetinden kaynaklanıyorsa:
  - Tıp doktoru veya işyeri hekimi, çalışana sonuçlar hakkında bilgilendirmelidir.
  - İşveren uygun koruyucu önlemler hakkında çalışana tavsiyede bulunmalıdır.

### **7.1.3. İşteki Gürültüye Maruziyetten Kaynaklı İşitme Kaybı Oluştığında İşverenin**

#### **Görevleri:**

- Gürültü maruziyeti ile ilgili risk değerlendirmesini gözden geçirmelidir.
- Maruziyet riskinden kaçınmak ya da azaltmak için alınan önlemleri ve işitmeye zararlı diğer faktörleri gözden geçirmelidir.

- Sağlık ve güvenlik profesyonellerinin veya başka uygun yetkili bir kişinin verdiği tavsiyeler doğrultusunda, riskten kaçınmak ya da azaltmak için gerekli tedbirleri uygulamalıdır.
- Benzer Şekilde gürültü maruziyeti olan diğer çalışanların sağlık durumunu gözden geçirmelidir.
- Özel politika gerektiren grupların ( r: hamile bayan, genç çalışan) maruziyet riskini azaltmak için özel çaba göstermelidir.
- Tüm eylemlerin ulusal kanun ve/veya yönetmelikteki hükümlere göre uygulanması gerekmektedir.

## 7.2. İŞİTME SİSTEMİ HASAR ÖRNEKLERİ

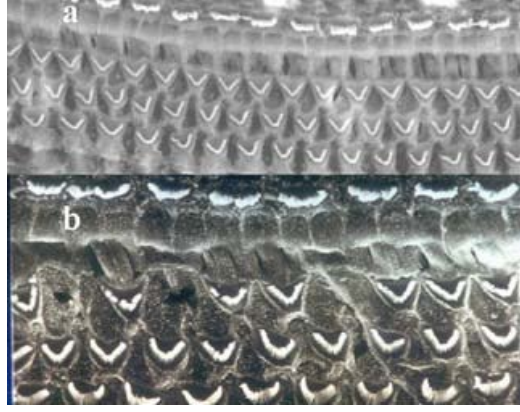
Kulağın yüksek düzeyde seslere maruziyeti, işitme hücrelerinin yapısının bozulmasına ve aşırı uyarılmasına neden olmaktadır. 87-100 dB'yi aşan seslerde işitme kılıları yorulabilir veya kırılabilir. Bunun sonucunda biyokimyasal ve fizyolojik değişiklikler meydana gelmekte olup, bu değişiklikler belirli bir dereceye kadar geri alınabilmektedir.

- Değişiklikler, 80 dB(A)'yı aşan düzeyde gürültüye uzun süre maruz kaldıktan sonra ya da 120 dB'yi aşan çok yüksek düzeyde gürültüye anlık maruziyet sonucu kalıcı hale gelmektedir.

Örnekler:

İ kulağın içinde bulunan kıl hücreleri hasarı, bu bölgeye ulaşan sesin frekanslarına karşı duyarlılık kaybı Şeklinde oluşmaktadır.

İŞitme hücrelerindeki kısmi hasar, i kulağın çeşitli yerlerindeki kıl hücrelerinin ölümüne yol açmaktadır. lmŐ bir hücre diğer hücrelerin de yıkımına ve iltihap sonucu komşu hücrelerin ölümüne sebep olabildiği için bu süreç çok tehlikelidir.



Şekil 7.1 Hasarsız işitme kılları (yukarıda (a)) ve yüksek ses düzeyine maruz kalma nedeniyle hasarlı işitme kılları (aşağıda (b)).

Şekil 7.1’de hasarsız işitme kılları (yukarıda (a)) ve yüksek ses düzeyine maruz kalma nedeniyle hasarlı işitme kılları (aşağıda (b)) görülmektedir.

### **Kulak çınlaması (tinitus)**

- İşitme kaybının ilk belirtisi ve işareti kulak çınlamasıdır. Herhangi bir ses kulağa gelmediği zaman bile, çınlama duyulur.

### **Geçici Eşik Kayması (TTS)**

- İşitme kıl hücrelerinin aşırı uyarılması ‘geçici eşik kayması (TTS),’ ile sonuçlanır, aşırı uyarılmayla işitme eşiği yükselir; gürültü maruziyeti bittikten sonra yavaşça kaybolur. Yükselmiş eşik sonucunda, işitme hassasiyetinde kayıp hissi yaşanır ve gürültü nedeniyle işitme sistemindeki yorgunluğun ilk belirtisidir.

Örnek:

Eşiğin yükselmesi, 80 dB’yi aşan gürültü düzeylerine maruziyete bağlı olarak başlar.

### **Kalıcı Eşik Kayması (PTS)**

- Gürültüye uzun süreli veya tekrarlayan bir şekilde maruz kalındıktan sonra, eşiğin yükselmesi ‘kalıcı eşik kayması (PTS) ’na dönüşür. İşitmedeki kalıcı eşik kayması işitme kaybına neden olur.

- İç ve dış kıl hücreleri yok olduğunda meydana gelen tam sağırılık, aynı zamanda sinir lifi dejenerasyonuna da neden olur.

### 7.3. DIŞ FAKTÖRLERDEN KAYNAKLI İŞİTME HASAR ÖRNEKLERİ

İşitmeye geçici veya kalıcı hasar veren kimyasallar, çözücüler ve tıbbi ilaçlara ototoksik maddeler denir.

