

T.C.
İSTANBUL YENİ YÜZYIL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI



HADDEHANELERDE FİZİKSEL RİSK ETMENLERİNİN
İNCELENMESİ: KARABÜK HADDEHANELERİ ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Figen KAYA

TEZ DANIŞMANI
Dr. Öğretim Üyesi Beyrul CANBAZ

İSTANBUL, 2021

T.C.
İSTANBUL YENİ YÜZYIL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI



HADDEHANELERDE FİZİKSEL RİSK ETMENLERİNİN
İNCELENMESİ: KARABÜK HADDEHANELERİ ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Figen KAYA

TEZ DANIŞMANI
Dr. Öğretim Üyesi Beyrul CANBAZ

İSTANBUL, 2021

T.C.
İSTANBUL YENİ YÜZYIL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ
TEZ ONAY BELGESİ

İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalı 171102273 numaralı yüksek lisans öğrencisi Figen Kaya'nın "Haddehanelerde Fiziksel Risk Etmenlerinin İncelenmesi: Karabük Haddehaneleri Örneği" adlı tez çalışması, Enstitümüz Yönetim Kurulunun 07/06/2021 tarih ve 2021/07 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından oy birliği ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 28/05/2021

Öğretim Üyesi Adı ve Soyadı		İmzası
Tez Danışmanı	Dr. Öğretim Üyesi Beyrul CANBAZ	
Jüri Üyesi	Prof. Dr. Gönül KUNT KANDEMİR	
Jüri Üyesi	Doç. Dr. İbrahim BULDUK	

ETİK BEYAN

İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,

- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

28/05/2021

Figen KAYA

ÖNSÖZ

Türkiye'nin ilk entegre Demir Çelik Fabrikası, Cumhuriyetimizin kurucusu Mustafa Kemal Atatürk'ün ulusal sanayileşme hamlelerinden birisi olarak, 3 Nisan 1937'de Karabük köyünde kurulmuştur. Bu şehirde çeltik tarımından demir çelik sanayisine dönüşüm sağlanarak, Türkiye'nin ilk ağır sanayi hamlesi başlatılmıştır. 1939'da işletmeye alınan Karabük Demir Çelik Fabrikaları'nda ilk Türk Demiri üretilmiştir. Ülkemizin endüstriyel atılımlarına öncülük ettiği için "Fabrikalar Kuran Fabrika" olarak anılmaktadır. Türkiye'de birçok sanayi kuruluşu, baraj, köprü, kule, anten vb. tesislerin mimarıdır. Karabük ayrıca Demir Çelik Fabrikaları'ndan kütük olarak alınan demiri işleyerek; ticari profil, lama, köşebent, silme, kare, düz yuvarlak ve nervürlü inşaat demiri üretimi gerçekleştiren irili ufaklı çok sayıda haddehane 'ye ev sahipliği yapmaktadır.

Bu ağır sanayi kentinde çalışan işçiler için, birçok fiziksel risk etmeni bulunmaktadır. Haddehanelerde fiziksel risk etmenleri iş sağlığı ve güvenliği açısından çok önemli bir konudur. Bu sebepten dolayı tez çalışmamızda dört farklı haddehanenin fiziksel risk etmenleri (gürültü, aydınlatma, termal konfor ve toz) TURKAK'tan akredite bir laboratuvar tarafından hijyen ölçümleri yapılmış ve standartlar ile karşılaştırılması yapılarak değerlendirmeler yapılmıştır. Çalışmamız sonucunda alınabilecek olan önlemler işletmelere öneriler halinde sunularak çalışma ortamlarının daha güvenli hale getirilmesine çalışılmıştır.

Tez çalışmamda desteğini esirgemeyen, bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım Danışman Hocam Dr. Öğretim Üyesi Beyrul CANBAZ' a, Adını veremediğim haddehanelerde çalışmamı destekleyen işveren ve işçilere, her zaman desteğini yanımda hissettiğim eşim Doç. Dr. Yakup KAYA, kızım Umay KAYA ve oğlum Uraz KAYA' ya teşekkür ederim.

İSTANBUL, 2021

Figen KAYA

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	i
ETİK BEYAN.....	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	iv
KISALTMALAR LİSTESİ.....	x
ÖZET.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. İş Sağlığı ve Güvenliği.....	3
2.1.1. Amacı	3
2.1.2. Tarihsel gelişimi.....	4
2.1.2.1. Dünya'daki tarihsel gelişimi	4
2.1.2.2. Türkiye'deki tarihsel gelişimi	5
2.2. Haddehaneler	5
2.2.1. Haddehanelerin tanımı.....	5
2.2.2. Haddelemenin sınıflandırılması	6
2.2.2.1. Soğuk haddeleme	6
2.2.2.2. Sıcak haddeleme.....	7
2.3. Haddehanelerde İş Sağlığı ve Güvenliğini Etkileyen Fiziksel Risk Etmenleri	7
2.3.1. Gürültü fiziksel risk etmeni	9

2.3.1.1. Sesin fiziksel özellikleri.....	9
2.3.1.1.1. Yayılma hızı	9
2.3.1.1.2. Frekansı	10
2.3.1.1.3. Şiddeti	10
2.3.1.1.4. Basıncı.....	11
2.3.1.1.1. Gücü.....	12
2.3.1.2. Gürültü çeşitleri	12
2.3.1.2.1. Frekans spektrumuna göre.....	12
2.3.1.2.2. Zamana göre	12
2.3.1.3. Gürültü ölçümü.....	14
2.3.1.4. Gürültünün insan sağlığı etkileri.....	15
2.3.2. Aydınlatma fiziksel risk etmeni.....	18
2.3.2.1. Aydınlatma terimleri	18
2.3.2.1.1. Işık akısı.....	18
2.3.2.1.2. Işık şiddeti	18
2.3.2.1.3. Aydınlik düzeyi	18
2.3.2.1.4. Kontrast.....	19
2.3.2.2. Aydınlatma çeşitleri.....	19
2.3.2.2.1. Aydınlatılan yere göre	19
2.3.2.2.2. Aydınlatma kaynağına göre.....	19
2.3.2.3. İşyerlerinde aydınlatma.....	19
2.3.2.4. Aydınlatma yasal düzenlemeleri.....	20
2.3.2.5. Uygun aydınlatmanın belirlenmesi	20
2.3.2.6. Aydınlatmanın sağlığı etkileri.....	21
2.3.3. Termal konfor fiziksel risk etmeni.....	22
2.3.3.1. Termal konfor parametreleri.....	22

2.3.3.1.1. Çevresel parametreler	22
2.3.3.1.2. Kişisel parametreler	25
2.3.3.1.3. Diğer etkenler	26
2.3.3.2. Termal konfor bölgesi	27
2.3.3.3. Termal konforun değerlendirilmesi	27
2.3.3.3.1. PMV-PPD yöntemi	27
2.3.3.3.3. WBGT yöntemi	29
2.3.3.4. Termal duyarlılık ölçeği	30
2.3.4. Toz fiziksel risk etmeni	31
2.3.4.1. Toz	32
2.3.4.1.1. Aerodinamik çap	32
2.3.4.1.2. Parçacık büyüklüğü	32
2.3.4.1.3. Parçacık yoğunluğu	33
2.3.4.2. Solunabilir toz	33
2.3.4.3. Lifsi toz	33
2.3.4.4. Toz çeşitleri	33
2.3.4.5. Toz oluşumu ve yayılması	35
2.3.4.5.1. Proseslerde toz oluşumu	36
2.3.4.5.2. Toz oluşumuna karşı alınacak önlemler	37
2.3.4.6. Toz ölçüm yöntemi	37
2.3.4.7. Tozun sağlığa etkileri	40
2.4. Fine Kinney Risk Değerlendirme Metodu	41
3. GEREÇ VE YÖNTEM	43
3.1. Gürültü Maruziyet Ölçümleri	44
3.2. Aydınlatma Ölçümleri	50
3.3. Termal Konfor Ölçümleri	57

3.4.Toz Maruziyet Ölçümleri	59
4. BULGULAR	62
4.1. Gürültü Ölçüm Sonuçları	62
4.2. Aydınlatma Ölçüm Sonuçları.....	66
4.3. Termal Konfor Ölçüm Sonuçları.....	69
4.4.Toz Ölçüm Sonuçları.....	72
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	75
5.1. Gürültü Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi	75
5.2. Aydınlatma Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi	82
5.3. Termal Konfor Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi	87
5.4. Toz Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	92
6. KAYNAKLAR	98
7. EKLER.....	106
ÖZGEÇMİŞ.....	110

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1:	İzin verilen maruziyet sınırları	17
Tablo 2.2:	Farklı işlemlerin yapıldığı ortamlarda yapay aydınlatma ihtiyaçları ..	21
Tablo 2.3:	Sıcaklık artışına bağlı oluşabilecek durumlar.	23
Tablo 2.4:	Bazı aktivitelere göre metabolik oranlar	26
Tablo 2.5:	Bazı kıyafetler için yalıtım değerleri.....	26
Tablo 2.6:	Termal konfor değerleri.	27
Tablo 2.7:	Bazı termal duyarlılık ölçekleri.....	31
Tablo 2.8:	Kinney metodu	42
Tablo 2.9:	Risk değerleri tablosu.....	42
Tablo 3.1:	Kıyafet ve metabolik faaliyete göre belirlenen sayısal değerler	62
Tablo 4.1:	İç ortam gürültü ölçüm sonuçları	66
Tablo 4.2:	Kişisel gürültü maruziyet ölçümü sonuçları	67
Tablo 4.3:	Gürültü risk değerlendirme raporu.....	68
Tablo 4.4:	Aydınlatma ölçüm sonuçları	70
Tablo 4.5:	Aydınlatma risk değerlendirmesi raporu.....	71
Tablo 4.6:	Termal konfor ölçüm sonuçları.....	73
Tablo 4.7:	Termal konfor risk değerlendirme raporu	74
Tablo 4.8:	Toz ölçüm sonuçları.....	76
Tablo 4.9:	Toz risk değerlendirme raporu	77
Tablo 4.10:	TS EN 12464-1'e göre iç ortam aydınlatma referans sınır değerleri ..	87
Tablo 4.11:	PMV ve PPD değerlerine göre alınabilecek önlemler	92

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1:	Zamana göre gürültü çeşitleri	13
Şekil 2.2	PMV-PPD ilişki grafiği	31
Şekil 3.1:	Gürültü ölçümünde kullanılan cihaz	48
Şekil 3.2:	Fırın görüntüsü.....	49
Şekil 3.3:	Merdaneler görüntüsü	50
Şekil 3.4:	Testere/Izgara görüntüsü.....	50
Şekil 3.5:	Paketleme alanı görüntüsü	51
Şekil 3.6:	Yükleme alanı görüntüsü	51
Şekil 3.7:	Kişisel gürültü maruziyeti ölçümünde kullanılan cihaz	52
Şekil 3.8:	Aydınlatma ölçümlerinde kullanılan cihaz	54
Şekil 3.9:	Hadde hazırlama görüntüsü	55
Şekil 3.10:	Hadde ızgara görüntüsü	56
Şekil 3.11:	Paketleme alanı görüntüsü	56
Şekil 3.12:	Tesis girişi/hol görüntüsü.....	57
Şekil 3.13:	Stok alanı görüntüsü	57
Şekil 3.14:	Ocak itici kabini görüntüsü.....	58
Şekil 3.15:	Ocak hazırlama viraj görüntüsü.....	58
Şekil 3.16:	Kütük kesim görüntüsü	59
Şekil 3.17:	Kontrol paneli görüntüsü	59
Şekil 3.18:	Yükleme alanı görüntüsü	60
Şekil 3.19:	Termal konfor ölçümlerinde kullanılan cihaz.....	62
Şekil 3.20:	Toz ölçümlerinde kullanılan cihazlar	63

KISALTMALAR LİSTESİ

Cd	: Candela
ÇSGB	: Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı
dB	: Desibel
DSÖ	: Dünya Sağlık Örgütü
EN	: Avrupa Standartı
F	: Frekans
GED	: Geçici Eşik Değişikliği
Hz	: Hertz
IEC	: Uluslararası Elektrik Standartı
ILO	: Uluslararası Çalışma Örgütü
ISO	: Uluslararası Standart Teşkilatı
KED	: Kalıcı Eşik Değişikliği
KKD	: Kişisel Koruyucu Donanım
Lm	: Lümen
MÖ	: Milattan Önce
O	: Olasılık
PMV	: Ortalama tahmin değeri
PPD	: Isıl Memnuniyetsizlik Oranı
RG	: Resmi Gazete
Ş	: Şiddet
Tyks	: Yeniden Kristalleşme Sıcaklığı
TS	: Türk Standartı
WBGT	: Yaş-Hazne Küre Sıcaklığı
y.y.	: Yüz Yıl

ÖZET

HADDEHANELERDE FİZİKSEL RİSK ETMENLERİNİN İNCELENMESİ: KARABÜK HADDEHANELERİ ÖRNEĞİ

Türkiye'nin ağır sanayii temellerinin atılmasında büyük önem taşıyan Karabük Demir Çelik Fabrikaları 1937 yılında bugünkü Karabük ilinde kurulmuştur. Bu fabrikanın çevresine ham çeliğin işlenerek ticari ürün elde edilen haddehanelerin de kurulması ile Karabük ili çelik sanayisinin başkenti konumuna gelmiştir. Bu haddehanelerde çalışanlar birçok fiziksel risk etmenine maruz kalmaktadırlar. İş sağlığı ve güvenliği bakımından haddehanelerdeki fiziksel risk etmenleri önemli bir konudur.

Bu çalışmada 4 farklı haddehanenin fiziksel risk etmenlerinden gürültü, aydınlatma, termal konfor ve toz ölçümleri yapılmıştır. Gürültü ölçümleri; 5 farklı noktada iç ortam gürültü ve 3 farklı noktada kişisel gürültü olarak, Aydınlatma ölçümleri; 10 farklı noktada, Termal konfor ölçümleri; tek noktada, Toz ölçümleri ise 3 farklı noktada gerçekleştirilmiştir. Bu ölçüm sonuçlarına göre ayrı ayrı fiziksel maruziyet risk değerlendirmeleri yapılmıştır. Yapılan risk değerlendirmesi raporlarına göre çalışma ortamının fiziksel koşullarının iyileştirilmesine yönelik çözüm önerilerinin uygulanması hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Haddehane, Fiziksel risk etmenleri, Gürültü, Aydınlatma, Termal konfor, Toz, Maruziyet risk değerlendirmesi

Figen KAYA, 2021

ABSTRACT

INVESTIGATION OF PHYSICAL RISK FACTORS IN ROLLING MILLS: SAMPLE OF KARABÜK ROLLING MILLS

Karabük Iron and Steel Works of great importance in laying the foundations of today's heavy industry of Turkey was founded in Karabük in 1937. Karabük province has become the capital of the steel industry with the establishment of rolling mills where raw steel is processed around this factory and commercial products are obtained. Employees in these rolling mills are exposed to many physical risk factors. Physical risk factors in rolling mills are important in terms of occupational health and safety.

In this study, noise, lighting, thermal comfort and dust measurements, which are the physical risk factors of 4 different rolling mills, were carried out. Noise measurements; Lighting measurements as indoor noise at 5 different points and personal noise at 3 different points; Thermal comfort measurements at 10 different points; Dust measurements were performed at one point and 3 different points. Based on these measurement results, individual physical exposure risk assessments were performed. According to the risk assessment reports, it is aimed to implement solution suggestions for improving the physical conditions of the working environment.

Keywords: Rolling mill, Physical risk factors, Noise, Lighting, Thermal comfort, Dust, Exposure risk assessment

Figen KAYA, 2021

1. GİRİŞ

İş sağlığı problemleri; iş kazaları, meslek hastalıkları ve sakatlanmalar vb. iş hayatında çalışanın sağlığını olumsuz şekilde etkileyen faktörler ilk akla gelenlerdendir. Günümüzde, iş sağlığının amacı ve kapsamı bir hayli genişlemiştir. İş sağlığının amacı sadece mesleki zararların önüne geçmek değil, aynı zamanda çalışanların sağlık şartlarını iyileştirmek, iş ve insan arasındaki ahengi de sağlamayı kapsamaktadır (Akbulut, 1996).

İş yerlerinde sağlık ve güvenlik açısından birçok farklı tehlike vardır. Bu tehlikeler işyerinde çalışanlar için farklı riskler oluşturur. Fakat bu tehlikelerden doğacak risk veya riskler, işyerinde çalışanların dışında işyeri etrafında yaşayanlar içinde risk veya riskler oluşturur. İş sağlığı ve güvenliği çalışmalarının temelinde, çalışma ortamlarında bulunan, çalışanın sağlığı ve güvenliği için problem oluşturabilecek tehlike veya tehlikeleri kontrol ederek, sağlık ve güvenliğini sağlamak amaçlanır (Güler ve Akın, 2006).

Fiziksel çevre, insanın çalıştığı ve yaşadığı yerin genel fiziksel özelliklerini içerir. Bunlar sıcak, soğuk, titreşim, gürültü, nem, güneş ışınları, aydınlatma ve toz olarak fiziksel çevrenin başlıca öğeleridir. Çalışanlar zamanlarının büyük kısmını çalışma ortamlarında geçirmek durumunda kaldıklarından insan sağlığını bozan fiziksel ve kimyasal koşullara bağlı olarak fiziksel risk etmenlerine maruz kalmaktadırlar (Akbulut, 1996).

Sonuç olarak; Karabük’ te bulunan dört farklı haddehanede gerçekleştirilen bu araştırmanın amacı:

- İşyerinin fiziksel risk faktörlerini belirlemek,
- İç ortam ölçümlerini yaptırarak fiziksel risklerin bulunduğu alanları tespit etmek,
- Tespit edilen risk veya risklerin çalışanların sağlığı üzerine etkilerini değerlendirmek,
- Çalışanlar üzerine etkisi olan risk veya risklerin değerlendirilmesi,

- Risk değerlendirmesine göre daha güvenli ve daha sağlıklı çalışma alanları oluşturmak için faaliyetler belirlemek ve öneriler geliştirmektir.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. İş Sağlığı ve Güvenliği

İş sağlığı ve güvenliğinin birçok tanımı bulunmaktadır. Bu tanımlar genellikle Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) ve Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) tanımlarına dayanılarak uyarlanmaktadır.

İşçi sağlığı kavramı için DSÖ ile ILO 1950 yılında, işçi sağlığının amaçlarını da kapsayan bir tanım yapmışlardır. İşçi sağlığı kapsamı; çalışanın sağlık kapasitesini maksimum seviyeye çıkarmak ve devamlılığını sağlamak, çalışma olumsuz şartları sebebiyle sağlığının bozulmasını önlemek, her çalışana fiziksel ve ruhsal kabiliyetlerine göre işte çalıştırmak, iş ve işçi arasındaki uyum ile minimum yorgunlukla maksimum performans elde etmek (Beyhan, 2004).

2.1.1. Amacı

İş sağlığı ve güvenliğine dair düzenlemeler çalışma sırasındaki kaza ve yaralanmaları önlemek, çalışma ortamındaki riskleri yok etmek veya önlenemeyenleri azaltmak suretiyle güvenli bir çalışma ortamı sağlamayı amaçlamaktadır.

İş sağlığı ve güvenliğinde ana hedef çalışma alanında bulunan tehlikeleri yok ederek işçiler için güvenli bir çalışma alanı sunmak bunun sonucunda da çalışanları iş kazaları ve meslek hastalıklarından korumaktır. İşyerlerindeki her türlü makine araç-gereç ekipman vb. güvenlik denetimini yaparak çalışana güvenli ortam sağlanmalıdır. Çalışanlara güvenli bir çalışma ortamı sunulması sonucunda ise çalışan ve iş arasındaki uyumun sağlanması, kişisel verimliliğin üst düzeyde olması da sağlanmış olacaktır (Sayıntürk, 2014).

2.1.2. Tarihsel gelişimi

2.1.2.1 Dünya'daki tarihsel gelişimi

İş sağlığı ve güvenliği uzun bir tarihsel süreç sonunda günümüzdeki anlamını kazanmıştır. Çeşitli alanlarda uzman bilim insanlarının değerli katkılarıyla iş sağlığı ve güvenliği bilim dalı haline gelerek gelişme sağlamıştır. Üretim araçları ve yöntemlerindeki değişim sonucunda sağlık ve güvenlikle ilgili sorunlar artmış ve bunun sonucunda da iş sağlığı ve güvenliği önem kazanmaya başlamıştır (Yılmaz, 2003).

İş sağlığıyla ilgili ilk yazılı bulgu; M.Ö. 370 yıllarında, kurşunun zararları ile ilgili Hipokrat'ın çalışmalarını göstermektedir. Kurşunun zararlı etkilerine yönelik çalışmalar Endüstri Devrimi ile daha da önem kazanmıştır. Çalışma hayatında sağlık problemlerine ilk dikkat çekenlerden biri de Agricola' dır. 16. yy.' da yaşamış olan Agricola, tozlu ortamda yapılan çalışmaların insan sağlığını bozduğuna dikkat çekerek, benzer işlerde çalışan işçilerin tozdan korunmak amacı ile maske kullanmaları gerektiğini belirtmiştir. Aynı dönemde yaşamış olan Paracelsus ise farklı iş ortamlarında ve özellikle de maden vb. yerlerde çalışmanın birçok riskleri içerdiğine dikkat çekmiştir.

İş sağlığının gelişmesine en büyük katkı Bernardino Ramazzini (1633-1714) tarafından yapılmıştır. İtalya'nın Padua şehrinde işyeri hekimliği yapan Ramazzini gözlemlerini, önceki bilginlerin gözlemlerini de ekleyerek bir kitap haline getirmiştir. “Çalışma hastalıkları” (De Morbis Artificum Diatriba) adını verdiği kitap, iş sağlığı alanında ilk kapsamlı ve sistematik yayındır. Kitabın içeriğinde farklı iş alanları ile ilgili sağlık problemlerine dikkat çekilmektedir. Ramazzini iş sağlığı alanına yaptığı büyük katkılardan dolayı, iş sağlığının babası olarak nitelendirilmektedir (Güler ve Akın, 2006).

2.1.2.2. Türkiye’deki tarihsel gelişimi

1865 yılında yayınlanan “Dilaver Paşa Nizamnamesi” Türkiye’de çalışanları koruyan ilk mevzuattır. Kömür madeni işçilerinin çalışma şartlarını iyileştirmek için hazırlanmıştır. Fakat bu düzenlemeyi padişah onaylanmadığı için Dilaver Paşa veya Havzai Fahmiye Teamülnamesi olarak adlandırılmıştır. Bu düzenlemede işçilerin dinlenme süreleri, tatil zamanları ve çalışma saatleri de belirtilmiştir (Akbulut, 1996).

1869’da yayınlanan “Maadin Nizamnamesi” işverenler tarafından iş kazalarının önlenmesine yönelik tedbirler alınması, maden işçileri için doktor ve ihtiyaç duyulan ilaçların temin edilmesi, iş kazası geçiren işçilere veya ölümlü kaza sonrası ailelerine bir ödenek sağlanması, kaza işyerinin kusuru sebebiyle olmuşsa işverenin para cezasına çarptırılması, işçi kaynaklıysa eğer işçinin 15-20 altın ödeme cezasına çarptırılmasını öngörmekteydi (Gençler, 2007).

1921-1923 yılları arasında Cumhuriyet öncesi görev yapan Büyük Millet Meclisi Hükümeti Kurtuluş Savaşı esnasında işçi sayısının fazla olduğu ve çalışma koşullarının ağır olduğu kömür bölgelerinde (Zonguldak ve Ereğli) uygulamak için iki yasa çıkartmıştır. Birincisi, kömür tozlarının satılmasından elde edilen gelirin işçilerin ihtiyaçları için ayrılması sağlayan 114 sayılı ve 28 Nisan 1921 tarihli yasadır. İkincisi ise, kömür işçilerinin çalışma koşullarının iyileştirilmesini sağlayan 151 sayılı ve 10 Eylül 1921 tarihli yasadır. Kaza geçiren, hasta olan işçilerin tedavileri için maden çevresinde hastane, eczane ve hekim bulundurma zorunluluğu getirilmiştir. İşçilerin koğuşları, yıkanma yerleri, çalışma süresinin 8 saat olması, 18 yaşından küçüklerin yer altında çalıştırılma yasağı gibi önemli konular bu yasada ele alınmıştır (Güzel ve Okur, 2003).

2.2. Haddehaneler

2.2.1. Haddelemenin tanımı

Metalik malzemelerin, dönen merdaneler arasından geçirerek şekil verilmesi işlemine “haddeleme” denilmektedir. Üretim hızı ve devamlılığı, ürün kontrolü ve işlem

basamaklarının kolay olmasından dolayı plastik şekil verme yöntemleri arasında en çok tercih edileni haddelemedir. Haddeleme, plastik deformasyon kullanılarak yapılan malzeme şekillendirmelerinin yaklaşık %95' ini oluşturmaktadır.

Merdaneler, haddeleme işleminde birbirine zıt yönde ve aynı hızla dönerler. Merdaneler arasından geçilerek malzemelere istenilen şekil verilir. Merdaneler arasındaki mesafe malzemelerin giriş kalınlığından daha dar olduğundan merdaneler arasından geçen malzemelerin çıkış kalınlığında azalmaya sebep olur. Malzemelerin, merdanelerden her bir geçişine “paso” olarak isimlendirilir. Bu işlem temelde mekanik bir basma işlemdir ve genellikle uygulanan kuvvet sadece merdanelerden geçerken sağlanan radyal basınçtır. Malzemelerin deformasyonu, merdaneler arasından geçerken malzemelerin sıkıştırması ile uygulanan radyal basınç ve malzemelerin merdanelere sürtünmeyle meydana gelen yüzey kayma gerilmeleriyle sağlanır. Sürtünme kuvvetleri aynı zamanda malzemelerin merdaneler arasından ilerlemesine de sebep olur (Devrim, 2000).

Haddelenen malzemelerin kalınlığında/kesitinde azalma olurken, boy ve genişliğinde ise bir miktar artma meydana gelir. Bu işleme yayılma denir. Yayılma miktarı, haddelenen malzemelerin boyutlarına, merdanelerin çaplarına ve uygulanan deformasyon oranlarına bağlıdır.

2.2.2. Haddelemenin sınıflandırılması

2.2.2.1. Soğuk haddeleme

Soğuk haddeleme, malzemelerin yeniden kristalleşme sıcaklığının ($T_{yks} = 0.4 - 0.5 \times T_{ergime} \text{ } ^\circ K$) altında yapılan haddeleme işlemine denir. Soğuk haddelemede sıcak haddelemeye göre daha iyi boyutlandırma (çap) ve daha düzgün yüzey elde etmek mümkündür. Soğuk haddeleme ile elde edilen malzemelerin yüzey sertliğinin artmasından dolayı, bu yöntem malzemelerin mukavemetini/dayanımını arttırmak için de kullanılmasını sağlamaktadır.

2.2.2.2. Sıcak haddeleme

Sıcak haddeleme malzemelerin yeniden kristalleşme sıcaklığının üzerinde yapılan haddeleme işlemine denir. Sıcak haddelemede boyutlandırma belirli toleranslar içinde yapılabilir ve yüzey kalitesi pürüzlüdür. Çelik malzemeler için ilk sıcak haddeleme blum (260-320 mm $\pm$ 5 mm 3/8 m) olarak yapılır. Blum haddelemesinde çeliğin ilk defa ingot yapısı bozulduğundan bu işlem tekrarlı ısıtmalarla ve oldukça dikkatli yapılır. Bu haddelemede alaşımlı bir çelik ingotun 25 defa haddelenmesi normaldir. İstenilen boyutlarda kütük (100x100 mm – 200x200 mm $\pm$ 3 mm, 6-12 m) elde etmek için tekrarlı haddelemek gerekmektedir. Daha sonra ise kütük de son şekil verilen haddelerde istenilen (ticari profil, kare, düz yuvarlak, nervürlü inşaat demiri, silme, lama, köşebent vb.) şekillere göre haddelenir ve haddeleme işlemleri tamamlanır (Devrim, 2000).

2.3. Haddehanelerde İş Sağlığı ve Güvenliğini Etkileyen Fiziksel Risk Etmenleri

Haddehanelerde fiziksel risk etmenleri çalışanlar üzerinde iş kazası ve/veya meslek hastalıklarına sebep olabileceği için iş sağlığı ve güvenliği yönünden detaylı incelenmesi gereken önemli bir konudur. Çok tehlikeli sınıfta yer alan haddehaneler çalışma prensiplerinden dolayı çalışanlar için birçok fiziksel risk etmenini bünyelerinde barındırmaktadır.

Ön çalışmalarımız sonucunda dört farklı haddehanede çalışanların ağırlıklı olarak maruz kaldıkları, çalışanların şikayetçi oldukları, çalışanların moral, motivasyon ve verimliliklerini olumsuz etkileyen ve iş kazası ve/veya meslek hastalıklarına sebep olabilecek fiziksel risk etmenleri seçilmesine özen gösterilmiştir.

Haddehanelerde gürültü fiziksel risk etmeni; üretim esnasında çalışan birçok ağır makine (merdaneler, vinç, testere vb.), işlenen maddenin metal olması ve hareket halinde olmasından kaynaklanan sürtünmeler, fabrikaların belirli kısımlarının açık olması ve sanayi bölgesinde olması dolayısı ile çevresel etkenler bu işletmelerdeki ses seviyesinin belirli düzeyin üstünde olması kaçınılmazdır. Gürültü seviyesinin

maruziyet sınır değerini aşması da çalışanlarda stres, geçici/kalıcı işitme kayıpları, kulak çınlamalarına sebep olabilmektedir.

Haddehanelerde aydınlatma fiziksel risk etmeni; hem bazı kısımlarının açık olması hem de çalışma prensiplerinden dolayı aydınlatmalar üzerinde tozlanmalar oluşmaktadır. Aydınlatma elemanlarının belirli periyotlarda temizlik, bakım ve kontrollerin yapılmaması (belirli yükseklikte olmaları ve haddehanelerin sürekli çalışmasından kaynaklı ihmal edilebilmektedir) ile aydınlatma seviyelerinde azalma meydana gelmektedir. Aydınlatma seviyesinin azalması ve farklı bölümlere geçişte aydınlatma seviyeleri farklılıklarından dolayı çalışanların risk algısı azalmakta ve iş kazası ihtimali (yaralanmalı, ölümlü veya maddi hasarlı) artmaktadır.

