

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**METAL İŞLEME TESİSİNDE TİTREŞİM VE GÜRÜLTÜ
ÖLÇÜMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Çevre Müh. Nagehan AKDUMAN

Anabilim Dalı : Çevre Mühendisliği

Danışman : Yrd.Doç.Dr. Beyhan PEKEY

KOCAELİ, 2008

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

METAL İŞLEME TESİSİNDE TİTREŞİM VE GÜRÜLTÜ
ÖLÇÜMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Çevre Müh. Nagehan AKDUMAN

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 23 Mayıs 2008

Tezin Savunulduğu Tarih: 26 Haziran 2008

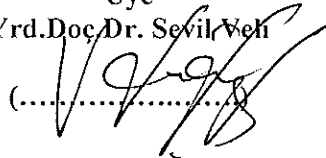
Tez Danışmanı

Yrd.Doç.Dr. Beyhan PEKEY



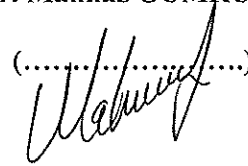
Üye

Yrd.Doç.Dr. Sevil Veli



Üye

Yrd.Doç.Dr. Mahnaz GÜMRÜKÇÜOĞLU



KOCAELİ, 2008

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Sanayileşmeye bağlı olarak çalışanlar, çeşitli iş kazaları ve meslek hastalıklarına maruz kalabilmektedir. İş kazaları ve meslek hastalıklarının meydana gelmesinin en önemli nedenlerinden biri, işyerlerinde iş sağlığı ve güvenliği prensiplerinin uygulanmasına yeterince önem verilmemesidir.

Dünyanın her yerinde olduğu gibi ülkemizde de endüstri temel unsurdur. Verimi yüksek bir seviyeye çıkarmak, endüstride temel amaçtır. Bu amacın elde edilebilmesinde çalışan insanın sağlığı ve güvenliği en önemli faktördür. İşçinin fizik ve ruh yapısının sağlam ve sağlıklı, sosyal ve ekonomik yönden geleceğinden emin olması, önce kendi verimliliğinin, paralelinde işletme verimliliğinin artmasına sebep olur.

Bu sebeplerle çalışanlara daha sağlıklı bir iş ortamı sağlanması, beden ve ruh sağlıklarının korunması için, iş sağlığı ve güvenliği önlemlerinin alınması gerekmektedir. İş kazaları ve meslek hastalıklarından korunmanın en etkin yolu işyerlerinde iş güvenliği prensiplerine uygun bir çalışma düzeni kurmaktır.

Titreşim ve gürültü konularında, işçi sağlığı ve iş güvenliği kapsamında yapılmış olan bu çalışmanın bir örnek teşkil etmesini ve işçi sağlığı ve iş güvenliği konularına tüm işletmelerce gereken önemin verilmesini dilerim.

Bana bu konu üzerinde çalışma olanağı veren, çalışmalarım sırasında beni yönlendiren danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Beyhan PEKEY'e, desteklerini benden esirgemeyen değerli aileme ve sevgili eşime teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİLLER LİSTESİ	iv
TABLolar LİSTESİ.....	v
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vi
ÖZET.....	vii
ABSTRACT	viii
BÖLÜM 1. GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2. TİTREŞİM ve GÜRÜLTÜ	3
2.1. Titreşim Nedir?	3
2.1.1. Titreşimin insan sağlığı üzerindeki etkileri.....	4
2.2. Gürültü Nedir?	6
2.2.1. Gürültünün insan sağlığı üzerindeki etkileri	8
2.3. Titreşim ve Gürültü Kontrolü	12
2.3.1. Kaynakta kontrol altına alma yöntemleri.....	13
2.3.2. Kaynakla alıcı arasında kontrol altına alma yöntemleri.....	14
2.3.3. Alıcıda kontrol altına alınması	14
2.4. Yasal Düzenlemeler	17
2.4.1. Titreşim hakkında yasal düzenlemeler.....	17
2.4.1.1. Maruziyet değerleri	17
2.4.1.2. İşverenin yükümlülükleri	18
2.4.1.3. Risk belirlenmesi ve değerlendirmesi	18
2.4.1.4. Maruziyetin önlenmesi ve azaltılması.....	20
2.4.1.5. İşçilerin bilgilendirilmesi ve eğitimi	21
2.4.1.6. İşçilerin görüşünün alınması, katılımın sağlanması.....	21
2.4.2. Gürültü Hakkında Yasal Düzenlemeler	22
2.4.2.1. Maruziyet değerleri	22
2.4.2.2. İşverenin yükümlülükleri	23
2.4.2.3. Risk belirlenmesi ve değerlendirmesi	23
2.4.2.4. Maruziyetin önlenmesi ve azaltılması.....	25
2.4.2.5. Kişisel korunma	26
2.4.2.6. Maruziyetin sınırlanması.....	27
2.4.2.7. İşçilerin bilgilendirilmesi ve eğitimi	27
2.4.2.8. İşçilere danışılması ve katılımın sağlanması.....	28
BÖLÜM 3. MATERYAL VE METOT	29
3.1. Metal İşleme Tesisinde Üretim Prosesi	29
3.2. Tesiste Ölçüm Alanlarının Tespiti	33
3.2.1. Titreşim ve gürültü ölçümü öncesi durum değerlendirmesi	33
3.3. Tesiste Titreşim Ölçümü	37
3.3.1. Titreşim maruziyeti hesaplama yöntemleri.....	37

3.4. Tesiste Gürültü Ölçümü	41
3.4.1. Gürültü maruziyeti hesaplama yöntemleri	42
BÖLÜM 4. BULGULAR ve TARTIŞMA	45
4.1. Tesiste Titreşim Ölçümü ve Sonuçları	45
4.2. Tesiste Gürültü Ölçümü ve Sonuçları	48
BÖLÜM 5. DEĞERLENDİRME ve ÖNERİLER.....	53
KAYNAKLAR	56
ÖZGEÇMİŞ	58

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Üretim akış şeması.....	32
Şekil 3.2. Üretim sahası ve kalite istasyonları yerleşim planı.....	36
Şekil 3.3. Vibrasyon ölçüm yönleri	39
Şekil 4.1. Gürültü ve titreşim değerlerinin üretim alanındaki dağılımı	52

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 2.1. Çeşitli endüstriyel işyerlerinde gürültü ölçümleri	8
Tablo 2.2. Gürültü şiddeti dereceleri ve insan üzerindeki etkileri	11
Tablo 3.1. Üretim alanı risk değerlendirme tablosu.....	34
Tablo 4.1. Tesiste ölçülen x, y, z eksen değerleri ve maruziyet süreleri	46
Tablo 4.2. Hesaplanan kişisel maruziyet değerlerinin yönetmelik değerleri ile karşılaştırılması	47
Tablo 4.3. Örnek tesisteki eşdeğer gürültü seviyeleri ve maruziyet süreleri	49
Tablo 4.4. Örnek tesiste hesaplanan $L_{EX, 8h}$ kişisel maruziyet değerleri.....	50
Tablo 4.5. Tesiste elde edilen gürültü değerleri ile yönetmelik değerlerinin karşılaştırılması	51

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

x	: x eksenini yönünde ölçülen ivme değeri
y	: y eksenini yönünde ölçülen ivme değeri
z	: z eksenini yönünde ölçülen ivme değeri
$A_x(8)$: x eksenini yönünde 8 saatlik titreşim maruziyeti
$A_y(8)$: y eksenini yönünde 8 saatlik titreşim maruziyeti
$A_z(8)$: z eksenini yönünde 8 saatlik titreşim maruziyeti
T_{exp}	: günlük vibrasyona maruz kalınan süre
T_0	: sekiz saatlik referans süre (vibrasyon)
$A_j(8)$: tüm eksenler yönünde 8 saatlik toplam titreşim maruziyeti
dB	: Desibel, ses seviyesi birimi
P_{peak}	: C frekans ağırlıklı anlık gürültü basıncının maksimum değeri
$L_{EX,(8sa)}$: Günlük gürültü maruziyet düzeyi
L_{eq}	: Eşdeğer gürültü düzeyi
$L_{Aeq,T}$: Toplam maruz kalınan A-ağırlıklı ses basınç seviyesi
T_i	: Gürültü maruziyet hesaplamasında maruziyet süresini
T	: Tüm T_i 'lerin toplamı
T_0	: Gürültü maruziyeti hesaplamasında 8 saatlik süre
T_e	: Gürültü maruziyeti hesaplamasında toplam maruziyet süresi
KKE	: Kişisel koruyucu ekipman
E	: Evet
H	: Hayır

METAL İŞLEME TESİSİNDE TİTREŞİM VE GÜRÜLTÜ ÖLÇÜMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Nagehan AKDUMAN

Anahtar Kelimeler: Titreşim, gürültü, işçi sağlığı ve iş güvenliği

Özet: Bu çalışmada; bir metal işleme tesisinde titreşim ve gürültü ölçümleri yapılarak elde edilen sonuçlar Titreşim ve Gürültü Yönetmelikleri kapsamında değerlendirilmiştir. Ölçüm çalışması öncesinde, tesis üretim alanı içerisinde, teknisyenlerin çalıştığı noktalar tespit edilmiştir. Bu noktalarda herhangi bir titreşim ve gürültü maruziyetinin olup olmadığı ile ilgili mevcut şartlar incelenerek risk değerlendirilmesi yapılmıştır. İncelemeler sonucunda teknisyenlerin üretim alanında bütün vücut titreşimine maruz kaldığı ve ortamda gürültü olduğu sonucuna varılmıştır.

Titreşim ve gürültü maruziyet düzeylerinin belirlenmesi için, vibrasyon ve ses düzey ölçer cihaz kullanılarak, çalışanların x, y ve z eksenlerinde maruz kaldıkları titreşim düzeyi (RMS, m/s^2) ile, yine çalışanların çalışma ortamında maruz kaldıkları eşdeğer gürültü düzeyleri (Leq , dB(A)) ve Ppeak değerleri (dB(C)) tespit edilmiştir.

Tespit edilen değerler kullanılarak hesaplanan bütün vücut titreşimi kişisel maruziyet değerleri $0.1 m/s^2$ ile $0.42 m/s^2$, arasında çıkmıştır.

Hesaplamalar sonucu ortaya çıkan eşdeğer gürültü düzeyleri ise; 64.9 ila 98.7dB(A) ve Ppeak değerleri 95.2 ila 120.5 dB(C) arasındadır.

Elde edilen maruziyet değerlerine göre, bütün vücut titreşimi kişisel maruziyet değerleri Titreşim Yönetmeliğinde verilen sınır değerlerin altında olduğu görülmüştür. Gürültü maruziyet değerlerinin ise örnekleme noktalarının çoğunda Gürültü Yönetmeliğinde verilen sınır değerlerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmanın yapıldığı tesiste maruziyetlere karşı alınan önleyici ve düzeltici önlemler incelenmiş, tesiste, yönetmeliklerde belirtilen işverenin görev ve sorumluluklarına dair gerekliliklerin yerine getirildiği gözlenmiştir.

THE ASSESSMENT OF MESUREMENT OF VIBRATION AND NOISE IN METAL PROCESSING PLANT

Nagehan AKDUMAN

Key Words : Vibration , noise, occupational health and safety

Abstract: The results of vibration and noise level measurements which were made in a metal processing plant are assessed in this work according to vibration and noise regulation. Working areas of technicians in the shop floor are defined before the measurement. Risk assessments are made by examining the current situation in scope of vibration and noise exposure. As a result of examination it is found out that technicians are exposed to whole body vibration and there is a noise in the shop floor.

Vibration and noise levels at the shop floor are defined by using vibration and noise measurement device. The level of the vibration which technicians are exposed to in x, y and z axis is determined with (RMS, m/s^2) and also similar noise level they are exposed to is determined with (Leq, dB(A)) and Ppeak (dB(C)) values.

According to the calculation made with the values found, the whole body vibration exposure values are between $0.1 m/s^2$ ile $0.42 m/s^2$

The similar noise level is calculated as between 64.9 and 98.7dB(A) and Ppeak values are between 95.2 and 120.5 dB(C)

According to the exposure levels measured, the whole body vibration level is found lower than the limit levels stated in Vibration and Noise regulation. But the levels of noise exposure measured at most of the sampling points are found higher than the limit values given in Noise regulation.

The preventive and corrective actions are viewed in the plant and it is observed that the employer fulfills the requirements which are stated in the regulation.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Her işçinin, maddi ve manevi varlığını tehdit eden risklerden arınmış, sağlıklı ve güvenli bir ortamda çalışma hakkı vardır. Ancak bunun sosyal bir ihtiyaç olarak ortaya çıkması yakın zamanların olgusudur. Bu sosyal ihtiyacın “iş sağlığı ve güvenliği” kavramı olarak doğuşunda, sanayileşmeyle başlayan fabrika tipi üretim sürecinde, ekonomik ve hukuki olarak bir başkasına bağlı çalışan ve adına “işçi” denilen yeni çalışanlar kitlesi önemli etken teşkil etmiştir. Başka bir ifadeyle; iş sağlığı ve güvenliği ilk kez Sanayi Devrimi ile önemli bir sorun olarak tarih sahnesine çıkmıştır.

Dar anlamda iş sağlığı ve güvenliği; işin yapılması sırasında işyerindeki fiziki çevre şartları sebebiyle işçilerin maruz kaldıkları sağlık sorunları ve mesleki risklerin ortadan kaldırılması veya azaltılması ile ilgilenen bilim dalıdır.

Geniş anlamda ise bir kuruluşun gerçekleştirdiği faaliyetlerden etkilenen tüm insanların (çalışanların, geçici işçilerin, alt yüklenici çalışanlarının, ziyaretçilerin, müşterilerin ve işyerindeki herhangi bir kişinin) sağlığına ve güvenliğine etki eden faktörleri ve koşulları inceleyen bilim dalı olarak tanımlanmaktadır.

İşyerindeki riskleri önlemek bakımından işveren, sadece işin niteliğine uygun koruyucu malzemeler vermekle mükellef olmayıp, öncelikle riski kaynağında yoketmek yada en aza indirmek, bunun imkansız olduğu durumlarda verilen kişisel koruyucu ekipmanların kullanılmasını sağlamak ve bunun uygulanıp uygulanmadığını sürekli ve etkin bir biçimde denetlemekle de yükümlüdür.[1]

Titreşim ve gürültü kirliliği, işyerinde çalışma ortamında risk teşkil eden, çalışma şartlarını ve işçi sağlığını olumsuz yönde etkileyen, önlenmesi ve/veya önlem alınması gereken etkenlerdendir.

Metal sanayiinde, işletme şartları ve proses sebebiyle gürültü ve titreşimin yoğun olduğu bilinmektedir. Bu bilgiden yola çıkararak iş sağlığı ve güvenliği açısından risk teşkil eden titreşim ve gürültünün, bir metal işleme tesisinde gözlenmesi, ölçümlerinin yapılıp, İş Kanunu Ynetmeliklerinden 23.12.2003 tarihli 25325 nolu Resmi Gazete’de yayımlanan Titreşim Yönetmeliği ve Gürültü Yönetmeliği kapsamında yorumlanması ve mevcut durumun ortaya çıkartılması için bir çalışma yapılmıştır.

Bu çalışmada, seçilen tesiste yapılan ölçümler sonucu elde edilen veriler ile bu veriler üzerine yapılan değerlendirmeler ışığında, iş sağlığı ve güvenliği açısından risk teşkil eden, çalışanların ruhsal ve fiziki sağlığını olumsuz yönde etkileyen titreşim ve gürültü konularına dikkat çekmek, iş sağlığı ve güvenliği alanında yapılacak farklı çalışmalara katkı sağlamak amaçlanmıştır.

BÖLÜM 2. TİTREŞİM VE GÜRÜLTÜ

2.1. Titreşim Nedir?

Ülkemizde işçilerin mekanik titreşime maruz kalmaları sonucu ortaya çıkan sağlık ve güvenlik risklerinin fazlalığı, bu konuda ayrıca yasal düzenleme yapılması zorunluluğunu beraberinde getirmiştir. Bu yöndeki yasal düzenlemeler İş Kanunu yönetmeliklerinden 23.12.2003 tarihli 25325 nolu resmi gazetede yayımlanan Titreşim Yönetmeliği ile yapılmıştır.

