

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

**DEMİR DÖKÜMHANELERİNDE ÇALIŞANLARIN
GÜRÜLTÜ MARUZİYETLERİNİN BELİRLENMESİ VE
ALINABİLECEK ÖNLEMLER**

Zafer ALTIPARMAK

(İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi)

ANKARA-2014

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

**DEMİR DÖKÜMHANELERİNDE ÇALIŞANLARIN
GÜRÜLTÜ MARUZİYETLERİNİN BELİRLENMESİ VE
ALINABİLECEK ÖNLEMLER**

Zafer ALTIPARMAK

(İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi)

**Tez Danışmanı
Burak YASUN**

ANKARA-2014

T.C.
Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı
İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü

O N A Y

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü İş Sağlığı ve Güvenliği Uzman Yardımcısı **Zafer ALTIPARMAK**, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanı Sn. **Burak YASUN**'un danışmanlığında tez başlığı “Demir Dökümhanelerinde Çalışanların Gürültü Maruziyetlerinin Belirlenmesi ve Alınabilecek Önlemler” olarak teslim edilen bu tezin tez savunma sınavı 04/08/2014 tarihinde yapılarak aşağıdaki jüri üyeleri tarafından “İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi” olarak kabul edilmiştir.

KOMİSYON BAŞKANI
Dr. Serhat AYRIM
Müsteşar Yrd.

ÜYE
Kasım ÖZER
Genel Müdür

ÜYE
Doç. Dr. Yasin Dursun SARI
Öğretim Üyesi

ÜYE
Dr. Havva Nurdan Rana GÜVEN
Genel Müdür Yrd.

ÜYE
İsmail GERİM
Genel Müdür Yrd.

Yukarıdaki imzaların adı geçen kişilere ait olduğunu onaylarım.

Kasım ÖZER
Genel Müdür

TEŞEKKÜR

İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü Müdürlüğü'nde İSG uzman yardımcısı olarak çalışmaya başladığım günden beri, mesleki açıdan yetişmemdeki ve uzmanlık tezi çalışmamı hazırlama aşamasındaki değerli katkılarından dolayı Genel Müdürümüz Sayın Kasım Özer'e, Genel Müdür Yardımcılarımız Sayın Dr. Rana Güven'e, Sayın İsmail Gerim'e, Sayın Ahmet Çetin'e, İSGÜM Müdürümüz Sayın Halil Polat'a, İSGÜM Müdür Yardımcımız Sayın Cemil Agah'a, İSG Uzmanı Sayın Serap Zeyrek'e, değerli yorumlarıyla tezime yön veren tez danışmanım Sayın Burak Yasun'a ve elbette bu süre içinde beraber çalışmaktan mutluluk duyduğum ve her zaman değerli katkılarıyla yanımda olan çalışma arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

ÖZET

ALTIPARMAK, Zafer

**Demir Dökümhanelerinde Çalışanların Gürültü Maruziyetlerinin Belirlenmesi ve
Alınabilecek Önlemler**

**Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü
İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi
Ankara 2014**

Döküm sektörü, kullanılan hammaddeler, uygulanan proses ve ortaya çıkan atıklardan dolayı iş kazalarının ve meslek hastalıklarının en çok görüldüğü alanlardan biridir. Bu tezin amacı, demir döküm proseslerindeki gürültü seviyelerinin belirlenerek, çalışanlar üzerindeki etkisinin azaltılması için önerilerde bulunmaktır.

Bu amaçla seçilen 15 demir döküm işletmesinde, çalışanların ayrı ayrı döküm proseslerinden kaynaklanan gürültü maruziyet değerleri belirlenmiş ve günlük kişisel gürültü maruziyetleri hesaplanmıştır. Gürültü ölçümleri sonucunda, ölçüm yapılan tüm dökümhanelerdeki çalışanlar için günlük kişisel gürültü maruziyet değerleri, yasal mevzuatımızda geçen en yüksek eylem değerlerinin üzerinde çıkmıştır. Bununla beraber 9 dökümhanenin değerlerinin ise, maruziyet sınır değerinin dahi üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar gürültünün, demir döküm sektöründe çalışanlar için bir risk teşkil ettiğini ispatlamış, alınacak önlemlerin gerekliliğini göstermiştir. Alınacak önlemler maruziyet kaynaklarına göre anlatılmış, yapılması gereken iyileştirmeler detaylı olarak verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Dökümhane, gürültü, döküm prosesleri, alınacak önlemler.

SUMMARY

ALTIPARMAK, Zafer

**Determination of Noise Exposure of Workers in Iron Foundries and Precautions
To Be Taken**

**Ministry of Labour and Social Security, Directorate General of Occupational
Health and Safety**

**Thesis for Occupational Health and Safety Expertise
Ankara 2014**

Casting industry, the raw materials used, the process applied and the resulting waste due to work accidents and occupational diseases is one of the most visible areas. The aim of this thesis, to determine noise levels in the iron casting process and reducing the impact on employees is to make recommendations.

For this purpose, at the 15 cast iron plant, noise exposure of workers arising from the casting process separately identified and daily personal noise exposure values are measured. As a result of the noise measurement, daily personal noise exposure levels for workers in 15 foundries, the highest exposure action values are exceeded. Also the values of 9 foundries, have been found to be higher than the exposure limits. This results in noise, iron casting industry has proved to pose a risk to employees and showed the necessity of precautions to be taken. According to sources of exposure measures to be taken are explained, and improvements need to be done is given in detail.

Keywords: Foundry, noise, casting processes, precautions to be taken.

İÇİNDEKİLER

O N A Y.....	İ
TEŞEKKÜR	İİ
ÖZET	İİİ
SUMMARY	İV
SİMGELER VE KISALTMALAR	Vİİ
GİRİŞ VE AMAÇ	1
GENEL BİLGİLER.....	3
DÖKÜM SANAYİ.....	3
Üretim Yöntemleri ve Teknoloji	3
Sektörün Türkiye Ekonomisindeki Yeri.....	4
Türkiye’de Döküm Firmalarının Sayısı.....	5
Üretim Cinslerine Göre İşletmelerin Değerlendirilmesi	5
İstihdam Düzeyi, Niteliği ve Maliyeti	6
Dökümhanelerin Bölgesel Dağılımı	7
DÖKÜMLE ÜRETİMİN SAĞLADIĞI AVANTAJLAR	10
Döküm Prosesleri	11
DEMİR DÖKÜMHANELERİNDE KULLANILAN ANA GİRDİLER.....	19
Pik Demir – Dökme Demir – Çelik	19
Döküm Kumu	20
Maça Malzemesi ve Özellikleri	21
DEMİR DÖKÜM SANAYİİNDE ZARARLI KİMYASAL VE FİZİKSEL ETMENLER ..	25
Kimyasal Etmenler	25
Fiziksel Etmenler	27
GÜRÜLTÜ	29
Gürültünün İnsan Sağlığına Olumsuz Etkileri.....	29
YASAL DÜZENLEMELER.....	34
Ulusal Mevzuat.....	34
Uluslararası Mevzuat.....	35
GEREÇ VE YÖNTEMLER	36
KULLANILAN METOT	36
Metodoloji - Kronolojik Basamaklar.....	37
İş Analizi	38
Homojen Gürültü Maruziyet Gruplarının Belirlenmesi	38
Nominal Bir Günün Belirlenmesi.....	39
Ölçüm Stratejilerinin Seçimi	39
Ölçüm Stratejileri	40
Ölçümler	43
Kalibrasyon.....	46
Mikrofon Konumu	48
BULGULAR	52
ÖLÇÜM YAPILAN İŞYERLERİ.....	53
TARTIŞMA.....	61

SONUÇLAR VE ÖNERİLER	70
KAYNAKLAR.....	76
ÖZGEÇMİŞ.....	79
TABLOLAR.....	80
ŞEKİLLER	81
EKLER	82

SİMGELER VE KISALTMALAR

Al_2O_3	Alüminyumoksit
C	Karbon
cal	Kalori
CaO	Kalsiyumoksit
cm^3	Santimetreküp
c_1	Gürültü seviyesi örnekleme ile ilgili duyarlılık katsayısı
dB	Desibel
dB(A)	A-frekans ağırlıklı desibel
dB(C)	C-frekans ağırlıklı desibel
EN	Avrupa Standartları (European Norm)
Fe	Demir
Fe_2O_3	Demiroksit
gr	Gram
HSE	İngiltere İş Sağlığı ve Güvenliği Kuruluşu (Health and Safety Executive)
Hz	Hertz
IEC	Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (International Electrotechnical Commission)
ISO	Uluslararası Standartlar Organizasyonu (International Organization for Standardization)
İSGÜM	İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü Müdürlüğü
kg	Kilogram
kHz	KiloHertz
$L_{EX,8h}$	A-ağırlıklı gürültü seviyesi maruziyetinin 8 saatlik çalışma gününe normalize edilmiş hali
$L_{EX,8h,m}$	Günlük gürültü maruziyet düzeyine katkıda bulunan m görevinin A-ağırlıklı gürültü maruziyet düzeyi
$L_{p,A,eqTe}$	Etkin bir çalışma günü süresi için ağırlıklı eşdeğer sürekli ses basıncı seviyesi
$L_{p,A,eqT,m}$	Görev m için ağırlıklı eşdeğer sürekli ses basıncı seviyesi
$L_{p,Cpeak}$	C-ağırlıklı pik ses basınç seviyesi
m	Görev numarası
m	Metre
M	Görevlerin toplam sayısı

MgO	Magnezyumoksit
Mn	Mangan
N	İş örneklerin toplam sayısı
n_G	Homojen bir maruziyet grubu için çalışan sayısı
Na ₂ O	Sodyumoksit
NIOSH	Amerikan Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü (The National Institute for Occupational Safety and Health)
OSHA	Amerikan İş Sağlığı ve Güvenliği Örgütü (Occupational Safety and Health Administration)
ppm	Milyonda bir birim (parts per million)
P	Fosfor
Pa	Paskal
RMS	Karekök ortalama (Root mean square)
S	Kükürt
SGK	Sosyal Güvenlik Kurumu
Si	Silisyum
SiO ₂	Silisyumdioksit
SPL	Ses basınç seviyesi (sound pressure level)
Sr	Stronsiyum
TS	Türk Standartları
TÜRKAK	Türk Akreditasyon Kurumu
u	Bileşik standart belirsizlik
u_1 seviyesi	A-ağırlıklı bir dizi eşdeğer ölçümlerde tahmini standart belirsizlik sürekli ses basınç
$c_1 u_1$	Örneklemeden gelen belirsizlik katkısı

GİRİŞ VE AMAÇ

Her gün kullandığımız makinelere baktığımızda çoğunun döküm sanayiinin bir ürünü olduğunu görürüz. Makine yapım, madeni eşya ve tarım araçları sanayiinde ana girdi olarak dökümle şekillendirilmiş parçalar kullanılır.

Metallerin ve alaşımların eritildiği ve külçe yapmak için külçe kalıplarına, biçim vermek için de özel kalıplara döküldüğü metal atölyelerinin tümü dökümhane olarak tanımlanmaktadır. Dökümhanelerde yapılan metal ve alaşımları eritme veya arıtma yöntemlerine ve erimiş madenden eşya yapma sanatına kısaca dökümcülük denilmektedir.

Geleneksel döküm metalleri demir, çelik, tunç ve bronzdur. Son yıllardaki hızlı gelişme, dökümcülüğün kullanıldığı alanı oldukça genişletmiş ve böylece döküm metaller ve alaşımlarında alüminyum, titen, krom, nikel, magnezyum ve hatta berilyum, kadmiyum ve toryum gibi radyoaktif metaller de kullanılmaya başlanmıştır. Kalıplarda silis kumu ile bağlayıcı olarak kil, maça yapımında ise geleneksel olarak fırında pişirilmiş silis kumu ile bağlayıcı olarak bitkisel yağ veya doğal şekerler kullanılmaktadır. Döküm teknolojisindeki hızlı gelişmeyle kalıp ve maça yapım teknik ve malzemelerinin sayısı da artmaktadır.

Döküm sanayiinde kullanılan metallerin başında demir ve alaşımları (demir döküm, çelik döküm, pik döküm) gelmektedir. Gerek kullanım alanının yaygınlığı, gerekse iş sağlığı sorunlarının oldukça yoğun oluşu bakımından demir döküm sanayii, iş hijyeni açısından ayrı bir yer tutar.

Döküm sektörü, sağladığı istihdam ve ülke sanayisine olan katkısı nedeni ile ekonominin önde gelen sektörlerindendir. Sanayide üretilen ürünlerle birlikte, üretim süreçleri sonunda atıkların oluşması kaçınılmazdır. Çevreye ve insana duyarlı üretim, özellikle son yıllarda giderek önem kazanmaktadır.

Çalışma hayatı değişik seviyede ve çok sayıda iş sağlığı ve güvenliği riski barındırmaktadır. Sektörlerin maruz kaldığı ya da kalabileceği tehlikeler ve bunlar için alınması gereken önlemler hazırlanan yasal mevzuatla belirlenir. Döküm fabrikalarındaki tüm prosesler, sayısız tehlikelere yol açmakta, fabrikalar bu tehlikeleri önlemek üzere emek, zaman ve para harcamaktadırlar. İş sağlığı ve güvenliğini uygulamak için harcanan kaynakların sınırlı olmasının yanında tehlikeler de bir o kadar çeşitli olduğundan risk analizi yapılarak tehlikeler belirlenmeli ve önceliklendirilmelidir.

Dökümhanelerde yapılan işler ve çalışma koşulları, önlem alınmadığı takdirde çalışanların meslek hastalığına yakalanmasına sebep olabilir. Meslek hastalığı denildiğinde kuşkusuz akla ilk gelenlerden biri de mesleki işitme kayıplarıdır. Bu çalışmanın temel amacı, Ankara'da demir döküm sanayiinde kişisel gürültü ölçümü ve değerlendirmelerini kapsamaktadır. Bu kapsamda döküm proseslerinden kaynaklanan gürültü seviyeleri belirlenerek çalışanların 8 saatlik günlük maruziyet değerlerinin yasal mevzuatta geçen sınır değerlerin altına indirilmesi için alınabilecek önlemler belirtilecektir.

GENEL BİLGİLER

DÖKÜM SANAYİ

Metal dökümü, ergitilmiş metalin veya metal alaşımın istenilen parçanın kalıbına dökülmesi işlemleri bütünüdür. Dökümcülük; metalleri işlemek ve şekillendirmek konusunda yüzyıllardır kullanılagelen, en önemli endüstri dallarından birisidir. Gündelik hayatımızın her aşamasında; kuyumculuktan, ağır sanayi tezgâhlarına, tarım makinelerinden gemi makinelerine kadar çok değişik alanlarda döküm yöntemi ile üretilen malzemeler kullanılmaktadır. Birçok sanayi işletmesinde dökümhaneler bulunmaktadır.

Türkiye’de döküm sektörü ve zanaatı köklü tarihsel geçmişi ile beraber sanayileşme döneminde özel teşebbüs yatırımları ile gelişerek Avrupa’da ve dünyada önemli bir noktaya ulaşmıştır. Türkiye döküm üretimi 2012 yılı rakamları itibari ile Almanya, Fransa ve İtalya’yı takiben Avrupa’da 4. sıraya yerleşmiş ve dünyanın önde gelen döküm üreticileri arasında yükselmeye devam etmiştir. Sektör, 2011 yılı dünya sıralamasında ise 13. sıradadır [1].

Üretim Yöntemleri ve Teknoloji

Demir ve çelik döküm sanayi; endüksiyon, elektrik ark ocakları veya kupol ocaklarında, çeşitli pik demiri, metal hurdaları ve ferro alaşımların ergitilerek, kalıplama tesislerinde hazırlanmış kum, seramik veya metal kalıplar içerisinde şekillendirilmesi ve özel ısıl işlemler ile değişik mekanik özellikler kazandırılması

sureti ile pik döküm, çelik döküm, sfero döküm ve temper döküm türündeki ürünleri ham döküm, işlenmiş döküm ve mamul olarak üreten bir sektördür [1].

Döküm sektöründe kullanılan üretim proseslerini; maça üretimi, kalıplama, ergitme, döküm ve temizleme olarak sıralayabiliriz.

Döküm üretim yöntemi sanayi üretiminin temel unsurlarındandır ve bu teknik ile üretim yapan kuruluşlar ikiye ayrılır. Bunlardan birinci bölüm tamamen müşteri talepleri doğrultusunda döküm mamulleri üreten kuruluşlar, diğerleri ise, bitmiş ürünlerinde kullandıkları malzemeler için döküm prosesi ile üretim yapanlardır (örneğin; kilit ve fermuar üreticilerinin zamak dökümhaneleri, elektrik motoru üreticilerinin alüminyum dökümhaneleri mevcuttur). Bazı tesisler ise döküm tekniği ile ürettiklerini son işlemlerden geçirdikten sonra nihai ürün olarak son kullanıcıya ulaştırmaktadırlar. Bunlara örnek olarak radyatörler, alaşımlı otomobil jantları, kapı kolları gibi ürünler gösterilebilir.

Dökümhanelerin en önemli özelliklerinden birisi de pazar taleplerine göre üretimlerini modifiye edebilmeleridir. Örnek olarak döküm kuvvet üretilip satan bir tesis, bu pazarın daralması ile üretim hattını soba ve şömine parçaları dökümüne uyarlayabilmekte, bu pazarın da daralması durumunda otomotiv parça dökümüne yönelebilmektedir [1].

Sektörün Türkiye Ekonomisindeki Yeri

Döküm ürünleri hemen hemen tüm sanayi dallarında girdi olarak kullanılmaktadır ve bu nedenle dökümcülük imalat sanayinde “olmazsa olmaz” bir öneme haizdir. Döküm yöntemi ile üretilen birçok mamul imalat sanayinin her alanında kullanılmaktadır. Öyle ki, üretilen sanayi mamullerinin %90’ında en az bir adet döküm ürünü bulunmaktadır.

Türk döküm sektörü, Türk imalat sanayinin temel taşlarından biridir. Dizayndan, prototipe, testlere ve nihai ürüne kadar geçen sürede teknik bilgi birikimi ve tesisleri ile başta makine, ulaşım araçları ve savunma sanayi olmak üzere tüm üretim taleplerini karşılayabilecek yetenektedir.

Döküm sanayi sektörü, katma değeri yüksek bir üretim alanıdır. Girdilerinin %70'inden fazlası yurt içi kaynaklıdır ve yüksek nitelikli istihdam yaratmaktadır. Bununla beraber çıktıları birçok sanayi üretimi için temel olmaktadır. Bu durumun en çarpıcı örnekleri pompa ve vana üretimidir.

Sektörün temel müşterisi ana üretim sanayidir ve sektör ancak ana sanayinin kuvvetli olduğu ülkelerde pazar bulabilmektedir. Döküm diğer üretim metodlarına göre sahip olduğu üstünlükleri ve gelişen modern teknolojiler ile hem dünyada hem de Türkiye'de uzun yıllar önemini koruyacaktır [1].

Türkiye'de Döküm Firmalarının Sayısı

Döküm prosesi birçok işletmenin içinde kendi üretimleri kapsamında mevcuttur. Bu işletmeleri entegre tesis olarak değerlendirmemiz mümkündür. İşletme döküm yapmakta, ancak döküm satmamakta, bitmiş ürün üretimi ve satışı yapılmaktadır. Örnek, kilit ve musluk bataryası üretimidir. Firma sayılarının tespitinde bu ayrıntı en önemli parametredir. Yurdumuzda dökümhane veya dökümcüler sayıldığında 1400'e yakın isimden söz edilmekte, bunların içinde faaliyeti metal döküm ürünü ve satışı olan işletmelerin sayısı 1127'dir.

2012 yılında döküm sektöründe sadece döküm faaliyeti gösteren toplam 1,127 firmanın 1,119'u özel sektör, 8 tanesi ise kamu ve askeri kuruluştan oluşmaktadır. Söz konusu 8 tesisin üretim ve istihdam rakamları son derece sınırlıdır ve varlıkları stratejik açıdan değerlendirilmektedir [1].

Üretim Cinslerine Göre İşletmelerin Değerlendirilmesi

Sektörde çok farklı teknik ve ticari özellikte işletmeler bulunmaktadır. 2012 yılında, demir - çelik döküm sanayinde 780 kuruluş, demir dışı döküm sektöründe ise 350 kuruluş faaliyet göstermektedir. Alüminyum dökümde faaliyet gösteren 171 firma bulunmaktadır. Bunlardan 149 tanesi KOBİ'lerdir. Zamak dökümde faaliyet gösteren işletmelerin büyük çoğunluğu (157) KOBİ ölçeğindedir [1].

Tablo 1. Döküm Sektöründe Faal Kuruluş Sayıları - (2013 Mart)

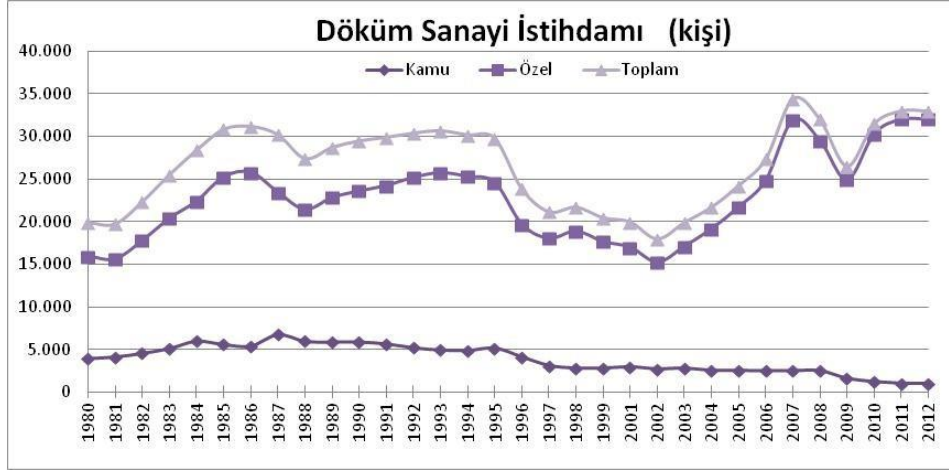
Üretim Cinsi	Özel Sektör		Kamu & Askeri Tesisler	Toplam Kuruluş Sayısı
	Büyük	KOBİ		
Pik/Sfero/Temper Döküm	28	648	4	680
Çelik Döküm	17	78	2	97
Alüminyum	21	149	1	171
Zamak	4	157	-	161
Bakır Alaşımları	2	15	1	18
TOPLAM	72	1047	8	1127

İstihdam Düzeyi, Niteliği ve Maliyeti

Döküm sanayi, 2012 yılında 33.000 kişiye istihdam yaratmıştır. Demir - çelik döküm sanayinde faaliyet gösteren kuruluşlar 2012 yılında yaklaşık 27.000 kişiye; demir dışı döküm sektöründeki işletmeler ise 6.000 kişiye iş imkânı sağlamıştır. Sektördeki mavi yakalı sayısı 19.300 kişidir, bunların % 67,4'sı ise kalifiye elemandır. Şekil 1'de görülebileceği gibi, sektördeki üretim artışına bağlı olarak istihdam da yükselmiştir. Gerçekleştirilen yeni kapasite yatırımları ile kişi başına düşen döküm üretimi de artmaktadır [1].

Tablo 2. Döküm Sektöründe İstihdam (2012)

İşgücü	Kişi Sayısı
Yüksek Öğrenim	
Teknik	3.200
İdari	2.200
Orta Öğrenim	
Teknik	6.000
Memur	2.300
Mavi Yaka-İşçi	
Kalifiye	13.000
Düz	6.300
TOPLAM	33.000



Şekil 1. Döküm Sanayindeki İstihdamın Yıllara Göre Değişimi

Dökümhanelerin Bölgesel Dağılımı

2011 yılında başlayan Türk Döküm Envanter Projesi kapsamında mevcut ve toplanan bilgiler ile 2012 yılı sonu itibariyle 1388 adet döküm işletmesi tespit edilmiştir. Projenin ikinci fazında ise bu işletmelerin faaliyet, kapasite, istihdam bilgileri sorgulanmaya başlanmıştır. Coğrafi dağılım itibariyle, özel sektöre ait işletmelerin büyük kısmı İstanbul, Ankara, İzmir, Kocaeli, Bursa, Eskişehir, Bilecik ve Samsun yörelerinde bulunmaktadır. Küçük atölyeler ise başta İstanbul, Konya, Ankara, Bursa, Eskişehir ve Gaziantep olmak üzere tüm illerimize dağılmış durumdadır.