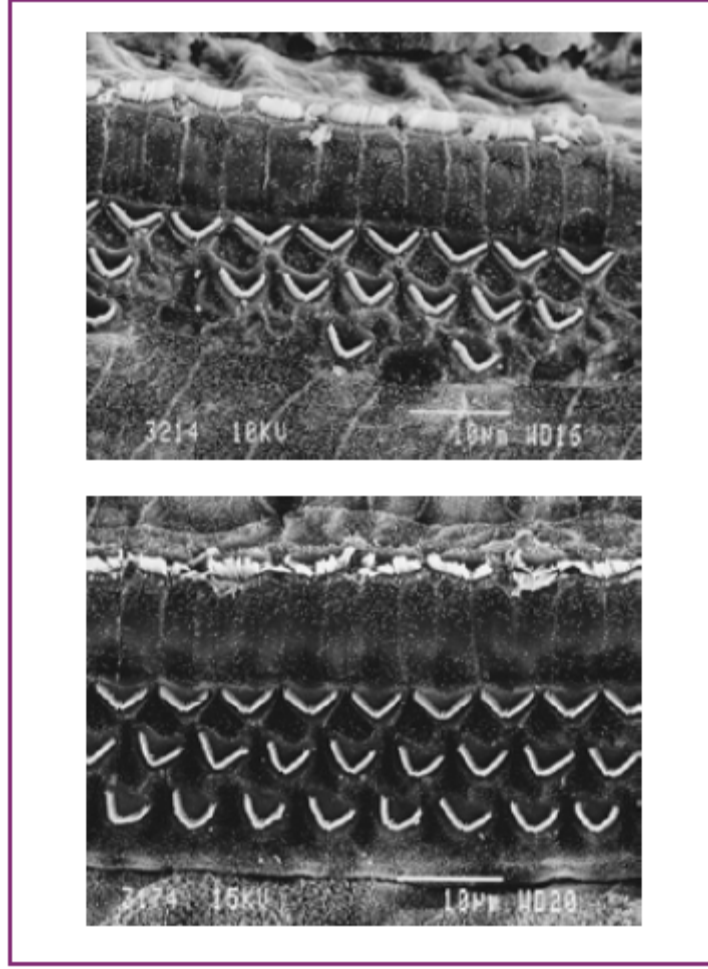
- Çoğu endüstriyel çözücüler ototoksiktir.
- Kimyasallar genellikle solunduğunda ya da deri yoluyla emilim sonucu kan dolaşımıyla iç kulağa ulaşmaktadır.
- İşitme kıl hücreleri (özellikle dış kıl hücreleri) ya da sinir yolları hasarından kaynaklı işitme hasarı oluşmaktadır.
- İşitme hasarına neden olduğu bilinen kimyasallar ve çözücü maddeler: trikloretilen, ksilen, stiren, toluen, heksan ve karbon disülfid' dir. İç kulak hasarı, aynı zamanda vücutta genel hipoksiye de yol açan karbon monoksitten de kaynaklanmaktadır.

Ototoksik kimyasallar ve gürültü maruziyetinin birleşik etkisi, özellikle işitmeye zarar vermektedir. Kimyasalın varlığı iç kulakta anormal bir duruma neden olmakta ve özellikle gürültü ile ilgili mekanik hasarlara karşı savunmasız hale getirmektedir.

- Tolüen, stiren, trikloroetilen, etil benzen, hidrojen siyanür ve karbon monoksit gibi kimyasallar ile gürültü sinerjik olarak etkileşimde bulunur; işitme sistemi üzerinde gürültünün zararlı etkisini artırmaktadırlar. Çözücü karışımlara maruziyetin, işitme sistemine zarar verme etkisini artırdığı görülmektedir.

Bazı ilaçların kullanımı da ototoksik etkiye neden olabilmektedir.

- İşitme duyusu üzerine zararlı etkisi olduğu bilinen ilaçları kullanan kişiler gürültüye maruz bırakılmamalıdır. İşitmeyi etkileyen ilaçlar belli antibiyotikler, kanser tedavisi ilaçları, diüretikler ve kininlerdir.



Şekil 7.2 Hasarsız işitme kılları (yukarıda) ve çözücüler (toluen)'e maruz kalma nedeniyle hasarlı işitme kılları (aşağıda).

Şekil 7.2'de hasarsız işitme kılları (yukarıda) ve çözücüler (toluen)'e maruz kalma nedeniyle hasarlı işitme kılları (aşağıda) görülmektedir. Dış işitme kıllarının üçüncü sırası, ikinci sıraya göre daha hasarlıdır. Stereocilia başlangıç durumuyla aynıdır.

Örnek:

Gürültü ile kimyasal maddelerin ototoksik etkileşimi, işitme kaybına neden olmaktadır ve aşağıdaki tabloda bu kimyasalların bazıları verilmiştir.

Tablo 7.1 Ototoksik etkiye neden olan kimyasal örnekleri

Kimyasal ajan	Endüstri
Trikloretilen	Endüstriyel metal yağ sökücü
Ksilen	Kimya, petrol, ulaşım, boyama
Stiren	Birçok imalat sanayi (özellikle gıda, kimya, kauçuk ve plastik, vb), ticaret, hizmetler, ulaştırma, inşaat
Tolüen	Boyama sanayi, kauçuk ve plastik, baskı sektörü
Hidrojen siyanür	Ekstraksiyon, elektro kimyasal, çelik, metal, üretim (sentetik lifler, plastikler, boyalar, pigmentler, naylon)
Karbon disülfür	Tekstil, tarım
Kurşun	Madencilik, elektrik
Carbon monoksit	Transport (motor egzozu), itfaiye, çelik, metal işleri,

### 7.3.1. Gürültü ile Titreşim Arasındaki Etkileşim

Bilimsel çalışmalar, el-kol titreşimi ve tüm vücut titreşiminin gürültü ile etkileşim halinde olduğunu göstermektedir. Ancak, tam doz-yanıt ilişkileri bu etkileşimler için geçerli değildir ve 'Titreşimler'in limit değerlerini ve eylem değerlerini belirleyen 'Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik' önleyici önlemleri sağlamaktadır.

Örneğin, bir inşaat alanında kamyon sürücülerinin tüm vücut titreşim maruziyeti, ISO 2631-1:1997 ( $a_w = 0.8 \text{ m/s}^2$ ) tarafından verilen maruziyet sınır değerinin üzerindeyse, gürültü ile tüm vücut titreşimi etkileşimi sonucu işitme kaybı riski, sadece gürültü maruziyeti ile oluşan riskten daha yüksek olmaktadır (yaklaşık 3 dB).

### 7.3.2. Gürültü ve Ototoksik Maddeler ve Titreşim Arasındaki Etkileşime Dayalı Sağlık Gözetimi İçin Hüküm

Doz-yanıt ilişkileri ile ilgili yetersiz bilimsel bilgi olmasına rağmen önleme tedbirlerini sağlamak için, bazı uzmanlar gürültü ve ototoksik maddelerin veya gürültü ve titreşime

kombine maruz kalma durumunda sağlık gözetiminin (odyometrik testler) eylem değerlerini düşürücü etkisi olduğunu bildirmektedir.