Haddehanelerde termal konfor fiziksel risk etmeni; haddeleme işleminde demire istenilen boyutların kazandırılabilmesi için çok yüksek sıcaklıklara (yaklaşık 1000 °C) çıkılması gerekmektedir. Ayrıca; haddehanelerin kısmen açık bölümlerinin de olması sebebi ile belirli noktalarda hadde hazırlama) çalışanlardan özellikle de yaz aylarında (gündüz vardiyası ağırlıklı) şikayetler alınmaktadır. Termal konfor şartlarının (sıcaklık, bağıl nem ve hava akış hızı) sağlanamaması ile çalışanların zihinsel ve bedensel faaliyetleri olumsuz etkilenmektedir. Bu olumsuz etkilenme ise iş kazalarının artmasına ve çalışan verimliliğinin azalmasına sebep olabilmektedir.

Haddehanelerde toz fiziksel risk etmeni; çalışma yöntemi kaynaklı şartlar ve belirli bölümlerinin kısmen/tamamen açık olması sebebi ile hava koşullarının da etkisi ile tozlanma meydana gelmektedir. Özellikle üretim esnasında toza bağılı çalışan şikayetlerinin de yoğun olmasından dolayı, çalışan verimine etkisi de göz önüne alınarak iç ortam toz ölçümleri yapılmıştır. Çalışma ortamında bulunan toz solunum yolu ile vücutta girer, sonrasında ise boyutları ve kimyasal yapısına bağılı olarak çalışanlar üzerinde çeşitli meslek hastalıklarına sebep olabilmektedir.

Haddehanelerde ağırlıklı olarak maruz kalınan fiziksel risk etmenleri olan gürültü, aydınlatma, termal konfor ve toz üzerinde çalışmalar yapılması uygun görülmüştür.

2.3.1. Gürültü fiziksel risk etmeni

Herhangi bir maddenin titreşmesiyle oluşan titreşimin hava, sıvı veya gaz ortamda yayılmasıyla oluşan enerji dalgasına “ses” adı verilir. Sinüsoydal olarak yayılan ses dalgasının atmosfer basıncında meydana getirdiği değişikliklere ise “genlik” denir. Ses kaynağından birim zamanda ortama yayılan enerjiye de “sesin gücü” denilmektedir. Ölçü birimi ise “Watt” tır (Bell, 1996). Sesin niteliği frekans ve şiddet ile belirlenmektedir. Bir saniyedeki titreşim sayısına “frekans”; ses dalgasının içerdiği enerjinin birim alandaki enerjiye oranına da, “şiddet” denir. Ses şiddeti birimi “desibel” olarak adlandırılır ve simgesi “dB” dir (Akbulut, 1996). Referans ses basınç seviyesine oranlanarak 10 tabanında logaritmasına eşit ses şiddetine “Bell”, bu şiddetin 1/10’ una ise “Desibel” adı verilmektedir (Güler ve Çobanoğlu, 1994).

Duyuma olayı; ses dalgalar şeklinde yayılmaktadır. Ses dalgası nesnelerde titreşim yapar ve nesne önündeki havayı sıkıştırır. Böylece titreşen nesnelerin arkasında ani bir basınç düşmesi olur ve arka tarafta var olan hava bu boşluğa doğru hareket eder. Bu hareket komşu moleküllerde de oluşur ve titreşim zincirleme hareketler ile yayılır. Oluşan bu basınç dalgalanması kulağa ulaşır, kulak zarı titrer, bu titreşimi sinirler beyine elektrik sinyali olarak iletir, sesin özelliği ve işitme duyarlılığına göre “duyma” gerçekleşir.

Gürültü ise; insanı rahatsız eden veya hoşuna gitmeyen, sağlığını da tehdit eden ses olarak tanımlanabilir. Günümüzün önemli çevresel ve endüstriyel sorunlarından biridir (Ünal, 2021).

2.3.1.1. Sesin fiziksel özellikleri

2.3.1.1.1. Yayılma hızı

Ses dalgaları elastik ortamda ortam özelliklerine de bağlı olarak belirli bir hızda yayılır. Bu yayılma hızı hesaplanabilmektedir. Ses hızı veya ses yayılma hızı, ses dalgaları frekansından bağımsız olarak yayıldığı ortamın elastik özelliklerine ve

yoğunluğuna bağlı olarak değişmektedir. Bir ortamda yayılan sesin hızı aşağıdaki denklemle hesaplanabilmektedir (Ünal, 2021: Ayaz, 2006).

$$c = \sqrt{\frac{E}{p}} \quad (\text{m/sn}) \quad (2.1)$$

c = Sesin yayılma hızı (m/sn)

E = Maddenin elastikiyet modülü

p = Maddenin yoğunluğu

2.3.1.1.2. Frekansı

Ses dalgalarının birim zamandaki (1 sn) basınç değişim sayısına veya birim zamandaki (1 sn) titreşim sayısına frekans adı verilir. Birimi “Hertz” olup simgesi ise “Hz”dir. Sağlıklı ve genç bir insan 20 ila 20000 Hz arasındaki sesleri duyabilmektedir. Kulağın algılayabildiği ses çok geniş bir frekans aralığına sahip olduğundan her frekansta ölçüm yapmak güçtür. Bu sebeple oktav bantları (frekans bantları) belirlenerek uluslararası standardizasyonu yapılmıştır. Ses on oktavdan (32, 64, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000, 16000 uluslararası orta oktav frekansları) oluşmaktadır. Oktav; frekansın bir önceki frekansa göre 2 katına çıktığı veya bir sonraki frekansa göre yarıya indiği bir frekans aralığını tanımlamak için kullanılmaktadır (Ünal, 2021: Ayaz, 2006).

Yüksek frekansa sahip sesler tiz ya da ince ses, alçak frekansa sahip sesler ise pest yada kalın olarak isimlendirilir. İnsan kulağı duyarlılığı frekansa göre değişmektedir. Genel olarak pest (kalın) seslere duyarlılık az iken, tiz (ince) seslere doğru duyarlılık artmaktadır (Ayaz, 2006).

2.3.1.1.3. Şiddeti

Noktasal bir kaynaktan yayılan ses dalgaları, serbest alanda giderek büyür ve küresel olarak yayılır. W (Watt) gücüne sahip olan bir ses dalgasının A (m^2) alanından geçerken birim alandaki gücüne “ses şiddeti” adı verilir. Birimi “ Watt/m^2 ” sembolü ise “ I ”dır. Ses şiddeti aşağıdaki denklem ile hesaplanabilmektedir.

$$I = W / A \quad \text{Watt/m}^2 \quad (2.2)$$

I = Ses şiddeti (Watt/m²)

W = Ses gücü (Watt)

A = Toplam küresel alan ($4 \cdot d^2 \cdot \pi$) (d = uzaklık (m))

I (ses şiddeti) kaynağın ölçülen ses şiddeti ve I_0 referans ses şiddeti (10^{-12}W/m^2) olmak üzere bir ses kaynağının ses şiddeti seviyesi aşağıdaki denklemle hesaplanabilir (Ünal, 2021; Ayaz, 2006).

$$L_1 = 10 \log (I/I_0) \quad \text{Watt/m}^2 \quad (2.3)$$

L₁ = Ses şiddeti seviyesi (Watt/m²)

I = Ses şiddeti (Watt/m²)

I₀ = Referans ses şiddeti (Watt/m²)

Ses kaynağından belirli bir uzaklıkta ve net enerji akımı doğrultusunun tanımlanabildiği hallerde ses şiddeti seviyesi ve ses basıncı birbirine eşittir (Ayaz, 2006).

2.3.1.1.4. Basıncı

Ses dalgalarının yayılmasından dolayı hava moleküllerinde meydana gelen titreşim ile atmosferik basınçta oluşan değişime “ses basıncı” adı verilir. Birimi “N/m²”, “dyn/cm²” veya “mikrobar”dır. Ses basınç seviyesi birimi ise “desibel” olup simgesi ise “dB”dir. Ses basınç seviyesi aşağıdaki denklemle hesaplanabilmektedir (Ünal, 2021).

$$L_p = 10 \log \left(\frac{P}{P_0} \right)^2 \quad \text{N/mm}^2 \quad (2.4)$$

L_p = Ses basınç düzeyi (N/mm²)

P = Ses basıncı (N/mm²) **P₀** = Uluslararası referans basınç (20 mikropaskal) sabiti ($20 \times 10^{-6} \text{N/m}^2$)

$$L_p = 20 \log \left(\frac{P}{P_0} \right) \quad \text{N/mm}^2 \quad (2.5)$$

2.3.1.1.5. Gücü

Bir ses kaynağından yayılan ses enerjisi gücüne, “ses gücü” ya da “akustik güç” denir. Bu ses gücünün seviyesine de “ses gücü seviyesi” adı verilir. Birimi “Watt” sembolü ise “W”dir. Ses gücü seviyesi aşağıdaki denklem ile hesaplanabilmektedir (Ünal, 2021: Ayaz, 2006).

$$L_w = 10 \log W/10^{-12} \quad W \quad (2.6)$$

L_w = Uluslararası referans ses gücü ($W=10^{-12}$ W) sabiti

2.3.1.2. Gürültü çeşitleri

2.3.1.2.1. Frekans spektrumuna göre

Geniş bant gürültü; gürültülerin çoğu sürekli bir spektruma sahiptir. Gürültüleri oluşturan ses frekansı, bütün frekans boyunca yayılmıştır. Doğadaki tüm renklerin karışımı beyaz ışığı oluşturmaya benzer biçimde, bütün frekans aralıklarındaki sürekli spektrumlu sesler de beyaz gürültüyü oluşturur.

Dar bant gürültü; geniş bant gürültülerin aksine, gürültü frekansı belirli bir frekans bandında toplandığında oluşur. Örnek olarak daire testere gürültüsü verilebilir (Ayaz, 2006).

2.3.1.2.2. Zamana göre

a- Kararlı gürültü; ölçme süresi boyunca, seviyesinde önemli değişiklikler olmayan gürültü çeşididir. Kendi içinde sabit sürekli gürültü ve sabit fakat kesikli gürültü olarak ikiye ayrılır. Sabit sürekli gürültüye örnek olarak havalandırma sistemi elektrik motoru, sabit fakat kesikli gürültüye örnek olarak ise hava kompresörü verilebilir.

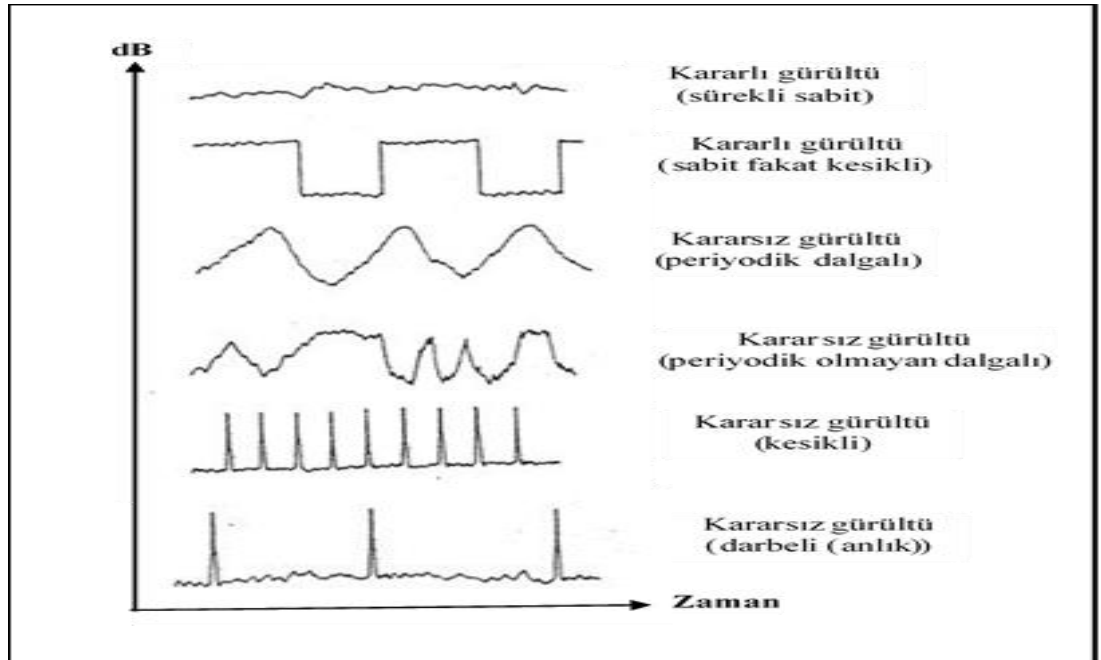
b- Kararsız gürültü; ölçmesi süresi boyunca, seviyesinde önemli değişiklikler olan gürültü çeşididir. Kendi içinde dalgalı, kesikli ve darbeli (anlık) gürültü olarak üçe ayrılır.

Dalgalı gürültü; ölçmesi süresi boyunca, seviyesinde önemli ve sürekli değişiklikler olan kararsız gürültü çeşididir. Kendi içinde periyodik dalgalı gürültü ve periyodik olmayan dalgalı gürültü olarak ikiye ayrılır. Periyodik dalgalı gürültüye örnek olarak yüzey taşıma, periyodik olmayan dalgalı gürültüye ise tipik fabrika içi gürültü (montaj hattı vb.) verilebilir.

Kesikli gürültü; ölçmesi süresi boyunca, seviyesinde ortam gürültü seviyesi üzerinde bir değere 1 sn veya daha uzun süre sabit olarak devam eden ve aniden ortam gürültü seviyesine düşen kararsız gürültü çeşididir. Örnek olarak otomatik pres verilebilir.

Darbeli (anlık) gürültü; ölçmesi süresi boyunca, bir sn'den az olan bir veya birden fazla vuruşun meydana getirdiği kararsız gürültü çeşididir. Örnek olarak çekiçleme verilebilir (Ünal, 2021: Ses ve Gürültü Kontrolü, 2021).

Zamana göre gürültü çeşitleri Şekil 2.1'de verilmiştir.



Şekil 2.1: Zamana göre gürültü çeşitleri

2.3.1.3. Gürültü ölçümü

Gürültünün frekansla değişimi, ses basıncına da bağlıdır. Gürültü ölçüm cihazları içerdiği elektronik ağırlık hesaplama sistemiyle kulağın bu davranışının ayrımını yapabilecek şekilde tasarlanmıştır. Farklı standardizasyon kurumları, ses seviyesi ölçme cihazlarında kullanılması için lineer ölçmeye ek olarak üç ağırlık sistemini de tavsiye etmektedirler. A, B ve C eğrileriyle gürültü ölçümleri yapılabilmektedir. Bir sesin oktav bant ya da 1/3 oktav bant ses basınç seviyeleri belirli olduğunda o sesin toplam ses seviyesi bulunur. Fiziksel seviyeleri desibell (dB) birimi ile ölçen ses ölçme cihazlarının duyarlılık eğrilerine göre düzenlenmiştir.

A- ağırlık ölçüm sistemi başlangıçta insan kulağının maruz kaldığı düşük ses basınç seviyelerini belirlemek için tasarlanmasına rağmen günümüzde A eğrisi her yükseklikteki ses seviyeleri için kullanılmaktadır. Sebep olarak A eğrisinin kulak duyarlılık eğrisi ile doğrudan olan ilişkisi gösterilmektedir. Simgesi “dB(A)” dir. 55 dB’ den daha düşük seslerin ölçümünde kullanılır.

B- ağırlık ölçüm sistemi simgesi “dB(B)” dir. 55 ile 85 dB aralığındaki seslerin ölçümünde kullanılır.

C- ağırlık ölçümü sistemi simgesi “dB(C)” dir. 85 dB’ den daha yüksek seslerin ölçümünde kullanılır.

D- ağırlıklı ölçüm sistemi ise özellikle uçak gürültü ölçümleri için tavsiye edilmiştir. Fakat genel olarak A- ağırlık ölçüm sistemi kullanılmaktadır (Ayaz, 2006).

A- Ağırlıklı ses basınç seviyesi (L_{pA}) aşağıdaki denklemle hesaplanır.

$$L_{pA} = 10 \log \left(\frac{P_A}{P_o} \right)^2 \text{ dB(A)} \quad (2.7)$$

L_{pA} = A- ağırlıklı ses basınç düzeyi (dB(A))

P_A = A- ağırlıklı ses basıncı (N/mm²)

P_o = Uluslararası referans basıncı (20 mikropaskal) sabiti (20x10⁻⁶ N/m²)

Eşdeğer sürekli A- ağırlıklı ses basıncı düzeyi ($L_{Aeq,T}$) aşağıdaki denklemle hesaplanır.

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{PA^2(t)}{P_0^2} dt \right] \quad (2.8)$$

Sürekli gürültüde düzeydeki değişmezlik L_{Aeq} , sayısal olarak L_pA değerine eşittir.

Anma 8 saatlik çalışmada, maruz kalınan gürültü düzeyi ($L_{EX,8h}$) aşağıdaki denklemle hesaplanır (Ünal, 2021).

$$L_{EX,8h} = L_{Aeq,Te} + 10 \log (T_e/T_0) \quad (2.9)$$

Çalışma gününde etkin maruziyet periyodu, T_e 8 saati geçemez ve $L_{EX,8h}$ sayısal olarak $L_{Aeq,8h}$ değerine eşdeğerdir.

2.3.1.4. Gürültünün insan sağlığı etkileri

Gürültü, insan hareketlerine engel olması, rahatsızlık ve ciddi gerginlik yaratması ayrıca sağlığı için risk oluşturmaları sebebiyle, “istenmeyen ses” olarak isimlendirilmektedir. Ancak gürültünün istenmemesi, akustik özelliklerine ek olarak insanların sağlık durumu, yaşam biçimi, sosyoekonomik durumu, gürültü kaynağına maddi bağımlılığı, gürültüye karşı tutum ve davranışı vb. çeşitli faktörlere göre değişim göstermektedir (Anonim, 1989). Ayrıca gürültünün insan sağlığına etkileri dört bölümde incelenmektedir:

1- Fiziksel: En çok bilinen ve yaygın olan işitme kayıplarıdır (ani, geçici veya sürekli işitme kaybı). Bu kayıplar üç bölümde incelenebilmektedir;

- a. Geçici eşik değişikliği: Maruziyet sonrası, işitmenin azalması, gürültüden sonra belirli bir sürede işitme eşiğinin gürültüye maruz kalmadan önceki seviyeye tekrar dönmesini ifade eder (Badur, 1997).

- b. Kalıcı eşik değışikliğı: Uzun süreli maruziyet sonrasında geri dönüşümsüz eşik değışimine sebep olur. Maruziyet süresi arttıkça kalıcı eşik değışikliğı (4000 Hz / 6000 Hz) alt ve üst frekanslara da yayılır. Kalıcı değışiklik 2000 Hz 'i de kapsadığında ise işitme kaybı daha belirgin hale (duyusal ve sinirsel) gelir. Konuşmaları ayırt edebilme yeteneğı, kaybın konuşma frekansına denk geldiğı ölçüde etkilenir (Güler ve Çobanoğlu, 1994).

En çok karşılaşılan etki, gürültülü ortamda, konuşmaların yetersiz anlaşılmasıdır. Gürültü maruziyeti sonucunda işitme kaybı yaşayanlar, özellikle kadın ve çocuk konuşmaları gibi yüksek frekanslı konuşmaları işitebilir fakat anlamakta güçlük çekerler (Su, 2001). Gürültülü çevrelerde yaşayanların kulakları, gürültüsüz çevrede yaşayanların kulaklarına oranla daha hızlı yaşlanmaya maruz kalmaktadır. Köy ve kasabada yaşayanlar ile büyük şehirlerde yaşayanlar karşılaştırıldığında işitme eşikleri arasında bariz farklar ortaya çıkmaktadır (Badur, 1997).

- c. Akustik travma: Aşırı şiddetli gürültüler veya ani patlamalar sonucu ortaya çıkan işitme kaybıdır. Sadece bir kulakta da olabilir. Kulak veya kulaklarda ki çınlamalar sürekli olarak devam eder. Kalıcı işitme kaybına neden olabilir (Alberti, 1997).

2- Fizyolojik: Uyku ve stress gibi tepkimeler olup daha az bilinmektedirler. Maruz kalınan gürültü şiddetine orantılı olarak hipofiz hormonu salgınımıyla vucüt işlevlerine etki ettiğı ve kan basıncını yükselttiğı bildirilmiştir (Kan basıncında artış, ani refleks, dolaşım bozukluğu, taşikardi).

- a. Uyku: Uykuya dalma ve uyku derinliğı problemlerine sebep olabilir. Uyku bozuklarının en önemli sebeplerinden biri çevre gürültüsüdür. Gürültü maruziyeti ek olarak baş ağrısı ve yorgunluğa da sebep olabilir.
- b. Kardiyovasküler sistem: Gürültü maruziyeti genel olarak kan basıncını yükselten bir etkiye sahiptir (Moller, 1998).

- c. Diğer etkiler: Uçuş ekibinde 120 dB’I aşan gürültüye maruz kalındığında, iç kulak ağrıları ve vertigoya rastlanılmaktadır (Darabont, 1998).

3- Psikolojik: Öfkelenme, davranış bozukluğu, sıkılma, rahatsız hissetmek (Anonim, 1989). Ayrıca; zihinsel bozukluklara sahip kişilerin büyük bir bölümünde, gürültü maruziyetinin sebep olduğu rahatsızlıklar belirlenmiştir (Porter and Berry, 1998).

4- Performans: Gürültü maruziyeti iş veriminde düşüş, konsantrasyon sorunları, hareketlerin kısıtlanmasına ve bundan dolayı kişinin sağlık durumunda problemlere sebep olabilir. Fakat doğrudan ilişkilendirebilmek zordur (Su, 2001).

Belirli gürültü seviyelerinin kişilerde meydana getirebileceği hasarlar gürültü kaynağına göre Tablo 2.1’ de verilmektedir.

Tablo 2.1: İzin verilen maruziyet sınırları

Gürültünün Şiddeti	Verdiği Zarar	Mesleki Gürültü	Mesleki Olmayan Gürültü
160 dB	Ani fiziksel hasar	Tabanca, Topçu Ateşi, Tüfek	Maytap, Av Tüfeği
140 dB	Kulak koruyucusuyla bile izin verilen azami maruziyet	Dinamit Patlatma, Jet Motoru Kalkış	Balon Patlaması, Bisiklet Kornası, Motor Geri Tepmesi
130 dB	Ani acı eşiği	Havalı Sondaj	Gürültülü Öten Oyuncaklar
120 dB	Bu seviyede kısa süreli maruziyet işitme kaybına ve kulaklarda çınlamaya neden olur	Alevli Kesme, Çivi Çakma, Jeneratör	Araba Yarışı, Gök Gürültüsü, Rock Konseri, Zincirli Testere
100 dB	Aşırı yüksek ses	Havalı Bijon Tabancası, Ambulans Sireni	Stadyum, Ağlayan Çocuk, CD Çalar, Motosiklet
85 dB	Bu seviyenin üzerindeki gürültüye 8 saat maruziyet kulak koruyucusu kullanmayı gerektirir.	Buldozer, Sanayi Tipi Yangın Alarmı, Tezgah Tipi Testere	Metro, Elektrikli Çim Biçme Makinası, Pervaneli Uçak Kokpiti
80 dB	Bu seviyenin üzerindeki gürültüye 8 saat maruziyet için kulak koruyucu kullanımı tavsiye edilir.	Asansör, Telefon Zili, El Testeresi	Duman Alarmı, Mikser, Saç Kurutma Makinesi

2.3.2. Aydınlatma fiziksel risk etmeni

Gözle algılanabilecek dalga boylarındaki elektromanyetik ışınlara “ışık” denir. Yüzeye düşen ışık miktarı ise “aydınlatma” olarak isimlendirilir ve birim olarak da “lüks” kullanılmaktadır. Lüks ise metrekareye düşen lümen dir. Göz, insan algılamaların yaklaşık olarak %90’ını gerçekleştirir ve bu yüzden algılamanın en önemli organdır. Görme ve algılama, baktığımız cisme, ışık kaynağına ve bakan kişinin özelliklerine bağlı olarak değişebilir. Bu sebeplerden dolayı işyeri ortamında aydınlatma ihtiyacı değişebilmektedir. En yüksek aydınlatma en uygun aydınlatma manasına gelmemektir asıl olan amaca uygun aydınlatmadır (Güler, 2003).

2.3.2.1. Aydınlatma terimleri

2.3.2.1.1. Işık akısı

İnsan gözünün algılayabildiği ve ışık kaynağından yayılan ışınlara, “ışık akısı” adı verilmektedir. Bu kaynaktaki elektrik enerjisinin ışık enerjisine dönüşen bölümüdür. Birim yüzeye dik olarak düşen ışık miktarıdır. Birimi de “lümen” (Lm)’dir.

2.3.2.1.2. Işık şiddeti

Işık kaynağı, farklı kuvvetlerde ve yönlerde ışınlam yapar. Belirli bir yöne doğru yaydığı ışık enerjisi “ışık şiddeti” olarak isimlendirilir. Birimi de “kandela” (Cd)’dir (Bayrakdar, 2016).

2.3.2.1.3. Aydınlık düzeyi

Bir yüzeyin birim alanına düşen ışık akısı miktarı “aydınlık düzeyi” olarak adlandırılır. Birimi “lüks” dır (Boyraz, 2011).

2.3.2.1.4. Kontrast

Kontrast (zıtlık), bir nesnenin parlaklığı ile onun yakın çevresi arasındaki ilişki olarak tanımlandırılır (Kamar, 2008).

2.3.2.2. Aydınlatma çeşitleri

2.3.2.2.1. Aydınlatılan yere göre

İç aydınlatma, kapalı ortamların aydınlatılmasıdır. Işık kaynağından yayılarak, duvarlar ve tavandan yansiyarak çalışma alanına ulaşır. Bu aydınlatma türüne örnek olarak ofis, işyeri, hastane, evin odası vb. verilebilir. Dış aydınlatma ise park, bahçe, cadde, sokak, otoyollar, spor sahaları vb. ortamların aydınlatılmasıdır.

2.3.2.2.2. Aydınlatma kaynağına göre

Güneşten yararlanılarak ışığın kapı ve pencere vb. boşluklardan girmesiyle sağlanan aydınlatmaya “doğal aydınlatma” sistemi adı verilir. Doğal aydınlatma endüstri tesisi, tarihi mekan, ofis ve evlerde kullanılabilmektedir (Bayrakdar, 2016).

Ortamin aydınlatılması için gün ışığı benzer ya da aynı renkli ışık veren yapay ışık kaynakları ile yapılan aydınlatmaya “yapay aydınlatma” adı verilir. Gün ışığı yeterli düzeyde olmadığında yapay aydınlatmalar kullanılmaktadır. Yapay aydınlatma sisteminde elektrik enerjisini ışık enerjisine çeviren lamba ve armatürler yardımı ile yapılır. Yapay aydınlatma sisteminde lamba ve armatürlerin seçimi önem arz etmektedir (Ünal, 2021).

2.3.2.3. İşyerlerinde aydınlatma

İşyerlerinde, çalışma ortamının güvenli olabilmesi için gözle görülmesi gereken işlerin kolayca yapılması ve görüş alanının iyi olması için aydınlatma önemli bir kriterdir. Bu sebeple, iş ortamlarında özellikle de sanayi kuruluşlarında yapılacak iş ve işleme uygun aydınlatma düzeyini sağlamak önemlidir. İş güvenliği koşullarının

iyileştirilebilmesi için tehlike görünürlüğünü sağlamak gerekir. Aydınlatma çalışanlarda görsel etki ile çalışanların motivasyonun artması kendini iyi hissetmesi gibi psikolojik ve biyolojik etkileri de vardır (Zeyrek, Kürkcü ve Çakar, 2014).

Sanayi veya büro çalışmalarında ise uygun aydınlatma düzeyi işlerin kolaylığını sağlamaktadır. Gölge veya parlama olmadan uygun aydınlatma düzeyi ile göz yorgunluğu ve baş ağrısının azaltılmasına da faydalıdır. Hareket eden parçaların iyi düzeyde aydınlatılması, kazaların önlenmesinde yardımcı olmaktadır. Ayrıca; uygun aydınlatma sistemi ise aydınlıktan karanlığa veya karanlıktan aydınlığa geçiş esnasında oluşan geçici görme kaybının sebep olduğu kazaları önlemeye yardımcı olmaktadır (Güler, 2003).

Gün ışığından yeter derecede faydalanılamayan, büro işlerinde, madencilik gibi yer altı işlerinde gece çalışmalarında suni aydınlatma önem arz etmektedir. Büro çalışmalarında göz sağlığı açısından önemlidir (Uzun ve Müngen, 2011).

2.3.2.4. Aydınlatma yasal düzenlemeleri

RG 17.07.2013, sayı 28710'de yayımlanan çalışma ortamı sağlık ve güvenlik yönetmeliğiyle çalışma ortamlarındaki aydınlatma şartları düzenlenmiştir. Yönetmelikte aydınlık seviyesi verilmemiştir fakat çalışma ortamlarının aydınlatılmasında TS EN 12464-1: 2013 ve TS EN 12464-1: 2012; standartlarının temel alınması gereği bildirilmiştir. Bu standartlar ile çalışma ortamlarındaki minimum aydınlık seviyeleri konusundaki belirsizlikler giderilmiştir (Işık ve Aydınlatma Standartı, 2013).

2.3.2.5. Uygun aydınlatmanın belirlenmesi

TS EN 12464-1 standardı ile bina içi genel alanlar, fabrika çalışma alanları, sağlık hizmeti ve halka açık yerlerdeki minimum aydınlık seviyeleri belirtilmiştir (Işık ve Aydınlatma Standartı, 2013).

Tablo 2.2’de farklı işlemlerin yapıldığı ortamlarda yapay aydınlatma ihtiyaçları verilmiştir.

