

**DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DÖKÜM İŞ KOLUNDA YAPILMASI GEREKEN
İŞ HİJYENİ ÖLÇÜMLERİNİN İŞ SAĞLIĞI VE
GÜVENLİĞİ MEVZUATI VE STANDARTLAR
AÇISINDAN İRDELENMESİ**

Gamze KANDEMİR

**Kasım, 2020
İZMİR**

DÖKÜM İŞ KOLUNDA YAPILMASI GEREKEN İŞ HİJYENİ ÖLÇÜMLERİNİN İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ MEVZUATI VE STANDARTLAR AÇISINDAN İRDELENMESİ

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı

Gamze KANDEMİR

Kasım, 2020

İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

GAMZE KANDEMİR, tarafından **PROF. DR. OSMAN ALPARSLAN ERGÖR** yönetiminde hazırlanan “**DÖKÜM İŞ KOLUNDA YAPILMASI GEREKEN İŞ HİJYENİ ÖLÇÜMLERİNİN İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ MEVZUATI VE STANDARTLAR AÇISINDAN İRDELENMESİ**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Osman Alparслан ERGÖR

Yönetici

Doç. Dr. Muharrem Kemal ÖZFIRAT

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Fazilet Nezahat ALAYUNT

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Özgür ÖZÇELİK

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Öncelikle değerli fikir ve tecrübeleri ile beni yönlendiren, farklı bakış açısı kazandıran, bana bu çalışmayı yapma fırsatı veren saygıdeğer danışmanım Prof. Dr. Osman Alparslan ERGÖR'e teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca tez çalışmalarım sırasında yardımını esirgemeyen değerli üstadlarım İş Başmüfettişi Fikriye GÜVEN, İş Başmüfettişi Ali YAVUZ'a, rahmetli İş Başmüfettişi Yaşar KORKMAZ'a ve canım arkadaşım Dilara SEVİNDİK'e,

Son olarak hayatım boyunca maddi ve manevi katkılarını esirgemeyen değerli annem Hatice KANDEMİR'e, babam Gani KANDEMİR'e ve kardeşim Duygu TEMEL'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Gamze KANDEMİR

DÖKÜM İŞ KOLUNDA YAPILMASI GEREKEN İŞ HİJYENİ ÖLÇÜMLERİNİN İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ MEVZUATI VE STANDARTLAR AÇISINDAN İRDELENMESİ

ÖZ

Bu çalışmanın amacı, döküm işyerlerinin çalışma ortamında bulunan risklerin belirlenmesi ve önlem alınması için yapılması gereken iş hijyeni ölçümlerinin mevzuat ve standartlar çerçevesinde incelemesi, yapılan ölçümlerin standartlara uyumunun irdelenmesidir.

Araştırma tanımlayıcı bir çalışmadır. İzmir ilinde bulunan iki büyük dökümhanede 2018 yılı içinde gerçekleştirilen iş hijyeni ölçümleri raporları üzerinden değerlendirilmiştir. Değerlendirmede; kılavuz olarak ölçüm aşamasından ölçüm sonuçlarına kadar ulusal standartlardan (TS 2607 ISO 1999, TS EN ISO 9612, TS EN ISO 7243, TS EN ISO 5349-1, TS EN 12464-1, TS EN 689) yararlanılmıştır. Ölçümlerin standartlarda bulunduğu ölçüde örnek alımından, ölçüm sayısına, biçimine, değerlendirme yönteminden raporlamaya kadar olan tüm aşamalarda standartlara uyumu irdelenmiştir.

İki (A ve B) dökümhanede de yapılan iş hijyeni ölçümlerinin risklerin fazla olabileceği çalışma alanlarında yapılmadığı; kişisel maruziyet gürültü ölçümlerinde ölçümlerin standarda uygun şekilde detaylandırılmadığı, termal konfor ölçüm raporlarında ölçüm sonuçlarının güvenilirliğinin anlaşılması için sonucu etkileyecek verilerin, girdilerin detaylarına raporlarda yer verilmediği, toz ölçümlerinde sadece solunabilir toz ölçümü yapıldığı, dökümhanelerde önemli bir risk kaynağı olan silis tozu ölçümünün çoğu zaman yapılmadığı, birçok kimyasal maddelere maruziyetin belirlenmesinde kullanılan anlık ölçümlerin standarda uygun tüp sayısı yerine tek tüple ölçüm yapılarak sonuca gidildiği saptanmıştır.

İki büyük dökümhane yapılan iş hijyeni ölçümlerinin ve raporlarının standartlara tam anlamıyla uyum sağlayarak yapılmadığı, raporlarda hesaplamalarda kullanılan

ölçüm sonucunu etkileyebilecek girdilerin sebeplerine yer verilmediği, çoğu ölçümün asıl riskli alanlarda yapılmadığı, dolayısıyla bu şekilde standartlara tam uyum sağlamadan yapılmış iş hijyen ölçümlerinin standartlardaki sınır değerlerle kıyaslamamanın bir anlam ifade etmeyeceği bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: İş hijyeni, dökümhane, iş sağlığı ve güvenliği standartları



EVALUATION OF OCCUPATIONAL HYGIENE MEASUREMENT TO BE MADE IN THE CASTING WORK IN TERMS OF OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY LEGISLATION AND STANDARDS

ABSTRACT

The aim of this study is to determine the risks in the working environment of casting workplaces and to examine the occupational hygiene measurements required to take precautions within the framework of legislation and standards, and to examine the compliance of the measurements made with the standards.

The research is a descriptive study. Occupational hygiene measurements carried out in two large foundries in İzmir province in 2018 were evaluated based on their reports. In the evaluation; National standards (TS 2607 ISO 1999, TS EN ISO 9612, TS EN ISO 7243, TS EN ISO 5349-1, TS EN 12464-1, TS EN 689) were used as a guide from the measurement stage to the measurement results. To the extent that the measurements are in the standards, compliance with the standards was examined at all stages from sampling, number of measurements, form, evaluation method to reporting.

Occupational hygiene measurements made in both (A and B) foundries are not made in work areas where risks may be high; In personal exposure noise measurements, measurements are not detailed in accordance with the standard, in thermal comfort measurement reports, the details of the data and inputs that will affect the result are not included in the reports to understand the reliability of the measurement results, only respirable dust is measured in dust measurements, silica dust measurement, which is an important risk source in foundries, is often not done, It has been determined that the instantaneous measurements used in determining the exposure to many chemical substances are made by measuring with a single tube instead of the number of tubes in accordance with the standard.

The occupational hygiene measurements and reports made in two large foundries are not made in full compliance with the standards, the reasons for the inputs that may affect the measurement result used in the calculations are not included in the reports, most of the measurements are not made in the main risky areas, so it is a comparison of the occupational hygiene measurements made without fully complying with the standards in this way. It has been found that it does not make sense.

Keywords: Occupational hygiene, foundry, occupational health and safety standards



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
TABLolar LİSTESİ.....	xii
BÖLÜM BİR-GİRİŞ.....	1
BÖLÜM İKİ-GENEL BİLGİLER	3
2.1 İş Sağlığı ve Güvenliği Kavramı	3
2.2 İş Hijyeni ve Ölçümü	3
2.3 İş Hijyeni Ölçümlerini Yapabilecek Laboratuvarlar	5
2.4 Döküm Sektörü.....	6
2.5 Döküm Prosesi	9
2.5.1 Dökümü Yapılacak Parça Modelinin Yapılması	11
2.5.2 Modele Uygun Maçanın Yapımı, Kumun Hazırlanması ve Kalıbın Yapılması	12
2.5.3 Metal veya Metal Alaşımlarının Ergitilmesi ve Kalıba Dökülmesi	14
2.5.4 Döküm Parçadan Kalıp ve Maçaların Ayrılması.....	14
2.5.5 Döküm Parçanın Üzerindeki Artıkların Temizlenmesi	15
2.6 Dökümhanelerde Fiziksel ve Kimyasal Risklerin Belirlenmesine Yönelik Yapılması Gereken İş Hijyen Ölçümleri, İlgili Mevzuat ve Mevzuatın Atıfta Bulunduğu Standartlar.....	15
2.6.1 Fiziksel Risklerin Belirlenmesine Yönelik Yapılması Gereken İş Hijyeni Ölçümleri, İlgili Mevzuat ve Mevzuatın Atıfta Bulunduğu Standartlar .	16

2.6.1.1 Gürültü	16
2.6.1.1.1 TS 2607 ISO 1999 Standardına Göre Ölçümlerin Gerçekleştirilmesi.....	18
2.6.1.1.2 TS EN ISO 9612 Standardına Göre Ölçümlerin Gerçekleştirilmesi.....	19
2.6.1.1.3 Ulusal ve Uluslararası Mevzuat Gürültü Maruziyet Sınır Değerleri.....	21
2.6.1.2 Termal Konfor	21
2.6.1.2.1 TS EN ISO 7730 Standardına Göre Ölçümlerin Gerçekleştirilmesi.....	23
2.6.1.2.2 TS EN ISO 7243 Standardına Göre Ölçümlerin Gerçekleştirilmesi.....	23
2.6.1.3 Titreşim	28
2.6.1.4 Aydınlatma.....	31
2.6.2 Kimyasal Risklerin Belirlenmesine Yönelik Yapılması Gereken İş Hijyeni Ölçümleri, İlgili Mevzuat ve Mevzuatın Atıfta Bulunduğu Standartlar	34
2.6.2.1 Solunabilir Toz ve Silis Tozu Maruziyeti.....	34
2.6.2.2 Ağır Metal Maruziyeti	36
2.6.2.3 Uçucu Organik Bileşiklere Maruziyet	37
BÖLÜM ÜÇ-GEREÇ VE YÖNTEM.....	40
3.1 Araştırmanın Tipi	40
3.2 Araştırmanın Yeri ve Zamanı.....	40
3.3 Araştırmanın Evreni ve Örneklemi	40
3.4 Değişken Havuzu	40
3.5 Araştırmanın Yöntemi	41
3.6 Araştırma Kısıtlılıkları	41
3.7 Araştırma Plan ve Takvimi.....	41

BÖLÜM DÖRT-BULGULAR	42
4.1 Gürültü Ölçüm Sonuçlarıyla İlgili Bulgular	42
4.2 Termal Konfor Ölçüm Sonuçlarıyla İlgili Bulgular	44
4.3 Titreşim Ölçüm Sonuçlarıyla İlgili Bulgular	45
4.4 Aydınlatma Ölçüm Sonuçlarıyla İlgili Bulgular	46
4.5 Solunabilir ve Silis Toz Maruziyet Ölçüm Sonuçları	47
4.6 Ağır Metal Ölçüm Sonuçları	49
4.7 Uçucu Organik Bileşik Maruziyet Ölçüm Sonuçları	50
4.8 İki Dökümhanede (A ve B) Yapılmış İş Hijyeni Ölçüm Sonuçlarını Değerlendirme Tablosu	51
BÖLÜM BEŞ-TARTIŞMA	53
BÖLÜM ALTI-SONUÇ VE ÖNERİLER.....	58
KAYNAKLAR	61

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 Ergitilen metal veya metal alaşımların kalıba dökülmesi	9
Şekil 2.2 Modelhanede model yapımı.....	11
Şekil 2.3 Maça örnekleri	13
Şekil 2.4 Kalıp yapımı ve kalıp yapımında kullanılan havalı tokmak	14
Şekil 2.5 Çalışan sayısına göre minimum ölçüm süresi hesabı	20
Şekil 2.6 Elle tutma ve el ayasının düz olduğu konumlar için koordinat eksenini seçimi	29



TABLÖLER LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1 Türkiye’de yıllara göre döküm üretim miktarı (ton/yıl)	7
Tablo 2.2 Ülkemizde yıllara göre dökümhanelerde istihdam sayıları	7
Tablo 2.3 Ülkemizde bulunan dökümhane sayıları	8
Tablo 2.4 Gürültüyle ilgili kullanılan bazı standartlar ve kullanım yerleri.....	17
Tablo 2.5 Termal konforla ilgili kişisel maruziyet ölçümünde kullanılan standartlar ve kullanım yerleri.....	22
Tablo 2.6 Farklı özellikteki giysiler için CAV değerleri	25
Tablo 2.7 Metabolik hızın seviyesine göre sınıflandırılma örnekleri	27
Tablo 2.8 Beş metabolizma sınıfı için ortama alışkın ve alışkın olmayan insanlar için WBGT _{eff} sınır değerleri	28
Tablo 2.9 Dökümhanelerde yapılan işe göre minimum aydınlatma değerleri,lx	33
Tablo 2.10 Solunabilir toz ve silis tozu ile ilgili ulusal maruziyet sınır değerleri	36
Tablo 2.11 Bazı ağır metallerin ulusal ve uluslararası mevzuata göre maruziyet sınır değerleri(mg/m ³)	37
Tablo 2.12 Dökümhanede bulunabilecek aromatik hidrokarbonların ulusal ve uluslararası mevzuatta bulunan sınır değerleri	38
Tablo 2.13 Numune alma süresi ile ilgili vardiya başına en az numune sayısı	39
Tablo 3.1 Araştırmanın zaman çizelgesi.....	41
Tablo 4.1 A İşyeri için gürültü ortam ölçüm alanları ve sonuçları	42
Tablo 4.2 A işyeri için yapılmış olan kişisel maruziyet ölçüm sonuçları	43
Tablo 4.3 B işyeri için gürültü ortam ölçüm alanları ve sonuçları.....	43

Tablo 4.4 B işyeri için yapılmış olan kişisel maruziyet ölçüm sonuçları	44
Tablo 4.5 A firmasına ait termal konfor ölçüm sonuçları	44
Tablo 4.6 B firmasına ait termal konfor ölçüm sonuçları	45
Tablo 4.7 A firmasına ait el-kol titreşimi maruziyet sonuçları	45
Tablo 4.8 B firmasına ait el-kol titreşimi maruziyet sonuçları	46
Tablo 4.9 A firmasına ait aydınlatma ölçüm sonuçları	46
Tablo 4.10 B firmasına ait aydınlatma ölçüm sonuçları ve ölçüm sonuçları değerlendirilirken laboratuvar tarafından seçilen referans kodları	47
Tablo 4.11 A firmasında tespit edilen solunabilir toz maruziyet ve sınır değerleri ..	48
Tablo 4.12 B firmasında tespit edilen solunabilir toz maruziyet ve sınır değerleri .	48
Tablo 4.13 B firmasında tespit edilen silis maruziyet ve sınır değerleri.....	49
Tablo 4.14 İzmir’de bir dökümhanede yapılan ağır metal maruziyet sonuçları ile ulusal mevzuat ve uluslararası standartlara göre sınır değerleri	49
Tablo 4.15 B firması izopropilalkol maruziyet ölçüm sonuçları ve sınır değerleri ...	50
Tablo 4.16 A ve B işyerlerinde yapılmış iş hijyeni ölçüm sonuçlarının uygunluk tablosu.....	51
Tablo 6.1 İş hijyeni ölçüm ve raporlama kontrol çizelgesi örneği.....	59

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

Çalışma hayatı içinde bulunan insanlar, günün büyük bir bölümünü geçirdikleri çalışma ortamlarında, elbette sağlık ve güven içerisinde bulunmak istemektedir. Ancak teknolojik yeniliklere ve sanayileşmeye bağlı olarak gelişen çalışma koşulları ve çalışma ortamı çalışanlar açısından birçok sağlık ve güvenlik riskini barındırmaktadır. Çalışılan ortam koşullarının sağlıklı ve güvenli hale getirilmesi, çalışanların iş gücü verimliliğine, motivasyonuna katkı sağlamasının yanı sıra üretim hızının ve rekabetin arttığı günümüzde yaşanabilecek kaza ve meslek hastalıklarının önüne geçmek için de zorunlu hale gelmiştir.

Ülkemizde yapılan iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili ilk çalışmalar Cumhuriyet dönemi öncesine dayansa da Avrupa Birliğine üyelik süreci ile birlikte mevzuatta değişiklikler yapılmış, en son 2012 yılında proaktif (önleyici) yaklaşıma dayanan 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu yayınlanarak yürürlüğe konulmuştur. Kanun, iş kazaları ve meslek hastalıklarına neden olan riskler oluşmadan önlem alma ve telafisi olmayan maddi ve manevi zararların önüne geçme esasına dayanmaktadır. Çalışma ortam ve koşullarını sağlıklı ve güvenli hale getirmek için işveren mevcut ve muhtemel riskleri belirlemek ve analiz etmekle yani işyerinde risk değerlendirmesi yapmakla yükümlü tutulmuştur. İşyerinde çok yönlü bir çalışma gerektiren risk değerlendirmesinde öncelik çalışanı iş kazaları ve hastalıklardan korumaktır ve en önemli aşaması tehlikelerin tanımlanmasıdır. Ancak tehlike doğru tanımlanırsa meydana gelebilecek risk öngörülebilir ve alınan önlemlerle iş kazalarının ve meslek hastalıklarının önüne geçilebilir.

İşyerlerinde risk değerlendirme aşamalarında mevcut olan tehlikeler belirlenirken üretim teknikleri, kullanılan ekipmanlar, işyerinde bulunan malzemeler, fiziksel ve kimyasal risk etmenlerinin varlığını ortaya koyacak ortam ve kişisel maruziyet ölçümleri vb. ile ilgili bilgiler toplanır ve bu bilgilere göre değerlendirme yapılır. Bu risklerin belirlenebilmesi, değerlendirilmesi ve kontrol edilebilmesi için işyerinde iş hijyeni ölçümleri yani gürültü, sıcaklık, titreşim gibi fiziksel risk etmenleri ile

kullanılan veya ortaya çıkan kimyasallara maruziyet ölçümlerinin yapılması ve ölçüm sonuçlarının yasal düzenlemelerle belirlenmiş sınır değerlerle kıyaslanması gerekir. İşveren risk değerlendirme çalışmalarında fiziksel ve kimyasal risk etmenleri maruziyet ölçüm sonuçlarının yönetmelikte ya da standartlarda bulunan maruziyet sınır değerlerinin altında kalması için işyerinde gerekli önlemleri almakla yükümlüdür.

Döküm gibi kullanılan hammaddeler ve uygulanan prostesten dolayı hemen hemen birçok fiziksel ve kimyasal risk etmenini çalışma ortamında barındırdığı bilinen sektörde iş hijyeni ölçümlerinin mevzuata ve standartlarına uygun ve doğru yapılması, yapılan ölçüm sonuçlarının sınır değerlerine göre değerlendirilmesi ve kontrol edilebilmesi hayati önem taşır.

Bu çalışmanın amacı; çok tehlikeli işkolunda yer alan seçilmiş döküm işyerlerinde sağlıklı ve güvenli bir atmosferin oluşturulması için yapılması gereken iş hijyeni ölçümlerini tanımlamak, bu ölçümlerinin mevzuatta ve mevzuatın atıfta bulunduğu standartlarda yer alan sınır değerlerini irdelemek ve bu alanda yapılan raporlama hatalarına dikkat çekmek olarak belirlenmiştir. Bu süreçte iş hijyeni raporlamalarından örnekler üzerinde çalışılarak olası hatalar ve eksiklerle bunların uygulama açısından önemi belirlenmeye çalışılacaktır.