Envanter çalışmasının ikinci fazında elde edilen şehir bazında dökümhane sayıları aşağıdaki gibidir [1].

Tablo 3. Şehir Bazında Dökümhane Sayıları

Şehirler	Demir Grubu Dökümhaneler	Çelik Grubu Dökümhaneler	Alüminyum ve Zamak Grubu Dökümhaneler	Bakır Grubu Dökümhaneler
Adana	50	7	6	11
Afyon	1	-	-	-
Ankara	73	12	42	15
Antalya	2	-	-	-
Aydın	2	-	2	-

Tablo 3. Şehir Bazında Dökümhane Sayıları (Devam)

Şehirler	Demir Grubu Dökümhaneler	Çelik Grubu Dökümhaneler	Alüminyum ve Zamak Grubu Dökümhaneler	Bakır Grubu Dökümhaneler
Balıkesir	6	-	2	1
Bilecik	2	-	-	1
Bolu	1	-	-	-
Bursa	49	4	44	2
Çankırı	2	-	1	-
Çorum	5	7	5	3
Denizli	6	2	1	1
Diyarbakır	1	-	-	-
Edirne	-	1	-	-
Elazığ	1	4	-	-
Eskişehir	17	3	5	-
Gaziantep	25	1	6	4
Hatay	1	-	-	1
Isparta	1	-	-	-
İçel (Mersin)	1	1	-	-
İstanbul	100	13	201	55
İzmir	71	10	69	19
Kastamonu	1	-	-	-
Kayseri	15	-	6	1
Kırklareli	1	-	-	-
Kırşehir	2	-	-	-
Kocaeli	24	14	38	11
Konya	181	22	60	9
Malatya	2	1	1	-
Manisa	5	2	4	-
K.maraş	-	-	2	1
Sakarya	6	2	5	-

Tablo 3. Şehir Bazında Dökümhane Sayıları (Devam)

Şehirler	Demir Grubu Dökümhaneler	Çelik Grubu Dökümhaneler	Alüminyum ve Zamak Grubu Dökümhaneler	Bakır Grubu Dökümhaneler
Samsun	9	2	1	1
Sinop	-	-	1	-
Sivas	2	-	-	-
Tekirdağ	4	-	2	-
Trabzon	3	1	-	-
Şanlıurfa	1	-	-	-
Zonguldak	1	-	-	-
Kırıkkale	-	1	-	-
Batman	1	-	-	-
Karabük	2	2	1	1
Osmaniye	1	-	-	-
Düzce	1	-	-	-

Tablo 4. Demir Grubu Dökümhanelerin Coğrafi Dağılımı

Coğrafi Bölgeler	Dökümhane Sayısı	Toplamda payı
İç Anadolu	292	42,63%
Marmara	186	27,15%
Ege	91	13,28%
Akdeniz	57	8,32%
Güneydoğu Anadolu	28	4,09%
Karadeniz	28	4,09%
Doğu Anadolu	3	0,44%
Toplam	685	100%

Tablo 5. Çelik Dökümhaneleri Coğrafi Dağılımı

Coğrafi Bölgeler	Dökümhane Sayısı	2012 Üretimi (Ton)	Toplamda payı
İç Anadolu	43	45115	32,2%
Marmara	34	41360	29,5%
Karadeniz	12	24670	17,6%
Ege	14	15086	10,8%
Akdeniz	8	8550	6,1%
Doğu Anadolu	5	4300	3,1%
Güneydoğu Anadolu	1	1200	0,9%
Toplam	117	140.281	100%

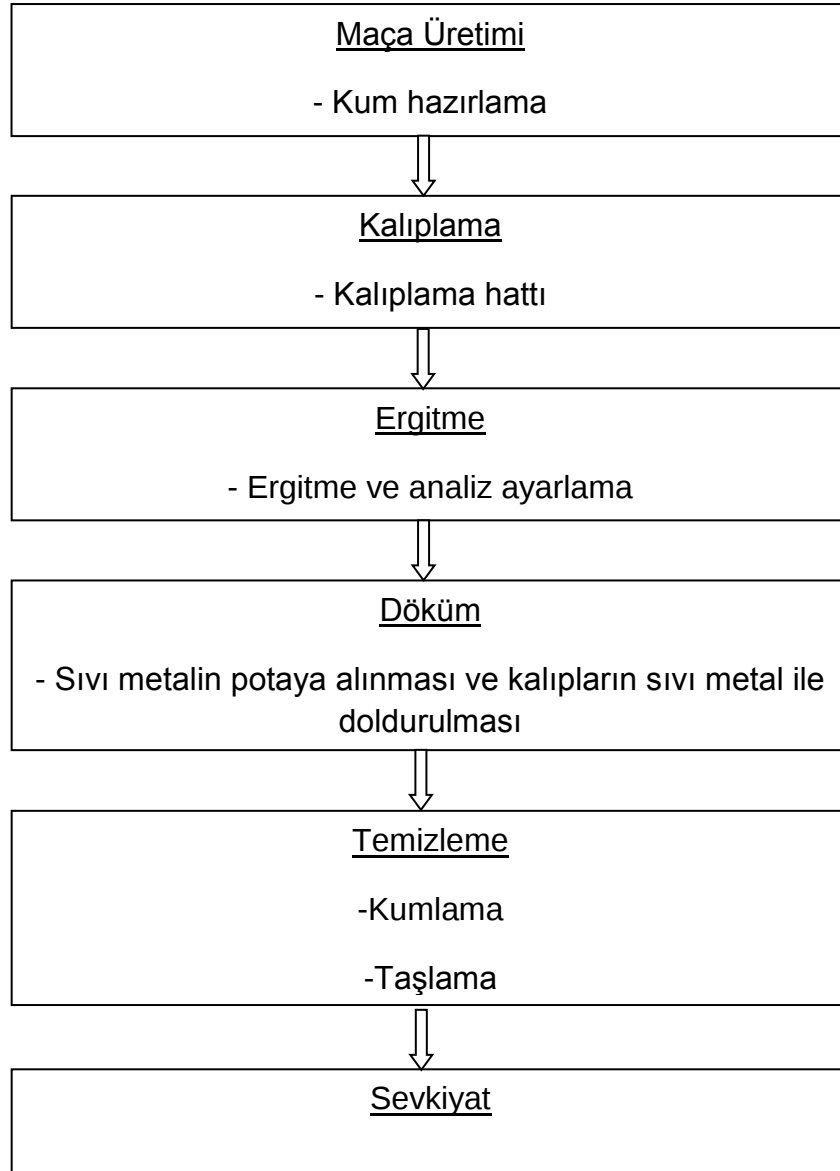
DÖKÜMLE ÜRETİMİN SAĞLADIĞI AVANTAJLAR

Yarı mamul ve mamul parçaların üretiminde bazı hallerde yalnızca dökümden faydalanmak yeterli olmasına rağmen, bazı hallerde kaynak, dövme, plastik şekil verme ve talaşlı imalat gibi usullerden de faydalanmak gerekmektedir. İmalatta her usulün yeri ayrıdır. Her usulün üstün olduğu ve tercih edildiği üretim kademeleri mevcuttur. Döküm yoluyla imalatın tercih edilmesini gerektiren hususlar ve dökümün avantajları şu şekilde sıralanabilir:

- İçten ve dıştan kompleks şekilli parçalar dökülebilir. Böylece, bazı imal usulleri azaltılabilir veya tamamen kaldırılabilir.
- Bazı metaller metalürjik özelliklerinden dolayı sıcak işleme tabi tutulamayıp, yalnızca dökülebilir.
- Yapı basitleştirilebilir. Parçalar tek bir dökümle imal edilebildiği halde, diğer usullerde bazı parçaların birleştirilmesi gerekir.
- Çok sayıda ve hızlı üretim yapılabilir.
- Diğer usullerle yapımı zor ve ekonomik bakımdan uygun olmayan büyük ve ağır parçalar dökülebilir.
- Dökme metallerde bazı mühendislik özellikler daha iyi elde edilebilir.
 - Dökme demirde işlenebilme ve titreşime karşı koyma kabiliyeti yüksektir.
 - Dökümde özellikler her yönde aynıdır.
 - Bazı hafif metal alaşımlarında mukavemet ve hafiflik ancak dökümle sağlanır.
 - Aşınmaya karşı daha iyi özellikler dökümle elde edilir.
- Döküm ekonomik avantaj sağlar [2].

Döküm Prosesleri

Bir dökümhane, maça, kalıplama, ergitme, döküm ve temizleme bölümlerinden meydana gelmektedir. Prosesin genel iş akış şeması Şekil 2’de verilmiştir [3].



Şekil 2. Döküm Prosesi İş Akış Şeması

Maça prosesi:

Döküm parçanın iç boşluğunu oluşturan kum kütlelerine maça adı verilir. Maçalar, maça makinelerinde, çeşitli kumlar veya kum karışımları ile değişik bağlayıcı sistemler kullanılarak hazırlanan karışımının, kalıba (maça sandığına)

basıncılı hava yardımı ile doldurulması ile yapılır. Maça üretiminde, silis kumu (SiO_2), kromit kumu (FeCr_2O_4), olivin kumu ($(\text{Mg}, \text{Fe})_2 [\text{SiO}_4]$) ve zirkon kumu (ZrSiO_4) kullanılmaktadır. Bağlayıcı olarak ise, gelişen teknoloji ile birlikte döküm fabrikalarında sentetik reçineler kullanılmaktadır [3].

Kalıplama prosesi:

Döküm parçanın dışını oluşturan (üretilecek parçanın negatifi) kum kütlelerine kalıp denir. Kalıp kumu, %99 silis kumudur (SiO_2). Kalıplama işleminde silis kumunun kalıp şeklini muhafaza etmesi bentonitin bağlayıcılığı ile olmaktadır. Bentonit çoğunlukla montmorillonit ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) içeren bir mineraldir. Bentonitin en önemli özelliği su ile hidrasyonu sonucu şişmesidir. Bu özelliği ile kalıp kumunda bağlayıcılık görevi görür. Döküm sonrası kalıplar kolay bozulabilme özelliğine sahiptir [3].

Ergitme prosesi:

Dökme demirlerin katı fazdan sıvı faza geçebilmesi için yüksek enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır. Demir ergiten bir döküm fabrikasında sıvı metal ergitimi için endüksiyon, ark veya kupol ocakları kullanılmaktadır. Müşteri şartnamelerinde ve malzeme standartlarında belirtilen mekanik ve kimyasal özellikleri içeren metal için pik, çelik hurda ve döndü gibi hammaddeler ile alaşım elemanları ergitme ocaklarında ergitilir. Ergimiş metal, belirlenen döküm sıcaklığına çıkarıldıktan ve aşılama işlemi de tamamlandıktan sonra hazırlanan kalıplara dökülerek döküm parça elde edilir [3].

Ergitme ocakları:

Metalin ısıtılarak eritilmesi için ergitme ocaklarından yararlanılır. Döküm teknolojisinde bu amaçla değişik ergitme ocaklarından yararlanılır:

- Potalı Ocaklar
- Kupol Ocakları

- Alevli Ocaklar
- Elektrikli Ark Ocakları
- Endüksiyon Ocakları
- Elektrik Direnç Ocakları

Bir dökümhane için en uygun ergitme ocağının veya ocaklarının seçiminde dikkate alınması gereken başlıca kriterler şunlardır:

- Dökülecek metal veya metallerin türü ve miktarı,
- İlk yatırım ve işletme giderlerinde ekonomiklik,
- Döküm parametrelerini kontrol imkanları ve metalürjik temizlik.

Potalı ocaklar:

Metal eritmede kullanılan en basit ve eski araçlar, potalı ocaklardır. Bu ocakların sabit ve devrilebilen tipleri vardır. Potalı ocak, içi ateş tuğlası ile örülmüş bir metal kabuk ile açılıp kapanabilen bir kapaktan oluşur. Ocağın içinde metalden veya refrakter özellikli malzemelerden (grafit, silisyum, karbür, dökme demir vb.) yapılmış bir pota bulunur. Küçük potalar genellikle atölye tabanı seviyesinin altında bulunan sabit çukur ocaklarda, büyük potalar ise taşınmaları güç olduğundan, genellikle devrilebilir tip ocaklar içinde kullanılır. Sabit ocaklarda potalar kapak açılarak çıkarıldığından, üretilen metalin türü ve miktarına uygun değişik potalar seçilerek, ocak çok amaçlı olarak kullanılabilir [4].



Şekil 3. Potalı Ocak [5]

Kapasiteleri 15 kg ile 1000 kg arasında değişen potalı ocaklarda, ısı kaynağı olarak çoğunlukla katı, gaz ve sıvı yakıtlar veya elektrik enerjisinden yararlanılır. Potalı ocaklarda genellikle alüminyum ve bakır alaşımları gibi düşük sıcaklıkta eriyen demir dışı metaller eritilir.

Potalı ocakların en büyük dezavantajı, yanma gazları ve ortamdaki nemden kaynaklanan buhar ile eriyen metalin temasta olmasıdır. Bu gazların (özellikle hidrojen gazının) metal içinde çözünmesini önlemek için ortamın nemden tam olarak arındırılması, fırın atmosferinin hafif oksitleyici olarak ayarlanması ve yanma gazlarının eriyikle mümkün olduğu kadar az temas etmesinin sağlanması büyük önem taşır [4].

Kupol ocağı:

Kupol ocağı sacdan yapılmış ve içi refrakter tuğla ile örölerek astarlanmış, silindirik düşey bir ocaktır. Sıvı dökme demir elde etmek için kullanılan kupol ocakların, kapasiteleri 20 ton/Saat'e kadar çıkabilir [4].



şekil 4. Kupol Ocağı [6]

Dökme demirin eritilmesinde yaygın olarak kullanılan bu ocağın en önemli özellikleri şöyle sıralanabilir:

Süreklilik: Sıvı metal, ocaktan istenilen aralıklarda ve miktarlarda alınabilir. Kalıp hazırlama hızı ile metal eritme hızının birbirine uygun olarak seçilmesiyle seri üretimde süreklilik sağlanabilir.

Ekonomiklik: Diğer bütün ergitme ocaklarından hem ilk yatırım, hem de işletme giderleri bakımından çok daha ekonomiktir.

Basitlik: Az yer tutar, kullanışı kolay, eritme süresi ise kısa olan bir ocaktır.

Özelliklerin Kontrolü: Ocaktan alınan dökme demirin bileşimi ve sıcaklığı, fırın şartlarının ayarlanması ile ancak belirli sınırlar içinde kontrol edilebilir. Bileşimin ve sıcaklığın daha hassas ayarlanması ile içyapı değişimlerinin en aza indirilmesi istenirse, erimiş metal önce ikinci bir ocağa alınır, gerekli düzeltmeler burada yapıldıktan sonra döküme geçilir [4].

Alevli ocaklar:

Bu tür ocaklarda alev, eritilen metal yüzeyini yalayacak şekilde uygulanır. Yakıt olarak gaz, sıvı ve pülverize kömür kullanılabilir. Genellikle dökme demirin kupol ocakta eritildikten sonra bekletilerek kimyasal bileşiminin ayarlanmasının gerektiği (örneğin temper döküm) durumlarda ve demir dışı (alüminyum ve bakır alaşımları) metallerin eritilmesinde kullanılır [4].

Elektrikli ocaklar:

Döküm ocaklarında elektrik enerjisinden yararlanılması 19. yüzyılın sonlarında başlamış, elektrik enerjisinin giderek ucuzlaması ve yöntemin üstünlüklerinin anlaşılması ile yaygınlaşarak değişik ocak tipleri geliştirilmiştir. Elektrikli ocaklar Ark ocakları, Endüksiyon Ocakları ve Direnç Ocakları olmak üzere üç gruba ayrılır.

Elektrikli ocakların üstünlükleri aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- 3000°C gibi yüksek sıcaklıklara ulaşmak mümkündür,

- Sıcaklığın kontrolü kolaydır,
- Çalışma ortamı temizdir, eritilen metalin bileşimi bozulmaz. Ayrıca arıtma ve alaşımlandırma gibi işlemler kolaylıkla gerçekleştirilebilir.
- Her türlü alaşım için değişik kapasitelerde ocaklar geliştirilmiştir [4].

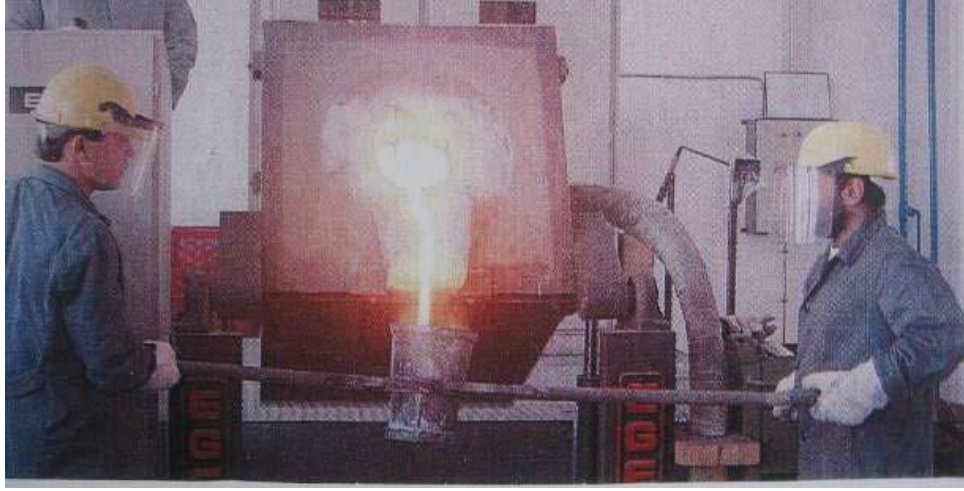
Ark ocakları:

Burada metalin eritilmesinde, ocak içinde oluşturulan bir elektrik arkından açığa çıkan ısıdan yararlanılır. Elektrik arkı metal dışında iki elektrot arasında oluşturulursa endirekt ark, elektrotlarla erimiş metal banyosu arasında oluşturulursa direkt ark ocağından söz edilir.

Direkt ark ocaklarının kullanımı daha yaygındır. Direkt ark ocağında genellikle 3 adet karbon elektrot bulunur, bu elektrotlara uygulanan gerilim düşük, akım ise yüksektir. Bu eritme yöntemi yüksek sıcaklıkta eriyen kaliteli çeliklerin alaşımlı dökme demirlerin eritilmesinde tercih edilir. Direkt ark ocaklarından kapasiteleri en çok 10-40 ton olanlar kullanılır. Eritme kapasiteleri çok daha düşük olan (en çok 1 ton) endirekt ark ocakları ise demir dışı metallerin eritilmesinde kullanılırlar [4].

Endüksiyon ocakları:

Endüksiyon ocakları, çekirdeksiz ve çekirdekli (kanallı) olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Her iki ocakta da metali normal bir transformatörün birincil sargısı olarak düşünülebilecek elektrik bobini çevreler. Bu bobinden geçen alternatif akım, ikincil sargı olarak düşünülebilecek iletken metal içinde girdap akımları endükleyerek ısının açığa çıkmasına neden olur. Isı, doğrudan doğruya eritilecek metal içinde ortaya çıktığından, çok temiz ve hızlı bir eritme gerçekleşir. Erimiş metalde oluşan akımlar, metal banyosunda bir karışma hareketi de sağlar. Bu ocaklar çelik, dökme demir, alüminyum alaşımları gibi değişik metallerin eritilmesinde kullanılabilirler [4].



Şekil 5. Endüksiyon Ocağı [6]

Çekirdeksiz tip endüksiyon ocağında potanın etrafı su ile soğutulan bakır borudan yapılmış bir bobin ile çevrilidir. Çekirdekli veya kanallı tipte ise sıvı metal, primer sarının çekirdeği çevresinde bir kanal oluşturur. Bu ocakların güçleri daha düşük, elektriksel verimleri ise daha yüksektir. Kanallı endüksiyon ocaklarında çalışmaya ilk başlarken kanalı dolduracak kadar bir sıvı metalin doldurulması gerekir. Bu tip ocaklar genellikle eritme için değil, bekletme ve aşırı ısıtma gibi işlerde tercih edilirler [4].

Direnç ocakları:

Bu ocaklarda elektrik akımının bir direnç üzerinden geçmesi sırasında oluşan ısıdan yararlanılır. Direnç ocaklarının uygulama alanları sınırlıdır. Genellikle erime sıcaklığı düşük malzemeler için tercih edilirler. Direnç için tel veya içinden yüksek akım geçirilen grafit ve silisyum karbür çubuklar kullanılabilir [4].

Döküm prosesi:

Döküm tekniği, metal veya alaşımlarının, eritildikten sonra kalıpları tam dolduracak şekilde katılaştırılması yoluyla yapı parçalarının elde edilmesi temeline dayanır. Metallerin sıvı haldeyken sahip oldukları çok yüksek şekil alma yeteneği, bu teknik ile değerlendirilir. Döküm öncesinde metal eritilir ve döküm sıcaklığına çıkarılır. Kalıba dolan metal soğumaya başlar, sıcaklık belli bir değere düştüğü

zaman katılaşma başlar ve katılaşma tamamlandığında hala sıcak olan parça oda sıcaklığına kadar soğur. Bu sırada önemli miktarda ısı uzaklaştırılır ve faz dönüşümleri olabilir. Döküm sonrasında parça kalıptan çıkarılır, parçaya ait olmayan kısımlar uzaklaştırılır ve yüzey temizlenir [3].

Temizleme prosesi:

Döküm parçanın temizlenmesine ilişkin işin büyük kısmı temizleme atölyelerinde tamamlanmaktadır. Temizleme süreci, kalıp kumu ve maça kalıntılarının temizlenmesi, yolluk ve besleyicilerin ayrılması ile çapakların taşlanması aşamalarından oluşmaktadır. Bu temel işlerle birlikte, gerekli olması durumunda, ısıl işlem, tashih ve kalite kontrol işlemleri de yapılmaktadır [7].

Dökümü yapılan kalıpların soğutulmasının ardından kalıplar bozularak döküm parça, yolluk sistemi ve atık kumlar ile birlikte temizleme bölümüne gönderilir. Burada parçalar önce kum maça artıklarından ayrılmasını sağlayan, çelik kumun parça üzerine savrulduğu temizleme makinelerinden geçirilir. Daha sonra döküm parça, CNC taşlama makinelerinde veya el işçiliği ile zımpara taşları kullanılarak parçanın kalıp ve maça birleşim yerlerinde oluşan çapaklardan arındırılır. Tekrar çelik kumlama makinesinden geçirilen döküm parça, istenen spesifikasyona göre boyanarak işlenmek üzere, işleme fabrikalarına gönderilir [3].

Döküm süreçlerinin, hem dökümhane içinde, hem de üretim tamamlandıktan sonra önemli çevresel etkileri vardır. Her ne kadar döküm sanayinin ana hedefi en ekonomik şekilde döküm parça üretimiye de, üretim süreçlerinin yanında dökümhanelerin çalışma koşulları ve çevresel etkileri her geçen gün daha da önemli bir konuma gelmektedir. Üretim süreçlerini incelediğimizde, döküm sanayinin doğal kaynaklara dayalı olduğunu görebiliriz. Bu doğal kaynaklar, ticari ürünü oluşturan metaller ve alarım malzemelerinin ötesinde, kumlar, çeşitli mineraller, yakıtlar, enerji, kimyasallar ve su olarak özetlenebilir. Döküm sürecinin çıktısı, üretilen döküm parçaların yanında, prosesten kaynaklanan atıklardır. Döküm fabrikalarının üretim prosesleri, etkileri ve atıkları Tablo 6 'da verilmiştir [3].