#### 7.4. İŞİTME SİSTEMİ HASARININ ETKİLERİ

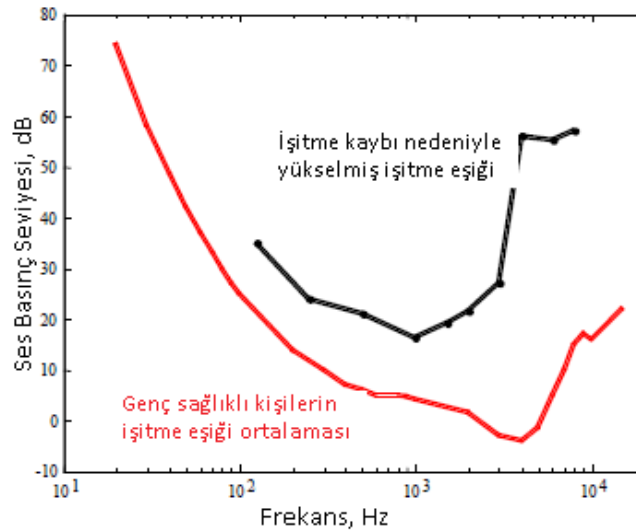
İç kulak hasarının çok fazla sayıda sonucu vardır.

##### İŞitme eşiği yüksekliği

- İŞitme eşiği yüksekliği, sesin belirli frekanslarda duyumunu azaltmaktadır. İŞitme kaybının çeşitli tipleri vardır. Fakat en yaygın işitme kaybı, 2-6 kHz aralığındaki frekanslarda endüstriyel gürültüye bağlı ‘yüksek frekansta işitme kaybı’ olarak adlandırılan işitme kaybıdır.

rnek:

İŞitme kaybı nedeniyle işitme eşiği yükselmesi.



Şekil 7.3 İŞitme kaybı nedeniyle işitme eşiği yükselmesi

##### Gürültüye karşı hassasiyetin artması

- EŞiğin yükselmesi ses Şiddetinin anormal artıŐına neden olmaktadır. Normal iŐiten bir kişi ses seviyelerinin geniş aralığın üstünde (90 dB) ses yüksekliğiyle karŐılaŐmaktadır. Ses, 10 dB SPL düzeyinde zorlukla duyulabilir ancak 100 dB SPL

düzeyinde ses istenmeyen bir şekilde yüksektir. 50 dB lik işitme kaybı için, bu oran yaklaşık 40 dB azalacaktır. Bu durumda 60 dB SPL ses zorlukla duyulabilir, ancak 100 dB lik istenmeyen gürültü normal düzeymiş gibi işitilecektir.

Örnekler:

Gürültüye hassasiyetin artması normal konuşma düzeyindeki sesin anlaşılmasını zorlaştırmakta, ayrıca müzik algısında da önemli oranda bozulmasına neden olmaktadır.

### **Frekans seçiciliğinin azalması**

- İşitme kaybı frekans seçiciliğinde azalmaya neden olabilir ve farklı frekanslardaki sesleri ayırt etme becerisini azaltmaktadır. Normal bir kulak, farklı frekanstaki sesler için iyi ayarlanmış bir frekans alıcısı gibi davranır. Frekans hassasiyetinin kaybı, çeşitli frekanslardaki seslerin ya da bir kısmının birbiriyle karıştırılması anlamına gelir. Frekansı çok farklı olsa bile sesler birbirini maskeler.

### **Zamanla sesteki değişimleri anlamada zorluk**

- Ses, özellikle konuşma, dinamik yapıdadır, örneğin: ses düzeyleri zamanla sürekli değişmektedir. İşitme kaybı, zamanla sesteki değişimleri algılayabilmede sıkıntı ile de ilişkilidir. Ses algısı bozulur, karmaşıklaşır.

Örnek:

Farklı frekanstaki seslerin karıştırılması ve sesin zamana bağlı değişikliğini takip edilememesi konuşmanın anlaşılabilirliğini zorlaştırmaktadır. Duyma bozukluğu olan insanların, sosyal ortamlarda özellikle çoğu insan aynı anda konuştuğunda, konuşmayı anlamakta zorlanmalarının sebeplerinden biri de budur.

### **Ses kaynağının yerinin belirlenmesinde zorluk:**

- Frekans seçiciliğinin azalması, zamana bağlı ses değişimlerinin algılanmasındaki zorluk ve maskeleyenin artması gibi sebeplerden dolayı ses kaynağının belirlenmesi, tanımlanması ve yerinin tespiti zorlaşmaktadır.



## **Kulak ınlaması (Tinitus)**

İşitmenin bozulmasıyla kulak çınlaması (tinitus) yaşanabilmektedir. Bu durum iç kulak yapısında bölgesel hasara neden olmaktadır, böylece işitsel sinir aktivitesi değişmektedir. Kulak çınlaması orta veya yüksek frekanslardaki sesler ve zil seslerinde yaşanmaktadır.

Örnek:

Aşırı durumlarda çınlama, günde 24 saat haftada 7 gün sürebilmektedir. Çınlama hissi yaşayan insanların %20 sinde bu bozukluk belli bir süre sonra geçerken, %4 'ünde bu kalıcı hale gelmektedir.

## **7.5. GÜRÜLTÜNÜN EKSTRA-AURAL ETKİLERİ**

Gürültünün çoğu yan etkileri, iç kulağa zararı olmayan gürültü seviyelerinden ve maruziyetinden kaynaklanabilir. Bunlar şunlardır:

- Konuşma ve iletişimi azaltma (yanlış kararlar, önemli yanlış anlamalar).
- Görev performansını azaltma(performans azalışı).
- Sıkıntı.
- Stres.
- Tehlikeli bir durumu tespit ve tanımada zorlanma ve sinyal uyarı zorluğu.
- Uykuyu engelleme ve uyku kalitesini azaltma.

İnsanların yaşadıkları sıkıntı derecesi büyük ölçüde farklıdır. Sıkıntı, gürültünün frekansı ya da aralığının yanı sıra gürültülü olayların düzeyi ve süresine bağlıdır. Öfke ve stres hali ilgili koşullara bağlı olarak bireyler arasında değişebilir.

Gürültü seviyeleri bazı fizyolojik değişiklikler de meydana getirebilir, aşağıdaki gibi:

- Artan kalp hızı.
- Artan kan basıncı.
- Kan damarlarının daralması (vasokonstiksiyon).
- Göz bebeği genişlemesi.

- Adrenalin salgısı.