BÖLÜM İKİ

GENEL BİLGİLER

2.1 İş Sağlığı ve Güvenliği Kavramı

İş sağlığı ve güvenliğinin temelini 3 parametre oluşturur: sağlık, güvenlik ve hijyen (Bilir, 2019). İş sağlığı kavramı, çalışanların çalışma ortamından kaynaklanabilecek sağlık sorunlarının belirlenmesi ve çalışanların sağlığının korunmasına yönelik faaliyetlerdir. İş güvenliği kavramı ise çalışanların iş kazalarına uğramalarını önlemek ve güvenli çalışma ortamını oluşturmak için alınması gereken tedbirler bütünüdür. 2012 yılında yürürlüğe giren 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunuyla birlikte, ülkemizde iş sağlığı ve güvenliği alanında proaktif yaklaşım önem kazanmıştır. Bu yaklaşımda, işyerinde veya işin yürütümü nedeniyle yaşanabilecek iş kazası ve meslek hastalıklarında olay yaşanmadan önce tehlike ve risklerin öngörülmesi ve önleyici tedbirlerin alınması söz konusudur.

Proaktif yaklaşımın hayata geçmesini sağlayan ve kanunda bütün işyerleri için hazırlanması zorunlu olan “risk değerlendirmesi” bu yaklaşımın benimsenmesi ve uygulanmasında önemli bir parametredir. Risk değerlendirmesinde; tehlikeler ve tehlikeden kaynaklanan riskler önceden belirlenir ve alınması gerekli kontrol tedbirleri kararlaştırılır. Risk değerlendirmesini hazırlamadan önce iş sağlığı ve güvenliği yönünden çalışanların çalışma ortamında maruz kalabilecekleri risklerin belirlenmesine yönelik iş hijyeni ölçümlerinin yapılması gerekir. Bu ölçümlerin değişen her çalışma koşullarında ve periyodik olarak da yenilenmesi gerekir. İş hijyeni ölçümleri yapılmadan çalışanların işyeri ortam ve koşullarında maruz kaldıkları birçok risk etmenini tespit etmek mümkün değildir. İş hijyeni, iş sağlığı ve güvenliğinin ayrılmaz bir parçasıdır (Bilir, 2019).

2.2 İş Hijyeni ve Ölçümü

Çalışma ortamında çalışanların sağlığına zarar verebilecek fiziksel ve kimyasal etkenlerin tayinine iş hijyeni ölçümü denir. Gürültü, aydınlatma, termal konfor gibi

fiziksel; toz, buhar gibi kimyasal etkenlerin nitelik ve nicelik tayini iş hijyeninin konusudur.

20.06.2012 tarihinde kabul edilen 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununa göre; işveren işyerinde risk değerlendirmesi yapmakla ya da yaptırmakla yükümlü tutulmuştur (T.C. Resmi Gazete, 30 Haziran 2012, sayı: 28339). İşveren risk değerlendirmesini yaparken çalışanların sağlığını etkileyebilecek tehlikelerin varlığını ve bu tehlikelerin miktarını tespit etmek için iş hijyeni ölçümünü yaptırması gerekmektedir. Tehlike kaynağının işyeri ortamında bulunup bulunmadığını ya da ne kadar bulunduğunu tespit etmek için ortam ölçümü, çalışanın tehlike kaynağına ne kadar maruz kaldığını anlamak için de kişisel maruziyet ölçümü yapılır. Ölçüm yapılmadan önce kullanılan proses, ham maddeler ve bunların malzeme güvenlik bilgi formları, çalışma şekilleri, çalışma için ayrılan süre vb. detayların ayrıntılı analiz edilmesi gerekir. Mevzuat, ortam veya kişisel maruziyet ölçümlerinin yenilenmesi için bir periyod belirlememiştir. Ancak işyerine ait risk değerlendirmesi işyerinin tehlike sınıfına göre çok tehlikeli, tehlikeli ve az tehlikeli işyerlerinde sırasıyla en geç iki, dört ve altı yılda bir yenilenmesi gerekir. Dolayısıyla iş hijyeni ölçümlerinin de en geç bu periyotlarda yenilenmiş olması beklenir. Ayrıca mevzuata göre çalışma ortamına ait sınır değerlerle ilgili değişiklik olması, sağlık gözetimi ve çalışma ortamı ölçüm sonuçlarına göre gerek duyulursa risk değerlendirmesinin yenilenmesi gerekir ki, bu durumlar ortam ve kişisel maruziyet ölçümlerini ilgilendirdiği için iş hijyeni ölçümlerinin de yenilenmesi gerekir (T.C. Resmi Gazete, 29 Aralık 2012, sayı: 28512). İş Hijyeni Ölçüm, Test Ve Analiz Laboratuvarları Hakkında Yönetmeliğe göre işveren; çalışanın kişisel maruziyetinde değişikliğe sebep olacak bir olay yaşandığında, hekimin veya uzmanın istemesi ve işyeri denetimlerinde istenmesi durumunda iş hijyeni ölçüm, test ve analizlerini yaptırmakla veya tekrarlatma yükümlü tutulmuştur (T.C. Resmi Gazete, 24 Ocak 2017, sayı: 29958).

İşyerinde yapılan iş hijyeni ölçüm sonuçlarının uygunluğu gerek mevzuat, gerekse mevzuatın atıfta bulunduğu güncel ulusal ve uluslararası standartlarda bulunan mesleki maruziyet sınır değerlerine göre değerlendirilmeli, değerlerin üzerine

çıkıldığı anlaşıldığında, işveren bu durumun düzeltilmesi için her türlü tedbiri almalıdır. Alınan kontrol tedbirlerinin etkinliği değerlendirilirken de, ortam ve kişisel maruziyet ölçüm ve analizleri tekrarlanmalıdır. Bu aşamalar ölçüm sonuçları maruziyet sınır değerlerinin altında kalana kadar devam ettirilmelidir.

İşveren mevzuat çerçevesinde yükümlülüklerini yerine getirirken riskleri önce kaynağında engellemeli; tehlikeli olanı, tehlikesiz veya daha az tehlikeli olanla değiştirmeli; işyerini düzenlerken, iş ekipmanı, ham maddeleri ve üretim metotlarını seçerken bu riskleri göz önünde bulundurmalı; teknik gelişmeleri takip etmelidir. Önce çalışanları koruyacak toplu önlemleri almalı (ham madde değişimi, havalandırma, kaynağından emiş vb.) daha sonra kişisel korunma tedbirlerini (kulaklık, maske vb.) düşünmelidir (T.C. Resmi Gazete, 30 Haziran 2012, sayı: 28339).

Türkiye’de iş hijyeni alanında yetişmiş, ölçümde ve ölçüm sonuçlarını değerlendirmede standartlara hâkim meslek grubuna gereksinim fazladır. Bu gereksinimlerle 2018 yılında Türkiye’de iş hijyeni konusunda farkındalık yaratmak, ulusal ve uluslararası alanda iş hijyeni standartlarını yükseltmek, bilgi ve deneyimi artırmak ve ulusal iş hijyeni politikasının geliştirilmesine katkı sağlamak için İş Hijyenistleri Derneği (IHIDER) kurulmuştur.

2.3 İş Hijyeni Ölçümlerini Yapabilecek Laboratuvarlar

Çalışma ortamında bulunan, çalışanın sağlık ve iyilik halini etkileyen etmenleri; fiziksel etmenler, biyolojik etmenler, kimyasal etmenler, psikososyal etmenler ve ergonomik etmenler olarak kategorilere ayırabiliriz. Gürültü, titreşim, aydınlatma, termal konfor gibi fiziksel etkenlerin ve toz, gaz, buhar gibi kimyasal etkenlerin nicelik ve nitelik tayinini ancak bu konuda ön yeterlik veya yeterlik belgesine sahip akredite laboratuvarlar yapabilmektedir. Ön yeterlik veya yeterlik belgesi bulunan akredite laboratuvar; Akreditasyon Kurumu, Türk Akreditasyon Kurumunu (TÜRKAK) veya Avrupa Akreditasyon Birliği, Uluslararası Laboratuvar Akreditasyon Birliği ve Uluslararası Akreditasyon Forumu ile karşılıklı tanınma

anlaşması bulunan akreditasyon kurumlarından birisi tarafından verilen ön yeterlik veya yeterlik belgesinde yer alan parametreler haricinde ölçüm ve analiz yapamamaktadır (T.C. Resmi Gazete, 24 Ocak 2017, sayı: 29958). Bu yüzden iş hijyeni ölçümü yapmaya yetkilendirilmiş laboratuvarlar, sadece ölçmeye yetkilendirildikleri parametreleri ölçebilmektedir. Laboratuvarların ölçmekle yetkilendirildikleri parametreler İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğüne bağlı İş Sağlığı ve Güvenliği Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü (İSGÜM)'nün internet sayfasında Yetkilendirilmiş İş Hijyeni Ölçüm Test Ve Analizi Yapan Laboratuvarlar Listesi adı altında görülebilmektedir.

2.4 Döküm Sektörü

Döküm; sanayi, otomotiv, inşaat, tarım ve diğer birçok sektörde kullanılan makine parçalarının, araç gereçlerin üretiminde yüzyıllardır kullanılmaktadır. Sanayide kullanılan çoğu metalik malzeme döküm işleminden geçmektedir. Döküm prosesiyle sıvı haldeki metalin çok yüksek şekil alma özelliğinden yararlanılarak kullanım amacına göre istenilen şekillerde metal elde edilebilmektedir.

Döküm; külçe metalin ve/veya metal hurda parçalarının ergitme ocaklarında sıvılaştırılması ve istenilen kimyasal bileşime göre farklı alaşım maddelerinin de eklenmesi ile elde edilen sıvı metal bileşimin kum, metal veya seramik kalıplara dökülerek şekillendirilmesidir. Sıvı metal soğuyarak katılaşır ve kullanılan alaşım maddelerine göre istenilen şekillerde çelik, pik, sfero, temper döküm ürünleri elde edilmiş olur (Hastürk ve Uzel, 2017).

Ülkemiz dünya döküm piyasasındaki pazar payını her geçen yıl daha da artırmaktadır. Türkiye’de yıllara göre döküm üretim miktarı (ton/yıl) Tablo 2.1’de yer almaktadır (Türkiye Döküm Sanayicileri Derneği [TÜDOKSAD], 2020).

Tablo 2.1 Türkiye’de yıllara göre döküm üretim miktarı (ton/yıl)(TÜDOKSAD, 2020)

	2014	2015	2016	2017	2018
Pik Döküm	16.000	16.000	13.500	14.000	13.500
Çelik Döküm	7.000	6.500	6.500	6.500	6.500
Demir Dışı Metaller	10.000	13.500	14.000	13.500	13.750
Toplam	33.000	36.000	34.000	34.000	33.750

Tablo 2.1’de gösterilen verilere bakıldığında, ülkemizde 2018 yılında döküm üretiminin yaklaşık %76’sının demir döküm üretimi olduğu görülmektedir. Tablo 2.2’de ülkemizde yıllara göre dökümhanelerde yer alan istihdam sayıları verilmiştir (TÜDOKSAD, 2020).

Tablo 2.2 Ülkemizde yıllara göre dökümhanelerde istihdam sayıları (TÜDOKSAD, 2020)

	2014	2015	2016	2017	2018
Pik Döküm	16.000	16.000	13.500	14.000	13.500
Çelik Döküm	7.000	6.500	6.500	6.500	6.500
Demir Dışı Metaller	10.000	13.500	14.000	13.500	13.750
Toplam	33.000	36.000	34.000	34.000	33.750

Tablo 2.2’de görüldüğü gibi döküm işkolu her yıl yaklaşık 34.000 kişiye istihdam sağlamaktadır. Ayrıca dökümhanelerde çalışanların yaklaşık %60’ının demir dökümde, %40’ının da demir dışı metallerin dökümünde istihdam edildiği görülmektedir. Tablo 2.3’te ülkemizde bulunan dökümhane sayılarının yıllara göre dağılımına yer verilmiştir (TÜDOKSAD, 2020).

Tablo 2.3 Ülkemizde bulunan dökümhane sayıları (TÜDOKSAD, 2020)

	2016	2017	2018
Pik Döküm	439	441	441
Çelik Döküm	105	105	105
Demir Dışı Metaller	383	386	390
Toplam	927	932	936

Tablo 2.3'te bulunan istatistiki verilere bakıldığında ülkemizde faaliyet gösteren 936 dökümhanenin 546 tanesi demir dökümde, 390 tanesi demir dışı dökümde faaliyet gösterdiği görülmektedir.

Aralık 2019'da açıklanan 53. Dünya Döküm Üretimi istatistiki verilere göre; ülkemiz üretim hacminde, demir ve çelik dökümünde Avrupa'da 2'nci, dünyada 10'uncu; demir dışı metallerin dökümünde ise Avrupa'da 3'üncü, dünyada 10'uncu sırada yer almaktadır (TÜDOKSAD, 2020). Son beş yıla bakıldığında sektörün dünya üretiminde payı yüzde 40 oranında arttığı saptanmıştır. 2016'dan bu yana Çin, dünya döküm üretiminin yüzde 45'lik bölümünü karşılayarak bu konuda lider durumdadır. Son yıllarda Çin'in karbon emisyon hedeflerine uymak için eski dökümhanelerinin üretimlerini geçici olarak durdurup, yeni teknolojiye uygun tesisler kurma çabaları bu süreçte yaşadığı tedarik sorunları sebebiyle ülkemize olan üretim taleplerini artırmıştır.

Metallere en fazla değeri sağlayan dökümün ürettiği katma değer her yıl daha da arttığı gözlemlenmektedir. 2019 yılında sektör, üretim hacmi bakımından yüzde 5,5, üretim kıymeti bakımından yüzde 10 oranında artış göstermiştir. Türk Döküm Sektörü üretiminin yüzde 60'dan fazlasını ihraç etmektedir, ancak ülkemizde hammadde üretiminin durma noktasına gelmesinden dolayı ham madde ithalatının da artması ekonomi üzerinde olumlu bir etkinin olmasına engel olmaktadır. Ayrıca önemli sektörlerle ürün sağlayan dökümde dışa bağımlılık hem ülkemiz ekonomisine

hem de sektörün rekabet edebilirliğinin sürdürülebilmesinde olumsuz etki yapmaktadır (TÜDOKSAD, 2020).

2.5 Döküm Prosesi

Döküm prosesi, elde edilmek istenen parçanın şekline sahip boşluk bulunan kalıplara eritilerek sıvı hale getirilmiş metal alaşımının doldurulmasıyla yapılır. Döküm kalıbı oluşturulurken çıkan ürünün katılaşma ve soğuma arasındaki boyut farklılığı düşünülerek kalıp boşlukları oluşturulur. Sıvı hale getirilmiş metalin doldurulduğu kalıp açık veya kapalı olabilir. Kapalı kalıp kullanılacaksa sıvı metalin kalıba doldurulması için bir yolluk sistemi kullanılır. Eriyik halde kalıba doldurulan metal soğumaya başlar, sıcaklık düştükçe katılaşır. Döküm sonrası parça kalıptan çıkarılır, parçaya ait olmayan kısımlar yüzeyden temizlenerek istenen parça elde edilir. Dökümde kullanılan kalıplar kum, seramik, alçı, metal gibi değişik refrakter (ısıya dayanıklı) malzemelerden üretilmektedir. Eriyik metal katılaştıktan sonra bazı döküm proseslerinde parçanın kalıptan ayrılması için kalıbın parçalanır. Kum kalıplar sadece bir kez kullanılırken metal ve kokil kalıplar birden çok parçanın üretiminde kullanılmaktadır. Şekil 2.1’de ergitilen metalin kalıba döküm aşaması gösterilmiştir.



Şekil 2.1 Ergitilen metal veya metal alaşımların kalıba dökülmesi (İmancı, 2014)

Demir, alüminyum, çelik, magnezyum gibi değişik maddelerin döküm prosesleri aynı değildir. Hafif metal olan magnezyumun dökümünde genellikle parçanın

kalıptan ayrılırken kalıbın bozulmasına gerek duyulmaz, bu yüzden de bu metalin dökümünde daimi kalıp kullanılan basınçlı döküm yöntemi uygulanabilmektedir (Aran, 2007).

Döküm, kalıcı kalıba döküm ve bozulabilir kalıba döküm olarak sınıflandırılabilir. Dökümün sürekli döküm, hassas döküm, savurma (merkezkaç/santrifüj) döküm, alçı döküm, basınçlı döküm, kokil döküm olmak üzere altı çeşidi bulunmaktadır. Hassas döküm; karmaşık yapıya sahip özel parçaların, talaş kaldırılarak işlenmesi mümkün değilse kullanılır. Sürekli döküm, sıvı haldeki metalin iki ucu açık kalıptan geçirilirken su ile soğutulması sonucu katı hale getirilmesiyle elde edilir. Sürekli dökümde kokil kalıp kullanılır. Sürekli dökümde, dökümün kalıptan çıkarılması zor olduğu için karmaşık parçanın elde edilmesi mümkün değildir ve daha çok sac, levha, şerit halindeki ürünler elde edilir. Alçı döküm, hafif alaşımların dökümünde kullanılırken ilk yatırım maliyeti yüksek olan kokil dökümde, çelik ya da dökme demir kalıp malzemesi olarak kullanılır ve birçok parçanın üretimi de metal kalıplarla yapılabilir. Eğer hem kokil döküm kullanılıp az parça üretilirse bu döküm yöntemi pahalı olabilmektedir. Daimi kalıpla yapılan basınçlı dökümün verimliliği yüksektir ve çok ince detaylı hafif alaşım parçalarının elde edilebildiği bir prosestir. Bu proseste sıvı metal (Al-, Mg-bazlı, vb.) basınçlı bir piston aracılığıyla metal kalıba yüksek hızda enjekte edilerek doldurulmaktadır. Bu yöntemin kullanılabilmesi için sıvı metalin akış hızı yüksek olmalı ve sıvının katılaşmasının hızlı olması gerekmektedir. Bu şekilde karmaşık şekilli parçaların dökümü yapılabilir (Pürçek, 2008).

Dökümhanelerdeki sağlık ve güvenlik tehlikeleri; dökümde kullanılan metale, kullanılan üretim yöntemine, dökümün boyutuna ve mekanik düzene bağlı olarak değişir. Örneğin; magnezyumla yapılan dökümde parlama riski mevcutken başka metallerde bu risk olmayabilir (Şener, 2005).

Bu araştırma “24.51.13” NACE Kodunda bulunan Demir dökümü (yarı mamul demir ürünlerin dökümü, küresel grafit demir dökümü, gri demir dökümü, dövülebilir dökme demir ürünleri dökümü, borular, tüpler ve içi boş profiller ile

dökme demirden borular ve tüpler ile bunların bağlantı parçalarının imalatı) kapsamaktadır. Demir dökümünde izlenen proses aşamaları şöyledir :

- Dökümü yapılacak parça modelinin yapılması
- Modele uygun maçanın yapımı, kumun hazırlanması ve kalıbın yapılması
- Metal veya metal alaşımlarının ergitilmesi ve kalıba dökülmesi
- Döküm parçadan kalıp ve maçaların ayrılması
- Döküm parçanın üzerindeki artıkların temizlenmesi

2.5.1 Dökümü Yapılacak Parça Modelinin Yapılması

Parça modeli, dökümü yapılacak şeklin genellikle ahşaptan ya da metal, plastik, köpük gibi uygun bir malzemeden hazırlanmış geometrik kopyasıdır. En yaygın olarak ucuz, kolay şekillendirilebilir ve hafif olmasından dolayı ahşap kullanılır. Şekil 2.2’de bir modelhanede örnek model yapımı verilmiştir. Modelin yapılmasında kullanılan ahşabın kuru olması ve kumun nemini alıp deformasyona uğramaması için az gözenekli olması istenir. Ahşap malzemenin şekillendirilmesinde kullanılan ekipmanlar gürültülü ortama ve toz çıkışına sebep olur.