Tablo 2.2: Farklı işlemlerin yapıldığı ortamlarda yapay aydınlatma ihtiyaçları

Aydınlatma ihtiyacı	Aydınlatma şiddeti			
	Çalışma türü (iş)	Genel aydınlatma (ortalama)	Çalışma yeri aydınlatması + genel aydınlatma	
			Çalışma yeri	Ek genel
Hafif	Kaba	80 - 170	-	-
Orta	Orta incelikli	170 - 350	250	40
Yüksek	İnce	350 - 700	500	20
Çok yüksek	Çok ince	700 - 1000	1000	80
Olağanüstü	-	-	4000	300

2.3.2.6. Aydınlatmanın sağlığa etkileri

İş kazalarının oluşması iş verimliliği ve sağlık şikâyetleri de aydınlatma şartları ile ilişkilendirilmektedir. Görme rahatsızlığı olarak isimlendirilen bu şikâyetler uygun olmayan aydınlatma şartlarına maruziyet sonucunda meydana gelen göz yorgunlukları da vardır.

Herkes de farklı belirtiler gösterse de;

- Göz yaşarması
- Baş ağrısı
- Göz tahrişi
- Görme bulanıklığı
- Göz kuruluğu
- Göz kaşıntısı ortak olarak gösterilebilir.

Aydınlık düzeyinin az olması durumunda insanların göz kırpma sayısında azalma olduğunu bilimsel araştırmalar ortaya koymuştur. Göz kırpma sayısının azalması göz merceğinin kurumasına, göz yorgunluğuna ve görme rahatsızlıklarının oluşmasına

sebebi olduğu belirtilmektedir. Doğru olmayan aydınlatma şartları altında çalışanların ruh sağlığında olumsuz etkiler bıraktığı bitkinlik hissine sebebi olduğu ifade edilmiştir. En sağlıklı aydınlatma kaynağı güneş ışığıdır. İnsanların kendilerini iyi hissetmesi için olabildiğince güneş ışığının aydınlatmasından faydalanması gerekmektedir (Bayrakdar, 2016).

2.3.3. Termal konfor fiziksel risk etmeni

Termal konfor, bir çalışma alanında işçilerin hava sıcaklığı, bağıl nem, hava akış hızı vb. iklimlendirme koşulları bakımından zihinsel ve bedensel faaliyetlerini yaparken belirli bir rahatlıkta olmalarını tanımlar (İsteknik Termal Konfor, 2020).

2.3.3.1. Termal konfor parametreleri

İşçilerin performansını ve üretken olmalarını etkileyen önemli koşullardan bir tanesidir. Termal konfor insanların fiziksel yapıları, cinsiyeti gibi kriterlere bağlı olmasına rağmen genel olarak termal konforu etkileyen parametreler kişisel ve çevresel olarak ikiye ayrılmaktadır.

Çevresel parametreler; sıcaklık, ortalama ışıyım sıcaklığı, nem ve hava akış hızı iken kişisel parametreler; kişi metabolik aktivite seviyesi ve giyinme durumunu ifade etmektedir (Atmaca ve Yiğit, 2011).

2.3.3.1.1. Çevresel parametreler

Hava sıcaklığı

Çalışma ortamında çevre havanın kuru termometre sıcaklığıdır. Hava sıcaklığı “termometre” ile ölçülür, birimi “°C”dir ve termal konfor üzerinde en etkili parametredir. Hava sıcaklığı buharlaşmayla ısı kaybı ve direkt olarak taşınım üzerine etkili olduğundan dolayı olarak odadaki nesnelerin yüzey sıcaklığı etkisiyle meydana gelen ısı kaybı üzerine etkilidir.

Çalışma ortamdaki hava sıcaklığına bağlı olarak çalışanların verim ve performansı da değişkenlik göstermektedir. Çalışma süresinde optimum sıcaklık olan 20°C'den insanın dayanabileceği maximum sıcaklık olan 35-40°C'ye doğru sıcaklık artışı meydana geldiğinde oluşabilecek durumlar Tablo 2.3'de verilmiştir (Altıntaş, 2008: Ünal, 2021).

Tablo 2.3: Sıcaklık artışına bağlı oluşabilecek durumlar

Çalışma ortamı sıcaklığı (°C)	Oluşabilecek durumlar
20°C optimum çalışma sıcaklığı	Çalışma kapasitesi tam
	Bıkkınlık
	Asabiyet
	Dikkatsizlik
	Bağıl hata sayısında artış
	Düşünsel çalışmada verim düşmesi
	Beceri isteyen işlerde %50 verim düşmesi
	İş kazası sayısında artış
	Ağır fiziksel işlerde verim düşmesi
	Vücutta su ve asit baz dengesinin bozulması
	Kan dolaşımının zorlanması
35-40°C maximum dayanılabilir sıcaklık	Aşırı yorgunluk

İnsan sağlığına zarar veren unsurlardan bir tanesi yüksek sıcaklarda çalışmaktır. Vücut sıcaklığının 40°C' ye ulaşması halinde kalp krizi tehlikesi yükselmektedir. Böylece ısı çarpmasının kalp krizine neden olacağı görülmektedir. Havanın sıcak olmasının yanında hava sıcaklığında artışa neden olan nemin azalmasına sebep olan hava akımı miktarının, çalışan insanın yaşı, fiziki koşulları, yapmış olduğu iş ve seçmiş olduğu kıyafet sıcak şartlarda çalışan işçilerin kaldığı riski belirlemede yardımcı olan faktörlerden bir kısmıdır (Yıldırım ve Altınsoy, 2015).

Bağıl nem

Birim havada bulunan su buharı miktarına “nem” adı verilir. Havadaki gerçek su buharı miktarıyla hava sıcaklığında tutulabilen havanın su buharının maksimum miktarı oranına ise “bağıl nem” denir. Bağıl nem “higrometre” ile ölçülmektedir, birimi ise “g/cm³”tür. Bağıl nem, havanın nemi emebilmesinde bir ölçüt olması ve böylece çalışanın vücudundan buharlaşmayla atılan ısı miktarına etkisi olduğundan dolayı termal konfor üzerine epeyce etkisi vardır. Arzu edilen bağıl nem oranı %30 ila

%70 aralıdır ve %50 bağıl nem oranı en çok kabul gören değerdir (Altıntaş, 2008: Ünal, 2021).

Yüksek nem oranı sahip ortamlar yüksek miktarda su buharı (terin deriden atılmasını önleyen) içerir. Sıcak ortamlarda, nem oranı %80 ve üzeri olduğunda vücuttan daha az ter atılabileceği (buharlaşarak) için önem arz etmektedir. Terin atılmasıyla vücut ısısında azalma meydana gelmektedir.

Orta nemli ortamların (%30 ila %65) termal konfora etkisi azdır fakat çok düşük nemli ortamlar ise deri ve ağız/boğaz kurması rahatsızlığına neden olur. Yüksek nemli ortamlar da deri ve solunumda buharlaşmayı azaltır böylelikle dağıtım mekanizması da sınırlandırmaktadır (Altıntaş, 2008).

Hava akış hızı

Havanın ortamdaki yer değiştirme hızına “hava akış hızı” adı verilmektedir. Hava akış hızı “anemometre” ile ölçülmektedir, birimi “m/sn”dir. Çalışma ortamlarında hava akış hızının hissedilen termal konfor duyarlılık seviyesine doğrudan etkisi vardır. Hava akış hızı taşınım yoluyla ısı alışverişini hızlanabilmektedir. Hava akış hızının değişimlerine bağlı olarak çalışan üzerindeki etkileri de değişmektedir (Ünal, 2021).

Hava akış hızlarının düzenlenmesi ile farklı nem ve sıcaklık değerlerine sahip iki farklı ortamda, aynı termal konfor hissi sağlanabilir. Örnek olarak, sıcaklığı 37°C, nemi %10 ve hava akış hızı 3 m/sn olan bir ortam ile sıcaklığı 27°C, nemi %75 ve hava akış hızı 0,1 m/sn olan diğer bir ortam, eşdeğer sıcaklık hissi verebilir. Havanın sıcaklığı, nemi ve hava akış hızı ile birlikte oluşturduğu sıcaklık etkisine “efektif sıcaklık” adı verilmektedir (İmancı, 2014).

Ortalama ısıtım sıcaklığı

Çalışma ortamında çalışanı çevreleyen bütün yüzey ve duvarların sıcaklıklarının ortalamasına “ortalama ısıtım sıcaklığı” adı verilir. Ortalama ısıtım sıcaklığı “globe termometre” adı verilen küre şeklindeki termometre ile ölçülür ve birimi “°C” dir.

Sıcaklığın yayılımı her nesne için farklıdır. Sıcaklık yayılımı, güneş ışığı ya da çalışma ortamlarında kullanılan fırın veya ısıtıcı vb. cihazlardan olmaktadır. Sıcaklık yayılımı insan, makine ve mobilya vb. katı yüzeyleri havaya göre daha hızlı ısıtmaktadır (Altıntaş, 2008: Ünal, 2021).

Ortalama ışıınım sıcaklığı çalışanların termal konfor hesaplamalarında önemli bir parametredir. Çalışılan ortam sıcaklığı, bağıl nemi ve hava akış hızı parametreleri uygun değerlerde olsa bile çalışanı çevreleyen yüzey ve duvarlarda sıcaklık veya soğukluk olması halinde çalışanın termal konforu olumsuz etkilenebilir (Uğurluay, 2019).

Çalışma ortamını çevreleyen tüm yüzeylerin ortalama ışıınım sıcaklığı aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanmaktadır (Altıntaş, 2008). Çalışmamızda da ortalama ışıınım sıcaklığını hesaplamak için bu denklemler kullanılmıştır.

$$tr = \frac{0.08(t_{pr1}+t_{pr2})+0.23(t_{pr3}+t_{pr4})+0.35(t_{pr5}+t_{pr6})}{2(0.08+0.23+0.35)} \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.10)$$

tr = Ortalama ışıınım sıcaklığı (°C)

tpr1 = Çalışma ortamı döşeme yüzey sıcaklığı

tpr3 = Çalışma ortamı sağ düzlem yüzey sıcaklığı

tpr5 = Çalışma ortamı ön düzlem yüzey sıcaklığı

tpr2 = Çalışma ortamı tavan yüzey sıcaklığı

tpr4 = Çalışma ortamı sol düzlem yüzey sıcaklığı

tpr6 = Çalışma ortamı arka düzlem yüzey sıcaklığı

2.3.3.1.2. Kişisel parametreler

Metabolik aktivite düzeyi

ANSI/ASHRAE Standard 55 (2010) termal konfor standardına göre bir birey metabolik faaliyetlerle kimyasal enerjisini, mekanik işler ve ısıya dönüştürme oranına “metabolik oran” olarak tanımlanmaktadır. Metabolik oran birimi “met”dir (1 met = 58.2 W/m²). Metabolik oran aktivite çeşidi ve yapıldığı koşullara bağlı olarak farklılıklar gösterir. Ortalama bir yetişkin için farklı aktivite çeşitlerine göre metabolik oranlar Tablo 2.4’te görülmektedir (Uğurluay, 2019).

Tablo 2.4: Bazı aktivitelere göre metabolik oranlar

Aktivite	met	W/m ²
Uyuma	0,7	40
Yaslanma	0,8	45
Oturma	1,0	60
Oturarak okuma/yazma	1,0	60
Bilgisayarda yazma	1,1	65
Oturarak yapılan evrak işleri	1,2	70
Ayakta durma	1,2	70
Ayakta yapılan evrak işleri	1,4	80

Giyinme durumu

ANSI/ASHRAE Standard 55 (2010) termal konfor standardına göre giyilen kıyafetin ısı transferine karşı gösterdiği direnç “kıyafet yalıtımı” olarak tanımlanmaktadır. Kıyafet yalıtımı birimi “clo” dur ($1 \text{ clo} = 0,155 \text{ W/m}^2 \text{ K}$). Kıyafetlerin ısı alışverişine karşı direnci kıyafetin türüne göre değişmektedir. Kıyafet yalıtımı, insan derisi ile çevre arasındaki ısı alışverişini etkileyen bir etkidir. Bazı kıyafetler için yalıtım değerleri Tablo 2.5’te görülmektedir (Uğurluay, 2019).

Tablo 2.5: Bazı kıyafetler için yalıtım değerleri

Kıyafet	clo
Pantolon, kısa kollu gömlek	0,57
Pantolon, uzun kolluk gömlek	0,61
Pantolon, uzun kolluk gömlek, ceket	0,96
Pantolon, uzun kolluk gömlek, uzun kollu kazak, T-shirt	1,01
Pantolon, uzun kolluk gömlek, ceket, yelek, T-shirt	1,14
Pantolon, uzun kolluk gömlek, uzun kollu kazak, T-shirt, uzun içlik	1,30
Uzun kollu tulum, T-shirt	0,72
Tulum, uzun kollu gömlek, T-shirt	0,89

2.3.3.1.3. Diğer etkenler

Termal konfor şartlarına çevresel (sıcaklık, hava akış hızı, nem, ortalama ışıyım sıcaklığı) ve kişisel (metabolik aktivite düzeyi ve giyinme durumunu) parametrelere ek olarak cinsiyet, yaş, günlük ritimler ve termal çevreye uyum gibi faktörlerinde etkisi vardır.

ANSI/ASHRAE Standard 55 (2010) termal konfor standardında kadınların buharlaşma kayıpları ve deri sıcaklığı erkeklere oranla daha düşük olduğu

belirtilmiştir. Bu yapısal farklılıklardan dolayı erkekler kadınlara oranla daha yüksek bir metabolizma hızına sahiptir. Yaşlılar, gençlere göre daha düşük metabolizma hızına sahip oldukları için genellikle gençlere göre daha yüksek ortam sıcaklıkları tercih etmektedirler. İnsan vücudunun sıcaklık ritmi gün içinde değişebildiğinden termal konfor tercihleri de değişebilmektedir. Ayrıca, ortam sıcaklığı, yerel giyinme alışkanlıklarına uygun kıyafet giyenlerin termal ortam tercihlerini tam olarak etkilemez (Uğurluay, 2019).

2.3.3.2. Termal konfor bölgesi

Çalışanların uygun termal konfor şartları aralığında olan ortama “termal konfor bölgesi” adı verilmektedir. Termal konfora etkisi olan çevresel parametreler (sıcaklık, hava akış hızı, nem, ortalama ışıyım sıcaklığı) termal konfor bölgesi oluşumunda etkindir. Çalışma ortamlarında önerilen termal konfor değerleri Tablo 2.6’da verilmiştir (Ünal, 2021).

Tablo 2.6: Termal konfor değerleri

Çalışma Şekli ve İş Yüğü	Hava Sıcaklığı (C)			Bağıl Nem (%)			Bağıl Nem (%)
	Min.	Opt.	Max.	Min.	Opt.	Max.	Max.
Büro İşi	18	21	24	30	50	70	0,1
Oturarak Hafif İş	18	20	24				0,1
Ayakta Hafif İş	17	18	22				0,2
Ağır İş	15	17	21				0,4
Çok Ağır İş	14	16	20				0,5

2.3.3.3. Termal konforun değerlendirilmesi

2.3.3.3.1. PMV-PPD yöntemi

TS EN ISO 7730: (2006) standardına göre çalışanların PMV (ortalama tahmini oy) ve PPD (memnuniyetsizlerin tahmini yüzdesi) değerlerini hesaplamak için

aşağıdaki denklemler kullanılmaktadır (Altıntaş, 2008). Çalışmamızda da PMV ve PPD değerlerini hesaplamak için bu denklemler kullanılmıştır.

$$\begin{aligned} \text{PMV} = & [0,303 e^{-0,036.M} + 0,028] \times \{(M-W) - 3,05 \times 10^{-3} [5733 - 6,99 (M-W) - P_a] \\ & - 0,42 [(M-W) - 58,15] - 1,7 \times 10^{-5} \times M \times (5867 - P_a) - 0,0014M \times (34 - t_a) \\ & - 3,96 \times 10^{-8} f_{cl}[(t_{cl} + 273)^4 - (t_r + 273)^4] - f_{cl} \times h_c (t_{cl} - t_a)\} \end{aligned} \quad (2.11)$$

$$t_{cl} = 35,7 - 0,028.(M-W) - I_{cl} \cdot \{3,96 \cdot 10^{-8} \cdot f_{cl} \cdot [(t_{cl} + 273)^4 - (t_r + 273)^4] + f_{cl} \cdot h_c \cdot (t_{cl} - t_a)\} \quad (2.12)$$

$$\begin{aligned} h_c = & \{2,38 \cdot |t_{cl} - t_a| \text{ için } 0,25 \leq |t_{cl} - t_a| < 12,1 \cdot \sqrt{V_{ar}} \\ & \{12,1 \cdot \sqrt{V_{ar}} \text{ için } 2,38 \cdot |t_{cl} - t_a| \text{ için } 0,25 < |t_{cl} - t_a| < 12,1 \cdot \sqrt{V_{ar}} \} \end{aligned} \quad (2.13)$$

$$\begin{aligned} f_{cl} = & \{1,00 + 1,290 I_{cl} \text{ için } I_{cl} \leq 0,078 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} \\ & \{1,05 + 0,645 I_{cl} \text{ için } I_{cl} > 0,078 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} \} \end{aligned} \quad (2.14)$$

$$\text{PPD} = 100 - 95 \times \exp(-0,03353 \cdot \text{PMV}^4 - 0,2179 \cdot \text{PMV}^2) \quad (2.15)$$

PMV=Tahmini ortalama oy

M=Metabolik oran (W/m²)

Pa=Kısmi su buhar basıncı (Pa)

t_{cl}=Kıyafet yüzey sıcaklığı (°C)

h_c=Konveksiyon ısı transferi katsayısı [W/(m².K)]

I_{cl}=Kıyafet yalıtımı (m².K/W)

1 met= 58,2 W/m²

PPD=Memnuniyetsizlerin tahmini yüzdesi

W=Etkin mekanik güç (W/m²)

ta=Hava sıcaklığı (°C)

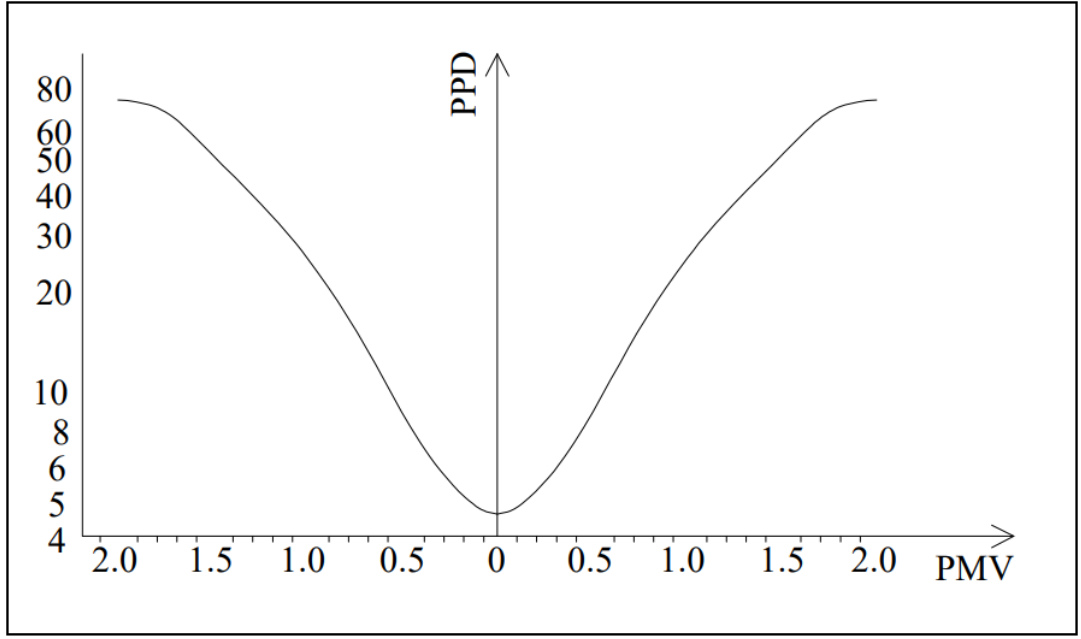
f_{cl}=Kıyafet yüzey alan faktörü

Var=Bağıl hava hızı(m/sn)

tr=Ortalama ışıınım sıcaklığı (°C)

1clo = 0,155 m². °C /W

PMV değeri, sıcaklık, hava akış hızı, nem, ortalama ışıınım sıcaklığı, metabolik oran ve kıyafet yalıtımı parametrelerini kullanarak hesaplayan ve çalışanların ortam termal koşullarından etkilenme seviyesini belirlemektedir. PPD değeri ise, ortamın hesaplanan PMV değerine göre belirlenmektedir. Bu değer ortamda bulunanların termal memnuniyetsizlik oranını belirlemekte kullanılmaktadır. PMV ve PPD parametreleri arasındaki ilişki grafiği Şekil 2.2’de verilmiştir (TS EN ISO 7730, 2006).



Şekil 2.2: PMV-PPD ilişki grafiği

PMV-PPD grafiğine göre, tam konforlu bir çalışma ortamı sağlanması durumunda bile %100 memnuniyet sağlanması mümkün değildir. Tam konforlu ortam şartları sağlanmasına rağmen ortamda bulunanların %5'i hala termal ortamdan memnuniyetsizliğini belirtmiştir.

ANSI/ASHRAE Standard 55 (2010) termal konfor standardına göre, bir çalışma ortamı düzgün termal dağılımlı olmak şartıyla, bu ortamın konforlu olarak görülebilmesi için, çalışanların %90'ının termal ortamdan memnun olması gerekmektedir. TS EN ISO 7730: (2006) standardına göre ise çalışma ortamının konforlu olarak görülebilmesi için PMV değerinin +0,5 ile -0,5 aralığında olması gerekmektedir. Bu değer aralığı ortamda bulunanların memnuniyetsizlik oranının %10'u geçmemesi anlamına gelmektedir.

2.3.3.3.2. WBGT yöntemi

TS EN 27243 (2002) standartına göre WBGT indeksi, doğal yaş-hazne sıcaklığı ile küre sıcaklığına (güneş yükü olmayan iç/dış yapılar) ve bazı durumlarda (güneş yüklü

olan dış yapılar) ise hava sıcaklığı (kuru hazne sıcaklığı) da dikkate alınarak hesaplanmaktadır.

Bu indeks sıcak ortamların değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Sadece çalışma ortamının ısı baskısını temel alır ve ısı baskısını tahmin etmek için hızlı bir değerlendirme yapmamıza yardımcı olur. WBGT sıcaklık, hava akış hızı, nem ve ortalama ışıma sıcaklığı parametrelerinin bir ölçüsüdür. Güneş görmeyen iç/dış yapılar ve güneş gören dış yapılar için WBGT hesaplamada kullanılan denklem aşağıda verilmiştir.

$$\text{WBGT} = 0,7 t_{nw} + 0,3t_g \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.16)$$

WBGT = Yaş-hazne küre sıcaklığı (°C)

tnw = Doğal yaş-hazne sıcaklığı (°C)

tg = Küre sıcaklığı (°C)

$$\text{WBGT} = 0,7 t_{nw} + 0,2t_g + 0,1 t_a \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.17)$$

WBGT = Yaş-hazne küre sıcaklığı (°C)

tnw = Doğal yaş-hazne sıcaklığı (°C)

tg = Küre sıcaklığı (°C)

ta = Kuru hazne sıcaklığı (°C)

Hesaplanan WBGT değerleri, referans değerler ile kıyaslanarak değerlendirilir. Sonuca göre, ya çalışma ortamındaki ısı baskısı veya zorlamasının uygun yöntemler ile doğrudan azaltılması ya da daha ayrıntılı fakat gerçekleştirilmesi çok zor olan ve uzun zaman alan yöntemler kullanılarak detaylı bir ısı baskısı analizi yapılması gerekir (Deniz, 2017).

TS EN 27243 (2002) standardına göre WBGT ölçümlerinin yapılabilmesi için, çalışma ortamında termal konfor PMV değerinin +2 ila +3 aralığında olması şarttır, aksi takdirde WBGT ölçümlerinin yapılmasına gerek yoktur. Çalışmamızda da PMV değerleri $-2 < \text{PMV} < +2$ aralığında olduğundan dolayı WBGT değerinin hesaplanmasına gerek duyulmamıştır.

2.3.3.4. Termal duyarlılık ölçeği

TS EN ISO 7730: (2006) standardına göre hesaplanan PMV ve PPD parametreleriyle çalışma ortamının termal konfor şartlarını tahmin ederek termal memnuniyet

değerlendirilmektedir. Termal konfor sıcaklığı belirleyebilmek için birçok termal duyarlılık ölçeği çalışmaları yapılmıştır. Tablo 2.7’de bazı termal duyarlılık ölçekleri verilmiştir.

Tablo 2.7: Bazı termal duyarlılık ölçekleri

Fanger		ASHRAE		Bedford		Rohles ve Nevins	
Anlam	Değer	Anlam	Değer	Anlam	Değer	Anlam	Değer
Soğuk	-3	Soğuk	1	Çok daha ılık	1	Çok soğuk	-4
Serin	-2	Serin	2	Çok ılık	2	Soğuk	-3
Biraz serin	-1	Biraz serin	3	Konforlu olarak ılık	3	Serin	-2
Nötr	0	Nötr	4	Konforlu	4	Biraz serin	-1
Biraz ılık	1	Biraz ılık	5	Konforlu olarak serin	5	Nötr	0
Ilık	2	Ilık	6	Çok serin	6	Biraz ılık	1
Sıcak	3	Sıcak	7	Çok daha serin	7	Ilık	2
						Sıcak	3
						Çok sıcak	4
						Izdırap verici	5

Fanger’in yedi nokta termal duyarlılık ölçeğine göre çok sayıda kişiden meydana gelen toplulukta minimum %80 memnuniyet sağlayan termal konfor sıcaklığı tahmin edilmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada konfor bölgesini +1 (Biraz ılık), 0 (Nötr) ve -1 (Biraz serin) olarak değerlendirmiştir (Uğurluay, 2019). Çalışmamızda da termal konfor duyarlılık ölçeği olarak Fanger’in yedi nokta termal konfor duyarlılık ölçeği kullanılmıştır.

2.3.4. Toz fiziksel risk etmeni

Çalışma ortamındaki toz, sis, gaz ve dumanlar ortamda bulunanlar için maruziyet durumunda önemli tehlikeler içermektedir. Bu formların hepsi çalışanlar için tehlikeli olduklarından dolayı önemlidir ama özellikle de ortamdaki tozlar daha fazla meslek hastalıklarına sebep olduklarından daha fazla önemlidir. Toz maruziyeti durumunda çalışanlarda solunum yolu hastalıkları, astım, kanser, alerjik alveolit vb. hastalıklar görülebilmektedir (Kir, 2017).

2.3.4.1. Toz

Kömür, ağaç, tahıl, metal, cevher, mineral, maden ocaklarından çıkarılan taşlar vb. maddelerin; doldurulma ve boşaltma, taşınma, delinme, taşa tutulma, çarpılma, püskürtülme, öğütülme patlatılması ve dağıtılması sırasında oluşan ve üretildiği maddeyle aynı kimyasal içeriğe sahip olan veya olmayan ve havada dağılabilen ya da yayılabilen 0,5 ila 150 mikron aralığındaki katı parçacık ve uzun süre havada asılı kalabilen maddeciklere “toz” adı verilir (Proseslerde Açığa Çıkan Toz ve Sağlığa Etkileri, 2020).

2.3.4.1.1. Aerodinamik çap

Toz parçacığının geometrik boyutu, şekli ve gerçek yoğunluğuna bakmadan çalışma ortamındaki basınç, bağıl nem ve sıcaklık şartlarındaki parçacıkla, durgun havada yerçekimi etkisiyle aynı çökme hızına sahip olan 1 g/cm³ yoğunluklu kürenin çapına “aerodinamik çap” adı verilir.

2.3.4.1.2. Parçacık büyüklüğü

Tozun bölünemeyen en küçük birimine “parçacık” denir. Parçacık büyüklüğü, parçacık aerodinamik davranışını karakterize etmekte kullanılan en önemli fiziksel özelliğidir. Parçacık büyüklüğü ölçü birimi “mikrometre” sembolü “µm”, “nanometre” sembolü “nm” veya “mikron” sembolü “µ” dur. Parçacık büyüklüğü ölçümü farklı teknikler kullanılarak yapılabilir. Parçacık büyüklüğünü belirlemede eşdeğer veya ortalama çap kullanılır. Genel olarak parçacıkların şekilleri düzensiz olduğu için parçacık boyutu ölçmede kullanılan cihazlar bunları küre olarak değerlendirir ve parçacık büyüklüğü de küre olarak hesaplar. Ayrıca parçacık büyüklüğü belirlenirken, parçacık yüzey alanı, iz düşüm alanı, en küçük kesit alanı, en büyük uzunluk ve hacmi analizlerde kullanılır.

2.3.4.1.3. Parçacık yoğunluğu

Parçacık birim hacminin, birim hacimdeki parçacıkların kütlesine oranına “parçacık yoğunluğu (konsantrasyonu)” denir. Birimi “kg/m³”dür. Katı parçacıkların yoğunluğu kimyasal bileşimleriyle belirlenir. Küçük parçacıkların toplanmasıyla oluşan parçacık yığınları yapısında boşluklar vardır. Bu boşluklar sebebiyle aynı malzemenin katı parçacığının yoğunluğu, oluşturduğu parçacık yığını yoğunluğundan daha büyüktür (Kir, 2017).

2.3.4.2. Solunabilir toz

Tozla Mücadele Yönetmeliği (2013) solunabilir tozu, “0,1 ila 5 mikron aralığında aerodinamik eşdeğer çapa sahip, amorf veya kristal yapıdaki tozlar ile çapı 3 mikrondan küçük, uzunluğu çapının en az 3 katı olan lifsi tozlar” olarak tanımlamıştır.

DSÖ, solunabilir tozların %50’sinin aerodinamik çapı 80 ila 100 mikrometrenin altında olan, alveol ve trokale ulaşan tozlar dahil, maruziyet durumunda bütün solunum sistemine etki eden ve ağız/burun yoluyla vücuda giren, havada asılı kalan tüm parçacıkların kütlesi olarak tanımlamıştır (Kir, 2017).