Tablo 6. Döküm Proseslerinin Etkileri ve Atıkları

PROSES	ETKİLER VE ATIKLAR
MAÇA	Doğal kaynak kullanımı, gaz emisyonları, maça firesi, yangın, insan sağlığı, su kirliliği, gürültü
KALIPLAMA	Doğal kaynak kullanımı, gaz emisyonları, fan tozları, gürültü, atık kum, gürültü
ERGİTME	Doğal kaynak kullanımı, fan tozları, gürültü, gaz ve toz emisyonları, metal atıkları, VOC emisyonu, atık boya ve atık su
DÖKÜM	Doğal kaynak kullanımı, gaz emisyonları, yangın
TEMİZLEME	Doğal kaynak kullanımı, gürültü
SEVKİYAT	Araç emisyonları, ambalaj atıkları

Her dökümhanenin riskleri kendine özgü olabilir. Örneğin metal olarak magnezyum kullanan bir dökümhanedeki parlama riski (demir, alüminyum vb.) başka cins metal kullanan dökümhanede olmayabilir.

Genel olarak dökümhanelerdeki sağlık ve güvenlik tehlikeleri, dökümde kullanılan metalin cinsine, döküm prosesine, dökümün boyutuna ve mekanizasyonun seviyesine bağlı olarak değişir. Bu araştırma kapsamına demir dökümü yapılan dökümhaneler alınmıştır.

DEMİR DÖKÜMHANELERİNDE KULLANILAN ANA GİRDİLER

Demir dökümhaneleri ile ilgili, sık kullanılan bazı terimlerin açıklanmasında yarar vardır.

Pik Demir – Dökme Demir – Çelik

Pik Demir; çalışılan ham maddenin bileşimine ve kısmen çalışma koşullarına bağlı olarak pik'in kimyasal yapısı aşağıdaki limitler arasında değişmektedir.

Tablo 7. Pik Demirin Kimyasal Yapısı

%Fe	%C	%Mn	%Si	%S	%P
90-95	3,5-4,5	0,5-0,8	0,7-3,5	0,02-0,12	0,10-0,90

Dökme Demir; birçok döküm piki ve hurdaların harmanlanıp eritilmesi sonucunda elde edilir. Dökme demir ortalama %1,7'den fazla karbonu bünyesinde bulunduran bir demir-karbon alaşımdır. Genellikle %2,4-%4 karbon ve bunun yanında dökme demirin özelliklerine oldukça etki eden silisyum da vardır. Ayrıca değişik oranlarda Mn, S ve P bulunabilir.

Çelik; bileşiminde %1,8'den daha az karbon bulunan demir ve karbon alaşımdır. Çeliğin bileşiminde demirle alaşım yapmış çeşitli elementler bulunur. Bu elementlerin oranı genellikle %0 - %5 arasında değişir. Bileşiminde karbon ve silisyum mutlaka vardır. Karbon pek ender olarak %1'i aşar (genellikle %0,2 - %0,7 arası). Silisyum ise %0,1 ile %0,7 arası, bazı özel çeliklerde (yay çeliği gibi) daha çok oranda (%2-%4) bulunur [8].

Döküm Kumu

Ülkemizde kullanılan bazı döküm kumlarının özellikleri Tablo 8'de belirtilmiştir.

Tablo 8. Türk Döküm Kumlarının Kimyasal Bileşimleri

% Kum	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	Yanma Kaybı	Hesaplanamayanlar
Çorlu	82,54	1,68	0,30	2,36	4,20	0,11	8,05	0,73
Erdek	91,26	3,65	0,21	0,35	0,23	0,18	0,32	3,80
Gönen	91,17	1,35	0,23	0,33	0,27	0,19	0,45	0,01
Küçükköy	92,02	1,46	0,14	0,22	0,32	0,05	0,37	0,42
Podima	96,16	1,23	0,18	0,16	0,34	0,10	0,94	0,89
Şile	94,20	3,22	0,16	0,13	0,12	0,04	0,27	1,86
Zonguldak	93,58	3,36	0,26	0,17	0,18	0,28	0,54	1,63

Tablo 9. Kum Hazırlamada Kullanılan Özel İlaveler

İlave	Miktarı (%)	Özelliği
Mısır Unu	2,0	Yaş ve kuru dayanıklılığı artırır.
Katran	3,0	Sıcak dayanıklılığı artırır, döküm yüzeyini düzeltir.
Deniz kömürü (Toz haline getirilmiş bitümlü kömür)	2,0-8,0	Yüzey temizliliği ve döküm parçalarının kolaylıkla temizlenmesini sağlar.
Grafit	0,2-2,0	Kumun kalıplanabilme özelliğini artırır.
Fueloil	0,01-0,1	Kumun kalıplanabilme özelliğini artırır.
Odun talaşı	0,5-2,0	Kumun genişmesini azaltır, kolay kırılabilmesini sağlar.
Perlit (Genleşmiş alüminyum silikat)	0,5-1,50	Kumun ısı dengesini düzenler, besleyici izole etmede kullanılır.
Melas, Dekstrin		Kuru dayanıklılığı artırır.

Maça Malzemesi ve Özellikleri

İyi bir maçaya sahip olabilmek için, maça bileşenlerinin istenen özelliklerde olması, kullanılan malzeme ile en uygun maça bileşiminin oluşumu, harmanlama koşulları, pişirme sıcaklığı ile süresinin bilinmesi ve uygulanması gerekmektedir.

Maça – kum karışımları kum taneleri ile yaş ve kuru dayanıklılık için katılan bağlayıcılarla, özel amaçlarla ilave edilmiş diğer katkı maddelerinden oluşur.

Maça Kumları:

Maça yapımında çoğunlukla silis kumu kullanılmaktadır.

Tablo 10. Maça Kumu Karışımlarında Kullanılan Bazı Öğütülmüş Refrakter Malzemelerin Özellikleri

Özellik	Silis Kum	Zirkon Kum	Olivin Kum	Karbon	Şamot
Özgül Kütle (gr/cm ³)	2,65	4,6-4,7	3,25-3,40	-	2,50-2,70
Erime Derecesi (°C)	1720	1900-2550	1760-1900	3540	1705-1760
Özgül Isı (cal/gr)	0,275	0,131	0,22-0,33	-	0,25
Kimyasal	SiO ₂	SrSiO ₄	%84 2MgO.SiO ₂ , %9 2FeO.SiO ₂ , Dengeleyici miktarda enstatit, serpantin ve kromit	C	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄

Şamot, ateş tuğlası ve yüksek derece sıcaklıklara dayanıklı diğer eşyaların yapımında kullanılan bir kil türüdür. Fırında kaldığı sürece koruduğu dayanıklılık nedeniyle, boru ve benzer çömlek parçaların üretiminde kullanılır. Geleneksel tuğla kiline nazaran, taş halinde derin madenlerden elde edilir.

Görüldüğü gibi zirkon ve olivin kumları diye adlandırılan yabancı kaynaklı kumlardaki yüksek erime noktaları, yüksek hacimsel ağırlık değerleri ve ısısal

kapasiteleri, bu kumların silisli kumların yeterli olmadığı yerlerde de kullanımını sağlar [8].

Maça bağlayıcılar:

Bağlayıcılar karışıma, kum tanelerini bir arada tutmak, bileşime belirli bir dayanıklılık kazandırmak, aşınmayı ve kolay yıkılmayı önlemek amacı ile katılırlar.

Maça bağlayıcıları, özellikleri ve katılım oranları aşağıda özetlenmiştir.

Bezir yağı: Genellikle karışıma katılım oranı %1-%1,5 arasında değişmektedir. Bu yağ maça kumu taneciklerinin etrafına ince bir tabaka haline bulaşır ve ısı altında yükseltgenerek sertleşir. Maçanın gaz miktarı bezir yağı oranı ile doğrudan ilgilidir. Bu yüzden döküm için en uygun oran ve bileşiminin bulunup buna uygun miktarda bezir yağı kullanılması gereklidir.

Su içinde çözünebilen bağlayıcılar: Bunlar un, dekstrin ve melas gibi maddelerdir. Un, yağ dayanıklılık değerini ayarlamak amacı ile kullanılır. Bileşime %0,5-%2,0 oranları arasında katıldığında her santimetre kare için 0,07-0,175 kilogramlık bir yağ direnç değerinin düşmesini önlemek için karışımda bulunan bezir yağı oranının üç katından daha küçük oranlarda katılmalıdır.

Sülfat bağlayıcılar: Kağıt yapımında yan ürün olarak elde edilen ve su içinde çözünen bileşikleridir. %60-%70 oranında katı kısmı bulunan sıvılar şeklinde kullanılmaktadır. Bağlayıcının bileşiminde bulunan su buharlaştığında dayanıklılık artar, pişme süresinde de çok yüksek yüzey sertlikleri elde edilir. %15 oranında kullanılmaktadır. Kolayca tekrar su emebildiklerinden maçalar durdukça yumuşayabilirler.

Katran tozu ve reçine: Maça kumu içinde toz haline getirilmiş şekilde %3'e kadar veya daha yüksek oranlarda kullanılır. Pişirme sırasında bu maddeler erir ve kum taneleri arasına akar, soğuduğunda çok sert bir maça oluşur. Her iki yapıştırıcı 175°C'den düşük derecelerde erirler. Bu bağlayıcıların kullanıldığı maçalar, erimiş metallerle karşılaştığında, erime noktaları düşük olduğundan eriyip maçayı yumuşatabilirler.

Odun talaşı: Maça ve kalıp kumlarının direnç değerini düşürmek amacı ile yaklaşık olarak %1'den düşük oranlarda katılmaktadır.

Su: Bağlayıcı ve katkı malzemeleri, karışımda dengeli bir su oranı bulunmadıkça istenilen şekilde etki gösteremezler. Bu oran %2,5 ile %7,0 arasında değişmektedir.

Maça bileşimleri:

Maça bileşimleri, bileşenlerin kalitesiyle doğudan ilgilidir. Çoğunlukla %1,0 bezir yağı, %1,0 un, %2,0-%7,0 su ve kum karışımı kullanılır.

Karışımlar dökülecek alaşımın kimyasal bileşim ve döküm sıcaklığı, döküm parçalarının şekil ve büyüklüğünün gerektirdiği değişik maça bileşimlerine göre ayarlanırlar.

Maça boyaları:

Maça boyaları dökümhanelerde yüzey kalitesinin ıslahı ve temizleme masraflarının düşürülmesi için kullanılmaktadır. Boyalar maça yüzeyine temas ettiğinde kum taneleri arasındaki boşlukları doldurup yüzeyi ince bir tabaka halinde kaplarlar. Böylece erimiş metalin maça ile karışımını önleyip düzgün bir soğuma sağlarlar [8].

Tablo 11. Dökümhanelerde Kullanılan Maça Boyaları

Döküm cinsi	Sıvı Kısım	Refrakter Kısım	Diğer Katkılar
Çelik (karbon)	94 litre su	68 kg çakmak taşı	5,45 kg bentonit
Çelik (mangan)	Yeterince su	100 kısım manyezit	20 kısım bentonit, 20 kısım su, %0,15 sodyum benzoat
Çelik (karbon)	11-15 litre su	13,25 kg çakmak taşı	1,65 kg bentonit, 3,32 kg suda çözünür reçine

Tablo 11. Dökümhanede Kullanılan Maça Boyaları (Devam)

Döküm cinsi	Sıvı Kısım	Refrakter Kısım	Diğer Katkılar
Çelik (karbon)	Yeterince su	136 kg zirkon	6,65 kg bentonit, 6,65 kg bezir yağı
Çelik (karbon)	Yeterince su	68 kg çakmak taşı, 8,15 kg krom cevheri	2,7 kg dekstrin
Dökme Demir	Çakmak taşı ve grafit esaslı boyalar kullanılır.		

DEMİR DÖKÜM SANAYİİNDE ZARARLI KİMYASAL VE FİZİKSEL ETMENLER

Kimyasal Etmenler

Toz:

Döküm sanayiinde çalışanların karşılaştıkları iş sağlığı sorunlarının başında toz gelmektedir. Toz çeşitli kaynaklarda değişik biçimde tanımlanmaktadır. 05.11.2013 tarihli ve 28812 sayılı resmi gazetede yayınlanan Tozla Mücadele Yönetmeliği'nde toz: işyeri ortam havasına yayılan veya yayılma potansiyeli olan parçacıklar olarak tanımlanmıştır [24].

Tozun organizmaya girişi ve etkileri:

5-10 mikron büyüklüğünde tozlar, burun kılları, mukus denilen sıvı, tüylü hücreler(silya) tarafından tutulur, yapışır ve aşağıdan yukarı doğru itilir. Terminal bronşiol'a kadar inenler titrekle hareketle geri atılmaktadırlar. Respiratuvar bronşiol'lara 3 mikron kadar olan tozlar inebilir ve burada tutulabilir. Çok küçük tozlar da (0,1 mikrondan küçük) akciğere girebildiği gibi verilen solukla dışarı çıkabilmektedir. Respiratuvar bronşiol'da özel sıvılar bulunmaktadır. Makrofaj denen hücreler yabancı cisimleri içine alır. Tozun solunum yollarıyla dışarı

atılmasına yardımcı olur. Bu hücreler tarafından lenf bezlerinde de tutulabilir. Lenf kanallarıyla uzaklaşarak solunum yolu ile atılmaktadırlar. En sonuncular da alveollere ulaşabilmektedir. Makrofajlar tarafından yutulanların çok az bir kısmı akciğer dokusunda birikebilmektedir. Orada mikronodüller meydana gelir. Mikronodüller kümeleşerek(birkaçı bir araya gelerek) nodül oluşturur. Akciğerlerde tozun birikimi sonucu doku hasarı ile seyreden hastalığa genel olarak pnömokonyoz adı verilmektedir. Yutulan toz silis ise kollagen lif oluşur ve bu da silikozis olarak adlandırılmaktadır.

Pnömokonyoz oluşumuna etki eden faktörler:

- Tozun cinsi,
Sebep olan toza göre değişik isimler alır; Silikozis, Asbestozis, Kömür tozu pnömokonyozu, siderozis vb.
- Parçacık büyüklüğü,
- Solunan havadaki toz yoğunluğu,
- Maruziyet süresi ve kişisel faktörlerdir [8].

Gazlar:

Demir döküm sanayiinde döküm alındıktan sonra, ölçülebilecek düzeyde en çok karşılaşılan gaz karbon monoksittir (CO). Karbon monoksit renksiz, tatsız ve hemen hemen kokusuzdur. Havadan daha hafif olan CO, havada mavi alevle yanar. Ortam atmosferindeki karbon monoksit yoğunluğu ile maruz kalanlarda görülen klinik belirtiler Tablo 12’de belirtilmiştir [8].

Tablo 12. CO Yoğunluğu ve Maruz Kalanlarda Görülen Klinik Belirtiler

Ortam atmosferindeki karbon monoksit yoğunluğu (ppm)	Başlıca klinik belirtiler
50	Hafif baş ağrısı
100	Orta derecede baş ağrısı ve baş dönmesi
250	Şiddetli baş ağrısı ve baş dönmesi
500	Bulantı, kusma ve kolaps
1000	Koma
10000	Ölüm

Çözücüler:

Çözücüler demir döküm sanayiinde çok az kullanılırlar. Bazı dökümhanelerde döküm, temizleme işleminden sonra, torna veya benzeri makinelerde daha başka işleminden geçirilmeyecekse, paslanma veya korozyona karşı boyanmaktadır. Bu boyama işleminde kullanılan boyaların içeriğinde veya boyaları inceltmek için genellikle çeşitli organik maddelerin karışımından meydana gelen çözücüler kullanılır. Çözücülerin işyerleri ve çalışanlar için iki önemli sakıncasından söz edilebilir. Bunlardan birincisi parlama ve yanma, ikincisi sağlık sakıncalarıdır. Endüstride en çok görülen meslek hastalıklarından biri de çözücülerin neden olduğu mesleki deri hastalıklarıdır [8].

Fiziksel Etmenler

Aydınlatma:

İyi bir aydınlatmanın çalışanlar ve işverenlerle ilgili birçok yararı vardır:

- Aydınlatma sistemi iyi kurulmuş ve aydınlatma düzeyi yapılan işe uygun olan işyerlerinde kaza sayısı daha az olur.
- İyi bir aydınlatma ile üretimde artış, makine ve teçhizatın bozulmasında azalma sağlanabilir.
- İyi bir aydınlatma düzeyi ile çalışanların moralinde yükselme, göz yorgunluğunda azalma sağlanabilir.
- Aydınlatma düzeyinin yükselmesiyle, görme doğruluğunda, güvenilirliğinde ve hızında artma, zaman kaybında azalma olur [8].

Demir dökümhanelerinde, özellikle taşıma tezgahlarında ve hassas işlerin yapıldığı maça yapım tezgahlarında çalışanlar için aydınlatma büyük önem taşımaktadır.

Termal konfor koşulları:

Ortamin termal konfor durumunu düzenleyen faktörler genel olarak; havanın sıcaklığı, nemi, hava akım hızı ve radyant ısıdır. İnsan vücudunun iyi çalışması,

sağlığı ve yaşamı için gerekli termal koşul vücut sıcaklığının normal düzeyde tutulmasıyla sağlanır. Sıcaklık, nem, hava akımı ve radyant ısı düzeyi ile belirtilen ortamın termal durumu, insan organizmasındaki ısı değişikliğini olumlu veya olumsuz yönde etkileyebilir. Dökümhanelerde ergitme ocağının çalışma sıcaklığı (1500 °C) ve dökümü yapılan malzemenin ortama yaydığı ısı nedeniyle çalışanlar sıcak hava ortamına maruz kalabilir [8].

Titreşim:

Titreşimler işyerlerinde makine, tezgah üzerinde veya kurulmuş sistemlerde veya binada meydana gelen, insanda el-kol sistemine aktarıldığında damar, kemik, eklem, sinir ve kas bozukluklarına; vücudun tümüne aktarıldığında bel bölgesinde rahatsızlık ve omurgada travmaya yol açabilmektedir. Dökümhanelerde kalıp yapımı ve taşlama işlemlerini gerçekleştiren çalışanlar el-kol titreşimine maruz kalmaktadır.

Gürültü:

Günlük yaşamda gürültü sorunları son yıllarda insanların daha çok ilgisini çekmeye başlamıştır. Birçok endüstriyel işlemde gürültü olduğundan bu ilgi özellikle endüstride daha çok önem kazanmıştır. Bu ilginin esas nedeni koruyucu önlemler alınmadan yüksek düzeyde ses ile etkilenme sonucu işitme kayıplarının oluşmasıdır. Diğer bir önemli neden de gürültünün psikolojik gerginliklere yol açması sonucu dikkatin dağılması ve dolayısıyla kaza olasılığının artmasıdır [8].

Fiziksel kavram olarak ses ile akustik gürültü arasında fark yoktur, aynı fiziksel birimlerle tanımlanırlar. Gürültü; insan ve toplum üzerinde olumsuz etkiler meydana getiren istenmeyen sesler olarak tanımlanabilir.

Demir dökümhanelerinde özellikle kalıp kırma, taşlama işlemlerinde ortaya çıkan gürültünün, çalışanları rahatsız ederek uzun süreli maruziyette işitme kayıplarına yol açabilecek düzeyde olduğu görülmüştür.

GÜRÜLTÜ

Yaşadığımız ortamı kirleten en önemli etkenlerden biri de gürültüdür. Genel olarak, istenmeyen seslere gürültü denilmektedir. İnsan kulağı 20-20000 Hz arasındaki sesleri duyabilir. Normal konuşma tonunda sesimiz 500 ile 2000 Hz arasında titreşim yapmaktadır. Bir de insanların duyamadığı infra ve ultra sesler vardır. İnfra sesler 20 Hz in altındaki seslerdir, ultrasesler ise 20000 Hz in üzerindeki seslerdir. Bunlar, duyulmamasına rağmen insanlarda bulantı hissi, baş dönmesi ve huzursuzluk nedeni olabilirler. İnfra sesler ve ultraseslerin özelliklerini sesin saniyedeki titreşim sayısı belirlemektedir. Bir de desibel olarak belirlenen sesin şiddeti vardır. Desibel (dB), logaritmik bir büyüklüktür ve ses basınç seviyesi (SPL) olarak tanımlanır.

Gürültünün İnsan Sağlığına Olumsuz Etkileri

Gürültü insanları huzursuz eden, onların iletişimini güçleştiren, dinlenme olanağını kısıtlayan, sinir sistemini olumsuz etkileyen ve zedeleyen, çalışma verimini düşüren ve işitme sorunları yaratan önemli bir etkindir. Gürültünün en olumsuz etkisi sağırılığa neden olmasıdır. Gürültü nedenli sağırılıkların nedenlerinden biri yüksek frekanslı gürültüye maruz kalmaktır. Gürültünün sürekliliği de işitme sistemi üzerindeki olumsuz etki açısından önem taşır. İş esnasında sürekli gürültüye maruz kalan bir kişi mesleki sağırılık sonucuyla karşılaşabilir [9]. Aşağıda 2010-2012 yılları arasında SGK istatistiklerine göre gürültü sonucu işitme kayıpları verilmiştir [10].

Tablo 13. SGK İstatistiklerine Göre İşitme Kayıpları

	2010	2011	2012
İşitme kaybı rakamları	13	5	2

Mesleki sağırılıkta esas olarak sürekli gürültü etkisine bağlı olarak kohlea denilen kulak bölümünün harabiyeti etkindir. Genellikle etkinin kişi tarafından

farkedilmesinden önce kohleadaki zararları belirmeye başlamaktadır. 80 desibelin altındaki seslerin sağırılık nedeni olamayacağına ancak, 90 desibelin üzerindeki seslerin sağırılık tehlikesi yaratabileceğine inanılmaktadır. Bu nedenle aşırı gürültülü ortamda çalışanlarda koruyucu önlemlerin alınması gereği doğmaktadır. Bu amaçla kulak tıkaçlarından yararlanılır. Bunların değişik gürültü düzeylerinde etkili olan değişik tipleri bulunmaktadır.

Sağlıkta gürültü tanımı biraz daha değişiktir. Özellikle gelişen toplumlarda gürültünün neden olduğu etkilerin meslek hastalıkları ve tazminat ödenmesi gereken hastalıklar arasında sayılmaya başlandığında gürültüyle ilgili kayıt sistemlerinde önemli gelişmeler olmuştur. Perçinleme, çekiçleme gibi uygulamaların iş sağlığında yarattığı etkiler, bu gibi işyerlerinde kişilerin odyometrik olarak değerlendirilmesi ve izlenmesi gereğini çıkartmıştır. Günümüzde gürültünün, sağırılığın yanı sıra değişik ruhsal ve sinir sistemi hastalıklarına neden olabileceği belirlenmiştir. Sağırılığın başlangıçta belirsiz ilerlemesi, başlangıç döneminde belirlenmesi durumunda düzeltilebilir özellik taşıması, daha sonra geri dönülemez nitelik kazanması iş sağlığı açısından gürültünün önemini arttırmıştır. Fazla gürültülü ortamda bulunma, iç kulaktan başlayarak önemli işitme kayıplarına neden olur. Ayrıca uyku bozuklukları, uyuyamama, stres ve iş yapabilme yeteneğinde azalmaya da yol açar. Gürültünün fiziksel, fizyolojik, psikolojik ve iş yapabilme yeteneğindeki olumsuz etkilerini önleyecek koruyucu uygulamalara ağırlık verilmelidir. Gürültü:

1. Kişileri huzursuz eder,
2. Sözel iletişimi engeller,
3. Çalışma etkinliğini azaltır, düşünmeyi engelleyebilir. Bellekle ilgili çalışmalar, sözcük öğrenme amacıyla yapılan çalışmalar gürültüden etkilenmektedir,
4. Uykuda rahatsız eder, uykuya dalmayı güçleştirir,
5. İşitme duyusu ve yollarında zararlara yol açar,
6. Davranış bozukluklarına neden olabilir (Sinirlenme, heyecanlanma),
7. Karakter değişikliklerine neden olabilir. Eğilimi olanlarda sorunların ve bunalıtların ağırlaşmasına yol açar. Çabuk sinirlenme ve kızgınlığa yol açar,
8. Seslerin arasındaki nitelik farklarının belirlenebilmesi güçleşir,
9. Problem çözme yeteneğinde azalma olur,

10. Aralıklı ve ani gürültü kişide ani adrenalin deşarjı yaratarak kalp atış oranını, solunum sayısını, kan basıncını arttırmakta, dikkat azalması, uyku düzeninde bozulmalara neden olabilmektedir. Ani gürültüde kalp hızı artmakta, gözbebeklerinde genişleme olmaktadır.