Titreşim, tıpkı ses dalgaları gibi tekrarlayan ve saniyede belirli bir sayısı olan dalgalardır. Titreşimi sestten ayıran en önemli fark, sesin hava yolu ile, titreşimin ise vücudun sert kısımlarından vücuda girmesidir.

Titreşim, el-kol titreşimi ile bütün vücut titreşimi olmak üzere ikiye ayrılabilir. Titreşim Yönetmeliğinde tanımlandığı şekliyle; insanda el-kol sistemine aktarıldığında, işçilerin sağlık ve güvenliği için risk oluşturan ve özellikle de, damar, kemik, eklem, sinir ve kas bozukluklarına yol açan mekanik titreşime "el-kol titreşimi", vücudun tümüne aktarıldığında, işçilerin sağlık ve güvenliği için risk oluşturan, özellikle de, bel bölgesinde rahatsızlık ve omurgada travmaya yol açan mekanik titreşime "bütün vücut titreşimi" adı verilir.

Endüstrilerde, özellikle yüksek güçle çalışan makinalarda meydana gelen yoğun titreşimler, makinaları çalıştıran operatörleri doğrudan etkiler. İşletmede kullanılan makinaların güçlerinin artışına bağlı olarak titreşimleri de artmaktadır.[2]

Bir çok çalışma alanında, bütün vücut titreşimi ciddi bir problem olarak kabul edilmediği gibi birçok iş sağlığı ve güvenliği memuru kötü sağlık sonuçlarına karşın uygulanabilecek önlemler konusunda tecrübesizdir.[3]

2.1.1. Titreşimin insan sağlığı üzerindeki etkileri

Titreşime maruz kalmanın doğal bir sonucu olarak; çalışma konforu bozulur, işgücündeki verimlilik azalır, çalışanların fizyolojik fonksiyonları olumsuz anlamda etkilenir. Yoğun olarak titreşime maruz kalınması durumunda, titreşime bağlı meslek hastalıkları ortaya çıkar.

Titreşim, mekanik bir enerjinin vücuda iletilmesi olarak da ifade edilebilir. Dolayısıyla iletim ve etkilenme durumu; titreşimin zamana bağlı olarak frekansına (saniyedeki titreşim sayısı-Hertz (Hz)) ve yüksekliğine (şiddetine) göre değişimi ile orantılıdır. Titreşimin vücuttaki etkisi lokal ve tüm vücut olmak üzere iki şekilde oluşur.

Vücudun belli bir bölgesinde oluşan, genellikle el ve el parmakları ile kollara ulaşan ve vücudun belli bir bölgesini etkileyen titreşime lokal titreşim etkisi denir. Endüstride, en çok karşılaşılan ve lokal titreşime neden olan araçlar taş kırma makinaları, pnömatik çekiçler, taşınabilir testere, parlatma ve rendeleme makinalarıdır.

Titreşime bağlı damar rahatsızlıkları, özellikle el ve parmaklarda dolaşım sisteminin tahribatı ile oluşur. Eklem deformasyonları daha çok basınç uygulanan titreşimli el aletlerinde meydana gelir ve el, kol, omuz gibi organların değişik bölümlerinde ağrı, bükülme zorluğu, kemik kisti dirsek anomalilikleri ve omuz problemleri şeklinde kendini gösterir. Titreşime maruz kalmaya bağlı olarak el ve parmaklarda hassasiyet azalması, sıcak-soğuk ve ağrı uyarılarına karşı direnç oluşur.[2]

El-kol titreşimine çok fazla maruz kalınması el-kol titreşimi sendromuna (HAVS) ve karpal tünel sendromuna yol açabilir. Karpal Tünel Sendromuyla ilgili dikkat edilmesi gereken ilk işaretler şunlardır;

- Parmaklarda karıncalanma ve uyuşma (uyku rahatsızlıklarına neden olabilir).
- Parmaklarınızın tuttuğunuz şeyleri hissedememesi.

- Ellerinizden güç kaybı (ağır şeyleri kaldırmamız ya da tutmanız zorlaşabilir).
- Soğuk ve ıslak olunca parmak uçlarınızın önce ağarıp ardından kızarması ve eski haline dönünce acıması (titreşimli beyaz parmak).

Yüksek titreşimli aletler kullanmaya devam edilirse bu belirtiler muhtemelen daha kötüleşir, örneğin:

- ellerdeki uyuşma sürekli bir hale gelebilir ve elde tutulan şeyler hiç hissedilemez;
- vida ya da çivi gibi küçük şeyleri tutup kaldırmakta zorlanılır;
- titreşimden meydana gelen beyaz parmak daha sık oluşabilir ve daha çok sayıda parmağı etkileyebilir.[4]

Lokal titreşime maruz kalmada olduğu gibi tüm vücudun titreşime maruz kalması da, çalışma konforunu ve çalışanların performanslarını olumsuz yönde etkiler. Tüm vücudu titreşime maruz bırakan titreşim kaynakları, traktör ve kamyon kullanımı, dokuma tezgahları, konstrüksiyon ve çimento sanayi işletmeleridir.[2]

Bütün vücut vibrasyonuna maruz kalmayla ilgili son 20-30 yıl içerisinde yapılan araştırmalarda, özellikle ağır sanayi çalışanlarının, uzun süreli olarak maruz kaldığı vibrasyon ile bazı sağlık problemleri arasında bağlantı bulunmuştur.[5]

Vibrasyonun insan vücuduna olan zararlı etkileri şu hastalıkların ortaya çıkmasına neden olmaktadır;

- Alt sırt ağrıları,
- Bel dejenerasyonu,
- Sindirim sistemi rahatsızlıkları,
- Otonom sinir sistemi bozuklukları,
- Kas hastalıkları,
- Baş ağrıları,
- Duyma ve göz problemleri,
- Denge kaybı,

- Bulantı,
- Dolaşım bozuklukları.

En sık karşılaşılan ve araştırma yapılan hastalık alt bel ağrısıdır. Bütün vücut titreşimine maruz kalmanın alt bel ağrısına sebep olduğu kesinleşmiştir. Ancak diğer bazı hastalıklarla bağlantısı daha zayıftır. Örneğin bütün vücut titreşiminin disk dejenerasyonuna sebep olduğu bilinmekle beraber, bel fitiğiyle bir ilgisi bulunamamıştır.[5]

Yüksek frekanslı titreşimler çalışanın hem fizyolojik sağlığını hem de zihinsel aktivitelerini etkiler. Çalışılan ortamda bulunan titreşimin sürekliliği, çalışanları yorar ve sınırlı yapar.

Titreşime maruz kalan kişilerdeki yorgunluk ve sınırlılık hali ile fizyolojik sağlık sorunları, kişileri kazalara maruz kalmaya yatkın hale getirir.[2]

2.2. Gürültü Nedir?

İnsanlar, çalışma hayatında olduğu kadar normal yaşantılarında da çok farklı seslerle karşı karşıya kalmaktadırlar. Bu seslerden kiminin şiddeti insan sağlığını tehdit edebilecek kadar yüksek, kimisi ise rahatsız etmeyecek ve zarar vermeyecek kadar düşük şiddette olabilmektedir.[2]

Gürültü; insanların işitme sağlığını ve duyu organını olumsuz yönde etkileyen, fizyolojik ve psikolojik dengelerini bozan, iş performanslarını azaltan, çevrenin hoşluğunu ve sakinliğini azaltarak veya bozarak niteliğini değiştiren, gelişigüzel bir özelliğe sahip istenmeyen seslerden oluşan önemli bir çevre kirleticisi olarak da tanımlanabilir.

Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO), "Gürültü ve Titreşim" hakkındaki sözleşmesinde gürültüyü, "bir işitme kaybına yol açan, sağlığa zararı olan veya başka tehlikeleri ortaya çıkaran bütün sesler" olarak tanımlamıştır.[2]

Gürültü genelde yapay olarak ortaya çıkan ve insanı rahatsız eden sesler olarak nitelendirilir. Teknik olarak gürültü ise "Anarşik ses dalgalarının üst üste gelmesi" olarak tanımlanabilir. Gürültü belirgin bir yapısı olmayan, içerdiği öğeler kişiyi bedensel ve ruhsal açıdan olumsuz etkileyebilen karmaşık ses düzenidir. Çevre kirliliğinin kardeşi olan gürültü insan yaşamını büyük ölçüde etkilemektedir.[4]

Gürültünün kaynakları; gürültüye maruz kalan kişilerin aynı çevre içindeki konumlarına ve gürültünün yayılma yollarına bağlı olarak yapı içi ve yapı dışı çevre gürültüleri olmak üzere iki grupta incelenebilir. Yapı içinde yer alan her türlü elektronik, mekanik sistemler ve hayati faaliyetlerden meydana gelen bütün gürültüleri "yapı içi gürültüler", gerek yapı içindeki hacimleri gerekse yapı dışındaki açık alanları kullanan kişileri etkileyen ve yapı dışında yer alan kaynaklardan yayılan gürültüleri ise "yapı dışı çevre gürültüleri" olarak tanımlanabilir.

Yapı dışı çevre gürültüleri kısaca; ulaştırma gürültüleri (karayolu, denizyolu, havayolu, havaalanı gürültüleri), endüstri gürültüleri (endüstri makineleri ve işyeri gürültüleri), inşaat (şantiye) gürültüleri (yol ve bina inşaatı gürültüleri sahaları, atış poligonları ve benzeri gürültüler), rekreasyon gürültüleri (çocuk bahçeleri ve parkları, spor sahaları, atış poligonları ve benzeri gürültüler) ve ticari amaçlı gürültüler (açık hava sinemaları, eğlence yerleri, yüksek sesli reklam ve müzik yayınları, pazar yeri gürültüleri, sokak satıcılarının gürültüleri) şeklinde ifade edilebilir.[2]

Çeşitli endüstriyel işyerlerindeki gürültü ölçümleri Tablo 2.1.'de gösterilmiştir.[6]

Tablo 2.1: Çeşitli Endüstriyel İşyerlerinde Gürültü Ölçümleri [6]

İşyerleri	Gürültü Düzeyi dBA
Zincir ve İplik fab.	106.5
Kereste fab.	102.5
Döküm ve emaye fab.	96.5
Makina alet ve yedek parça fab.	99
Tekel, sigara fab.	101
Gazete, rotatif fab.	100.5
Kundura fab.	104.5
Tıp ve endüstri fazlaları fab.	98
Otomobil	97.7
Çeşitli tekstil fabrikaları	
Dokuma tezgahı	101.5
Tarama tezgahı	99.5
İplikhane, reiter makinası	96.5

2.2.1. Gürültünün insan sağlığı üzerindeki etkileri

İşletmelerde emek yoğun üretim yapısından makina yoğun üretim yapısına geçişe bağlı olarak gürültü, temel endüstriyel bir sağlık sorunu haline gelmiştir. Devamlı gürültü, işçilerde işitme duyusuna etki etmekte, geçici ve kalıcı işitme kayıplarına neden olmaktadır. Etkinin şekli ve düzeyi gürültünün frekansına, spektruma, akustik basıncına, periodisitesine, süresine, çalışma süresi içindeki dağılımına ve insanın seslere karşı gösterdiği duyarlılığa bağlı olarak değişir.[2]

Gürültünün insan sağlığı üzerinde çok değişik etkileri olmakla birlikte bu etkiler, psikolojik, fiziki, fizyolojik ve performans etkileri şeklinde genellenebilir.[6]

Gürültünün psikolojik etkileri için, bulunan ortamda, fonksiyonlar için belirlenmiş gürültü düzeylerini aşan gürültünün etkisinde kalan kişiler rahatsız, tedirgin ve sinirli olmakta, tedirginlik ve sinirlilik hali gürültünün etkisi kalktıktan sonra devam

edebilmektedir. Belirlenen düzeylerin aşıldığı durumlarda yorgunluk ve zihinsel etkinliklerde yavaşlama gözlenmektedir. Ani olarak yükselen gürültü düzeyleri insanlarda korku yaratabilmekte, gürültüden etkilenim sürse bile daha sonra normale dönüş olmaktadır. Ani olarak yükselen gürültü düzeyleri insanda korku yaratabilmektedir.

Gürültünün işitme sistemine etkileri geçici ve kalıcı olarak iki ayrı bölümde incelenebilir. Geçici etkilerden en çok karşılaşılanı, geçici işitme (duyma) eşiği kayması veya duyma yorulması olarak bilinen işitme duyarlılığındaki geçici kayıptır. Etkileşimin çok fazla olduğu ve işitme sisteminin eski özelliklerine kavuşmadan tekrar gürültüden etkilendiği durumlarda işitme kaybı kalıcı olmaktadır. Kalıcı işitme kaybı başlangıçta 4000 Hz ile 6000 Hz. arasında oluşur, ilerleme halinde ise bu aralık dışındaki hem alçak hem de yüksek frekanslara da yayılır. İşitme kaybının kalıcı yada geçici olması ve kaybın derecesi, etkisinde kalınan gürültünün düzeylerine, frekans içeriklerine ve etkilenim süresine bağlı olarak hesaplanabilen yaşlanma ile oluşan işitme kaybı için düzeltme yapıldıktan sonra gerçek değerlendirme yapılabilmektedir.

Gürültünün fizyolojik etkilerinin en önemlisi strestir. Ani olarak duyulan gürültü düzeyleri kişilerin kalp atışlarında (nabzında), solunum hızında, kan basıncında, metabolizmasında, görme keskinliğinde ve hatta derisinin elektrik direncinde değişiklikler oluşturmaktadır. Bu etkilerin çoğu gürültüden etkilenim sürse bile, ortadan kalkmaktadır. Yüksek düzeyde gürültünün etkisinde kalan kişilerde, yüksek kan basıncı olduğu ve bu durumun kalıcı olduğu yapılan gözlemlerle kanıtlanmış bulunmaktadır. Uykusuzluk gürültünün neden olduğu rahatsızlıkların en önemlilerindedir. Ek olarak; gürültünün migren, ülser, kalp krizi, dolaşım bozuklukları türünden rahatsızlıklara neden olabileceği ileri sürülmekle birlikte, kulakta yaptığı tahribat dışında bu tür hastalıklarla doğrudan ilişkisi kanıtlanmış değildir.[6]

Performans etkileri ise, iş veriminin düşmesi, konsantrasyon bozukluğu, hareketlerin engellenmesi gibi etkiler şeklindedir. Etkisinde kalınan gürültü nedeniyle belli bir frekans aralığında oluşan kalıcı işitme kaybı diğer frekanslardaki seslerin

duyulmasını ve algılanmasını engellemez, ancak bir takım fonksiyonların engellenmesine neden olabilir.

Gürültünün iş verimliliği ve üretkenlik ile ilgili etkileri konusunda yapılan araştırmalar, karmaşık işlerin yapıldığı ortamların sessiz, basit işlerin yapıldığı ortamların ise biraz gürültülü olması gerektiğini göstermiştir. Ortamda yapılması istenen işler ve ortamın fonksiyonları verimli bir şekilde yürütülebilmesi için izin verilebilecek gürültü düzeylerinin sınırlarını belirlemek üzere uygulamada Gürültü Sınıflandırma (Avrupa Ülkeleri) ve Gürültü Ölçütü (ABD ve Kanada) adlarına ölçütler geliştirilmiştir; bunlara paralel olarak A- ağırlıklı düzeyler de önerilmiştir.

Özetle, ortamda belli bir iş ya da fonksiyon için belirlenen arka plan gürültüsünden fazla gürültü düzeylerinin etkisinde kalındığı durumlarda, iş verimliliği düşmektedir.[6]

Meydana getirdiği olumsuz etkilere bağlı olarak, gürültü seviyeleri bazı araştırmacılar tarafından Tablo 2.2.'deki gibi derecelendirilmektedir.