Şekil 2.2 Modelhanede model yapımı (Kişisel arşiv, 2018)

2.5.2 Modele Uygun Maçanın Yapımı, Kumun Hazırlanması ve Kalıbın Yapılması

Dökümü yapılacak parçanın iç boşluklarını oluşturmak için uygun ölçülerde hazırlanarak kalıba konan, özel kumdan yapılmış parçaya maça denir. Maça kumu olarak silis(kuvars) kumu, kromit kumu, zirkon kumu ve olivin kumu kullanılır. Kullanılan kumlar katkı maddelerinden arındırılıp tekrar kullanılabilir. Silis (SiO_2) kumu yüksek refrakterlik özelliği ve ucuz olmasından dolayı en çok kullanılan kum çeşididir. Zirkon kumu ise silis kumuna kıyasla pahalı ancak yoğunluğu ve yüksek ısı iletkenliği çok fazladır. Dökümün katılaşmasının hızlı olması gerekiyorsa zirkon kumu kullanılmalıdır. Kromit kumunun ısı genleşmesi düşük olduğundan kumun hacminde çok fazla değişiklik olmaz böylelikle döküm hataları azalır. Olivin kumu içerisinde bulunan magnezyumdan dolayı bazik karakterlidir. Silis içerikli kumlar döküm sırasında metal ile reaksiyona girerken, olivin kum ise metalin bünyesine girmesine izin vermez. Döküm kalıplarında en çok kuvars kumu kullanılsa da, kuvarsın diğer kumlara göre termik genleşmesinin fazla olması, serbest silisin insan sağlığına zararlı olması ve eriyik metallerle reaksiyona girmesi gibi sakıncaları vardır (Koçhisar, 2010).

Maçalar; özel maça makinelerinde, farklı kumlar ve bağlayıcı sistemler kullanılarak elde edilen karışımının, basınçlı hava yardımı ile kalıba yani maça sandığına doldurulmasıyla elde edilir. Kum tanelerini bir arada tutmak, aşınmayı önlemek ve dayanıklılık sağlamak için bezir yağı, reçine, sülfat bağlayıcılar, katran tozu gibi maça bağlayıcıları kullanılır. Eriyik metalin maça ile karışımını önlemek, inert bir tabaka oluşturmak ve düzgün bir soğuma sağlamak için maça yüzeyine yüksek sıcaklığa dayanıklı boya uygulanır. Boya inceltici olarak genellikle izopropil alkol kullanılmaktadır.

Maça bağlayıcılarının bazılarında özelliklerinin ortaya çıkması ve sertleşmiş dayanıklı maçalar elde edilmesi için maçaların pişirilmesi gerekirken bazı yöntemlerde maçaların pişirilmesi gerekmez reaksiyonun hızlanması için katalizör kullanılır. Furan sistemi olarak bilinen maça hazırlama yönteminde; furfuril alkol, fenol formaldehit ve üre polimerizasyonu ile elde edilen furan reçinelerinde

sertleştirici yani katalizör olarak genellikle toluen sülfanik asit, benzen sülfanik asit ve fosforik asit kullanılır. Karbondioksitin katalizör olduğu sistemde; sodyum silikat (cam suyu) ile bağlanan kum karışımından karbon dioksit gazı geçirilerek sertleşme sağlanır, pişirmeye ihtiyaç duyulmaz. Bazı yöntemlerde ise sertleştirici gaz olarak DMEA (Dimetiletilamin), TEA (Trietilamin) gibi amin gazları kullanılır. Basınçlı hava veya azot gazı ile kapalı bir maça kutusu içinde karışıma sokulur ve sertleşme 2 ila 30 sn gibi çok kısa zamanda gerçekleştirilir. Havadan ağır olan DMEA gazının, ciltte ve mukozada tahriş yaptığı ve vücuda girdikten sonra yüksek kanser riski oluşturduğu için ortama yayılmadan maça makinelerinin alt kısmından yapılacak gaz emiş ağızları ile kaynağından uzaklaştırılmalıdır (Koçhisar, 2010). Şekil 2.3'te yapılmış maça örnekleri gösterilmiştir.



Şekil 2.3 Maça örnekleri (Kişisel arşiv, 2018)

Döküm kalıbı, içerisinde dökümü istenen parçanın negatif boşluğunu oluşturmak için kalıp kumu kullanılarak hazırlanan çukurlardır. Bunun için, kalıp içerisine dökümü istenen parçanın hazırlanmış modeli yerleştirilir, üzerine doğada kuvarz halde bulunan %99 silis kumu (SiO_2) dökülür. Kumun sertleşerek kalıp şeklini alması için üzerine basınçlı hava, havalı tokmak ile püskürtülür. Kalıp kumu nemli olduğundan, kalıbın sertleşmesi için bentonit bağlayıcı olarak kullanılmaktadır. Bentonitin aktive olması için su kullanılır. Sertleşen kalıptan model çıkarıldığında dökümü yapılacak parçanın geometrik özelliklerine sahip boşluk oluşturulmuş olur. Şekil 2.4'te kalıp yapımı ve kalıp yapımında kullanılan havalı tokmak gösterilmiştir. Döküm kalıbını hazırlamak için kullanılan havalı tokmak gürültüye ve el-kol titreşim sendromuna neden olur.



Şekil 2.4 Kalıp yapımı ve kalıp yapımında kullanılan havalı tokmak (Kişisel arşiv, 2018)

2.5.3 Metal veya Metal Alaşımlarının Ergitilmesi ve Kalıba Dökülmesi

Ergitme ve döküm, yeterli akıcılıktaki eritilmiş metalin ısı iletkenliği olan bir kalıp içine doldurulması işlemidir. Demir dökümde metal $1350^{\circ}\text{C} - 1400^{\circ}\text{C}$ 'de erimektedir (Aran, 2007). Metalin sıvı hale getirilmesi için indüksiyon, kupol veya ark ocakları kullanılmaktadır. Sıvı hale getirilmiş metal, pota denilen kaplarla kalıplara dökülmektedir. Sıvı metal kalıplara döküldükten sonra soğumaya bırakılmaktadır. Metalin sıcaklığı belli bir değere indiğinde metalde katılaşma başlamaktadır.

Demir döküm, dökme veya pik(ham) demirden yapılabilmektedir. Ham demir, demir cevherinin külçe halinde eritilmesiyle elde edilir ve yüksek karbon içeriğine sahiptir. Dökme demir ise ham demir ve hurda demirin beraber eritilmesiyle hazırlanır. Dökme demir, ortalama % 1,7'den fazla karbon ve farklı oranlarda kükürt, manganez, fosfor içeren bir demir-karbon alaşımıdır.

2.5.4 Döküm Parçadan Kalıp ve Maçaların Ayrılması

Dökümde kullanılan kalıp, metal soğuduktan sonra metalden ayrılır ve kalıplar sarsak elek üzerine koyularak dağıtılır. Kalıpta kullanılan kum pulverizasyon cihazında öğütülerek ilk haline getirilerek tekrardan kullanılabilir. Kalıp

bozma işlemi sırasında ve sarsak elek alanında ortama yayılan kum, havadaki silis miktarının artmasına neden olur. Bu alanlar oldukça gürültülüdür ve çalışanlar günlük 87 dBA'nın üzerinde gürültüye maruz kalabilmektedir.

2.5.5 Döküm Parçasının Üzerindeki Artıkların Temizlenmesi

Kalıptan çıkan metal dökümün çoğu döküm parçası için fazlalıktır. Kalıp bozulduktan sonra döküm üzerindeki metal çapaklarının sıyırılması elle ya da döküm üzerindeki artıklara çekiçe vurularak temizlenir. Kumlama cihazları kullanılarak kalan döküm artıklarının da parça üzerinden temizlenmesi sağlanır. Kapalı kumlama cihazında döküm parçaya santrifüj kuvveti aracılığıyla çelik bilyeler püskürtülür. İşlem yapılırken döküm üzerinde bulunan silis tozu da kumlama cihazında bir emiş sistemi bulunmuyorsa çalışma ortam havasına yayılır. Döküm parçasının artıklarından temizlendiği ve kumlama alanında çalışanlar yüksek gürültüye maruz kalırlar. Döküm parçalarının yüzeyi eğer gerekiyorsa taşlama işlemiyle daha pürüzsüz hale getirilir.

2.6 Dökümhanelerde Fiziksel ve Kimyasal Risklerin Belirlenmesine Yönelik Yapılması Gereken İş Hijyen Ölçümleri, İlgili Mevzuat ve Mevzuatın Atıfta Bulunduğu Standartlar

Dökümhanelerin toz, gürültü, titreşim, yüksek ısı gibi fiziksel risklerin ve gazlar, tozlar gibi kimyasal risklerin birçoğunu bünyesinde barındırdığı bilinmektedir. Ancak risklerin boyutu ve çeşidi işyerinde uygulanan döküm prosesine, kullanılan ham maddelere ve bunların içeriklerine, ekipmanlara ve teknolojilere göre değişiklik göstermektedir. Çalışanın maruz kaldığı riskin tespitinde işyerinde çalıştığı alanın ve yaptığı işinde önemi büyüktür. Kalıp yapımında çalışanın maruz kaldığı riskle döküm ve ergitme alanında çalışanın maruz kaldığı risk aynı değildir. Bu yüzden her işyeri kendi içinde değerlendirilmeli ve iş hijyeni ölçümü yapılarak maruz kalınan riskin çeşidi ve boyutu ölçüm yapılmadan önce tespit edilmelidir. Çalışanların maruz kaldığı fiziksel ve kimyasal riskler gerek mevzuat, gerekse mevzuatın atıfta bulunduğu güncel standartlar kapsamında mesleki maruziyet sınır değerlerine göre

değerlendirilmelidir. Maruziyet sınır değerinde, öncelik ulusal mevzuatta bulunan sınır değerlerdir, ulusal mevzuatta belirlenmiş bir sınır değer yoksa uluslararası mevzuatta (Occupational Safety and Health Administration [OSHA], The National Institute for Occupational Safety and Health [NIOSH], American Conference of Governmental Industrial Hygienists [ACGIH] vb.) bulunan sınır değerler kullanılabilir. İşveren, kişisel maruziyet sınır değerlerinin aşıldığı tespit edildiğinde her türlü koruyucu ve önleyici tedbirleri alarak durumun ortadan kaldırılmasını sağlamalı, alınan tedbirlerin etkili olduğundan emin olana kadar yani ölçüm sonuçları mesleki maruziyet sınır değerlerinin altına düşene kadar bu ölçümleri yenilemelidir.

2.6.1 Fiziksel Risklerin Belirlenmesine Yönelik Yapılması Gereken İş Hijyeni Ölçümleri, İlgili Mevzuat ve Mevzuatın Atıfta Bulunduğu Standartlar

2.6.1.1 Gürültü

Endüstriyel gürültüyü genel olarak işyerlerinde çalışanlarda olumsuz etki bırakan, psikolojik ve fizyolojik zarar veren ses olarak tanımlayabiliriz. Dökümhanelerde gürültü kaynakları genel olarak, havalı tokmak ile kalıp yapımı, kalıp bozma, kalıp makinaları, sarsak elek, taşlama ve temizleme işlemleri, kumlama ekipmanları ve metallerin birbirine teması gibi etkenler karşımıza çıkmaktadır (Atlı, 2001).

Ses, bir kaynaktan ortama yayılan titreşimlerin etkisiyle oluşan enerjidir. Bu titreşimler ortamda yayılarak ses dalgalarını oluştururlar. Bir saniyedeki titreşim sayısı o sesin frekansıdır ve birimi cps (saniyedeki titreşim) veya Hertz (Hz) olarak ifade edilir. Sesin şiddet birimi desibeldir. İnsan kulağını uyarabilen en düşük ses basıncı $0,000204 \text{ dyn/cm}^2$ olarak belirlenmiş ve referans değer olarak tanımlanmıştır. Ortamda bulunan ses basınç değerinin referans değere bölünmesi sonucu elde edilen değer logaritması desibel değerini gösterir. Ses düzeyi, ses basınç düzeyinin belli bir eğriye göre ağırlıklı olarak bulunmuş şeklidir. Bir çeşit filtreleme olarak kabul edilebilecek olan ağırlıklama işlemi için A,B,C ve D olmak üzere dört farklı tipte ağırlık eğrisi geliştirilmiştir. A ağırlıklama eğrisi, insan kulağının duyarlılık eğrileri ile doğrudan ilişkisi nedeniyle insanların gürültüye gösterdikleri tepkiyi ölçmede

kullanılır. Ses düzeyi, kullanılan ağırlık eğrisinin tipine göre, dB(A,B,C,D) olarak belirtilir. C ağırlık eğrisi darbe gürültüsünün ölçüm ve değerlendirilmesinde kullanılmakta ve dBC olarak ölçülmektedir. P_{tepe} , dB(C) değeri C-frekans ağırlıklı anlık gürültü basıncının tepe değerini ifade etmektedir. Fısıltı sesi 20-25 dB iken, konuşma sesi 50-70 dB, bağırma sesi 70-85 dB'dir. Uluslararası standartlara göre işitme sistemine zarar veren gürültü düzeyi 85 dB düzeyidir (Belgin ve Çalışkan, 2004). Gürültünün insan sağlığına en önemli zararı işitme kaybıdır. Bu etkinin anlaşılması uzun zaman aldığı için gürültü konusu önemsizdir. Ancak, endüstriyel gürültüye bağlı işitme kaybı dünya çapında en önemli meslek hastalıklarından biridir.

Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmasına Dair Yönetmelik'te çalışanların sekiz saatlik bir iş günü için zaman ağırlıklı ortalamasının alınarak hesaplandığı kişisel maruziyet değerine ait bir sınır değeri mevcuttur. Ortam ölçümüne ait bir sınır değeri mevcut değildir. Bu yüzden gürültü ölçüm sonuçlarını değerlendirirken bunun bir kişisel maruziyet ölçümü olduğundan emin olmak gerekir. Kişisel maruziyet gürültü ölçümlerinde kullanılan standartlar Tablo 2.4'te yer almaktadır.

Tablo 2.4 Gürültüyle ilgili kullanılan bazı standartlar ve kullanım yerleri

Ölçüm	Standart	Standart Adı
Kişisel Maruziyet	TS EN ISO 9612	Akustik çalışma ortamında maruz alınan gürültünün ölçülmesi ve değerlendirilmesi için prensipler
Kişisel Maruziyet	TS 2607 ISO 1999	Akustik-iş yerinde maruz kalınan gürültünün tayini ve bu gürültünün sebep olduğu işitme kaybının tahmini

Kişisel maruziyet gürültü ölçümlerinde 2 adet ölçüm metodu mevcuttur: TS 2607 ISO 1999 Akustik - Mesleki Gürültü Maruziyetinin Belirlenmesi ve Gürültü Kaynaklı İşitme Kaybının Tahmini ve TS EN ISO 9612 Akustik-Mesleki Gürültü Maruziyetinin Belirlenmesi-Mühendislik Metodu. Yapılan ölçümün uygunluğuna bakılırken öncelikle yöntemin doğru olup olmadığına bakılmalıdır. Gürültü için

ölçüm yapılırken kişisel maruziyet ölçümüne uygun standartlardan biri seçilmeli, seçilen standarda uygun ölçüm yapılmalı ve değerlendirme Çalışanların Gürültü ile Risklerden Korunmasına Dair Yönetmelik'te yer alan maruziyet sınır değerleriyle kıyaslanarak yapılmalıdır.

Ölçüm cihazı olarak çoğunlukla gürültü dozimetreleri kullanılır. Bu dozimetreler ölçüm yapılacak kişinin kulak hizasına yerleştirilir. Ölçüm süresi, çalışanların 8 saatlik çalışma gününde gürültüye maruziyetini gösterecek şekilde tüm zaman dilimlerini içermelidir.

2.6.1.1.1 TS 2607 ISO 1999 Standardına Göre Ölçümlerin Gerçekleştirilmesi. Bu standard, aslında değişik sürelerde gürültüye maruz kalan insanlarda gürültünün sebep olduğu kalıcı eşik kaymasının hesaplanmasını için kullanılır. Ancak, standard içeriğinde gürültü ölçümünün nasıl yapılması gerektiği de anlatıldığı için kişisel maruziyet ölçümünde de kullanılabilir. Ölçüm zamanları ve yerleri çalışanın bir çalışma günü süresince maruz kaldığı gürültüyü gösterecek şekilde seçilmelidir. Ayrıca, ölçüm yapılmadan ölçüm cihazları kalibre edilmelidir.

Maruz kalınan gürültü sebebiyle işitme kaybının tahmin edilmesi için 8 saatlik çalışma gününe uyarlanmış, maruz kalınan gürültü seviyesi ve/veya A-ağırlıklı, maruz kalınan ortalama seviye, EA_{8h} , uygun periyotlarla ölçülerek bütünleştirici ses seviye ölçerler kullanılarak doğrudan ölçülebilmektedir. Bu tür ölçüm cihazları, zamana bağlı gürültü kaynağının değişmesiyle veya kişinin yer değiştirmesiyle oluşan gürültü dalgalanmalarını da hesaba katar. Ölçüm cihazı olarak kişiye bağlanabilen veya sabit olan cihazlar tercih edilebilir. Eş değer sürekli A-ağırlıklı ses basınç seviyelerinin doğrudan ölçülmesi için bütünleştirici-ortalama ses seviye ölçerleri, IEC 60804, Tip 2 veya daha uyumlu bir cihaz olmalıdır (TSE, 2005). Hareket halindeki kişi için gerekliyse mikrofona, A-ağırlıklı maruz kalınan yüksek ses değerini veya eşdeğer sürekli A-ağırlıklı ses basınç seviyesini alan kulağın dış kulak kanalının girişinden $0,10\text{ m} \pm 0,01\text{ m}$ mesafede yerleştirilmelidir. Ölçüm raporlarına ölçümlerin yapıldığı yerler de yazılmalıdır. Gürültü, günden güne değişiyorsa gürültü yönünden en kötü günde günlük eş değer sürekli A-ağırlıklı ses basınç seviyesi veya

daha uzun zaman aralığında (1 yılı aşmayan) eş değer sürekli A-ağırlıklı ses basınç seviyesi ortalaması 10 dB' den daha fazla aşmamışsa bu standard uygulanabilir (TSE, 2005).