Gürültü nedenli işitme kaybı olanlarda yüksek frekanslı seslere karşı etkileme söz konusu olduğundan, sesli harfleri kolay duyarlar. Özellikle yüksek frekanslı (high pitch) seslerle konuşan kadın ve çocukların konuşmalarının anlaşılmasında güçlükler olabilir.

Kalıcı özellikteki işitme kaybı iç kulaktaki ses duyu hücrelerinde kalıcı değişikliklerin sonucudur. Bunlar iç kulaktaki kıl hücrelerdir ve kıl hücrelerindeki zararın geriye döndürülebilmesi mümkün değildir. İşitme sinir sistemindeki nöronlarda da hasar ortaya çıkabilir [9].

Gürültü ile oluşan işitme yitimlerinin özellikleri:

- İşitme kaybı bilateralidir.
- Kulağın ilk işitme kaybı 4000 Hz frekansında olur. Daha sonra konuşma frekanslarını etkilemeye başlar.
- Oluşan işitme kaybı sinirsel tipte bir kayıp olduğundan kesin tedavisi yoktur. Bu nedenle gürültüden korunma son derece önemlidir.

Uzun süre şiddetli gürültüye, örneğin 90 dB(A)'nın üzerindeki seslere maruz kalan kişilerde geçici ve sürekli işitme kayıpları meydana gelebilir.

Geçici işitme kayıpları, uzun süre gürültüye maruziyet sonucunda ortaya çıkan ve belli bir süre dinlendikten sonra iyileşebilen işitme kayıplarıdır. Bu kayıplara ilişkin iyileşme sürelerine örnek olarak; 90 dB(A)'lık bir gürültüye 100 dakika maruz kalma sonucunda ortaya çıkan yaklaşık 18 dB(A) - 20 dB(A)'lık bir işitme kaybının ortadan kalkabilmesi için gerekli olan iyileşme süresi yaklaşık olarak 1000 dakikadır. Yani ortaya çıkan işitme kaybının iyileşebilmesi için, maruz kalma süresinin 10 katı kadar bir iyileşme süresine ihtiyaç olduğu ortadadır.

Aynı şiddetteki düşük frekanslı sesler yüksek frekanslı seslere göre daha az hasar yaparlar.

Endüstriyel gürültü genellikle 4 kHz spektrumunda işitme kaybına yol açar. Gürültünün neden olduğu işitme kaybı sadece kişilerin normal işitme düzeyindeki sesleri algılamalarını değil aynı zamanda sesin algılanış biçimini de etkilemektedir.

Birçok hipofiz hormonunun gürültüden etkilenmesine bağlı olarak gürültü, kan basıncını artırıcı etki yapar.

Gürültünün performansı ileri derecede olumsuz etkilediği bilinmektedir. Verim düşmektedir. Gürültü etkisinde kalındığında çok sayıda hipofiz hormonunun salgılandığı belirlenmiştir. Gürültünün vücut işlevleri üzerindeki etkisi otonom sinir sistemi tarafından yönlendirilmektedir. Kan basıncı üzerindeki etkisi genellikle 80 dB in altında görülmemektedir. Yüksek gürültülü ortamda çalışmakta olan kişilerin dolaşım sistemi sorunlarıyla daha büyük oranda karşılaştığı belirlenmiştir.

Bu olumsuz etkiler en belirgin olarak işitme organını etkiler ve akustik zedelenme yada travma, geçici eşik kaybı ve kalıcı eşik kaybına neden olabilir. Başlangıçtaki etki işitme yorgunluğu olarak tanımlanır ve bu sesin şiddeti ve yoğunluğu arttıkça işitme yorgunluğu da artar. Tek bir ses birbirinden ayrı iki ses olarak algılanabilmektedir. Ses ardı çınlama, uğultu gibi belirtiler verebilir.

Sesin fiziksel özellikleri:

Gürültü havada bulunan partiküllerin ses dalgalarının etkisiyle sıkışıp genişlemesine bağlı olarak ortaya çıkan bir etkidir. Bu durum hava basıncı değerinin frekans ve şiddet farklılıkları yaratabilecek biçimde düşmesine ve yükselmesine yol açar. Sesin iki temel karakteristiği, frekans (pitch) ve şiddettir (loudness). Sesin şiddeti (loudness) doğrudan kulak zarına ulaşan mekanik basınçla ilişkilidir. Frekans saniyedeki titreşim sayısıdır. Belirli bir yoğunlukta düşük frekansların işitme kayıplarına yol açma olasılığı daha yüksektir. Ses tahmin edilmeyen ve kontrol edilemeyen nitelik kazandıkça rahatsız edici özelliği daha da artar.

Frekans saniyede titreşim sayısıdır ve Hertz olarak ölçülmektedir. İnsanlar genellikle 500-2000 Hz arasında konuşur. İnsan kulağı 20-20000 Hz. arasındaki sesleri duyar. Bu sınırın dışındaki sesler duyulamayabilir. Ancak zararlı etkileri sürmektedir. Bu seslerin düşük olanlarına infrases, yüksek olanlarına ise ultrases denmektedir.

Sesin şiddeti, desibel (dB) olarak ölçülür. Bu değer kulağın frekans duyarlılığını esas alır. Aritmetiksel olarak artmaz. Desibel, fiziksel gürültü seviyesinin logaritmik ölçümüdür. Desibel çizelgesinde 0 değeri sağlıklı insan kulağının işitebileceği en düşük ses seviyesini tanımlar. Desibel ölçümü lineer bir birim değildir. 10 desibel 1 desibel sesin on katı şiddette bir değerdir. 20 desibel ise 100 katı şiddettedir. 40 desibellik bir değer ise 10000 kat bir değerdir. Kulak 0-140 dB arası sesleri algılar. 120 dB değerinde kulakta rahatsızlık olur. 125-135 desibel arası sesler kulakta belirgin ağrı nedenidir. 140 dB değerinde ise ağrı, kulak zarı yırtılması gibi etkiler ortaya çıkabilmektedir. Bu, kulakta kalıcı zararların ortaya çıkması anlamına gelmektedir. Delici çekiçler 110 dB, öğütme atölyeleri 110 dB, havalı çekiçler ise 130 dB'lik bir gürültü nedenidir. Uzun süreli olarak bu seslere maruz kalmak kalıcı sağırılıklara neden olabilmektedir. Sese alışılabilir. Ancak ses, maruz kalanlar üzerindeki etkilerini sürdürür.

Gürültü kaynakları:

Bazı ses ölçüm sonuçları dB(A) olarak ölçülmektedir. Bu değer kulağın frekans duyarlılığını esas alır. Desibel fiziksel gürültü seviyesinin logaritmik ölçümüdür. A simgesi gürültünün yere göre ağırlıklandırıldığını ve düşük frekans değerlerine daha az önem verildiğini göstermektedir. dB olarak ölçüldüğünde bir yuvarlak testere ile otobüsün ses değeri aynıdır. Ancak testerede yüksek frekanslı seslerin oranı daha yüksek olduğu için rahatsız edici ve zararlı etkileri daha büyük boyuttadır. dB(A) değişik frekans değerlerinin ağırlıklı olarak ölçümünü sağlar.

Gürültü kontrolü:

Gürültü kontrolünün ilk aşaması ses seviyesi ölçümü ve gürültü dozimetreleri ile etkileyen gürültünün frekans ve şiddetinin belirlenmesidir. Ses emici ve titreşimi azaltıcı bazı önlemlerle gürültünün azaltılmasına çalışılır. İş yerlerinde kişisel koruyucularla yapılan gürültü önleyici çabaların yanı sıra gürültünün kaynakta azaltılmasına yönelik önlemler de alınması gerekmektedir. Makinelerin sesini maskeleyen ve azaltan teknolojik müdahaleler iş yerinde gürültünün azaltılmasına yönelik uygulamaların başında gelmektedir.

Dış kulak yoluna konulan poliüretan tıkaçlar düşük frekanslarda 25 dB(A), yüksek frekanslarda 40 dB(A) kadar seslerin şiddetinin azalmasını sağlar. Ancak

kulaklıkların gürültüyü önleme derecelerinde önemli değişimler vardır. Köpük kauçuk ve muma batırılmış pamuktan yapılmış olanlar aşağı yukarı 25 dB(A) civarında bir azalma sağlar. Kulak üstü kulak kepçesine takılarak kullanılanlar 35 dB(A)'lık bir azalma sağlar. İkisi birlikte kullanılacak olursa 45 dB(A)'lık bir koruma olanağı verirler [9].

YASAL DÜZENLEMELER

Ulusal Mevzuat

Gürültüyle ilgili yasal düzenlemeler 28.07.2013 tarihli ve 28721 sayılı resmi gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren “Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik” te belirtilmiştir. Maruziyet eylem değerleri, maruziyet sınır değerleri, maruziyetin önlenmesi ve azaltılması ile ilgili maddeler (Madde 5, Madde 8, Madde 9, Madde 10, Madde 11), yönetmelikte yer almaktadır.

Ayrıca 16.07.2013 tarihli ve 28709 sayılı resmi gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren “Sağlık Kuralları Bakımından Günde Azami Yedi Buçuk Saat veya Daha Az Çalışması Gereken İşler Hakkında Yönetmelik”in 4. maddesinde “döküm sanayii işleri” ve “gürültü düzeyi en yüksek maruziyet etkin değerini (8h=85 dB(A)) aşan işler” hükümleri yer almaktadır. Bu işyerlerindeki azami çalışma süresi 7,5 saat olarak belirlenmiştir.

Uluslararası Mevzuat

Tablo 14. Uluslararası Mevzuattaki Gürültü Maruziyet Değerleri

Kuruluş	Maruziyet Değeri
HSE (Health and Safety Executive – İngiltere İş Sağlığı ve Güvenliği Kuruluşu) [13]	<u>Düşük maruziyet eylem değerleri:</u> - Günlük veya haftalık kişisel gürültü maruziyeti: 80 dB(A) - Peak Ses basıncı seviyesi: 135 dB(C)
	<u>Yüksek maruziyet eylem değerleri:</u> - Günlük veya haftalık kişisel gürültü maruziyeti: 85 dB(A) - Peak Ses basıncı seviyesi: 137 dB(C)
	<u>Maruziyet sınır değerleri:</u> - Günlük veya haftalık kişisel gürültü maruziyeti: 87 dB(A) - Peak Ses basıncı seviyesi: 140 dB(C)
OSHA (Occupational Safety and Health Administration – Amerikan İş Sağlığı ve Güvenliği Örgütü) [14]	8 saatlik maruziyet değeri: 90 dB(A).
NIOSH (The National Institute for Occupational Safety and Health – Amerikan Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü) [15]	8 saatlik maruziyet değeri: 85 dB(A).

GEREÇ VE YÖNTEMLER

KULLANILAN METOT

İSGÜM, bilindiği üzere 2013 yılının Mart ayında bağlı bölge şeflikleriyle birlikte TÜRKAK denetimlerini geçirmiş ve bunun neticesinde de 03.10.2013 tarihinde gürültü ölçüm metodundan akredite olmuştur [17]. Gürültü ölçümlerinde TS EN ISO 9612:2009-“Akustik çalışma ortamında maruz kalınan gürültünün ölçülmesi ve değerlendirilmesi için prensipler” standardında belirtilen metot kullanılmaktadır.

Akreditasyon Sertifikası Eki (Sayfa 1/1)

Akreditasyon Kapsamı

 Test TS EN ISO/IEC 17025 AB-0493-T	T.C. ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI İş Sağlığı Ve Güvenliği Enstitüsü Müdürlüğü (İ S G Ü M) Ankara Merkez Laboratuvarı Akreditasyon No: AB-0493-T Revizyon No: 00 Tarih: 03-Ekim-2013 Deney Laboratuvarı Adresi : İstanbul Yolu 14. km No:464 Köyler 06370 ANKARA / TÜRKİYE Tel : 0312 257 16 90 Faks : 0312 257 16 11 E-Posta : halil.polat@csgb.gov.tr Website : www.isgum.gov.tr	
Deneyi Yapılan Malzemeler / Ürünler	Deney Adı	Deney Metodu (Ulusal, Uluslararası standartlar, işletme içi metodlar)
Gürültü	Kişisel Gürültü Maruziyeti Ölçümü	TS EN ISO 9612
Ortam Havası (Numune Alma ve Analiz)	Havada Kurşun ve Kurşun Bileşikleri Tayini	TS ISO 8518

KAPSAM SONU

Şekil 6. İSGÜM Akreditasyon Kapsamı

Standardın içeriğinden, ölçümler için uyulması gereken şartlardan ve pratikte uygulanmasından kısaca bahsedilecek olunursa; öncelikli olarak standardın gerektirdiği ölçüm cihazlarına sahip olmak gerekmektedir. Bu cihazlar, IEC 61672-1:2002'ye uygun, Tip 1 veya Tip 2 sınıfında ve uluslararası izlenebilirliğe sahip bir ses seviye ölçer, IEC 61252'ye uygun, Tip 1 veya Tip 2 sınıfında uluslararası izlenebilirliğe sahip dozimetre ve IEC 60942:2003'e uygun, cihaz ile uyumlu uluslararası izlenebilirliğe sahip Tip 1 doğrulama cihazlarıdır [18].

Metodoloji - Kronolojik Basamaklar

Basamak 1: İş analizi:

İş analizi, iş ve çalışanları dikkate alan yeterli bilgiyi sağlamalıdır. Böylece uygun bir ölçüm stratejisi seçilebilir ve ölçümler planlanabilir. İş analizinin nasıl yürütüleceği aşağıda ayrıntılı şekilde açıklanmıştır.

Basamak 2: Ölçüm stratejisinin seçimi:

Ölçüm stratejisi, görev-tabanlı ölçüm, iş-tabanlı ölçüm, ya da tam gün ölçümlerinden seçilmelidir. Eğer uygunsa birden fazla ölçüm stratejisi uygulanabilir.

Basamak 3: Ölçümler:

Temel ölçüm niteliği $L_{p,A,eqT}$ olmalıdır. Ek olarak eğer uygunsa $L_{p,C,peak}$ de ölçülebilir. Ölçümlerde seçilen stratejilerin, görev tabanlı strateji, iş tabanlı strateji ve tam gün stratejilerine ayrıca ölçümlerin nasıl yapılacağıyla ilgili hususlara uygunluğu aşağıda belirtilen açıklamalara göre yapılarak tespit edilmelidir.

Basamak 4: Hata Kullanımı ve Belirsizlikler:

Hataların kaynakları ve belirsizlikler sonucu etkileyebileceği için sonuçta bunlar da değerlendirmeye alınmalıdır.

Basamak 5: Hesaplama, Sonuçların Sunumu ve Belirsizlik:

Seçilen strateji için belirtilen $L_{EX,8h}$ hesaplanır ve belirsizlik standartta belirtildiği gibi bulunur. Sonuçlar ve belirsizlikler uluslararası bu standartla birlikte verilen tablo kullanılarak da hesaplanabilir [18].

İş Analizi

İş analizi ölçüm yapılacak bütün durumlarda gereklidir. Bu işlem :

- a) İşletmenin faaliyetlerini, çalışanların işlerini dikkate alarak tanımlamak,
- b) Eğer uygunsa homojen gürültü maruziyet gruplarını belirlemek,
- c) Her çalışan ya da grup için nominal bir gün ya da günler belirlemek,
- d) Eğer uygunsa işleri oluşturan görevleri tanımlamak,
- e) Mümkün olan önemli gürültü olaylarını tanımlamak,
- f) Ölçüm stratejisini seçmek,
- g) Ölçüm planı oluşturmak için gerekli bilgileri sağlamaktır.

İş; üretim, süreç, organizasyon, çalışanlar ve faaliyetler üzerinde durularak analiz edilir. Ölçümler; görev-tabanlı, iş-tabanlı veya tam-gün stratejisi kullanılarak yapılabilir. Hangi strateji seçilirse seçilsin, önemli olan gürültüye maruz kalma açısından önemli bütün olayları tanımlamak ve bunların ölçüm planına katıldığından emin olmaktır [18].

Homojen Gürültü Maruziyet Gruplarının Belirlenmesi

Ölçüm çabaları homojen gürültü maruziyet gruplarının belirlenmesiyle azaltılabilir. Homojen maruziyet gruplarında, çalışan grupları aynı işi yapmalı ve bir çalışma günü süresince benzer gürültüye maruz kalmalıdır. Eğer gruplar kurulacaksa açıkça tanımlanmalı ve bir ya da daha fazla çalışandan oluşmalıdır. Homojen gürültü maruziyet gruplarını belirlemenin birçok yolu vardır. Örneğin; iş unvanına, işlevine, çalışma alanına veya mesleğine göre gruplandırılabilir.

Alternatif olarak gruplar, yapılan işin üretim süreç veya iş faaliyet kriterlerine göre analiz edilerek belirlenebilir [18].

Nominal Bir Günün Belirlenmesi

Nominal bir gün, çalışma periyotlarını ve ara dinlenmeleri içermelidir. Çalışanlara ve yöneticilere danışılarak belirlenir. Nominal günün belirlenmesinde şu hususlar dikkate alınır:

- a) Görevler (içerik ve süresi) ve görevlerin içindeki değişim,
- b) Ana gürültü kaynakları ve gürültülü çalışma alanları,
- c) İş modeli ve gürültü seviyesi değişikliği ile sonuçlanan her önemli gürültü olayı,
- d) Ara dinlenmelerinin, toplantıların, vb. sayısı ve süresi ve bunların nominal bir günün içinde olup olmadığı.

Bazı durumlarda, iş ve buna bağlı olarak gürültüye maruziyet günden güne değişir bu yüzden günlük tipik bir maruziyet yoktur. Örneğin; çalışanlar her gün farklı yer ya da işte olabilir. Bu gibi durumlarda nominal bir gün, işin olduğu birkaç gün olarak tanımlanabilir.

İş gürültüyle ilgili karakterize eden her gösterge tespit edilmeli, sayılmalı ve rapor edilmelidir. Bu tip göstergeler; üretim tipinin süreci, malzemeler, malzemelerin sayısı, iş parçasının kalınlığı, ayarı, hızı ve çalışan sayısı olarak örneklenebilir.

Eğer ölçümlerin amacı çalışanların uzun dönemli işitme kaybı riskini tahmin etmekse, nominal gün maruziyet periyodunun ortalamasını temsil eder [18].

Ölçüm Stratejilerinin Seçimi

Ölçüm stratejisinin belirlenmesinde birkaç faktör rol oynar. Bunlar; ölçümün amacı, iş durumunun karmaşıklığı, kaç çalışanın gerektiği, iş gününün etkin olan süresi, ölçüm ve analiz için mevcut zaman ve ayrıntılı ne kadar bilgi gerektiği gibi faktörlerdir [18].

Ölçüm Stratejileri

Uluslararası bu standartta işyerlerindeki gürültü maruziyetinin belirlenmesinde üç tane ölçüm stratejisi sunulmuştur. Bunlar:

- a) Görev-tabanlı ölçüm: Gün boyunca yapılan çalışmalar analiz edilir ve birkaç parça görev şeklinde bölünür ve her bir görev için ayrı bir ses basınç seviyesi ölçülür.
- b) İş-tabanlı ölçüm: Özellikle işlerin yürütülmesi sırasında bir dizi rastgele ses basınç seviyesi örnekleri alınır.
- c) Tam-gün ölçümü: Ses basınç seviyesi tam iş günü içerisinde sürekli olarak ölçülür.

Strateji 1 – Görev-tabanlı ölçüm:

Nominal bir günü görevlere bölmek

Çalışanlar veya homojen gürültü maruziyet gruplarını değerlendirme aşaması için, nominal gün görevlere bölünür. Gürültüye katkıda bulunan her şey dikkate alınmalıdır. Görevlerin süresi ile ilgili detaylı bilgi, özellikle yüksek seviye gürültü kaynakları için önemlidir.

En yüksek pik ses seviyesini veren görev ve gürültü kaynağını belirlemek $L_{p,A,eqT}$ ve $L_{p,C,peak}$ 'nin doğru tespiti için önemlidir.

Görevlerin süresi

Görevlerin süresi belirlenir. Bu işlem aşağıdaki yollarla yapılabilir:

- a) Çalışanlar ve şeflerle görüşerek,
- b) Gözlem yolu ile,
- c) Tipik gürültü kaynaklarının işletilmesi ile ilgili bilgi toplama (örneğin iş süreci, makineler, çalışma ortamındaki faaliyetler ve içeriği).

İsteğe bağlı olarak bir görev süresi bir değişken olarak kabul edilebilir. Süre içerisinde olası değişimleri belirlemek için görev süresi gözlenir ve kaydedilir.

Strateji 2 – İş-tabanlı ölçüm:

Ölçüm planı şu şekilde işler: Belirlenen işlerde, homojen gürültü maruziyet grupları kurulur. Homojen gürültü maruziyet gruplarının minimum toplam ölçüm süresi, homojen gürültü maruziyet grubundaki çalışan sayısına (n_G) göre belirlenir.

Tablo 15. Homojen Gürültü Maruziyet Gruplarının Toplam Ölçüm Süresi Belirleme Tablosu

Maruz kalınan homojen gruptaki çalışan sayısı n_G	Maruz kalınan homojen gruba dağıtılmış minimum toplam ölçüm süresi
$n_G \leq 5$	5h
$5 < n_G \leq 15$	$5h + (n_G - 5) \times 0,5 h$
$15 < n_G \leq 40$	$10h + (n_G - 15) \times 0,25 h$
$n_G > 40$	17h Veya gruba paylaştırılması

Toplam ölçüm zamanı en az 5 farklı ölçüm diliminden oluşmalıdır. Öyle ki bu 5 ölçümün toplam süresi, tablodan hesaplanan toplam ölçüm süresine eşit ya da bu süreden fazla olmalıdır.

Ölçüm dilimleri iş günü süresi boyunca ve grup üyeleri arasında rastgele seçilerek planlanır.

Numune almadan dolayı c_1u_1 belirsizlik katkısı 3,5 dB ve üzeri ise homojen gürültü maruziyet gruplarında değişiklik yapılmalı veya belirsizliği azaltmak için ölçüm sayısı arttırılmalıdır.

Strateji 3- Tam gün ölçümleri:

Tam gün ölçümleri tüm çalışma günü boyunca işle ilgili gürültülü zamanları ve sessiz periyodları içermelidir. Kişisel ses seviye ölçer veya benzer aletler kullanarak bu uzun süreli ölçümleri gerçekleştirmek daha pratik olmaktadır.

Bu ölçüm stratejisi kullanılırken seçilmiş günlerin, iş durumuna uygun şekilde tanımlandığından emin olmak gerekir.

Pratik nedenlerden dolayı, bütün çalışma günü boyunca ölçüm yapmak mümkün olmayabilir. Bu durumlarda, ölçümler mümkünse gürültüye maruz kalınan sürelerin önemli bir kısmını kapsayan günün büyük bir kısmında yapılmalıdır.

NOT: Bu ölçüm stratejisi bütün katkıları bir araya getirdiği için, en yüksek yanlış katkıya sahip olma riskine sahiptir. Ölçüm sırasında çalışan, dikkatli bir şekilde gözlemlenerek, nokta ölçümler yapılarak ve/veya vardiya sonunda çalışanın çalıştığı yerde yürüttüğü görevi ile ilgili sorular sorularak bu risk azaltılabilir.

Çalışanların gürültü maruziyetini belirten 3 tam gün $L_{p,A,eqT}$ ölçümü yapılır. Tam gün stratejisiyle yapılacak ölçüm planlanırken en az 3 kişilik homojen maruziyet grubu oluşturulabilirse; farklı 3 güne gerek kalmaksızın, o gruptan 3 kişiye dozimetreler takılarak 1 günde 3 tam günlük ölçüm alınabilir.