Ülkemizde çalışma hayatındaki gürültüyle ilgili düzenlemeler yönetmeliklerle yapılmıştır. Yapılan düzenlemelerde maruziyet sınır değeri 87 dB, en yüksek maruziyet etkin değeri 85 dB, en düşük maruziyet etkin değeri 80 dB olarak kabul edilmiştir. Bu değerler tablo değerleri ile birlikte değerlendirildiğinde, maruziyet sınır değerlerinin belirlenmesinde ortalama değerlerin alındığı görülecektir.[2]

Tablo 2.2: Gürültü Şiddeti Dereceleri ve İnsan Üzerindeki Etkileri [2]

Derecesi	Şiddeti (Desibel)	İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkisi
1. Derece	30 dB (A) - 65 dB (B)	Konforsuzluk, rahatsızlık, öfke, kızgınlık, uyku düzensizliği ve konsantrasyon bozukluğu.
2. Derece	65-90 dB (B)	Fizyolojik reaksiyonlar kan basıncı artışı, kalp atışlarında ve solunumda hızlanma, beyin sıvısındaki basıncın azalması, ani refleksler.
3. Derece	90-120 dB (B)	Fizyolojik reaksiyonların artması, baş ağrıları
4. Derece	120 dB (B)	İç kulakta devamlı hasar, dengenin bozulması.
5. Derece	140 dB (B)	Ciddi beyin tahribatı.

Gürültünün işyerlerinde çalışanlar arasında bir ses duvarı oluşumuna neden olması karşılıklı iletişimlerini engeller. İşyerlerinde hayati öneme haiz olan sözlü iletişimin engellenmesi ise, işçiler üzerinde rahatsızlık ve huzursuzluk duygusu yaratır. Gürültünün, çalışanlar üzerinde yaptığı psikolojik ve fizyolojik etkiler sonucu bozukluklara bağlı olarak; çalışanlarda uyumsuzluk, dikkatsizlik, yorgunluk ve sinirlilik halleri yaratır.

Gürültü ve iş kazaları arasındaki ilişkinin tespitine yönelik olarak yapılan araştırmaların sonucunda; gürültünün, tepki zamanı üzerinde, hata sayısında ve üretim miktarı başına düşen hata sayısında artışa neden olduğu tespit edilmiştir. Gürültü düzeyleri ve sıklıkları en yüksek noktada iken, tepki zamanının azaldığı ve hata sayısının artma eğiliminde olduğu görülmüştür. Gürültü nedeniyle, azalan tepki zamanı ve artan hata sayısı çalışanların kazaya maruz kalma oranlarında bir artışa neden olmaktadır. Bunlara ek olarak, gürültü kişilerde bitkinliğin kronikleşmesine neden olmakta ve vücudun direncini azaltarak hastalıklara yakalanma ihtimalini arttırmaktadır. [2]

Özet olarak; işyerlerinden kaynaklanan gürültüler insanların işitme sağlığını ve algılamasını olumsuz yönde etkilemekte, fizyolojik ve psikolojik dengesini bozmakta, iş verimini azaltmakta, iş kazalarını ise arttırmaktadır. İşyerindeki gürültü düzeyi azaltıldığında işin zorluğu da azalmakta, verim yükselmekte ve iş kazaları azalmaktadır.[2]

2.3. Titreşim ve Gürültü Kontrolü

Gürültü denetimi; insanları etkisi altında kaldıkları gürültünün zararlı etkilerinden korumak için alınabilecek tüm önlemleri içerir. Bu önlemler teknik ve yönetsel içerikli olabilir. Bir taşıttan yayılan gürültüyü denetlemek için uygun susturucunun tasarımı ve imalatı, yapıların ses yalıtımının artırılması gibi teknik önlemlerin yanısıra, trafik gürültüsünü denetlemek amacıyla hız kontrolü ve sinyalizasyon düzenlemeleri gibi idari önlemler bu türden önlemlere örnek olarak gösterilebilir.[6]

Gürültü kontrolünde birim olarak desibel (dB) kullanılır. dB, insan kulağının en çok hassas olduğu ve yüksek frekansların özellikle vurgulandığı bir ses birimidir. Frekans ise ses dalgasının birim zamanda uğradıkları değişim ya da devir sayısıdır ve birimi Hertz'dir (Hz). İnsan kulağı orta frekanstaki sesi, yani 1000-4000 Hz arasındaki sesleri en iyi algılar. Bu algılamaları ölçmek için kulağın duyma sisteminin özelliklerini içeren eş ses yükseklik eğrilerinden yararlanılmış ve fiziksel olarak ölçümlerle elde edilen basınç dalgalanmalarına, değişik eş ses yüksekliği eğrileri kullanılarak, duyma sisteminin özellikle frekans ve genlik bağımlılığı yansıtılmıştır. Fiziksel basınç dalgalanmalarının, temel alınan eş ses yükseklik eğrisine göre değiştirilmesi ve yeniden biçimlendirilmesiyle elde edilen düzeylere, bu değişimi vurgulamak amacıyla ses düzeyi adı verilmiştir. Elde edilen düzeyler uluslararası standartlarla tanımlı ilgili eş ses yükseklik eğrisine özgü şekilde, A-ağırlıklı, B-ağırlıklı, C-ağırlıklı vb. ses düzeyi olarak tanımlanarak, ağırlıklama işleminin tipine bağlı olarak dBA, dBB, dBC vb. cinsinden ifade edilmektedir. Gürültü denetimi çalışmalarında en yaygın olarak kullanılan A-ağırlıklı ses düzeyleri, duyma sisteminin düşük yeğinlikteki seslere karşı davranışını temel almaktadır. A-ağırlıklama işlemi, duyma sisteminin duyarlı olduğu frekans aralığındaki seslerin bileşenlerini vurgulamakla birlikte, bu aralık dışında kalan frekanslardaki seslerin

toplam düzeye olan etkisini, duyma sisteminin özelliklerini de dikkate alarak azaltmaktadır.[6]

Endüstrilerde titreşim ve gürültü kontrolü ve uygulamaları, çalışanların, sağlık ve güvenlik yönünden oluşabilecek risklerden korunmaları amacını taşır. Gürültü ve titreşim kontrolü uygulamaları sayesinde, iş sağlığı ve güvenliğiyle ilgili yönetmeliklerin yerine getirilmesi dışında, iş veriminde; beden işçilerinde %35 ofis elemanlarında %60 oranına yakın verim düşüklüğünün önüne geçilmesi, en önemlisi, iş kazalarından korunumu ve hatalı imalatın önüne sağlanmış olur.

Gürültü etkisinin azaltılması ya da istenen sınır değerlere çıkarılması için, çalışma yöntemlerinin seçimi uygun iş ekipmanının seçimi, çalışma yerinin düzenlenmesi ve tasarımı, çalışanlara gürültü etkilerinden korunacak şekilde ekipman kullanımı eğitiminin verilmesi, gürültünün, gürültü emici elemanlarla, kaynağında yok edilmesi, yapıdan kaynaklanan gürültünün de çeşitli yalıtım önlemleri ile ortadan kaldırılması, çalışma sürelerinin düzenlenmesi, kişisel korunma yöntemlerine ise son olarak başvurulması gerektiğidir.[7]

Gürültü ve buna bağlı olarak titreşimle mücadele etmede üç ana yaklaşıma gerek vardır:

- a) kaynakta kontrol altına almak,
- b) kaynakla alıcı arasındaki alanda kontrol altına almak,
- c) maruz kalan kişide kontrol altına almak.[8]

2.3.1. Kaynakta kontrol altına alma yöntemleri

Temel kural, mümkünse gürültü ve titreşimin kaynakta azaltılmasıdır. En etkili yol budur. Kaynakta gürültü ve titreşim kontrolü genel ilkeleri:

- a) Plânlama ve bakımla gürültü kontrolü,
- b) İşletme şartlarının değiştirilmesi,
- c) Daha sessiz olan işlemlerin seçilmesi,

- d) Kaynağın yerinin değiştirilmesi,
- e) Susturucu kullanılması,
- f) Titreşim yalıtımı,
- g) Titreşimin sönümlenmesi,
- h) Gürültü kaynağının izolasyonu, örtülmesi.

2.3.2. Kaynakla alıcı arasında kontrol altına alma yöntemleri

Yayıma alanında gürültünün kontrol altına alınması:

- a) Alan müsait ise, makinelerin birbirlerine olan uzaklıklarının ayarlanması yolu ile,
- b) Duvar, taban ve tavan yüzeylere ses yutucu malzemeler yerleştirilmesi ile,
- c) Yapısal olarak ses kırıcı bariyer ve duvar uygulamaları ile yapılabilir.

2.3.3. Alıcıda kontrol altına alınması

Sesin kaynaktan ve yayıldığı ortamda azaltılamaması halinde gürültüye maruz kalan kişi üzerinde koruyucu tedbirlere başvurulur. Bu tedbirleri şöyle sıralayabiliriz:

- a) Gürültüye maruz kalan kişiyi tecrit etmek,
- b) İdari tedbirlerle gürültü kontrolü,
- c) Gürültüye maruz kalma süresini azaltmak veya bu yerlerde rotasyonla çalışma,
- d) Kişisel kulak koruyucuları kullanmak.[8]

Gürültünün yayılmasını önlemek için aşağıdaki işlemler tavsiye edilir:

- a) Alanının yaklaşık olarak %30'u delinmek suretiyle açılmış plaka (perfore sac) kullanılmalıdır.
- b) Yüksek iç sönümleyici malzemeler (dökme demir, sandviç plakalar, plastikler) kullanılmalıdır.
- c) Yayıcı yüzeylerine yapıyla taşınan sesin iletimi sınırlanmalıdır.
- d) Havayla taşınan ses, yüksek kütleli plaka kullanımı veya çift duvar kullanımı ve oyuk yerlerin emici malzeme ile doldurulması ile sınırlanmalıdır.

- e) Gereksiz bütün açıklıklar ve dilatasyon (genleşme) aralıkları kapatılmalıdır.
- f) Gerekli açıklıklarda veya tasarımılanan akustik açıklıklarındaki alanlarda gürültü emicileri sağlanmalıdır.

Gürültü kesici kabinlerin çeşitli tasarımları da, değişen gürültü azalmaları sağlar. Mesela kaynağın gürültü spektrumuna bağlı, araya girme kaybı olarak ölçülen, gürültü kaynağı baskın, şekilde düşük frekanslı ses yayarsa yapılan gürültü azalması düşüktür.

Ağırlıklı ses basınç seviyeleriyle ilgili tipik azalmalar aşağıda verilmiştir.

- Ses yalıtım malzemesiyle örtülmesi için yaklaşık olarak 3 dB -10 dB
- Ses emici kaplamalı tek kabuk muhatazalar için yaklaşık olarak 10 dB - 25 dB
- Ses emici kaplamalı çift kabuk muhatazalar için 25 dB'den fazla.

Farklı muhafaza ve makine tertipleri için, frekansın fonksiyonu olarak gürültü indiriminin tipik değerleri verilmektedir.

Açıklıklar, özellikle yüksek frekansta muhafazaların etkisini azaltır. Bu sebeple açık boşluklar en aza indirilmelidir.

Gürültü azalmasının en yüksek değeri sadece katıyla gelen ses yalıtımlı, açıklıkları olmayan veya açıklıklı susturucular veya astarlı kumaş veya uygun şekilde tamamen kapatılmış kapıları olan iyi tasarımılanmış muhafazalarla elde edilebilir.

Makineler bağlı oldukları yapılara (döşeme, duvar, monte elemanları, boru tesisat sistemi gibi) titreşim iletir. Daha sonra enerjinin bir kısmı ses olarak yayılır. Bu sebeple mesela bitişik odalarda düşük gürültü seviyeleri gerekli olursa yapıyla taşınan sesin yalıtımı gereklidir.[7]

Yapıyla taşınan sesin sebep olduğu havayla gelen ses azalması için uygulanabilir metotlar aşağıda verilmiştir:

- a) Titreşim yalıtımı (makinenin montajı uygun titreşim yalıtıcıları üzerine) için makinenin montajı, yapıdan ayrılmış ağır, rezonans yapmayan temel kütle üzerine yapılmalıdır.
- b) Titreşim yayan yapılarının söndürülmesi (yapıyla taşınan sesin ısıya dönüşmesi) sağlanmalıdır.
- c) Boru tesisatına esnek ekleme parçaları kullanılmalı veya işletme bakımından uygulanabilir değilse kaplama yapılmalıdır.
- d) Uygun bağlantı elemanlarının kullanımı (yaylı amortisörler, hidrolik sıkıştırıcılar) yapıyla taşınan sesin boruları destekleyen tertibatlara iletilmesine mani olur.

Yüksek gürültü seviyelerine maruz kalmış kişiler ses yalıtımlı kabinlerde korunabilir. Ses basınç seviyelerinin tipik olarak azalması 15 dB ila 30 dB arasındadır. Bununla birlikte yeterli şekilde havalandırılmalıdır. Birçok durumlarda (mesela yüksek sıcaklığa maruz kalan yerlerde) havalandırma sistemi tesisi gerekli olabilir.[7]

Alınan uygun gürültü tedbirlerinden iş mahalinde gürültü toplanması çok yüksekse personel işitme koruyucusu takmalıdır. Özel durumlarda en uygun işitme koruyucusunu seçerken rahatlık, hijyen ve güvenlik ses zayıflatma kapasitesiyle beraber düşünülmelidir. İş yerlerindeki etkin koruyuculuk işitme koruyucuları kataloğunda verilen değerlerden daha azdır. Bunun sebebi uygun olmayan kullanma şekilleridir.

Sonuç olarak, yüksek gürültü ve titreşim kirliliği ile karşı karşıya bulunan endüstri tesislerinde, projelendirme aşamasında önlemler alınması, ısı, ses ve yangın kontrolünün birlikte çözülmesi yoluna gitmek, uygulamada başarı oranını artıracak, yatırım harcamalarını düşürecektir, denebilir. Proses için gerekli makine ve ekipmanın seçiminde gürültü değerleri dikkatle izlenmelidir. Makine yerleşimlerinde prosesin el verdiği ölçüde aynı gürültü seviyesindeki makine ve ekipman bir bölümde toplama yoluna gidilmelidir. Mevcut tesislerde alınacak önlemler, daha zorlu ve maliyeti yüksek olabilir. Bu tesislerde de yenileme çalışmaları, ısı, ses ve yangın kontrolü olarak ele alınması halinde yatırım maliyetine olumlu etkileri olacaktır.[7]

2.4. Yasal Düzenlemeler

İş yerlerinde işçi sağlığı açısından önemli tehlikelerden olan, işçi verimini büyük ölçüde düşüren titreşim ve gürültüyü azaltmak için birçok ülkede yasalar oluşturulmuştur. Bu bağlamda ülkemizde de AB yasalarına uyum çalışmaları çerçevesinde 25.06.2002 tarihli ve 2002/44/EC sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Direktiflerinden Vibrasyon Direktifi ile 06.02.2003 tarihli ve 2003/10/EC sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Direktiflerinden Gürültü Direktifleri baz alınarak İş Kanunu kapsamında Titreşim ve Gürültü Yönetmelikleri hazırlanmıştır.

2.4.1. Titreşim hakkında yasal düzenlemeler

Ülkemizde Titreşim Yönetmeliği, 25.06.2002 tarihli ve 2002/44/EC sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Direktifi esas alınarak hazırlanmıştır. Hükümlerini Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanı yürütülen yönetmelik 23.12.2003 tarihinde 25325 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmış ve yayımı tarihinden 3 yıl sonra yürürlüğe girmiştir.

Titreşim yönetmeliğinin amacı işçilerin mekanik titreşime maruz kalmaları sonucu ortaya çıkabilecek sağlık ve güvenlik risklerinden korunmalarını sağlamak için alınması gerekli önlemleri belirlemektir.

Bu yönetmelik, 22.05.2003 tarihli ve 4857 sayılı İş Kanunu kapsamına giren ve mekanik titreşime maruz kalma riski bulunan tüm işyerlerinde uygulanır.

2.4.1.1. Maruziyet değerleri

Titreşim Yönetmeliği’nde Yönetmelikte belirtilmiş olan Maruziyet Etkin Değerleri ve Maruziyet Sınır Değerleri El-Kol Titreşimi ve Bütün Vücut Titreşimi için ayrı ayrı verilmiştir.