2.3.4.3. Lifsi toz

Tozla Mücadele Yönetmeliği (2013) lifsi tozu “uzunluğu 5 mikrondan büyük, eni 3 mikrondan küçük ve boyu eninin 3 katından büyük parçacıklar” olarak tanımlamıştır.

2.3.4.4. Toz çeşitleri

İş güvenliği bakımından tozlar iki bölümde incelenir;

a- Yapısına göre kimyasal tozlar:

1- Organik tozlar:

-Bitkisel (tahta, pamuk, saman, un, bitki tohumları vb.)

-Hayvansal (saç, tüy, deri vb.)

- Sentetik bileşenli (reçine, plastik, lastik vs.)
- 2- İnorganik tozlar;
 - Metalik (demir, bakır, altın, alüminyum vb.)
 - Metalik olmayan (kükürt vb.)
- 3- Kimyasal bileşenlerin tozları (manganezoksit, çinkooksit, cam. vb.)
- 4- Doğal bileşenlerin tozları (killer, mineraller, maden cevheri vb.)

b- Biyolojik etkili tozlar

- 1- Fibrojenik; fibroz'a yol açan tozlar: silikatlar (talk, asbest, mika), silis (kuvars), kalay cevheri, berilyum cevheri, kömür (antrasit, bitümlü kömür), bazı demir cevherleri,
- 2- Toksik tozlar; akut ve kronik zehirlenmelere yol açan tozlar: kan yapıcı organlarda etkin rol oynarlar.
- 3- Kanserojen tozlar; kansere sebep olan tozlar: asbest, radyum, arsenik ve bileşenleri, kromatlar (kalsiyum-potasyum-sodyum-), berilyum, nikel ve bileşikleri (nikel oksit, nikel sülfid)
- 4- Radyoaktif tozlar; α ve β ışınları nedeniyle zararlı olan tozlar: radyum, uranyum ve toryum cevherleri
- 5- Allerjik tozlar; dönemsel olarak beliren insanlarda solunum ile ilgili hastalıklara yol açan tozlar: ot, pamuk, hayvan yemleri, tahıl, kenevir, keten, un vb.
- 6- İnert tozlar; insan vücudunda birikip herhangi bir duruma yol açmayan tozlar: kireçtaşı, titandioksit, mermer, baryum bileşenleri, alçı tozları vb.

Çalışma ortamlarındaki toksik tozları ise;

- *Mesleki akciğer toz hastalıklarına neden olan tozlar,
- *Mesleki cilt hastalıklarına neden olan tozlar,
- *Alerjik etki gösteren tozlar,
- *Sistemik toksik etki gösteren tozlar,
- *Mesleki kanserlere neden olan tozlar.

2.3.4.5. Toz oluşumu ve yayılması

DSÖ, delme, kesme, aşındırma, kumlama, yüzey temizleme, taş kesme, kaya delme, talaş kaldırma, öğütme, dökümlerin temizlenmesi, kum kalıplarının kırılması, zımparalama, kesme, parlatma, tüm toz ve granüllerin tartımı, torbalanması, karıştırılması, aktarılması işlemlerini tozlu işlemler olarak belirtmiştir.

Çalışma ortamında yapılan toz içeren işlemler hem tozu serbest bırakır hem de yapılan işlem ve süreçler esnasında büyük parçacıklardan sürtünme ve çarpma ile daha küçük toz parçacıklarının koparak çalışma ortamına yayılmasına sebep olurlar. Bu işlemlerin sebep olduğu toz emisyonlarını azaltmak için, üretim ve yayılma mekanizmalarını anlamak önemlidir.

Toz, toz oluşumuna sebep olabilecek maddelerin kırılmasıyla maddelerin parçacık haline dönüşmesi sonucunda oluşur. Çalışma ortamlarında toz parçacıklarının taşınması veya serbest dolaşımını içeren yöntem ve süreçlerle tozlar çalışma ortamına yayılırlar. Ek olarak, çalışma ortamında tozun yayılmasında hava akımının da etkisi olabilir. Tozun yayılmasıyla toz yoğunluğu da artmaktadır. Tozun yayılması ve yoğunluğunu etkileyen faktörler; sıcaklık, nem, hava akış hızı, yapılan işlem, toz düşme yüksekliği, kullanılan malzemeler olarak sıralanabilir.

Serbest düşen parçacıkların sebep olduğu toz oluşumu, maruziyet bakımından, bir malzemenin toz oluşturma kapasitesinin toz oluşumuna sebep olan işlem ve süreçler kadar önemlidir. Toz parçacıklarının düşme yüksekliği, toz oluşumu ve yayılmasında önemli etkiye sahiptir. Hava akımı yüksekse fazla olduğundan düşme yüksekliği arttıkça tozun yayılma oranı da artacaktır.

Toz oluşmasına sebep olan bir maddenin nispeten büyük parçacıklarının, toz halinde olan parçacıklara oranla daha az toz oluşturma tehlikesi olduğu düşünülmektedir. Fakat, bileşim içerisinde nispeten büyük parçacık oranı arttıkça, malzemenin kaynaşmasında azalma meydana geleceği için nispeten büyük parçacıklar sebebi ile toz oluşumu artabilmektedir. Ayrıca, nispeten büyük parçacıklar daha fazla

çarpmaya sebep olacakları için parçacıklar arasındaki etkileşimi artırarak toz yayılımını da arttırmaktadırlar.

Çalışma ortam sıcaklığının tozun yayılması ve yoğunluğunda dolaylı bir etkiye sahiptir. Sıcaklığın dolaylı etkisi bağıl nem ile olan ilişkisine dayanmaktadır. Sıcaklık arttıkça bağıl nem azalır sonuç olarak toz parçacıkları daha kuru halde olacağı için daha fazla askıda kalabilecek ve daha fazla yayılacaktır.

Bağıl nemin tozun yayılması ve yoğunluğuna etkisi sıcaklık ile bağlantılıdır. Bağıl neminin azalması çalışma ortamında tozun yayılması ve yoğunluğunun artmasına sebep olacaktır. Nem, toz parçacıkları arası bağlanma kuvvetini artırarak, toz oluşumu ve yayılmasını azaltır. Nemin toz oluşumu ve yayılımını azaltıcı etkisi, toz üreten malzemenin miktarı, yüzey özellikleri ve de nem tutma yeteneğine bağlıdır.

Hava akımı, tozun yayılım ve yoğunluğunda en önemli etkenlerden birisidir. Bir toz parçacığı, havada asılı durumdayken daha büyük kuvvetler parçacığı hava akımından uzaklaştırmadıkça hava akımlarını takip ederler. Bu sebeple, havalandırmayla üretilen kontrolü hava akımı, toz yayılımını önlemede en etkili yöntemdir (Kir, 2017).

2.3.4.5.1. Proseslerde toz oluşumu

En fazla toz maruziyeti olan işler;

- a- Tünel, yol ve baraj yapımı
- b- Çimento fabrikası
- c- Un değirmeni, tahıl silosu ve un fabrikası
- d- Mobilya fabrikası
- e- Raspa ve kumlama
- f- Yüzey işleme ve depolama
- g- Delme, patlatma, öğütme, kırma
- h- Maden ocağı
- i- Döküm fabrikası (grafit ve kum)
- j- Porselen üretimi

- k- Kiremit ve tuğla fabrikası
- l- Mermer fabrikası
- m- Kaynak işleri
- n- Pamuklu dokuma fabrikası
- o- Sigara fabrikası
- p- Metal sanayi
- q- Demir ve çelik fabrikası
- r- Nakliyat

2.3.4.5.2. Toz oluşumuna karşı alınacak önlemler

Toza karşı alınması gereken önlemler aşağıdaki gibidir.

- a- Düzenli toz ölçümü
- b- Yerel veya genel havalandırma
- c- Islak çalışma sistemi
- d- Düzenli kontrol (SFT ve röntgen) muayenesi
- e- İş başı muayenesi
- f- Uygun KKD kullanımı
- g- Çalışanlara düzenli eğitim sağlanması

2.3.4.6. Toz ölçüm yöntemi

Çalışma ortamlarında iş sağlığı ve güvenliği için, toz maruziyetinin çalışanların sağlığına potansiyel etkilerinin tespiti, yasalarda belirtilen şartlara uyumu, tozları oluşturan kaynakların belirlenmesi, toz maruziyet değerlerinin belirlenmesi, çalışma ortamında standartlara uygun hava kalitesi sağlayabilmek için toz maruziyet ölçümleri yapılmaktadır.

Toz maruziyet ölçümleri iki kademeli bir prosestir. Birinci kademede ölçümlerin yapılacağı ortamdaki toz parçacıkları filtre ile toplanır. Toz örnekleme sisteminde, toz parçacıkların giriş yapılandırması ve akış hız ayarlama ünitesinden oluşmaktadır. Bu sistemde toz parçacık örnekleri bir filtre üzerinde toplanır. Toz toplama filtreleri

gerçekleştirilecek fiziksel veya kimyasal analizlere göre değişmektedir. İkinci kademedede ise filtre üzerinde toplanan toz parçacıklarının analizleri yapılmaktadır (Yeşilyurt ve Akcan, 2001).

Toz parçacıklarının farklı fiziksel ve kimyasal özelliklerinden faydalanılarak; tozların boyutları, yoğunluğu ve kütlesini ölçebilen, kimyasal bileşenlerini belirleyebilen yöntemler mevcuttur. Toz ölçümlerinde aşağıdaki temellere dayalı yöntemler kullanılmaktadır.

- Parçacık kütlesi ölçümü
- Parçacık ışık saçılımı
- Görünür ışık Emilimi
- Elektriksel hareketlilik

Çalışmamızda “Parçacık kütlesi ölçümü” temeline dayalı toz ölçüm yöntemi kullanılmıştır.

Parçacık kütlesi ölçümü temeline dayalı toz maruziyet ölçüm yöntemlerinde kütle belirlenmesi; elektron zayıflama özellikleri, atalet ve filtre üzerindeki küçük gözenekler arasındaki basıncın azalmasıyla yapılmaktadır. Parçacık kütlesi ölçümü temeline dayalı yöntemlerden bazıları aşağıda belirtilmiştir (Kir, 2017).

- Gravimetrik yöntem
- TEOM (Tapered Element Oscillating Microbalance) gravimetrik yöntemi
- Radyometri / β ışını absorpsiyonu
- Basınç düşürücü bant örnekleyici (CAMMS) yöntem

Tozla Mücadele Yönetmeliği (2013) toz ölçümünü çalışma ortamında gravimetrik temele göre toz miktarı ya da lifsi tozların lif sayısına göre belirlenmesi olarak tanımlamıştır. Yönetmelik toz maruziyet ölçümünde gravimetrik yöntemi esas almıştır. Çalışmamızda da “Gravimetrik” toz ölçüm yöntemi kullanılmıştır.

Gravimetrik yöntemde, toz ölçümü yapacak örnekleme sistemi filtre kağıdı ve hava akış hızı ayarlama ünitesinden oluşmaktadır. Örnekleme yapılmadan önce boş (blank) filtre belirlenmiş kararlı sıcaklık ve bağıl nem şartları sağlanana kadar desikatör ortamında bekletilir ve hassas teraziyle tartılarak filtre net ağırlığı belirlenir. Ölçüm yapılacak çalışma ortamında belirlenmiş süre ve hava akış hızı aralığında filtreler ortam havasında varolan parçacıkları toplanır. Toz parçacıklarla yüklü filtre, blank filtre tartılmasında kullanılan belirli sıcaklık ve bağıl nem şartları sağlanarak tartılır.

Toz maruziyet ölçümünde kullanılan filtrenin ölçüm öncesi ve sonrası ağırlık farkı ile örneklenmiş hava hacmi kullanılarak “mg/m³” birimi ile toz yoğunluğu hesaplanır. Toz yoğunluğu hesaplamalarında kullanılan denklem aşağıda verilmiştir (Kir, 2017). Çalışmamızda da toz konsantrasyonunu hesaplamak için bu denklemler kullanılmıştır.

$$C = (W_f - W_i) - (B_f - B_i) / V.t \times 1000, \text{ mg/m}^3 \quad (2.18)$$

C=Toz yoğunluğu (mg/m³)

W_f=Numune filtre son tartımı (mg)

W_i=Numune filtre ilk tartımı (mg)

B_f=Blank numune filtre son tartımı (mg)

B_i=Blank numune filtre ilk tartımı (mg)

V=Hacimsel hava akış hızı (litre/dakika)

t=Ölçüm süresi (dakika)

Gravimetrik yöntem ile ölçümlerde hata oranı %10 ila 20 aralığındadır. Ölçüm sonuçlarını etkileyen faktörler aşağıda verilmiştir (Modanlıoğlu, 2013).

- Hava akımında oluşan dalgalanma
- Parçacık yoğunluğunda oluşan dalgalanma
- Örnekleme sistemi konumu
- Örnekleme noktası sayısı
- Nozzle tasarımı
- Nozzle eğimi
- İzokinetik örnekleme sapmaları

2.3.4.7. Tozun sağlığa etkileri

Tozların solunum yollarına etkisi büyüktür. Her nefeste, havada asılı halde bulunan tozlar, ağız ve burun yoluyla vücuda girerek solunum yollarından geçerek akciğere ulaşır. Bu tozların 5 mikrondan büyükleri, burun ve üst solunum yolunda takılır, öksürük ve balgamla dışarı çıkarılır. Fakat bu tozların çapları küçüldükçe, akciğerlere kadar ulaşabilir ve alveollere ulaşabilenler çoğalır. 1 ila 2 mikron civarı çapa sahip olan tozlar olanlar neredeyse hiç tutulamadıkları için sağlık bakımından büyük problemler oluşturabilirler. 1 mikrondan daha küçük olanlar, hafif ve ufak olmaları sebebiyle akciğerde asılı kalırlar ve nefes verme esnasında dışarı çıkabilirler. Fakat akciğerlere nüfuz eden tozlar kimyasal ve fiziksel durumlarına göre birçok hastalığa sebep olurlar. Üst solunum yollarını tahriş edebilirler. Bronşit hastalığı tozlu ortamlarda çok sık rastlanılmaktadır. Ayrıca; fırın toz ve tika ağacı vb egzotik ağaların tozları da astıma sebep olabilir. Büyük çaplı tozlar burun boşluklarında probleme sebep olabilirler. Sülfür, sülfat, arsenat ve çimento tozları ülserli burun iltihabı yapabilir. Krom tozları ise burunda delinmeye kadar ilerleyebilen ülserler yapabilir (Akbulut, 1996; Darabont, 1998).

Çevresel ve mesleksel toza maruz kalan kişilerin genelde akciğerleri etkilenir. Meydana gelen bu hastalıklara pnömokonyoz adı verilmektedir. Pnömokonyoz; kömür işçisi pnömokonyozu, silikoz ve asbestoz vb. birçok patolojen için kullanılan genel bir isimdir. Akciğer toz hastalıkları (pnömokonyoz) içinde en çok bilinen silikozis'dir. Tozun sebep olduğu hastalıkların tümünde akciğerde toz birikmesi ve buna bağlı fibrozis meydana gelmeyebilir. Bu sebeple son yıllarda pnömokonyoz yerine “mesleki akciğer hastalıkları” tanımı kullanılmaktadır (Proseslerde Açığa Çıkan Toz ve Sağlığa Etkileri, 2020).

Çalışma ortamında bulunan 0,5 ila 100 mikron aralığındaki tozlar solunum sistemine girerek meslek hastalıklarına neden olmaktadır. 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu (5510) (2006) meslek hastalığını, “sigortalının çalıştığı veya yaptığı işin niteliğinden dolayı tekrarlanan bir sebeple veya işin yürütüm şartları yüzünden uğradığı geçici veya sürekli hastalık, bedensel veya ruhsal engellilik halleridir” olarak tanımlamıştır.

2.4. Fine Kinney Risk Değerlendirme Metodu

1976 yılında A.D. Wiruth ile G.F. Kinney beraber geliştirdikleri risk değerlendirmede kullanılan, karma risk değerlendirme metotlarından bir tanesidir. Tehlike gerçekleşmesi durumunda insan, çalışma ortamı ve çevrede meydana getireceği hasar veya zararın şiddet oranı ile değerlendirilmektedir. 5x5 matris yönteminden farkı frekans değerinin de hesaplamada kullanılmasıdır.

İşyerleri istatistiklerinin kullanılmasına imkân sağlayan ve kullanımı kolay olan bir yöntemdir. Üç bileşenden oluşur. Bunlar; ihtimal (hasar veya zararın gerçekleşme olasılığı), frekans (tehlike maruziyet sıklığı) ve şiddet (tehlike gerçekleşmesi durumunda insan, çalışma ortamı ve çevrede meydana getireceği hasar veya zararın şiddet oranı) olarak sıralanır. Bu bileşenlerin çarpımı risk değerini verir.

Hesaplanan risk değeri yüksekliği alınacak tedbirlerin aciliyetini belirler ve önem sırası risk derecesine göre yapılır (Kinney and Wiruth, 1976).

$$\text{Risk Derecesi} = I \times F \times \text{Şi} \quad (10)$$

I= İhtimal, (0,2-10 aralığında) F= Frekans, (0,5-10 aralığında)
Şi= Şiddet (1-100 aralığında)

Fine Kinney metodu Tablo 2.8’de verilmiştir. Fine Kinney yöntemine göre risk değerleri ise Tablo 2.9’ da verilmiştir.

Tablo 2.8: Risk Analizi Yöntemi : Kinney Metodu

Olasılık Değeri	OLASILIK	Frekans Değeri	FREKANS	Şiddet Değeri	ŞİDDET
0,2	Pratik olarak imkansız, beklenmez	0,5	Çok Seyrek Yılda Bir veya Daha Az	1	Zararsız, ucuz atlatma, çevresel zarar yok
0,5	Çok düşük ihtimal,	1	Seyrek Yılda Birkaç Defa	3	Hafif yaralanma, Küçük Hasar, Yaralanma, İlk yardım, en fazla 1 gün
1	Düşük ihtimal	2	Sık Değil Ayda Bir veya Birkaç Defa	7	Orta şiddetli yaralanma, iş günü kaybı, en fazla 2 gün
3	Nadir, fakat olabilir	3	Ara Sıra Haftada Bir veya Birkaç Defa	15	Ciddi, Önemli zarar, dış tedavi, iş günü kaybı, en fazla 20 gün
6	Olabilir, mümkün	6	Sık Günde Bir veya Birkaç Defa	40	Çok ciddi, sakatlık, uzuv kaybı, kalıcı hasar, meslek hast. kısmi çevresel etki
10	Çok kuvvetli ihtimal	10	Neredeyse Sürekli Saatte Birkaç Defa	100	Felaket, çok kötü, ölümlü kaza, çevresel felaket

Tablo 2.9: Risk değeri tablosu

Risk Değeri	Risk Adı	Eylem	Termin Süresi
R < 20	Kabul edilebilir risk	Acil tedbir alınması gerekmez, gözlem ve denetimler yapılarak, sürekli izlenmelidir.	Kontrol
20 < R < 70	Olası risk	Uzun vadede eylem planına alınmalı, sonra tedbir alınmalı.	1 Yıl İçinde
70 < R < 200	Önemli risk	Orta vadede eylem planına alınmalı.	6 Ay İçinde
200 < R < 400	Yüksek risk	Orta dönemde düzeltilmelidir.	1 -3 Ay İçinde
1800 < R < 400	Çok yüksek risk	Önlem alması için İşverene durum en kısa sürede bildirilir.	1 Aydan Kısa Süre İçinde
1800 < R	Tolere edilemez risk	Hemen gerekli önlemler alınmalı veya tesis, bina, çevrenin kapatılması düşünülmelidir	Hemen veya 1 haftadan kısa sürede

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu tez çalışması Türkiye'nin önemli ağır sanayi kentlerinden biri olan Karabük'te faaliyet gösteren dört farklı haddehanede gerçekleştirilmiştir. Ticari isimlerini ve ayrıntılı özelliklerini veremediğimiz bu haddehanelerin genel özellikleri aşağıda sıralanmıştır.

Haddehane 1; 1970 yılında kurulmuş, Türkiye' nin ilk 500 büyük sanayi kuruluşu içerisinde yer almakta ve yurt içi ve yurtdışı için yuvarlak/nervürlü inşaat demiri, köşebent, kare, lama-silme demir ve profil (I, U, IPE ve UAC) üretimi yapmaktadır. 85 çalışan ile 2 vardiyalı olarak, 35.000 m² üretim alanında ve yıllık 200.000 ton üretim kapasitesine sahiptir.

Haddehane 2; 1981 yılında kurulmuş ve yurt içi ve yurtdışı için sıcak/soğuk (çivi, tel, transmisyon mili, kare, altı köşe demir, lama, soğuk çekme) demir çelik ürünleri üretimi yapmaktadır. 56 çalışan ile 2 vardiyalı olarak, 15.000 m² üretim alanında ve yıllık 150.000 ton üretim kapasitesine sahiptir.

Haddehane 3; 1960 yılında kurulmuş ve yurt içi ve yurtdışı için düz ve yuvarlak inşaat demiri, lama-silme, kare demir üretimi yapmaktadır. 60 çalışan ile 2 vardiyalı olarak, 10.000 m² üretim alanında ve yıllık 120.000 ton üretim kapasitesine sahiptir.

Haddehane 4; 1990 yılında kurulmuş ve yurt içi ve yurtdışı için nervürlü inşaat demiri, kare, köşebent, silme, lama, düz yuvarlak ve ticari profil üretimi yapmaktadır. 185 çalışan ile 2 vardiyalı olarak, 27.500 m² üretim alanında ve yıllık 160.000 ton üretim kapasitesine sahiptir.

Dört farklı haddehanelerde belirtilen fiziksel risk etmenleri (gürültü, aydınlatma, termal konfor ve toz) iş sağlığı ve güvenliği ölçümleri yetkili ve TURKAK'tan akredite bir laboratuvar tarafından gerekli yönetmeliklere uygun olarak yapılmıştır.

3.1. Gürültü Maruziyet Ölçümleri

Gürültü maruziyet ölçümleri TS EN ISO 9612:2009 standartına uygun olarak yapılmıştır. Standarta göre ölçümler görev, iş ve tam gün yöntemleriyle yapılabilmektedir. Görev tabanlı ölçümde, tesiste yapılan çalışmalar gün boyunca analiz edilir ve görev parçalara ayrılır ve her görevde ayrı ses basınç düzeyi ölçümü yapılır. İş tabanlı ölçümde, tesiste çalışmalar devam ederken birkaç rastgele ses basınç düzeyi ölçümü yapılır. Tam gün ölçümünde, tesiste tam iş günü boyunca ses basınç seviyesi ölçümleri yapılır. Ölçüm yöntemini seçerken çalışanların gürültü maruziyetine etki edebilecek bütün etkenleri kapsamı önem arz etmektedir (Gürültünün ölçülmesi ve değerlendirilmesi standartı, 2009). Bu çalışmada gürültü maruziyet ölçümler görev tabanlı ölçüm yöntemine göre yapılmıştır.

Standarta uygun olarak (Gürültünün ölçülmesi ve değerlendirilmesi standartı, 2009) gürültü maruziyet gruplarını değerlendirmek amacıyla çalışma günü görevlere ayrılmıştır. Gürültü maruziyetine etki eden her şey dikkate alınmıştır. Ölçümlere başlanılmadan önce tesis yetkilileri ile birlikte gürültünün yoğun olduğu bölgeler belirlenmiştir. Belirlenen bölgelerde daha sık olmak üzere tüm tesiste gürültü ölçümleri yapılmıştır. Gürültü ölçümlerinde ses kaynağı düzenliyse; ölçme zamanı periyodun tamamını içerecek şekilde (en az 5 dk) en az 3 kere tekrarlanmıştır. Yapılan ölçümler sonuçları farkı 3 dB veya fazla ise en az 3 kere daha ölçümler tekrarlanmıştır.

Gürültü ölçümlerinde; Svantek Svan 971 gürültü ölçüm cihazı kullanılmıştır. Bu cihaz Tip 1; IEC 61672:2002 ve TS EN ISO 9612:2009 standartlarına uygundur. 10 Hz - 20 kHz aralıklarında ve A, B, C, Z frekanslarında ölçme yapmaktadır. Aktif çalışma aralığı; <90 nem'e kadar ve -10 °C ile 50 °C aralığındadır. Ölçüm sonuçlarını Lmin, Lmax, Leq ve Lpeak olarak verebilmektedir. İç ortam gürültü ölçümlerinde kullanılan cihaz Şekil 3.1' de görülmektedir.



Şekil 3.1: Gürültü ölçümünde kullanılan cihaz

Çalışma ortamındaki çıkan gürültü, yayılarak çalışılan mekanın duvarlarından yansımaktadır. Bu yansıma ile gürültü maruziyeti de artmaktadır. Gürültü maruziyetinde ortamın etkisi, gürültü çıkaran ekipmanın uzaklığına göre farklılık göstermektedir. Gürültü kaynağından uzak olan bölgelerde ortamın etkisi, maruziyete önemli derecede katkı sağlamaktadır. Çünkü ses kaynağından uzaklaştıkça, yansıma ile sesin etkisi de artış göstermektedir. Bu bilgiler ışığında; mikrofona konumlandırılırken, tamamen duvar olan ve en yakın duvar açıklığına en az 0,5 metre mesafe olan bir köşenin bütün çevre yüzeylerinden 0,5 metre mesafede ve duvarlardan, tavandan veya döşemeden en az 0,5 metre mesafede, pencereler veya hava girişleri gibi belirgin olarak ses ileten elemanlardan 1 metre mesafede ve de bütün yansıtıcı yüzeylerden 1 metre daha uzağa yerleştirilmesine dikkat edilmiştir.

Her ölçme serisi öncesinde ve sonrasında ölçme sistemlerinin tümü kalibre edilmiştir. Ölçümler C bandında ve insan kulağının hassas olduğu ses ağırlıklandırması A bandında yapılmıştır. A bandında zaman ağırlıklı ortalama, C bandında ise pik değeri alınarak gürültü yönetmeliği kapsamında sonuçlar değerlendirilmiştir.

İç ortam gürültü ölçüm sonuçları, cihaz tarafından otomatik olarak kaydedilmiştir. Cihaza kayıtlı veriler, yazılım programı yüklü bilgisayara aktarılmış ve hesap

programları aracılığıyla gerekli hesaplamalar yapıldıktan sonra sonuçlar rapor olarak alınmıştır.

İç ortam gürültü ölçümleri 4 haddehane için 5 farklı noktadan yapılmıştır. Bu noktalar seçilirken üretimin başlangıcından sevkiyat aşamasına kadar çalışan personellerin gürültüye maruz kaldığı 5 önemli nokta seçilmiştir. Bu 5 nokta;

G1: Fırın,

G2: Merdaneler,

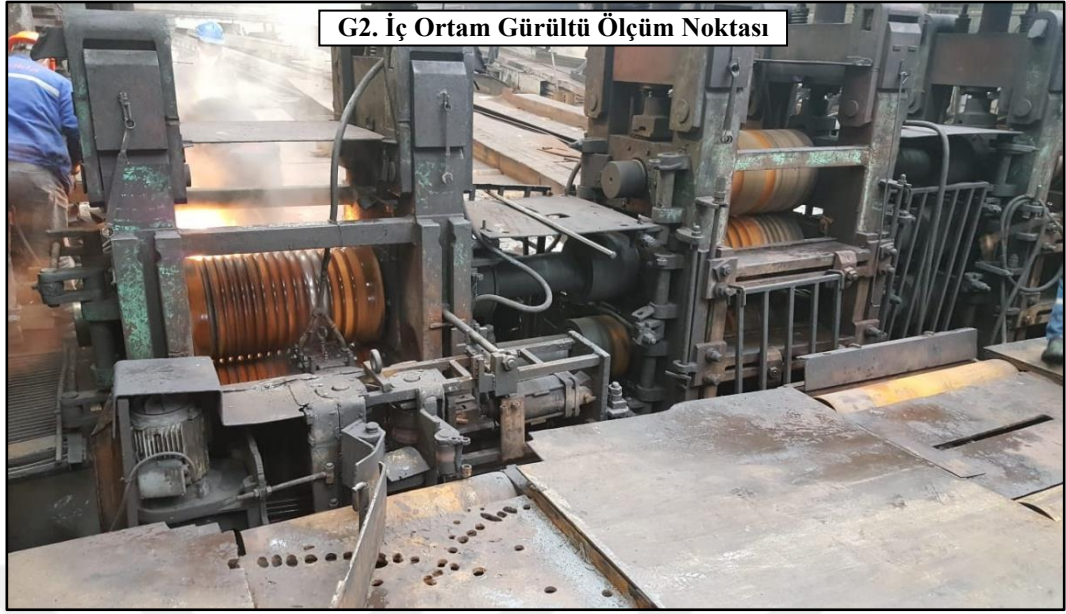
G3: Testere/İzgara,

G4: Paketleme ve

G5: Yükleme alanı olarak kodlanmıştır. İç ortam gürültü ölçümü yapılan noktaların görüntüleri Şekil 3.2.-3.6 'de verilmiştir.



Şekil 3.2: Fırın görüntüsü



Şekil 3.3: Merdaneler görüntüsü



Şekil 3.4: Testere/Izgara görüntüsü



Şekil 3.5: Paketleme alanı görüntüsü



Şekil 3.6: Yükleme alanı görüntüsü

Kişisel gürültü ölçümlerinde ise Svantek Sv 104 gürültü ölçüm cihazı kullanılmıştır. Bu cihaz Tip 2; IEC 61252; ANSI S1.25-1991 ve Class 2: IEC 61672:2002 standartlarına uygundur. 31,5 Hz- 8 kHz aralığında ve A, C, Z frekanslarında ölçme yapabilmektedir. Aktif çalışma aralığı; <95 nem'e kadar ve -10 °C ile 50 °C

aralığındadır. Ölçüm sonuçlarını Lmin, Lmax, Leq ve Lpeak olarak verebilmektedir. Kullanılan kişisel gürültü ölçüm cihazı Şekil 3.7’ de verilmiştir.