Eğer 3 tam gün $L_{p,A,eqT}$ ölçümü sonuçları 3 dB 'den az farklılık gösterirse, ölçümlerin logaritmik ortalaması olan eşdeğer sürekli A ağırlıklı ses basıncı seviyesi, $L_{p,A,eqT}$

$$L_{p,A,eqT_e} = 10 \lg \left(\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N 10^{0,1 \times L_{p,A,eqT,n}} \right) \text{ dB}$$

formülüyle hesaplanır.

Eğer bu 3 ölçümün sonuçları 3 dB veya daha fazla farklılık gösterirse, en az 2 tam gün ölçümü daha yapılır ve nominal bir gün boyunca bütün ölçümlerin logaritmik ortalaması olan eşdeğer sürekli A ağırlıklı ses basıncı seviyesi $L_{p,A,eqT}$ hesaplanır [18].

Ölçümler

Ölçüm cihazlarının seçilmesi:

Ölçümler aşağıdaki cihaz çeşitleri kullanılarak yapılabilir:

- a) Gürültüye maruz kaldığı belirlenen çalışan tarafından takılan kişisel ses seviye ölçer,
- b) Farklı pozisyonlara yerleştirilen veya hareket halindeki çalışana takip etme esnasında elde tutulan, birleştiren, ortalama alan ses seviye ölçer.

Sabit bir çalışma yerinde gerçekleştirilen tekli veya çoklu görevlerin ölçümü için, elle tutulan veya sabitlenmiş ses seviye ölçerler kullanılabilir [18].

Ölçüm cihazları:

- Svantek 947 Gürültü ve Titreşim Ölçer
- Svan102 Gürültü Dozimetresi
- SV30A Akustik Kalibratör

1) Svantek 947 Gürültü ve Titreşim Ölçer:



Şekil 8. Svantek 947 Gürültü ve Titreşim Ölçer ve SV30 A Akustik Kalibratör

Tablo 16. Svantek 947 Gürültü ve Titreşim Ölçer Cihazı ve SV30 A Akustik Kalibratör Özellikleri [26]

Cihazın Adı	Markası / Tipi	Cihazın Kapasitesi	Model
Svantek 947 Gürültü ve Titreşim Ölçer	Svantek 947 Tip 1	Frekans Aralığı: 10Hz- 20k Hz SLM Modu 24dB(A)RMS- 140dB(A) (Peak)	947
Akustik Kalibratör	Svantek SV30A	94dB(A)-114dB(A)	SV30A
Mikrofon	Svantek SV 22	24 dB(A)(RMS)- 140dB(A)(Peak)	SV22

2) Svan102 Gürültü Dozimetresi:



Şekil 9. SV102 Gürültü Dozimetresi

Tablo 17. SV102 Gürültü Dozimetresi Özellikleri [27]

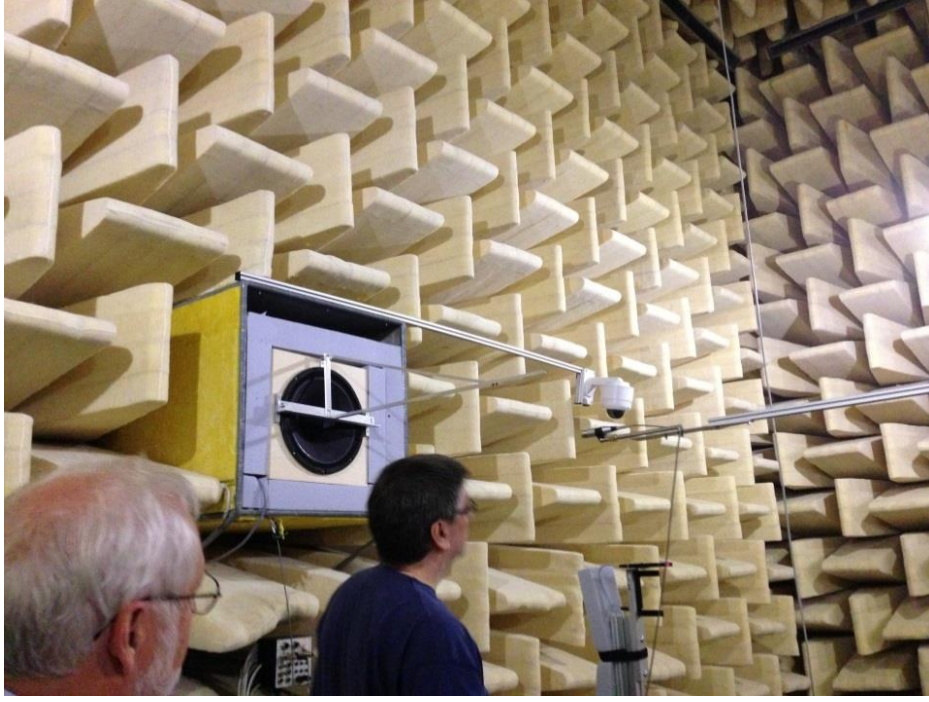
Cihazın Adı	Markası / Tipi	Cihazın Kapasitesi	Model
SV 102 Gürültü Dozu Ölçer	Svantek	45dB(A)RMS- 141dB(A)Peak	SV 102
Mikrofon	Svantek	½"	SV25D

Her çeşit çalışma durumundaki ölçümlerde kişisel ses seviye ölçer kullanılabilir. Karışık veya önceden tahmin edilemeyen görevler ile uğraşan veya çok sayıda farklı görevi yapan hareketli bir çalışan için uzun süreli bir ölçüm yapıldığında bu tercih edilen metottur.

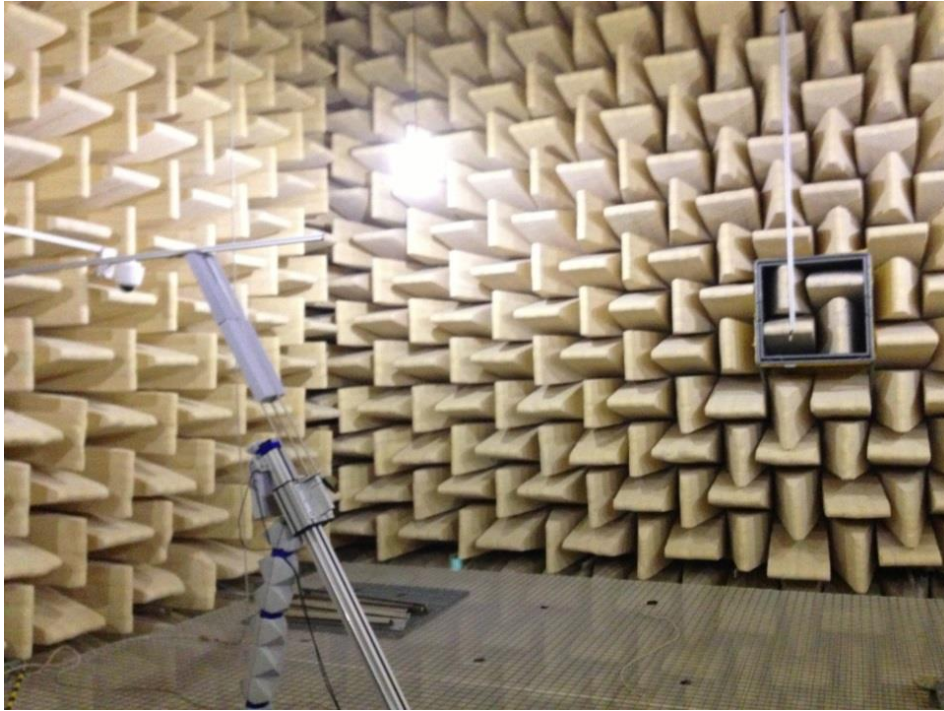
Kalibrasyon

Her ölçümden önce ve sonra bütün sistemin akustik kontrolü, ölçüm yapılacak işyerinde yapılır. Ölçümler öncesinde “C faktörü” belirlemesi ve “SPL” (Ses Basınç Seviyesi) ölçümü yapılır. Ölçümler tamamlandığında ise sadece “SPL” ölçümü cihaz kullanım talimatlarına uygun yapılarak ilgili formlara yazılır. Ölçüm öncesi ve sonrası okunan “SPL” değerleri arasında 0,5 dB veya daha fazla fark varsa ölçüm geçersiz sayılır, yeniden ölçüm alınması gerekir ve ilgili cihaz kullanılamaz [18].

Ayrıca ölçümlerin doğruluğu için cihazların standartlarda ya da kullanma kılavuzlarında üretici firma tarafından belirtilen belirli periyotlarda genel bakım ve kalibrasyonlarının yapılması şarttır. Aşağıda bu kalibrasyonların yapılabildiği bir enstitü bünyesinde bulunan sessiz oda resimleri verilmiştir.



Şekil 10. Sessiz Oda ve Kalibrasyon Düzenneği Örneği [19]



Şekil 11. Sessiz Oda Örneği [19]

Mikrofon Konumu

El tipi ses seviye ölçer kullanılması durumunda:

Ölçümlerin yapılacağı mikrofon konumları belirlenir: Mikrofon çalışanın en çok maruz kalan kulağı tarafında ve dış kulak kanalının girişinden 0,1 ve 0,4 m arasında bir mesafede bulunur ya da tutulur. Mikrofon, çalışanın başının merkez düzlemine gözlerle aynı seviyede olacak şekilde, çalışanın görüşüne paralel ekseninde yerleştirilir ve bu konumlar korunarak çalışanın hareketleri boyunca takip edilir. Ölçüm esnasında deney personeli, çalışanın arkasında ve kendi vücudu yan pozisyonda olacak şekilde durmalıdır [18].



Şekil 12. El Tipi Ses Seviye Ölçer Kullanımı

Oturmuş konumdaki bir çalışan için; oturma platformundan $0,80\text{ m} \pm 0,05\text{ m}$ yükseklikte, ayakta duran çalışan için ise; zeminden $1,55\text{ m} \pm 0,075\text{ m}$ yükseklikte ölçüm yapılmalıdır [18].

Dozimetre kullanılması durumunda:

Mikrofon, en çok maruz kalan kulağın tarafındaki dış kulak kanalının girişinden en az 0,1 m uzaklıkta omuz başına takılır ve omzun yaklaşık olarak 0,04 m yukarısına takılır.

Mikrofon ve kablo mekanik etki veya kıyafetten kaynaklanan örtmenin yanlış sonuçlara sebep olmayacağı şekilde takılmalıdır. Mikrofondaki mekanik etkiler nedeniyle oluşan hatalardan kaçınılmalıdır [18].



Şekil 13. Mikrofon Konumu [20]

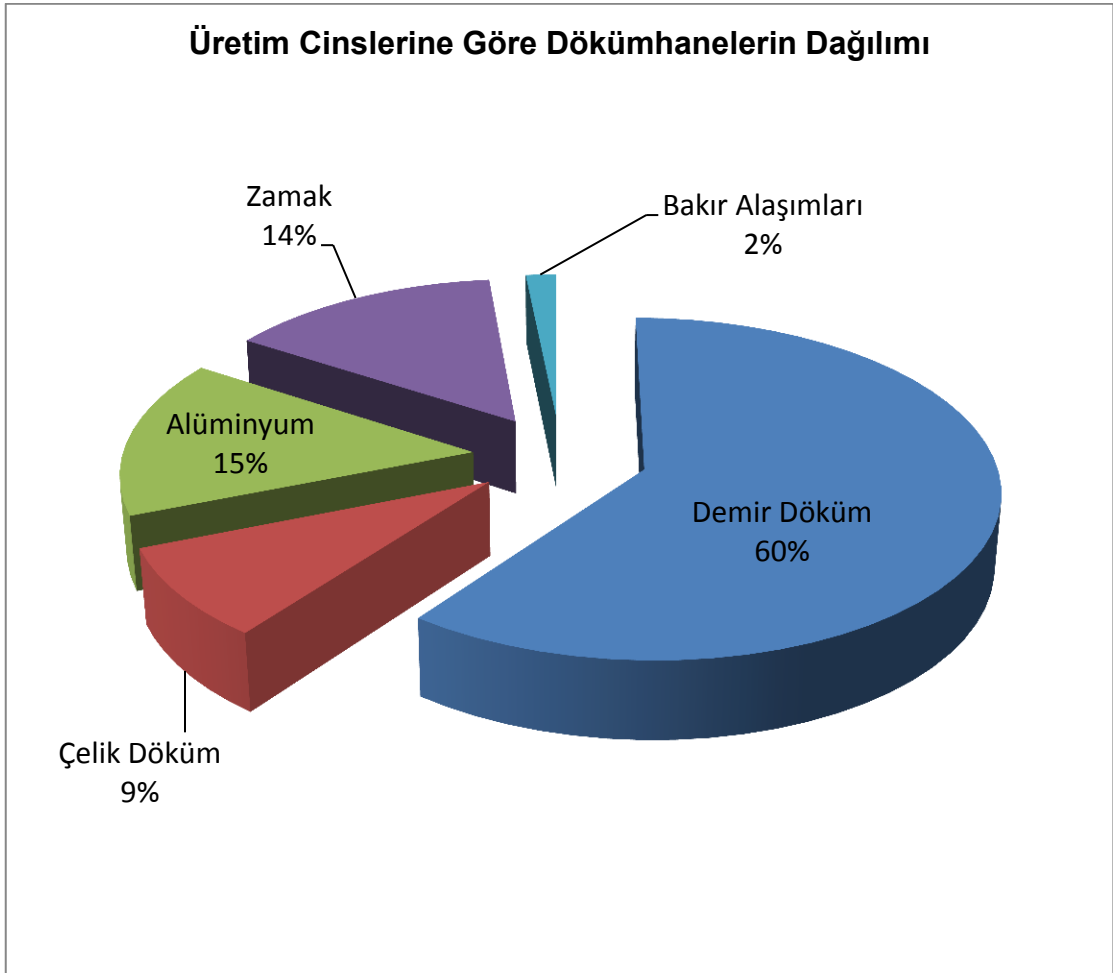
Sonuçların bilgisayar ortamına aktarılması:

Ölçüm sonuçları, bir dosya ismi ile cihaza kaydedilir. Veriler daha sonra, kullanılan yazılım programı yüklü olan bilgisayara ara bağlantı kablosu ile bağlanarak bilgisayar ortamına aktarılır [18].

İş Yerlerinin Seçimi

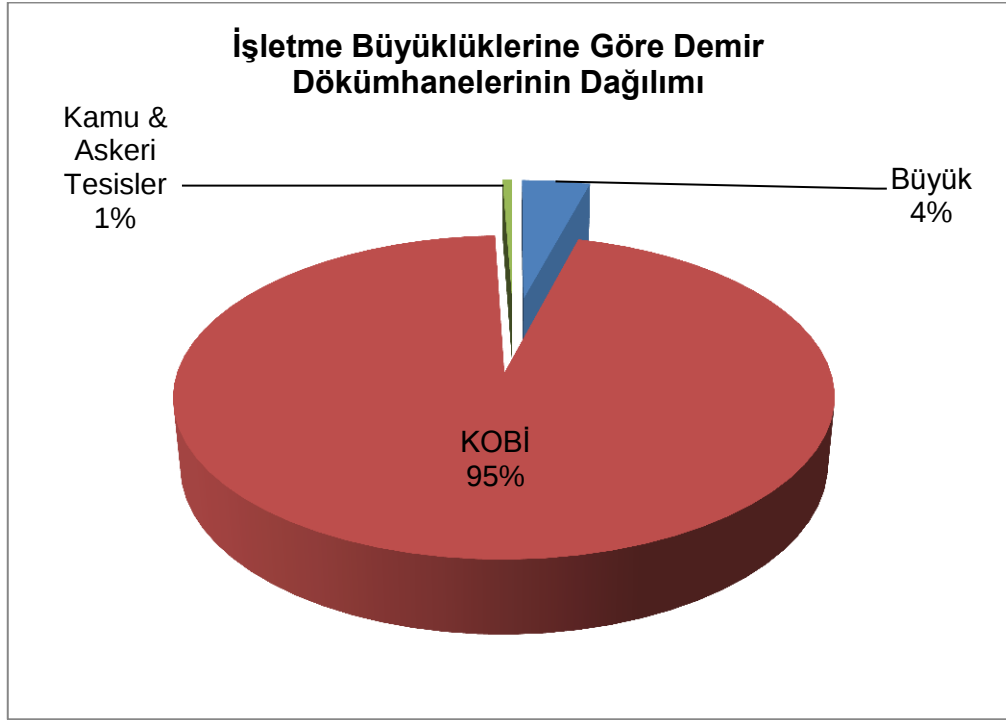
Ölçümler için Ankara'da Sincan Organize Sanayii Bölgesinde 15 demir dökümhanesi seçilmiş, dökümhanelerle ilgili ayrıntılı bilgiler, bulgular bölümünde belirtilmiştir.

2013 Yılı Mart ayı verilerine bakıldığında ülkemizdeki döküm sektöründeki faal kuruluş sayısının 1127 olduğu görülmektedir. Aktif olarak çalışmasını sürdüren bu kuruluşların 680 tanesini demir dökümhaneleri oluşturmaktadır.



Şekil 14. Üretim Cinslerine Göre Dökümhanelerin Dağılımı

Demir döküm sektöründe faal 680 kuruluşun kendi içindeki dağılımına bakıldığında ise 648 tanesinin KOBİ olduğu görülmüştür.



Şekil 15. İşletme Büyüklüklerine Göre Demir Dökümhanelerinin Dağılımı

Tablo 4'te 2012 yılı, yılsonu verilerinde demir dökümhanelerinin bölgelere göre dağılımı incelendiğinde, Türkiye genelindeki demir dökümhanelerinin %42,63'ünün İç Anadolu Bölgesi'nde faaliyet gösterdiği görülmüştür. Tablo 3'te şehir bazında dökümhane sayılarına bakıldığında ise İç Anadolu Bölgesi'ndeki demir dökümhanelerinin %25'inin Ankara'da olduğu belirlenmiştir.

BULGULAR

Bu çalışmada demir dökümhanelerinde çalışanlarda, döküm proseslerinden kaynaklanan gürültünün belirlenmesi için kişisel gürültü ölçümleri yapılmış ve günlük maruziyet değerleri hesaplanmıştır. Bu kapsamda 15 demir dökümhanesinde ölçümler gerçekleştirilmiş, ayrı ayrı proseslerden - görevlerden (maça üretimi, kalıplama, ergitme, döküm, temizleme) kaynaklanan gürültü maruziyet değerlerinin hesaplanabilmesi için görev tabanlı ölçüm stratejisi seçilmiş ve günlük maruziyet değerleri tablolar halinde belirtilmiştir. Maruziyet değerlerinin hesaplanabilmesi için İSGÜM bünyesinde kullanılan gürültü hesap programı kullanılmıştır. Proseslerin her bir dökümhanede hesaplanan verileri, birbirleriyle karşılaştırılmış ve grafikler halinde sunulmuştur.

ÖLÇÜM YAPILAN İŞYERLERİ

Dökümhanelerin hepsi KOBİ sınıfında yer almakta ve çalışanların büyük çoğunluğu dökümhanenin kurulduğu tarihten itibaren halen çalışmalarını sürdürmektedir.

Tablo 18. Ölçüm Yapılan İş yerleri

Dökümhane	Çalışan sayısı	Ocak Tipi	Üretim Kapasitesi (aylık)	Malzeme
1	8	Elektrikli	150 Ton	Pik demir
2	4	Kupol	120 Ton	Pik demir
3	9	Kupol	35 Ton	Pik, Sfero
4	14	Kupol	100 Ton	Pik, Sfero
5	7	Alevli	40 Ton	Pik, Sfero
6	10	Elektrikli	12 Ton	Pik demir
7	5	Elektrikli	100 Ton	Pik, Sfero
8	7	Kupol	50 Ton	Pik demir
9	5	Kupol	80 Ton	Pik demir
10	8	Elektrikli	60 Ton	Pik demir
11	11	Kupol	100 Ton	Pik, Sfero
12	6	Elektrikli	90 Ton	Pik, Sfero
13	4	Elektrikli	85 Ton	Pik demir
14	5	Elektrikli	40 Ton	Pik demir
15	6	Elektrikli	40 Ton	Pik demir

Ölçüm yapılan iş yerlerinin geneline bakıldığında ise faaliyet yıllarının 4 yıl ile 20 yıl arasında değiştiği görülmektedir. İş yerleri, fiziksel açıdan da küçük olduğu için imalat sırasında yapılan işler ayrı ayrı bölümlerde değil, genel olarak aynı alanda yapılmaktadır. Fakat yapılan işler belirli bir sırada devam ettiği için her bir proses farklı zaman dilimlerinde yapılmakta, proseslerin gürültüleri birbirlerine karışmamaktadır. Sadece iş yerlerinde bulunan fanların gürültüleri sürekli olarak devam etmekte bunun haricinde gürültü maruziyet değerlerini etkileyecek herhangi bir dış kaynak bulunmamaktadır.

Ölçüm yapılan 15 demir dökümhanesinde proseslerden kaynaklanan maruziyet değerleri ve günlük kişisel maruziyet değerleri Tablo 19'da verilmiştir. Ölçüm sonuçları ve ölçüm belirsizliklerinin hesaplanmasına yönelik diğer veriler ekte ayrıntılı olarak sunulmuştur.