El – kol titreşimi için;

- Sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet sınır değeri 5 m/s²,

- Sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet etkin değeri 2,5 m/s².

Bütün vücut titreşimi için;

- Sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet sınır değeri 1,15 m/s²,
- Sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet etkin değeri 0,5 m/s² olacaktır.

2.4.1.2. İşverenin yükümlülükleri

23.12.2003 tarihli Titreşim Yönetmeliği'ne göre işverenin yükümlülükleri;

- a) İşçinin el–kol titreşimine maruziyeti ve bütün vücut titreşimine maruziyetinin yönetmelik sınır değerleri gözetilerek değerlendirilmesi ve ölçülmesi,
- b) İşyerlerinde mekanik titreşime maruziyetten kaynaklanan risklerin belirlenmesi ve değerlendirilmesi,
- c) Mekanik titreşime maruziyetin önlenmesi veya azaltılması,
- d) İşçilerin bilgilendirilmesi ve eğitimi,
- e) İşçilerin görüşünün alınması ve katılımın sağlanması, şeklinde sıralanmıştır.

2.4.1.3. Risk belirlenmesi ve değerlendirmesi

Titreşim Yönetmeliği Madde 6'ya göre işyerlerinde mekanik titreşime maruziyetten kaynaklanan risklerin belirlenmesi ve değerlendirilmesi ile ilgili olarak aşağıda belirtilen hususlara uyulacaktır;

- a) İşveren İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinin 6. maddesinin c bendi ve 9. maddesinin a bendinde belirtilen yükümlülükleri yerine getirirken, işçilerin maruz kaldığı mekanik titreşim düzeyini değerlendirecek ve gerekiyorsa ölçecektir. Ölçüm bu yönetmeliğin Ek-1, A ve B bölümlerinin 2. maddelerine uygun olarak yapılacaktır.
- b) Mekanik titreşime maruziyet düzeyi; kullanılan ekipmanla yapılan çalışmalardan elde edilen gözlemler ile ekipmanın üreticisinden elde edilecek bilgi de dahil olmak üzere ekipmanda veya ekipmanın kullanıldığı özel koşullarda oluşacak titreşimin büyüklüğü hakkındaki bilgiler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

Yukarıdaki değerlendirme özel aygıt ve uygun yöntem kullanılarak yapılacak ölçüm yerine geçmez.

- c) Yukarıda a bendinde belirtilen değerlendirme ve ölçümler İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinin 7inci maddesinde belirtilen yetkili uzman kişi veya kuruluşlarca planlanıp yapılacak ve uygun aralıklarla tekrarlanacaktır. Mekanik titreşime maruziyet düzeyi hakkında değerlendirme ve/veya ölçümlerden elde edilen veriler daha sonra tekrar kullanılmak üzere uygun biçimde saklanacaktır.
- d) İşveren İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinin 6. maddesinin c bendine göre yapılacak risk değerlendirmesinde özellikle aşağıdaki hususları dikkate alacaktır;
1. Aralıklı titreşim veya tekrarlanan şoklara maruziyet de dahil maruziyetin türü, düzeyi ve süresi,
 2. Bu Yönetmeliğin 5 inci maddesinde belirtilen maruziyet sınır değerleri ve maruziyet etkin değerleri,
 3. Riske duyarlı işçilerin sağlık ve güvenliğine olan etkiler,
 4. Mekanik titreşim ile işyeri veya başka bir iş ekipmanı arasındaki etkileşimden kaynaklanan ve işçinin güvenliğine tesir eden dolaylı etkileri,
 5. İş ekipmanı üreticilerinin mevzuat gereği verdiği bilgileri,
 6. Mevcut ekipman yerine kullanılabilen, mekanik titreşime maruziyet düzeyini azaltacak şekilde tasarlanmış iş ekipmanının bulunup bulunmadığı,
 7. Bütün vücut titreşimi maruziyetinin işverenin sorumluluğundaki normal çalışma saatleri dışında da devam etmesi durumunda maruziyetin boyutu,
 8. Düşük sıcaklık ve bunun gibi özel çalışma koşulları,
 9. Sağlık gözetiminden elde edilen bilgileri, mümkünse yayınlanmış bilgileri.
- e) İşveren, İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinin 9 uncu maddesinin (a) bendinin 1 numaralı alt bendi uyarınca risk değerlendirmesi yapılmasını sağlayacak ve bu Yönetmeliğin 5 inci ve 6 ncı maddesi uyarınca alınması gerekli önlemleri belirleyecektir. Yapılan risk değerlendirmesiyle ilgili uygun kayıt tutulacaktır. Çalışma koşullarında önemli değişiklik olduğunda veya sağlık gözetimi sonuçlarının gerektirdiği durumlarda risk değerlendirmesi yeniden yapılacaktır.

2.4.1.4. Maruziyetin önlenmesi veya azaltılması

Titreşim Yönetmeliği Madde 7'ye göre Mekanik titreşime maruziyetin önlenmesi veya azaltılması için;

- a) Teknik ilerlemeler göz önünde bulundurularak, mekanik titreşime maruz kalmaktan kaynaklanan riskler öncelikle kaynağında yok edilecek veya en aza indirilecektir. Bu tür risklerin önlenmesi ve azaltılmasında, İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinin 6 ncı maddesinin (b) bendinde belirtilen genel prensiplere uyulacaktır.
- b) Bu Yönetmeliğin 4 üncü maddesi uyarınca yapılan risk değerlendirmesinde 5 inci maddenin (a) bendinin (2) numaralı alt bendi ile (b) bendinin (2) numaralı alt bendinde belirtilen maruziyet etkin değerlerinin aşıldığının tespit edilmesi halinde, işveren, mekanik titreşime ve yol açtığı risklere maruziyeti en aza indirmek için özellikle aşağıdaki hususları dikkate alarak teknik ve organizasyon önlemleri ile ilgili program yapacak ve uygulayacaktır;
 1. Mekanik titreşime maruziyeti azaltan başka çalışma yöntemleri,
 2. Yapılacak iş dikkate alınarak mümkün olan en az titreşim oluşturacak uygun ergonomik tasarım ve uygun iş ekipmanı seçimi,
 3. Titreşimin zarar verme riskini azaltmak için, bütün vücut titreşimini etkili bir biçimde azaltan oturma yerleri ve el–kol sistemine aktarılan titreşimi azaltan el tutma yerleri ve benzeri yardımcı donanım sağlanması,
 4. İşyeri, işyeri sistemleri ve iş ekipmanları için uygun bakım programları,
 5. İşyerlerinin ve çalışma yerlerinin tasarımı ve düzeni,
 6. İşçilere, mekanik titreşime maruz kalmayı en aza indirecek şekilde iş ekipmanını doğru ve güvenli bir biçimde kullanmaları için uygun bilgi, eğitim ve talimat verilmesi,
 7. Maruziyet süresi ve şiddetinin sınırlanması,
 8. Yeterli dinlenme sürelerini kapsayan uygun çalışma programı,
 9. Maruz kalan işçiyi soğuktan ve nemden koruyacak giysi sağlanması.
- c) İşçiler, hiçbir durumda maruziyet sınır değerlerini aşan titreşime maruz kalmayacaklardır. Bu Yönetmelik gereği alınan önlemlere rağmen maruziyet sınır değeri aşılmış ise, işveren, maruziyeti sınır değer altına indirecek önlemleri

derhal olacaktır. Maruziyet sınır değerinin aşılmasının nedenleri belirlenecek ve sınır değerin yeniden aşılmasını önlemek için gerekli koruma ve önleme tedbirleri alınacaktır.

- d) İşveren, Yönetmeliğin bu maddesindeki önlemleri, İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinin 15 inci maddesinde belirtilen özel risk grubundaki işçilerin durumlarına uygun hale getirecektir, denilmektedir.

2.4.1.5. İşçilerin bilgilendirilmesi ve eğitimi

Titreşim Yönetmeliği Madde 9'a göre işveren, İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinin 10 uncu ve 12 nci maddelerinde belirtilen hususlarla birlikte, işyerinde mekanik titreşim riskine maruz kalan işçilerin ve/veya temsilcilerinin bu Yönetmeliğin 6 ncı maddesinin (a) bendine göre yapılan risk değerlendirmesi sonuçları hakkında ve özellikle de aşağıdaki konularda bilgilendirilmelerini ve eğitilmelerini sağlayacaktır:

- a) Mekanik titreşimden kaynaklanan riskleri önlemek veya en aza indirmek amacıyla bu Yönetmelik hükümlerini uygulamak için alınan önlemler,
- b) Maruziyet sınır değerleri ve maruziyet etkin değerleri,
- c) Bu Yönetmeliğin 6 ncı maddesine göre yapılan, mekanik titreşimin değerlendirme ve ölçüm sonuçları ve iş ekipmanlarının kullanımından kaynaklanabilecek hasar,
- d) Hasar belirtilerinin niçin ve nasıl belirleneceği ve bildirileceği,
- e) Hangi durumlarda işçilere sağlık gözetimi uygulanacağı,
- f) Mekanik titreşime maruziyeti en aza indirecek güvenli çalışma yöntemi.

2.4.1.6. İşçilerin görüşünün alınması ve katılımın sağlanması

Titreşim Yönetmeliği'nin 9. Maddesinde, İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinin 11 inci maddesine uygun olarak işçilerin veya temsilcilerinin bu Yönetmeliğin kapsadığı konularda görüşleri alınacak ve katılımı sağlanacaktır, denilmektedir.

2.4.2. Gürültü hakkında yasal düzenlemeler

Gürültü Yönetmeliği, 23.12.2003 tarihinde 25325 nolu Resmi gazetede yayımlanmış olup, 06.02.2003 tarihli ve 2003/10/EC sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Direktifi esas alınarak hazırlanmış bir yönetmeliktir. Yayımlanmasından 3 yıl sonra yürürlüğe girmiştir.

Yönetmeliğin amacı, işçilerin gürültüye maruz kalmaları sonucu sağlık ve güvenlik yönünden oluşabilecek risklerden, özellikle işitme ile ilgili risklerden korunmaları için alınması gerekli önlemleri belirlemektir.

Gürültü Yönetmeliği 22.05.2003 tarihli ve 4857 sayılı İş Kanunu kapsamına giren tüm işyerlerinde uygulanır.

2.4.2.1. Maruziyet değerleri

Gürültü Yönetmeliğinde Maruziyet Sınır Değerleri ve Maruziyet Etkin Değerleri ile ilgili hususlar aşağıda şekilde belirtilmiştir:

- a) Günlük gürültü maruziyet düzeyleri ve en yüksek ses basıncı yönünden maruziyet sınır değerleri ve maruziyet etkin değerleri, aşağıda verilmiştir;
 1. Maruziyet sınır değerleri: $L_{EX, 8h} = 87 \text{ dB(A)}$ ve $P_{peak} = 200 \text{ } \mu\text{Pa} = 140 \text{ dB(C)}$
 2. En yüksek maruziyet etkin değerleri: $L_{EX, 8h} = 85 \text{ dB(A)}$ ve $P_{peak} = 140 \text{ } \mu\text{Pa} = 137 \text{ dB(C)}$
 3. En düşük maruziyet etkin değerleri: $L_{EX, 8h} = 80 \text{ dB(A)}$ ve $P_{peak} = 112 \text{ } \mu\text{Pa} = 135 \text{ dB(C)}$
- b) İşçiyi etkileyen maruziyetin belirlenmesinde, işçinin kullandığı kişisel kulak koruyucularının koruyucu etkisi de dikkate alınarak maruziyet sınır değer uygulanacaktır. Maruziyet etkin değerlerinde kulak koruyucularının etkisi dikkate alınmayacaktır.
- c) Günlük gürültü maruziyetinin günden güne belirgin şekilde farklılık gösterdiğinin kesin olarak tespit edildiği işlerde ve aşağıdaki şartlara uyulmak kaydı ile

maruziyet sınır değerleri ve maruziyet etkin değerlerinin uygulanmasında günlük maruziyet değerleri yerine haftalık maruziyet değerleri kullanılabilir:

1. Yeterli ölümlle tespit edilen haftalık gürültü maruziyet düzeyi 87 dB(A) maruziyet sınır değerini aşmayacaktır.
2. Bu işlerdeki riskleri en aza indirmek için yeterli önlemler alınmış olacaktır.

2.4.2.2. İşverenin yükümlülükleri

İşverenin yükümlülükleri Gürültü Yönetmeliği'ne göre aşağıdaki şekilde sıralanabilir;

- Maruziyetin değerlendirilmesi ve llmesi,
- İşyerlerinde gürültüden kaynaklanan risklerin belirlenmesi ve değerlendirilmesi,
- Gürültüden kaynaklanan maruziyetin önlenmesi veya azaltılması
- Gürültüye maruziyetten kaynaklanan riskler başka yollarla önlenemiyor ise kişisel korunmanın sağlanması.
- Maruziyetin Sınırlanması
- İşçilerin Bilgilendirilmesi ve Eğitimi
- İşçilere Danışılma ve Katılımın Sağlanması

2.4.2.3. Risk belirlenmesi ve değerlendirilmesi

Gürültü Yönetmeliği'nin 6. Maddesinde işyerlerinde gürültüden kaynaklanan risklerin belirlenmesi ve değerlendirilmesinde;

- a) İşveren, İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinin 6 ncı maddesinin (c) bendinde ve 9 uncu maddesinin (a) bendinde belirtilen yükümlülükleri yerine getirirken, işçilerin maruz kaldığı gürültü düzeyini değerlendirecek ve gerekiyor ise gürültü ölümü yapacaktır.
- b) Kullanılan yöntemler ve aygıtlar, mevcut koşullara, özellikle de llecek olan gürültünün özelliklerine, maruziyet süresine ve çevresel faktörlere uygun olacaktır. Bu yöntemler ve aygıtlar bu Yönetmeliğin 4 üncü maddesindeki

tanımlanan parametrelerin belirlenmesine ve 5 inci maddesinde belirlenen değerlerin aşılp aşılmadığına karar verilebilmesine olanak sağlayacaktır.

- c) Kullanılan gürültü ölçme yöntemi, bir işçinin kişisel maruziyetini gösterecek şekilde olacaktır.
- d) Yukarıda (a) bendinde belirtilen değerlendirme ve ölçümler İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinin 7 nci maddesindeki hükümler dikkate alınarak uzmanlarca planlanacak ve uygun aralıklarla yapılacaktır. Gürültü maruziyet düzeyinin değerlendirilmesi ve ölçüm sonuçları, daha sonraki zamanlarda tekrar değerlendirilebilmesi için uygun bir şekilde saklanacaktır.
- e) Ölçüm sonuçları değerlendirilirken, ölçme uygulamalarına bağlı olan ölçüm hataları dikkate alınacaktır.
- f) İşveren, İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinin 6 ncı maddesinin (c) bendi gereğince yapacağı risk değerlendirmesinde aşağıda belirtilen hususlara özel önem verecektir:
1. Darbeli gürültüye maruziyet de dahil maruziyetin düzeyine, türü ve süresine,
 2. Bu Yönetmeliğin 5 inci maddesinde belirtilen maruziyet sınır değerlerine ve maruziyet etkin değerlerine,
 3. Özellikle hassas risk gruplarına dahil işçilerin sağlık ve güvenliklerine olan etkilerine,
 4. Teknik olarak mümkünse, gürültü ile işe bağlı ototoksik maddelerin etkileşimlerine veya gürültü ile titreşim arasındaki etkileşimlerin işçinin sağlık ve güvenliğine olan etkisine,
 5. Kaza riskini azaltmak için kullanılan ve işçiler tarafından algılanması gereken uyarı sinyalleri ve diğer sesler ile gürültünün etkileşmesinin işçilerin sağlık ve güvenlikleri yönünden dolaylı etkisine,
 6. İş ekipmanlarının gürültü emisyonları hakkında ilgili mevzuat uyarınca imalatçılardan sağlanan bilgilere,
 7. Gürültü emisyonu daha az olan alternatif bir iş ekipmanının bulunup bulunmadığına,
 8. Gürültüye maruziyetin, işverenin sorumluluğundaki normal çalışma saatleri dışında da devam edip etmediğine,
 9. Sağlık gözetiminden elde edilen ve mümkünse en son yayınlanmış olanları da içeren tüm bilgilere,

10.Yeterli korumayı sağlayabilecek kulak koruyucularının bulunup bulunmadığına.

g) İşveren, İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinin 9 uncu maddesinin (a) bendinin (1) numaralı alt bendi uyarınca, risk değerlendirmesini yaptırmış olacak ve aynı Yönetmeliğin 5, 6, 7 ve 8 inci maddelerine uygun olarak hangi önlemlerin alınması gerektiğini tanımlayacaktır. Risk değerlendirmesi ile ilgili, yürürlükteki mevzuata uygun olarak kayıt tutulacak ve saklanacaktır. Risk değerlendirmesi, düzenli olarak ve önemli bir değişiklik olduğunda veya sağlık gözetimi sonuçlarının gerektirdiğinde yeniden yapılacaktır, denilmektedir.