2.6.1.1.2 TS EN ISO 9612 Standardına Göre Ölçümlerin Gerçekleştirilmesi. TS EN ISO 9612 standardı, TS 2607 ISO 1999 standardına göre daha doğru sonuçlar alınabilen daha detaylı çalışma gerektiren bir standarttır. Ancak, bu standardın uygulanması TS 2607 ISO 1999 standardına göre daha zordur. Standardın uygulanması için öncelikle iş analizi yapmak gerekir. Bu işlem yapılırken; işletmede çalışanların işleri tanımlanır, yapılabilirse homojen gürültü maruziyet grupları belirlenir, her grup ya da çalışan için nominal günler belirlenir, yapılabilirse işleri oluşturan görevler tanımlanır, sonra önemli gürültü olayları tanımlanır ve ölçüm stratejisi seçilir (TSE, 2009).

İş; üretim, çalışanlar, süreç ve yapılan faaliyetlere göre değerlendirilir. Ölçüm stratejisi olarak; görev-tabanlı, iş-tabanlı veya tam-gün stratejilerinden herhangi biri seçilebilir. Hangi tür strateji olursa olsun, önemli olan gürültüye maruz kalan tüm olayların tanımlanması ve bunların ölçüm planında yer almasıdır. Homojen gürültü maruziyet gruplarında, grup çalışanları benzer işi yapmalı ve bir çalışma gününde aynı gürültüye maruz kalmalıdır. Nominal bir gün belirlenirken; görevler ve görevlerin içindeki değişim, gürültülü çalışma alanları ve ana gürültü kaynakları ile ara dinlenmelerinin nominal bir günün içinde olup olmadığına dikkat edilmelidir. Bazı durumlarda, gürültüye maruziyet günden güne değiştiği için günlük belli bir maruziyet söz konusu değildir. Çalışanlar farklı günlerde farklı yerlerde veya işte olabildiği için nominal bir gün olarak, işin yapıldığı birden fazla gün seçilebilmektedir (TSE, 2009).

Standartta yer alan üç farklı strateji de kullanarak aynı sonucu elde etmek mümkündür. Fakat belirli durumlar için bazı stratejilerin uygulanması daha kolay olabilir. Görev bazlı ölçümlerde, gün boyunca yapılan çalışma (nominal gün), görevlere bölünür ve bu görevler için ayrı ayrı gürültü seviyeleri ölçülür. Ölçüm süreleri gerçekte yapılan iş için ortalama eşdeğer sürekli ses basıncı seviyesini

gösterecek kadar uzun olmalıdır. Her görevde 3 defa en az 5 dakika ölçüm yapılması gerekir. Yapılan bu 3 ölçümün sonuçları arasında 3 dB veya daha çok fark bulunuyorsa 3 ölçüm daha yapılmalıdır. Görevin yapılma zamanı 5 dakikadan azsa, ölçümün süresi ile görevin süresi aynı olmalıdır. Gürültü, periyodik olarak değişiyorsa her bir ölçüm en az 3 periyodu içermelidir. Eğer 3 periyot süresi 5 dakikadan azsa, her bir ölçümün süresi en az 5 dakika olmalıdır. Gerçek gürültü değişimlerini görmek için çalışma süresinde farklı farklı zamanlarda ölçümler yapılmalı ya da bir grupta bulunan farklı çalışanlarda ölçümlerin yapılması gerekmektedir (TSE, 2009).

İş bazlı ölçümlerde, aynı gürültüye maruz kalan çalışan grubundaki çalışanların sayısına göre standarttan yararlanarak toplam minimum ölçüm süresi belirlenmelidir. Şekil 2.5'te çalışan sayısına göre minimum ölçüm süresi hesabı yer almaktadır. Her homojen grup için en az 5 adet ölçüm yapılmalıdır. Bu 5 ölçüm için toplam süre standarta göre hesaplanan toplam azami ölçüm süresi kadar ya da bundan fazla olmalıdır. 5 ölçüm rastgele seçilen farklı bireylerde yapılabilir ancak ölçüm süreleri olabildiğince eşit seçilmelidir (TSE, 2009).

Homojen Maruziyet Grubundaki Çalışan Sayısı n_G	Minimum Toplam Ölçüm Süresi *
$n_G \leq 5$	5 h
$5 < n_G \leq 15$	$5 \text{ h} + (n_G - 5) \times 0,5 \text{ h}$
$15 < n_G \leq 40$	$10 \text{ h} + (n_G - 15) \times 0,25 \text{ h}$
$n_G > 40$	17 h veya grup bölünmelidir

* Bu süre homojen maruziyet grubu içerisinde yapılan tüm ölçümlerin toplamıdır

Şekil 2.5 Çalışan sayısına göre minimum ölçüm süresi hesabı (TSE,2009)

Tam gün ölçümü, çalışma periyodundaki tüm gürültülü ve sessiz zamanları içermektedir. Her maruziyet ölçümü için 3 farklı ölçüm yapılmalıdır. Seçilen ölçüm günü çalışmaları ve çalışma grubunu en iyi şekilde temsil etmelidir. Ölçüm tüm çalışma periyodu boyunca yapılamıyorsa ölçüm süresi olabildiğince uzun olmalıdır

ve tüm önemli gürültü periyotlarını içermelidir. Bu 3 ölçümden herhangi ikisi arasında 3 dB' den daha çok fark varsa 2 tam gün ölçümü daha alınır. Eğer ölçümler 8 saatlik yapıldıysa herhangi bir işlem yapılmadan ölçüm cihazında okunan değerler ile değerlendirme yapılır. Eğer 8 saatlik ölçüm yapılamadıysa standartta bulunan formüle göre Lex_{8h} hesaplanır (TSE, 2009).

2.6.1.1.3 Ulusal ve Uluslararası Mevzuat Gürültü Maruziyet Sınır Değerleri. Ülkemizde 28.07.2013 tarihli ve 28721 sayılı resmi gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik'e göre; işveren, çalışanların maruz kaldığı gürültü seviyesini, işyerinde yapılan risk değerlendirmesinde değerlendirmeli ve gerekliyse gürültü ölçümleri yaptırarak çalışanların maruziyetini belirlemelidir.

Yönetmelikte; 8 saatlik çalışma gününde maruz kalınan en düşük ve yüksek gürültü maruziyet eylem değerleri 80 dB(A) ve 85 dB(A) olarak belirlenmiştir. Maruziyet sınır değeri ise 87 dB(A) olarak belirtilmiştir (T.C. Resmi Gazete, 28 Temmuz 2013, sayı: 28721).

2.6.1.2 Termal Konfor

Uygun çalışma ortamı koşullarını etkileyen en önemli fiziksel parametrelerden biri de yüksek sıcaklıktır. Termal konfor; çalışanların hem ruhsal hem bedensel çalışmalarına devam ederken rahatlık içinde olmalarıdır. Dökümhanede, ergitme ocağının çalışma sıcaklığı (yaklaşık 1450 °C) ve döküm yapılırken sıvı metalin ortama yaydığı sıcaklık nedeniyle çalışanlar ısı baskısına maruz kalabilmektedir. İnsan vücudundaki tüm hücrelerin çalışması bir sıcaklığa bağlıdır, bu yüzden vücudun sıcaklık dengesinin korunması hayati öneme sahiptir. Sıcak ortamda çalışmak ayrıca; çalışanda dikkat kaybına, sinirliliğe, yorgunluğa, ruhsal ve bedensel hastalıklara sebep olabilir ki bunlar da çalışma ortamında iş kazalarına ortam hazırlamaktadır. Çalışma ortamlarında çalışanın yaptığı işe ve harcadığı efora göre hava dengesinin sağlanması, çalışanların iş kıyafetlerinin buna uygun seçilmesi önemlidir.

İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelikte, işyerlerinde termal konfor ölçülmesi ve değerlendirilmesinde TS EN 27243 standardından yararlanılabileceği belirtilmiştir. Ancak, yönetmelikte termal konfor şartlarının ölçülmesi ve değerlendirilmesi için önerilen TS EN 27243 standardı Aralık 2017 tarihinde yürürlükten kaldırılmış yerine TS EN ISO7243 Termal Çevrenin Ergonomisi- WBGT (Yaş Hazne Küre Sıcaklığı) Endeksi (ISO 7243: 2017) Kullanılarak Isı Stresinin Değerlendirilmesi Standardı getirilmiştir. Termal konfor ölçümlerinde kullanılan standartlar Tablo 2.5'te de gösterildiği gibi TS EN ISO 7730 ve TS EN ISO 7243'tür.

Tablo 2.5 Termal konforla ilgili kişisel maruziyet ölçümünde kullanılan standartlar ve kullanım yerleri

Ölçüm	Standart No	Standart Adı
Termal Konfor	TS EN ISO 7730	Orta dereceli termal ortamlar PMV ve PPD indekslerinin tayini, termal rahatlık için şartların belirlenmesi
Termal Konfor	TS EN ISO 7243	Termal çevrenin ergonomisi - WBGT (yaş hazne küre sıcaklığı) endeksi (ISO 7243: 2017) kullanılarak ısı stresinin değerlendirilmesi

Termal konfor ölçümünde çoğunlukla iki yöntem birlikte kullanılmaktadır. TS EN ISO 7730 standardından yararlanılarak PMV (insanların ortamı nasıl algıladığını gösteren ilgili index) ve PPD (ortamdaki insanların yüzde kaçının memnuniyetsiz olduğunu gösteren indeks) değerleri hesaplanır. PMV (tahmin edilen ortalama değer), çalışanların ortamlardaki rahatlık seviyesini 7 noktalı bir skalada değerlendirmek için kullanılan bir terimdir. Yedi noktalı termal konfor skalası; +3: çok sıcak, +2: sıcak, +1: biraz sıcak, 0: normal, -1: biraz soğuk, -2: soğuk, -3: çok soğuk şeklindedir (TSE, 2006).

PMV değeri ile ilgili mevzuatta sınır değeri bulunmakla birlikte standart olması gereken PMV değerin -2 ile +2 aralığı olduğunu belirtmektedir. PMV indeksi -2 ile +2 aralığının dışında ise ortamda insan sağlığını etkileyebilecek bir termal koşulun var olabileceğini gösterir (TSE, 2006). PMV değerin +2 den fazla ise çalışanlar üzerinde ısı baskısı mevcuttur ve bu durumda WBGT (yaş hazne küre sıcaklığı) ölçümü yapılarak değerlendirme yapılmalıdır (TSE, 2017).

2.6.1.2.1 TS EN ISO 7730 Standardına Göre Ölçümlerin Gerçekleştirilmesi. Bu metotta ortam sıcaklığı, hava akım hızı ve nem parametreleri ölçülür. Termal konfor değerlendirmesi yapılacak kişinin giydiği kıyafet, yaptığı işin metabolik oranı da hesaba katılarak bir program aracılığıyla PMV (tahmin edilen ortalama değer) indeksi hesaplanır. Bu indeks -2 ile +2 aralığının dışında olması ortamda bulunan bireylerin sağlığını etkileyebilecek bir termal koşulun olabileceğini göstermektedir. Böyle bir durumda, sıcak ortamlar için TS EN ISO 7243 standardına göre WBGT değeri (kişi üzerindeki ısı baskısını) hesaplamak ve standartta yer alan sınır değerlerle kıyaslamak gerekir. Eğer PMV indeksinin ölçüm sonucu istenilen aralıkta ise PPD (tahmin edilen memnuniyetsizlik yüzdesi) değerine bakılır bu da ortamda bulunanların ne kadarının ortam şartlarından memnun olmadığını tahminine olarak verir. Termal konfor şartlarını değerlendirirken PMV indeksinin ölçülmesi veya hesaplanması şart değildir, sadece WBGT indeksine bakılarak ortam şartlarının kişi üzerindeki baskısı değerlendirilebilir. Demir dökümhaneleri gibi yaklaşık 1450 °C çalışılan sıcak olduğu bilinen bir ortamda WBGT indeksinden yararlanılarak ısı baskısını değerlendirmek daha doğru olacaktır.

2.6.1.2.2 TS EN ISO 7243 Standardına Göre Ölçümlerin Gerçekleştirilmesi. Bu metot, PMV indeksi +2'nin üzerinde yani ortam sıcak ise çalışanları etkileyecek termal koşulların varlığını araştırır. PMV indeksi ölçülmeden de ortamın sıcak olduğu biliniyorsa direk WBGT ölçümüne de gidilebilir.

TS EN ISO 7243 standardı TS EN 27243 standardının yerini 18.12.2017 tarihinde almıştır. TS EN ISO 7243 standardı, bir kişinin maruz kaldığı ısı stresini değerlendirmek ve ısı stresinin varlığını ya da yokluğunu tespit etmek için bir tarama

yöntemi sunmaktadır. Çalışanın bir çalışma günü boyunca (8 saate kadar) maruz kaldığı toplam ısı etkisinin değerlendirilmesinde kullanılır. Isıya çok kısa maruziyetlerde bu standart uygulanmamaktadır.

WBGT (Yaş Hazne Küre Sıcaklığı) İndeksi, sıcak koşullara maruz kalanların ısı stresini değerlendirmek için metabolik hız ile birlikte dikkate alınan bir indekstir. WBGT, esas olarak iki parametrenin ölçümünü ile yapılır: doğal yaş termometre sıcaklığı (T_{nw}) ve siyah küre sıcaklığı (T_g). WBGT ölçümü yapılan cihazda bu iki parametreyi ölçen standarda uygun özellikte sensörler mevcuttur. Sensörler, açık havada veya güneşten doğrudan gelen radyasyondan (güneş yükü) etkileneceği bir yerdeyse, hava sıcaklığına (T_a) dahil edilir. Hava sıcaklığı ölçümünde kullanılan sensör etrafındaki havanın sirkülasyonunu engellemeyen ve ısıyı tekrar yaymayan bir cihaz tarafından radyasyondan korunmalıdır (TSE, 2017)

Standartta güneş yükü olmayan iç ortam ile güneş yükü olan dış ortamlarda çalışanlar için iki ayrı WBGT indeksi mevcuttur. Bu denklemler 2.1 ve 2.2’de gösterilmiştir (TSE, 2017).

$$WBGT_{dış} = 0,7 \times T_{nw} + 0,2 \times T_g + 0,1 \times T_a \quad (2.1)$$

$$WBGT_{iç} = 0,7 \times T_{nw} + 0,3 \times T_g \quad (2.2)$$

Küre sıcaklığı; ortam havasının sıcaklığına, ısıl radyana, hava akış hızına bağlıdır ve 20 °C - 120 °C ölçüm aralığına sahip bir kürenin merkezine yerleştirilen sıcaklık sensörünün gösterdiği sıcaklıktır. Doğal yaş termometre sıcaklığı ise havanın doyma noktası ile ilgilidir. WBGT değerlerini belirlemek için tercih edilen yöntem, hesaplamaadan ziyade standartta belirtilen sensörleri kullanarak doğrudan ölçümdür.

Bir kişinin maruz kaldığı ısı stresi, ortam ve vücut arasındaki ısı transferini yöneten ortamın özellikleri, fiziksel aktivite sonucu vücutta üretilen ısı değeri, çevre ile ısı alışverişini değiştiren giysilerin özelliklerine bağlıdır. Çalışanlar tarafından giyilen kıyafetlerin özelliklerine göre farklı buharlaşma dirençleri mevcuttur.

Standartta, pamuklu iş giysisinden (ısı yalıtım indeksi $I_{cl} = 0,6 \text{ clo}$, $i_m = 0,38$) farklı bir buharlaşma direncine sahip kıyafete sahip olan çalışanların maruz kaldığı ısı stresi için kıyafet ayarlama değeri, CAV, hesaba katmış ve bu indeksi etkili yaş hazne küre sıcaklığı, WBG_{Teff} olarak adlandırmıştır. WBG_{Teff} denklemi 2.3'te yer almaktadır. Standartta kişisel maruziyet sınır değerleri WBG_{Teff} indeksine göre verilmiştir (TSE, 2017) .

$$\text{WBG}_{\text{Teff}} = \text{WBGT} + \text{CAV} \quad (2.3)$$

CAV değerinin doğrudan bilinmediği bir giysi varsa benzer termal özelliklere sahip giysilerden bu değer tahmin edilebilir. Çok çeşitli giysilerin termal özellikleri ISO 9920'de verilmiştir. Standartta bazı özellikteki kıyafetler için CAV değerleri mevcuttur ve bunlardan bazıları Tablo 2.6'da verilmiştir (TSE, 2017).

Tablo 2.6 Farklı özellikteki giysiler için CAV değerleri (TSE, 2017)

Giysi	Açıklama	CAV, (°C)
İş elbiseleri	Dokuma kumaştan yapılmış iş elbiseleri	0
Kumaş Tulumlar	İşlenmiş pamuk içeren dokuma kumaş	0
Tek kat olarak dokunmamış poliolefin tulumlar	Polietilenden yapılmış özel bir kumaş.	2
Buhar engelli uzun kollu önlük ve uzun kumaş tulumlar	Vücudun ön ve yan taraflarını dökülen kimyasal maddelere karşı koruyan önlük	4
Tek kat kapüşonsuz buhar engelli tulum	Gerçek etki nem değerine bağlıdır ve birçok durumda etki çok azdır.	10
Tek kat buhar engelli tulum	Gerçek etki nem değerine bağlıdır ve birçok durumda etki çok azdır.	11

WBGT indeksinin belirlenmesi, çalışanın sadece ölçümlerin yapıldığı sırada maruz kaldığı ısı stresinin tahmini sağlar. Bu yüzden ısı stresinin ölçümünün en sıcak mevsimde ve gün ortasında yani maruziyetin en fazla olabileceği tahmin edilen zamanda yapılması gerekir. Bir gün boyunca yapılan çalışma belirgin şekilde farklı farklıysa, bu çalışma türlerinin ölçümlerini ve değerlendirmelerini ayrı yapmak gerekebilir. Örneğin, sabah hafif, öğleden sonra ağır iş olduğunda veya WBGT değerleri bir saatten fazla süre zarfında önemli ölçüde farklı olduğunda ayrı değerlendirme yapmak gerekebilir. Çevrenin analizleri, bir parametrenin zaman içinde sabit bir değer göstermediğini gösterirse, ortalama bir değer belirlenmesi gerekir. Bunun için en doğru prosedür, bu parametrenin zamanın bir fonksiyonu olarak sürekli gelişimini ölçmek ve ortalama bir değer bulmaktır. Parametrenin ortalama değeri, farklı seviyelerin her birinin elde edildiği toplam süreye göre ağırlıklandırılmasıyla elde edilmektedir (TSE, 2017).

WBGT ölçümü yaklaşık 1 saat sürmektedir. WBGT değerleri normalde ısıya maruz kalanların karın pozisyonunda ölçülmelidir. Bu insanları çevreleyen alandaki parametreler homojen olmadığında, ölçüm, ısı stresinin en yüksek olduğu konumda yapılmalıdır (TSE, 2017).

Çalışanları maruz kaldığı ısı baskısını etkileyen diğer bir etken de yaptıkları fiziksel aktivitenin neden olduğu metabolik enerjidir. İşin yapım sürecinde çalışanların harcadıkları enerji metabolik oranlarla gösterilmektedir. Yapılan iş ne kadar ağır, harcanan enerji ne kadar fazla ise bu oran da o kadar büyüktür. Kişinin aktivitesine göre metabolizmanın ürettiği enerji de değişmektedir. Metabolik enerji üretimini ifade eden birim “met” olup, dinlenme halindeki bir insanın metabolik hızı olarak tanımlanmıştır ($1 \text{ met} = 58.2 \text{ W/m}^2$). Ortalama yetişkin bir insanın ısı transfer yüzey alanı (Dubois yüzey alanı) yaklaşık 1.8 m^2 dir ve yaklaşık 106 W enerji üretir. Ortamın konforlu hissedilmesi için bu, 106 W çevreye ısı kaybı olarak atılmalıdır. Tablo 2.7’de gösterildiği gibi standartta yapılan işe göre metabolik oran 5 sınıfa ayrılmıştır. Bunlar, dinlenme, düşük metabolik oran, orta metabolik oran, yüksek metabolik oran ve çok yüksek metabolik orandır (TSE, 2017).