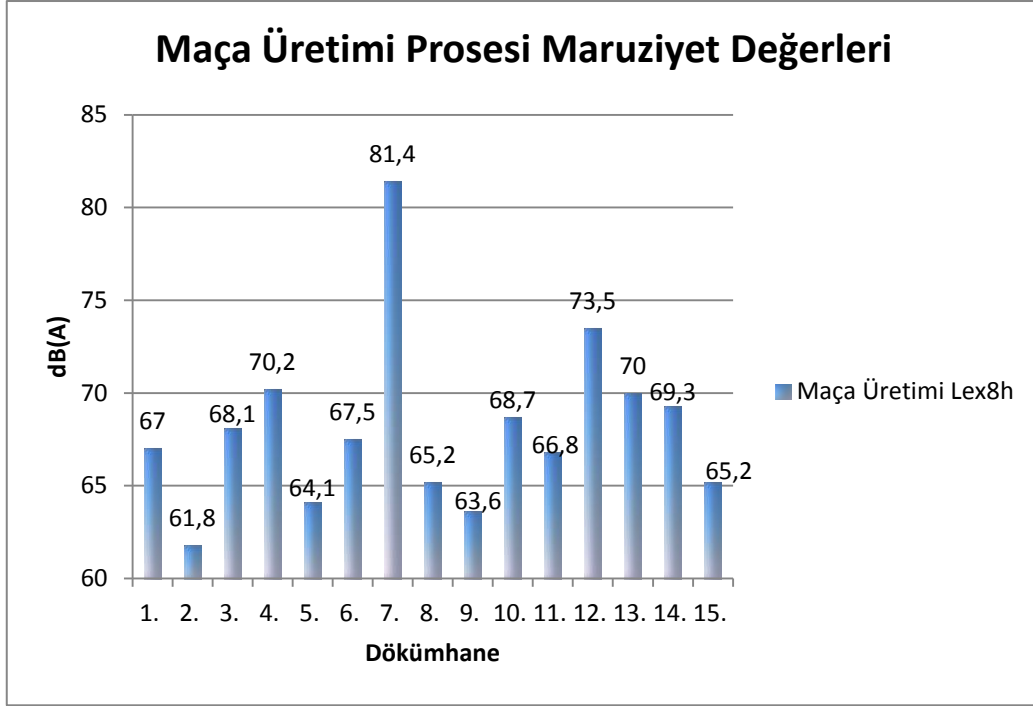
Tablo 19. Görev Tabanlı Gürültü Ölçüm Sonuçları

İşyeri	Maça Üretim Prosesi Maruziyet Değeri dB(A)	Kalıplama Prosesi Maruziyet Değeri dB(A)	Ergitme Prosesi Maruziyet Değeri dB(A)	Döküm Prosesi Maruziyet Değeri dB(A)	Temizleme Prosesi Maruziyet Değeri dB(A)	Günlük Kişisel Maruziyet Değeri dB(A)
1	67,0	82,2	82,3	74,0	84,1	88,4±1,2
2	61,8	78,8	79,2	71,4	84,2	86,7±1,4
3	68,1	75,6	76,1	70,3	84,3	85,9±1,6
4	70,2	80,2	75,9	72,6	87,3	89,0±1,8
5	64,1	76,9	75,7	69,5	83,0	85,0±1,5
6	67,5	76,6	75,6	74,5	86,2	87,8±1,9
7	81,4	84,7	83,2	74,4	87,4	91,4±1,2
8	65,2	84,7	79,6	74,9	83,7	88,1±1,3
9	63,6	79,5	79,6	69,7	83,0	85,9±1,3

Tablo 19. Görev Tabanlı Gürültü Ölçüm Sonuçları (Devam)

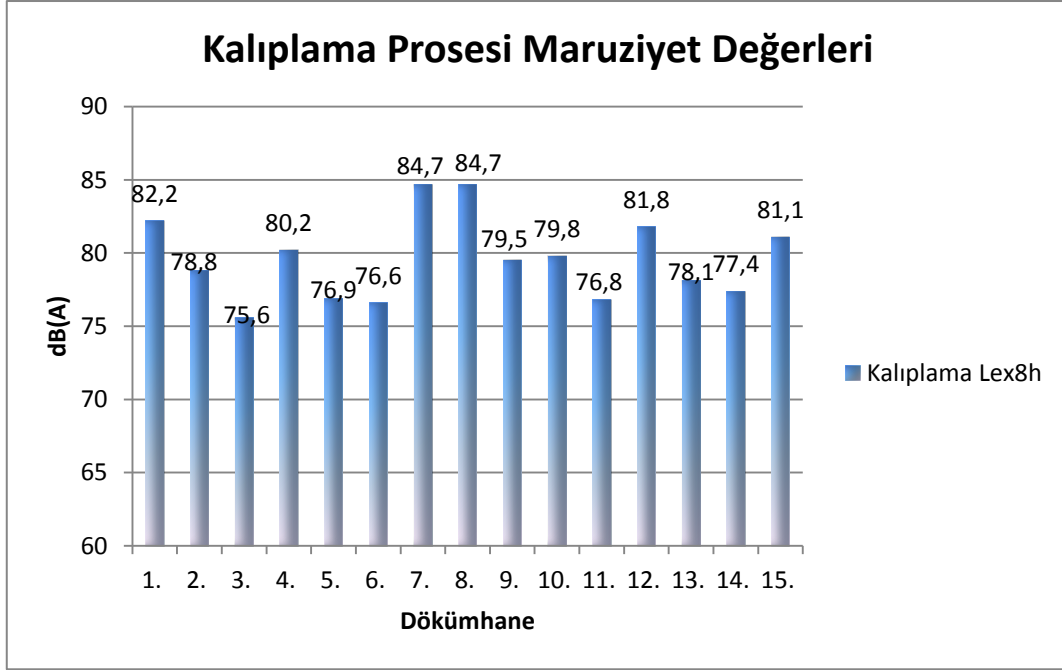
İşyeri	Maça Üretim Prosesi Maruziyet Değeri dB(A)	Kalıplama Prosesi Maruziyet Değeri dB(A)	Ergitme Prosesi Maruziyet Değeri dB(A)	Döküm Prosesi Maruziyet Değeri dB(A)	Temizleme Prosesi Maruziyet Değeri dB(A)	Günlük Kişisel Maruziyet Değeri dB(A)
10	68,7	79,8	80,4	75,1	90,8	91,9±1,9
11	66,8	76,8	79,8	73,1	85,4	87,4±1,5
12	73,5	81,8	72,4	76,3	85,5	88,0±1,4
13	70,0	78,1	79,4	69,0	83,4	85,9±1,3
14	69,3	77,4	77,3	70,3	83,8	85,7±1,5
15	65,2	81,1	81,9	73,5	82,4	87,1±1,3

15 farklı demir grubu dökümhanede yapılan ölçümler sonucunda her bir dökümhanede 5 döküm prosesinden kaynaklanan gürültü maruziyet değerleri karşılaştırıldığında aşağıdaki sonuçlar ortaya çıkmıştır:



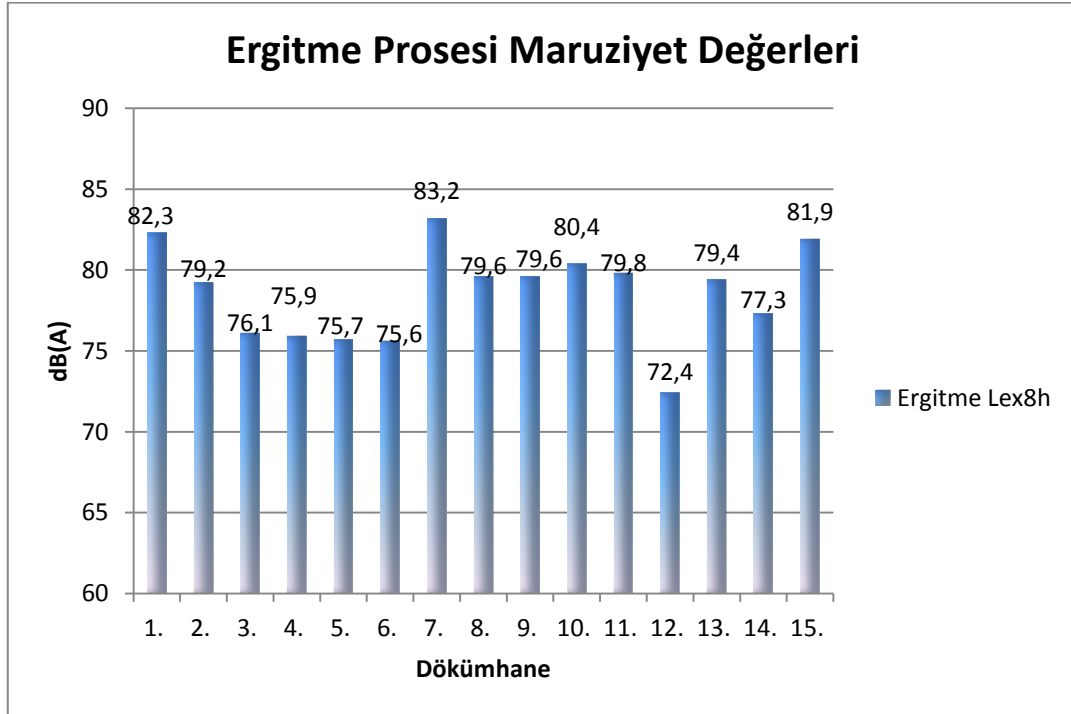
Şekil 16. Maça Üretimi Prosesi Maruziyet Değerleri

Şekil 16'ya göre; ölçüm yapılan iş yerlerinde maça üretim proseslerinden kaynaklanan gürültüler karşılaştırıldığında; en yüksek gürültünün 7 numaralı dökümhanede, en düşük gürültünün ise 2 numaralı dökümhanede ortaya çıktığı görülmüştür.



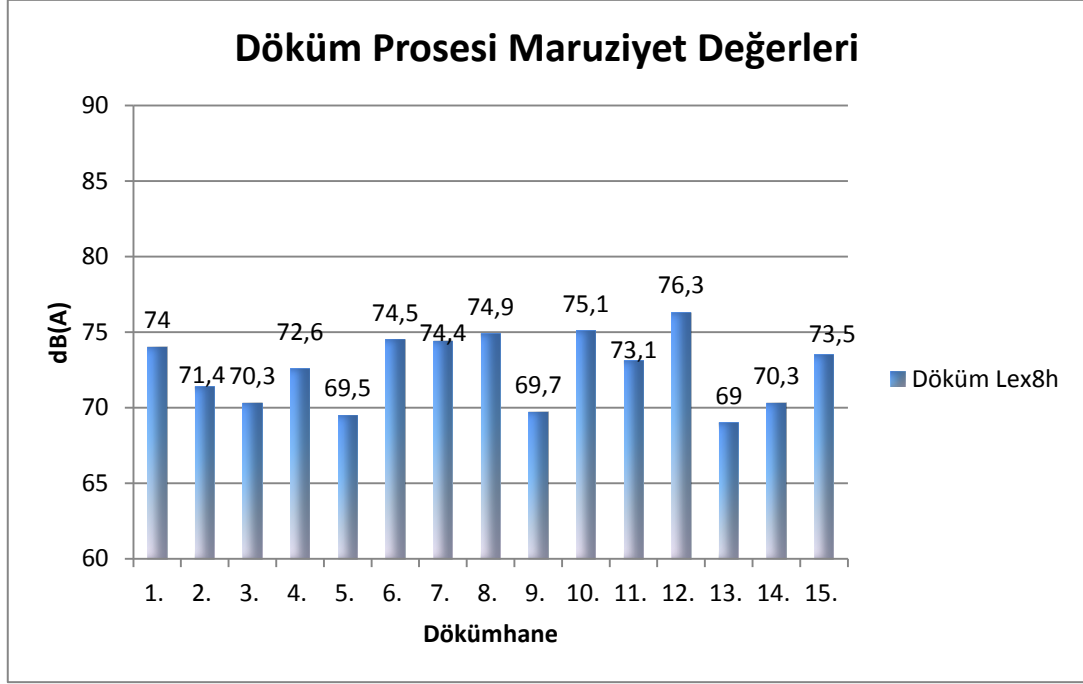
Şekil 17. Kalıplama Prosesi Maruziyet Değerleri

Şekil 17'ye göre; kalıplama proseslerinden kaynaklanan gürültüler karşılaştırıldığında; en yüksek gürültünün 7 ve 8 numaralı dökümhanelerde, en düşük gürültünün ise 3 numaralı dökümhanede ortaya çıktığı belirlenmiştir.



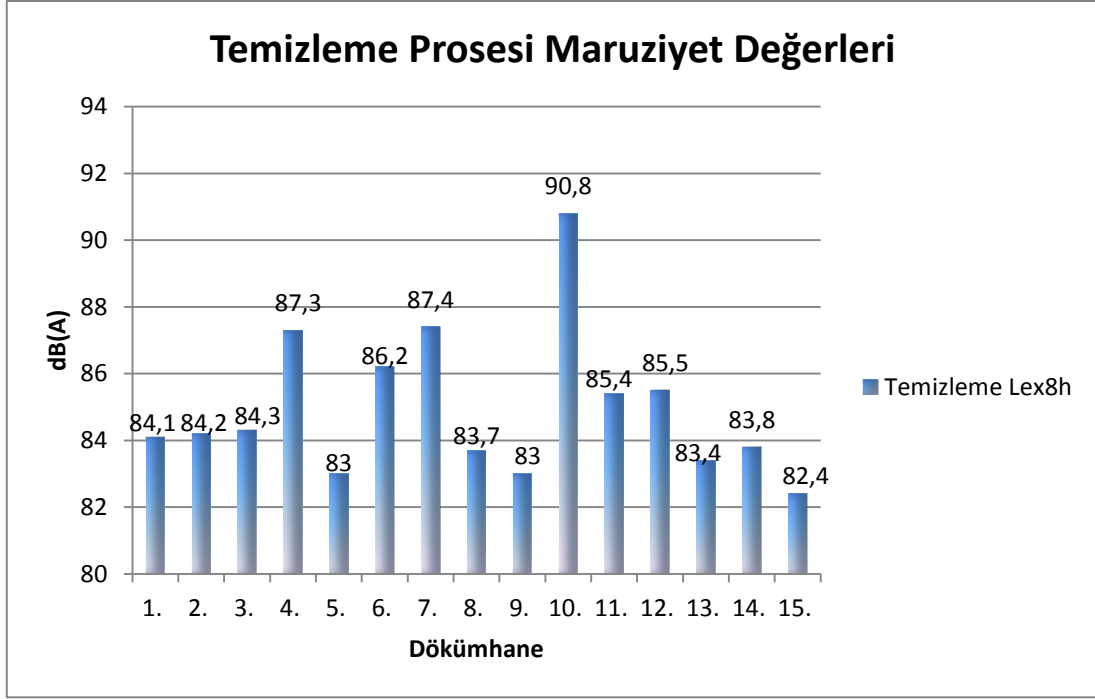
Şekil 18. Ergitme Prosesi Maruziyet Değerleri

Şekil 18'e göre; ergitme prosesinden kaynaklanan gürültüler karşılaştırıldığında; en yüksek gürültü 7 numaralı dökümhanede, en düşük gürültü ise 12 numaralı dökümhanededir.



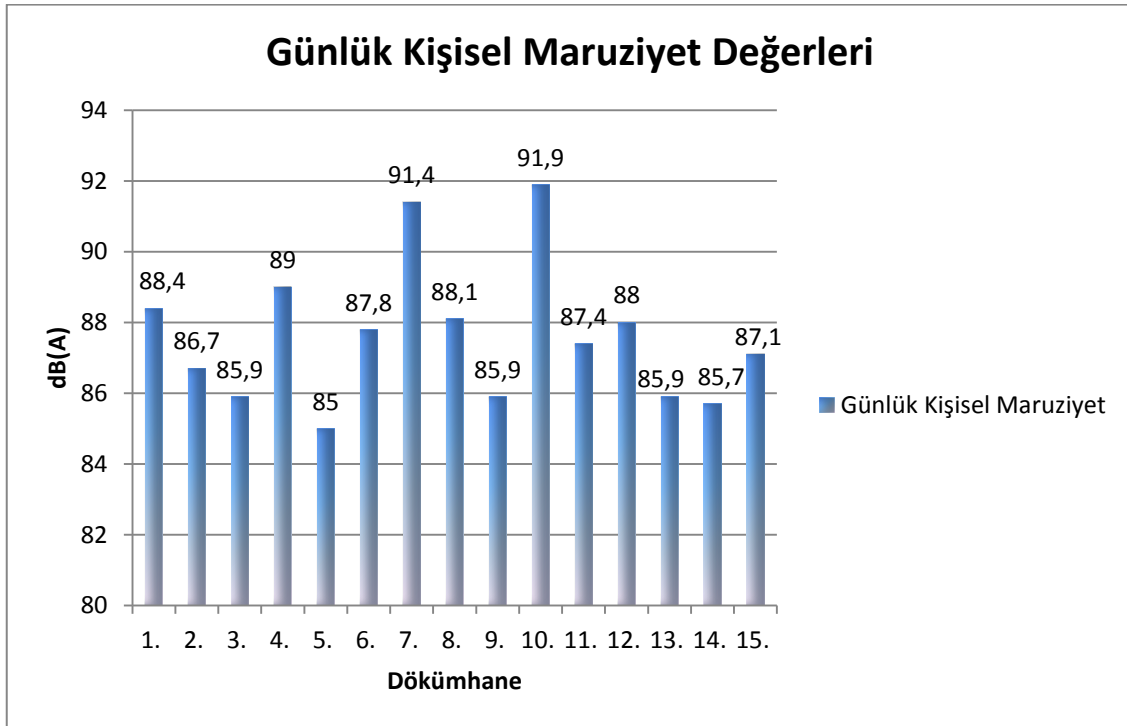
Şekil 19. Döküm Prosesi Maruziyet Değerleri

Şekil 19'a göre; döküm proseslerinden kaynaklanan gürültüler karşılaştırıldığında; en yüksek gürültünün 12 numaralı dökümhanede, en düşük gürültünün ise 13 numaralı dökümhanede ortaya çıktığı görülmüştür. Her ne kadar en yüksek ve en düşük gürültü seviyeleri belirlenmiş olsa da 15 dökümhanede de döküm prosesindeki gürültünün 69 dB ve 76,5 dB aralığında değiştiği, aslında ölçülen değerlerin hemen hemen aynı olduğu belirlenmiştir.



Şekil 20. Temizleme Prosesi Maruziyet Değerleri

Şekil 20'ye göre; temizleme proseslerinden kaynaklanan gürültüler karşılaştırıldığında; en yüksek gürültü 10 numaralı dökümhanede, en düşük gürültü ise 15 numaralı dökümhanede ölçülmüştür.



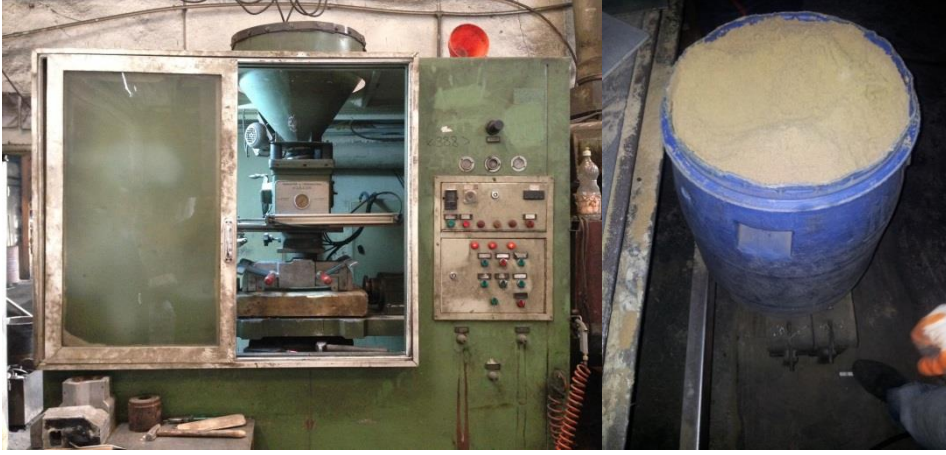
Şekil 21. Günlük Kişisel Maruziyet Değerleri

Şekil 21'e göre; dökümhanelerin günlük kişisel maruziyet değerleri karşılaştırıldığında; en yüksek maruziyetin 7 numaralı ve 10 numaralı dökümhanelerde, en düşük maruziyetin ise 5 numaralı dökümhanede ortaya çıktığı görülmüştür. Bunun yanı sıra 15 dökümhaneye bakıldığında hepsinin günlük maruziyet değerleri en yüksek maruziyet eylem değeri olan 85 dB ve üzeridir.

TARTIŞMA

Bu çalışma, demir döküm sektöründe faaliyet gösteren on beş iş yerinde üretim esnasında çalışanların yaptıkları prosesler bazında gürültü maruziyetlerini değerlendirmek ve daha sonra günlük kişisel maruziyet değerlerinin hesaplanarak alınabilecek önlemlerin belirtilmesi için yapılmıştır. Çalışmanın amacına yönelik olarak öncelikle ilgili dökümhanelerde bir ön inceleme yapılmış, ön inceleme sırasında ölçüm alınacak prosesler belirlenmiş ve gürültü ölçümlerinin standartta belirtilen hangi stratejiyle alınacağına karar verilmiştir. On beş dökümhanedeki ortak görevler göz önüne alındığında, maça üretimi, kalıplama, ergitme, döküm ve temizleme proseslerinde ölçüm alınmasına karar verilmiştir. Her bir dökümhane için günlük çalışma süresi bu beş görevi içerecek şekilde alt görevlere bölünmüş, maruziyet süreleri bu yolla belirlenmiştir. Proseslerdeki gürültü maruziyet değerlerinin ayrı ayrı hesaplanabilmesi için de standartta belirtilen görev tabanlı ölçüm stratejisi seçilmiştir.

Şekil 16'ya göre; ölçüm yapılan iş yerlerinde maça üretim proseslerinden kaynaklanan gürültüler karşılaştırıldığında; en yüksek gürültünün 7 numaralı dökümhanede, en düşük gürültünün ise 2 numaralı dökümhanede ortaya çıktığı görülmüştür. Bunun da en önemli sebebi maça malzemesinin hazırlanmasında kullanılan tekniklerin farklı olmasıdır. 7 Numaralı dökümhanede maça yapımında kullanılan makinenin gürültülü çalışması, bu proses sırasında çekiç, hava tabancası vb. gibi el aletlerinin kullanılması bu dökümhane için gürültü seviyesini yükselten bir kaynak olmuştur.



Şekil 22. Maça Kumu Hazırlama Makinesi ve Maça Kumu

Şekil 17'ye göre; kalıplama proseslerinden kaynaklanan gürültüler karşılaştırıldığında; en yüksek gürültünün 7 ve 8 numaralı dökümhanelerde, en düşük gürültünün ise 3 numaralı dökümhanede ortaya çıktığı belirlenmiştir. 7 ve 8 numaralı dökümhanelerde bu prosten kaynaklanan gürültünün yüksek çıkmasının sebebi ise; maça üretim prosesinde olduğu gibi kalıplama sırasında da çekiç vb. el aletlerinin kullanılması bunun sonucunda da gürültü seviyesinin artmasıdır.



Şekil 23. 7 Numaralı Dökümhanede Kalıplama İşlemi ve Kullanılan Ekipmanlar



Şekil 24. 8 Numaralı Dökümhanede Kalıplama İşlemi

Şekil 18'e göre; ergitme prosesinden kaynaklanan gürültüler karşılaştırıldığında; en yüksek gürültü 7 numaralı dökümhanede, en düşük gürültü ise 12 numaralı dökümhanededir. 12 numaralı dökümhanede ergitme prosesindeki gürültü seviyesinin diğer 14 dökümhaneye göre düşük çıkma sebebi ergitme ocağı olarak elektrikli ark ocağı kullanılması, kullanılan bu ocağın diğer dökümhanedeki ocaklara göre daha sessiz çalışması ve ölçümler sırasında havalandırmanın çalışmamasıdır.



Şekil 25. 12 Numaralı Dökümhanede Kullanılan Ocak



Şekil 26. Kupol Ocak ve Fan Örneği

Şekil 19'a göre; döküm proseslerinden kaynaklanan gürültüler karşılaştırıldığında; en yüksek gürültünün 12 numaralı dökümhanede, en düşük gürültünün ise 13 numaralı dökümhanede ortaya çıktığı görülmüştür. Her ne kadar en yüksek ve en düşük gürültü seviyeleri belirlenmiş olsa da 15 dökümhanede de döküm prosesindeki gürültünün 69 dB(A) ve 76,5 dB(A) aralığında değiştiği, aslında ölçülen değerlerin hemen hemen aynı olduğu belirlenmiştir. Değerlerin birbirine çok yakın çıkmasının nedeni; metal eritildikten sonra ocaklardan alınan sıvı metalin kalıplara döküm işlemi sırasında gürültü seviyesinin ölçümler sırasında benzer olması ve bu gürültü seviyesini büyük ölçüde değiştirecek herhangi bir dış kaynak bulunmamasıdır.



Şekil 27. Kalıba Döküm İşlemi

Şekil 20'ye göre; temizleme proseslerinden kaynaklanan gürültüler karşılaştırıldığında; en yüksek gürültü 10 numaralı dökümhanede, en düşük gürültü ise 15 numaralı dökümhanede ölçülmüştür. 10 numaralı dökümhanede temizleme prosesinde yapılan taşlama işleminde kullanılan makineden kaynaklı olarak gürültü seviyesi diğer dökümhanelere göre daha yüksek çıkmıştır.



Şekil 28. 10 Numaralı Dökümhanede Kullanılan Taşlama Cihazı

Taşlama cihazlarından kaynaklanan gürültünün gösterdiği değişkenliği daha iyi açıklayabilmek için, aşağıda bazı firmaların ürettiği taşlama makinelerinin ortaya çıkardıkları gürültü seviyeleri verilmiştir [21].

Tablo 20. Farklı Modellerdeki Taşlama Cihazlarının Çıkardıkları Gürültü Değerleri

Taşlama Cihazı Modeli	Çıkardığı Gürültü dB(A)	Kaynak
GWS 18-125 V-LI Professional	93	Akü
GWS 18 V-LI Professional	93	Akü
GWS 7-115 Professional	102	Elektrik
GWS 7-115 E Professional	102	Elektrik
GWS 9-115 Professional	101	Elektrik
GWS 9-115 P Professional	100	Elektrik
GWS 12-125 CIE Professional	102	Elektrik
BWS 960/115 Art Nr. 44.303.72 Ident Nr. 01016	98,8	Elektrik

Şekil 21'e göre; dökümhanelerin günlük kişisel maruziyet değerleri karşılaştırıldığında; en yüksek maruziyetin 7 numaralı ve 10 numaralı dökümhanelerde, en düşük maruziyetin ise 5 numaralı dökümhanede ortaya çıktığı görülmüştür. Bunun yanı sıra 15 dökümhaneye bakıldığında hepsinin günlük maruziyet değerleri en yüksek maruziyet eylem değeri olan 85 dB ve üzeridir. 7 ve 10 numaralı dökümhanelerdeki günlük maruziyet değerinin diğerlerine göre daha yüksek olması da bu dökümhanelerde yapılan 5 döküm prosesinin günlük maruziyete katkılarının diğerlerine göre daha yüksek olmasıdır. Özellikle 7 numaralı dökümhane için maça üretimi, kalıplama ve ergitme proseslerinden kaynaklanan maruziyet değerleri 15 dökümhane içindeki en yüksek değerlerdir. Temizleme prosesinde 15 dökümhane arasında ikinci sırada, döküm prosesinde ise ortalama seviyededir. Değerlerin bu derece yüksek olması da günlük kişisel maruziyet seviyesinin yüksek çıkmasına sebep olmuştur. 10 Numaralı dökümhanede ise; maça üretimi, kalıplama, ergitme ve döküm proseslerindeki maruziyet değerleri ortalama seviyede olmasına rağmen temizleme prosesindeki değerin çok yüksek olması günlük kişisel maruziyet değerini artırmıştır. Bu da yukarıda açıklandığı üzere kullanılan ekipmandan

kaynaklı bir sorundur ve ekipmanın daha az gürültü oluşumuna sebebiyet veren bir cihazla değiştirilmesi günlük maruziyet değerini önemli ölçüde düşürecektir.