## **7.6. ODYOMETRİ TESTİ**

### **7.6.1. Hava ve Kemik İletimi**

Standart sağlık gözetimi, gürültüye bağlı işitme kaybında gürültüye maruziyetten kaynaklı ön hasarı tespit etmek için kullanılabilen odyometrik testler için yardımcıdır.

- Ses geçirmez bir odadaki odyometrik testler, son zamanlarda gürültüye maruz kalmamış bir çalışan üzerinde yapılır.
- Testten önce dinlenme süresi en az 12 saat olmalıdır.
- Odyometrik testler 125-8000 Hz aralığındaki ses frekansları için yapılır.
- Standart test, kulağa ses iletiminin normal metoduna karşılık gelen bir kulaklık (hava iletim) kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Başka bir test yöntemi, sesi kafatası dokuları ve kemikleri aracılığıyla kulağa ileten bir kemik vibratör (kemik iletimi) kullanmayı gerektirmektedir.
- Hava iletimi ile kemik iletimi karşılaştırılması, iç kulak durumunu kontrol etmemize olanak sağlamaktadır.

### **7.6.2. Ses Odyometrisi**

Önemli bir işitme kaybı tespit edilirse, ek testler (ses tanıma gibi) yapılabilir.

- Ek testler, konuşma yoluyla sosyal iletişim kurmada duyma bozukluğu olan kişiyi değerlendirme amacı taşır.
- İşitme kaybı 40dB aştığında, genellikle sözlü iletişimde zorluk oluşur.

### **7.6.3. Odyometrik Test İçin Liste**

İşitme hasarı riski olan ortamlarda çalışan kişilerde işe başlarken ve uygun aralıklarla çalışma hayatları boyunca test yapılmalıdır (Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmeliğin 13 üncü maddesi).

- Normal olarak, bu test bir çalışanın gürültüye aşırı duyarlı olup olmadığını belirlemek için, ilk 12 aydan sonra tekrar edilir; daha sonra her üç yılda bir yeniden uygulanır.
- İşitme, ani işitme hasarları meydana geldiğinde, örneğin patlamalar sonrası her zaman kontrol edilmelidir

Odyometrik test sıklığı maruziyet seviyesine göre ayarlanabilir.

#### **7.6.4. İşitme Değer Düşüklüğü ya da Başlangıç Amblyacousia Göstergesi**

Genel bir kural olarak, amblyacousia birkaç yıl boyunca yavaşça gelişmektedir. Ayrıca, işitme süreci çok karmaşıktır ve duyu organının 'kulak' belli bir derecedeki zayıflığı, sinirlerden gelen uyarıyı sesli sinyallere dönüştürmek için uygun akıllı dönüşümlerle telafi edilebilir. Bu nedenle, başlangıçta, amblyacousia gelişimi normal olarak fark etmeden devam eder.

İşitme veya amblyacousia değer düşüklüğünün ilk göstergelerinden biri 'parti etkisi' 'dir. Konuşmayı takip etmek herhangi biri için zor ise, örneğin bir partide birçok konuşmanın olduğu bir yerde, tek başına yapılan konuşma dinlenirken herhangi bir problem yaşanmasa bile, bu amblyacousianın başlangıç göstergesi olabilir.

İşitme hasarının veya başlangıç amblyacousianın ek belirtileri:

- telefon veya kapı zilini duymamak,
- uyarı sinyallerini duymamak (forklift, bir bisikletin çanı),
- son seste radyo dinlemek ya da televizyon izlemek.

### **7.7. İŞİTME KAYBI GÖSTERGELERİ**

#### **İşitme seviyesi**

- Klinik standartlarda, işitme kaybı genç sağlıklı insanlara göre belirlenen bir değer olan normal işitme seviyesi üzerinde işitme eşiğinin yükselme göstergesi olan desibel cinsinden HL (işitme seviyesi) ile ifade edilir.
- Örneğin, 2000 Hz frekansta 40 dB HL işitme seviyesi, çalışanın işitme eşiğinin bu frekansta normalden 40 dB kadar yüksek olduğu anlamına gelmektedir.

## Erken işitme kaybı

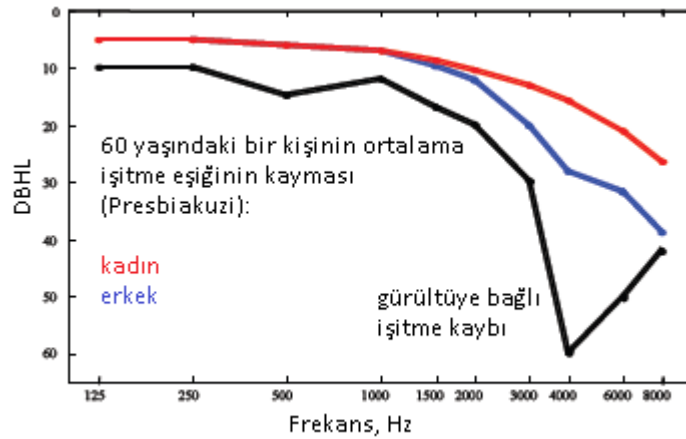
- Erken evrelerde, gürültü nedeniyle işitme kaybı 4-6 kHz frekans aralığında oluşmaktadır. Yaygın uygulamada, bu yüzden 1-6 kHz aralığında odyometrik test önerilmektedir.
- 40 dB HL den fazla işitme kayıplarında genellikle tıbbi tedavi gerekmektedir.
- 60 dB HL den fazla işitme kayıpları ciddi olarak kabul edilir ve kişiye sözlü iletişim için işitme cihazı gereklidir.

## Yaşlanma süreci

- Gürültüye bağlı işitme kaybı değerlendirilirken, kişinin yaşı nedeniyle işitme hassasiyetindeki normal azalma (presbiakuzi) dikkate alınmalıdır.
- 50 yaş üzerindeki insanlarda işitmenin bozulması genç insanlara göre daha hızlı olmaktadır.
- Presbiakuzi cinsiyete göre değişir, kadınlara oranla erkeklerde daha ciddi olmaktadır.

Örnek:

İşitme kaybı.



Şekil 7.4 Yaşa bağlı işitme kaybı ve gürültü nedenli işitme kaybı

- İşitme kaybı yüzdesi tazminat amaçlı hesaplanır. 500, 1000 ve 2000 Hz odyometrik frekanslarında dB HL olarak işitme kaybı ortalamasına dayalı çeşitli yöntemler mevcuttur. Genellikle daha iyi olan kulağa uygulanır, ancak her iki kulak için

kullanılabilir. Bu üç frekansın seçilme nedeni, konuşma aralığı 500-2000 Hz frekansında olduğundan işitme kaybının belirlenmesinde önemli olmasıdır.