Tablo 2.7 Metabolik hızın seviyesine göre sınıflandırılma örnekleri (TSE, 2017)

Sınıf	Metabolik Hız, W	Örnekler
0 Dinlenme	115 (100-125)	Dinlenme, Rahat Oturma
1 Düşük Metabolik Hız	180 (125-235)	Hafif el işi (yazma, çizim, dikiş, defter tutma), el ve kol çalışması (küçük tezgah aletleri, hafif malzemelerin muayenesi, montajı); kol ve bacak çalışması (normal şartlarda aracı sürmek). Ayakta delme (küçük parçalar); freze makinesi (küçük parçalar); bobin sarmak; düz zeminde rahat yürüyüş (2,5 km / s hıza kadar).
2 Orta Metabolik Hız	300 (235-360)	Sürekli el ve kol çalışması (çivi çakma, dosyalama); kol ve bacak çalışması (kamyonların, traktörlerin veya inşaat ekipmanlarının arazi çalışması); kol ve gövde çalışması (pnömatik çekiç, traktör montajı, sıvama, orta derecede ağır malzemelerin aralıklı kullanımı, ayıklama, çapalama, meyve toplama, hafif arabaları itme, 2,5 ila 5 km / s hızda yürüme)
3 Yüksek Metabolik Hız	415 (360-465)	Yoğun kol ve gövde çalışması; ağır malzeme taşıma; balyozla çalışma, testereyle sert ağaçların kesilmesi; elle kazma; düz bir zeminde 5,5 ila 7 km/s hızda yürümek. Ağır yüklü el arabalarını itmek veya çekmek
4 Çok Yüksek Metaboik Hız	520 (>465)	Maksimum hızda çok yoğun aktivite; balta ile çalışmak; yoğun kürek veya kazma; rampa veya merdiven çıkma; küçük adımlarla hızlı yürüyüş; düz bir zeminde koşma; düz zeminde 7 km / s'den daha yüksek bir hızda yürümek.

Tablo 2.8’de gösterildiği gibi, TS EN 7243 standardında beş metabolizma sınıfı için ortama alışkın ve alışkın olmayan insanlara göre ayrı ayrı 18 ile 33 °C arasında değişen WBGT_{eff} sınır değerleri verilmiştir. WBGT ölçüm sonucu ve kıyafet ayarlama değeri ile bulunan WBGT_{eff} değeri Tablo 2.8’de metabolik hıza göre değişen sınır değerlerle kıyaslanmalıdır. Sınır değeri aşan ölçüm sonuçları için önlem alındıktan sonra ölçümler yenilerek önlemlerin etkinliği kontrol edilmelidir (TSE, 2017).

Tablo 2.8 Beş metabolizma sınıfı için ortama alışkın ve alışkın olmayan insanlar için WBGT_{eff} sınır değerleri (TSE, 2017)

Metabolik hız (sınıf)	Metabolik hız W	Isıya alışkın kişiler için WBGT sınır değeri °C	Isıya alışkın olmayan kişiler için WBGT sınır değeri °C
Sınıf 0 Dinlenme	115	33	32
Sınıf 1 Düşük Metabolik Hız	180	30	29
Sınıf 2 Orta Metabolik Hız	300	28	26
Sınıf 3 Yüksek Metabolik Hız	415	26	23
Sınıf 4 Çok Yüksek Metabolik Hız	520	25	20

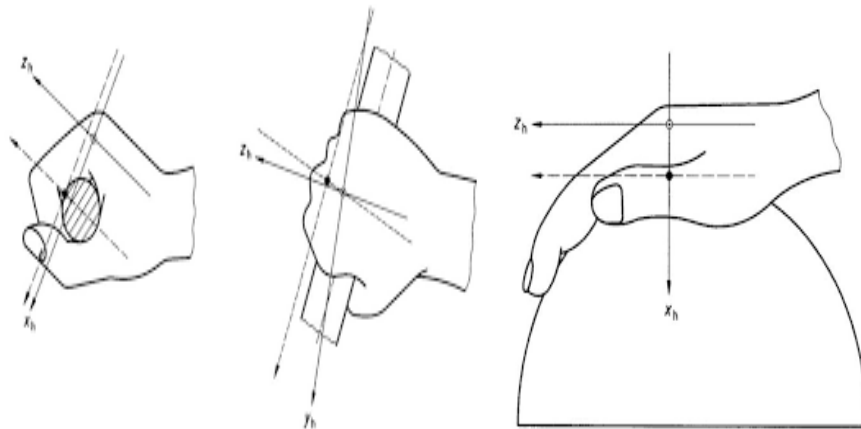
2.6.1.3 Titreşim

Titreşim; ekipmanların çalışırken meydana getirdiği salınım hareketidir. İnsanın hissettiği titreşim ise, titreşen bir makinenin tutamak kısmına, motorlu bir aracın koltuğuna, çalışmakta ve dengede olmadığı için titreşen bir ekipmanın yüzeyine temas sonucu algılanır.

El- kol titreşimi, çalışan ekipmanlardan yayılan, parmaklardan veya avuçlardan kola gelen mekanik enerjiye denir. İşin yapılış şekline göre, titreşim, tek kolu ya da aynı anda iki kolu ve el- kol aracılığıyla omuzu da etkileyebilmektedir. Titreşime sebep olan birçok el ekipmanının sürekli kullanılması; maruziyetin süresine ve büyüklüğüne bağlı olarak sinirler, eklemler, kaslar, dokularla ilgili birçok hastalığa sebep olur. Dökümhanelerde; havalı tokmakla kalıp yapımında ve taşlama işleminde çalışanlar el-kol titreşimine maruz kalabilmektedir.

Titreşim birbiriyle ilişkili dört vektörel parametreye bağlıdır: Frekans, hız, ivme ve yer değiştirme. Bunların büyüklükleri tanımlanırken yönlerinin de bilinmesi gerekmektedir. Bu parametrelerden ikisi biliniyorsa diğer değerler bunlardan hesaplanabilmektedir. İvme metre başına saniye karedir (m/s^2) ve ivme ölçeği ile ölçülür. Titreşimin büyüklüğü, ivmenin ortalama değeri –karelerin toplamının karekökü (rms) olarak verilir. Titreşim frekansı ise saniyede yapılan devir sayısı olarak tanımlanır ve birimi Hertz’dir. İnsanı sağlık açısından etkileyen titreşimin frekans 5-1500 Hz aralığındadır.

TS EN ISO 5349-1 numaralı standartta, titreşim yöne ve büyüklüğe sahip vektörel bir nicelik olduğundan, ölçümlerin birbirine dik üç eksende yapılması gerektiği belirtilmektedir. Ölçüm eksenleri Şekil 2.6’da gösterilmiştir (TSE, 2005).



Şekil 2.6 Elle tutma ve el ayasının düz olduğu konumlar için koordinat eksen seçimi(TSE, 2005)

Elle kullanılan ekipman; önden arkaya, yukarıdan aşağıya ve baştan başa olmak üzere üçü birbirine dik olan bu eksenlerde titreşime sebep olur. Bu yüzden üç eksen den de ölçüm yapılarak kombinasyonlarından toplam titreşim değeri hesaplanır. Bu eksenler sırasıyla x, y ve z eksenleri olarak adlandırılırlar. Toplam titreşim değeri a_{hv} ile gösterilip x-, y- ve z- eksenlerindeki değerin karelerinin toplamının karekökü olarak tanımlanır. Titreşim ölçümü, aynı anda üç eksendeki titreşimi ölçebilen cihazla yapılabileceği gibi, tek eksen titreşimi ölçen cihazla ayrı ayrı her bir eksendeki titreşimi ölçerek de yapılabilir. Ele iletilen titreşim, koordinat sistemine uygun yönlerde ölçülüp rapor edilmelidir. Ölçümler titreşimin en fazla elle ulaştığı yer olan aletin tutamak kısmı veya buna yakın bölgede yapılmalıdır. Ölçüm cihazı, ekipmanın titreşim yayan yüzeyine veya en yakın bölgeye monte edilmeli ve montajda kullanılan kısımlar ölçümü etkilememelidir. Bazen, üç eksen den titreşim ölçümü yapılamayabilir. Eğer titreşim ölçümü yalnız bir veya iki eksen de yapılırsa, en fazla titreşimin ölçüldüğü eksen baz alınmalıdır. En fazla titreşimin ölçüldüğü eksen den titreşim genliğinden toplam titreşim değerini bulunacaksa 1,0 ile 1,7 aralığında değişen bir çarpım faktörü bulunmalıdır. Bir çarpım faktöründen toplam titreşim değerinin bulunduğu yerlerde, bu çarpım faktörü ve ona ait değerin nasıl seçildiğine dair açıklamalar, raporda bulunmalıdır (TSE, 2005).

Titreşim ölçümü yapılırken, kullanılan aletin darbeli mi darbesiz mi olduğu bilinmelidir. Örneğin havalı matkap darbeli titreşim oluştururken, CNC torna, freze tezgahları darbesiz titreşim oluştururlar. Darbeli aletlerde yapılan titreşim ölçümünde özel olarak tasarlanmış şok ivme ölçer kullanılmalı ya da normal ivme ölçer kullanılacaksa da mekanik filtre ile kullanılmalıdır. Şok ivme ölçerler; darbeli ve darbesiz titreşimin ölçümünde normal ivme ölçerler sadece darbesiz titreşim ölçümünde kullanılabilir Bir ivme ölçerin doğru ölçüm yapabileceği frekansı gösteren rezonans frekansının, ölçülebilecek en yüksek değerden en az dört kat büyük olması gerekmektedir (South, 2004).

İvme ölçerin boyutları, makinanın çalışmasını etkilemeyecek şekilde olmalıdır. İnsanı etkileyen titreşim, maruziyetinin süresine bağlıdır. Titreşim zamana bağlı olarak değişmiyorsa, titreşimin rms değeri ortalama titreşim büyüklüğünü gösterir.

Titreşimin zamana bağlı değişiyorsa, ortalama titreşim, ölçüm yapılan periyoda göre değişecektir. Ölçüm, aynı alette ya da aletin farklı şekilde kullanıldığı zamanlarda farklı titreşim büyüklükleri elde edilebildiği için frekans ağırlıklı ivme olarak tanımlanabilmelidir (Ver ve Beranek, 1992).

Ülkemizde 22.08.2013 tarihli ve 28743 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik’te el-kol titreşiminin ölçülmesi ve değerlendirilmesinde kullanılması için TS EN ISO 5349-1 Mekanik titreşim – Kişilerin maruz kaldığı, elle iletilen titreşimin ölçülmesi ve değerlendirilmesi – Bölüm 1: Genel kurallar standardına atıfta bulunulmuştur. Yönetmelikte, ekipmanlar çift elle kullanılıyorsa ölçümün her iki el için ayrı ayrı yapılması gerektiği ve maruziyetin iki elden en yüksek değer esas alınarak belirlenmesi gerektiği belirtilmektedir (T.C. Resmi Gazete, 22 Ağustos 2013, sayı: 28743).

Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik’te el-kol titreşim için bir maruziyet sınır değeri vardır ve bu değer aşılsa çalışanların sağlığını etkileyebilecek durum söz konusudur. Yönetmelikte ayrıca, maruziyet eylem değeri mevcuttur ki bu değer, çalışanın titreşime maruziyetinden kaynaklı risklerin kontrol altına alınması gerektiğini belirtmektedir (T.C. Resmi Gazete, 22 Ağustos 2013, sayı: 28743). Bu değerler el-kol titreşimi için;

- Sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet sınır değeri: 5 m/s^2 .
- Sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet eylem değeri: $2,5 \text{ m/s}^2$.

2.6.1.4 Aydınlatma

İnsanların sağlıklı bir şekilde etrafındakileri fark etmesi görsel algılamayla olmaktadır. Görsel algılamamanın yeterli olmasında ve işin ayrıntılarıyla görülebilmesinde, aydınlatma önemli bir yer tutmaktadır. Yeterli aydınlatma, aydınlatmadan kaynaklanabilecek sağlık rahatsızlıklarının yanı sıra risklerin görülebildiği durumda yaşanabilecek kazaları da azaltmaktadır. Bu yüzden çalışma

ortamı mümkün olduğu kadar doğal aydınlatmadan yani gün ışığından yararlanılacak şekilde düzenlenmelidir. Doğal aydınlatmanın yeterli olmadığı zamanlarda aydınlatma kriterlerine uygun bir yapay aydınlatma sisteminden yararlanılmalıdır.

Dökümhanelerde özellikle döküm temizleme ve taşıma alanları gibi detaylı çalışmaların yapıldığı alanlarda çalışan işçiler için aydınlatma sağlanan aydınlatma yetersiz kalabilmektedir. Çalışanın tehlikeyi kolay fark edebilmesi ve görememesi nedeniyle kaza yaşanmaması için işyerlerinde aydınlatma değerleri en az standartlarda bulunan minimum değerleri karşılamalıdır. Yapılan araştırmalarda iş kazalarının %5'ine yetersiz aydınlatmanın neden olduğu ve yetersiz aydınlatmadan kaynaklı göz yorgunluğuyla bu oranın %20'yi bulduğu belirtilmektedir. Amerika'da bir fabrikanın montaj bölümünde yetersiz olan aydınlatma değerleri 200 lükse çıkarıldıktan sonra kaza oranında %32'lik bir azalma olduğu söylenmektedir. Kontrastın azaltılması için duvarların rengi açılmış ve kaza oranlarında %16,5'lik bir azalma daha görülmüştür. (Kürkçü, Çakar, ve Zeyrek, bt)

İşyerlerinde aydınlatma koşulları ile ilgili konular İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik kapsamında düzenlenmektedir. Yönetmeliğe göre; işin konusundan ya da işyerinin inşa tarzından kaynaklı gün ışığından yeterince yararlanılamıyorsa ya da gece çalışması yapılıyorsa, yapay aydınlatma ile yeterli aydınlatma sağlanır. İşyerlerinin aydınlatmasında gerekli olan minimum aydınlatma değerleri TS EN 12464-1: 2013; TS EN 12464-1:2011: 2012 standartlarında mevcuttur (T.C. Resmi Gazete, 17 Temmuz 2013, sayı: 28710).

İşyerlerinde aydınlatma ölçümlerinde, "Measurement of Lighting Levels in the Work Place – Canada Occupational Health and Safety Regulations, Part VI" e göre tanımlanan COHSR-928-1-IPG039 Metodu kullanılabilmektedir. Kanada yönetmeliğine göre ölçüm genel olarak; belli alanlarda ışıkölçerle ölçüm yapıp sonuçların ortalamasını alma esasına dayanmaktadır. Rastgele belirlenen bölgelerden 4 ölçüm alınmakta ve bu ölçüm sonuçlarının ortalaması alınmaktadır. Ölçüm yapılırken, ışık ölçerin sensörü yukarı bakacak şekilde yüzeye yerleştirilmeli ya da yatay olarak tutulmalıdır ve ışıkölçerin önünde ölçümü etkileyecek hiçbir şey

olmamalıdır. Ayrıca ölçüm normal çalışma şartlarında yapılmalı, ölçüm için ışıklar açılmamalı ya da kapatılmamalıdır. Aydınlik düzeyi birimi olarak “lüks (lx)” kullanılır (TSE, 2012).

TS EN 12464-1 standardında minimum aydınlık düzey değerleri; binaların içindeki genel alanlar, endüstriyel faaliyet alanları (kimyasal, plastik ve kauçuk sanayi, çimento ve çimento ürünleri, seramik, fayans, dökümhaneler, metal işleme, tekstil, ağaç işleme vb.) ve bu alanlarda yapılan işler için ayrı ayrı tanımlanmıştır. Tablo 2.9’da dökümhanelerde yapılan işe göre standartta yer alan minimum aydınlık düzeyleri yer almaktadır (TSE, 2012). Standartta dökümhanenin kodu 13, metal işlemenin kodu 18 olarak yer almaktadır. Öncelikli olarak istenilen bölgenin minimum aydınlık değerine dökümhanelerde yapılan işler için hazırlanan tablodan bakılır. Eğer bilgi yoksa yapılan iş metal işlemeyi ilgilendiriyorsa metal işleme tablosundan ofis alanlarını ilgilendiriyorsa ilgili tablodan bakmak gerekir.

Tablo 2.9 Dökümhanelerde yapılan işe göre minimum aydınlatma değerleri, lx (TSE, 2012)

Referans No	Alan Çeşidi, Görev, Aktivite	lüks, lx
5.13.1	Tüneller, mahzenler	50
5.13.2	Platformlar	100
5.13.3	Kum hazırlama	200
5.13.4	Giyinme odası	200
5.13.5	Kupol ve karıştırma ünitesi	200
5.13.6	Döküm alanı	200
5.13.7	Kalıp bozma	200
5.13.8	Kalıp makinesi	200
5.13.9	Maça kalıbı	300
5.13.10	Döküm yapma	300
5.13.11	Model yapımı	500
5.18.5	Taşlama	500
5.18.13	Yüzey işleme ve boyama	750

2.6.2 Kimyasal Risklerin Belirlenmesine Yönelik Yapılması Gereken İş Hijyeni Ölçümleri, İlgili Mevzuat ve Mevzuatın Atıfta Bulunduğu Standartlar

2.6.2.1 Solunabilir Toz ve Silis Tozu Maruziyeti

Dökümhanelerde çalışanların maruz kalabilecekleri olumsuz faktörlerden birisi tozdur. Tozla Mücadele Yönetmeliğinde toz; işyeri ortam havasına yayılan veya yayılma potansiyeli olan parçacıklar olarak tanımlanmaktadır. İnsan sağlığına etki eden tozlar 0,5-100 mikron arasındaki büyüklüğe sahiptir, daha büyük olan parçacıklar solunum yoluna girememektedir. Aerodinamik eşdeğer çapı 0,1–5,0 mikron büyüklüğünde kristal veya amorf yapıda toz ile çapı üç mikrondan küçük, uzunluğu çapının en az üç katı olan lifsi tozlara solunabilir toz adı verilmektedir (T.C. Resmi Gazete, 05 Kasım 2013, sayı: 28812).

Demir dökümhanelerinde çalışanlar sıklıkla inorganik yapıda olan silis tozuna (kristal kuvarsa) maruz kalmaktadır. Yerkabuğunun % 12 serbest kristal silika içermektedir ve silisyum (Si), oksijenden sonra en yaygın ikinci elementtir. Doğada silikanın kristal ve amorf olmak üzere iki ana çeşidi mevcuttur. Aynı zamanda yapay olarak da üretilabilmektedirler. Kristal silika, kum, toprak ve diğer doğal minerallerin temel bileşenidir. Amorf silika ise termal ve volkanik yapılarda belli sıcaklığa ulaşmış akışkanların yeryüzünde soğuması ile oluşan tortul bir kayadır. Kristal silikanın kuvars, tridimit ve kristobalit hali mevcuttur. Bu bileşikler serbest silika olarak da bilinir. Serbest silika cevherleri sıcaklığa ve kimyasal etkilere karşı dayanıklıdır. Tridimit ve kristobalit doğal olarak püskürtü kayalarında bulunabileceği gibi, kuvarsın (kristal silika) yüksek sıcaklıklarda işlenmesi ile oluşabilmektedir. (Anlar, Bacanlı ve Başaran, 2019).