Literatürde daha önce tamamen aynı başlıklar olmasa da kısmen bu konu üzerine yapılan çalışmalar bulunmaktadır. Buna benzer bir çalışma, Taşyürek tarafından 1985 yılında demir döküm sanayiinde iş hijyeni sorunları ve gerekli önlemlerin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır [8]. Çalışmada demir dökümhanelerindeki gürültü maruziyetleri incelenmiştir. Bu incelemenin sonucunda yine aynı şekilde demir dökümhanelerinde belli proseslerde gürültü ölçümleri yapılarak sonuçlar verilmiş ve kısaca alınabilecek önlemlerden bahsedilmiştir. Bu kapsamda Ankara'da 9 demir dökümhanesinde ölçümler gerçekleştirilmiş, bu ölçümler sonucunda çıkan değerlerin maça hazırlama prosesinde; 80 – 83 dB(A), eritme prosesinde; 80 – 91 dB(A), temizleme prosesinde; 101 – 103 dB(A), döküm prosesinde; 86,5 dB(A), kalıplama prosesinde ise ortalama 90 dB(A) civarında olduğu belirlenmiştir [8]. Bu tez sonucunda ortaya çıkan değerlerin ortalaması değerlendirilecek olunursa; maça üretim prosesi için 68,2 dB(A), kalıplama prosesi için 79,6 dB(A), eritme prosesi için 78,6 dB(A), döküm prosesi için 72,6 dB(A), temizleme prosesi için 85 dB(A) ve günlük kişisel maruziyet değeri için ise 87,6 dB(A)'lık bir sonuç ortaya çıkmıştır. İki çalışmadaki değerlerin birbirleriyle olan ilişkileri değerlendirildiğinde sonuçların farklılıklar gösterdiği açıktır. Bunun da başlıca sebebi yapılan ilk çalışmadaki ölçümlerin anlık olarak alınması ve kişisel maruziyete katkısının hesaplanmaması sadece prosteden meydana gelen gürültünün belirlenip sonuç olarak verilmesidir. Aksi takdirde çıkan sonuçların benzerlik göstermesi kaçınılmazdır. Ancak prosesin maruziyet süresiyle birlikte değerlendirilerek günlük kişisel maruziyet değerine katkısına bakıldığında sonuçlardaki düşmeler normaldir. Bir diğer fark da ilk çalışmada günlük kişisel maruziyet değerinin belirtilmemesidir. Ortaya konulan sonuçlar proses bazlı olduğundan çalışanların gerçek günlük maruziyetini yansıtmamakta dolayısıyla sadece o proste ölçüm alınan süre boyunca ortaya çıkan gürültü değerlerini belirtmektedir.

Bu konu üzerine yapılan başka bir çalışma da: Koçhisar [3] tarafından 2010 yılında yapılan bir döküm fabrikasında fiziksel ve kimyasal ortam faktörlerinin iş sağlığı ve güvenliğine göre incelenmesi-kaynak, ortam ve alıcıdaki önlemler üzerine bir çalışmadır. Bu çalışmada yine dökümhanede gürültü ölçümlerine yer

verilmiş ve sonuçlar açıklanmıştır. Maçahane ve boyahane bölümlerindeki gürültü değerleri tablolar ve grafikler halinde verilmiştir. Kişisel maruziyeti temsil etmesi açısından tüm vardiya boyunca ölçümler alınmış, sonuçlar yasal mevzuatla da karşılaştırılmıştır [3]. Fakat sadece iki bölümde ölçüm alınmış olması, bu bölümlerin maça hazırlama ve boyama proseslerini içermesi diğer döküm proseslerine ait maruziyet değerlerini belirtmemesi daha kapsamlı bir çalışmanın yapılmasına yol gösterici olmuştur.

Ayrıca Amerikan Dökümhane Topluluğu ve OSHA'nın birlikte yürüttüğü bir çalışmanın 2010 yılının Nisan ayında yayınlanan sonucuna göre; metal döküm operasyonları gürültü seviyeleri belirtilmiştir. Ortaya çıkan değerler aşağıda verilmiştir [25].

Tablo 21. Metal Döküm Operasyonları Gürültü Seviyeleri (OSHA)

Kaynak	dB(A)
Kumlama	100 - 110
Taşıma	92 - 115
Döküm Makineleri	90 - 115
Fanlar	90 - 95
İmalathane(Genel alan)	95 - 100

OSHA'nın yürüttüğü bu çalışma sonucu ortaya çıkan değerler ile yapılan bu tez sonucu ortaya çıkan değerler arasında yine bir fark göze çarpmaktadır. Çıkan farkın nedeni; tıpkı örnek verilen ilk tezdeki gibi sonuçların sadece prosesler bazında verilmesi günlük kişisel maruziyet değerlerini temsil etmemesidir. Bu sonuçlar ışığında maruziyet süreleriyle birlikte görevlerin kişisel maruziyete katkıları hesaplanmış olsaydı değerlerde düşmeler oluşacak ve sonuçlar birbirine yakın çıkacaktır.

Yukarıda örnek olarak sunulan ülkemizde daha önceden yapılmış bu iki tezin ve yurt dışı kaynaklı diğer çalışmanın ortak yanı, dökümhanelerdeki gürültü maruziyet değerlerinin belirlenmesi açısından nicel sonuçlar vermesi ve bir farkındalık oluşturarak yeni çalışmalara ışık tutması olarak belirlenebilir. Bu çalışma ise; döküm proseslerini daha kapsamlı olarak içeren ve günlük kişisel maruziyet değerlerinin akredite olmuş bir metotla, yetkili kişilerce ölçülerek daha güvenilir sonuçlar elde edilebilmesi açısından diğer üç çalışmadan farklılık göstermektedir.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışma, demir dökümü yapan küçük ölçekli 15 iş yerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın yapıldığı iş yerleri, genel olarak çalışan sayısı az ve büyük ölçekli iş yerlerine göre iş sağlığı ve güvenliği koşulları açısından yetersiz, dolayısıyla da çalışanların sağlığını olumsuz etkileyebilecek şartlara sahip iş yerleridir. Bu olumsuz etkilerden biri de şüphesiz gürültü sorunudur. Yapılan bu çalışmada alınan ölçümler ışığında ortaya çıkan sonuçlar değerlendirildiğinde, ölçüm alınan tüm iş yerlerindeki günlük kişisel gürültü maruziyet değerlerinin yasal mevzuatımızdaki değerlerin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Bu durumun çalışan sağlığını kesin olarak tehdit ettiği bilinmekte ve yönetmelikte, bu konu ile ilgili olarak ne yapılması gerektiği ile ilgili maddelere yer verilmektedir. Yapılması gereken ilk çalışma, günlük kişisel gürültü maruziyet değerlerinin yüksek çıkma sebeplerinin araştırılmasıdır. Böylece maruziyeti artıran kaynaklar bulunarak, çözüm önerileri daha rahat geliştirilebilecektir.

- Ölçüm sonuçlarına bakıldığında gürültü açısından en tehlikeli işin temizleme operasyonu olduğu görülmektedir. Dökümü yapılan parçanın temizlenmesi için yapılan taşlama işlemi oldukça yüksek bir gürültü oluşumuna sebebiyet vermektedir.

- Temizlemeden sonra diğer proseslere bakıldığında, gürültü açısından en tehlikeli işlemlerin maça hazırlama ve döküm proseslerine nazaran, ergitme ve kalıplama prosesleri olduğu göze çarpmaktadır. Bu işlemlerdeki gürültünün yüksek çıkma sebepleri daha önce tartışma bölümünde de açıklandığı

gibi ergitme için kullanılan ocak tiplerine ve fanların çalışıp çalışmama durumuna göre değişmekte, kalıplama için ise işlem yapım tekniklerine göre değişiklik göstermektedir. Kalıplama prosesinden kaynaklanan gürültünün yüksek çıktığı iş yerleri genelde çekiç, hava tabancası vb, gibi el aletleri ile çalışmaktadır. Bu aletlerle kısa bir süre için çalışılmış bile olsa gürültü seviyesini büyük oranda değiştirebilmektedir.

Gürültünün azaltılması için genel yaklaşım, ilk etapta gürültüyü kaynağında yok etmektir. Bunun yapılamadığı yerlerde ikame metodu uygulanabilir yani gürültülü ekipman daha az gürültülü ekipmanlarla değiştirilebilir. En son çare ise kişisel koruyucu donanımların kullanılmasıdır. Alınması gereken önlemler daha detaylandırılacak olunursa;

- İş yeri kuruluş planlarında üretim prosesine göre makine ve tezgah yerleşimini düzenlemek,
- Makine ve tezgah seçiminde daima daha az gürültü yayacak son teknolojik ürünlerin seçimine önem vermek,
- Çok gürültü çıkaran makine ve tezgahların çalışma ortamından ayrı yalıtılmış bölümlere almak,
- Çalışma alanındaki taban döşemesinin sesi emecek malzemeden yapılmasını sağlamak,
- Makine ve tezgahların bakımlarının düzenli aralıklarda yapılarak çıkardıkları gürültü düzeyini azaltmak,
- Sesin havada yayılmasını önlemek için iş yerinde olanaklar ölçüsünde ses emici malzemeler kullanmak,
- Titreşen parçaların dış yüzey alanlarını azaltmak,
- Titreşen cisimlerin yanında geniş yüzeylerden kaçınmak (geniş yüzeyler rezonansa geçerek orijinal kaynaktan daha çok gürültü oluştururlar),
- Gürültü çıkaran işlemi daha az gürültülü işlemle değiştirmek,
- Gürültü kaynağı ve ona maruz kalan kişi arasındaki uzaklığı artırmak,
- Sesin duvar, tavan ve taban gibi geçebileceği ve yansıyabileceği yerleri ses emici malzeme ile kaplamak veya böyle malzemelerle yapmak,
- Çalışanların kişisel koruyucu donanım kullanmalarını sağlamak gibi önlemler alınmalıdır.

✓ Temizleme işleminde gürültünün azaltılabilmesi için yapılacak en verimli çalışma, kullanılan ekipmanın daha az gürültü çıkaran başka bir ekipmanla değiştirilmesidir. Tartışma bölümünde bu cihazlara örnek olarak bir kaç model sunulmuştur. Kullanılan cihazın daha az gürültüyle çalışan başka bir cihazla değiştirilmesi temizleme prosesinden kaynaklanan gürültü maruziyet değerini azaltacak, dolayısıyla günlük kişisel maruziyet değerini de düşürecektir. Örneğin; 10 numaralı dökümhanede taşıma işleminde kullanılan cihaz yerine tartışma bölümünde sunulmuş olan 93 dB(A)'lık bir gürültü oluşturan diğer cihaz kullanıldığında bile temizleme prosesinden kaynaklanan maruziyet değeri 90,8 dB(A)'dan 86,8 dB(A) seviyelerine, günlük kişisel gürültü maruziyet değeri ise 91,9 dB(A)'dan 88,9 dB(A) düzeyine inmektedir.

✓ Bu proste cihaz ve çalışan sürekli beraber bulundukları için herhangi bir perdeleme işlemi çalışanı gürültünün olumsuz etkilerinden koruyamayacaktır. Diğer önlemler de genel olarak işverenlerce zaman ve maddi açıdan kayıp getirdiği düşünüldüğü için çok tercih edilmemekte, zaten küçük işletmeler oldukları için bu konulara ayrılacak bir bütçeyi yaratamadıklarını söylemektedirler.

✓ Bunun haricinde alınması gereken diğer bir önlem tabi ki kişisel koruyucu donanımların kullanılmasıdır. Kulak koruyucular, çalışanın maruz kaldığı gürültünün seviyesine uygun, gürültü azaltım özelliklerine göre seçilebilir. Seçilecek kulak koruyucu, kullanıcının gürültü maruziyetini yönetmelikte belirtilen eylem değerinin altına düşürmek zorundadır. En uygun kulak koruyucu, kullanıcının kulak zarında gürültüyü, eylem değerinden 5 dB(A) -10 dB(A) azaltır. Çalışana gereğinden fazla oranda azaltım özelliklerine sahip bir işitme koruyucusu kullanılmamalıdır. Fazla koruma, iletişim problemlerine ve acil durum ikazlarının algılanamamasına yol açar. Çalışan, ortamdaki soyutlanmış hissedebilir ve rahatsız olur [28]. Bu yüzden de kulak koruyucusunu kullanmayabilir. Örneğin; 10 numaralı dökümhane için çalışma alanında gürültü değeri 91,9 dB(A)'dır. Eğer çalışanın hissettiği gürültü düzeyi 75 dB(A) – 80 dB(A) arasındaysa kulak koruyucu iyi koruma sağlıyor demektir. 70 dB(A) ve altındaysa gereğinden fazla koruma sağlıyor demektir. Manşon tipi kulak koruyucular genellikle gürültü seviyesi 105 dB(A)'nın üstündeki işlerde tercih edilirler. Bu tür kulaklıklar, bu işlem için fazla

koruma sağladığından çalışanı rahatsız edebilir. Bu yüzden bu iş yerlerinde, tıkaç tipi kulak koruyucuların kullanılması daha faydalı olacaktır.

✓ Kalıplama işleminde, el aletleri kullanılarak işlemin manuel olarak yapılması yerine modern teknolojiye uygun kalıplama makineleri kullanılabilir.

✓ Bu makineler, atölyelerde ayrı bir bölümde konumlandırılabilir ya da perdeleme sistemiyle çalışandan izole edilebilirler. Böylece çalışanın maruziyet değerinde azalmalar görülecektir.

✓ Çalışan, genelde yaptığı işten dolayı makinelerden bir kaç metre uzaklıkta mesafelerde bulunur. Bitişik çalışma alanı duvarlarının, ses emici özelliğinin artırılması, sadece oradaki çalışan için değil çevre iş istasyonlarındaki çalışanlar için de verimli olacaktır. Sönümleme çözümleri şu şekilde sıralanabilir:

- Gözenekli materyaller (cam yünü, taş yünü vb.), kalınlığı boyunca difüzyon ederek ses enerjisini soğururlar. Yüksek frekanslarda daha kullanışlıdır, duvar yüzeylerine uygulanabilir ya da tavana emici yüzey olarak asılabilirler.

- Ahşap çıtalarla duvara sabitlenen ahşap paneller (diyafram) kullanılabilir. Düşük frekanslar için daha kullanışlıdır.

- Yansıtıcılar, hava boşluklarıdır. Boşluk içerisindeki hava hareketleri ses enerjisinin sönümlenmesini sağlar.

- Aynı aygıt için sönümleme faktörleri, yoğunluk, kalınlık gibi parametrelere göre değişkenlik gösterebilir.

Yalıtımın sağladığı yarar genellikle frekans arttıkça artar. Ancak her duvarın belirli bir frekans aralığı vardır [22].

Aşağıda belli duvar tipleri için ortalama ses yalıtım değerleri verilmiştir.

Tablo 22. Bazı Duvar Tipleri İçin Ses Yalıtım Değerleri

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

Ergitme prosesi için seçilen ocak tipi ve modeline, kullanılan fan tipi ve modeline ayrıca da işlem sırasında fanın çalışıp çalışmama durumuna göre gürültüde farklılıklar gözlemlenebilmektedir. Burada alınması gereken önlemler;

- ✓ kaynağında yok etme,
- ✓ ocağın izole edilmesi ya da
- ✓ ikame metodu uygulanarak daha az gürültü çıkaran ocak ve fanla değiştirilmesi olabilir.

✓ Fakat bu önlemler yukarıda da bahsedildiği üzere işverenlerce ekstra yük olarak karşılanmakta dolayısıyla uygulanamamaktadır. En son çare olarak kişisel koruyucu donanımlar kullanılarak çalışanın gürültüye maruziyeti azaltılmalıdır. Temizleme prosesinde olduğu gibi ergitme prosesi için de manşon tipi kulaklıklar fazla koruma sağlayacağı için aynı şekilde çalışanı rahatsız edecek ve verimi düşürecektir. Bu sebeple yine tıkaç tipi kulak koruyucuların kullanılması fayda sağlayacaktır.

- Yapılan bu çalışmanın sonucunda, seçilen demir dökümhanelerinde döküm proseslerinden (maça hazırlama, kalıplama, ergitme, döküm ve temizleme) kaynaklanan gürültü maruziyet değerleri belirlenmiştir.

- Her bir prosesin günlük kişisel maruziyete katkıları, bu verilerden de yola çıkarak her bir dökümhanede çalışanlar için günlük kişisel gürültü maruziyet değerleri hesaplanmıştır.

- En yüksek maruziyet kaynağı olarak temizleme prosesi, daha sonra ise kalıplama ve ergitme prosesleri belirlenmiştir. Genel olarak bu üç prosesin maruziyet değerlerinin yüksek olduğu dökümhanelerde günlük kişisel gürültü maruziyet değerleri de yüksek çıkmıştır.

- Ayrıca günlük kişisel gürültü maruziyet değerleri ölçüm yapılan tüm dökümhanedeki çalışanlar için yönetmelikteki en yüksek maruziyet eylem değerinin üzerinde çıkmış, bununla beraber 9 dökümhanenin değerlerinin ise maruziyet sınır değerinin dahi üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Bunun sonucunda işverenler, gerekli her türlü önlemi alarak çalışanlarının iş sağlığı ve güvenliği mevzuatına uygun olarak çalışmasını sağlamakla yükümlüdür.

Büyük ölçekli iş yerleri diğer iş yerlerine göre genelde imkanları da olduğu için iş sağlığı ve güvenliğine daha çok dikkat etmekte ve tedbirlerini almaktadır. Fakat bu tez kapsamındaki gibi küçük iş yerleri henüz bu konuya çok vakıf

gözükmemekte ve çalışanların sağlığını tehlikeye atmaktadır. Bu konuda farkındalığın arttırılarak çalışanların daha güvenli ve sağlıklı bir ortamda çalışabilmeleri için hem çalışanlara hem de işverenlere gerekli eğitimlerin verilmesi gerekmektedir. Ayrıca yapılan bu çalışma ışığında da, demir döküm sektöründe mevcut gürültü sorununa karşı alınabilecek önlemler ve alternatif çözüm önerileri rehber doküman şeklinde hazırlanacaktır.

KAYNAKLAR

1. Türk Döküm Sanayi “2013 Yılına Girerken Mevcut Durum” : Türk Döküm Sanayicileri Derneği: 2013 Haziran.
2. Vural Murat, Anık Selahaddin, Dikicioğlu Adnan, İmal Usulleri. Birsen Yayınevi. 2006: 106-107.
3. Koçhisar B. Bir Döküm Fabrikasında Fiziksel ve Kimyasal Ortam Faktörlerinin İş Sağlığı ve Güvenliğine Göre İncelenmesi-Kaynak, Ortam ve Alıcıdaki Önlemler (tez). Ankara: Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü; 2010.
4. Prof. Dr. Aran Ahmet, Döküm Teknolojisi “İmal Usulleri Ders Notları”. İTÜ Makina Fakültesi. 2007: 83-89.
5. ÇEMAŞ Döküm Sanayi A.Ş. Web Sitesi:
<http://www.cemas.com.tr/>
6. Şener G. Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelerde Risk Analizi Uygulaması (tez). Ankara: Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 2005
7. Beeley, A.S., “Foundry technology 2nd ed.”, Butterworth-Heinemann, Oxford. (2001).
8. Taşyürek Mustafa, Demir Döküm Sanayiinde İş Hijyeni Sorunları ve Gerekli Önlemler (tez). Ankara: Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 1985.
9. Prof. Dr. Güler Çağatay, Ergonomiye Giriş, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi. 1. Baskı No:45, Ankara; 1997.

10. SGK İstatistikleri, SGK Web Sitesi:

<http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/tr/kurumsal/istatistikler>

11. Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik, 28721, 28.07.2013

12. Sağlık Kuralları Bakımından Günde Azami Yedi Buçuk Saat veya Daha Az Çalışılması Gereken İşler Hakkında Yönetmelik, 28709, 16.07.2013

13. HSE (Health and Safety Executive)- İngiltere İş Sağlığı ve Güvenliği Kuruluşu

14. OSHA (Occupational Safety and Health Administration) – İş Sağlığı ve Güvenliği Örgütü

15. NIOSH (The National Institute for Occupational Safety and Health) – Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü

16. Directive 2003/10/EC of The European Parliament and of The Council - Avrupa Parlamentosu ve Konsey Direktifi

17. İSGÜM Akreditasyon Kapsamı, TÜRKAK Web Sitesi:

http://www.turkak.org.tr/online/search/akredite.asp?action=search&language=0&acc_nr=&city=6&country=1&app=946&udk_type=7&keyword=9612&company_name=

18. TS EN ISO 9612:2009 Akustik Çalışma Ortamında Maruz Kalınan Gürültünün Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi İçin Prensipler, 2009

19. Alman Sosyal Kaza Sigortaları – İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü Laboratuvarları (Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung)

20. YTY Metal Sanayi Dış Ticaret Ltd. Şti.
21. Bosch Web Sitesi:
<http://www.bosch-professional.com/tr/tr/taslama-makineleri-101277-ocs-c/>
22. TS EN ISO 11690-1 Akustik İçinde Makine Bulunan Düşük Gürültü Seviyeli İş Yerlerinin Tasarımı İçin Tavsiye Edilen Uygulama- Bölüm 1: Gürültü Kontrol Stratejileri, 1999
23. İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, 28339, 30.06.2012
24. Tozla Mücadele Yönetmeliği, 28812, 05.11.2013
25. Hearing Protection and MetalCasting Facilities, American Foundry Society & OSHA, Nisan 2010
<http://www.afsinc.org/files/hearing%20fact%20sheet.pdf>
26. Svan 947 Gürültü ve Titreşim Ölçer Cihaz Kullanım Kılavuzu
27. SV102 Gürültü Dozimetresi Kullanım Kılavuzu
28. TS EN 458 İşitme Koruyucuları – Seçim, Kullanım, Muhafaza ve Bakım – Kılavuz

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	Zafer ALTIPARMAK
Doğum Tarihi	24.10.1987
Medeni Durum	Bekar
Askerlik Durumu	Tecilli (01.2015)
Adres	Aşıkpaşa Mah. Kalamış Sok. 1/9 Çankaya/Ankara
E-posta	zaltiparmak@csgb.gov.tr

İŞ TECRÜBESİ

2011 - T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı,
İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü,
İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü Müdürlüğü
İş Sağlığı ve Güvenliği Uzman Yrd.