Şekil 3.7: Kişisel gürültü maruziyeti ölçümünde kullanılan cihaz

Ölçümlere başlanılmadan önce tesis yetkilileri ile birlikte gürültüye en çok maruz kalan kişiler belirlenmiştir. Ölçüm vardiya süresince kesintisiz olarak ve çalışanın normal görevlerini yerine getireceği şekilde gerçekleştirilmiştir. Gürültü ölçümü için öncelikle nokta tespitleri gerçekleştirilmiştir. Ölçümleri esnasında ölçümlere etki edebilecek seviyede gürültü yapılmamasına dikkat edilmiştir. Ölçümleri yapan firma tarafından, çalışan personelin üzerine takılan cihaz, personeli rahatsız etmeyecek şekilde bağlanmıştır. Cihazın mikrofon kısmı çalışan personelin kulağına yakın bir yere bağlanmış ve çalışana mikrofona karşı bağırılmaması gerektiği bildirildiğinde yapılan ölçüm sonuçlarını etkileyebileceği bildirilmiştir. Cihaz çalışanın kulağına en fazla 10 cm mesafede olacak şekilde, kişisel gürültü seviyesi ölçümlerinde cihazın ölçüm sonuçlarını algılayarak kaydetmesini engellemeyecek şekilde, kişinin yakasına omuz hizasında olacak şekilde yerleştirilmiştir. Ölçümler tüm vardiya boyunca kesintisiz olarak yapılmıştır.

Kişisel gürültü maruziyet ölçümü yapılan kişi günlük yaptığı normla görevleri yerine getirerek en az 2 saat olmak üzere tüm vardiya boyunca 8 saat sonunda ölçümler bitirilerek cihaz sökülüştür. Her ölçme serisi öncesinde ve sonrasında ölçme sistemlerinin tümü kalibre edilmiştir. Ölçümler C bandında ve insan kulağının hassas

olduğu ses ağırlıklandırması A bandında yapılmıştır. A bandında zaman ağırlıklı ortalama, C bandında ise pik değeri alınarak gürültü yönetmeliği kapsamında sonuçlar değerlendirilmiştir.

Kişisel gürültü maruziyet ölçüm sonuçları, cihaz tarafından otomatik olarak kaydedilmiştir. Cihaza kayıtlı veriler, yazılım programı yüklü bilgisayara aktarılmış ve hesap programları aracılığıyla gerekli hesaplamalar yapıldıktan sonra sonuçlar rapor olarak alınmıştır.

Kişisel gürültü maruziyet ölçümleri, gürültü seviyesinin yoğun olduğu 3 farklı bölgede çalışan personele uygulanmıştır. Bu noktalar;

KG1: Fırın,

KG2: Merdaneler ve

KG3: Testere/Izgara olarak kodlanmıştır. Kişisel gürültü maruziyet ölçümleri yapılan bölgenin görüntüleri sırasıyla Şekil 3.2, 3.3 ve 3.4' de verilmiştir.

3.2. Aydınlatma Ölçümleri

Aydınlatma ölçümleri yönetmelik maddelerine bağlı kalınarak, COHSR-928-1-IPG-039:(2009) metoduyla gerçekleştirilmiştir. Aydınlatma ölçüm değerlerinin ortalamaları çalışma ortamı sağlık ve güvenlik yönetmeliğine göre TS EN 12464-1 (2011); TS EN 12464-1: (2013) standartlarında belirtilen minimum aydınlık seviyeleri ile değerlendirilmiştir.

Haddehanelerde yapılan aydınlatma düzeyi ölçümleri COSHR-928-1-IPG-039: (2009) yöntemi, tezgah vb. çalışmanın yapıldığı iş alanı ve yakın iş alanlarında endüstriyel çalışma alanları aydınlatma seviyesi ölçümleri şartlarına göre yapılmıştır. Aydınlatma düzeyi ölçümleri, tesis normal çalışma şartlarında çalışırken ve aydınlatma kaynakları açıkken gerçekleştirilmiştir. Cihaz sensörü çalışanın çalışma bölgesi görüş alanına ve görüş alanı zeminine paralel olarak konumlandırılmıştır. Cihazın aralık ayarı seçerken hassas ve kesin ölçüm yapabilmesi için (en düşük aralığa ayarlanmıştır) dikkat edilmiştir. Cihaz sensörünün gölgelenmelerden etkilenmemesi ve üzeri

kapatılmamasına özen gösterilmiştir. Kapalı alanlarda (düzenli aydınlık seviyesine sahip) destek alanlarının durumu ve boyutuna bağlı olarak, 1 set için 4 adet ölçüm noktasından ölçüm yapılmış ve yapılan 4 adet ölçümün aritmetik ortalaması alınmıştır. Ölçümlerde “lüks” aydınlatma birimi kullanılmıştır. Ölçümler en az 3 metre aralıklarla ve 1 metre yükseklikten zemine yatay olarak yapılmıştır.

Yürüyüş yolu, iş bölümleri arası geçiş alanları veya merdiven gibi yerlerde iç destek alanları aydınlatma seviyesi ölçüm şartlarına göre yapılmıştır. Düz bir çizgi üzerinde en az 3 metre aralıklı 4 adet noktadan, zeminden 1 metre yükseklikte ve cihaz yatay konumda iken ölçümler yapılmıştır. Ölçüm alanı büyük ve düzensiz olması durumunda veya gerekli görüldüğü durumlarda ise, ölçümler birkaç kez tekrarlanmıştır. Aynı teknik ile yürüyüş yolları boyunca ve destek alanlarında kullanılmıştır.

Aydınlatma ölçümlerinde Lutron LX 1108 marka dijital lüksmetre cihazı kullanılmıştır. Bu cihaz hafiftir ve 1 - 2 saniye aralıklarla ölçüm yapabilme fonksiyonu vardır. 1,5 metre uzunluğundaki kablosu bulunan harici sensöre de sahiptir. Ölçüm aralığı: 40, 400, 4.000, 40.000, 400.000 Lüks (Hassasiyet $\pm 3\%$) aralık ayarlama ile hassas ölçüm yapabilmektedir. Aktif çalışma aralığı 0°C ile 50 °C’ dir. Kullanılan aydınlatma ölçüm cihazı Şekil 3.8’de verilmiştir.



Şekil 3.8: Aydınlatma ölçümlerinde kullanılan cihaz

Aydınlatma ölçümleri 4 haddehane için 10 farklı noktadan yapılmıştır. Bu noktalar seçilirken personellerin fiili olarak çalışma alanları ve geçiş yollarını içermesine dikkat edilmiştir. Bu noktalar;

A1: Hadde hazırlama,

A2: Hadde ızgara,

A3: Hadde paketleme,

A4: Tesis girişi/hol,

A5: Stok alanı,

A6: Ocak itici kabini,

A7: Ocak hazırlama virajı,

A8: Kütük kesim,

A9: Kontrol paneli ve

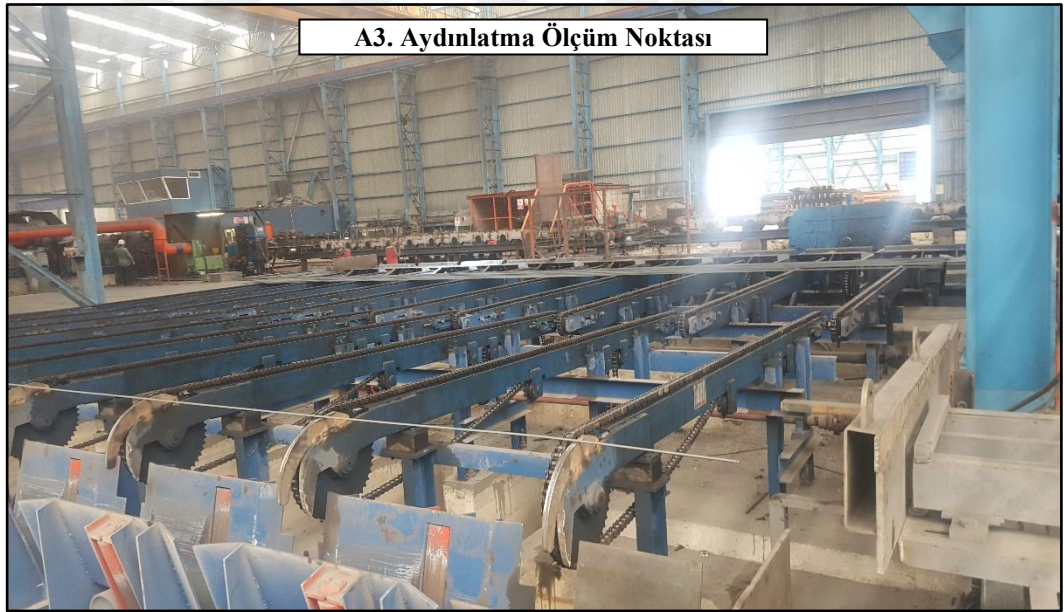
A10: Yükleme alanı olarak kodlanmıştır. Aydınlatma ölçümü yapılan noktaların görüntüleri Şekil 3.9-3.18’de verilmiştir.



Şekil 3.9: Hadde hazırlama görüntüsü



Şekil 3.10: Hadde ızgara görüntüsü



Şekil 3.11: Paketleme alanı görüntüsü



Şekil 3.12: Tesis girişi/hol görüntüsü



Şekil 3.13: Stok alanı görüntüsü



Şekil 3.14: Ocak itici kabini görüntüsü



Şekil 3.15: Ocak hazırlama viraj görüntüsü



Şekil 3.16: Kütük kesim görüntüsü



Şekil 3.17: Kontrol paneli görüntüsü



Şekil 3.18: Yükleme alanı görüntüsü

3.3.Termal Konfor Ölçümleri

Termal konfor çalışma ortamında çalışanların çoğunun ortam sıcaklığı, bağıl nem, hava akış hızı gibi iklimlendirme şartları ve çalışanın metabolizma hızı, üzerindeki kıyafetler bakımından bedensel ve zihinsel işlerini esnasında belirli bir rahatlıkta olmasını içermektedir. Termal konfor ölçümleri, çalışma ortam şartlarının uygunluğunun tespit edilebilmesi için, çalışma ortamıyla insan arasındaki ısı alışverişine etkisi olan ana parametrelerin ölçümü ile gerçekleştirilmektedir. Termal konfor ölçümleri TS EN 27243: (2002) ve TS EN ISO 7730: (2006) standartlarına uygun olarak yapılmıştır.

Aynı çalışma ortamında bulunan çalışanlar bile ortam sıcaklığını farklı (sıcak, soğuk, ılık, serin vb.) değerlendirebilmektedir. Her bir çalışan çalışma ortamını farklı algılayabilmekte fakat sonuçlar istatistiksel olarak incelendiğinde ise değerlendirmelerin normal dağılımda olduğu görülmektedir. Termal konforu değerlendirmek için Fanger'in 1972'de ortaya koyduğu uluslararası standarttaki çevresel faktörler (sıcaklık, hava akış hızı, nem, ortalama ısıma sıcaklığı) ve fiziksel faktörlerin (metabolik aktivite seviyesi, elbise ile sağlanan yalıtım miktarı) matematiksel denklemlerle ifadesi olan PMV yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem ile çevresel faktörler ve kişisel faktörler değerlendirilerek ortam memnuniyet oranı

tahmin edilmiştir. Ayrıca çalışma ortamında bulunan kişilerin memnuniyetsizlik oranlarını veren PPD (Predicted Percentage of Dissatisfaction/Tahmini Memnuniyetsizlik Yüzdesi) de bu yöntem ile hesaplanmıştır. PMV yöntemine göre konfor şartları -0,5 ile 0,5 arası bir değerde (ideal) sağlanmaktadır. Bu yöntem ortam sıcaklığı 10 ile 30 °C arasında yapılabilmektedir. Ölçümler 60 dk süre ile yapılmıştır.

PMV yöntemi uygulanırken aşağıdaki sıralama izlenmiştir;

- 1- Sıcaklık, nem ve hava akım hızı ölçülmüştür (Sonuçlar Tablo 4.6’da verilmiştir).
- 2- Ortalama ışıınım sıcaklığı hesaplanmıştır (Denklem 2.10).
- 3- Metabolizma hızı ve elbise yalıtımı belirlenmiştir (Tablo 3.1’e göre).
- 4- Ölçülen ve belirlenen değerler PMV denkleminde yerine konularak hesaplama yapılmıştır (Denklem 2.11).
- 5- PPD değeri hesaplanmıştır (Denklem 2.15).

Tablo 3.1: Kıyafet ve metabolik faaliyete göre belirlenen sayısal değerler
(ANSI/ASHRAE Standard 55: 2010)

Kıyafet Seçimi	clo	m ² .°C/W	Metabolik Faaliyet	met	W/m ²
Kalın iş kıyafeti	1,5	0,233	Çok hareketli, Ayakta	2,8	163,0
Kışlık iş kıyafeti	1,0	0,155	Orta hareketli, Ayakta	2,0	116,4
İş kıyafeti	0,7	0,109	Rahat, Ayakta	1,2	69,8
Yazlık iş kıyafeti	0,5	0,078	Oturarak, Hareketli	1,2	69,8
Kısa kollu ince kıyafet	0,1	0,016	Rahat, Oturarak	1,0	58,2

Termal konfor ölçümleri Testo t480 cihazıyla gerçekleştirilmiştir. Bu cihaz, dijital problemleriyle sıcaklık, radyant sıcaklık, basınç, hava debisi, nem, basınç, türbülans seviyesi, ışık şiddeti ve CO² parametrelerinin ölçüm ve kayıt işlemleri yapılabilmektedir. HVAC standartlarına uyumludur. Kullanılan termal konfor ölçüm cihazı Şekil 3.19’ da verilmiştir.



Şekil 3.19: Termal konfor ölçümlerinde kullanılan cihaz

Termal konfor 4 haddehane için de hadde hazırlama bölümünden yapılmıştır. Bu bölüm seçilirken personellerin termal konfor şartlarının en olumsuz nokta olduğu düşünülerek hareket edilmiştir. Belirlenen bölgeden yapılan ölçümler hadde çalışır konumda iken ve 1 saat süre ile yapılmıştır. Termal konfor ölçümü yapılan bölgenin görüntüleri Şekil 3.9’da verilmiştir.

3.4.Toz Maruziyet Ölçümleri

İç ortam toz ölçümleri HSE/MDHS 14/3: (2000) (Toplam ve solunabilir tozların örnekleme için genel metotlar ve gravimetrik analizi) standardı ve Tozla Mücadele Yönetmeliği: (2013) yönetmeliğine uygun olarak yapılmıştır.

Toz maruziyet ölçümlerine başlamadan önce tesis yetkilileriyle birlikte toz maruziyeti olabilecek noktalar belirlenmiştir. Belirlenen noktalarda filtre, çalışma alanlarında tozun yoğun olduğu kısma yerleştirilmiştir. Ölçümlerde pompa ile yapılan örneklemelede pompa akış hızı 2 l/dk’ ya ayarlanmıştır. Ortam toz örnekleme

günlük çalışmaların normal bir şekilde sürdüğü sırada, çalışma alanında tozun yoğun olduğu noktalar belirlenerek 1 saat süre ile ölçümler gerçekleştirilmiştir.

Toz maruziyet ölçümü için numuneler çalışanın yakınından ve solunum bölgesine en çok 30 cm uzaklıktan (nefes alma seviyesinden) alınmıştır. Örnekleme yapılırken hava akımının sakin olmasına ve girdaplı olmamasına dikkat edilmiştir. Ortam toz örnekleme sonrasında filtreler kaselerden çıkarılmadan düzgün bir şekilde filtre çantalarına yerleştirilmiştir. Gravimetrik analize göre örnekleme öncesi ve sonrası filtreler kasetleriyle birlikte hassas terazi ile tartılmış ve filtre üzerinde toplanan tozun ağırlığı hesaplanmıştır. Her tartım öncesinde hassas terazi kalibrasyonu yapılmıştır. Tartım sonucunda elde edilen veriler toz hesaplama programına girişleri yapılarak, çalışanların maruz kaldığı toz konsantrasyonları elde edilmiştir. Ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi, Tozla Mücadele Yönetmeliği: (2013) Ek-1’de yer alan değerlere göre yapılmıştır.

Ölçümlerde Gilian Gil Air Plus markalı toz ölçer kullanılmıştır. Buck Libra Plus Pompa 25 mm 0,45µ filtreler için sabit akış, yüksek geri basınç özelliği bulunmaktadır. 5 cc/dk-5 l/dk çekiş hızına sahiptir. Sıcaklık ve basınç değişimlerini kompanse etme özelliği mevcuttur. Toz ölçümlerinde kullanılan cihazlar Şekil 3.20’ de verilmiştir.



Şekil 3.20: Toz ölçümlerinde kullanılan cihazlar

Toz ölçümleri 4 haddehane için 3 farklı noktadan yapılmıştır. Ölçüm noktaları;

T1: Izgara,

T2: Kütük hazırlama ve

T3:Paketleme olarak kodlanmıştır. Toz ölçümü yapılan noktaların görüntüleri sırasıyla Şekil 3.10, 3.16 ve 3.11’ de verilmiştir.



4. BULGULAR

4.1. Gürültü Ölçüm Sonuçları

Karabük ilinde dört farklı haddehanede çalışanların maruz kaldığı iç ortam (5 farklı noktadan; G1: Fırın, G2: Merdaneler, G3: Testere/Izgara, G4: Paketleme ve G5: Yükleme alanı) gürültü ölçüm sonuçları Tablo 4.1’ de ve kişisel (3 farklı noktada çalışan; KG1: Fırın, KG2 Merdaneler ve KG3: Testere/Izgara) gürültü maruziyet ölçümü sonuçları ise Tablo 4.2’ de görülmektedir. Ayrıca; Tablo 4.3’ te gürültü risk değerlendirme raporu verilmiştir.



Tablo 4.1: İç ortam gürültü ölçüm sonuçları

	Haddehane 1				Haddehane 2				Haddehane 3				Haddehane 4			
	Lmin A	Lmax A	Leq A	Lpeak C	Lmin A	Lmax A	Leq A	Lpeak C	Lmin A	Lmax A	Leq A	Lpeak C	Lmin A	Lmax A	Leq A	Lpeak C
	dB(A)		dB(C)		dB(A)		dB(C)		dB(A)		dB(C)		dB(A)		dB(C)	
G1	87,5	103,2	<u>93,8</u>	118,4	87,8	112,6	<u>92,9</u>	129,7	85,4	103,8	<u>91,1</u>	121,4	87,5	103,8	<u>92,9</u>	119,6
G2	91,0	107,6	<u>95,2</u>	124,2	84,1	112,2	<u>94,4</u>	126,2	86,0	104,6	<u>89,3</u>	117,8	84,1	100,6	<u>93,2</u>	113,5
G3	84,5	102,6	<u>88,8</u>	115,7	90,5	110,3	<u>91,7</u>	121,7	87,1	105,4	<u>92,2</u>	124,1	82,1	103,4	<u>93,2</u>	118,3
G4	77,7	105,5	<u>91,4</u>	121,4	86,3	104,5	<u>91,7</u>	127,7	84,5	106,4	<u>88,0</u>	118,7	73,4	105,0	<u>91,8</u>	112,2
G5	82,3	95,9	<u>83,3</u>	107,8	69,3	103,9	<u>86,1</u>	120,2	84,5	103,1	<u>88,6</u>	112,1	85,1	102,4	<u>91,8</u>	118,4

Lmin A: Bir işçinin 8 saat aralıksız çalışması esnasında maruz kaldığı minimum gürültü seviyesi (db(A))

Lmax A: Bir işçinin 8 saat aralıksız çalışması esnasında maruz kaldığı maximum gürültü seviyesi (db(A))

Leq A: Bir işçinin 8 saat aralıksız çalışması esnasında maruz kaldığı eşdeğer (ortalama) gürültü seviyesi (db(A))

Lpeak C: Bir işçinin 8 saat aralıksız çalışması esnasında maruz kaldığı anlık pik (tepe) gürültü seviyesi (db(C))

Tablo 4.2: Kişisel gürültü maruziyet ölçümü sonuçları

	Haddehane 1				Haddehane 2				Haddehane 3				Haddehane 4			
	Lmin A	Lmax A	Leq A	Lpeak C	Lmin A	Lmax A	Leq A	Lpeak C	Lmin A	Lmax A	Leq A	Lpeak C	Lmin A	Lmax A	Leq A	Lpeak C
	dB(A)		dB(C)		dB(A)		dB(C)		dB(A)		dB(C)		dB(A)		dB(C)	
KG1	72,2	114,7	<u>93,9</u>	135,9	53,4	116,6	<u>86,9</u>	127,1	68,1	118,0	<u>94,7</u>	128,5	42,2	117,8	<u>91,8</u>	<u>147,2</u>
KG2	82,2	121,2	<u>96,7</u>	<u>139,2</u>	53,6	121,4	<u>95,5</u>	134,2	59,5	119,2	<u>94,5</u>	134,3	82,1	122,8	<u>97,6</u>	134,5
KG3	41,1	130,6	<u>94,5</u>	<u>140,7</u>	37,7	132,6	<u>99,7</u>	<u>145,0</u>	61,3	123,6	<u>96,9</u>	<u>140,7</u>	82,5	124,3	<u>96,5</u>	132,3

Lmin A: Bir işçinin 8 saat aralıksız çalışması esnasında maruz kaldığı minimum gürültü seviyesi (db(A))

Lmax A: Bir işçinin 8 saat aralıksız çalışması esnasında maruz kaldığı maximum gürültü seviyesi (db(A))

Leq A: Bir işçinin 8 saat aralıksız çalışması esnasında maruz kaldığı eşdeğer (ortalama) gürültü seviyesi (db(A))

Lpeak C: Bir işçinin 8 saat aralıksız çalışması esnasında maruz kaldığı anlık pik (tepe) gürültü seviyesi (db(C))

Tablo 4.3: Gürültü risk değerlendirme raporu

SIRA NO	Faaliyet alanı	Faaliyet türü	ETKİLENE	TEHLİKE	RİSK	Mevcut Durumda Riskin Derecelendirilmesi					Yapılması gereken DÖF	Yapılacak Düzeltici Önleyici Faaliyet sonrası Riskin Derecelendirilmesi				
						Olasılık (O)	Şiddet (S)	Frekans (F)	Riskin Değeri	Riskin Tanımı		Olasılık (O)	Şiddet (S)	Frekans (F)	Riskin Değeri	Riskin Tanımı
1	GENEL İŞYERİ	GÜRÜLTÜ	ÇALIŞANLAR-3.ŞAHISLAR	Ortamın gürültülü olması	Geçici veya Kalıcı İşitme Kaybı Stres * Meslek hastalıkları, * İşitme zorluğu sebepli olabilecek kazalar	6	40	3	720	Çok Yüksek Risk	Gürültü ölçümü yapılmalıdır. Tüm makinaların tek başına ve çoklu olarak çalışır vaziyette olduğu göz önüne alınarak ölçümler yapılmalıdır. Kişisel maruziyet ölçülmelidir. Ölçüm raporları saklanmalıdır. Tespit edilen gürültü önlenmelidir.	1	40	3	120	Önemli Risk
2						6	40	3	720	Çok Yüksek Risk	Gürültülü alanlar /makineler diğer alanlardan ses geçirmeyen kabin vb. şekilde ayrılmalıdır.	1	40	3	120	Önemli Risk
3						6	40	3	720	Çok Yüksek Risk	Gürültülü alanlara göre kulak koruyucusu seçimi yapılmalı, kullanımı sağlanmalıdır.	0.5	40	3	60	Olası Risk
4						3	40	3	360	Yüksek Risk	Personel gürültü ve zararları ile kullanılacak kişisel koruyucular konusunda eğitilmelidir.	0.5	40	3	60	Olası Risk
5						3	40	3	360	Yüksek Risk	Kulak Odyogram testleri yapılmalıdır. Periyodik testler sonucunda erken teşhis yapılmalı ve maruziyet ortadan kaldırılmalıdır. (Yönetmelik gereği en az yılda bir kez işitme testi yapılmalıdır)	0.5	40	3	60	Olası Risk

4.2. Aydınlatma Ölçüm Sonuçları

Karabük ilinde dört farklı haddehanenin ortam aydınlatma ölçüm (10 farklı noktadan; A1: Hadde hazırlama, A2: Hadde ızgara, A3: Hadde paketlenme, A4: Tesis girişi/hol, A5: Stok alanı, A6: Ocak itici kabini, A7: Ocak hazırlama viraj, A8: Kütük kesim, A9: Kontrol paneli ve A10: Yükleme alanı) sonuçları Tablo 4.4’ te görülmektedir. Ayrıca; Tablo 4.5’ te aydınlatma risk değerlendirme raporu verilmiştir.



Tablo 4.4: Aydınlatma ölçüm sonuçları

	Haddehane 1					Haddehane 2					Haddehane 3					Haddehane 4				
	Ölçüm Sonuçları (Lüx)					Ölçüm Sonuçları (Lüx)					Ölçüm Sonuçları (Lüx)					Ölçüm Sonuçları (Lüx)				
	1.	2.	3.	4.	Ort.	1.	2.	3.	4.	Ort.	1.	2.	3.	4.	Ort.	1.	2.	3.	4.	Ort.
A1	706	749	753	765	743	338	340	343	348	342	365	373	378	384	375	172	176	181	184	178
A2	650	661	790	804	726	405	418	438	457	430	130	133	145	149	139	167	169	172	174	171
A3	768	772	775	779	774	1032	1065	1083	1103	1071	544	557	565	574	560	144	167	173	188	168
A4	532	625	666	980	626	1296	1314	1328	1364	1326	105	110	118	127	155	156	168	172	173	167
A5	558	573	579	583	573	765	803	827	851	812	185	190	194	201	193	158	161	167	174	165
A6	578	597	660	688	631	485	499	507	538	507	551	565	577	586	570	172	174	178	184	177
A7	570	581	594	605	588	949	973	996	1011	982	570	581	594	605	588	145	148	152	164	152
A8	919	920	923	940	926	143	152	165	177	159	378	389	403	429	400	140	142	145	148	144
A9	530	531	533	538	533	112	118	124	133	122	170	175	181	189	179	163	170	172	174	170
A10	588	598	602	617	601	728	735	752	776	748	558	565	574	587	571	162	166	168	171	167

Tablo 4.5: Aydınlatma risk değerlendirmesi raporu

SIRA NO	Faaliyet alanı	Faaliyet türü	ETKİLENE	TEHLİKE	RİSK	Mevcut Durumda Riskin Derecelendirilmesi					Yapılması gereken DÖF	Yapılacak Düzeltici Önleyici Faaliyet sonrası Riskin Derecelendirilmesi				
						Olasılık (O)	Şiddet (S)	Frekans (F)	Riskin Değeri	Riskin Tanımı		Olasılık (O)	Şiddet (S)	Frekans (F)	Riskin Değeri	Riskin Tanımı
1	GENEL İŞYERİ	AYDINLATMA	ÇALIŞANLAR,3.ŞAHISLAR	Ortamin aydınlatmasının olmaması	Meslek Hastalığı Görüş alanın iyi olmamasından kaynaklı iş kazaları	3	15	1	45	Olası risk	Bütün işyeri çalışma ortamlarına yeterli aydınlatma sağlanmalıdır. Yapılan faaliyete, kullanılan makineye uygun aydınlatma sağlanacaktır.	1	15	1	15	Kabul edilebilir
2				Çevre-dış alan aydınlatmasının olmaması		3	15	1	45		Çevre güvenliği açısından çevre aydınlatma yeterli hale getirilmelidir.	1	15	1	15	
3				Aydınlatma ölçümü yapılmaması		6	15	2	180	Önemli risk	Çalışma alanlarında yeterli aydınlatma olduğunu anlamak maksadı ile gece-gündüz aydınlatma ölçümleri yapılmalıdır.	1	15	2	30	Olası risk
4				Kirlenmiş aydınlatma elemanları		6	15	2	180		Aydınlatma lambaları periyodik olarak temizlenmeli, kirlenmesine, tozlanmasına müsaade edilmemelidir.	1	15	2	30	
5				Yıpranmış aydınlatma elemanları		6	15	2	180		Aydınlatma gereçleri eskimiş yıpranmış olmamalıdır. Bakım ekipleri kontrolleri düzenli olarak sağlamalı, yapılan işlemleri kayıt altına almalıdır.	1	15	2	30	
6				Etanj (koruyucu) kapakları olmayan lambalar		6	15	2	180		Lambaların etanj kapakları takılı olmalıdır.	1	15	2	30	

4.3. Termal Konfor Ölçüm Sonuçları

Karabük ilinde dört farklı haddehanenin termal konfor ölçüm sonuçları Tablo 4.6’ da görülmektedir. Ayrıca; Tablo 4.7’ de termal konfor risk değerlendirme raporu verilmiştir.

TS EN ISO 27243: (2002) standardına göre $PMV > +2$ (Sıcak ortam) ise WBGT ölçümü yapılmaktadır. $PMV < -2$ (Soğuk ortam) ise TS EN ISO 11079 standardına göre ölçümler yapılmaktadır. Sonuçlar incelendiğinde PMV değerleri $-2 < PMV < +2$ aralığında olduğundan dolayı WBGT değerinin hesaplanmasına gerek duyulmamıştır.