## EK-1 UZMANLAR İÇİN EKİPMAN GÜRÜLTÜSÜ EK BİLGİLER VE ÖZET FORMU

Ek Tablo 1’de EN ISO 4871 de belirtilen kurallar uygulanarak üretici ve/veya bunların yetkili temsilcileri tarafından sağlanıyorsa, ses emisyon bilgilerinin tercihen nasıl görünmesi gerektiğiyle ilgili bir örnek gösterilmektedir. Tablo, farklı gerekli emisyon değerleri ve bu ölçülen değerlerle ilgili belirsizlikle karşılaştırıldığında ölçülen değerleri gösterir.

Ek Tablo 1 EN ISO 4871’deki ikil değer bilgilerine dayanarak, gürültü emisyon tabanlı Makine Emniyet Yönetmeliğine uygun bilgilerin örneği 98/37 / EC sayılı Makine Emniyet Yönetmeliği çerçevesinde standartların nasıl kullanılacağına ilişkin bir örnek

<b>Makine türü: Ahşap işleme makinesi; profil açma makinesi, Tip 990, 50Hz</b>		
EN ISO 4871 standardına göre ikil gürültü emisyon değerleri		
	Makine yüksüz çalışır konumda (rölantide)	Makine yüklü çalışır konumda (işlemde)
A-ağırlıklı ses gücü seviyesi $L_{WA}$ , dB re 1pW	94	98
Ölçüm belirsizliği $K_{WA}$ , dB	2	2
A-ağırlıklı emisyon ses basınç seviyesi $L_{pA}$ , dB re 20 µPa	80	86
Ölçüm belirsizliği $K_{pA}$ , dB	2	2
Yukarıdaki değerler EN ISO 3744 ve EN ISO 11204 uygulanarak ISO 7960 gürültü test koduna uygun olarak belirlenmiştir.		

Gürültü emisyon tanımı üzerine bir teknik şartname örneği (makine, montaj cihazı, ek ünite). Makine Emniyet Yönetmeliği makine üreticileri ve/veya AB’de belirtilen onların yetkili temsilcilerine gürültü emisyon değerleri hakkında bilgi vermeyi zorunlu kılar.

Gürültü emisyonu değerleri makine emniyet standartları veya ayrı makineye gürültü testi kodlarına göre tespit edilmelidir. Bu mümkün değilse, temel standartlar:

- EN ISO 3740 serisi veya EN ISO 9614 Bölüm 1-3 A-ağırlıklı ses gücü seviyesinin belirlenmesi için uygulanması gereken ya da

- İşyerinde A-ağırlıklı emisyon ses basınç seviyesi ve C-ağırlıklı tepe ses basınç seviyesinde belirlenmesi için EN ISO 11200-11205.

Bilgi, EN ISO 4871 ile uygun olmalı ve ölçüm değerlerini ve kendi belirsizliklerini içeren bir ikil-değer ifadesi olarak sunulmalıdır. Aşağıda örnek bir form yer almaktadır.

Sınır değerler	Rölantide	Yüklü/işlemede	Uygulanan standard
Ses gücü seviyesi $L_{WA}$ (dB re 1pW)	_____dB	_____dB	
Ölçüm belirsizliği $K_{WA}$	_____dB	_____dB	
İş sitasyonunda veya diğer belirli konumlardaki $L_{pA}$ (dB re 20 $\mu$ Pa)	1. _____dB	1. _____dB	
	2. _____dB	2. _____dB	
	3. _____dB	3. _____dB	
Ölçüm belirsizliği $K_{pA}$	_____dB	_____dB	
1m- yüzey ses basınç seviyesi $L_{pA}$ , 1m(dB re 20 $\mu$ Pa)	_____dB	_____dB	
Tepe ses basınç seviyesi $L_{pCpeak}$ (dB re 20 $\mu$ Pa)	_____dB	_____dB	
Ölçüm belirsizliği $K_{pCpeak}$	_____dB	_____dB	

Özel ve spesifik durumlar için, bir makinenin alıcısı/kullanıcısı kendi özel ihtiyaçlarını belirlemek için bu teknik gereklilikleri kabul edebilir.

**Çalışma alanı ve diğer tanımlanmış pozisyonlardaki ölçüm noktası yeri (leri):**

---

---

---

**Gürültü emisyonu ölçümü sırasındaki çalışma koşulları:**

---

---

---

**Daha fazla akustik detay (örneğin tını):**

---

---

---

**Daha fazla gürültü kontrol önlemleri:**

---

---

---

**Ek gürültü emisyon değerleri, örneğin standartlarında tanımlananlardan ayrı belirli bir çalışma koşulları altında belirlenmiş:**

---

---

---

### **Uzmanlar için ek bilgiler**

Bu farklı emisyon miktarları göz önüne alındığında, ses gücü seviyesi  $L_{WA}$ , makinenin akustik serbest alanda yerleştirildiği varsayılarak, makineyi kaplayan bir ölçüm yüzeyinde bulunan ölçüm noktalarındaki ses basınç seviyelerinin ölçümü ile belirlenir.

Ölçüm yüzeyi, dış yüzeye yaklaşık 1 metrelik bir mesafede makineyi saran genellikle bir paralel kenar veya bir yarı küredir. Ölçülen ses basıncı değerlerinin ortalaması  $\overline{L_{pA}}$  aşağıdaki basit formül kullanılarak ses gücü seviyesini hesaplamamıza imkan sağlar:

$$L_{WA} = \overline{L_{pA}} - 10 \lg \left[ \frac{S}{1m^2} \right] \text{ dB}$$

burada S kaplanan ölçüm yüzey alanıdır.

$$L_{WA} = \overline{L_{pA}} + L_S$$



Bu formül, bir ses kaynağının ses gücü düzeyi değerinin, makine yüzeyinden 1 metre uzaklığındaki mesafedeki ortalama ses basıncı seviyesi değerinden (dB) her zaman büyük olduğunu açık bir şekilde göstermektedir. Dahası bu formül, ses gücü seviyesi biliniyorsa sadece  $L_{WA}$  gelen  $L_S$  çıkarılarak, bir makine etrafındaki ortalama ses basıncı düzeyini hesaplamamıza imkan sağlar. Böylece, örneğin bir elektrikli süpürge için 93 dB'lik bir ses gücü seviyesi  $L_{wa}$  düşünülürse, 80 dB bir  $\overline{L_{pA}}$  veren ses gücü seviyesi yaklaşık 13 dB çıkarılarak makinenin yaklaşık 1 metrelik bir mesafede ses basınç seviyesi hesaplanabilir. Bu, ölçme yüzeyini kaplayan tipik bir kutu şekli için  $L_S$ 'nin yaklaşık 13 dB olduğunu varsaymamızı gerektirir (örneğin 2m x 2m x 2m kenarlı 20 m<sup>2</sup> yüzey alanlı küp).