2.4.2.4. Maruziyetin önlenmesi ve azaltılması

Gürültü Yönetmeliği'nin 7. maddesinde Gürültüden kaynaklanan maruziyetin önlenmesi veya azaltılması için;

a) Teknik gelişmelere uygun önlemler alınarak gürültüye maruziyetten kaynaklanan riskler kaynağında yok edilecek veya en aza indirilecektir. Gürültüden kaynaklanan risklerin azaltılmasında, İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinin 6 ncı maddesinin (b) bendinde belirtilen genel prensiplere uyulacak ve özellikle;

1. Gürültüye maruziyetin daha az olduğu başka çalışma yöntemleri seçmek,
2. Yapılan işi göz önünde bulundurarak, mümkün olan en düşük düzeyde gürültü yayan uygun iş ekipmanını seçmek,
3. İşyerinin ve çalışılan yerlerin tasarımı ve düzenlenmesi,
4. İşçilere, iş ekipmanını gürültüye en az maruz kalacakları doğru ve güvenli bir şekilde kullanmaları için, gerekli bilgiyi ve eğitimi vermek,
5. Gürültüyü teknik yollarla azaltmak için;
 - Hava yoluyla yayılan gürültüyü, perdeleme, kapatma, gürültü emici örtülerle ve benzeri yöntemlerle azaltmak,
 - Yapıdan kaynaklanan gürültüyü, yalıtım ve benzeri yöntemlerle azaltmak,
6. İşyeri, çalışma sistemleri ve iş ekipmanları için uygun bakım programlarının uygulanması,
7. Gürültüyü azaltacak bir iş organizasyonu ile;
 - Maruziyet süresini ve gürültü düzeyini sınırlamak,

- Yeterli dinlenme araları verilerek çalışma sürelerinin düzenlenmesi, gibi önlemler alınacaktır.
- b) Bu Yönetmeliğin 5 inci maddesine göre yapılan risk değerlendirmesinde, en yüksek maruziyet etkin değerlerinin aşıldığının tespiti halinde, işveren, özellikle yukarıda (a) bendinde belirtilen önlemleri de dikkate alarak, gürültüye maruziyeti azaltmak için teknik ve/veya organizasyona yönelik bir önlem programı oluşturacak ve uygulayacaktır.
- c) Bu Yönetmeliğin 5 inci maddesi uyarınca yapılan risk değerlendirmesine göre, işçilerin en yüksek maruziyet etkin değerlerini aşan gürültüye maruz kalabileceği çalışma yerleri uygun şekilde işaretlenecektir. Ayrıca, bu alanların sınırları belirlenecek ve teknik olarak mümkün ise, bu alanlara girişler kontrollü olacaktır.
- d) İşçilerin dinlenmesi için ayrılan yerlerdeki gürültü düzeyi, bu yerlerin kullanım amacına uygun olacaktır.
- e) İşveren, İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinin 15 inci maddesi uyarınca kadınlar, çocuklar, yaşlılar, özürlüler gibi hassas risk gruplarının korunması için gerekli önlemleri alacaktır, denilmektedir.

2.4.2.5. Kişisel korunma

Gürültü Yönetmeliği' nin 8. Maddesinde; gürültüye maruziyetten kaynaklanan riskler başka yollarla önlenemiyor ise aşağıdaki yöntemlerin izleneceği belirtilmiştir;

- a) İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinin 13 üncü maddesinin (b) bendine ve Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik hükümlerine uygun olarak ve aşağıda belirtilen koşullarda, işçilere, kişiye tam olarak uyan kulak koruyucuları verilecek ve bu koruyucular işçiler tarafından kullanılacaktır:
 1. Gürültü maruziyeti en düşük maruziyet etkin değerleri aştığında, işveren kulak koruyucuları sağlayarak işçilerin kullanımına hazır halde bulunduracaktır,
 2. Gürültü maruziyeti en yüksek maruziyet etkin değerlerine ulaştığında ya da bu değerleri aştığında, kulak koruyucuları kullanılacaktır,
 3. Kulak koruyucuları işitme ile ilgili riski ortadan kaldıracak veya en aza indirecek bir biçimde seçilecektir.

- b) İşveren kulak koruyucularının kullanılmasını sağlamak için her türlü çabayı gösterecek ve alınan önlemlerin etkililiğini denetlemekten sorumlu olacaktır.

2.4.2.6. Maruziyetin sınırlanması

Gürültü Yönetmeliği' nde, işçinin maruziyetinin, hiçbir koşulda bu yönetmeliğin 5. maddesinin (b) bendinde belirtildiği şekilde maruziyet sınır değerlerini aşmayacağı söylenir.

Bu Yönetmelikte belirtilen tüm önlemlerin alınmasına rağmen, maruziyet sınır değerlerinin aşıldığının tespit edildiği durumlarda, işveren;

- a) Maruziyeti, maruziyet sınır değerlerinin altına indirmek üzere gerekli olanı derhal yapacak,
- b) Maruziyet sınır değerlerinin aşılması nedenlerini belirleyecek ve
- c) Bunun tekrarını önlemek amacıyla, koruma ve önlemeye yönelik tedbirleri alacaktır.

2.4.2.7. İşçilerin bilgilendirilmesi ve eğitimi

Gürültü Yönetmeliği Madde 10'a göre, işveren, İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinin 10 uncu ve 12 nci maddelerinde belirtilen hususlarla birlikte, işyerinde en düşük maruziyet etkin değerindeki veya üzerindeki gürültüye maruz kalan işçilerin ve/veya temsilcilerinin gürültü maruziyeti ile ilgili olarak ve özellikle de aşağıdaki konularda bilgilendirilmelerini ve eğitilmelerini sağlayacaktır:

- a) Gürültüye maruziyetten kaynaklanan riskler,
- b) Gürültüden kaynaklanan riskleri önlemek veya en aza indirmek amacıyla bu Yönetmelik hükümlerini uygulamak için alınan önlemler ve bu önlemlerin uygulanacağı koşullar,
- c) Bu Yönetmeliğin 5 inci maddesinde belirtilen maruziyet sınır değerleri ve maruziyet etkin değerleri,
- d) Bu Yönetmeliğin 6 ncı maddesine uygun olarak yapılan değerlendirme ve gürültü ölçümünün sonuçları ve bunların önemi ve potansiyel riskler,
- e) Kulak koruyucularının doğru kullanılması,

- f) İşitme kaybı belirtilerinin niçin ve nasıl tespit edileceği ve bildirileceği,
- g) Bu Yönetmeliğin 12 nci maddesine göre, işçilerin hangi şartlarda sağlık gözetimine tabi tutulacağı ve sağlık gözetiminin amacı,
- h) Gürültü maruziyetini en aza indirecek güvenli çalışma uygulamaları.

2.4.2.8. İşçilere danışılma ve katılımın sağlanması

Gürültü Yönetmeliği 11. maddede İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinin 11 inci maddesine uygun olarak işçilere ve/veya temsilcilerine bu Yönetmeliğin kapsadığı konular ile özellikle aşağıdaki konularda danışılacak ve katılımları sağlanacaktır, denilmektedir. Konular şu şekildedir;

- a) Bu Yönetmeliğin 6 ncı maddesinde belirtildiği şekilde risklerin değerlendirilmesinde ve alınacak önlemlerin tanımlanması,
- b) Bu Yönetmeliğin 7 nci maddesinde belirtilen, gürültüden kaynaklanan risklerin ortadan kaldırılmasını veya azaltılmasını amaçlayan önlemlerin alınması,
- c) Bu Yönetmeliğin 8 inci maddesinin (a) bendinin 3 numaralı alt bendinde belirtildiği şekilde kulak koruyucularının seçilmesi.

BÖLÜM 3. MATERYAL VE METOT

3.1. Metal İşleme Tesisinde Üretim Prosesi

Bu çalışmaya konu olan saha içi titreşim ve gürültü ölçümleri ve analizleri, gıda ambalajı sektöründe faaliyet gösteren bir metal işleme tesisinde gerçekleştirilmiştir.

Üretimin hammaddesi olan alüminyum bobinler, stok alanında depolanır. Depolama sırasında kenarlarının hasarlanmamasına dikkat edilmelidir. Kenarları hasarlanmış bobinler imalat aşamasında bazı problemler yaratabilir.

Aluminyum bobin Yağlayıcı'dan geçirilerek kap yapma presine beslenir.

Kap presi, aluminyum bobini Yağlayıcı'dan çeker. Presin bir komple vuruş stroku ile bobinden bir disk kesilir ve çekme işlemi ile kap şekline getirilir.

Prete kap şekline getirilen aluminyum daha sonra Gövde Ünitesi'ne gelir. Burada cidar sıvama makinalarıyla kap, çeşitli aşamalarından geçerek kutu şekline gelir. Üretilen kutuların belirtilen toleranslar dahilinde olabilmesi için Gövde Yapıcı'ların hassas olarak set edilmesi gerekir.

Kutular Gövde Yapıcı'dan sonra Kesici'ye gelir. Kutunun açık kısmı istenen yüksekliğe göre kesilir.

Kutu, Kap Presi ve Gövde Yapıcı'daki işlemler sırasında yağlanır. Yıkama Ünitesi, üretim hattının bundan sonraki aşamalarında istenmeyen bu yağın kutunun üzerinden yıkanarak atılmasını ve kutu yüzeyinin alt kaplama baskısına hazır olmasını sağlar.

Tipik olarak proses sırası aşağıdaki gibidir.

- Ön yıkama
- Kimyasal ile temizleme
- Su ile durulama
- Kimyasal ile kaplama
- Su ile durulama
- Kimyasal ile son durulama
- Fırında kurutma.

Hat Dengeleyici makinaları ara stok yapmaya yarar. Prosesin ön kısmında bir duruş olduğu zaman ara stoktaki kutular ile hattı besler, arka kısımda bir duruş olduğu zaman ön kısmın durmadan üretim yapmasını sağlar.

Dış Kaplama Ünitesi, kutunun dış yüzeyini beyaz renkli veya şeffaf renkli baskı altı boyası ile kaplar. Baskı altı kaplaması yapılan kutular daha sonra sıcak hava fırınında kurutulur.

Fırın'dan geçen kutular Baskı Ünitesi'ne gelir. Burada müşterinin dizaynı olan şekiller kutunun yüzeyine basılır. Çeşitli renklerdeki mürekkeplerle kaplanan kutular daha sonra sıcak hava fırınında kurutulur.

Kutu Dibi Kaplama Ünitesi'nde, kutu tabanını dış etkilerden korumak ve kutunun konveyörlerde taşınmasını kolaylaştırmak için dış kaplama ve baskı işlemlerinden sonra renksiz lak tatbik edilir.

Dış kaplama ve baskı operasyonlarından sonra kutular, kurutma fırınından geçirilir. Fırında sıcak ve soğuk olmak üzere iki bölge vardır.

Daha sonra Sprey Ünitesi'nde, kutunun içi, içine koyulan meşrubat ile reaksiyona girmemesi için koruyucu lakla kaplanır. Lak kaplamasının, dağılımı, homojenliği, kaplama kalitesi çok önemlidir. Bu uygulamalar testler ile kontrol edilir.

Daha sonra, spreyleme makinasından çıkan kutular, içinde sıcak hava dolaşan fırından geçirilir. Böylece kutu içine tatbik edilen lak kurutulmuş olur.

Boyun Makinası, kutunun uç kısmına ön-boğaz şeklini verir. 9 basamaklı bu makinada her basamakta kutu boynu kademe kademe daraltılarak işlem yapılır.

Flanş Ünitesi'nde kutuların açık ucundaki boyuna son şekli verilir ve flanş yapılır. Flanş işleminin speklere uygun olarak şekillenmesi, kutunun sızdırmazlığı açısından çok önemlidir.

Işık Testi öncesi kutuların taban bölgesinde, yüzeye temas eden kısımlarının kalınlığını daraltarak, kutuların daha iyi taşınması ve marketlerde üst üste istiflenmesini sağlar.

Işık Testi bölümünde son şekli verilmiş kutu, düşük yoğunluklu ultraviyole ışın kontrolünden geçirilir. Işığı geçiren, yani bozuk ve delik kutular dışarıya atılır.

Ardından kutular video kameralı test cihazına yönlendirilir. Önce, cihazın hafızasındaki hatasız kutu görüntüsü ile kameralar önünden geçen kutuların görüntüleri karşılaştırılarak, farklı olan kutular reddedilir, ardından kutu dış yüzeyindeki baskı farklılıkları kontrol edilir. Farklı dizaynı ya da yüzey baskısı bozuk olan kutular ayrılır.

Paletleme Ünitesi'nde değişik ölçülerde palet ve ayırıcı kartonlar kullanılır. Kutu boyuna göre palet yükseklikleri değişir. Paletleme Ünitesi'nden gelen paletler, sevkiyat sırasında hasar görmemesi için dört bir tarafından şerit kuşaklar ile bantlanır. Ardından bantlanan paletlerin dış etkilerden korunması, tozlanmaması ve dağılmaması için etrafı selefön ile kaplanır. Daha sonra ambara alınıp stoklanır veya sevk edilir.

Tesisin üretim akış şeması Şekil 3.1.'de verilmiştir.

3.2. Tesiste Ölçüm Alanlarının Tespiti

İşyerinde üretim prosesi gereği olarak, muhtelif makinalardan ve ünitelerden çeşitli seviyelerde gürültü ve titreşim yayılmaktadır. Bu çalışmada, ilgili firmada Titreşim ve Gürültü Yönetmelikleri kapsamında, üretim alanında çalışan teknisyenlerin çalışma süreleri içinde, herhangi bir titreşime ve gürültüye maruz kalıp kalmadıkları, kalıyorlar ise bölgelerin tespiti ve maruziyet derecelerinin araştırılması, yönetmeliklerde belirtilen sınır değerlerle karşılaştırılması, varsa alınması gereken önlemlerin belirlenmesi, alınacak düzeltici işlemlerin planlanması çalışması yapılmıştır.

3.2.1. Titreşim ve gürültü ölçümü öncesi durum değerlendirmesi

Üretim bölgesinde çalışmakta olan teknisyenlerin herhangi bir titreşim ve gürültüye maruz kalıp kalmadıklarını belirlemek için Guide To Good Practice On Whole Body Vibration (2006) 'ya dayanarak risk tespiti yapılmıştır.

Üretim alanında mevcut durumla ilgili yapılan gözlem sonucu Tablo 3.1. ortaya çıkmıştır.

Üretim alanında yapılması planlanan Titreşim ve Gürültü ölçümlerinin hangi noktalarda yapılacağı, bu mevcut durum değerlendirme tablosu sonucuna bağlı olarak belirlenmiştir. Üretim alanında yapılan iş gereği El-Kol Titreşimine Maruziyet'in olmadığı, ancak Tüm Vücut Titreşimine Maruziyet olduğu görülmüştür.

Buna göre mevcut Kalite İstasyonlarından insan çalışması olmayan tek istasyon olan Kalite İstasyonu-6 dışındaki tüm noktalarda ölçüm yapılmasına karar verilmiştir.