Tablo 4.6: Termal konfor ölçüm sonuçları

	Ölçüm süresi (dk)	Küre Sıcaklığı (°C)	Hava Sıcaklığı (°C)	Hava Akım Hızı (m/s)	Bağıl Nem (%)	Kıyafet (clo)	Metabolik Hareket (met)	PMV -	PPD (%)
Haddehane 1	60	13,20	10,90	0,52	54,40	1,5	2,0	0,0	6,6
Haddehane 2	60	23,40	11,30	0,88	29,50	1,0	2,0	0,3	6,6
Haddehane 3	60	20,10	15,10	0,22	44,60	1,0	2,0	0,3	6,6
Haddehane 4	60	12,70	11,80	0,54	87,20	1,5	2,8	0,8	6,6

PMV: Ortalama tahmin değeri

PPD: Isıl Memnuniyetsizlik Oranı

Tablo 4.7: Termal konfor risk değerlendirme raporu

SIRA NO	Faaliyet alanı	Faaliyet türü	ETKİLENE	TEHLİKE	RİSK	Mevcut Durumda Riskin Derecelendirilmesi					Yapılması gereken DÖF	Yapılacak DÖF sonrası Riskin Derecelendirilmesi				
						Olasılık (O)	Şiddet (Ş)	Frekans (F)	Riskin Değeri	Riskin Tanımı		Olasılık (O)	Şiddet (Ş)	Frekans (F)	Riskin Değeri	Riskin Tanımı
1	GENEL İŞYERİ	TERMAL KONFOR	ÇALIŞANLAR-3.ŞAHISLAR	Termal konforsuzluk, Olumsuz hava koşulları, Aşırı sıcak olması, Fazla nem	HASTALANMA, çalışanlarda konsantrasyon bozukluğu sonucu dikkatsizliğe bağlı İŞ KAZALARI	6	15	2	180	Önemli Risk	İklimlendirme cihazlarının kontrolleri, bakım ve onarımları düzenli aralıklarla yaptırılmalı ve İklimlendirme cihazlarının filtreleri düzenli olarak değiştirilmelidir.	0.5	15	2	15	Kabul Edilebilir Risk
						6	15	2	180		Çalışılan ortamın sıcaklığı, nem ve hava akım hızı çalışma biçimine ve işçilerin sarf ettikleri güce uygunluğu sağlanacaktır. Mevsim şartlarına göre ölçümler ayrı ayrı yaptırılmalıdır.	0.5	15	2	15	
											Kapalı işyerlerinde nem derecesi yapılan işe uygun nitelikte olması sağlanmalıdır.	0.5	15	2	15	
						6	15	2	180		Çalışma sıcaklığı ve hava koşulları dikkate alınarak açıkta çalışma söz konusu olduğunda koruyucu iş kıyafetleri ve kişisel koruyucular ile çalışma yapılmalıdır. Çalışanlar önlem alınmadan soğuk hava koşullarında, yağmur/kar vb. altında çalıştırılmamalıdır. Güneş altında çalışma yapacaklara gerekli ekipman sağlanmalıdır. (Şapka, güneş gözlüğü, koruyucu krem vb.) Ağır hava koşullarında çalışanlar uzun süre ve önlem alınmaksızın çalıştırılmamalıdır.	0.5	15	2	15	Kabul Edilebilir risk

4.4.Toz Ölçüm Sonuçları

Karabük ilinde dört farklı haddehanenin toz ölçüm (3 farklı noktadan; T1: Izgara, T2: Kütük hazırlama ve T3: Paketleme) sonuçları Tablo 4.8’ de verilmiştir. Ayrıca; Tablo 4.9’ da toz risk değerlendirme raporu verilmiştir.



Tablo 4.8: Toz ölçüm sonuçları

	Haddehane 1					Haddehane 2					Haddehane 3					Haddehane 4				
	Ölçüm süresi dk	Çekilen debi l	Toz Kons. mg/m3	ILO mg/m3	TMY mg/m3	Ölçüm süresi dk	Çekilen debi l	Toz Kons. mg/m3	ILO mg/m3	TMY mg/m3	Ölçüm süresi dk	Çekilen debi l	Toz Kons. mg/m3	ILO mg/m3	TMY mg/m3	Ölçüm süresi dk	Çekilen debi l	Toz Kons. mg/m3	ILO mg/m3	TMY mg/m3
T1	60,0	2,0	3,33	5,0	15,0	60,0	2,0	3,71	5,0	15,0	60,0	2,0	4,58	5,0	15,0	60,0	2,0	4,09	5,0	15,0
T2	60,0	2,0	2,50	5,0	15,0	60,0	2,0	3,39	5,0	15,0	60,0	2,0	3,17	5,0	15,0	60,0	2,0	3,13	5,0	15,0
T3	60,0	2,0	3,75	5,0	15,0	60,0	2,0	4,12	5,0	15,0	60,0	2,0	3,92	5,0	15,0	60,0	2,0	4,25	5,0	15,0

ILO: Uluslararası Çalışma Örgütü sınır değeri

TMY: Tozla Mücadele Yönetmeliğinin sınır değeri

Tablo 4.9: Toz risk değerlendirme raporu

SIRA NO	Faaliyet alanı	Faaliyet türü	ETKİLENER	TEHLİKE	RİSK	Mevcut Durumda Riskin Derecelendirilmesi					Yapılması gereken DÖF	Yapılacak DÖF sonrası Riskin Derecelendirilmesi				
						Olasılık (O)	Şiddet (Ş)	Frekans (F)	Risk Değeri	Risk Tanımı		Olasılık (O)	Şiddet (Ş)	Frekans (F)	Risk Değeri	Risk Tanımı
1	GENEL İŞYERİ	TOZLU ORTAM	ÇALIŞANLAR	Toz ölçümlerinin yapılmaması	Toza bağlı meslek hastalıkları, makine, ekipmanın zarar görmesi, çevre zararları, zehirli kimyasal gazları etkisi ile zehirlenmeler, yangın	3	40	1	120	Önemli risk	Tesisin çalışır durumda bulunduğu sırada toz ölçümü yapılmalı, çalışanların maruziyetleri değerlendirilmelidir. Kişisel maruziyet ölçümü yapılmalıdır.	0.5	40	1	15	Kabul edilebilir
2				Tozla mücadele edilmemesi		3	15	2	90		Tozlar kaynağında yok edilecek. Toz ölçümleri sonuçları değerlendirilerek uygun havalandırma sistemi yapılmalı. Yapılmazsa çalışanlarda güvenlik tedbirleri alınmalıdır. Konuyla ilgili eğitim verilmeli. Saha denetimi gerçekleştirilmeli.	1	15	2	30	Olası Risk
3				Tozdan koruyucu kişisel koruyucuların kullanılmaması		3	15	2	90		Çalışanlara gerektiğinde kullanmak üzere tozun cinsine uygun toz maskesi, gözlük vb. verilmeli. İşyeri hekiminin önerileri doğrultusunda KKD temini yapılmalı. Tozlu alanlara girişte bu donanımların kullanılmasını emreden işaret/levhalar asılarak kullanımı denetlenmelidir.	1	15	2	30	
4				Eğitimsizlik		3	15	2	90	Önemli Risk	Personele kimyasal toz ve gazlarının zararları ve kullanılacak kişisel koruyucularla ilgili eğitim verilmelidir.	1	15	2	30	
5				Makine donanımlarına toz girmesi		3	15	2	90	Önemli risk	Makinelerin elektrik, mekanik aksamaları toz girmeyecek şekilde kapatılmalı, teknik aksaklıklar önlenmelidir.	1	15	2	30	

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

İş sağlığı ve güvenliğine uygun tedbirlerin alınması ile sağlıklı ve güvenli bir iş ortamı hazırlanarak hem çalışanların rahatça çalışabilmesi sağlanmakta hem de üretim devamlılığı, verimliliği ve kalitesini arttırmaya yönelik çalışmalar desteklenmektedir. Ayrıca iş sağlığı ve güvenliğini sağlamak, sosyal ve yasal bir sorumluluk olmakla beraber uygun tedbirlerin alınması ile engel olunabilecek iş kazaları bireyler ve toplum için maddi manevi birçok riski ortadan kaldıracaktır.

Türkiye'nin ilk ağır sanayi kentinde irili ufaklı birçok haddehane bulunmaktadır. Çok tehlikeli sınıfta olan bu haddehanelerde çalışanlar çeşitli fiziksel risk etmenlerine maruz kalmaktadırlar. Fiziksel risk etmenleri iş sağlığı ve güvenliği bakımından haddehanelerde önemli bir faktördür. Bu fiziksel risk etmenlerinin incelenmesi ve gereken önlemlerin alınmasıyla haddehane çalışanlarının maruz kalabileceği iş kazaları ve/veya meslek hastalıklarının önüne geçilebilmektedir. Bu tez çalışmasında dört farklı haddehanenin gürültü, aydınlatma, termal konfor ve toz fiziksel risk etmenleri incelenmiştir. İncelenen fiziksel risk etmenlerinin değerlendirilmesi ve çalışma ortamlarının iyileştirilmesi için çeşitli çözüm önerilerinin geliştirilmesi hedeflenmiştir.

5.1. Gürültü Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Gürültü ölçüm sonuçları (Tablo 4.1) incelendiğinde; en düşük iç ortam gürültü ölçümü Haddehane 1'den G5 (Yükleme alanı) noktasından (83,3 dB(A)) elde edilirken, en yüksek iç ortam gürültü ölçümü Haddehane 1'den G2 (Merdaneler) noktasından (95,2 dB(A)) elde edilmiştir. Haddehanelerde en düşük gürültü G5 (Yükleme alanı) noktasında, en yüksek gürültü ise G2 (Merdaneler) ve G3 (Testere/ızgara) noktalarında olduğu görülmüştür.

Haddehane 1' de iç ortam gürültü seviyesi; G2: Merdaneler (95,2 dB(A)), G1: Fırın (93,8 dB(A)), G4: Paketleme (91,4 dB(A)), G3: Testere/Izgara (88,8 dB(A)) ve G5: Yükleme alanı (83,3 dB(A)) olarak sıralanmaktadır. Haddehane 2' de iç ortam gürültü seviyesi; G2: Merdaneler (94,4 dB(A)), G1: Fırın (92,9 dB(A)), G4: Paketleme (91,7

dB(A)), G3: Testere/Izgara (91,7 dB(A)) ve G5: Yükleme alanı (86,1 dB(A)) olarak sıralanmaktadır. Haddehane 3' te iç ortam gürültü seviyesi; G3: Testere/Izgara (92,2 dB(A)), G1: Fırın (91,1 dB(A)), G2: Merdaneler (89,3 dB(A)), G5: Yükleme alanı (88,6 dB(A)) ve G4: Paketleme (88 dB(A)) olarak sıralanmaktadır. Haddehane 4' te iç ortam gürültü seviyesi; G2: Merdaneler (93,2 dB(A)), G3: Testere/Izgara (93,2 dB(A)) G1: Fırın (92,9 dB(A)), G4: Paketleme (91,8 dB(A)) ve G5: Yükleme alanı (91,8 dB(A)) olarak sıralanmaktadır.

Haddehanelerin iç ortam gürültü ölçüm seviye sıralamaları kıyaslandığında; en yüksek gürültü G2: Merdaneler (~93,02 dB(A)) bölümünden ölçülmüş, onu sırasıyla G1: Fırın (~92,67 dB(A)), G3: Testere/Izgara (~91,47 dB(A)) ve G4: Paketleme (~90,72 dB(A)) bölümü takip ederken en düşük gürültü G5: Yükleme alanı (~87,45 dB(A)) bölümünden elde edilmiştir. Gürültü seviyelerinin ölçüm yapılan bölümler ve haddehaneler arasında farklılık oluşturmada, ölçüm noktalarının etrafındaki ilave gürültü kaynakları etkili olmuştur.

Gürültü yönetmeliğine göre; 8 saatlik çalışma süresi için en düşük maruziyet eylem değerleri ($L_{ex,8 \text{ saat}}$) 80 dB(A) veya (L_{peak}) 135 dB(C), en yüksek maruziyet eylem değerleri ($L_{ex,8 \text{ saat}}$) 85 dB(A) veya (L_{peak}) 137 dB(C) ve maruziyet sınır değerleri ise ($L_{ex,8 \text{ saat}}$) 87 dB(A) veya (L_{peak}) 140 dB(C) olarak belirtilmiştir (Gürültü Yönetmeliği, 2003b).

İlgili yönetmelik ile karşılaştırıldığında, iç ortam gürültü ölçümleri 5 farklı noktadan (G1: Fırın, G2: Merdaneler, G3: Testere/Izgara, G4: Paketleme ve G5: Yükleme alanı) yapılan 4 farklı haddehanenin ölçüm yapılan neredeyse tüm noktalarında (Haddehane 1, G5: Yükleme alanı hariç (83,3 dB(A))) 87 dB(A) maruziyet sınır değerinin aşıldığı görülmüştür.

Kişisel gürültü ölçüm sonuçları (Tablo 4.2) incelendiğinde; en düşük kişisel gürültü maruziyet ölçümü Haddehane 2'den KG1 (Fırın) noktasından (86,9 dB(A)) elde edilirken, en yüksek kişisel gürültü maruziyet ölçümü ise Haddehane 2'den KG3 (Testere/Izgara) noktasından (99,7 dB(A)) elde edilmiştir. Haddehanelerde en düşük

kişisel gürültü KG1 (Fırın) noktasında, en yüksek gürültü ise KG2 (Merdaneler) ve KG3 (Testere/ızgara) noktalarında oluştuğu görülmüştür.

Haddehane 1' de kişisel gürültü seviyesi; KG2: Merdaneler (96,7 dB(A)), KG3: Testere/Izgara (94,5 dB(A)) ve KG1: Fırın (93,9 dB(A)) olarak sıralanmaktadır. Haddehane 2' de kişisel gürültü seviyesi; KG3: Testere/Izgara (99,7 dB(A)), KG2: Merdaneler (95,5 dB(A)) ve KG1: Fırın (86,9 dB(A)) olarak sıralanmaktadır. Haddehane 3' te kişisel gürültü seviyesi; KG3: Testere/Izgara (96,9 dB(A)), KG1: Fırın (94,7 dB(A)) ve KG2: Merdaneler (94,5 dB(A)) olarak sıralanmaktadır. Haddehane 4' te kişisel gürültü seviyesi; KG2: Merdaneler (97,6 dB(A)), KG3: Testere/Izgara (96,5 dB(A)) ve KG1: Fırın (91,8 dB(A)) olarak sıralanmaktadır.

Haddehanelerin kişisel gürültü ölçüm seviye sıralamaları kıyaslandığında; en yüksek gürültü KG3: Testere/Izgara (~96,9 dB(A)), bölümünde çalışandan ölçülmüş, onu sırasıyla KG2: Merdaneler (~96,07 dB(A)) ve KG1: Fırın (~91,82 dB(A)) bölümlerinde çalışanlar takip etmiştir.

Gürültü yönetmeliğiyle kıyaslandığında, kişisel gürültü maruziyet ölçümleri 3 noktada çalışanlar üzerinde (KG1: Fırın, KG2: Merdaneler ve KG3: Testere/Izgara) yapılan 4 farklı haddehanenin, ölçüm yapılan tüm noktalarda çalışanların maruz kaldığı gürültü seviyeleri maruziyet sınır değerini (87 dB(A)) aştığı tespit edilmiştir.

Bu durumda yapılması gereken önlemleri şu şekilde sıralamak mümkündür;

- İkame yöntemi ile gürültünün daha düşük olduğu çalışma metotlarının seçilmesi,
- İşin niteliğine göre uygun olan en düşük gürültü yayma işlemini gerçekleştiren iş ekipmanının seçimi,
- İş donanımını güvenli ve doğru kullanım için gerekli eğitim ve bilgilendirmenin yapılması,
- Teknik yollara müracaat ederek gürültüyü azaltmak.

Öncelikle ölçüm sonuçlarını da göz önüne alarak Fine Kinney metoduyla risk değerlendirmesi yapılmıştır. Gürültüyü azaltma çalışmalarında haddehane sisteminin

otomasyon sistemle değiştirilmesi gürültü seviyesinde azalma ve maruz kalan personel sayısının azaltılmasını sağlayacaktır. Yalnız bu işlem işletmelere maddi açıdan yüksek geldiğinden ikame yöntemi Haddehane 2, Haddehane 3, Haddehane 4 numaralı tesisler için uygun görülmemektedir. Haddehane 1 ise yenileme işlemlerini yapmış otomasyon sisteme geçmiş olmasına rağmen gürültü seviyesi haddehane çalışma prensibinden kaynaklı yine yüksek çıkmıştır. Diğer tesislere göre avantajlı durumsa üretimin otomasyon olmasından kaynaklı maruz kalan personel sayısı diğer tesislere göre daha az olmasıdır.

Gürültüye karşı alınan kişisel koruyucu donanım (KKD) kullanımında kulaklıkların ve ekipmanlarının çalışanların fiziksel özelliklerine ve kullanım amacına uygun olması gerekmektedir. Ölçüm sonrası durum değerlendirmesi yapılarak işyeri hekimi ile personellere bilgilendirme yapılmış, kulaklık kullanılmadığı sürece kendilerinde ortaya çıkacak işitme kayıplarının bilgilendirmesi yapılmıştır. Kişisel koruyucu donanım seçiminde kulak tıkacı/ kulaklık kullanılacak alanlar tespit edilmiş, uygun malzeme seçimi sağlanmıştır. Gürültü seviyesinin sınır değeri aştığı alanlarda çalışan personele EN 352-2 standartına uygun kulak tıkacı temin edilmiştir. Bu kulak tıkaçları ortamdaki gürültü seviyesini ortalama 23-25 dB düşürmektedir. Bu kulak tıkaçlarının etkin kullanımı ile çalışanların maruz kaldığı gürültü seviyesinin sınır değerinin altına inmesi sağlanmıştır.

İç ortam sonuçları genel olarak incelendiğinde haddehanelerin çalışma sistemleri sebebi ile, dört haddehanede de en önemli fiziksel risk etmeninin gürültü olduğu görülmüştür. Çalışma sistemlerinin değiştirilememesinden dolayı çalışanlar en fazla gürültüden etkilenmektedir. Bu durumda gürültüye bağlı zararın önlenmesi için ortama yönelik koruma tedbirleri uygulanamadığından kişiye yönelik koruma tedbirleri (kulak tıkacı/kulaklık) uygulanarak gürültünün çalışanlar üzerinde oluşturabileceği zararlardan korunması amaçlanmıştır.

Çalışma ortamında temin edilmiş KKD olmasına rağmen çalışanlar tarafından yeterli derecede kullanılmamaktadır. İşveren tarafından KKD kullanımı takibi yapılmalıdır. Bu KKD'lerin kontrol, bakım ve temizlikleri önerilen periyotlarda yapılmadığı gözlenmiştir. Bilgilendirme eğitimlerinin sürekliliği ve çalışan katılımı sağlanmalıdır.

Ayrıca; çalışanların günlük çalışma sürelerinin 90 dB(A)' ya kadar gürültü maruziyetinde 8 saat, 92 dB(A)' ya kadar gürültü maruziyetinde 6 saat, 95 dB(A)' ya kadar gürültü maruziyetinde 4 saat, 97 dB(A)' ya kadar gürültü maruziyetinde 3 saat ve 100 dB(A)' ya kadar gürültü maruziyetinde 2 saat ile sınırlandırılması gerekliliği işletmelere bildirilmiştir.

Balcı (2016) İSG uzmanlık tez çalışmasında; örnek olarak aldığı 3 çimento fabrikasında gürültü ölçümü yaptığı 7 noktanın değerleri kıyaslamış ve en yüksek maruziyet seviyesinin çimento değirmeni (91,7 dB(A)) ve kırıcı ünite (93,2 dB(A)) noktalarında olduğunu tespit etmiştir. Diğer ünitelerde ise maruziyeti sınır değeri (85 dB(A)) aştığı (Döner fırın: 87,1 dB(A)), Farin değirmeni: 87,7 dB(A) ve Makine bakım: 88 dB(A) veya bu değere çok yakın (Kömür değirmeni: 83,2 dB(A) ve Döner kantar: 82,2 dB(A)) olduğunu tespit etmiştir.

Kıratlı (2015) yüksek lisans tez çalışmasında; döküm fabrikalarında, İSG bakımından önemli risklerin olduğunu (ağır ve büyük malzemelerin taşınması, sıcak metaller, aşındırıcı ve zehirli maddeler, duman, toz, termal konfor şartları, gürültü), çalışma şartlarının düzenlenmesiyle iş kazalarının azaltılabileceği ifade edilmiştir. Ayrıca; yapılan araştırmaya göre çalışanların en büyük kaza olasılığı olarak; %64,5 el ve ayak üzerine malzeme düşmesi, %60,5 göze çapak kaçması, %45,4 gürültü, %33,6 kimyasal etkenler (karbondioksit, kaynak gazı, maça bağlayıcılar, tütsü, vb.), %21,7 ergimiş metal ve kıvılcım sıçraması belirtilmiştir.

Buluş (2011) yüksek lisans tez çalışmasında; demiryolu fabrikasında çalışanların fabrikada öncelik sırasına göre gürültü, düşük sıcaklık, toz, kimyasal maddeler ve havalandırma ve aydınlatma gibi olumsuz etkenlerin ortadan kaldırılması için gerekli önlemlerin alınması faydalı olacağını ifade ettiği, çalışanların fabrikada meslek hastalığına neden olan etmenler olarak; %62,3'ü gürültüyü, % 11,4'ü düşük sıcaklığı 1. etken, % 62,3'ü gürültüyü, %38,3'ü düşük sıcaklığı, % 12,6'sı havalandırma ve aydınlatmanın yetersizliğini ve tozu 2.etken, %23,4'ü kimyasal maddeleri, %22,9'u ağır kaldırmayı, % 18,9'u, havalandırma ve aydınlatmanın yetersizliğini 3. etken olarak belirtmişlerdir.

Ünal (2011) yüksek lisans tez çalışmasında; gemi geri dönüşüm sektöründe yapılan işlemlerin çalışanları çeşitli tehlikelerle (yaralanma ve ölüm, sağlık problemleri, hastalık) karşı karşıya bıraktığı ve bazı mesleki tehlikelere özellikle asbest, ağır metaller, tehlikeli maddeler ve kimyasallar, yüksek düzeyde gürültüye maruz kalmakta olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca; başta gürültü ve titreşim olmak üzere fiziksel etmenlere karşı düzenli ölçümler yapılması ve sonuçlara göre önlemler alınması, özellikle maske ve kulaklık kullanımının yaygınlaştırılmasının sanayinin iş hijyeni şartlarının iyileştirilmesi için yararlı olacağı bildirilmiştir.

Ay (2014) yüksek lisans tez çalışmasında; kot üretimi yapan fabrikada başlıca fiziksel risk etmenlerinin gürültü, aydınlatma, ısı-nem, toz, gaz, kimyasallar v.b. olduğu, atölyelerde ortam gürültüsünün önemli tehlikelerden biri olduğu, özellikle yıkama bölümünde yıkama ve kurutma makinalarının sesi, kesimhane bölümünde kesim motorlarının sesi sebebiyle 8 saatlik çalışma süresinde gürültünün sebep olduğu stres, işitme kaybı ve kulak çınlamaları vb. problemlerin oluşabileceği bildirilmiştir.

Ölmez (2014) yüksek lisans tez çalışmasında; hazır giyim işletmelerinde aydınlatma, gürültü, toz, termal konfor gibi fiziksel çevreyle ilgili ölçüm ve kontroller yeterince yapılmadığını ve iplik işletmesinde gürültü, toz, gece aydınlatması, özellikle yaz aylarında çalışma ortam sıcaklığı gibi fiziksel çevreyle ilgili ölçüm ve kontrollerin yeterince yapılmadığını belirlemiştir.

Taşkın (2015) yüksek lisans tez çalışmasında; pamuk ipliği üretim iş kolunda yer alan işletmelerde meydana gelen meslek hastalıklarının gürültüden kaynaklandığını tespit etmiştir.

Gönüllü, Avşar, Aslankaya ve Tosun (2007) yaptıkları bir çalışmada; fabrikalardan elde edilen makine ve teçhizat gürültü seviyelerinin incelenmesi sonucunda, genelde standartlarda belirtilen sınırların altında olduklarını, ancak bu durumun çalışma ortamını işitme koruması bakımından yeterli kılmayacağını ve bu durumda asıl önemli olanın çalışama ortamı gürültü seviyesi ve maruz kalma süresi olduğunu, makine gürültü düzeyi yönetmelikte belirtilen sınır değer altında bile olsa maruz kalma

süresinin de dikkate alındığında işitme sağlığı bakımından tehlike arz edebileceği vurgulanmışlardır.

Özkan (2005) doktora tez çalışmasında; hastane ortamında çalışan sağlığını doğrudan etkileyebilecek fiziksel çevresel etkenlerin; sıcaklık, nem, havalandırma, aydınlatma, gürültü, titreşim ve elektromanyetik radyasyon olarak sıralanabileceğini, katılımcı hemşirelerin ise fiziksel tehlikelerden gürültüyü %71,6, havalandırma ile ilgili durumu %67,0, hastane atıklarını %63,6, ve elektrik düzeneğini %61,7, oranında riskli olarak bulduğunu bildirmiştir.

Özergün Durmuşoğlu (2008) yüksek lisans tez çalışmasında; gürültünün en azından çalışanların dikkatini dağıtan bir faktör olduğu ve yorgunluğu arttırdığının belirlendiği, çalışanların emniyet uyarılarını duymalarının gürültü sebebiyle çok zorlaştığı ve uzun süre aşırı gürültüye maruz kalan çalışanlarda farklı ölçülerde işitme kaybı olduğu bildirilmiştir.

Erşen (2015) yüksek lisans tez çalışmasında; gürültünün çalışanlar üzerinde fiziksel ve psikolojik rahatsızlıklara sebep olabileceği (kan basıncını, kalp atış hızını, nefes alma sıklığını, mide-bağırsak spazmlarını arttırabileceği), sürekli gürültüye maruz kalan çalışanlarda ise tedavi edilemeyen işitme bozukluklarına neden olabileceği bildirilmiştir.

Hendem (2007) yüksek lisans tez çalışmasında; gürültü seviyesinin minimum maruziyet etkin değerini (80 dB) geçtiğinde, işverenin kulaklık sağlaması gerektiğini, gürültü seviyesinin maximum maruziyet etkin değerine (85 dB) ulaştığında veya aştığında, kulak koruyucuların kullanılması gerektiğini bildirmiştir. Ayrıca; kulak koruyucuların ilk kullanımında çalışan tarafından gerekli alışkanlığın zamanla sağlanması amacıyla ilk gün 30 dk ve takip eden günlerde de 30'ar dk artırılarak kullanılması gerektiği bildirilmiştir.

5.2. Aydınlatma Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Aydınlatma ölçüm sonuçları (Tablo 4.4) incelendiğinde; en düşük aydınlatma seviyesi Haddehane 2' den A9 (Kontrol paneli) noktasından (122 lüks) elde edilirken, en yüksek aydınlatma seviyesi ise yine Haddehane 2' den A4 (Tesis giriş/Hol) noktasından (1326 lüks) elde edilmiştir.

Haddehane 1' de aydınlatma ölçüm seviyesi; A8: Kütük kesim (926 lüks), A3: Hadde paketleme (774 lüks), A1: Hadde hazırlama (743 lüks), A2: Hadde ızgara (726 lüks), A6: Ocak itici kabini (631 lüks), A4: Tesis giriş/hol (626 lüks), A10: Yükleme alanı (601 lüks), A7: Ocak hazırlama viraj (588 lüks), A5: Stok alanı (573 lüks) ve A9: Kontrol paneli (533 lüks) olarak sıralanmaktadır. Haddehane 1 aydınlatma ölçüm sonuçları incelendiğinde en yüksek aydınlatma seviyesinin 926 lüks, en düşük aydınlatma seviyesinin ise 533 lüks olduğu ve aydınlatma seviyeleri arasında çok fark olmadığı görülmüştür.

Haddehane 2' de aydınlatma ölçüm seviyesi; A4: Tesis giriş/hol (1326 lüks), A3: Hadde paketleme (1071 lüks), A7: Ocak hazırlama viraj (982 lüks), A5: Stok alanı (812 lüks), A10: Yükleme alanı (748 lüks), A6: Ocak itici kabini (507 lüks), A2: Hadde ızgara (430 lüks), A1: Hadde hazırlama (342 lüks), A8: Kütük kesim (159 lüks) ve A9: Kontrol paneli (122 lüks) olarak sıralanmaktadır. Haddehane 2 aydınlatma ölçüm sonuçları incelendiğinde en yüksek aydınlatma seviyesinin 1326 lüks, en düşük aydınlatma seviyesinin ise 122 lüks olduğu ve aydınlatma seviyeleri arasında belirgin bir fark olduğu tespit edilmiştir.

Haddehane 3' te aydınlatma ölçüm seviyesi; A7: Ocak hazırlama viraj (588 lüks), A10: Yükleme alanı (571 lüks), A6: Ocak itici kabini (570 lüks), A3: Hadde paketleme (560 lüks), A8: Kütük kesim (400 lüks), A1: Hadde hazırlama (375 lüks), A5: Stok alanı (193 lüks), A9: Kontrol paneli (179 lüks), A4: Tesis giriş/hol (155 lüks) ve A2: Hadde ızgara (139 lüks) olarak sıralanmaktadır. Haddehane 3 aydınlatma ölçüm sonuçları incelendiğinde en yüksek aydınlatma seviyesinin 588 lüks, en düşük aydınlatma seviyesinin ise 139 lüks olduğu ve aydınlatma seviyeleri arasında fark olduğu tespit edilmiştir.

Haddehane 4' te aydınlatma ölçüm seviyesi; A1: Hadde hazırlama (178 lüks), A6: Ocak itici kabini (177 lüks), A2: Hadde ızgara (171 lüks), A9: Kontrol paneli (170 lüks), A3: Hadde paketleme (168 lüks), A4: Tesis giriş/hol (167 lüks), A10: Yükleme alanı (167 lüks), A5: Stok alanı (165 lüks), A7: Ocak hazırlama viraj (152 lüks) ve A8: Kütük kesim (144 lüks) olarak sıralanmaktadır. Haddehane 4 aydınlatma ölçüm sonuçları incelendiğinde en yüksek aydınlatma seviyesinin 178 lüks, en düşük aydınlatma seviyesinin ise 144 lüks olduğu ve aydınlatma seviyeleri arasında fark olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca haddehane 4 aydınlatma seviyesinin diğer haddehanelere göre belirgin olarak düşük olduğu gözlemlenmiştir.

Aydınlatma değeri ölçülen haddehanelerin ortalama aydınlık seviyeleri çalışma ortamı sağlık ve güvenlik yönetmeliğine göre TS EN 12464-1: 2013; TS EN 12464-1:2011: 201 standardı minimum aydınlık seviyeleri (Tablo 4.10) ile kıyaslanmıştır (Işık ve Aydınlatma Standartı, 2013; Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Yönetmeliği, 2013).