## EKİPMAN GÜRÜLTÜSÜ ÖZET FORMU

### *Ses gücü seviyesi $L_{WA}$ ve ses basınç seviyesi $L_{pA}$*

NB: Bu parametrelerin tanımları terimler lisesinde verilmiştir. Bu değerler arasındaki ilişki yaklaşık olarak aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$L_{pA} = L_{WA} - 10 \lg \left[ \frac{S}{1m^2} \right]$$

Burada  $L_{pA}$ , yaklaşık 1 metrelik bir mesafede bir yüzeyi saran, bir makinenin her yöne yayılan ortalama ses basınç seviyesidir ve S de bu yüzey alanıdır.

- Bu rehberin Bölüm 1'inde belirtildiği gibi,  $L_{WA}$  kaynak tarafından üretilen havadaki toplam gürültü miktarını verir ve  $L_{pA}$  kapalı yüzey üzerindeki bir noktada ölçülen ses basınç seviyesidir.
- Yalnızca makine gürültüsü dikkate alınarak ve çevresel etkisi dikkate alınmadığında, iş istasyonları (işyeri) kaynağın (makine) yüzey ölçüm mesafesine yerleştirildiği varsayılır ise,  $L_{pA}$  emisyon ses basınç seviyesidir.
- Ölçüm noktası operatörü pozisyonu ise,  $L_{pA}$  standartlarda tanımlanan ve makine emisyon değeri ifadesi kullanılarak makine gürültü emisyonunu karakterize etmektedir.
- $L_{WA}$  ve  $L_{pA}$  farklı nitelik miktarlarına olmalarına rağmen, her ikisi de dB (A) olarak ifade edilmiştir.

Tipik atölyelerdeki esas ses basınç seviyesi tahmin edilirken, duvarlardan veya diğer makinelerden gelen gürültü yansımaları da dikkate alınmalıdır.

***Emisyon ses basınç seviyesi  $L_{pA}$ 'dan ses maruziyet seviyesi düzeyi  $L_{AEX,T}$  'e***

Makine emisyonu ve çalışanın maruziyetini karıştırmamak önemlidir. Çeşitli parametrelerin etkisi, aşağıdaki düzenlemelerin toplamı olarak ifade edilebilir:

**$L_{AEX,T} = L_{pA}$**  gürültü test koduna göre ölçülen emisyon ses basınç seviyesi

+ **$\Delta L1$**  ses yansımalarının katkısı (oda etkisi)

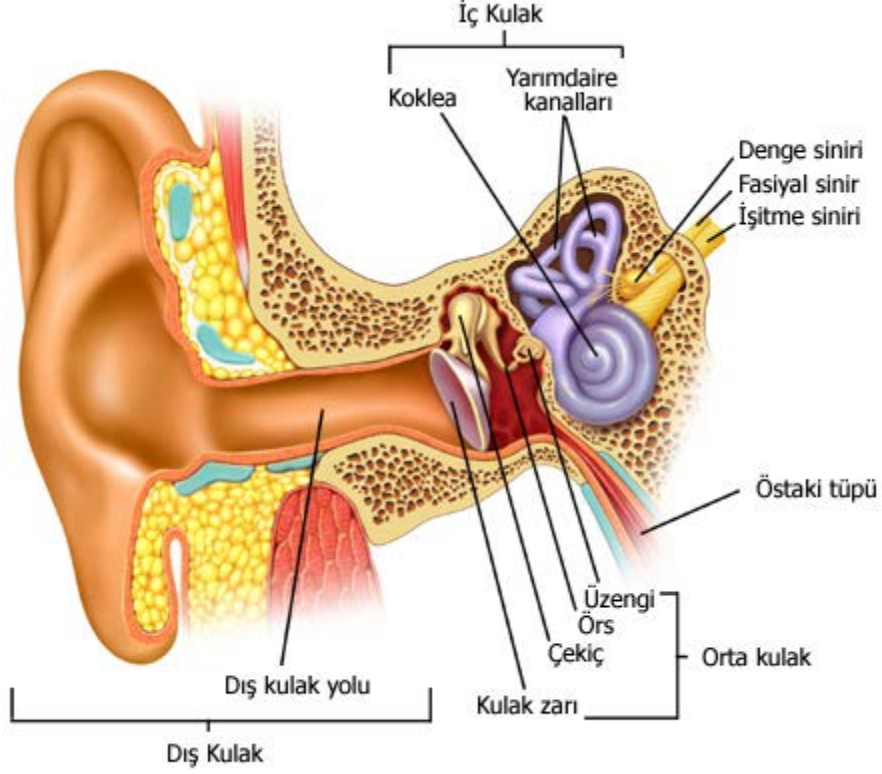
+ **$\Delta L2$**  gürültü testi kodunda birinden uzaklaşma nedeniyle çalışma durumuna katkı

+ **$\Delta L3$**  odadaki diğer makinelerin ses gücü  $L_{WA}$  katkısı (bu noktada, elde edilen toplam **emisyonudur.**)

+ **$\Delta L4$**  çalışanın maruziyet süresi **T**

## EK-2 İNSAN KULAĞININ YAPISI

Kulak, insan vücudunda işitme duyusundan sorumlu bir organdır ve sosyal ilişkilerde sözlü iletişim için oldukça önemlidir. Kulak üç önemli parçaya ayrılmaktadır: dış kulak, orta kulak ve iç kulak.



Ek Şekil 1. İnsan kulağının yapısı

### 1. DIŞ KULAK:

Dış kulak daha çok 'kulak' denildiğinde akla ilk gelen bölümdür. Dış kulak, kulak kepçesini oluşturan deri ve kıkırdak kanatlardan (kulak kepçesi), kulak kanalı ve kulak zarından oluşmaktadır.