Silikozis; kuvars, kristobalit veya tridimit halinde bulunan kristalin silisyum dioksit içerikli ince, solunabilir tozun (çapı 10 µm' den küçük) akciğerlerde birikmesiyle oluşmaktadır. Kristobolit ve tridimit kuvarsdan daha fibrojeniktir yani solunum yolu ile akciğerlere ulaşarak biriken akciğerlerde yapısal kusurlara yol açan tozlardır. Silikozis gelişiminde, solunan tozun içerisindeki kristal silika miktarının

önemli olduğu kadar silika tozuna maruz kalınan süre, kristal silikanın partikül büyüklüğü ve silika partiküllerinin kristal yapıda olup olmadığı da önemlidir. Maruziyetin süresi ile silikozis hastalığının tanısının konulması arasındaki süre 30 yıla kadar sürebilmektedir (Anlar, Bacanlı, ve Başaran, 2019). Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı (IARC) Uzmanlar Komitesi, kuvars veya kristokobalit şeklindeki silikaya maruziyet sonucu kanser oluştuğuna karar vermiştir. Kuvars ve kristokobalit bu yüzden IARC yaptığı sınıflandırmada insanlarda karsinojen olduğu bilinenler grubunda (Grup 1) yer almıştır. Amorf yapıdaki silika kristalsi yapıda olmadığından silikozise yol açmamakta ve IARC tarafından yapılan sınıflandırmada karsinojenik etkisi bakımından sınıflandırılmayanlar grubunda (Grup 3) yer almaktadır.

Döküm iş kolunda kullanılan hammaddeler silis içerdiğinden tozdan kaynaklı akciğer hastalıkları oldukça sık görülür. Silis tozu; dökümhanelerde kumun hazırlanması, kalıplama prosesi, döküm işlemi, sarsak elek alanı, kumun yenilenmesi ve dökümden çıkan parçanın temizlenmesi sırasında ortaya çıkmaktadır.

Kantitatif toz ölçümünde genellikle, HSE/MDHS 14/3 (Solunabilir Tozların Gravimetrik Analizi ve Örneklenmesi için Genel Metotlar) metodu kullanılmaktadır. Silis ölçümü için, HSE/MDHS 101-2 (Solunabilir Havadaki Toz İçindeki Kristalin Silika) metodu kullanılmaktadır. Çalışma ortam havasının içerdiği tozun miktarını gösteren numunelerin alımında alveollere kadar ulaşan tozlar için 25 mm çapında PVC (Poli Vinil Klorür) filtre kullanılmaktadır. Filtrelerde görülen silis tayininde FTIR cihazı kullanılmaktadır.

Tablo 2.10’da solunabilir toz ve silis tozu ile Tozla Mücadele Yönetmeliğinde bulunan maruziyet sınır değerleri verilmiştir (T.C. Resmi Gazete, 05 Kasım 2013, sayı: 28812). Tablodan da anlaşılacağı üzere kuvars maruziyet sınır değeri numune içinde bulunan %SiO₂’e göre değiştiği için sınır değer her örnek için ayrı ayrı hesaplanmalıdır.

Tablo 2.10 Solunabilir toz ve silis tozu ile ilgili ulusal maruziyet sınır değerleri (T.C. Resmi Gazete, 05 Kasım 2013, sayı: 28812)

Toz Çeşidi	Tozla Mücadele Yönetmeliğinde Maruziyet Sınır Değerleri
Solunabilir toz	5 mg/m ³
Silika kristal yapıda; Kuvars (solunabilir)	<u>10mg/m³</u> %SiO ₂ +2
Silika kristal yapıda; Kuvars (toplam)	<u>30mg/m³</u> %SiO ₂ +2
Kristobalit :Formülle hesaplanan kuvars değerinin ½ si kullanılır. Tridimit: Formülle hesaplanan kuvars değerinin ½ si kullanılır.	

2.6.2.2 Ağır Metal Maruziyeti

Dökümhanelerde bir diğer maruziyet kaynağı ağır metallerdir. Metal tozu, metalin ergitilmesi ve dökümün temizlenmesi sırasında ortaya çıkmaktadır. Metal sıvılaşırken oluşan buharın insanlar tarafından solunması vücutta çeşitli rahatsızlıklara sebep olabilmektedir. Demir (Fe), bütün demir çelik proseslerinde en önemli hammaddedir. Oksitlenmiş demir buharının solunması bir akciğer hastalığı olan sideroza ve akciğer irritasyonuna neden olabilmektedir. Krom (Cr) elementi, akciğerde birikebilir ve krom kaynaklı astıma neden olabilmektedir. Demir içeren alaşımların sertleştirilmesinde kullanılan manganez (Mn) hemen kana karışabilmektedir. Solunumla alınan manganez karaciğerde ciddi hasarlara sebep olabilmektedir. Dökümde kullanılan bir diğer element olan nikel (Ni) esas olarak paslanmaz çelik üretiminde kullanılsa da demir döküm alaşımları içerisinde de bulunmaktadır. Alerjik kontak dermatit, nikel kaşıntısı, nikel astımı gibi rahatsızlıklar maruziyet sonucu ortaya çıkabilmektedir. Pek çok alaşımın içerisinde bulunan bakır (Cu) sanayide buhar, toz ve dumanları inhalasyonla (solunma ile)

vücuda alınmaktadır. İnsan sağlığına etkileri arasında göz yapısına zarar, solunum sisteminde sorunlar, böbrek ve hematolojik sistem (kan sistemi) üzerinde rahatsızlıklar yer almaktadır. Bazı alaşımların içerisinde yer alan alüminyum (Al) ise genelde solunum irritasyonuna ve Alzheimer hastalığı ile ilişkilendirilen Shaver hastalığına neden olmaktadır (Yavuz, 2016). Tablo 2.11’de bazı ağır metallerle ilgili ulusal mevzuatta bulunan sınır değerlere, ulusal standartta belirlenmiş bir sınır değer mevcut değilse uluslararası mevzuatta yer alan maruziyet sınır değerlere verilmiştir (Occupational Safety and Health Administration [OSHA], n.d; T.C. Resmi Gazete, 12 Ağustos 2013, sayı: 28733; T.C. Resmi Gazete, 05 Kasım 2013, sayı: 28812).

Tablo 2.11 Bazı ağır metallerin ulusal ve uluslararası mevzuata göre maruziyet sınır değerleri(mg/m³) (OSHA, n.d; T.C. Resmi Gazete, 12 Ağustos 2013, sayı: 28733; T.C. Resmi Gazete, 05 Kasım 2013, sayı: 28812)

İlgili Mevzuat	Cr	Fe	Mn	Cu	Al	Ni	Cd
Kimyasal Mad. Çal. Sağ. ve Güv. Önl. Hak. Yön.	2	-	-	-	-	-	-
Tozla Mücadele Yönetmeliği	-	-	-	1	5	-	-
OSHA	0,5	10	5	1	5	1	0,005
NIOSH	0,5	5	1	1	5	0,015	9
ACGIH	0,5	5	0,1	1	5	0,1	-

2.6.2.3 Uçucu Organik Bileşiklere Maruziyet

Dökümhanelerde uçucu organik bileşiklere maruziyet, maça yapımında maça kumlarını bağlamak için kullanılan organik çözücülerden, dökülen metalin kalıptan daha kolay ve düzgün çıkması için kullanılan sprey solventlerden ve boya işlerinde kullanılan solventlerden kaynaklanmaktadır. Kullanılan maça boyası su bazlı olsa da,

diğer boyalardan az ama yine de solvent içermektedir. Uçucu organik bileşiklerde (UOB) kaynama noktası 50-260 °C arasında değişkenlik göstermektedir. Bu bileşikler kaynama noktalarının düşük olması sebebiyle iç ortamın havasında buhar halindedir. Benzen, toluen, ksilen, etilbenzen, izopropil alkol vb. organik çözücüler vücudumuza cilt yolu ya da uçucu özelliklerinden dolayı solunum yolu ile girerek sağlığımızı olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Ayrıca bu kimyasal bileşikler solunum rahatsızlıklarına, alerjik etkilere, deri hastalıklarına vb. birçok olumsuz etkiye neden olmaktadır. Çalışanların uçucu organik bileşiklere maruziyet ölçümü, alınan numunelerin Gaz Kromatografi Cihazı (GC) ile analiz edilmesiyle yapılır. Uçucu organik bileşik gaz kromatografisine tanımlıysa ve ortamda mevcutsa, uçucu hidrokarbonlar ve miktarları bu cihazla tespit edilebilmektedir. Tablo 2.12’de dökümhanede bulunabilecek aromatik hidrokarbonların maruziyet sınır değerleri yer almaktadır (OSHA, n.d.; T.C. Resmi Gazete, 06 Ağustos 2013, sayı: 28730; T.C. Resmi Gazete, 12 Ağustos 2013, sayı: 28733)

Tablo 2.12 Dökümhanede bulunabilecek aromatik hidrokarbonların ulusal ve uluslararası mevzuatta bulunan sınır değerleri (OSHA, n.d.; T.C. Resmi Gazete, 06 Ağustos 2013, sayı: 28730; T.C. Resmi Gazete, 12 Ağustos 2013, sayı: 28733)

İLGİLİ MEVZUAT	Aromatik Uçucu Hidrokarbonlar (ppm)				
	Benzen	Toluen	Etilbenzen	Ksilen	İzopropilalkol
Kan. Mut. Mad. Çal. Sağ. Güv. Önl. Hk. Yön.	1	-	-	-	-
Kim. Mad. Çal. Sağ. Güv. Önl. Hk. Yön.	-	50	100	50	-
OSHA	1	200	100	100	400
NIOSH	0,1	100	100	100	400
ACGIH	0,5	100	20	100	200

İşyerlerinde kullanılan çoğu kimyasala kişisel mesleki maruziyet ölçümü, anlık gaz ölçümü olarak yapılabilmektedir. Anlık gaz ölçümleri yapılırken dedektör tüp aracılığıyla numune alınır. Her numune için tek dedektör tüp kullanılır. Anlık gaz ölçümleriyle alınan ölçüm sonuçları mevzuattaki sınır değerlerle karşılaştırılacaksa TS EN 689 İşyeri Havası - Solunumla Maruz Kalınan Kimyasal Maddelerin Sınır Değerler ile Karşılaştırılması ve Ölçme Stratejisinin Değerlendirilmesi İçin Kılavuz standardında yer alan en az numune sayısına riayet etmelidir. Tablo 2.13’de numune alma süresi ile ilgili bir vardiya başına en az numune sayısı yer almaktadır. Çok kısa numune alma sürelerinde, bu durum çok sayıda tek numune alınmasını gerektirir (10 saniyede 720 numune alınması gibi). Pratikte bu miktar uygulanabilir değildir. Yeterli istatistiksel kararlılık, her vardiyada 30 numune ile sağlanır. Bunun anlamı aynı zamanda vardiya süresindeki değişimler bu en az sayıyı etkilemez. Numune sayıları, ancak maruz kalınan sürelerin kısa olması durumunda azaltılabilir. Mevcut uygulamalarda bu ölçümler tek tüp kullanılarak yapıp sınır değerlerle kıyaslama yapılmaktadır ki bu son derece hatalı bir uygulamadır (TSE, 2002).

Tablo 2.13 Numune alma süresi ile ilgili vardiya başına en az numune sayısı (TSE, 2002)

Numune Alma Süresi	Bir Vardiya İçin En Az Numune Alma Sayısı
10 saniye	30
1 dakika	20
5 dakika	12
15 dakika	4
30 dakika	3
1 saat	2
≥ 2 saat	1

BÖLÜM ÜÇ

GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 Araştırmanın Tipi

Bu araştırma tanımlayıcı bir çalışmadır.

3.2 Araştırmanın Yeri ve Zamanı

Çalışmada, İzmir’de bulunan iki döküm fabrikasında (A ve B) 2018 yılı Temmuz ayında yapılmış iş hijyeni ölçüm raporlarından yararlanılarak değerlendirme yapılmaya çalışılmıştır.

3.3 Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Çalışma İzmir ilinde yer alan iki dökümhanede 2018 yılı Temmuz ayında gerçekleştirilen iş hijyeni ölçümleri üzerinde gerçekleştirilmiştir İş hijyen ölçümü yapılmış tüm çalışanlar örneğe alınmıştır. Örneğin A. işyerinde 30 çalışan olup, iş hijyeni ölçümünde farklı ölçümler için farklı çalışanlar kullanılmış ve toplam 10 kişiye iş hijyeni ölçümü yapılmıştır. Araştırmada iş hijyeni ölçümü yapılan tüm çalışanların kayıtları kullanılarak yapılmıştır.

3.4 Değişken Havuzu

Gürültü için TS 2607 ISO 1999 ve TS EN ISO 9612 standartları, termal konfor için TS EN ISO 7730 ve TS EN ISO 7243 standartları, el-kol titreşimi için TS EN ISO 5349-1 standardı, aydınlatma için TS EN 12464-1 standardı, kimyasal maddelere maruziyet için TS EN 689 standardına uyum araştırma değişkenleri arasında yer almaktadır. Bunlar dışında aşağıdaki değişkenler irdelenmiştir: Çalışılan Bölümler (Model Hazırlama, Maça Hazırlama, Kalıp Hazırlama, Döküm ve Ergitme, Kalıp Bozma (Sarsak Elek), Döküm Üzerindeki Artıkların Temizlenmesi)

3.5 Araştırmanın Yöntemi

Konu ile ilgili literatür ve standart taraması yapılmıştır. Çalışanların maruz kaldığı ısı stresinin ölçümünde ve sonuçların değerlendirilmesinde ilgili standardı kullanırken yapılan hatalar İzmir’de bulunan iki döküm fabrikasında yapılmış ölçüm raporları esas alınarak açıklanmaya çalışılmıştır.

3.6 Araştırma Kısıtlılıkları

Araştırmada önceden ölçüm yapılmış, yalnızca iki işyerinden yapılan raporlamalar üzerinden değerlendirmenin yapılması çalışmanın kısıtlılığı olarak değerlendirilebilir.

3.7 Araştırma Plan ve Takvimi

Araştırmaya (kaynak tarama, konu seçimi) Şekil 3.1’de görüldüğü gibi Temmuz 2018’te başlanmış, ön çalışma Ocak 2020’de tamamlanmıştır. Tez yazımına Ocak 2020’de başlanmıştır.

Tablo 3.1 Araştırmanın zaman çizelgesi

	2018						2019									2020	
Ay	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9-12	1-9	
Konu Seçimi																	
Kaynak Tarama																	
Ön Çalışma																	
Veri Toplama																	
Yazım																	

BÖLÜM DÖRT

BULGULAR

4.1 Gürültü Ölçüm Sonuçlarıyla İlgili Bulgular

Gürültü ölçümünü değerlendirmek için İzmir’de bulunan 2 işyerinden (A ve B) alınan önceden yapılmış iş hijyeni ölçüm raporları kullanılmıştır. A işyerinde ölçüm yapıldığı tarihte toplam 30 çalışan olup; önce ortam ölçümü yapılarak gürültü haritası çıkarılmış ve hangi alanın daha gürültülü olduğu anlaşılmaya çalışılmıştır. Bu amaçla toplam 48 farklı noktada ölçüm yapılmış, bu noktalardan en fazla gürültünün olduğu alanlar ve gürültü değeri Tablo 4.1’de gösterilmiştir.

Tablo 4.1 A İşyeri için gürültü ortam ölçüm alanları ve sonuçları

Bölüm Adı	L_{eq} , dB(A)	P_{tepe} , dB(C)
Taşılama Bölümü	95,1	113
Kumlama Bölümü	94,6	113,2
Kalıplama Bölümü	91	111,5
Reçineli Kalıp Hazırlama Bölümü	89,9	113,1
Modelhane	86,5	112,2
Ocak	87,2	107,4
Maçahane	89,3	114,5

A işyeri için en gürültülü alan taşılama alanıdır. Kumlama, kalıplama, reçineli kalıp hazırlama, ocak, modelhanede de yüksek gürültünün olduğu görülmektedir. Bu işyeri için toplam 3 çalışana kişisel maruziyet ölçümü yapılmış ve bu çalışanların üçü de taşılama alanında çalışanlardan seçilmiştir. Ölçüm raporlarında her 3 çalışan için

günlük gürültü maruziyet süresi 6,5 saat olarak, ölçüm süresi ise 2 saat olarak verilmiştir. Raporlamada hangi ölçüm stratejisinin seçildiği ile ilgili bilgi yer almamaktadır. Yapılan kişisel maruziyet gürültü ölçümleri de Tablo 4.2’de görülmektedir.

Tablo 4.2 A işyeri için yapılmış olan kişisel maruziyet ölçüm sonuçları

Çalışan Adı	Ölçüm Sonucu, L_{eq} , dB(A)	Ölçüm Sonucu, P_{tepe} , dB(C)
X çalışan	93,7	132
Y çalışan	99,40	138,4
Z çalışan	95,7	137,1

B işyerinde ölçüm yapıldığı tarihte toplam 12 çalışan olup; önce ortam ölçümü yapılarak gürültü haritası çıkarılmış ve hangi alanın daha gürültülü olduğu anlaşılmaya çalışılmıştır. 15 farklı noktada ölçüm yapılarak gürültü haritası çıkarılmıştır. Bu noktalardan en fazla gürültünün olduğu alan ve gürültü değeri Tablo 4.1’de gösterilmiştir.

Tablo 4.3 B işyeri için gürültü ortam ölçüm alanları ve sonuçları

Bölüm Adı	L_{eq} , dB(A)	P_{tepe} , dB(C)
Taşılama	91,1	112,9
Modelhane	88,0	112,1
Kumlama	92,1	111
Döküm	87,6	110,9

B.işyerinde için taşılama bölümünde çalışan 1 kişiye kişisel maruziyet ölçümü yapılmıştır. Ölçüm raporlarında günlük gürültü maruziyet süresi 6,5 saat olarak, ölçüm süresi ise 2 saat olarak verilmiştir. Raporlamada hangi ölçüm stratejisinin

seçildiği ile ilgili bilgi yer almamaktadır. Yapılan kişisel maruziyet gürültü ölçüm sonucu Tablo 4.4’de görülmektedir.

Tablo 4.4 B işyeri için yapılmış olan kişisel maruziyet ölçüm sonuçları

Çalışan Adı	Ölçüm Sonucu, L_{eq} , dB(A)	Ölçüm Sonucu, P_{tepe} , dB(C)
X çalışan	87,62	145,5

4.2 Termal Konfor Ölçüm Sonuçlarıyla İlgili Bulgular

İzmir’de iki döküm fabrikasında (A ve B) yapılan ölçümler Tablo 4.5’te ve Tablo 4.6’da verilmiştir. A firmasında ölçüm Temmuz ayında ve saat 14.00’te yapılmıştır. A firmasında ısı baskısı ölçümü sadece modelleme kalıp atölyesinde PMV ölçümü ile yapılmış, WBGT’ye bakılmamıştır. B firmasında WBGT ölçümüne bakılarak değerlendirme yapılmıştır.