Tablo 4.10: TS EN 12464-1'e göre iç ortam aydınlatma referans sınır değerleri

Ölçüm yapılan nokta	Sınır değeri (lüks)	Aydınlatma Ölçümü Ortalama değeri (lüks)			
		Haddehane 1	Haddehane 2	Haddehane 3	Haddehane 4
A1: Hadde hazırlama	>300	743	342	375	<u>178</u>
A2: Hadde ızgara	>300	726	430	<u>139</u>	<u>171</u>
A3: Hadde paketleme	>300	774	1071	560	<u>168</u>
A4: Tesis giriş/hol	>200	626	1326	<u>155</u>	<u>167</u>
A5: Stok alanı	>200	573	812	<u>193</u>	<u>165</u>
A6: Ocak itici kabini	>300	631	507	570	<u>177</u>
A7: Ocak hazırlama viraj	>300	588	982	588	<u>152</u>
A8: Kütük kesim	>300	926	<u>159</u>	400	<u>144</u>
A9: Kontrol paneli	>300	533	<u>122</u>	<u>179</u>	<u>170</u>
A10: Yükleme alanı	>200	601	748	571	<u>167</u>

İç ortam aydınlatma değerleri sınır değere göre kıyaslandığında sadece Haddehane 1'in referans değerleri tamamıyla sağladığı görülmüştür. Haddehane 2'de iki noktanın (A8: Kütük kesim ve A9: Kontrol paneli), Haddehane 3' te ise dört noktanın (A2: Hadde Izgara, A4: Tesis giriş/hol A5: Stok alanı ve A9: Kontrol paneli) sınır değerlerin altında kaldığı tespit edilmiştir. Haddehane 4'ün ise ölçüm yapılan tüm noktalarda aydınlatma seviyesi referans sınır değerlerinin altında kaldığı görülmüştür.

Haddehane 1' de tesisin yeni olması ve aydınlatmaların periyodik temizliklerinin ve kontrollerinin sağlanması aydınlatmaların tamamen referans seviyelerin üzerinde olması sağlamaktadır. Haddehane 2 ve 3' te tesislerin eski olmasına rağmen aydınlatmaların rutin bakımlarının sağlanması sonucu ölçümlerin yeterli aydınlatmayı birkaç nokta haricinde yüksek oranda karşıladığı görülmüştür.

Haddehane 4' te ise aydınlatma seviyesi; tesisin eski olması, bakım/onarım ve temizliğinin periyodik olarak yapılmaması, ayrıca haddehanenin belirli kısımlarının tamamen açık olması nedeniyle sürekli rüzgar ve toza maruz kalması gibi sebepler sonucunda tamamen referans sınır değerlerin altında kalmıştır. İncelemeler sonucunda referans değerin altında kalan noktalarda bozulan veya patlayan lambaların yenilenmediği tespit edilmiştir. Ayrıca bu tesiste aydınlatma yetersizliğinden kaynaklanan irili ufaklı iş kazaları meydana gelmiştir ve aydınlatma ölçüm sonuçlarının da rehberliğinde aydınlatmaların bakım/onarım ve temizliği yapılmıştır. Bazı noktalarda ise aydınlatmalar yenilenerek iyileştirmeler yapılmıştır.

Dört Haddehanede de çalışma şekillerine bağlı aydınlatmalar üzerinde tozlanma meydana gelmektedir. Bu tozlanmalar da aydınlatma seviyesinin düşmesine sebep olmaktadır. Ayrıca; aydınlatma da kullanılan lambaların kontrolünün yapılması kırılan bozulan aydınlatma gereçlerinin yenilenmesi gerekmektedir. Belirli periyotlarda temizlik, bakım ve kontrollerin sağlanmaması durumunda aydınlatma seviyelerinde azalma meydana geleceğinden kazalara davetiye çıkaracaktır.

Bayrakdar (2016) İSG uzmanlık tez çalışmasında; çalışanın görme ile etrafındakileri fark edebilmesinin görsel algılama yoluyla gerçekleştiği, iyi bir görüş alanı sağlanması ve yapılan işte bütün detayların görülebilmesinde aydınlatma düzeyinin

payının büyük olduğu, uygun aydınlatma düzeyi ile riskler görülebildiğinde çalışan risk algısının yükseldiği ve kaza oranının azalttığı bildirilmiştir. Yaptığı araştırma kapsamında farklı sektörlerde faaliyet gösteren 15 farklı işyerinde (283 işyeri bölgesi) aydınlatma ölçümü ve anket (90 kişi) yöntemiyle veriler toplanmış ve TS EN 12464-1 standartında belirtilen minimum aydınlık seviyeleri ile karşılaştırmıştır. Aydınlatma ölçümleri yapılan 283 noktadan 155' inde (%54,8) standartta belirtilen minimum seviyenin karşılanmadığı ve ankete katılanların %22,2'sinin işyerlerinde aydınlatma seviyesi kaynaklı kaza yaşadıkları belirtilmiştir. Ayrıca katılımcılar, işyerlerinde aydınlatma seviyesi kaynaklı yaşanan kazalardan %47,6 ile en çok kayıp/takılıp düşme kazası yaşandığını, bu kazaların %42,8 ile en çok çalışma alanından dolaşım alanına geçişte yaşandığını ve ikinci olarak ise %38 ile çalışma alanında yaşandığını ifade etmişlerdir. Metal sektöründe faaliyet gösteren işyerinin 19 farklı noktasından yapılan aydınlatma ölçümlerinin 13'ünün TS EN-12464_1 standartında belirtilen minimum aydınlatma seviyesi değerlerini karşılamadığı ifade edilmiştir.

Ünver (2017) yüksek lisans tez çalışmasında; bir metal dövme fabrikasında 50 nokta üzerinde aydınlatma seviyesi ölçümleri yapmış ve sonuç olarak bazı noktaların asgari değerlerin altında kaldığını tespit etmiştir. İncelemeler sonucunda referans değerlerin altında kalan noktalarda arızalanan veya patlayan lambaların yenilenmediğini, fabrikanın periyodik kontrolleri yapmadığını ifade etmiş ve aydınlatma sistemlerinin düzenli kontrolünün yapılması, arızalanan veya patlayan lambaların yenilenmesinin aydınlatma seviyesinin korunmasındaki önemini vurgulamıştır.

Çınar ve Şensöğüt (2017) tarafından yapılan bir çalışmada; iyi aydınlatılmamış bir madende çalışanlar yeterli düzeyde görüş alanına sahip olmadığından dolayı çeşitli tehlikelere (yaralanmalı, ölümlü veya maddi hasarlı kazalar) maruz kalabileceği, iyi bir aydınlatmaya sahip madende ise üretim miktarı ve verimlilikte artışın olabileceği, incelenen iki ocakta da yapılan aydınlatma ölçümleri sonucunda, ışık kaynakları arasındaki mesafenin fazla olması sebebi ile aydınlatma seviyesinin yetersiz olduğu ve tesislerde kullanılan floresan tipi lambaların yerine hem daha ekonomik hem de aydınlatma seviyesi bakımından daha yüksek düzeyli olan led tipi lambaların

kullanılmasının faydalı olacağı ifade edilmiştir. Ayrıca; tesislerde aydınlatma lambalarının, bozulması veya tozlanması ile aydınlatma seviyesinin azalacağından bakım/onarımlarının önemli olduğu ve belirli sürelerde yenilenmesi veya temizlenmesinin aydınlatma seviyesini etkileyeceği bildirilmiştir.

Kürkçü vd. (2014) tarafından yapılan bir çalışmada; aydınlatmanın, çalışma ortamlarında güvenli bir çalışma alanı sağlanmasında önemli bir faktör olduğu, işyerindeki tehlikeleri görünürlüğünü artırması sebebiyle İSG koşullarının iyileştirici etkisi olduğu ve görsel etkisine ek olarak aydınlatmanın çalışanlar üzerinde kendini iyi hissetme, moral yüksekliği ve yorgunluk hissetmemesi gibi psikolojik ve biyolojik etkilere de sahip olduğu bildirilmiştir.

Çobanoğlu (2007) yüksek lisans tez çalışmasında; hastanelerin aydınlatma sistemi planlanırken görsel açıdan konfor şartlarının sağlanması gerektiği, yapılan araştırmalar sonucunda aydınlatmanın hastaların tedavi süreçlerini etkileyen faktörlerden biri olduğu, psikolojik olarak kendilerini rahat hissettikleri ortamlarda tedavi sürelerinin hızlandığı, hasta odalarında mümkün olduğu kadar doğal aydınlatmadan faydalanılması gerektiği, yapay aydınlatma sistemi kullanıldığında da ise ışık renginin mümkün olduğunca gün ışığına yakın seçilmesi gerektiği bildirilmiştir. Ayrıca; hasta odaları aydınlık sistemi düzenlenirken, otomatik kontrol ve enerji tasarrufu yerine ışığın rengi ve armatürlerin tipline dikkat edilmesi gerektiği ifade edilmiştir.

Ay (2014) yüksek lisans tez çalışmasında; kot üretimi yapan işletmede başlıca fiziksel risk etmenlerinin gürültü, aydınlatma, ısı-nem, toz, gaz, kimyasallar v.b. olduğu bildirilmiştir. Ayrıca; aydınlatma yetersizliğinin yorgunluk sebebi olduğu ve kazalara sebebiyet vereceği, özellikle, renklerle uyarı, işaret ve levhalar bakımından aydınlatmanın önemli olduğu, bu levhaların aydınlatmasının iyi olamaması durumunda onların iyi görülemeyeceği ifade edilmiştir.

Taşcıoğlu (2007) yüksek lisans tez çalışmasında, hastanelerin servislerinde mevcut fiziksel tehlike ve riskler gözlemsel yöntemlerle araştırılmış ve elde edilen bilgilere göre hastanelerdeki tehlike ve riskler; elektrik düzeneği, zeminin yapısı, kaygan olup olmaması, havalandırma, aydınlatma, sıcaklık, gürültü, yangın ve atıklar başlıkları

altında toplandığı bildirilmiştir. Ayrıca; çalışanların yaptıkları işlerin niteliğine göre yeterli ve tatmin edici bir aydınlatma düzeyi sağlanması gerektiği (klinik veya laboratuvarlarda 200 lüks, muayene ve tedavi bölümlerinde 500 lüks, yoğun bakım veya ameliyat masasında 1500-2000 lüks) ve iyi aydınlatmanın görme keskinliğini arttırarak çalışanların başarısını da arttıracacağı ifade edilmiştir.

Başdemir (2016) yüksek lisans tezinde, kaza sebeplerini doğrudan sebepler, doğrudan sebeplere yol açan ikinci derece sebepler ve gerçek sebepler olarak üçe ayrılabilirliğini ifade etmiştir. Doğrudan sebeplere kullanılan aletin arızalı olması, kullanılan makinenin koruyucusuz olması, zeminin kayganlığı, yetersiz aydınlatma, İkinci derece sebeplere işyerindeki doğrudan sebeplerin amirler tarafından düzeltilmemesi, Asıl sebeplere ise, yönetim ve denetimle ilgili ihmal ve kusurları örnek olarak belirtmiştir.

Özkan (2005) doktora tez çalışmasında; hastane ortamında çalışan sağlığını doğrudan etkileyebilecek fiziksel çevresel etkenlerin; sıcaklık, nem, havalandırma, aydınlatma, gürültü, titreşim ve elektromanyetik radyasyon olarak sıralanabileceğini bildirmiştir. Ölmez (2014) yüksek lisans tez çalışmasında; hazır giyim işletmelerinde aydınlatma, gürültü, toz, termal konfor gibi fiziksel çevreyle ilgili ölçüm ve kontroller yeterince yapılmadığını belirlemiştir. Buluş (2011) yüksek lisans tez çalışmasında; demiryolu fabrikasında çalışanların fabrikada öncelik sırasına göre gürültü, düşük sıcaklık, toz, kimyasal maddeler ve havalandırma ve aydınlatma gibi olumsuz etkenlerin ortadan kaldırılması için gerekli önlemlerin alınması faydalı olacağı bildirilmiştir.

5.3. Termal Konfor Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Termal konfor ölçüm sonuçları (Tablo 4.7) incelendiğinde; PPD (%) değerlerinin bütün haddehanelerde (6,6) aynı olduğu, PMV değerleri kontrol edildiğinde ise en düşük PMV değeri (0,0) Haddehane 1'den elde edilirken, en yüksek PMV değeri ise (0,8) Haddehane 4'ten elde edilmiştir. Termal konfor ölçüm sonucu elde edilen PMV değerlerine göre haddehaneler; Haddehane 1 (0,0), Haddehane 2 ve Haddehane 3 (0,3), Haddehane 4 (0,8) olarak sıralanmıştır.

TS EN ISO 7730: (2006) standartına göre konforlu bir çalışma ortamının PMV değerinin $-0,5 > PMV > 0,5$ aralığında olması önerilmektedir. Bu değer aralığı ortamda bulunan kişilerin memnuniyetsizlik oranının (PPD) %10'u geçmemesini ifade etmektedir. Tablo 4.7 termal konfor ölçüm sonuçları incelendiğinde; PPD' nin (ortamda bulunan kişilerin memnuniyetsizlik oranı) bütün haddehanelerde %6,6 da kaldığı görülmüştür. TS EN ISO 7730: (2006) standartına göre termal konfor ölçümü yapılan haddehanelerde ortamda bulunan kişilerin memnuniyetsizlik oranı uygundur. TS EN ISO 7730: (2006) standardına göre gerçekleştirilen termal konfor ölçüm sonuçlarına göre hesaplanan PMV değerleri sonucunda ortam değerlendirmesi Tablo 4.11' de verilmiştir (İmancı, 2014; TS EN ISO 7730, 2006).

Tablo 4.11: PMV değerlerine göre alınabilecek önlemler

	PMV	Durum	Değerlendirme
1	$PMV \geq 3$	Sıcak	Ortam iyi bir şekilde soğutulmalıdır
2	$3 > PMV \geq 2$	ılık	Ortam soğutulmalıdır
3	$2 > PMV \geq 1$	Biraz ılık	Ortam biraz soğutulmalıdır
4	$1 > PMV \geq -1$	İdeal / Nötr	-
5	$-1 < PMV \leq -2$	Biraz serin	Ortam biraz ısıtılmalıdır
6	$-2 < PMV \leq -3$	Serin	Ortam ısıtılmalıdır
7	$-3 < PMV$	Soğuk	Ortam iyi şekilde ısıtılmalıdır

Termal konfor ölçüm sonuçları referans değerler tablosu ile kıyaslandığında dört farklı haddehanenin de $(0,0 - 0,3 - 0,3 - 0,8)$ $1 > PMV \geq -1$ aralığında olduğu, durum olarak ise ideal sonucuna ulaşıldığı görülmektedir. Ayrıca bütün haddehanelerin termal konfor düzeyinin referans tabloya göre en ideal koşulları sağladığı ve değerlendirme olarak ise herhangi bir önleme gerek olmadığı tespit edilmiştir.

Haddehaneleri üretim sürecinde gözlemlediğimizde belli alanlarda (fırın çevresi ve ızgara bölümleri) çalışan personellerin özellikle yaz aylarında termal konfor şartlarından şikayetler alınmıştır. Buna rağmen haddehanelerin tamamında belli noktalardan seçilen personellerde gerçekleştirilen ölçüm sonuçları ideal aralıktadır çıkmıştır. Çalışanların şikayetlerinin azaltılması için, mevsime ve işin niteliğine göre iş elbisesi verilmesi gerektiği tespit edilmiştir. Ayrıca; sıcaklık seviyesinin diğer bölümlere göre daha yüksek olduğu fırın çevresi ve ızgara üzerinde çalışan personeller

için fan kullanımı sağlanmış, kule operatörleri için klima tedarik edilmiştir. Ayrıca, çalışanların şikayetlerinin azaltılması için, mevsime ve işin niteliğine göre iş elbisesi verilmesi sağlanmıştır. Haddehanelerin tamamı açık/kısmen açık üretim tesisleri olduğu için doğal havalandırma şartları sağlanmaktadır. Haddehane 1, Haddehane 3, ve Haddehane 4' ün gece çalışıyor olması yaz aylarında termal konfor şartları için avantaj sağlamaktadır. Haddehane 2 ise üretimin sürekli olarak gündüz olmasından kaynaklı mevsimsel sıkıntılar yaşamaktadır.

Termal konfor bir işyerinde çalışanların büyük çoğunluğunun sıcaklık, hava akış hızı ve bağıl nem vb. iklimlendirme şartlarının, bedensel ve zihinsel çalışmalarını devam ettirirken belirli bir rahatlıkta olmalarını tarif etmektedir. Çalışma alanlarında ısı etkilenmeleri iş kazalarının artmasına ve verimin azalmasına sebep olmaktadır. Dört haddehanede de termal konfor şartlarının sağlanamamasından kaynaklı iş kazası yaşandığı görülmemiştir. Termal konfor ölçümleri farklı mevsimlerde (yaz/kış) gerçekleştirilmesi sağlanmalıdır. Çalışanların iş kıyafetlerinin mevsime ve işin niteliğine göre olup olmadığı düzenli olarak kontrol edilmelidir. Termal konforun çalışanlar üzerindeki etkilerine dair bilgilendirme eğitimleri gerçekleştirilmelidir.

Ünal (2021) yüksek lisans tezinde, tıbbi cihaz üreten fabrikada işletme yetkilileri ile belirlenen 4 farklı bölümde (montaj bölümü, kaynakhane, preshane ve boyahane) termal konfor ölçümleri yapılmış, yapılan ölçümler sonucunda montaj bölümünde PMV değeri -0,57 (değerlendirme; biraz serin), kaynakhane bölümünde PMV değeri 0,26 (değerlendirme; normal), preshane bölümünde PMV değeri 0,28 (değerlendirme; normal) ve boyahane bölümünde PMV değeri 0,58 (değerlendirme; biraz ılık) olarak bildirilmiştir. Ayrıca; hafif serin olarak değerlendirilen montaj bölümünde çalışanların iş kıyafetleri termal konfor şartları gözetilerek temin edilmesi, ortam ısısının ve havalandırmanın yeterli seviyeye gelebilmesi için iklimlendirme cihazları takılması ve hafif ılık olarak değerlendirilen boyahane bölümünde çalışanların iş kıyafetleri termal konfor şartları gözetilerek temin edilmesi, ortam ısısının ve havalandırmanın yeterli seviyeye gelebilmesi için iklimlendirme cihazları takılması, mola sıklıklarının artırılması ve yeterli sıvı alabilmelerinin sağlanması önerilmiştir.

Öz (2019) yüksek lisans tezinde, Uşak ilinde bulunan tekstil fabrikalarının 5 farklı bölümde (dokuma, open end, tarak, cer ve konfeksiyon bölümleri) 2 adet yaz 2 adet kış ölçümü olmak üzere toplamda 20' şer adet termal konfor ölçümleri yapmıştır. Yapılan termal konfor ölçümleri sonucunda, PMV değerlerinin "TS EN ISO 7730: (2006)" de belirtilen -2 ve 2 aralığında olduğu ve tekstil fabrikalarında sıcaklığın belirli bir düzende olduğu belirtilmiştir. Ancak ölçümler standartta belirtilen değerler arasında olsa da her 100 kişiden 68,62' sinin termal konfor bazlı şikayetleri olduğu, oranın yüksek olması sebebi ile ortamda düzeltmeler yapılmasının gerekli olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca; her kişinin metabolizma hızı ve vücut direnci aynı olmadığı, çalışanların çalıştırıldıkları bölüm ve ortamlar kişilerin yaş, cinsiyet ve metabolizma hızları dikkate alınarak seçilmesi gerektiği ve iş giysilerinin de önemle seçilerek kişilerin çalıştıkları ortamlara uygun olarak düzenlenmesi gerektiği bildirilmiştir.

Deniz (2017) yüksek lisans tezinde; 10 gıda üretimi yapan firmada 143 üretim alanlarında soğuk, sıcak ve uygun termal koşullarda çalışan 203 işçiye uluslararası standartta (ISO 10551) belirtilen 5 ölçek kullanılarak termal konfor ölçümleri yapılmış, yapılan ölçümler sonucunda 21 noktada IREQ değeri elbise yalıtım değerinden küçük, 11 noktada WBGT değeri referans değerin üzerinde ve 38 noktada ise sıcaklık WBGT sınır değerine çok yakın çıktığı tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda gıda endüstrisinde çalışanların büyük bir kısmının termal olarak rahatsız edici ortamlarda çalıştığı, bazı ortamlarda ise maruziyet olabilecek seviye olduğu bildirilmiştir. Ayrıca; sübjektif değerlendirmelere göre yaz aylarında sıcak ortam çalışanlarında şikayetler olduğu ifade edilmiştir.

Delice (2017) yüksek lisans tezinde; Sivas çimento fabrikası termal konfor ölçümleri sonucunda kırıcı giriş, sevkiyat, paketleme, ambar, elektrik bakım, kömür değirmeni ve çimento değirmeni bölümlerinin önerilen minimum sıcaklık değerinin altında, farin değirmeni bölümünde ise önerilen maksimum sıcaklık değerine yakın olduğu tespit edilmiştir. Ölçüm sonuçlarının ağır işler için önerilen termal konfor şartları ile karşılaştırıldığında Fırın 1-2 ve makine bakım bölümünün önerilen minimum değerin altında, siklon katının önerilen maksimum değere yakın ve yemekhane bölümünün önerilen maksimum değerin üzerinde bulunduğu bildirilmiştir. Ayrıca; genel olarak

fabrika çalışma alanlarının termal konfor sağlayacak şekilde dizayn edilmediği ifade edilmiştir.

Görgülü (2008) yüksek lisans tezinde; inşaat işlerinin, yapısı gereği doğal iklim koşulları altında gerçekleştiği, kötü hava koşullarının, özellikle inşaat dış ortamda çalışanlar için önemli riskleri de beraberinde getirdiği, güneş çarpmaları, hipodermi, soğuktan donmalar, tansiyon yükselmesi ve düşmesine bağlı bazı rahatsızlıklar (inşaatta yaşanan iş kazalarını yarısının sebebi olan yüksekten düşmenin sebeplerinden), açık hava koşullarında çalışıldığı için görüldüğü bildirilmiştir. Ayrıca; şantiyelerde uygun termal konfor şartlarının sağlanamadığı, inşaat işlerinde, yağmur, rüzgâr, kar, tipi ve yazın güneş altında çalışmanın iş kazalarına ve meslek hastalıklarına sebep olduğu ifade edilmiştir.

Karahasanoğlu (2008) yüksek lisans tezinde; çözücü (n-hekzan) ekstraksiyon yöntemi ile ham yağ üretimi gerçekleştiren 5 orta ölçekli tesiste, 13 farklı noktada (tesis içerisinde ve dışarısında) ve tesislerin tam kapasitede faaliyet gösterdikleri sürede ölçümlerin yapıldığı ve yapılan termal konfor ölçümleri sonucunda, çalışanların bulundukları ortamlarda yasal sınırlamalara uyulduğu bildirilmiştir. Ayrıca; çalışma ortamında uygun sıcaklığın çalışanlarda motivasyon ve iş gücünü yükselttiği, böylece sıcaklık (termal konfor) değerlerinin önemine tekrar dikkat çekildiği ifade edilmiştir.

Yıldızlar (2018) yüksek lisans tezinde; bir çay fabrikasının belirli noktalarında (harman zemin, transit paketleme, transit paketleme arka bölüm ve meydan (kantar)) TS EN ISO 7730: (2006) ve TS EN 27243: (2002) standartlarına göre termal konfor ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan ölçümler sonucunda, çalışan termal hissiyatı harman zemin kat, transit paketleme ön kısım ve transit paketleme arka kısımlarında biraz serin, meydan (kantar) bölümünde ise biraz ılık olarak bildirilmiştir.

Uğurluay (2019) yüksek lisans tezinde; Korkut Ata Üniversitesi derslikleri ve Osmaniye Valiliği birimlerinde saha ölçümleri ve anket aracılığı ile termal konfor araştırması yapıldığı, yapılan ölçümler sonucunda, üniversite ve Osmaniye Valiliği termal konfor değerler birbirine oldukça yakın çıktığı (+2) ve termal duyarlılık skalasında sonuçların ılık olarak değerlendirildiği bildirilmiştir. Şenalp (2019) yüksek

lisans tezinde; 11 farklı noktada yapılan termal konfor ölçümleri sonucunda medreseye ait bütün mekanların yetersiz olduğu, fakat yetersizliğin restorasyon ile doğrudan ilgili olmadığı bildirilmiştir. Ayrıca; bundan sonraki tarihi yapılar için restorasyon yapılmadan önce gerekli fizibilite çalışmalarının gerçekleştirilmesi ve buna göre gerekli çözümlerin ve mimari detayların üretilmesi konularında önerilerde bulunulmuştur. Sayitoğlu Taş (2019) yüksek lisans tezinde; tarihi binanın termal konforunu etkileyen ana faktördeki değişimleri gözlemlemek amacıyla caminin 7 farklı noktasında yaz ve kış aylarında termal konfor ölçümleri gerçekleştirmiştir. Yapılan ölçümler sonucunda, ısıtma döneminde termal konfor şartlarının kesinlikle sağlamadığı ancak soğutma döneminde klima sistemlerinin doğru çalıştırılması ile PMV değerlerinin kullanıcı memnuniyet aralığına gelebileceği ifade edilmiştir. Ayrıca; cami içerisindeki iklimlendirilmiş ve iklimlendirilmemiş bölgeler arasındaki termal konfor koşul farklılıklarının iklimlendirme sistemlerinin gerekliliğini ortaya koyduğu bildirilmiştir.

Kıratlı (2015) yüksek lisans tezinde; döküm sektöründe İSG bakımından büyük risklerin olduğunu (ağır ve büyük malzemelerin taşınması, sıcak metaller, aşındırıcı ve zehirli maddeler, duman, toz, gürültü, termal konfor şartları vb.) ve çalışma şartlarının düzeltilmesinin iş kazaların azaltılmasında önemli bir etken olduğunu bildirilmiştir. Ölmez (2014) yüksek lisans tez çalışmasında; hazır giyim işletmelerinde aydınlatma, gürültü, toz, termal konfor gibi fiziksel çevreyle ilgili ve özellikle yaz aylarında çalışma ortam sıcaklığı gibi fiziksel çevreyle ilgili ölçüm ve kontrollerin yeterince yapılmadığını belirlemiştir. Altıntaş (2008) yüksek lisans tezinde; çalışma ortamında termal konfor şartlarının yetersiz kaldığında, sıkıntı hissedileceği ve rahatsızlık duyulmaya başlanacağı, buna bağlı olarak insanın çalışma kapasitesi ve iş verimi düşeceğini bildirilmiştir.

5.4. Toz Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Toz ölçüm sonuçları (Tablo 4.9) incelendiğinde; en düşük toz konsantrasyonu Haddehane 1' de T2 (Kütük hazırlama) bölümünden ($2,5 \text{ mg/m}^3$) elde edilirken, en yüksek toz konsantrasyonu ise yine Haddehane 3' de T1 (Izgara) bölümünden ($4,58 \text{ mg/m}^3$) elde edilmiştir.

Haddehane 1' de toz konsantrasyonu; T2: Kütük hazırlama (2,5 mg/m³), T1: Izgara (3,3 mg/m³) ve T3: Paketleme (2,5 mg/m³) olarak sıralanmaktadır. Haddehane 1' in toz ölçüm sonuçları incelendiğinde en yüksek toz konsantrasyonu 3,75 mg/m³, en düşük toz konsantrasyonu 2,5 mg/m³ olduğu tespit edilmiştir.

Haddehane 2' de toz konsantrasyonu; T2: Kütük hazırlama (3,39 mg/m³), T1: Izgara (3,71 mg/m³) ve T3: Paketleme (4,12 mg/m³) olarak sıralanmaktadır. Haddehane 2' nin toz ölçüm sonuçları incelendiğinde en yüksek toz konsantrasyonu 4,12 mg/m³, en düşük toz konsantrasyonu 3,39 mg/m³ olduğu tespit edilmiştir.

Haddehane 3' te toz konsantrasyonu; T2: Kütük hazırlama (3,17 mg/m³), T1: Izgara (4,58 mg/m³) ve T3: Paketleme (3,92 mg/m³) olarak sıralanmaktadır. Haddehane 3' ün toz ölçüm sonuçları incelendiğinde en yüksek toz konsantrasyonu 4,58 mg/m³, en düşük toz konsantrasyonu 3,17 mg/m³ olduğu tespit edilmiştir.

Haddehane 4' te toz konsantrasyonu; T2: Kütük hazırlama (3,13 mg/m³), T1: Izgara (4,09 mg/m³) ve T3: Paketleme (4,25 mg/m³) olarak sıralanmaktadır. Haddehane 4' ün toz ölçüm sonuçları incelendiğinde en yüksek toz konsantrasyonu 4,25 mg/m³, en düşük toz konsantrasyonu 3,13 mg/m³ olduğu tespit edilmiştir.

Tüm haddehanelerin toz ölçüm sonuçları karşılaştırıldığında; toz konsantrasyonu değerleri T2: Kütük hazırlama, T1: Izgara ve T3: Paketleme olarak sıralanmaktadır. Ayrıca Haddehane 1 diğer haddehaneler göre bütün bölgelerde en düşük toz konsantrasyonuna sahiptir. Bu sonucun Haddehane 1' in diğerlerine göre daha yeni bir tesis olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Diğer haddehanelerde ise daha eski olmalarından kaynaklı farklı bölümlerinde en yüksek toz konsantrasyonu değerleri tespit edilmiştir.

Toz ölçüm değeri belirlenen haddehanelerin toz konsantrasyonları Tozla Mücadele Yönetmeliğinin sınır değerleri ile kıyaslanmıştır. Yönetmeliğe göre; genel olarak ölçümlerde kullanılan inert ve istenmeyen toz maruziyet sınır değeri, Toplam toz: 15 mg/m³ ve solunabilir toz maruziyet sınır değeri, Solunabilir toz: 5 mg/m³ (Uluslararası

Çalışma rgt ILO'nun tozlar için belirlediği sınır değeri de Toplam Toz: 5 mg/m³tr.) olarak belirtilmiştir (Tozla Mücadele Yönetmeliği, 2013).