- Kulak kepçesi, ses kaynağının doğrultusuna ve uzaklığına bağlı olarak, gelen sesi toplar ve nitelendirir.
- Kulak kanalı, yaklaşık 25 mm uzunluğunda ve 7 mm genişliğinde şekilsiz bir silindirdir ve sesi kulak zarına iletir.

Örnek:

Kulak kanalı, 10-15 dB ses titreşimini yükselterek 2000-5000 Hz frekans aralığında bir çınlatıcı (yankılayıcı) olarak çalışmaktadır. Bu, kulağın yüksek frekanslara daha duyarlı olduğu ve bu nedenle yüksek frekans aralığındaki gürültülerin işitme duyusunda hasara sebep olabileceği anlamına gelmektedir.

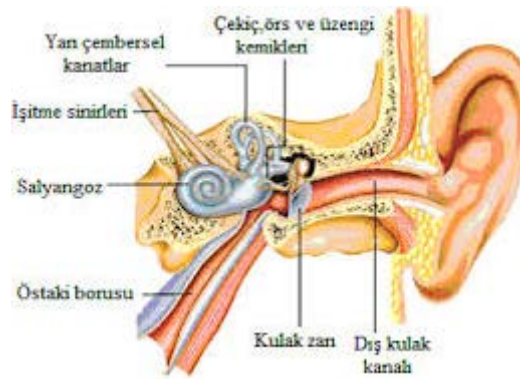
## 2. ORTA KULAK:

Dış kulak, orta kulak başlangıcını oluşturan kulak zarı ile sona erer. Orta kulak ardı arda sıralanan üç küçük kemik barındırır: çekiç, örs ve üzengi.

- Çekiç örsü iter, örs de iç kulak sıvılarının titreşimini kulak zarı titreşimine dönüştürmek için üzengi iter.
- Orta kulak ses yükselticisi olarak görev yapmaktadır. Kulak zarının titreşimi özellikle yüksek frekanslı yumuşak sesler için çok hassastır ve kulak zarının hareketi bir hidrojen molekülünün çapından daha küçüktür. Orta kulak, kulak zarı ve üzengi arasındaki alanı değiştirerek yaklaşık 20-30 dB sesi güçlendirmektedir.

Örnek:

Orta kulak olmasaydı, akustik enerjinin %99 dan fazlası yansıtılır ve sesleri işitmek mümkün olmazdı.



Ek Şekil 2. Orta kulak

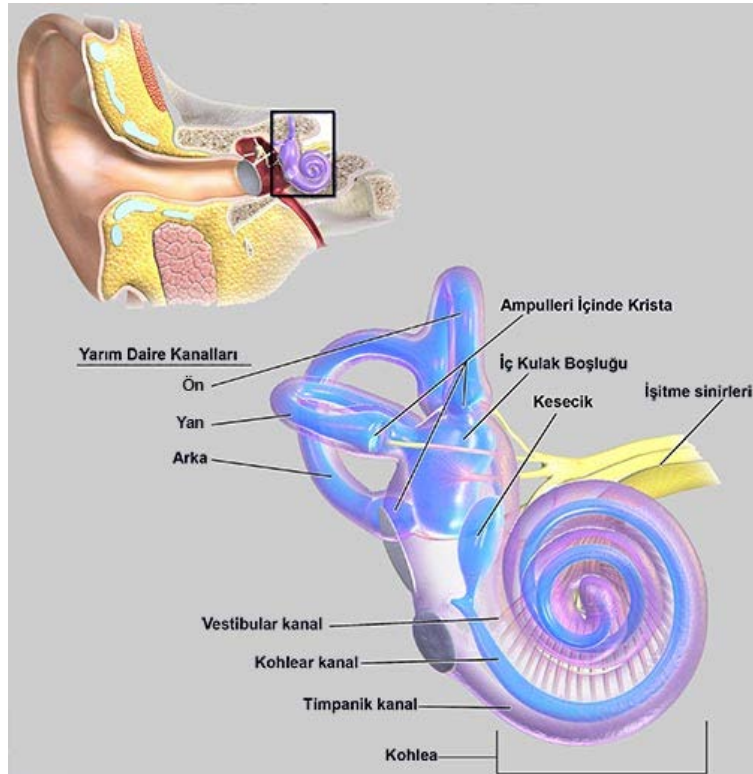
- Orta kulağın ikinci görevi ise işitme sistemini gürültülü seslerden korumaktır. Ses seviyesi 80-87 dB yi aştığında, orta kulak kasları kemikleri döndürür ve iç kulağa aktarılan titreşim gücünü sınırlar. Bu etkiye akustik refleks denir ve işitme duyusunu

sadece kısa bir süre için şiddeti yavaşça artan gürültülü seslere karşı kormaktadır. Akustik refleks anlık gürültüler (ör: silah atışı) için etkin bir koruma sağlamaz.

### 3. İÇ KULAK:

Koklea (kulak salyanozu) olarak bilinen iç kulak gerçek ses alıcısı ve analizörüdür. Bu organ parmak ucundan daha küçüktür ve yapısı o kadar hassastır ki gürültüden etkilenecek ilk bölümdür.

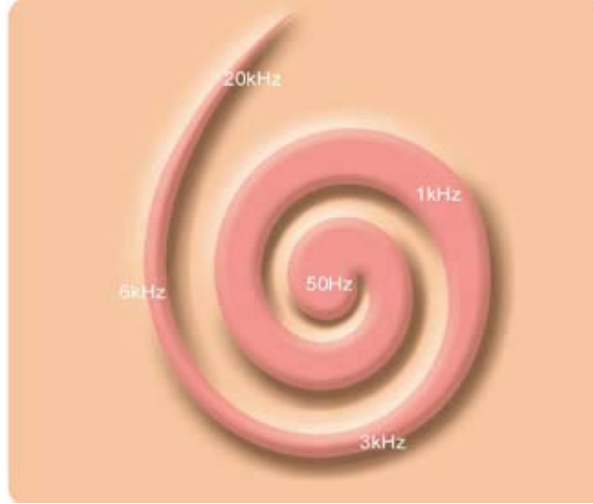
- Koklea kanalı boyunca 28.000 in üzerindeki kıl hücresi, ses tarafından üretilen titreşime yanıt olarak nöral tepkinin başlatılmasından sorumludur. Bu hücreler iki tiptir: görev ve şekil olarak birbirinden farklı olan iç kıl hücreleri ve dış kıl hücreleri. İç ve dış zar hücresi adlandırılması, hücrelerin pozisyonlarından kaynaklanmaktadır. Kokleanın dönüş merkezine yakın olanlar iç, uzak olanlar dış kıl hücreleridir.
- Stereocilia olarak adlandırılan yaklaşık 30-60 tüy, herbir iç kıl hücresinden dışarı uzanır ve yaklaşık 100-160 tüy herbir dış kıl hücresinden dışarı uzanır. Bunların kesme hareketi nöron boşalmasına neden olur.
- Yaklaşık 31.000 nöron işitme siniri boyunca beyine gidip gelen nöral uyarı transferine katkıda bulunmaktadır.