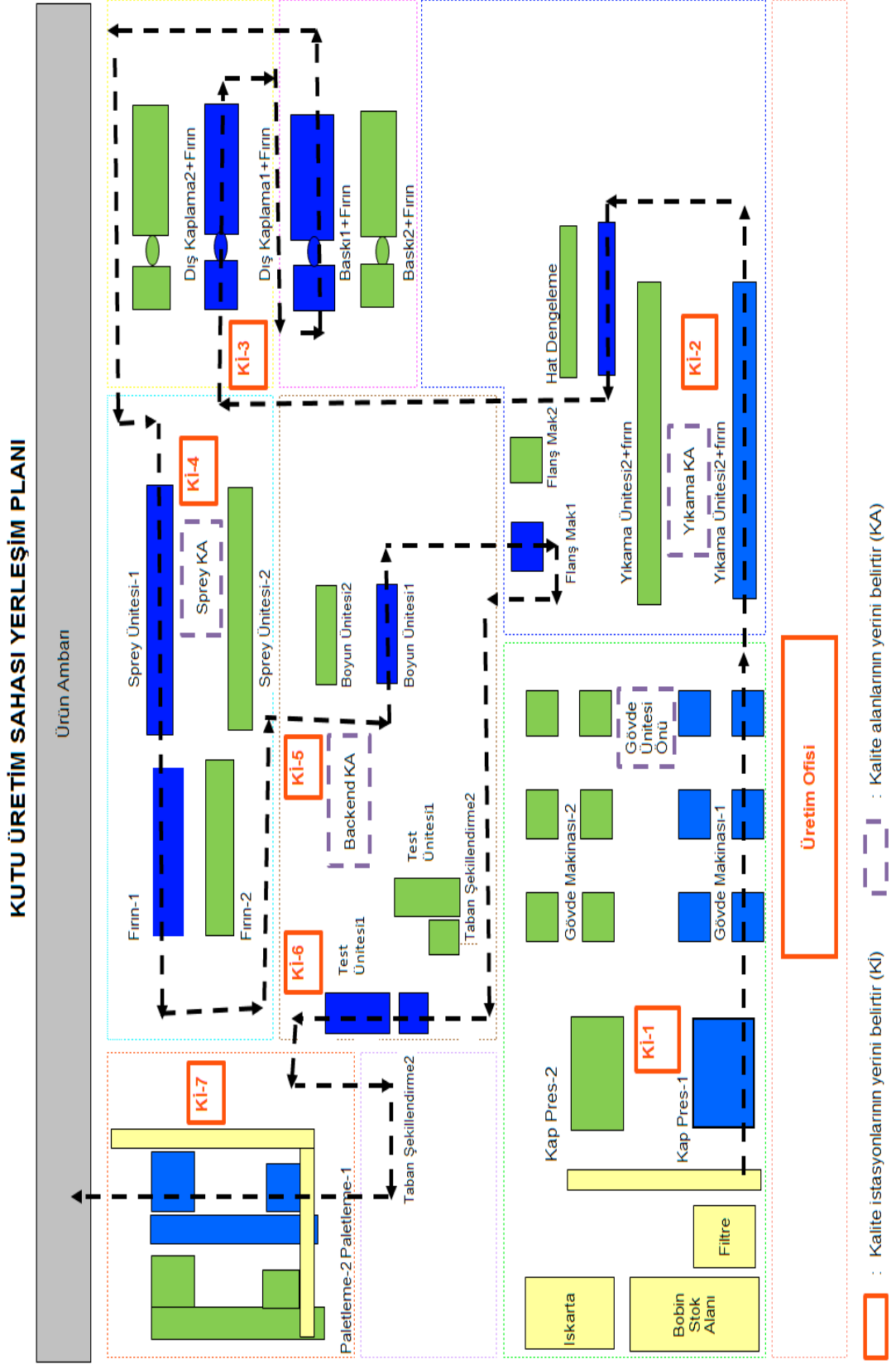
Üretim teknisyenlerinin çalışmakta olduğu Kalite İstasyonlarının ve Kalite Alanlarının yerleşim şekli Şekil 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.1: Üretim alanı risk değerlendirme tablosu

Çalışma Bölgeleri	Bölgede Çalışan Var mı?		İş Süresi	Titreşim Hissediliyor mu?		Titreşime Maruziyetin Cinsi		Titreşime Karşı Koruma Var mı?	Gürültü Var mı?		Gürültü İçin KKE Var mı?
	Var	Yok		E	H	El / Kol	Tüm Vücut		E	H	
Üretim Ofisi	✓		7.5	✓			✓	Üretim alanından beton duvarla ayrılmış.	✓		Kulak kuyucu, zorunlu.
Frontend Kalite İstasyonu 1	✓		4	✓			✓	Üretim alanından PVC panellerle ayrılmış.	✓		Kulak kuyucu, zorunlu.
Frontend Gövde Ünitesi Önü	✓		3.5	✓			✓	Yok	✓		Kulak kuyucu, zorunlu.
Yıkama Ünitesi Kalite İstasyonu 2	✓		4	✓			✓	Üretim alanından PVC panellerle ayrılmış.	✓		Kulak kuyucu, zorunlu.
Yıkama Ünitesi Kalite Alanı	✓		3.5	✓			✓	Yok.	✓		Kulak kuyucu, zorunlu.
Baskı Ünitesi Kalite İstasyonu 3	✓		7.5	✓			✓	Yok.	✓		Kulak kuyucu, zorunlu.
Sprey Ünitesi Kalite İstasyonu 4	✓		4	✓			✓	Üretim alanından PVC panellerle ayrılmış.	✓		Kulak kuyucu, zorunlu.
Sprey Ünitesi Kalite Alanı	✓		3.5	✓			✓	Yok.	✓		Kulak kuyucu, zorunlu.

Tablo 3.1:(devamı)Üretim alanı risk değerlendirme tablosu

Backend Kalite İstasyonu 5	✓		7.5	✓			✓	Üretim alanından PVC panellerle ayrılmış.	✓		Kulak kuyucu, zorunlu.
Backend Kalite Alanı	✓		3.5	✓			✓	Yok.	✓		Kulak kuyucu, zorunlu.
Backend Kalite İstasyonu 6		✓	0 (İnsansız bölge)	-			-	Yok (İnsansız bölge)	-		Kulak kuyucu, zorunlu.
Paletleme Ünitesi Kalite İstasyonu 7	✓		7.5	✓			✓	Yok	✓		Kulak kuyucu, zorunlu.



Şekil 3.2: Üretim sahası ve kalite istasyonları yerleşim planı

3.3. Tesiste Titreşim Ölçümü

İşyerinde yapılan iş gereği Bütün Vücut Titreşimine maruziyet düzeyinin değerlendirilmesi, sekiz saatlik dönemde A(8) sürekli ivme eşdeğeri cinsinden tanımlanan en yüksek (RMS) değer veya frekans ağırlıklı ivmelerin en yüksek titreşim dozu değeri (vdv) olarak hesaplanan, TS 2775 “Tüm Vücudun Titreşim Etkisi Altında Kalma Durumunun Değerlendirilmesi İçin Kılavuz”, TS ISO 2631-2 “İnsanın Tüm Vücut Titreşimine Maruz Kalmasının Değerlendirilmesi- Bölüm 2: Binalarda Sürekli ve Darbe İle Meydana Gelen Titreşim (1 Hz İla 8 Hz)” ve EU Good Practice Guide 12.06.2006 - “Guide To Good Practice On Whole Body Vibration” standartlarına göre gündelik maruziyet değeri belirlenir.

Maruziyet düzeyi değerlendirmesi, kullanılan iş ekipmanından yayılan titreşim düzeyi hakkında üretici tarafından kullanma klavuzunda belirtilen bilgiler, yapılan çalışmadaki gözlem ve ölçüm sonuçlarına göre yapılır.

Ölçümler kalibrasyonu Svantek Typr SV30A kalibratör ile yapılan ses düzey ve titreşim ölçer (Svantek 947) ile RMS olarak ölçülmüştür. Cihaz, titreşim algılayıcı pedinin ayak tabanlarının altına yerleştirilmesiyle algıladığı eksen ivmelerini, cihazın kumandasına aktarır. Ekranda görülen x, y ve z ivme değerleri kullanılarak Günlük Titreşim maruziyetleri, [A(8), m/s²] cinsinden hesap edilmiştir.

3.3.1. Titreşim maruziyeti hesaplama yöntemleri

Tek bir işle günlük maruziyetlerin hesaplanması için titreşim ölçüm cihazıyla tespit edilmiş olan x, y ve z eksenlerine ait ivmeler, EU Good Practice Guide, “Guide To Good Practice On Whole Body Vibration” (2006)’ya göre, Denklem 3.1, 3.2 ve 3.3’deki eşitlikler kullanılarak bu üç yöndeki günlük maruziyetler hesaplanır.

$$A_x(8) = 1.4a_{wx}\sqrt{(T_{exp}/T_0)} \quad (3.1)$$

$$A_y(8) = 1.4a_{wy}\sqrt{(T_{exp}/T_0)} \quad (3.2)$$

$$A_z(8) = a_{wz}\sqrt{(T_{exp}/T_0)} \quad (3.3)$$

Yukarıdaki denklemlerde ;

T_{exp} : günlük vibrasyona maruz kalınan süreyi,

T_0 : sekiz saatlik referans süreyi ifade eder.

$A_x(8)$, $A_y(8)$ ve $A_z(8)$ arasındaki en yüksek değer günlük vibrasyona maruziyet değeridir.

Birden fazla işte vibrasyona maruziyet varsa bu durumda günlük vibrasyona maruziyet değeri Denklem 3.4, 3.5 ve 3.6'daki eşitlikler kullanılarak aşağıdaki şekilde hesaplanır (7)

$$A_{x,i}(8) = 1.4a_{wx}\sqrt{(T_{exp}/T_0)} \quad (3.4)$$

$$A_{y,i}(8) = 1.4a_{wy}\sqrt{(T_{exp}/T_0)} \quad (3.5)$$

$$A_{z,i}(8) = a_{wz}\sqrt{(T_{exp}/T_0)} \quad (3.6)$$

Yukarıdaki denklemlerde de;

T_{exp} : günlük vibrasyona maruz kalınan süreyi,

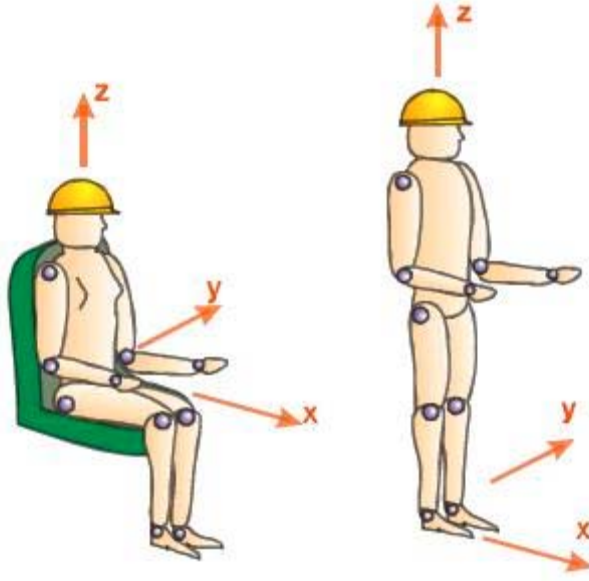
T_0 : sekiz saatlik referans süreyi ifade eder.

Tüm eksenler için günlük vibrasyon maruziyet değeri Denklem 3.7 kullanılarak ayrı ayrı hesaplanır ;

$$A_j(8) = \sqrt{(A_{j1}(8))^2 + A_{j2}(8)^2 + A_{j3}(8)^2} \quad (3.7)$$

Hesaplanan $A_x(8)$, $A_y(8)$ ve $A_z(8)$ arasındaki en yüksek değer günlük vibrasyona maruziyet değeridir.

Ölçülen x, y ve z eksenlerinin vücut üstündeki yönleri Şekil 3.3.'te gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Vibrasyon ölçüm yönleri [9]

Hesaplamalar bir örnekle gösterilecek olursa; üretim ofisinde 7.5 saat çalışan bir teknisyenin kişisel maruziyeti $A(8)$ aşağıdaki şekilde hesaplanır;

Çalışma bölgesinde teknisyenin tüm vücudunun maruz kaldığı titreşimin hesabı için önce 3 yönden eksen değerleri ölçülür;

x, y, z eksenleri yönünde ölçülen değerler:

$$x = 0,138 \text{ m/s}^2$$

$$y = 0,092 \text{ m/s}^2$$

$$z = 0.2 \text{ m/s}^2$$

x, y, z eksenleri üstünden günlük maruziyet Denklem 3.1, 3.2 ve 3.3'e göre aşağıdaki şekilde hesaplanır;

$$A_x(8) = 1.4 \times 0.0138 \times \sqrt{(7.5/8)} = 0.18 \text{ m/s}^2$$

$$A_y(8) = 1.4 \times 0.092 \times \sqrt{(7.5/8)} = 0.12 \text{ m/s}^2$$

$$A_z(8) = 0.2 \times \sqrt{(7.5/8)} = 0.19 \text{ m/s}^2$$

Bu durumda Kişisel Günlük Titreşim Maruziyeti A(8), eksen maruziyetleri arasındaki en yüksek değer olan 0.19 m/s^2 'dir.

Kişisel günlük titreşim maruziyeti için bir diğer örnek şu şekilde verilebilir: Front End Bölümünde çalışan üretim teknisyeni günlük vardiyasının 3,5 saatini Body Maker makinası önünde, 4 saatini Kalite İstasyonu-1'de geçirmekte ise kişisel titreşim maruziyeti aşağıdaki şekilde hesaplanır;

İki çalışma bölgesinde de tüm vücut için ölçülen x, y, z eksen değerleri aşağıdaki gibidir;

Body Maker Önü eksen değerleri:

$$x = 0.91 \text{ m/s}^2$$

$$y = 0.12 \text{ m/s}^2$$

$$z = 0.27 \text{ m/s}^2$$

$$T_{\text{exp1}} = 3,5 \text{ sa}$$

Kalite İstasyonu-1 eksen değerleri:

$$x = 0.075 \text{ m/s}^2$$

$$y = 0.078 \text{ m/s}^2$$

$$z = 0.065 \text{ m/s}^2$$

$$T_{\text{exp2}} = 4 \text{ sa}$$

Denklem 3.4, 3.5 ve 3.6 kullanılarak x, y ve z eksenlerinde günlük maruziyetler her iki bölge için ayrı ayrı hesaplanır;

Body Maker Önü için eksenler yönünde maruziyet:

$$A_{x, \text{BM}(8)} = 1.4 \times 0.091 \times \sqrt{(3.5/8)} = 0.084 \text{ m/s}^2$$

$$A_{y, \text{BM}(8)} = 1.4 \times 0.12 \times \sqrt{(3.5/8)} = 0.111 \text{ m/s}^2$$

$$A_{z, BM(8)} = 0.27 \times \sqrt{(3.5/8)} = 0.178 \text{ m/s}^2$$

Kalite İstasyonu-1 için eksenler yönünde maruziyet:

$$A_{x, KI(8)} = 1.4 \times 0.075 \times \sqrt{(4/8)} = 0.074 \text{ m/s}^2$$

$$A_{y, KI(8)} = 1.4 \times 0.078 \times \sqrt{(4/8)} = 0.077 \text{ m/s}^2$$

$$A_{z, KI(8)} = 0.065 \times \sqrt{(4/8)} = 0.46 \text{ m/s}^2$$

Günlük Titreşim Maruziyeti ise Denklem 3.7 kullanılarak aşağıdaki şekilde hesaplanır;

$$A_{x(8)} = \sqrt{(0.084^2 + 0.074^2)} = 0.11 \text{ m/s}^2$$

$$A_{y(8)} = \sqrt{(0.111^2 + 0.077^2)} = 0.13 \text{ m/s}^2$$

$$A_{z(8)} = \sqrt{(0.178^2 + 0.0459^2)} = 0.18 \text{ m/s}^2$$

Eksenler için hesaplanan en yüksek maruziyet değeri 0.18 m/s² olduğu için Kişisel Titreşim Maruziyeti $A(8) = 0.18 \text{ m/s}^2$ olur.