Tablo 4.5 A firmasına ait termal konfor ölçüm sonuçları

Ölçüm Yeri- Kişi Ad Soyad	Yapılan İş	Kıyafet (Clo)	İşin Yapılma Şekli (Met)	PMV	Termal His
Bıçkıcı Makinesi- X kişisi	Kesim	0,45	1,60 Ayakta Hafif Aktivite	1,52	Ilık
Çalışma Masası- Y kişisi	Modelleme	0,45	1,60 Ayakta Hafif Aktivite	1,51	Ilık

Tablo 4.6 B firmasına ait termal konfor ölçüm sonuçları

Ölçüm Yeri-Kişi Ad Soyad	Yapılan İş	İş Kıyafetleri-°C	İşin Yapılma Şekli, W	WBGT	Sonuç
Döküm X kişisi	Döküm	0	232,8(4 met)	34,1	Yüksek
Temizleme Y kişisi	Döküm Sonrası Temizlik	0	232,8(4 met)	30,9	Yüksek

4.3 Titreşim Ölçüm Sonuçlarıyla İlgili Bulgular

İzmir’de A ve B döküm fabrikasında yapılan el-kol titreşimi maruziyet sonuçları verilmiştir. Cihazların 0,5-20 kHz aralığında ölçüm yapabildiği bilgisi raporda mevcuttur. Çalışma için geçirilen süre A firmasında 450 dk olarak B firmasında 400 dk olarak belirtilmiştir. Ölçüm sonuçları Tablo 4.7 ve Tablo 4.8 ‘de gösterilmiştir.

Tablo 4.7 A firmasına ait el-kol titreşimi maruziyet sonuçları

Ad Soyad	Ölçüm Yapılan İş	Ölçüm Sonucu, m/s ²	Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korun. Dair Yönetmelik
X çalışan	Taşıma	x=0,659 y=0,607 z=0,491 ahv=0,99	Günlük maruziyet sınır değeri: 5 m/s ² Günlük maruziyet eylem değeri: 2,5 m/s ²
Y çalışan	Torna Kullanımı	x=0,690 y=0,686 z=0,029 ahv=0,723	

Tablo 4.8 B firmasına ait el-kol titreşimi maruziyet sonuçları

Ad Soyad	Ölçüm Yapılan İş	Ölçüm Sonucu, m/s ²	Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Kor. Dair Yönetmelik	Değerlendirme
X Çalışan	Taşılama Makinası	x=0,599 y=0,635 z=0,416 ahv=0,94	Günlük maruziyet sınır değeri: 5 m/s ² Günlük maruziyet eylem değeri: 2,5 m/s ²	-

4.4 Aydınlatma Ölçüm Sonuçlarıyla İlgili Bulgular

İzmir’de A ve B döküm fabrikasında yapılan aydınlatma düzeyi sonuçları TS EN 12464-1 standardında bulunan minimum aydınlatma değerleri referans numaralarıyla birlikte Tablo 4.9 ve Tablo 4.10’da verilmiştir.

Tablo 4.9 A firmasına ait aydınlatma ölçüm sonuçları

Alan, görev veya faaliyet türü	Sınır Değer, lx *	Ölçüm Sonucu, lx	Değerlendirme	Ref. No*
Kum Hazırlama	200	213	Yeterli	5.13.3
Döküm Alanı	200	248	Yeterli	5.13.6
Kalıp Yapma Alanı	200	154	Yetersiz	5.13.8
Model Yapımı	500	103	Yetersiz	5.13.11
Karıştırma İşlemi	200	213	Yeterli	5.13.5
Fırınlama	200	160	Yetersiz	5.13.5
Maçahane	200	51,7	Yetersiz	5.13.8
Taşılama İşlemi	500	248,5	Yetersiz	5.18.5

Tablo 4.10 B firmasına ait aydınlatma ölçüm sonuçları ve ölçüm sonuçları değerlendirilirken laboratuvar tarafından seçilen referans kodları

Alan, görev veya faaliyet türü	Sınır Değer, lx	Ölçüm Sonucu, lx	Değerlendirme	Ref. No
Kum Hazırlama	200	97	Yetersiz	5.13.3
Kalıp Yapma Alanı	200	104	Yetersiz	5.13.8
Model Yapımı	300	420	Yeterli	5.18.4
Ocak Alanı	200	103	Yetersiz	5.13.5
Maçahane	300	469	Yeterli	5.13.9
Taşılama İşlemi	500	147	Yetersiz	5.18.5
Boyahane	750	462	Yetersiz	5.18.13
Döküm	300	106	Yetersiz	5.13.10

Tablo 4.10’da modelhane için standartta bir sınır değeri mevcut olması halde, metal işlemede kullanılan 5.18.4 koduna göre değerlendirme yapılmış ve bu da sonucun yeterli bulunmasına sebep olmuştur. 5.18.4 metal işleme için kullanılan bir referanstır.

4.5 Solunabilir ve Silis Toz Maruziyet Ölçüm Sonuçları

İzmir’de A firmasında sadece solunabilir toz ölçümü yapılmış olup, silis tozuna maruziyet ölçümü yapılmamıştır. Tablo 4.11 ölçüm sonuçları verilmiştir. B firmasında solunabilir toz ve silis tozuna maruziyet ölçümü yapılmıştır. Tablo 4.12 ve Tablo 13’te ölçüm sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.11 A firmasında tespit edilen solunabilir toz maruziyet ve sınır değerleri

Ölçüm Yeri/Personelin Adı Soyadı	Solunabilir Toz Maruziyet Değerleri (mg/m³)	Solunabilir Toz Maruziyet Sınır Değeri (mg/m³)	Örnekleme Zamanı (dk)
Kalıplama/ X çalışan	7,23	5	240
Maça Hazırlama/ Y çalışan	8,78		240
Taşılama /Z çalışan	5,40		240
Sarsak Elek/ K çalışan	6,07		240
Model Yapımı/ L çalışan	2,80		240

Tablo 4.12 B firmasında tespit edilen solunabilir toz maruziyet ve sınır değerleri

Ölçüm Yeri/Personelin Adı Soyadı	Solunabilir Toz Maruziyet Değerleri (mg/m³)	Solunabilir Toz Maruziyet Sınır Değeri (mg/m³)	Örnekleme Zamanı (dk)
Model Hazırlama/ X çalışan	2,30	5	240
Taşılama /Y çalışan	3,80		240
Döküm/ Z çalışan	3,50		240

Tablo 4.13 B firmasında tespit edilen silis maruziyet ve sınır değerleri

Ölçüm Yeri/ Personelin Adı Soyadı	Sonuçlar		Örnekleme Zamanı (dk)
	Eşik Değerleri (ESD) (mg/m ³)	Sınır Silis Maruziyet Değerleri(mg/m ³)	
Döküm/X çalışan	1,77	1,32	240

4.6 Ağır Metal Ölçüm Sonuçları

İzmir’de A ve B döküm fabrikalarında sadece A döküm fabrikasında ağır metal ölçümü yapılmış ve Fe meteline maruziyete bakılmıştır. Tablo 4.14’de ölçüm sonuçları gösterilmiştir.

Tablo 4.14 İzmir’de bir dökümhanede yapılan ağır metal maruziyet sonuçları ile ulusal mevzuat ve uluslararası standartlara göre sınır değerleri

Bölüm/Personelin Adı Soyadı	Örnekleme Zamanı(dk)	Fe
Döküm Ocağı /X çalışan	240	0,741
Taşılama/Y çalışan	240	0,868
Kaynak İşleri /Z çalışan	240	0,031
Kimyasal Mad. Çal. Sağ. ve Güv. Önl. Hak. Yön.		-
Tozla Mücadele Yönetmeliği		-
OSHA		10
NIOSH		5
ACGIH		5

4.7 Uçucu Organik Bileşik Maruziyet Ölçüm Sonuçları

Sadece B firmasında izopropil alkole bakılmıştır. Ölçüm metodu olarak anlık gaz ölçümü yöntemi kullanılmıştır.

Tablo 4.15 B firması izopropilalkol maruziyet ölçüm sonuçları ve sınır değerleri

REFERANS DEĞERLER	Aromatik Uçucu Hidrokarbonlar (ppm)				
	Benzen TWA	Toluen TWA	Etilbenzen TWA	Ksilen TWA	İzopropilalkol TWA
Boyahane /X çalışan	-	-	-	-	120,2
Kan. Mut. Mad. Çal. Sağ. Güv. Önl. Hk. Yön.	1	-	-	-	-
Kim. Mad. Çal. Sağ. Güv. Önl. Hk. Yön.	-	50	100	50	-
OSHA	1	200	100	100	400
NIOSH	0,1	100	100	100	400
ACGIH	0,5	100	20	100	200

4.8 İki Dökümhanede (A ve B) Yapılmış İş Hijyeni Ölçüm Sonuçlarını Değerlendirme Tablosu

A ve B işyerlerinde yapılmış iş hijyeni ölçüm sonuçlarının uygunluğu tabloda değerlendirilmiştir.

Tablo 4.16 A ve B işyerlerinde yapılmış iş hijyeni ölçüm sonuçlarının uygunluk tablosu

Ölçüm Yapılan Başlık		Kullanılması Gereken Standart				
		TS EN ISO 9612				
GÜRÜLTÜ	Yöntemin uygunluğu	Kişisel ölçüm	Ölçüm Zamanı	Alan seçimi	Ölçüm Tekrarı /Numune Sayısı	Raporlama
İşyeri A	Belirtilmemiş	√	√	√	Belirtilmemiş	Eksik
İşyeri B	Belirtilmemiş	√	√	√	Belirtilmemiş	Eksik
ISI		Kullanılması Gereken Standart				
		TS EN ISO 7243				
İşyeri A	Uygun Değil	√	√	Uygun Değil	Belirtilmemiş	Eksik
İşyeri B	Uygun	√	√	√	Belirtilmemiş	Eksik
TİTREŞİM		TS EN ISO 5349-1				
	Yöntemin uygunluğu	Kişisel ölçüm	Ölçüm Zamanı	Alan seçimi	Ölçüm Tekrarı /Numune Sayısı	Raporlama
İşyeri A	Uygun	√	√	Uygun Değil	Belirtilmemiş	Eksik
İşyeri B	Uygun	√	√	Uygun Değil	Belirtilmemiş	Eksik

Tablo 4.16 devamı

AYDINLATMA	TS EN 12464-1					
	Yöntemin uygunluğu	Kişisel ölçüm	Ölçüm Zamanı	Alan seçimi	Ölçüm Tekrarı /Numune Sayısı	Raporlama
İşyeri A	Uygun	√	Belirtilmemiş	Uygun	Belirtilmemiş	Eksik
İşyeri B	Uygun	√	Belirtilmemiş	Uygun	Belirtilmemiş	Eksik
SİLİS TOZU	TS EN ISO 5349-1					
	Yöntemin uygunluğu	Kişisel ölçüm	Ölçüm Zamanı	Alan seçimi	Ölçüm Tekrarı /Numune Sayısı	Raporlama
İşyeri A	-	Yapılmamış	-	-	-	Eksik
İşyeri B	Uygun	√	Belirtilmemiş	Uygun Değil	Belirtilmemiş	Eksik
AĞIR METAL	- TS EN 689					
	Yöntemin uygunluğu	Kişisel ölçüm	Ölçüm Zamanı	Alan seçimi	Ölçüm Tekrarı /Numune Sayısı	Raporlama
İşyeri A	Belirtilmemiş	√	Belirtilmemiş	√	Belirtilmemiş	Eksik
İşyeri B	Yapılmamış	-	-	-	-	-
UÇUCU ORGANİK ÇÖZÜCÜLER	TS EN 689					
	Yöntemin uygunluğu	Kişisel ölçüm	Ölçüm Zamanı	Alan seçimi	Ölçüm Tekrarı /Numune Sayısı	Raporlama
İşyeri A	-	-	-	-	-	-
İşyeri B	Belirtilmemiş	√	Belirtilmemiş	√	Belirtilmemiş	Eksik

BÖLÜM BEŞ

TARTIŞMA

Ölçüm yapılan iki işyeri de fiziksel olarak küçük olduğu için üretim basamakları ayrı ayrı bölümlerde değil, çoğunlukla aynı alanda yapılmaktadır. Dolayısıyla prosesin bir bölümünde bulunan risk çalışma diğer alanlarında da kendini göstermektedir. Örneğin B firmasında yapılan gürültü ortam ölçüm sonuçları kumlama ve taşlamada yüksek olmakla birlikte diğer alanlarda yapılan ölçüm sonuçları birbirine çok yakın çıkmıştır.

Gürültü ölçüm raporlarına bakıldığında A firmasında en fazla kişisel maruziyet ölçümü taşıma ve kumlama bölümünde görülmüştür. B firmasında ise sadece taşıma bölümünde çalışana kişisel maruziyet ölçümü yapılmış ve ölçüm sonucunun mesleki maruziyet sınır değerinden yüksek çıktığı görülmüştür. Mesleki maruziyet gürültü ölçüm raporlamalarında kişisel maruziyet ölçümünün hangi metoda göre yapıldığı belirtilmemiştir. Dolayısıyla az çalışanla tamamlanan bir işte çalışanın gün boyu aynı işi yapması ve aynı gürültü kaynağına maruz kalması çok da mümkün değildir. Böyle işyerlerinde bir çalışan ölçüm süresi olan 2 saat aynı işle uğraşabilir ancak gün boyu ya da hafta boyu aynı işi yapması zordur. Dolayısıyla TS EN ISO 9612 standardına göre ölçümlerin gerçekleştirilmesi ve ölçüm aşamalarında hangi yöntemin kullanıldığına ayrıntılı olarak yer verilmesi hem ölçümün ve de değerlendirmenin hem de kontrol önlemlerinin alınması açısından önem arz etmektedir.

Altıparmak (2014), tarafından yapılan çalışmada 15 farklı dökümhanede kişisel maruziyet gürültü ölçümü yapılmış, en yüksek gürültü maruziyetinin olduğu bölüm temizleme-taşıma çalışanlarda görülmüş ve 15 dökümhanede de günlük maruziyet değeri 85 dB ve üzeri çıkmıştır. Çalışmamızda da yapılmış olan ölçümlerde en yüksek maruziyet taşıma bölümünde görülmüştür. Ancak literatürde ölçüm yöntemini ve raporlamaları değerlendiren bir çalışma bulunmamaktadır.

Termal konfor ölçüm raporlarına bakıldığında A firması ölçümün yapılması en uygun zaman en sıcak ay ve gün ortası zamanlamasına uyduğu görülmektedir. Ancak ölçümde sadece PMV indeksine bakıldığı görülmüştür. Ayrıca ölçüm ısı baskısının fazla olma ihtimali olan alanlardan ziyade kesim, modelleme gibi ısı baskısının çok beklenilmediği alanlarda yapılmıştır. Demir dökümhanelerinde yaklaşık 1450 °C derecede ergitme ve döküm işlemi yapılır ki asıl ölçümün bu alanlarda çalışan kişilere yapılması gerekmektedir. Isı baskısının olduğunu düşündüğümüz alanlarda Sıcak ortamlarda asıl değerlendirme WBGT'ye bakılarak yapılmalıdır.

B firmasında yapılan termal konfor ölçümleri incelendiğinde; ölçüm döküm ve temizleme bölümünde çalışanlarda WBGT indeksine göre değerlendirme yapılmıştır. Raporlamada iş için harcanan enerji düşük-orta metabolik hız aralığında yer alan 4 met (232,8) olarak belirtilmiştir. Döküm ve temizleme işlemleri ağır malzeme kaldırmayı gerektiren bir iş olduğu için seçilen metabolik hızdan fazla olmalıdır. Hesaplamalarda arka planda yapılan hataların ne kadar önemli olduğunu ve sonuca nasıl etki ettiğini görmekteyiz. Bu yüzden raporlama kısmında tüm değerlerin nedenleriyle birlikte nasıl seçildiğine yer verilmelidir. Bu ölçümde sonucun yüksek çıkmasını etkilemedi ancak, başka ölçümlerde kullanılan hatalı değerler sonucu mutlaka etkileyecektir.

Singh ve arkadaşlarının (2010), Hindistan'da bulunan dökümhanelerde çalışanların gürültü ve ısı maruziyetinin belirlenmesi için yapılan benzer bir çalışmada, araştırmada B firmasında bulunan ölçüm sonuçlarına yakın WBGT değerlerinin bulunduğu (32,2 – 37,3) görülmüştür. Çalışmada metalin dökümü, kalıp kumunun kürek yardımıyla kalıba dökülmesi, döküm malzemedeki taşıma işlemleri gibi görece yüksek metabolik hız gerektiren işlemlerde çalışanların, ısı stresine maruz kaldığı belirtilmiştir.

İmancı (2014) yaptığı çalışmada, demir döküme göre düşük ısı değerlerinde, 650 – 750 °C sıcaklık aralığında gerçekleşen alüminyum dökümü için 3 işletmede WBGT ölçümü gerçekleştirilmiş; maça, model, kalıp hazırlama ve döküm işleminin aynı

alan kullanılarak yapıldığı belirtilmiş ve özellikle döküm anındaki ölçüm sonuçları yüksek bulunmuştur.

El-kol titreşim maruziyet sonuçlarına bakıldığında A firmasında ölçümün taşılama ve torna alanında yapıldığı, B firmasında ise ölçümün sadece taşılama alanında yapıldığı görülmektedir. İki firmada da havalı tokmak kullanıldığı halde bu alanda ölçüm yapılmadığı gözlemlenmiştir. İki firmanın yapılan ölçümde üç eksen den de ölçüm yapıldığı anlaşılmıştır ve sonuçlar maruziyet sınır değerlerin altındadır.

Aydınlatma ölçüm sonuçlarına bakıldığında, her iki firmada da ölçüm sonuçları 12464-1 standardında 13 referans koduyla döküm sektörüne özgü minimum aydınlatma değerleri kullanılarak yapılmıştır. Ancak B firmasında model yapımında standartta 5.13.11 referans numarasıyla 500 lüks olarak değer bulunmasına rağmen 5.18.4 olan metal işlemeye özgü olarak verilen 300 lüks kullanılmış bu da aslında yetersiz olan aydınlatma düzeyinin yeterli çıkmasına neden olmuştur. Aydınlatmada standartta her sektörün prosesine özgü minimum aydınlatma değerleri mevcut olduğundan bu değerleri belirlemek önem taşımaktadır. Ölçüm tablolarından da anlaşıldığı gibi bir çok bölümde de aydınlatma seviyeleri yetersiz çıkmıştır.

Döküm sektörü için çok önemli olan solunabilir toz ve silis ölçüm raporlarına baktığımızda; A firmasında sadece solunabilir toz ölçümü yapılmış olup, silis toz için maruziyet ölçümü yapılmamıştır. Ölçüm sonuçları sadece model yapımı kısmında sınır değeri aşmamış olduğu görülmektedir. B firmasında ise sadece döküm kısmında bir çalışana silis maruziyet ölçümü yapılmıştır. İki ölçüm sonuçlarına da bakıldığında ölçümlerin asıl yapılması gereken maça yapımı, sarsak elek, kalıplama yani silis tozunun fazla olabileceği alanlarda yapılmadığı görülmektedir. Dolayısıyla prosesin aşamalarının iyi analiz edilmeden ölçüm yapıldığı anlaşılmaktadır. B firmasında silis ölçümü çalışanların daha fazla toza maruz kalacağı kalıplama, maça yapımı aşamasında yapılmayıp, metalin eritilip kalıba döküldüğü alanda yapılması ölçümün amacına hizmet etmemektedir.