Toz lm değerleri sınır değerlerle (Toplam toz: 15 mg/m³ ve Solunabilir toz: 5 mg/m³) kıyaslandığında bütün haddehanelerin referans değerlerin altında olduğu grlmştir. Haddehanelerin toz ölçümü yapılan bütün noktalarında çalışma koşullarının uygun olduğu anlaşılmaktadır. İş sağlığı ve güvenliğinde meslek hastalıklarının en önemli parametrelerinden olan toz konsantrasyonun uygun olması haddehanelerimizi memnun edici bir sonuçtur.

lm sonuçları sınır değerlerin altında kalmış olsa da üretim sürecinde hazırlama kısmı denilen kısımlarda toza bağlı çalışan şikayetleri bulunmaktadır. Hazırlama kısmının üzerinde fenerlik denilen haddehaneler için kullanılan bir havalandırma sistemi bulunmaktadır. Ama işçilere göre yeterli gelmemektedir. Bütün haddehane hollerinde tavan vinci bulunduğundan ve hol yükseklikleri fazla olduğundan aspirasyon sistemi de kurulamamaktadır. zm olarak şikayetlerin azaltılması için hollerin yan duvarlarında havalandırma sayılarının artırılması uygun grlmştir. Bu konuyla ilgili haddehane geneli için genel havalandırma sağlanması uygun görülmüş, bazı alanlar içinde aspirasyon sistemleri önerilmiştir. Belirli fanlar araştırılmış ortamdaki tozu emerek toz toplama kısımlarına hapsedmelerinin daha sağlıklı olacağıyla ilgili önerilerde bulunulmuştur. Ayrıca, alışanların şikayetleri göz ardı edilmeyerek iç ortam toz ölçümlerinin dışında kişisel metal maruziyet ölçümleri de yaptırılmıştır. Bu lm sonuçlarında da maruziyet seviyelerinin sınır değerlerin altında kaldığı tespit edilmiştir. Hadde hollerinde doğal havalandırmalar sağlanmış çalışanların rahatsızlıklarını önlemek için çalışma alanlarına göre FFP1 ve FFP2 toz maskeleri (EN 149: 2001 + A1: 2009 AB standartına uygun) seçilerek sorun zlmeye çalışılmıştır.

Hadde temizliği bakımı sırasında kişisel koruyucu maske kullanımının sağlanması konusunda çalışanlar bilgilendirilmiştir. Risk değerlendirmesi yapılarak önerilerde bulunulmuştur. Toz maruziyetinden kaynaklanan sağlık ve güvenlik riskleri hakkında düzenli bilgilendirilme sağlanmalıdır. Toz yoğunluğuna göre kullanılacak maskeler ve kullanım şekilleri hakkında eğitimler verilmelidir.

Balcı (2016) İSG uzmanlık tez çalışmasında; 3 çimento fabrikasında 8' er noktada toz ölçüleri yapmış ve ölçümler sonucunda elde edilen toz konsantrasyon değerlerini Tozla Mücadele Yönetmeliği (5 mg/m³) ve ayrıca uluslararası HSE (4 mg/m³) ve ACGIH (3 mg/m³) kuruluşların öngördükleri solunabilir sınır değerlerle kıyaslamıştır. C fabrikasının üç, A fabrikasının iki, B fabrikasının ise bir bölümde tozla mücadele yönetmeliği sınır değerlerini aştığı bildirilmiştir. Ayrıca C fabrikasının yönetmelik sınır değerlerini aşmayan bölgelerinin çoğunda uluslararası kuruluşların öngördükleri sınır değerlere yakın olduğu ifade edilmiştir.

Karahasanoğlu (2008) yüksek lisans tezinde; çözücü (n-hekzan) ekstraksiyon yöntemi ile ham yağ üretimi gerçekleştiren 5 fabrikanın içinden 13' er dışından ise 2' şer bölümünde toz ölçüm çalışmaları yapmış ve ölçümler sonucunda iç ortamlarda ve dış ortamlarda çalışma koşullarının uygun olduğunu çalışanların sağlığını etkileyecek bir risk olamadığını ifade etmiştir.

Yiğit (2007) yüksek lisans tezinde; Türkiye Kömür İşletmelerine bağlı 4 tesiste (Çan linyit işletmesi, Yeniköy linyit işletmesi, Seyitömer Linyit İşletmesi ve Güney Ege Linyit İşletmesi) 5 farklı bölümde 1994-2006 yılları arasında yapılmış toz ölçümlerini kıyaslamıştır. Çalışmalar sonucunda işletmelerin tozluluk bakımından kıyaslandığında en yüksek toz konsantrasyonuna Yeniköy Linyit İşletmesinin sahip olduğu (konumu, fiziksel/kimyasal yapısı ve parça boyutları, nemi ve rüzgar hızının sebep olduğu), işletmelerdeki toz konsantrasyonu ölçüm sonuçları incelendiğinde, iş sağlığı ve güvenliği bakımından sakınca oluşturmadığı ve yıllar bazında toz konsantrasyon değerlerinde önemli bir fark olmadığı bildirilmiştir.

Kir (2017) yüksek lisans tezinde; Ankara ilinde faaliyet gösteren 4 otomobil bakım servisinin kaporta ve boya kısımlarında yoğun toza maruz kalınan zımpara ve kesme işlemlerinde 2' şer çalışana kişisel toz ölçümleri yapılmış ve analizler sonucunda tüm oto bakım servislerinde Tozla Mücadele Yönetmeliği'nin solunabilir toz maruziyeti sınır değerinin (5 mg/m³) aşılmadığı tespit edilmiştir.

Ayanoğlu (2019) yüksek lisans tezinde; İç Anadolu Bölgesi'nde faaliyet gösteren bir yeraltı kaya tuzu maden ocağında toz ölçümleri (4 noktadan toplam toz ve solunabilir

toz) yapmış ve ölçümler sonucunda bütün noktalarda (bakımhane, yükleme alanı, üretim ve köstebek) Tozla Mücadele Yönetmeliğinin sınır değerleri (toplam toz: 15 mg/m³) altında toplam toz konsantrasyonu elde edildiği fakat üretim ve köstebek alanında Tozla Mücadele Yönetmeliğinin sınır değerleri (solunabilir toz: 5 mg/m³) üzerinde (Üretim 5,186 mg/m³ ve köstebek 9,125 mg/m³) solunabilir toz konsantrasyonu elde edildiği bildirilmiştir. Ayrıca genel havalandırılma gücünün arttırılması, ani oluşabilecek tozların çekilmesinde ise lokal havalandırma sistemi kurulmasının gerektiği ve kişisel uygulamalarda ise tozun niteliğine uygun (FFP2 sınıfı) maske kullanılması önerilmiştir.

Ay (2014) yüksek lisans tez çalışmasında; ABC firmasında yapılan toz ölçümleri sonucunda yasal sınır konsantrasyon değerlerinin altında olduğu ve herhangi bir hastalık oluşturulabilecek durumunun olmadığı bildirilmiştir.

Başdemir (2016) yüksek lisans tez çalışmasında; camii halılarında biriken ve zamana bağlı olarak doğru temiz yapılmamasıyla derinlere inen tozlar ve zararlı mikroorganizmaların cami çalışanları, ibadet edenler ve ziyaretçilere olumsuz etkilerinin olabileceği bildirilmiştir. Ayrıca; bu toz ve mikroorganizmaların kronik akciğer hastalıklarına sebep olabileceği ve cami çalışanlarının sağlığını tehdit ettiği, bu sebepten cami çalışanların gerekli sağlık testlerinden geçirilmesi ve tıbbi olarak alınması gereken tedbirlerin almasının önemli olduğu ifade edilmiştir.

Buluş (2011) yüksek lisans tez çalışmasında; demiryolu fabrikasında çalışanların fabrikada öncelik sırasına göre gürültü, düşük sıcaklık, toz, kimyasal maddeler ve havalandırma ve aydınlatma gibi olumsuz etkenlerin ortadan kaldırılması için gerekli önlemlerin alınması faydalı olacağı bildirilmiştir. Ölmez (2014) yüksek lisans tez çalışmasında; hazır giyim işletmelerinde aydınlatma, gürültü, toz, termal konfor gibi fiziksel çevreyle ilgili ölçüm ve kontroller yeterince yapılmadığını bildirmiştir. Kıratlı (2015) yüksek lisans tezinde; döküm sektöründe İSG bakımından büyük risklerin olduğunu (ağır ve büyük malzemelerin taşınması, sıcak metaller, aşındırıcı ve zehirli maddeler, duman, toz, gürültü, termal konfor şartları vb.) ve çalışma şartlarının düzeltilmesinin iş kazaların azaltılmasında önemli bir etken olduğunu bildirilmiştir.

Ayrıca; bu çalışma ile elde edilen fiziksel risk etmenleri (gürültü, aydınlatma, termal konfor ve toz) ölçüm sonuçlarına dikkate alındığında; kişisel gürültü maruziyet ölçümlerinde ölçüm yapılan kişi sayısı arttırılabilir, aydınlatma ölçümleri vardiyalı çalışma sistemi kullanılan fabrikalar için gece ve gündüz olarak iki farklı ölçümle değerlendirilebilir, termal konfor ölçümleri farklı mevsimlerde yapılarak değerlendirilebilir ve son olarak toz maruziyet ölçümleri noktaları arttırılabilir.



KAYNAKLAR

- Akbulut, T. (1996). İşçi sağlığı prensip ve uygulamaları, (5. Baskı). İstanbul: Sistem Yayıncılık.
- Alberti, P. W. (1997). Noise and the ear. In: Kerr AG, Stephens D. editors. Scott-Brown's Otolaryngology vol.2, London: Butterworth-Heinemann Reed Educational and Professional Publishing Ltd; p.1-34.
- Altıntaş, E. (2008). Termal konfor duyarlılık ölçeğine göre ilköğretim dersliklerinin termal konfor açısından değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Anonim. (1989). Türkiye'nin çevre sorunları. Ankara: Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını.
- ASHRAE. ANSI/ASHRAE Standard 55 (2010) – Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. ASHRAE Publications.
- Atmaca, A. İ. ve Yiğit, A. (2011). Isıl konfor ile ilgili mevcut standartlar ve konfor parametrelerinin çeşitli modeller ile incelenmesi. 9. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, p.543-555.
- Ay, S. (2014). İş sağlığı ve güvenliği açısından kot üretimi yapan bir işletmede risk değerlendirme uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, Yeni Yüzyıl Üniversitesi, İstanbul.
- Ayanoğlu, S. (2019). Bir yeraltı kaya tuzu madenindeki toz maruziyet risklerinin değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yeni Yüzyıl Üniversitesi, İstanbul.
- Ayaz, B. (2006). Takım tezgahlarında verim kaybının ve gürültü faktörünün araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.
- Badur, T. (1997). Gaziantep kent merkezi'nin gürültü haritası ve gürültünün işitsel etkileri üzerine bir çalışma. Uzmanlık Tezi, Gaziantep Üniversitesi, Gaziantep.

Balcı, S. (2016). Çimento üretiminde toz ve gürültü maruziyetinin değerlendirilmesi. ÇSGB İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara.

Başdemir, A. (2016). Selâtin camilerinde iş sağlığı ve iş güvenliği. Yüksek Lisans Tezi, Yeni Yüzyıl Üniversitesi, İstanbul.

Başdemir, H. (2016). Yapı işlerinde meydana gelen iş kazaların önlenmesinde güvenlik kültürünün önemi. Yüksek Lisans Tezi, Yeni Yüzyıl Üniversitesi, İstanbul.

Bayrakdar, G. (2016). İşyerlerinde aydınlatma koşullarının iş sağlığı ve güvenliği yönünden değerlendirilmesi. ÇSGB İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara.

Bell, A. (1996). Noise: an occupational hazard and public nuisance. World health organization, 20(6), 11-131.

Beyhan, Y. (2004). Çalışma hayatı - sağlık riskleri ve beslenme. İşyeri Hekimliği Ders Notları. 8. Basım. Ankara: TTB Yayınları.

Boyraz, Y. (2011). Spor alanlarında uygulanan aydınlatma kriterlerinin incelenmesi ve değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Buluş, E. (2011). Ankara demiryolu fabrikasında çalışan işçilerin iş kazası ve meslek hastalıkları geçirme durumları ve bazı çalışma koşulları ile ilişkisi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Camkurt, M. Z. (2007). İşyeri çalışma sistemi ve işyeri fiziksel faktörlerinin iş kazaları üzerindeki etkisi. TÜHİS İş Hukuku ve İktisat Dergisi, 20(6), 21(1), 80-106.

COHSR-928-1-IPG-039:(2009) Measurement of lighting levels in the work place – canada occupational health and safety regulations. Part VI.

Çalışanların gürültü ile ilgili risklerden korunmalarına dair yönetmelik, (2003). RG; 23.12.2003 / 25325.

Çalışanların gürültü ile ilgili risklerden korunmalarına dair yönetmelik, (2013). RG; 28.07.2013 / 28721.

Çalışanların titreşimle ilgili risklerden korunmalarına dair yönetmelik, (2013). RG; 22.08.2013 / 28743.

Çınar, İ. ve Şensöğüt C. (2017). Yeraltı maden ocaklarında aydınlatma koşullarının belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 32(2), 77-83.

Çobanoğlu, F. (2007). Hastane aydınlatması ve elektriki güvenliğinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Darabont, A. (1998). Noise measurement and control. ILO: Encyclopedia of Occupational Health and Safety. 4th edition. Geneva, Switzerland: International Labour Office, p.1-1467.

Delice, H. R. (2017). Sivas vitorantim çimento fabrikasının bölümlerinin aydınlatma, termal konfor ve titreşim maruziyeti açısından değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas.

Deniz, F. (2017). ISO standartlarına göre termal konfor şartlarının incelenmesi: Gıda endüstrisinde örnek çalışma. Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, İzmit.

Devrim, E. (2000). Tempcore prosesi. İzmir: İzmir Demir Çelik Sanayi A.Ş. Eğitim Yayınları.

Erşen, M. (2015). 6331 sayılı iş sağlığı ve güvenliği kanunu çerçevesinde mutfak / lokanta / içecek hizmetleri. Yüksek Lisans Tezi, Üsküdar Üniversitesi, İstanbul.

Gençler, A. (2007). İş sağlığı ve iş güvenliği alanında mevzuatımızda bulunan düzenlemelerden doğan yükümlülükler. İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi, 35(7), 14-28.

Gönüllü, M. T. Avşar, Y. Aslankaya, E. ve Tosun, İ. (2002). Değişik endüstri birimlerinde oluşan gürültülerin araştırılması ve işitme sağlığı açısından değerlendirilmesi, Şanlıurfa; 4. GAP Mühendislik Kongresi.

Görgülü, M. (2008). İnşaat sektöründe işçi sağlığı ve iş güvenliği. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.

Güler, Ç. (2003). Ergonomiye giriş. Ankara: Tabip Odası.

Güler, Ç. ve Akın, L. (2006). Halk sağlığı temel bilgiler. İş Sağlığı. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Yayını.

Güler, Ç. ve Çobanoğlu Z. (1994). Elektromanyetik radyasyon. Ankara: Sağlık Bakanlığı Çevre Sağlığı Temel Kaynak Serisi No:32.

Güzel, A. ve Okur, A. R. Sosyal güvenlik hukuku. Yenilenmiş 9. Baskı. İstanbul: Beta Yayınları.

Hendem, B. (2007). İşçi sağlığı ve iş güvenliğinde kullanılan kişisel koruyucu donanımlar ve standartları. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

HSE, MDHS 14/3 General methods for sampling and gravimetric analysis of respirable, and inhalable dust (Solunabilir tozların gravimetrik analizi ve örnekleme için genel metotlar), 2000.

İmancı, C. (2014). Döküm atölyelerinde termal konfor şartlarının incelenmesi. ÇSGB İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara.

İskteknik, (2020). İş sağlığı ve iş güvenliği için termal konfor (internette). 06.01.2020 okundu, elektronik adres: <https://www.iskteknik.com/teknik-1/is-sagligi-ve-is-guvenligi-icin-termal-konfor>

İşyeri bina ve eklentilerinde alınacak sağlık ve güvenlik önlemlerine ilişkin yönetmelik, (2013). RG; 17.07.2013 / 28710.

Kamar, N. (2008). Müze olarak işlevlendirilen tarihi yapılarda aydınlatma; Diyarbakır dağ kapı burcu sergi salonu. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Karahasanoğlu, Y. (2008). Bitkisel yağ tesislerinde ortam havasındaki n-hekzan, toz ve termal konfor değerlerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.

Kinney, G. F. and Wiruth, A. D. (1976). Practical Risk Analysis for Safety Management (No. NWC-TP-5865). Naval Weapons Center China Lake CA.

Kir, Ö. (2017). Otomobil bakım servislerinde toz risklerinin iş sağlığı ve güvenliği açısından incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yeni Yüzyıl Üniversitesi, İstanbul.

Kıratlı, N. (2015). Döküm sektöründe çalışan işçilerin iş kazası geçirme durumu ve etkileyen risk faktörleri. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Kontrol medya, (2020). Proseslerde açığa çıkan toz ve sağlığa etkileri (internette). 06.01.2020 okundu, elektronik adres: <http://kontrolmedya.com/proseslerde-aciga-cikan-toz-ve-sagliga-etkileri/>

Meslek hastalığı, (2020). Titreşim (internette). 06.01.2020 okundu, elektronik adres: <https://www.meslek Hastaligi.net/titresim/>

Modanlıoğlu, C. (2013). Granüler üretim yapan bir işletmede toz probleminin incelenmesi ve örnek bir çalışma. Yüksek Lisans Tezi. Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.

Moller, R. A. (1998). Maxcy-rosenau-last public health & preventive medicine. Effects of the physical environment: noise as a health hazard. In: Wallace RB editor. 14th edition. Stamford, USA: Appleton & Lange; p.637-644.

Ölmez, T. (2014). Hazır giyim işletmelerinde iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Öz, İ. O. (2019). Tekstil sektöründe termal konfor, aydınlatma, gürültü ölçümleri ve alınacak önlemlerin değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Uşak Üniversitesi, Uşak.

Özergün Durmuşoğlu, P. (2008). Türkiye ve Avrupa birliğinin işçi sağlığı ve iş güvenliği açısından karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Özkan, Ö. (2005). Hastanede çalışan hemşirelerin iş ve çalışma ortamı tehlike ve riskleri ile risk algılarının saptanması. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Porter, N. D. and Berry, B. F. (1998). Noise and nuisance policy health effect-based noise assessment methods; A review and feasibility study. Department for Environment, Food and Rural Affairs.

Prosafety, (2020). Titreşim ölçümü (internette). 06.01.2020 okundu, elektronik adres: <https://prosafety.com.tr/titresim-olcumu/>

Sayitoğlu Taş, Ç. (2019). Tarihi camilerde termal konfor incelemesi: Trabzon çarşı camii örneği. Yüksek Lisans Tezi, Avrasya Üniversitesi, Trabzon.

Sayintürk, H. (2014). İş sağlığı ve güvenliği yükümlülüklerine aykırı davranan işveren karşısında işçilerin hakları. Yüksek Lisans Tezi, Çankaya Üniversitesi, Ankara.

Ses ve gürültü kontrolü (2021) (internette). 17.04.2021 okundu, elektronik adres: <https://slideplayer.biz.tr/amp/3192078/>

Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu (5510), (2006). RG; 31.05.2006 / 26200.

Su, B. A. (2001). Ergonomi. Ankara. Pano offset.

Şenalp, M. (2019). Tarihi yapılarda termal konfor analizi: Ali Gav medresesi örneği. Yüksek Lisans Tezi, Konya Teknik Üniversitesi, Konya.

Taşçıoğlu, İ. (2007). Lüleburgaz devlet hastanesi ve Lüleburgaz 82. yıl devlet hastanelerinde iş ve çalışma ortamından kaynaklanan riskler ve bu riskleri hemşirelerin algılama düzeylerinin saptanması. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Edirne.

Taşkın, E. (2015). Pamuk ipliği üreten bir tekstil fabrikasında iş sağlığı ve güvenliğinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yeni Yüzyıl Üniversitesi, İstanbul.

Tozla mücadele yönetmeliği (2013). RG; 05.11.2013 / 28812.

TS EN 12464-1 (2012) Işık ve ışıklandırma- İş mahallerinin aydınlatılması- Bölüm 1: Kapalı alandaki iş mahalleri. Türk Standartları Enstitüsü.

TS EN 12464-1 (2013) Işık ve aydınlatma- Çalışma yerlerinin aydınlatılması standardı. Bölüm 1: İç çalışma alanları. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.

TS EN 27243 (2002). Sıcak ortamlar-Wbgt (yaş-hazne küre sıcaklığı) indeksine göre ısının çalışan üzerindeki baskısının tahmini. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.

TS EN ISO 7730 (2006) Orta dereceli termal ortamlar- PMV ve PPD indislerinin tayini termal rahatlık için şartların belirlenmesi. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.

TS EN ISO 9612 (2009) Türk Standartları Enstitüsü, Akustik çalışma ortamında maruz kalınan gürültünün ölçülmesi ve değerlendirilmesi için prensipler. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.

TS ISO 1996-2 Akustik - Çevresel gürültünün tanımı, ölçümü ve değerlendirilmesi - Bölüm 2: Ses basıncı seviyelerinin belirlenmesi. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.

Uğurluay, İ. (2019). Üniversite ve kamu binalarındaki havanın termal konfor ve karbondioksit yönünden incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Osmaniye.

Uzun, M. ve Müngen, U. (2011). Çalışma ortamında ergonomik koşulların işçi sağlığı ve iş kazaları açısından önemi. 3. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu, Çanakkale.

Ünal, N. B. (2011). Aliğa gemi geri dönüşüm sektöründe çalışan işçilerin iş kazası ve olası meslek hastalıkları sıklığı ve ilişkili etmenler. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Ünal, Y. K. (2021). Tıbbi cihaz sektöründe üretim yapan bir işletmede aydınlatma, gürültü, termal konfor ve titreşim faktörlerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas.

Ünver, İ. (2017). Metal sektöründe fiziksel risk etmenleri. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Yeşilyurt, C. ve Akcan, N. (2001). Hava kalitesi izleme metodolojileri ve örneklem kriterleri. Dış ortam havasında asılı partiküler madde ölçümü. Asılı partiküler madde (APM) ölçüm yöntemleri. T.C Sağlık Bakanlığı Refik Saydam Hıfzıssıhha Merkezi Başkanlığı Çevre Sağlığı Araştırma Müdürlüğü, Ankara.

Yiğit, E. (2007). Açık ocaklarda toz koşullarının istatistiksel analizi. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.

Yıldırım, H. A. ve Altınsoy, H. (2015). TS EN ISO 7730 ve TS EN ISO 27243 standartlarına göre termal konfor programı. Çalışma Dünyası Dergisi, 2: 7-17.

Yıldızlar, H. Y. (2018). Çay fabrikasında gürültü, titreşim ve termal konfor parametrelerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Avrasya Üniversitesi, Trabzon.

Yılmaz, G. (2003). İşçi sağlığı ve iş güvenliğinin tarihi gelişimi (internette). 24.08.2015 okundu, elektronik adresi: <http://www.isguvenligi.net>

Zeyrek, S. Kürkçü, E. ve Çakar, İ. (2014). İşyerlerinde aydınlatma, iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları rehberi, Ankara: T.C. ÇSGB Yayın No. 09.

EKLER

EK-1 Gürültü yönetmeliği

(RG 23.12.2003, sayı 25325): İşyerlerinde gürültü maruziyet etkin ve maruziyet sınır değerlerinin belirtildiği aktif olarak kullanılan bir yönetmeliktir. Amacı, kapsamı, dayanakları ve tanımları, işveren yükümlülüklerini (risk veya risklerin saptanması ve değerlendirilmesi), çeşitli hükümleri ve son hükümleri içeren bölümlerden oluşmaktadır.

Avrupa Parlamentosu ve Konseyi 06.02.2003 tarihinde, 2003/10/EC sayılı direktifiyle yayınlan ve yürürlüğe 24.12.2006 tarihinde girmiştir. 4857 sayılı İş Kanunu'nun 78. maddesine göre Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı (ÇSGB) tarafından düzenlenerek çıkarılmıştır. 1. Bölüm; ses ve gürültü teknik terimlerini, 2. Bölüm, işveren yükümlülüklerini ve maruziyet sınır değerlerini kapsamaktadır. Maruziyet sınır değerleri olarak; 8 saat' de en düşük 80 dB(A), en yüksek 85 dB(A) günlük maruziyet etkin değerini ve maruziyetin günden güne farklılık gösterdiği belirlenen işyerlerinde ise 87 dB(A) haftalık maruziyet etkin değeri olarak belirtilmiştir. 3. Bölümde, işveren yükümlülükleri ve risklerin saptanması ve değerlendirilmesi sonucu yapılması gerekenler, gürültü ölçümleri, ölçüm sonuçları değerlendirilmeleri, maruziyetin önlenmesinde ve azaltılmasında alınacak tedbirler, kişisel koruyucular, çalışanların eğitimi ve bu eğitimlere katılımının sağlanması bildirilmiştir. 4. Bölümde; işitme sağlık gözetimi ve çalışanların sağlık kontrollerinin yapım aşamaları belirtilmiştir. 5. ve son bölümde de yürürlüğe giriş zamanı ve ÇSGB tarafından yürütüleceği belirtilmiştir (Gürültü Yönetmeliği, 2003a).

EK-2 Aydınlatma yönetmeliği

RG 17.07.2013, sayı 28710’de yayımlanan “İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik” gereğince;

-Aydınlatılması gereken acil çıkış yolları ve kapılarında, elektrik kesilmesi halinde yeterli aydınlatmayı sağlayacak ayrı bir enerji kaynağına bağılı acil aydınlatma sistemi bulundurulur (Ek 1 Madde10/f).

-İşyerinin ve yapılan işin niteliğine göre pencerelerin ve çatı aydınlatmalarının, güneş ışığının olumsuz etkilerini önleyecek şekilde olması sağlanır (Ek 1.Madde 21)

-İşyerlerinin gün ışığıyla yeterli şekilde aydınlatılması esastır. İşin konusu veya işyerinin yapısı nedeniyle gün ışığından yeterince yararlanılamayan durumlarda gece çalışmalarında, suni ışıkla uygun ve yeterli aydınlatma sağlanır. İşyeri aydınlatmalarında TS EN 12464-1: 2013; TS EN 12464-1: 2012 standartları esas alınır (Ek 1.Madde 22).

-Çalışma mahalleri ve geçiş yollarındaki aydınlatma sistemleri, çalışanlar için kaza riski oluşturmayacak türde olur ve uygun şekilde yerleştirilir (Ek 1 Madde 23).

-Aydınlatma sisteminin devre dışı kaldığı durumlar çalışanlar için risk oluşturacağı yerlerde yeterli aydınlatmayı sağlayacak ayrı bir enerji kaynağına bağılı acil aydınlatma sistemi bulunur (Ek 1 Madde 24) (Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Yönetmeliği, 2013).

EK-3 Termal konfor yönetmeliği

RG 13.07.2013, sayı 28710 ÇSGB, “İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik” gereğince;

- Çalışma ortamlarında termal konfor koşullarının işçileri rahatsız etmeyecek, işçilerin psikolojik ve fiziksel durumlarına olumsuz etkisi olmayacak biçimde ayarlanması gerektiği belirtilmiştir. Çalışma ortamı sıcaklığının, çalışanların harcadıkları güce ve çalışma biçimlerine uygun olması gerekmektedir. Isıtma ve soğutmada kullanılan araçlar, çalışanları rahatsız etmeyecek ve kaza riski oluşturmayacak şekilde yerleştirilmeli, bakım ve kontrolleri yapılmalıdır. İşyerlerinde termal konfor şartlarının ölçülmesi ve değerlendirilmesinde TS EN 27243 standardından yararlanılabilir (Ek1-19).

-Yapılan işin niteliğine göre, sürekli olarak çok sıcak veya çok soğuk bir ortamda çalışılması ve bu durumun değiştirilmemesi zorunlu olunan hallerde, çalışanları fazla sıcak veya soğuktan koruyucu tedbirler alınır (Ek1-20).

-İşyerinin ve yapılan işin özelliğine göre pencerelerin ve çatı aydınlatmalarının, güneş ışığının olumsuz etkilerini önleyecek şekilde olması sağlanır (Ek1-21) (Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Yönetmeliği, 2013).

- İşyeri tabanı, duvarları, tavanı ve çatısının; işyeri, çalışanların fiziksel faaliyetleri, yapılan işlerin niteliği ve termal konfor şartları dikkate alınarak uygun bölümlere ayrılır.

-Yemek yeme yerlerinde, soyunma yerlerinde, duşlarda, lavabolarda, tuvaletlerde ve barınma yerlerinde uygun termal konfor şartlarının sağlanması gereklidir (Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Yönetmeliği, 2013).

EK-4 Tozla m¼cadele yönetmeliği

RG 05.11.2013, sayı 28812' bu yönetmeliğin amacı, çalışma ortamlarında toz sebebi ile meydana gelebilecek risklerin önlenebilmesi için iş sağlığı ve g¼venlięi açısından tozla m¼cadele etmek ve bu tozun etkilerinden korunmalarını sağlamak amacıyla alınması gereken tedbirleri belirlemektir.

S¼rekli toz konsantrasyonu y¼ksek olan yerlerde önlemler alınır. 5 mg/m³ üzerinde toz konsantrasyonu tespit edildiğinde, öncelikle birden fazla cihazla lme işlemi tekrarlanır. Toz kaynakları ve konsantrasyonu tespit edildikten sonra eğer gerçekten y¼ksek değerler l¼lm¼ř ise daire başkanlığınca önlemler dosyasına kaydedilerek takibe alınır. nce işletme uyarılır ve yönetmelik gereği üretim çalışmaları durdurularak sadece tozla m¼cadele çalışmalarına izin verilir. Toz konsantrasyonu yasal sınırlar içerisine çekilinceye kadar m¼cadele çalışmalarına devam edilir. M¼cadele başarısız sonuçlanırsa o işyerinin kapatılması istenir (Tozla M¼cadele Yönetmeliği, 2013).



ÖZGEÇMİŞ