Ek Şekil 3. İç kulağın yapısı

Örnek:

Kıl hücresi stereocilia'nın yer değiştirmesi işitme eşiğinde (0 dB SPL) çok küçüktür, hareket  $10^{-6}$   $\mu$ m civarındadır, en yüksek değerdeyken (yaklaşık 120 dB) bu hareket 1  $\mu$ m civarındadır.



Ek Şekil 4. Kokleanın frekans analiz bölgeleri

- Akustik dalgaların yanıtı olan titreşimlerin iç kulak boyunca ilerlemesi sonucu farklı bölgelerde hissedilen frekanslardaki seslerin işitilmesi sağlanır.
- İç kulaktaki akışkan titreşim, sesin frekansına bağlı olarak farklı işitme kılı gruplarını hareket ettiren ve farklı nöron gruplarını uyaran bir iletişim dalgası kurmaktadır. Koklea içerisinde frekans ve mesafe arasında, yakın bir uyarılma ilişkisi gözlenmektedir.
- İç kulak mekanik-nöral akustik frekans analizörü gibi davranmaktadır. Belirli frekanstaki işitme kaybı, kokleanın belirli bölgelerindeki işitme kaybı hasarı ile ilişkilidir.

Örnek:

Kulak, 1000 Hz de bir frekans analizörü kadar doğru işitme sağlamakta, biz sadece 0.1 Hz kadar farklı ses perdelerini ayırt edebilmekteyiz.

## KAYNAKLAR

1. COM(2003) 3297 ,2003, O.J. No L 238 of 25.09.2003, sayfa 28.
2. Acoustics and noise control B. J. Smith, R. J. Peters and S. Owen. UK, Longman, 1995
3. Controlling noise at work — The control of noise at work regulations 2005 Guidance on regulations, L 108 HSE, 2005
4. Fundamentals of acoustics L. Kinsler, A. Frey, A. Coppens and J. Sanders UK, Wiley, 1999
5. Noise control in industry Sound Research Laboratories UK, E. and F. N. Spon Ltd
6. Protect your hearing or lose it! Pocket card (INDG363(rev1)) HSE, 2005
7. Sound solutions — Techniques to reduce noise at work HSE Books UK, HSE Books, 1995
8. An Introduction to psychology of hearing B. C. J. Moore Academic Press, 2003
9. Handbook of noise control C. M. Harris USA, McGraw-Hill, 1979
10. İstihdam Genel Müdürlüğü, Sosyal İşler ve Eşit Fırsatlar İş Birimi Sağlığı, Güvenliği ve Hijyen için Web Sitesi:  
[http://ec.europa.eu/employment\\_social/health\\_safety/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/employment_social/health_safety/index_en.htm)
11. İşletme ve Sanayi Genel Müdürlüğü Web Sitesi:  
[http://ec.europa.eu/enterprise/mechan\\_equipment/ppe/index.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/mechan_equipment/ppe/index.htm)
12. European Agency for Safety and Health at Work (EU):  
<http://osha.europa.eu/>
13. Lärmmessung im Betrieb. Jurgen H. Maue. Erich Schmidt, Berlin 2011
14. 0 Dezibel + 0 Dezibel = 3 Dezibel Jurgen H. Maue. Erich Schmidt, Berlin 2003
15. TS EN ISO 9612:2009 Akustik çalışma ortamında maruz kalınan gürültünün ölçülmesi ve değerlendirilmesi için prensipler, 2009
16. TS 2607 ISO 1999 Akustik - İş yerinde maruz kalınan gürültünün tayini ve bu gürültünün sebep olduğu işitme kaybının tahmini, 2005
17. TS EN ISO 4869-2 Akustik-Kulak koruyucuları-Bölüm 2: Kulak koruyucu içine takıldığında etkili a-Ağırlıklı ses basınç seviyelerinin tayini, 1997
18. TS EN 352-1 İşitme koruyucuları - Genel kurallar - bölüm 1: Kulak kapatıcılar, 2005
19. TS EN ISO 3740 Akustik - Gürültü kaynaklarına ait ses güç seviyelerinin tayini - Temel standartların kullanımı için kılavuz, 2007
20. TS EN ISO 9614-1 Akustik - Ses şiddeti kullanılarak gürültü kaynaklarının ses gücü seviyelerinin tayin edilmesi - Bölüm 1: Farklı noktalarda ölçme, 2010
21. TS EN ISO 9614-3 Akustik - Ses şiddeti kullanarak gürültü kaynaklarının ses güç seviyelerinin tayini - Bölüm 3: Tarama işlemi ile ölçme için kesinlik metodu, 2010
22. TS EN ISO 11200 Akustik - Makine ve donanımdan yayılan gürültü - Bir iş istasyonunda ve belirtilen diğer konumlarda emisyon ses basınç seviyelerinin tayinine ilişkin temel standartların kullanılması için kılavuzlar, 2010
23. TS EN ISO 11205 Akustik - Makine ve donanımdan yayılan gürültü - Ses şiddeti kullanılarak iş istasyonu ve belirtilen diğer konumlarda yerinde emisyon ses basınç seviyelerinin belirlenmesi için mühendislik metodu, 2010
24. Çalışanların gürültü ile ilgili risklerden korunmalarına dair yönetmelik, 28721, 28.07.2013
25. Makine emniyeti yönetmeliği (2006/42/at), 27158, 03.03.2009
26. Kişisel Koruyucu donanımların işyerlerinde kullanılması hakkında yönetmelik, 28695, 02.07.2013

27. Açık alanda kullanılan ekipman tarafından oluşturulan çevredeki gürültü emisyonu ile ilgili yönetmelik, 26392 (4.mük.), 30.12.2006
28. 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, 28339, 30.06.2012