Siltanen ve diğer. (1976), tarafından Finlandiya dökümhanelerindeki toz maruziyetini inceleyen çalışmada; demir, çelik ve demir dışı gruplara ait dökümhanelerde toplam toz, solunabilir toz ve silika maruziyetleri tespit edilmiştir. Çalışmaya göre demir dökümhanelerinde, en yüksek toz maruziyetleri kum karıştırma ve hazırlama ile kalıpları bozulması işlemleri sırasında gözlemlenmiştir. Makalede, solunabilir toz ile silis maruziyet değerleri analiz edilerek, aralarındaki korelasyonun yetersiz olduğu ifade edilmiştir. Bu tez kapsamında da analiz edilen raporlarda kum hazırlama, sarsakta kalıp bozma gibi işlemlerden elde edilen yüksek solunabilir toz değerleri mevcuttur.

Andersson ve diğer. (2009) tarafından İsveç'teki küçük ve orta ölçekli demir dökümhanelerinde gerçekleştirmiş oldukları kuvars ve solunabilir toz maruziyet çalışmasında kum hazırlama, ergitme, sarsakta kalıp bozma ve taşlama (temizleme) gibi işlemlerde yüksek toz ve silika maruziyetinin tespit edilmiş olduğu ifade edilmiştir. Andersson ve diğer. (2009) yaptığı çalışmada demir dökümhanelerindeki solunabilir toz konsantrasyon değerleri $0,076 \text{ mg/m}^3$ ile 31 mg/m^3 arasında (TWA) değişiklik göstermiştir. Solunabilir silis maruziyetlerine bakıldığında ise %56'sının eşik sınır değeri geçtiği ifade edilmiştir. İsveç'te gerçekleştirilen çalışma ile bu tez çalışmasında elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında, her iki çalışma da küçük ve orta ölçekli demir dökümhanelerinde gerçekleştirilmiş olup, solunabilir toz oranları beklenen alanlarda yüksek çıkmıştır.

Jeong ve diğer. (2013) Güney Kore'deki demir dökümhanesinde gerçekleştirdikleri çalışmada en yüksek silika maruziyeti taşlama ve kum hazırlama işlemlerinde gözlemlenmiştir. Bu çalışmada da silis maruziyetinin bu alanlarda çalışanlarda fazla olabileceğine dikkat çekilmiştir. Ayrıca demir dökümhanesinde gerçekleştirdikleri çalışmada ağır metal maruziyetine de değinilmiş olup krom, mangan, demir konsantrasyonlarının yasal değerleri aşmamış olduğu ve ağır metal maruziyeti için taşlama işleminde krom konsantrasyonun $0,007 \text{ mg/m}^3$ ile $0,013 \text{ mg/m}^3$, mangan konsantrasyonun $0,003 \text{ mg/m}^3$ ile $0,013 \text{ mg/m}^3$ ve demir konsantrasyonun $0,105 \text{ mg/m}^3$ ile $0,995 \text{ mg/m}^3$ arasında değiştiği belirtilmiştir. Döküm işleminde ise $0,005 \text{ mg/m}^3$ krom, $0,003 \text{ mg/m}^3$ mangan ve $0,103 \text{ mg/m}^3$

demir ölçülmüştür. Bu tezde ölçüm raporları incelenen işyerleri sadece Fe metaline bakmış, diğer ağır metallere maruziyet ölçümü yapılmamıştır. Tezde bakılması gereken ağır metallere makalede de belirtildiği üzere dikkat çekilmiştir.

Ağır metal ölçüm raporuna bakıldığında sadece Fe ölçümüne bakıldığı görülmektedir. Ulusal mevzuatta mevcut bir mesleki maruziyet sınır değeri bulunmadığı için değerlendirmede OSHA, NIOSH, ACGIH gibi uluslararası mevzuata başvurulmuştur.

Uçucu organik bileşik ölçüm raporu değerlendirildiğinde sadece B firması izopropil alkole ölçüm yapmıştır. Ölçümde anlık gaz ölçümü metodu kullanıldığı halde raporda ölçümün olması gereken sayıda dedektör tüple yapıp yapılmadığına dair bir bilgi mevcut değildir. Dolayısıyla ölçüm sonucu maruziyet sınır değeriyle karşılaştırılamaz. Raporlarda bu bilgi ayrıntısıyla yer almalıdır.

Fiziksel ve kimyasal risk etmenlerinde her parametrede farklı standart kullanılıyor olsa bile ölçüm raporlarında ortaklaşa yer alabilecek bilgiler mevcuttur. Bu nedenle ölçümlerin ve raporların uygunluğu değerlendirilirken öncelikle bu bilgilerin varlığı kontrol edilmelidir. İş hijyeni parametresinin uygunluğunu değerlendirmek için öncelikle kullanılan ölçüm yönteminin doğruluğu teyit edilmelidir. Parametreleri sınır değerlerle kıyaslayabilmek için yapılmış olan ölçümün kişisel maruziyet ölçümü olması gerekir. Yine her parametre ölçümünde ölçüm zamanı ve ölçümün yapıldığı yer oldukça önemlidir ki buna ölçüm aşamasında dikkat edilmeli ve raporda bu bilgilere ayrıntılarıyla mutlaka yer verilmelidir. Ölçüm güvenilirliği için standartta yer alan ölçüm ve numune sayılarına riayet edilmeli ve bu bilgilerde raporda ayrıntılarıyla verilmelidir. Bu bilgiler dışında standartlarda yer alıp, kullandığımız her verinin nedenleri raporlarda yer almalıdır.

BÖLÜM ALTI

SONUÇ VE ÖNERİLER

Dökümhaneler silis tozu, metal buharı, gürültü, yüksek ısı, gazlar gibi hemen hemen tüm fiziksel ve kimyasal riskleri bünyesinde barındırabilmektedir. Bu risklerin işyeri ortamında varlığını ve varsa miktarını bizlere iş hijyeni ölçüm sonuçları göstermektedir. İşyeri çalışma prosesi, kullanılan hammaddeler, kullanılan teknolojiler her işyerinde farklı olduğu için bu ölçümleri yaptırmadan risklerle ilgili kesin bilgi sahibi olup, önlem almamız mümkün değildir. Bu risklerin ortamda olup olmadığını ortam ölçümünden, ortamda olan risklerin çalışanları ne derecede etkilediğini ancak kişisel maruziyet ölçümünden anlayabiliriz. Kişisel maruziyet ölçüm sonuçları ulusal veya uluslararası mevzuatta yer alan sınır değerlerle karşılaştırıldığında bir anlam ifade eder. Ölçüm sonuçları sınır değerlerin üzerinde ise riskle ilgili önlem alınıp tekrar ölçüm yapılmalıdır. İncelenen işyerlerine ait raporlamalarda çoğu risk etmeni sınır değeri aşmasına rağmen işveren tarafından iyileştirme yapıp tekrar ölçüm yapıldığını gösteren bir veri yoktur. Oysa bu ölçümlerin asıl amacı budur. Risk varsa ortadan kalkana kadar iyileştirme yapıp riski yok etmek ya da azaltmak. İşyerinde belirlenen risklerin kontrolünde gerçekleştirilen tedbirlerin yerindeliğini ve yeterliliğini belirlemek için de iş hijyeni çalışmalarına ihtiyaç duyulur ki yapılan raporlamalardan anlaşıldığı üzere iş hijyen raporları asıl amaç için kullanılmamaktadır.

İş hijyeni raporlarına bakıldığında ölçümlerin asıl yapılması gereken yerde, yapılması gereken miktarda ve olması gereken kişiler üzerinde yapıldığı görülmektedir. Düzenlenen raporlarda ise ölçüm aşamalarının detaylı şekilde anlatılmaması, seçilen referans değerlerinin sebeplerinin raporda verilmemesi eldeki raporu anlamsızlaştırmaktadır.

İş hijyeni ölçümü, ölçüm yapılan parametreyle ilgili akredite olmuş laboratuvarlar tarafından yapılmaktadır. Ancak yapılmış olan ölçümlere ve raporlara bakıldığında işyerinde yeterince analiz yapılmadığı, işverenle ve çalışanlarla işbirliği içinde çalışmaların yürütülmediği görülmüştür. Ölçüm yapan laboratuvar yetkileri ölçüm

yapacakları yerlerde detaylı bir çalışma sonucunda ölçüm yapacakları günü, zamanı, yerleri, kişileri belirlemeli ve buna uygun raporlama yapmalıdırlar. Raporlamalarda denetim yapacak iş müfettişlerinin analiz yapabileceği veriler yer almalıdır. Müfettişlerin ve laboratuvar yetkililerinin bu konuda işini kolaylaştırmak için kılavuzlar hazırlanabilir. İş hijyeni karmaşık ve detaylı bir çalışma gerektirdiği için bu konuda yetişmiş iş hijyenistlerine ihtiyaç duyulmaktadır. İş hijyeni ile ilgili kurslar açılabilir ve iş güvenliği uzmanları bu konuda eğitilebilir. Bu çalışmada iş hijyeninin döküman bazında tüm ayrıntılarına güncel bilgilerle yer verilmeye çalışılmıştır. Bundan sonra yapılacak çalışmalara ve kılavuzlara rehber olacaktır.

Sonuç olarak iş hijyen ölçüm sonuçlarını değerlendirmeden önce ölçümün nasıl yapıldığı ilgilenmenin daha doğru olacağı açıktır. Öyle ki doğru yapılmayan bir ölçümün sonucuyla ilgilenmenin bir yararı olmayacaktır. Bunun için iş hijyeni ölçümü yapılacak işyerlerinde ayrıntılı inceleme yapılmalı, ölçümler yapılması gereken zamanda ve kişilerde yapılmalı, iş hijyeni raporları tüm aşamaları ayrıntılı bir şekilde içermelidir. İş hijyeni ölçümü ve raporlamalarının uygunluğu kontrol edilirken Tablo 6.1 kullanmak fayda sağlayacaktır.

Tablo 6.1 İş hijyeni ölçüm ve raporlama kontrol çizelgesi örneği

	Evet	Hayır
Ölçüm yapan laboratuvar ölçüm parametresi ile ilgili akredite mi?		
Ölçüm standardı belirtilmiş mi?		
Ölçümde kullanılan cihaz belirtilmiş mi?		
Ölçüm cihazının kalibrasyonu yapılmış mı?		
Ölçüm süreleri verildi mi?		

Tablo 6.1 devamı

Ölçüm yerleri verildi mi?		
Ölçüm en kötü zamanda yapıldı mı?		
Ölçümler doğru yerlerde yapıldı mı?		
Risk değerlendirmesinde öngörülen tüm fiziksel faktörlerin ölçümü yapıldı mı?		
Risk değerlendirmesinde öngörülen tüm kimyasal faktörlerin ölçümü yapıldı mı?		
Raporlamalarda ölçüm stratejilerinde kullanılan verilerin detaylarına yer verildi mi? (Hangi veri neden seçildi? gibi)		
Seçilen ölçüm stratejisi güncel mi?		
Seçilen ölçüm stratejisinden daha doğru bir strateji var mı?		
Ölçüm standardında her kullanılan verinin sebebi raporlamada mevcut mu?		
Ölçüm stratejisinde kullanılan veriler yerinde mi?		
Yapılan ölçüm sayısı veya alınan numune sayısı yeterli mi?		

KAYNAKLAR

- Altıparmak, Z. (2014). *Demir dökümhanelerinde çalışanların gürültü maruziyetlerinin belirlenmesi ve alınabilecek önlemler*. İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Andersson, L., Bryngelsson, I. L., Ohlson, C. G., Naystörm, P., Lilja, B. G. ve Westberg, H. (2009). Quartz and dust exposure in Swedish iron foundries. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 6 (1), 9-1.
- Anlar, H. G., Bacanlı, M. ve Başaran, N. (2019). Silikanın kullanım alanları ve silika maruziyetine bağlı olası toksik etkiler. *Hacettepe University Journal of the Faculty of Pharmacy*, 30 (1), 17-29.
- Aran, A. (2007). *Döküm teknolojisi*. 01 Temmuz 2019, <http://www2.isikun.edu.tr/personel/ahmet.aran/dokum.pdf>
- Atlı, A. K. (2001). Dökümhanelerde işçi sağlığı sorunları. *Türk Tabipleri Birliği Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi*, 20 Nisan 2019, [file:///C:/Users/%C4%B0zmir%20Grup/Downloads/253-965-1-PB%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/%C4%B0zmir%20Grup/Downloads/253-965-1-PB%20(2).pdf).
- Belgin, E. ve Çalışkan, M. (Ed.). (2004). *Çalışma yaşamındaki gürültü ve işitmenin korunması* (1. Baskı). Ankara: Türk Tabipleri Birliği Yayınları.
- Bilir, N. (2019). *İş sağlığı ve güvenliği* 2. Baskı. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri.
- Hastürk, E. Y. ve Uzel, M. (2017). Metal döküm atölyelerinde iş sağlığı ve güvenliği koşulları. *Mesleki Bilimler Dergisi*, 7 (1), 45-58.

- İmancı, C. (2014). *Döküm atölyelerinde termal konfor şartlarının incelenmesi*. İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Jeong, I., Ryu, I., Kim, B., Park, I., Won, J. U., Kim, E., A., ve diğer. (2013). Quartz and dust exposure in Swedish iron foundries. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 25 (16), 1-5.
- Koçhisar, B. (2010). *Bir döküm fabrikasında fiziksel ve kimyasal ortam faktörlerinin iş sağlığı ve güvenliğine göre incelenmesi- kaynak, ortam ve alıcıdaki önlemler*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Kürkçü, E. A., Çakar, İ. ve Zeyrek, S. (bt). *İşyerlerinde aydınlatma*. 14 Şubat 2019, http://www.isgum.gov.tr/rsm/file/isgdoc/IG1-isyerinde_aydinlatma.pdf
- Measurement of Lighting Levels in the Work Place - Canada Occupational Health and Safety Regulations. (Ekim 2009). Sayı: 928-1-IPG-039.
- Occupational Safety and Health Administration. (n.d). Retrieved August 08, 2019, from <https://www.osha.gov/dsg/annotated-pels/tablez-1.html>
- Occupational Safety and Health Administration. (n.d). Retrieved August 20, 2019, from <https://www.osha.gov/dsg/annotated-pels/tablez-2.html>
- Pürçek, G. (2008). *Döküm ders notları*. 02 Ağustos 2019, <file:///C:/Users/%C4%B0zmir%20Grup/Downloads/D%C3%B6k%C3%BCm.pdf>
- Siltanen, E., Koponen, M., Kokko, A., Engström, B. ve Reponen, J. (1976). Dust exposure in Finnish foundries. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health* 2 (1), 19-31.

- Singh, L. P., Bhardwaj A. ve Deepak, K. K. (2010). Occupational exposure in small and medium scale industry with specific reference to heat and noise. *Noise&Health*, 12 (46), 37-48.
- South, T. (2004). *Managing noise and vibration at work: A practical guide to assessment, measurement and control* (1st ed.). Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Şener, G. (2005). *Küçük ve orta ölçekli işletmelerde risk analizi uygulaması (dökümhaneler örneği)*. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Türkiye Döküm Sanayicileri Derneği. (2020). *21. Dönem (2018-1019) Çalışma Raporu*. 20 Eylül 2020, https://tudoksad.org.tr/upload/files/FaaliyetRaporu_2019-WEB.PDF
- Türk Standardları Enstitüsü. (2002). *İşyeri Havası - Solunumla Maruz Kalınan Kimyasal Maddelerin Sınır Değerler ile Karşılaştırılması ve Ölçme Stratejisinin Değerlendirilmesi İçin Kılavuz* (Standard no. TS EN 689).
- Türk Standardları Enstitüsü. (2005). *Akustik-İşyerinde maruz kalınan gürültünün tayini ve bu gürültünün sebep olduğu işitme kaybının tahmini*. (Standard no. TS 2607 ISO 1999).
- Türk Standardları Enstitüsü. (2005). *Mekanik titreşim – Kişilerin maruz kaldığı, elle iletilen titreşimin ölçülmesi ve değerlendirilmesi – Bölüm 1: Genel kurallar* (Standard no. TS EN ISO 5349-1).
- Türk Standardları Enstitüsü. (2006). *Isıl çevrenin ergonomisi – PMV ve PPD indislerinin hesabını ve bölgesel ısıl konfor kriterlerini kullanarak ısıl konforun analitik olarak belirlenmesi ve yorumu*. (Standard no. TS EN ISO 7730).
- Türk Standardları Enstitüsü. (2009). *Akustik - Çalışma Ortamında Maruz Kalınan Gürültünün Belirlenmesi - Mühendislik yöntemi*. (Standard no. TS EN ISO 9612).

Türk Standardları Enstitüsü. (2012). *Işık ve ışıklandırma – İi mahallerinin aydınlatılması-Bölüm-1:Kapalı alandaki iş mahalleri* (Standard no. TS EN 12464-1).

Türk Standardları Enstitüsü. (2017). *Termal çevrenin ergonomisi - WBGT (ıslak ampul küresel sıcaklık) endeksi (ISO 7243: 2017) kullanılarak ısı stresinin değerlendirilmesi.* (Standard no. TS EN ISO 7243).

T.C. Resmi Gazete, Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik. 28 Temmuz 2013, Sayı: 28721

T.C. Resmi Gazete, Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik. 22 Ağustos 2013, Sayı: 28743.

T.C. Resmi Gazete, İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analiz Laboratuvarları Hakkında Yönetmelik. 24 Ocak 2017, Sayı: 29958.

T.C. Resmi Gazete, İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu. 30 Haziran 2012. Sayı: 28339.

T.C. Resmi Gazete, İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği. 29 Aralık 2012. Sayı: 28512.

T.C. Resmi Gazete, İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik. 17 Temmuz 2013, Sayı: 28710.

T.C. Resmi Gazete, Kanserojen veya Mutajen Maddelerle Çalışmalarda Sağlık Ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik. 06 Ağustos 2013, Sayı: 28730.

T.C. Resmi Gazete, Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık Ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik. 12 Ağustos 2013, Sayı: 28733.

T.C. Resmi Gazete, Tozla M¼cadele Y¼netmelięi. 05 Kasım 2013, Sayı: 28812.

Ver, I. L. ve Beranek, L. L. (1992). *Noise and vibration control engineering: principles and applications* (2nd ed.). New York : John Wiley & Sons Inc.

Yavuz, F. G. (2016). *Demir d¼k¼mhanelerinde ¼alıřanların toz, silis ve ağır metal maruziyetlerinin değerlendirilmesi*. İř Sağlığı ve G¼venlięi Uzmanlık Tezi, T.C. ¼alıřma ve Sosyal G¼venlik Bakanlığı İř Sağlığı ve G¼venlięi Genel M¼d¼rl¼ę¼, Ankara.