3.4. Tesiste Gürültü Ölçümü

İşyerinde yapılan iş gereği meydana gelen muhtelif seviyelerdeki gürültü, 23.12.2003 tarihli 25325 nolu resmi gazetede yayımlanan yürürlükteki Gürültü Yönetmeliği ve TSE 2607 ISO 1999-2005; “Akustik – İş yerinde maruz kalınan gürültünün tayini ve bu gürültünün sebep olduğu işitme kaybının tahmini” standartı ve TSE 2673; “Akustik - Havada Akustiksel Gürültülerin Ölçülmesi ve İnsan Üzerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesine İlişkin Kılavuz” standartlarına uygun olarak, ses düzey ölçer Svantek 947 ile çalışan işçilerin kulak hizasında (L_{eq}) dB(A) olarak ölçülmüş, en yüksek ses basıncı (P_{peak}) (“C” frekans ağırlıklı anlık gürültü basıncının maksimum değeri) ve Günlük Gürültü Maruziyet Düzeyi ($L_{EX, 8sa}$) (dB(A) re.20µPa) ölçü alınarak kişisel maruziyet hesaplanmıştır. Ölçüm sırasında kullanılan cihaz, hem titreşimölçer hem sesölçer olduğu için, ses ölçümü öncesinde cihazın

titreşim ölçümünde kullanılan parçaları çıkartılarak ses ölçümü için gerekli olan mikrofon ucu takılmış ve ses ölçer konumuna ayarlanmıştır.

Kararsız gürültünün değerlendirilmesinde ses seviyesinin zamanla değişiminin incelenmesi yerine sesi “Eşdeğer Sürekli Ses Seviyesi” kullanılır. Eşdeğer sürekli ses seviyesi (L_{eq}) ile gösterilir ve verilen bir zaman aralığında söz konusu sesle aynı toplam enerjiye sahip sabit seviyedeki sesin ses seviyesi olarak tanımlanır.

Çalışanı etkileyen maruziyetin belirlenmesinde, işçinin kullandığı kişisel kulak koruyucularının koruyucu etkisi de dikkate alınarak Maruziyet Sınır Değer uygulanacaktır. Maruziyet Etkin Değerleri’nde kulak koruyucularının etkisi dikkate alınmamaktadır.

3.4.1. Gürültü maruziyeti hesaplama yöntemleri

Üretim alanlarında ölçüm noktalarında (L_{eq}) dB(A) ve P_{peak} değeri dB(C) ölçülmüş, bunun ardından çalışma bölgelerinde geçirilen saatler kullanılarak TSE ve EU standartlarında verilen formüllerle kişisel maruziyet hesaplamaları yapılmıştır. TSE Standartı TS 2607 (Nisan 2005)’ e göre Eşdeğer Sürekli A-ağırlıklı ses basınç seviyesi, $L_{Aeq,T}$ Denklem 3.8 kullanılarak aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır;

$$L_{Aeq,T} = 10 \cdot \log \left(\frac{1}{T} \sum_{i=1}^m T_i \times 10^{\frac{L_{Aeq,T_i}}{10}} \right) \quad (3.8)$$

Formül daha sade şu şekilde yazılır;

$$L_{Aeq,T} = 10 \log(1/T \times (T_i \times 10^{L_{eq,T_i}/10})) \quad (3.9)$$

Denklem 3.9’da;

$L_{Aeq,T}$: Toplam maruz kalınan A-ağırlıklı ses basınç seviyesini,

T: Toplam maruziyet süresini (tüm T_i ’lerin toplamı),

T_i : Maruziyet süresini ifade eder.

Anma 8 saatlik çalışma gününe normalize edilmiş, maruz kalınan gürültü seviyesi, $L_{EX,8h}$ ise TS 2607 (Nisan 2005)'te Denklem 3.10'da gösterildiği şekilde ifade edilmiştir;

$$L_{EX,8saat} = L_{Aeq,Te} + 10\log(T_e/T_0) \quad (3.10)$$

Denklem 3.9.'da hesaplanmış olan $L_{Aeq,Te}$ değeri Denklem 3.10.'daki formülde yerine konulduğunda kişisel maruziyet değeri hesaplanır.

Denklem 3.10'da ;

$L_{EX,8h} = T_i$ sürede maruz kalınan A-ağırlıklı ses basıncını ifade eder.

T_e : Çalışma gününde etkin olarak maruz kalınan periyot,

T_0 : Referans maruz kalma periyodu (=8 saat)' tir.

Çalışma gününde etkin olarak maruz kalınan periyot, T_e , 8 saati geçemez, $L_{EX,8h}$ sayısal olarak $L_{Aeq,8h}$ değerine eş değerdir.

Örneğin, Front End Bölümünde çalışan bir teknisyen 7,5 saat olan günlük çalışma süresinin 4 saatini Kalite İstasyonu 1'de, kalan 3 saatini de Body Maker önünde geçirmektedir. Aşağıda maruziyet süreleri ile $L_{Aeq,T}$ değerleri verilmiştir.;

Body Maker Önü

$$T_1 = 4 \text{ saat} = 240 \text{ dk}$$

$$L_{Aeq,T1} = 79,4$$

Kalite İstasyonu-1

$$T_2 = 3,5 \text{ saat} = 210 \text{ dk}$$

$$L_{Aeq,T2} = 100,2$$

$$T_{\text{Toplam}} = 7,5 \text{ saat} = 450 \text{ dk}$$

Öncelikle Denklem 3.9.'a göre $L_{Aeq,T}$ değeri hesaplanır;

$$L_{Aeq,T} = 10\log[1/450 \times ((240 \times 10^{79,4/10}) + (210 \times 10^{100,2/10}))]$$

$$L_{Aeq,T} = 96,93 \text{ dB(A)}$$

Bulunan $L_{Aeq,T}$ değeri Denklem 3.10.'da yerine konularak teknisyenin 8 saatlik kişisel maruziyeti tespit edilir;

$$L_{EX,8h} = 96,93 + 10\log(7,5/8)$$

$$L_{EX,8h} = 96,7 \text{ dB(A) bulunur.}$$

8 saatlik Kişisel Gürültü Maruziyeti 96,7 dB(A)'dır.

BÖLÜM 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Tesiste Titreşim Ölçümü Sonuçları

Örnek tesis üretim alanında, Şekil 3.2.'de yerleri gösterilen Kalite İstasyonu ve Kalite Alanlarında, çalışanların maruz kaldıkları Bütün Vücut Titreşiminin tespiti için Svantek 947 titreşim ve ses ölçer cihazıyla x, y, z eksen değerleri tespit edilmiştir. Elde edilen eksen değerleri Tablo 4.1.'de verilmiştir.

Ölçülen eksen değerleri ve maruziyet süreleri Denklem 3.1, 3.2. 3.3., 3.4, 3.5, 3.6 ve 3.7'de yerlerine konularak Kişisel Maruziyetler (A(8)) hesaplanmıştır.

Hesaplanmış olan kişisel maruziyet değerleri Tablo 4.2'te Titreşim Yönetmeliği'nde belirtilen Günlük Maruziyet Etkin Değeri olan 0.5 m/s^2 ile karşılaştırılmıştır. Tabloda; tesiste titreşim ölçümü yapılan tüm noktalarda elde edilen kişisel maruziyet değerlerinin, yönetmelikte belirtilen yasal değerin altında olduğu görülmektedir.

Tablo 4.1: Tesiste ölçülen x, y, z eksen değerleri ve maruziyet süreleri

No	Ölçüm Yapılan Bölüm/Yer	İşin Türü	Eksenlerde Tespit Edilen Titreşim Düzeyi (RMS, m/s ²)	İşin Süresi (saat)
1	FRONTEND (GÖVDE ÜNİTESİ ÖNÜ)	Tüm vücut titreşimi (Ayak)	X eksen: 0,091	3,5
			Y eksen: 0,120	
			Z eksen: 0,270	
	FRONTEND (KALİTE İSTASYONU 1)	Tüm vücut titreşimi (Ayak)	X eksen: 0,075	4
			Y eksen: 0,078	
			Z eksen: 0,065	
2	ÜRETİM OFİSİ	Tüm vücut titreşimi (Tabure üstü)	X eksen: 0,138	7,5
			Y eksen: 0,092	
			Z eksen: 0,200	
3	YIKAMA ÜNİTESİ (KALİTE İSTASYONU 2)	Tüm vücut titreşimi (Ayak)	X eksen: 0,044	4
			Y eksen: 0,070	
			Z eksen: 0,044	
	YIKAMA ÜNİTESİ (ALAN)	Tüm vücut titreşimi (Ayak)	X eksen: 0,067	3,5
			Y eksen: 0,091	
			Z eksen: 0,110	
4	BASKI ÜNİTESİ (KALİTE İSTASYONU 3)	Tüm vücut titreşimi (Ayak)	X eksen: 0,060	7,5
			Y eksen: 0,080	
			Z eksen: 0,100	
5	SPREY ÜNİTESİ (KALİTE İSTASYONU 4)	Tüm vücut titreşimi (Ayak)	X eksen:0,045	4
			Y eksen: 0,050	
			Z eksen: 0,055	
	SPREY ÜNİTESİ (ALAN)	Tüm vücut titreşimi (Ayak)	X eksen:0,088	3,5
			Y eksen: 0,098	
			Z eksen: 0,170	
6	BACKEND (KALİTE İSTASYONU 5)	Tüm vücut titreşimi (Ayak)	X eksen: 0,039	4
			Y eksen: 0,066	
			Z eksen: 0,042	
	BACK END BÖLÜMÜ (ALAN)	Tüm vücut titreşimi (Ayak)	X eksen: 0,055	3,5
			Y eksen: 0,082	
			Z eksen: 0,075	
7	PALETTELEME ÜNİTESİ (KALİTE İSTASYONU 7)	Tüm vücut titreşimi (Ayak)	X eksen: 0,150	7,5
			Y eksen: 0,160	
			Z eksen: 0,430	

Tablo 4.2: Hesaplanan kişisel maruziyet değerlerinin yönetmelik değerleri ile karşılaştırılması

No	Ölçüm Yapılan Bölüm/Yer	Tesiste Elde Edilen Değerler	Titreşim Yönetmeliği değeri ile karşılaştırma
		Kişisel maruziyet değerleri (A(8)) [m/s ²]	Günlük Maruziyet Etkin Değeri (0,5 m/s²)
1	FRONTEND (GÖVDE ÜNİTESİ ÖNÜ)	0,18	0,18 m/s ² < 0,5 m/s²
	FRONTEND (KALİTE İSTASYONU 1)		
2	ÜRETİM OFİSİ	0,19	0,19 m/s ² < 0,5 m/s²
3	YIKAMA ÜNİTESİ (KALİTE İSTASYONU 2)	0,11	0,11 m/s ² < 0,5 m/s²
	YIKAMA ÜNİTESİ (ALAN)		
4	BASKI ÜNİTESİ (KALİTE İSTASYONU 3)	0,11	0,11 m/s ² < 0,5 m/s²
5	SPREY ÜNİTESİ (KALİTE İSTASYONU 4)	0,12	0,12 m/s ² < 0,5 m/s²
	SPREY ÜNİTESİ (ALAN)		
6	BACKEND (KALİTE İSTASYONU 5)	0,1	0,1 m/s ² < 0,5 m/s²
	BACKEND (ALAN)		
7	PALETTELEME BÖLÜMÜ (KALİTE İSTASYONU 7)	0,42	0,42 m/s ² < 0,5 m/s²

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar sınır değerinin altında bulunmuştur. Ancak bir karşılaştırma yapmak amacıyla benzer endüstrilerde yapılan çalışma sonuçları araştırılmış fakat literatürde böyle bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bununla birlikte Salmoni ve diğ. (2007) tarafından bir taşımacılık endüstrisinde benzer bir metot

kullanılarak yapılan çalışmada endüstriyel iş sağlığı ve güvenliği konusunda 3 vakayla ilgili tüm vücut titreşimine maruziyet ölçümleri ortaya konmuştur.

Çalışmada ilk vakada üretilen kamyonların şoförler tarafından park alanına götürülüp park edilmesine kadar geçen sürede gün boyu maruz kaldıkları titreşim tespit edilmiş, buna göre şoförlerin z ekseninde titreşime daha fazla maruz kaldıkları ancak, maruziyetlerinin, günlük titreşim maruziyet etkin değerlerinin altında çıktığı tespit edilmiştir. Yapılan ikinci çalışmada farklı tip, yaş ve kasaya sahip kamyonlar yüklü ve boş olarak kullanılmış, bu çalışma sonunda da z eksenini yönünde maruziyetlerin yine baskın olduğu gözlenmiştir. Üçüncü çalışmada ise iki farklı kamyon tipi seçilmiş, bir tanesine ayrı zamanlarda iki farklı koltuk yerleştirilerek farklı hızlarda kullanıldıklarında koltuktan şoföre aktarılan titreşim ölçülmüştür. Sonuçta bu çalışma için kullanılan farklı koltukların zeminden gelen titreşimi kamyonla aktardığı tespit edilmiştir. Çalışma araç sürücülerinin maruz kaldığı titreşim üzerine yapılmış olup, çalışmada tartışılan ana konular, güvenlik standartlarının kullanımı ve yorumlanması, zaman ve olay örnekleri, ekipman ve operatörlere etkin erişim ve test sırasındaki kontrol eksiklikleri olmuştur.[5]

4.2. Tesiste Gürültü Ölçümü Sonuçları

Örnek tesiste üretim alanındaki Kalite İstasyonlarında çalışanların Kişisel Gürültü Maruziyetlerinin tespiti için Svantek 947 titreşim ve ses ölçer cihazla Leq, dB(A) ve Ppeak, dB(C) değerleri ölçülmüştür. Teknisyenlerin çalışma süreleriyle beraber bu değerler Tablo 4.3.'te verilmiştir.

Tablo 4.3.'te verilen L_{eq} değerleri ve maruziyet süreleri Denklem 3.9. ve Denklem 3.10.'da yerlerine konarak Kişisel Maruziyetler ($L_{EX, 8h}$) hesaplanmıştır.

Tablo 4.3. Örnek tesisteki eşdeğer gürültü seviyeleri ve maruziyet süreleri

No	Ölçüm Yapılan Bölüm/Yer	İşin Süresi	Tespit Edilen Eşdeğer Gürültü Düzeyi (L_{eq} , dB(A))	Tespit Edilen Ppeak değeri dB(C)
1	FRONTEND (GÖVDE ÜNİTESİ ÖNÜ)	3,5	100,2	116,2
	FRONTEND (KALİTE İSTASYONU 1)	4	79,4	103,1
2	ÜRETİM OFİSİ	7.5	65,2	95,2
3	YIKAMA ÜNİTESİ (KALİTE İSTASYONU 2)	4	79,8	102,8
	YIKAMA ÜNİTESİ (ALAN)	3,5	94	111,2
4	BASKI ÜNİTESİ (KALİTE İSTASYONU 3)	7,5	99	119,5
5	SPREY ÜNİTESİ (KALİTE İSTASYONU 4)	4	83,6	107,2
	SPREY ÜNİTESİ (ALAN)	3,5	95,9	113,7
6	BACKEND (KALİTE İSTASYONU 5)	4	85,2	104,8
	BACKEND (ALAN)	3,5	99,8	120,5
7	PALETLEME ÜNİTESİ (KALİTE İSTASYONU 7)	7,5	90,1	109,7

Hesaplanmış kişisel maruziyetler Tablo 4.4.'te verilmektedir. Değerler Gürültü Yönetmeliğinin 6.maddesi hükümlerine uygun olarak ölçülmüş ve hesaplanmış değerlerdir. Tablo 4.4 öncelikli olarak Günlük Kişisel Maruziyet Değerleri ($L_{EX, 8h}$) dikkate alınarak değerlendirilmelidir.

Tablo 4.4. Örnek tesiste hesaplanan $L_{EX, 8h}$ kişisel maruziyet değerleri

No	Ölçüm Yapılan Bölüm/Yer	İşin Süresi	Kişisel Maruziyet ($L_{EX, 8 \text{ saat}}$) (cB(A) re.20 μ Pa)
1	FRONTEND (GÖVDE ÜNİTESİ ÖNÜ)	3,5	96,7
	FRONTEND (KALİTE İSTASYONU 1)	4	
2	ÜRETİM OFİSİ	7,5	64,9
3	YIKAMA ÜNİTESİ (KALİTE İSTASYONU 2)	4	90,6
	YIKAMA ÜNİTESİ (ALAN)	3,5	
4	BASKI ÜNİTESİ (KALİTE İSTASYONU 3)	7,5	98,7
5	SPREY ÜNİTESİ (KALİTE İSTASYONU 4)	4	92,6
	SPREY ÜNİTESİ (ALAN)	3,5	
6	BACKEND (KALİTE İSTASYONU 5)	4	96,4
	BACKEND (ALAN)	3,5	
7	PALETTELEME ÜNİTESİ (KALİTE İSTASYONU 7)	7,5	89,8

Tablo 4.5.' te tesiste tespit edilen kişisel maruziyet düzeyleri ve Ppeak değerleri, Gürültü Yönetmeliğinde verilen En yüksek maruziyet etkin değerleri ile karşılaştırılmıştır.

Tablo 4.5. Tesiste elde edilen gürültü değerleri ile yönetmelik değerlerinin karşılaştırılması

No	Ölçüm Yapılan Bölüm/Yer	Tesiste Tespit Edilen Değerler		Gürültü Yönetmeliği ile karşılaştırma	
		Kişisel Maruziyet ($L_{EX, 8 \text{ saat}}$) (cB(A)) değerleri	Ppeak (dB(C)) değerleri	En yüksek maruziyet etkin değerleri: $L_{EX, 8h}=85 \text{ dB(A)}$ $P_{peak} = 140 \mu \text{ Pa} = 137 \text{ dB(C)}$	
1	FRONTEND (Gövde Ünitesi Önü)	96,7	116,2	$96,7 > 85$	$116,2 < 137$
	FRONTEND (Kalite İstasyonu 1)		103,1		$103,1 < 137$
2	ÜRETİM OFİSİ	64,9	95,2	$64,9 < 85$	$95,2 < 137$
3	YIKAMA ÜNİTESİ (Kalite İstasyonu 2)	90,6	102,8	$90,6 > 85$	$102,8 < 137$
	YIKAMA ÜNİTESİ (Alan)		111,2		$111,2 < 137$
4	BASKI ÜNİTESİ (Kalite İstasyonu 3)	98,7	119,5	$98,7 > 85$	$119,5 < 137$
5	SPREY ÜNİTESİ (Kalite İstasyonu4)	92,6	107,2	$92,6 > 85$	$107,2 < 137$
	SPREY ÜNİTESİ (Alan)		113,7		$113,7 < 137$
6	BACKEND (Kalite İstasyonu5)	96,4	104,8	$96,4 > 85$	$104,8 < 137$
	BACKEND (Alan)		120,5		$120,5 < 137$
7	PALETTELEME ÜNİTESİ (Kalite İstasyonu7)	89,8	109,7	$89,8 > 85$	$109,7 < 137$

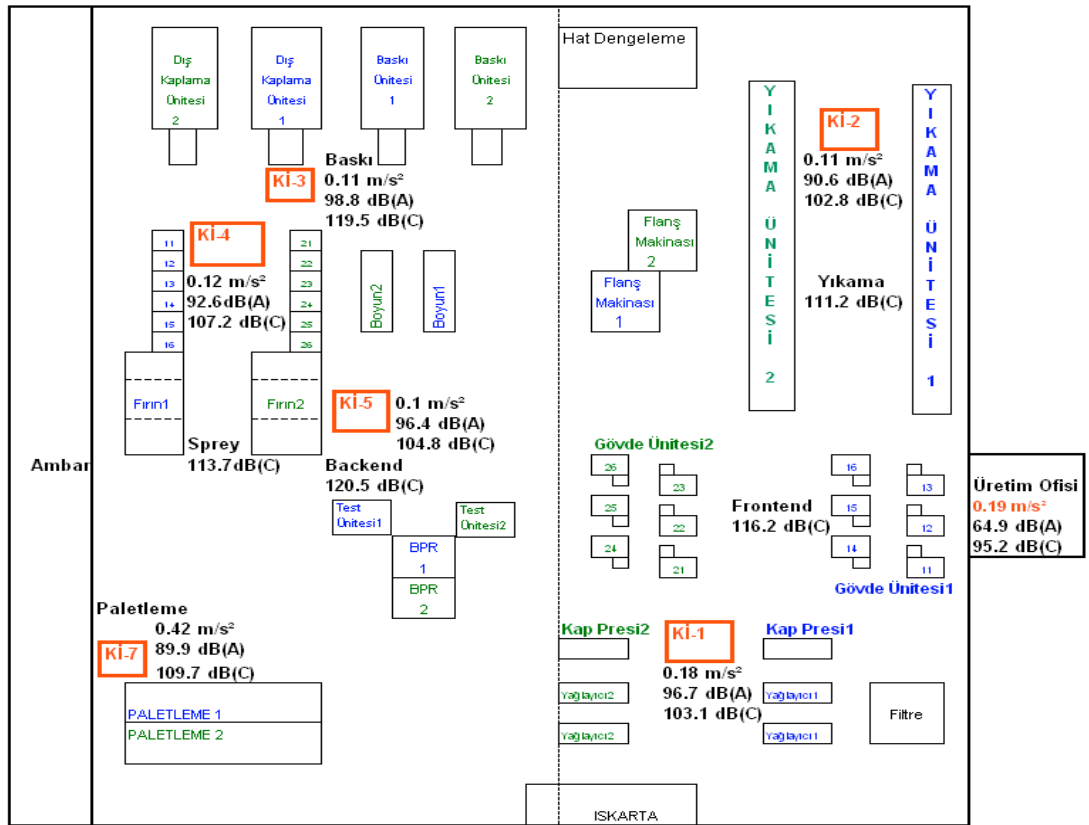
Bu karşılaştırma sonucunda, tesiste gürültü ölçümü yapılan bölgelerden Üretim Ofisi hariç, tüm bölgelerde kişisel maruziyet düzeyi değerlerinin, yönetmelikte belirtilen

en yüksek maruziyet etkin değeri olan 85 dB(A)'nın üzerinde olduğu görülmüştür.

Ölçüm yapılan noktalarda elde edilen Ppeak değerleri ise, yine yönetmelikte verilen en yüksek maruziyet etkin değeri olan $P_{peak} = 140 \mu Pa = 137 \text{ dB(C)}$ değeri ile karşılaştırılmış ve ölçüm noktalarında elde edilen tüm Ppeak değerlerinin yönetmelikte belirtilen değerin altında olduğu görülmüştür.

Sarı (2004) tarafından benzer bir metal işleme tesisinde, gaz kirlenici ölçümlerinin yanı sıra saha içi ve saha dışı olarak gürültü ölçümleri yapılmış, elde edilen sonuçlar çevre yönetim sistemi ve iş sağlığı güvenliği açısından irdelenmiştir. Çalışma sonucu gürültü ölçümlerinde üretim ortamındaki gürültü düzeylerinin sınır değerlerin üzerinde olduğu belirtilmiştir.[16]

Şekil 4.1.'de tespit edilen gürültü ve titreşim değerlerinin yerleşim planına aktarılmış hali görülmektedir.



Şekil 4.1. Gürültü ve titreşim değerlerinin üretim alanındaki dağılımı

BÖLÜM 5. DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER

23/12/2003 tarih ve 25325 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan ve 24 Aralık 2006 tarihinde yürürlüğe giren Titreşim Yönetmeliği'nin 5. maddesine göre, bütün vücut titreşimi için 8 saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet sınır değeri 1.15 m/s^2 , 8 saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet etkin değeri 0.5 m/s^2 olacaktır, denilmektedir. Tesiste yapılan ölçümler sonucu elde edilen Kişisel Maruziyet A(8) değerleri yönetmelikte belirtilen günlük maruziyet etkin değeri 0.5 m/s^2 'nin altındadır.

23/12/2003 tarih ve 25325 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan ve 24 Aralık 2006 tarihinde yürürlüğe giren Gürültü Yönetmeliği'nin 5. maddesi gereği en yüksek maruziyet etkin değerlerinin $L_{EX, 8h} = 85 \text{ dB(A)}$ ve $P_{peak} = 140 \text{ } \mu\text{Pa} = 137 \text{ dB(C)}$ olması öngörülmüştür. İşyerinde tespit edilen gürültü seviyeleri L_{EX} cinsinden $64,9 \text{ dB(A)}$ - $98,8 \text{ dB(A)}$ arasındadır.

Halen yürürlükte olan İşçi Sağlığı İş Güvenliği Tüzüğü'nün 22. maddesi işitme sağlığı açısından kabul edilebilir gürültü seviyeleri için verilen tabloda, 7,5 saatlik çalışma süresince maruz kalınabilecek maksimum gürültü seviyesi 80 dB(A) olarak belirtilmektedir.

Metal işleme tesisinde yapılan titreşim ve gürültü ölçümlerinin sonucuna bağlı olarak gözlemler ve yorumlar şu şekildedir;

Firmada işçilerin, ziyaretçilerin ve taşeronların, üretim alanına girmeden önce gürültü seviyesini 25 dB civarında düşüren kulak tıkacı takma zorunluluğu vardır. Bu tikaçlar üretim alanı girişlerinde herkesin kolaylıkla ulaşabileceği kutular içindedir. Tüm işçilerin istisnasız bu kurala uyduğu görülmüştür.

İşçilerin genel sağlık kontrolleri sırasında kulak audio testlerinin yönetim tarafından düzenli olarak yaptırıldığı görülmüştür.

İşçilerin bilgilendirilmesi için periyodik olarak işçi sağlığı ve güvenliği konularında şirket içinde veya danışman firma vasıtasıyla eğitimlerin düzenlenmekte olduğu gözlenmiştir.

İş sağlığı ve güvenliği kapsamında durum değerlendirmesi yapmak ve eksiklerin tespiti için tüm çalışanlar tarafından “STOP” gözetim planı adı altında gözlem yapılmakta, görülen eksiklikler ve öneriler yazılı olarak verilmektedir.

Üretim alanında kalite odası olarak adlandırılan ve teknisyenlerin görev aldıkları bölümler, üretim alanından PVC doğramayla şekillendirilmiş duvarlar sayesinde izole edilmiş bölgelerdir. Kalite alanı olarak adlandırılan alanlar ise herhangi bir şekilde izolasyon yapılmamış açık alanlardır. Bu açık alanlar, makinalara müdahale edilen aktif hareketin olduğu bölgeler olması sebebiyle izolasyon yapılamamaktadır.

Üretim alanında titreşim ve gürültünün en önemli kaynağı olan Kap Presleri halihazırda muhafaza içindedir. Sadece makinalar durdurularak bakım yapmak amacıyla muhafaza kapakları açılmakta, makinalar çalıştırılmadan önce kapatılmaktadırlar.

Firmada titreşim ve ile ilgili yapılan çalışmalar, ölçümler ve değerlendirmeler sonucunda, Titreşim Yönetmeliğinde belirtilen ilgili sınır değerlerin aşılmadığı tespit edilmiştir.

Gürültü Yönetmeliğinde belirtilen sınır değerlerin aşılmasına rağmen, halihazırda gerekli izolasyon ve muhafazaların yapılmış olması ve kulak koruyucu ekipmanın kullanılmasının zorunlu tutulması, işçilere eğitim verilmesi ve sağlık taramalarının yapılması sebebiyle yasal yükümlülüklerin yerine getirildiği görülmüştür.

Gürültü ve titreşim üzerine risk değerlendirmelerini düzenli şekilde devam ettirmek, ölçümleri periyodik olarak ya da yapılan herhangi bir proses ve ekipman

değişikliğinde tekrarlamak, gürültüyle ilgili farklı ve daha gelişmiş kulak koruyucu ekipmanların kullanımını sağlamak, gürültü ve titreşim dahil olmak üzere, iş sağlığı ve güvenliği yönünden çalışanlara gerekli eğitim imkanları sağlamak, iş sağlığı ve güvenliği açısından faydalı olacaktır. Bahsi geçen geliştirme ve iyileştirme faaliyetleri, benzer tesislerde de iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili çalışmalar için önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] www.sosyalsiyaset.com/documents/isig.htm
- [2] CAMKURT, M.Z., “İşyeri Çalışma Sistemi ve İşyeri Fiziksel Faktörlerinin İş Kazaları Üzerindeki Etkisi”, Tühis İş Hukuku ve İktisat Dergisi, Cilt 20, Sayı 6, Cilt 21, Sayı 1, Türkiye, 80-106, (2007).
- [3] POPE, M., MAGNUSSON, M., LUNDSTRÖM, R., HULSHOF, C., VERBEEK, J., BOVENZI, M., 2001, “Guidelines For Whole Body Vibration Health Surveillance”, Journal Of Sound and Vibration, (2002).
- [4] www.hse.gov.uk/vibration/hav/yourhands.htm
- [5] SALMONI, A.W., CANN, A.P., GILLIN, E.K., EGER, T.R., Case Studies In Whole Body Vibration Assessment In Transportation Industry-Challenges In The Field. International Journal Of Industrial Ergonomics, (2007).
- [6] Türkiye Çevre Atlası, Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Orman Bakanlığı, Sayfa 438-441, Ankara.
- [7] İŞİKEL, K., “Endüstri Tesislerinde Gürültü Kontrolü ve Uygulamaları”, 7. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Sayfa 343-348, Türkiye, (2005).
- [8] ŞAHİN, E., “Gürültü Kontrol Yöntemleri-Bir Uygulama”, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., Cilt 18, No 4, Sayfa 67-80, Ankara, (2003).
- [9] Guide To Good Practice On Whole Body Vibration, 12.06.2006, EU Good Practice Guide, V6.7g English 070606.doc, Pages 1-65, EU.
- [10] Titreşim Yönetmeliği, RG No: 25325, 23.12.2003, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Ankara.
- [11] Gürültü Yönetmeliği, RG No: 25325, 23.12.2003, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Ankara.
- [12] Türk Standartı, TS 2607 ISO 1999, “Akustik-İş Yerinde Maruz Kalınan Gürültünün Tayini ve Bu Gürültünün Sebep Olduğu İşitme Kaybının Tahmini”, ICS 13.140;17.140.20, Türkiye, (Nisan 2005).
- [13] Türk Standartı, TS 2673, “Akustik-Havadaki Akustiksel Gürültülerin Ölçülmesi ve İnsan Üzerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesine İlişkin Klavuz”, UDK 613.164, Türkiye, (Nisan 1977).

[14] Türk Standartı, TS 2775, “Tüm Vücudun Titreşim Etkisi Altında Kalma Durumunun Değerlendirilmesi İçin Kılavuz”, ICS 17.160, Türkiye, (Nisan 1977).

[15] Türk Standartı, TS ISO 2631-2, “İnsanın Tüm Vücut Titreşimine Mâruz Kalmasının Değerlendirilmesi - Bölüm 2: Binalarda Sürekli Titreşim ve Darbe ile Meydana Gelen Titreşim (1 Hz ilâ 80 Hz)”, ICS 13.160; 91.120.25, Türkiye, (Mayıs 2001).

[16] Sarı, G., “Üretim Ortamında Oluşan Gaz Kirleticiler ile Gürültü Etkilerinin Çevre Yönetim Sistemi-İş Sağlığı ve Güvenliği Yönünden İncelenmesi” Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, (2004).

ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Bursa'da doğdu. İlk öğrenimini Yalova'da, orta öğrenimini Karamürsel'de, lise öğrenimini İzmit'te tamamladı. 1997 yılında Sakarya Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünü kazandı. 2001 yılında Çevre Mühendisi olarak mezun oldu. Halen Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans öğrencisidir.