EĞİTİM BİLGİLERİ

2005-2010	Gazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği (Lisans)
2001-2005	Çankaya 50. Yıl Süper Lisesi (Yabancı Dil Ağırlıklı)

TABLolar

Tablo 1. Döküm Sektöründe Faal Kuruluş Sayıları - (2013 Mart).....	6
Tablo 2. Döküm Sektöründe İstihdam (2012)	6
Tablo 3. Şehir Bazında Dökümhane Sayıları	7
Tablo 4. Demir Grubu Dökümhanelerin Coğrafi Dağılımı	9
Tablo 5. Çelik Dökümhaneleri Coğrafi Dağılımı.....	9
Tablo 6. Döküm Proseslerinin Etkileri ve Atıkları.....	19
Tablo 7. PİK Demirin Kimyasal Yapısı	19
Tablo 8. Türk Döküm Kumlarının Kimyasal Bileşimleri.....	20
Tablo 9. Kum Hazırlamada Kullanılan Özel İlaveler	21
Tablo 10. Maça Kumu Karışımlarında Kullanılan Bazı Öğütülmüş Refrakter Malzemelerin Özellikleri	22
Tablo 11. Dökümhanelerde Kullanılan Maça Boyaları	24
Tablo 12. CO Yoğunluğu ve Maruz Kalanlarda Görülen Klinik Belirtiler	26
Tablo 13. SGK İstatistiklerine Göre İşitme Kayıpları.....	29
Tablo 14. Uluslararası Mevzuattaki Gürültü Maruziyet Değerleri	35
Tablo 15. Homojen Gürültü Maruziyet Gruplarının Toplam Ölçüm Süresi Belirleme Tablosu	42
Tablo 16. Svantek 947 Gürültü ve Titreşim Ölçer Cihazı ve SV30 A Akustik Kalibratör Özellikleri	45
Tablo 17. SV102 Gürültü Dozimetresi Özellikleri	46
Tablo 18. Ölçüm Yapılan İş yerleri.....	53
Tablo 19. Görev Tabanlı Gürültü Ölçüm Sonuçları	54
Tablo 20. Farklı Modellerdeki Taşlama Cihazlarının Çıkardıkları Gürültü Değerleri.....	66
Tablo 21. Metal Döküm Operasyonları Gürültü Seviyeleri (OSHA).....	68
Tablo 22. Bazı Duvar Tipleri İçin Ses Yalıtım Değerleri	73
Tablo 23. 1. Dökümhane İçin Gürültü Ölçüm Sonuçları.....	83
Tablo 24. 2. Dökümhane İçin Gürültü Ölçüm Sonuçları.....	84
Tablo 25. 3. Dökümhane İçin Gürültü Ölçüm Sonuçları.....	85
Tablo 26. 4. Dökümhane İçin Gürültü Ölçüm Sonuçları.....	86
Tablo 27. 5. Dökümhane İçin Gürültü Ölçüm Sonuçları.....	87
Tablo 28. 6. Dökümhane İçin Gürültü Ölçüm Sonuçları.....	88
Tablo 29. 7. Dökümhane İçin Gürültü Ölçüm Sonuçları.....	89
Tablo 30. 8. Dökümhane İçin Gürültü Ölçüm Sonuçları.....	90
Tablo 31. 9. Dökümhane İçin Gürültü Ölçüm Sonuçları.....	91
Tablo 32. 10. Dökümhane İçin Gürültü Ölçüm Sonuçları.....	92
Tablo 33. 11. Dökümhane İçin Gürültü Ölçüm Sonuçları.....	93
Tablo 34. 12. Dökümhane İçin Gürültü Ölçüm Sonuçları.....	94
Tablo 35. 13. Dökümhane İçin Gürültü Ölçüm Sonuçları.....	95
Tablo 36. 14. Dökümhane İçin Gürültü Ölçüm Sonuçları.....	96
Tablo 37. 15. Dökümhane İçin Gürültü Ölçüm Sonuçları.....	97

ŞEKİLLER

Şekil 1. Döküm Sanayindeki İstihdamın Yıllara Göre Değişimi.....	7
Şekil 2. Döküm Prosesi İş Akış Şeması.....	11
Şekil 3. Potalı Ocak.....	13
Şekil 4. Kupol Ocağı.....	14
Şekil 5. Endüksiyon Ocağı	17
Şekil 6. İSGÜM Akreditasyon Kapsamı	36
Şekil 7. Görev Tabanlı Ölçümde Ölçüm Sürelerinin Belirlenmesi.....	41
Şekil 8. Svantek 947 Gürültü ve Titreşim Ölçer ve SV30 A Akustik Kalibratör	44
Şekil 9. SV102 Gürültü Dozimetresi	45
Şekil 10. Sessiz Oda ve Kalibrasyon Düzeneği Örneği.....	47
Şekil 11. Sessiz Oda Örneği.....	47
Şekil 12. El Tipi Ses Seviye Ölçer Kullanımı	48
Şekil 13. Mikrofon Konumu	49
Şekil 14. Üretim Cinslerine Göre Dökümhanelerin Dağılımı	50
Şekil 15. İşletme Büyüklüklerine Göre Demir Dökümhanelerinin Dağılımı.....	51
Şekil 16. Maça Üretimi Prosesi Maruziyet Değerleri.....	56
Şekil 17. Kalıplama Prosesi Maruziyet Değerleri.....	57
Şekil 18. Ergitme Prosesi Maruziyet Değerleri	57
Şekil 19. Döküm Prosesi Maruziyet Değerleri.....	58
Şekil 20. Temizleme Prosesi Maruziyet Değerleri.....	59
Şekil 21. Günlük Kişisel Maruziyet Değerleri	59
Şekil 22. Maça Kumu Hazırlama Makinesi ve Maça Kumu	62
Şekil 23. 7 Numaralı Dökümhanede Kalıplama İşlemi ve Kullanılan Ekipmanlar	62
Şekil 24. 8 Numaralı Dökümhanede Kalıplama İşlemi	63
Şekil 25. 12 Numaralı Dökümhanede Kullanılan Ocak.....	63
Şekil 26. Kupol Ocak ve Fan Örneği	64
Şekil 27. Kalıba Döküm İşlemi.....	65
Şekil 28. 10 Numaralı Dökümhanede Kullanılan Taşlama Cihazı	65
Şekil 29. 1. Dökümhane İçin Ölçüm ve Ölçüm Belirsizliği Sonucu.....	83
Şekil 30. 2. Dökümhane İçin Ölçüm ve Ölçüm Belirsizliği Sonucu	84
Şekil 31. 3. Dökümhane İçin Ölçüm ve Ölçüm Belirsizliği Sonucu.....	85
Şekil 32. 4. Dökümhane İçin Ölçüm ve Ölçüm Belirsizliği Sonucu	86
Şekil 33. 5. Dökümhane İçin Ölçüm ve Ölçüm Belirsizliği Sonucu	87
Şekil 34. 6. Dökümhane İçin Ölçüm ve Ölçüm Belirsizliği Sonucu	88
Şekil 35. 7. Dökümhane İçin Ölçüm ve Ölçüm Belirsizliği Sonucu	89
Şekil 36. 8. Dökümhane İçin Ölçüm ve Ölçüm Belirsizliği Sonucu.....	90
Şekil 37. 9. Dökümhane İçin Ölçüm ve Ölçüm Belirsizliği Sonucu	91
Şekil 38. 10. Dökümhane İçin Ölçüm ve Ölçüm Belirsizliği Sonucu.....	92
Şekil 39. 11. Dökümhane İçin Ölçüm ve Ölçüm Belirsizliği Sonucu.....	93
Şekil 40. 12. Dökümhane İçin Ölçüm ve Ölçüm Belirsizliği Sonucu.....	94
Şekil 41. 13. Dökümhane İçin Ölçüm ve Ölçüm Belirsizliği Sonucu.....	95
Şekil 42. 14. Dökümhane İçin Ölçüm ve Ölçüm Belirsizliği Sonucu.....	96
Şekil 43. 15. Dökümhane İçin Ölçüm ve Ölçüm Belirsizliği Sonucu.....	97

EKLER

EK-1: Görev Tabanlı Gürültü Ölçüm ve Ölçüm Belirsizliği Sonuçları

EK-1

Tablo 24. 2. Dökümhane İçin Gürültü Ölçüm Sonuçları

Yapılan İş	Leq, dB(A)	Maruziye t Süresi	Görevin Kişisel Maruziyete Katkısı (LEX8h,m)	Kişisel Maruziyet (Lex,8 saat) dB(A)	P _{peak} dB(C)
Maça Üretimi	71,1	1 saat	61,8	<u>86,7±1,4</u>	111,8
Kalıplama	85,1	2 saat	78,8		117,5
Ergitme	83,7	3 saat	79,2		131,0
Döküm	83,7	0,5 saat	71,4		128,4
Temizleme	90,5	2 saat	84,2		<u>138,2</u>
Referans Sınır Değer					
En yüksek maruziyet eylem değerleri : LEX,			8h = 85 dB (A) ve P _{peak} = 137dB(C)		
En düşük maruziyet eylem değerleri : LEX,			8h = 80 dB (A) ve P _{peak} = 135dB(C)		

ISO 9612 Ölçüm belirsizliklerinin değerlendirilmesi (Ek_C)
Görev tabanlı ölçüm

Belirsizlik hesaplamaları
Tüm değerler "Görev veri girdisi" bölümüne göre hesaplanır

Günlük gürültü maruziyet seviyesi
Genişletilmiş belirsizlik

86,7 dB
1,4 dB

Görev sayısı **5**
Günlük toplam süre (saat) **8,5**

Belirsizlik raporu	(referans)	semboller, ilişkiler	Görev 1	Görev 2	Görev 3	Görev 4	Görev 5	Görev 6	Görev 7
Gürültü seviyesi	(C.6)	U _{1a,m}	0,58	0,58	0,65	0,8	0,3		
Hassasslık katsayısı	(C.4)	C _{1a,m}	0,00	0,17	0,19	0,0	0,6		
Süre	(C.7)	U _{1b,m}	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0		
Hassasslık katsayısı	(C.5)	C _{1b,m}	0,02	0,37	0,27	0,3	1,3		
Gürültü seviyelerinin belirsizlik katkısı		C _{1a,m} + U _{1a,m}	0,00	0,10	0,12	0,0	0,2		
Görev sürelerinin belirsizlik katkısı		C _{1b,m} + U _{1b,m}	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0		
Ölçüm cihazının belirsizlik katkısı		C _{1a,m} + U _{2,m}	0,00	0,12	0,13	0,0	0,4		
Ölçüm pozisyonunun belirsizlik katkısı		C _{1a,m} + U ₃	0,00	0,17	0,19	0,0	0,6		

Sonuçlar	Görev adı	Görev 1	Görev 2	Görev 3	Görev 4	Görev 5	Görev 6	Görev 7
		Maça Üret	Kalıplama	Ergitme	Döküm	Temizlem		
Ortalama gürültü seviyesi (dB)	(9.3 : (7))	L_{p,A,eqT,m}	71,1	85,1	83,7	83,7	90,5	
Süre (saat)	(9.2 : (5))	T_m	1,0	2,0	3,0	0,5	2,0	
m görevinin Lex,8'e katkısı	(9.4 : (8))	L_{EX,8h,m}	61,8	78,8	79,2	71,4	84,2	
Belirsizlik katkısı	Gürültü seviyesi	(C _{1a,m} + U _{1a,m}) ²	0,00	0,01	0,02	0,0	0,0	
	Süre	(C _{1b,m} + U _{1b,m}) ²	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	
	Ölçüm cihazı	(C _{1a,m} + U _{2,m}) ²	0,00	0,01	0,02	0,0	0,2	
	Ölçme pozisyonu	(C _{1a,m} + U ₃) ²	0,00	0,03	0,04	0,0	0,4	
	Her m görevinin toplamı	u ² (L _{EX,8h}) _m	0,00	0,05	0,07	0,0	0,6	

Tüm görevlerin toplamı (C.3) $u^2 (L_{EX,8h}) = 0,70$
0 $u(L_{EX,8h}) = 0,8$ dB
Günlük gürültü maruziyet seviyesi (C.2) **L_{EX,8h} = 86,7** dB
Genişletilmiş belirsizlik $U(L_{EX,8h}) = 1,65 * u(L_{EX,8h}) = 1,4$ dB

Şekil 30. 2. Dökümhane İçin Ölçüm ve Ölçüm Belirsizliği Sonucu

EK-1

Tablo 25. 3. Dökümhane İçin Gürültü Ölçüm Sonuçları

Yapılan İş	Leq, dB(A)	Maruziye t Süresi	Görevin Kişisel Maruziyete Katkısı (LEX8h,m)	Kişisel Maruziyet (Lex,8 saat) dB(A)	P _{peak} dB(C)
Maça Üretimi	77,4	1 saat	68,1	<u>85,9±1,6</u>	119,0
Kalıplama	81,9	2 saat	75,6		122,3
Ergitme	80,7	3 saat	76,1		124,7
Döküm	82,6	0,5 saat	70,3		117,1
Temizleme	90,6	2 saat	84,3		132,6
Referans Sınır Değer					
En yüksek maruziyet eylem değerleri : LEX,			8h = 85 dB (A) ve P _{peak} = 137dB(C)		
En düşük maruziyet eylem değerleri : LEX,			8h = 80 dB (A) ve P _{peak} = 135dB(C)		

ISO 9612 Ölçüm belirsizliklerinin değerlendirilmesi (Ek_C)
Görev tabanlı ölçüm

Belirsizlik hesaplamaları

Tüm değerler "Görev veri girdisi" bölümüne göre hesaplanır

Günlük gürültü maruziyet seviyesi
Genişletilmiş belirsizlik

85,9 dB
1,6 dB

Görev sayısı **5**
Günlük toplam süre (saat) **8,5**

Belirsizlik raporu	(referans)	semboller, ilişkiler	Görev 1	Görev 2	Görev 3	Görev 4	Görev 5	Görev 6	Görev 7
Gürültü seviyesi	Standart belirsizlik (C.6)	U _{1a,m}	0,65	0,44	0,74	0,8	0,3		
	Hassasslık katsayısı (C.4)	C _{1a,m}	0,02	0,10	0,11	0,0	0,7		
Süre	Standart belirsizlik (C.7)	U _{1b,m}	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0		
	Hassasslık katsayısı (C.5)	C _{1b,m}	0,08	0,22	0,16	0,3	1,6		
Gürültü seviyelerinin belirsizlik katkısı		C _{1a,m} * U _{1a,m}	0,01	0,04	0,08	0,0	0,2		
Görev sürelerinin belirsizlik katkısı		C _{1b,m} * U _{1b,m}	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0		
Ölçüm cihazının belirsizlik katkısı		C _{1a,m} * U _{2,m}	0,01	0,07	0,08	0,0	0,5		
Ölçüm pozisyonunun belirsizlik katkısı		C _{1a,m} * U ₃	0,02	0,10	0,11	0,0	0,7		

Sonuçlar	Görev adı	Görev 1	Görev 2	Görev 3	Görev 4	Görev 5	Görev 6	Görev 7
	Maça Üret	Kalıplama	Ergitme	Döküm	Temizleme			
Ortalam gürültü seviyesi (dB)	(9.3 : (7))	L _{pA,eqT,m}	77,4	81,9	80,7	82,6	90,6	
Süre (saat)	(9.2 : (5))	T _m	1,0	2,0	3,0	0,5	2,0	
m görevinin Lex,8'e katkısı	(9.4 : (8))	L _{EX,8h,m}	68,1	75,6	76,1	70,3	84,3	
Belirsizlik katkısı								
	Gürültü seviyesi	(C _{1a,m} * U _{1a,m}) ²	0,00	0,00	0,01	0,0	0,0	
	Süre	(C _{1b,m} * U _{1b,m}) ²	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	
	Ölçüm cihazı	(C _{1a,m} * U _{2,m}) ²	0,00	0,00	0,01	0,0	0,3	
	Ölçme pozisyonu	(C _{1a,m} * U ₃) ²	0,00	0,01	0,01	0,0	0,5	
	Her m görevinin toplamı	u ² (L _{EX,8h}) _m	0,00	0,02	0,03	0,0	0,9	

Tüm görevlerin toplamı

(C.3)

u² (L_{EX,8h}) =

0,91

0

u(L_{EX,8h})

1,0

dB

Genişletilmiş belirsizlik

Günlük gürültü maruziyet seviyesi

(C.2)

L_{EX,8h} =

85,9

dB

U(L_{EX,8h}) = 1,65 * u(L_{EX,8h}) =

1,6

dB

Şekil 31. 3. Dökümhane İçin Ölçüm ve Ölçüm Belirsizliği Sonucu

EK-1

Tablo 26. 4. Dökümhane İçin Gürültü Ölçüm Sonuçları

Yapılan İş	Leq, dB(A)	Maruziye t Süresi	Görevin Kişisel Maruziyete Katkısı (LEX8h,m)	Kişisel Maruziyet (Lex,8 saat) dB(A)	P _{peak} dB(C)
Maça Üretimi	79,7	1 saat	70,2	<u>89,0±1,8</u>	125,3
Kalıplama	86,7	2 saat	80,2		121,9
Ergitme	80,7	3 saat	75,9		117,4
Döküm	85,1	0,5 saat	72,6		112,8
Temizleme	92,8	2,5 saat	87,3		<u>139,7</u>
Referans Sınır Değer					
En yüksek maruziyet eylem değerleri : LEX,			8h = 85 dB (A) ve P _{peak} = 137dB(C)		
En düşük maruziyet eylem değerleri : LEX,			8h = 80 dB (A) ve P _{peak} = 135dB(C)		

ISO 9612 Ölçüm belirsizliklerinin değerlendirilmesi (Ek_C)
Görev tabanlı ölçüm

Belirsizlik hesaplamaları

Tüm değerler "Görev veri girdisi" bölümüne göre hesaplanır

Günlük gürültü maruziyet seviyesi
Genişletilmiş belirsizlik

89,0 dB
1,8 dB

Görev sayısı 5
Günlük toplam süre (saat) 9,0

Belirsizlik raporu	(referans)	semboller, ilişkiler	Görev 1	Görev 2	Görev 3	Görev 4	Görev 5	Görev 6	Görev 7
Gürültü seviyesi	(C.6)	$U_{1a,m}$	0,70	0,33	0,32	0,6	0,6		
Hassasslık katsayısı	(C.4)	$C_{1a,m}$	0,01	0,15	0,06	0,0	0,8		
Süre	(C.7)	$U_{1b,m}$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0		
Hassasslık katsayısı	(C.5)	$C_{1b,m}$	0,06	0,32	0,08	0,2	1,3		
Gürültü seviyelerinin belirsizlik katkısı		$C_{1a,m} \cdot U_{1a,m}$	0,01	0,05	0,02	0,0	0,5		
Görev sürelerinin belirsizlik katkısı		$C_{1b,m} \cdot U_{1b,m}$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0		
Ölçüm cihazının belirsizlik katkısı		$C_{1a,m} \cdot U_{2,m}$	0,01	0,10	0,04	0,0	0,5		
Ölçüm pozisyonunun belirsizlik katkısı		$C_{1a,m} \cdot U_3$	0,01	0,15	0,06	0,0	0,8		

Sonuçlar	Görev adı	Görev 1	Görev 2	Görev 3	Görev 4	Görev 5	Görev 6	Görev 7
Ortalama gürültü seviyesi (dB)	(9.3 : (7))	$L_{pA,eqT,m}$	79,7	86,7	80,7	85,1	92,8	
Süre (saat)	(9.2 : (5))	T_m	1,0	2,0	3,0	0,5	2,5	
m görevinin Lex,8'e katkısı	(9.4 : (8))	$L_{EX,8h,m}$	70,2	80,2	75,9	72,6	87,3	
Belirsizlik katkısı								
Gürültü seviyesi		$(C_{1a,m} \cdot U_{1a,m})^2$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,2	
Süre		$(C_{1b,m} \cdot U_{1b,m})^2$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	
Ölçüm cihazı		$(C_{1a,m} \cdot U_{2,m})^2$	0,00	0,01	0,00	0,0	0,3	
Ölçme pozisyonu		$(C_{1a,m} \cdot U_3)^2$	0,00	0,02	0,00	0,0	0,6	
Her m görevinin toplamı		$u^2 (L_{EX,8h})_m$	0,00	0,03	0,00	0,0	1,1	

Tüm görevlerin toplamı (C.3) $u^2 (L_{EX,8h}) = 1,13$
0 $u(L_{EX,8h}) = 1,1$ dB
Günlük gürültü maruziyet seviyesi (C.2) $L_{EX,8h} = 89,0$ dB
Genişletilmiş belirsizlik $U(L_{EX,8h}) = 1,65 \cdot u(L_{EX,8h}) = 1,8$ dB

Şekil 32. 4. Dökümhane İçin Ölçüm ve Ölçüm Belirsizliği Sonucu

EK-1

Tablo 27. 5. Dökümhane İçin Gürültü Ölçüm Sonuçları

Yapılan İş	Leq, dB(A)	Maruziye t Süresi	Görevin Kişisel Maruziyete Katkısı (LEX8h,m)	Kişisel Maruziyet (Lex,8 saat) dB(A)	P _{peak} dB(C)
Maça Üretimi	71,6	1,5 saat	64,1	<u>85,0±1,5</u>	109,1
Kalıplama	83,1	2 saat	76,9		118,0
Ergitme	80,2	3 saat	75,7		114,4
Döküm	81,8	0,5 saat	69,5		120,7
Temizleme	90,5	1,5 saat	83,0		134,6
Referans Sınır Değer					
En yüksek maruziyet eylem değerleri : LEX,			8h = 85 dB (A) ve P _{peak} = 137dB(C)		
En düşük maruziyet eylem değerleri : LEX,			8h = 80 dB (A) ve P _{peak} = 135dB(C)		

ISO 9612 Ölçüm belirsizliklerinin değerlendirilmesi (Ek_C)
Görev tabanlı ölçüm

Belirsizlik hesaplamaları
Tüm değerler "Görev veri girdisi" bölümüne göre hesaplanır

Günlük gürültü maruziyet seviyesi
Genişletilmiş belirsizlik

85,0 dB
1,5 dB

Görev sayısı 5
Günlük toplam süre (saat) 8,5

Belirsizlik raporu	(referans)	semboller, ilişkiler	Görev 1	Görev 2	Görev 3	Görev 4	Görev 5	Görev 6	Görev 7
Gürültü seviyesi	(C.6)	U _{1a,m}	0,76	0,58	0,44	0,7	0,3		
Hassasslık katsayısı	(C.4)	C _{1a,m}	0,01	0,16	0,13	0,0	0,7		
Süre	(C.7)	U _{1b,m}	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0		
Hassasslık katsayısı	(C.5)	C _{1b,m}	0,03	0,36	0,18	0,3	1,9		
Gürültü seviyelerinin belirsizlik katkısı		C _{1a,m} * U _{1a,m}	0,01	0,10	0,06	0,0	0,2		
Görev sürelerinin belirsizlik katkısı		C _{1b,m} * U _{1b,m}	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0		
Ölçüm cihazının belirsizlik katkısı		C _{1a,m} * U _{2,m}	0,01	0,12	0,09	0,0	0,5		
Ölçüm pozisyonunun belirsizlik katkısı		C _{1a,m} * U ₃	0,01	0,16	0,13	0,0	0,7		

Sonuçlar	Görev adı	Görev 1	Görev 2	Görev 3	Görev 4	Görev 5	Görev 6	Görev 7
Ortalam gürültü seviyesi (dB)	(9.3 : (7))	L _{pA,eqT,m}	71,6	83,1	80,2	81,8	90,5	
Süre (saat)	(9.2 : (5))	T _m	1,5	2,0	3,0	0,5	1,5	
m görevinin Lex,8' e katkısı	(9.4 : (8))	L _{EX,8h,m}	64,1	76,9	75,7	69,5	83,0	
Belirsizlik katkısı	Gürültü seviyesi	(C _{1a,m} * U _{1a,m}) ²	0,00	0,01	0,00	0,0	0,0	
	Süre	(C _{1b,m} * U _{1b,m}) ²	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	
	Ölçüm cihazı	(C _{1a,m} * U _{2,m}) ²	0,00	0,01	0,01	0,0	0,2	
	Ölçme pozisyonu	(C _{1a,m} * U ₃) ²	0,00	0,03	0,02	0,0	0,4	
	Her m görevinin toplamı	u ² (L _{EX,8h}) _m	0,00	0,05	0,03	0,0	0,7	

Tüm görevlerin toplamı (C.3) u² (L_{EX,8h}) = 0,79
0 u(L_{EX,8h}) = 0,9 dB Genişletilmiş belirsizlik
Günlük gürültü maruziyet seviyesi (C.2) L_{EX,8h} = 85,0 dB U(L_{EX,8h}) = 1,65 * u(L_{EX,8h}) = 1,5 dB

Şekil 33. 5. Dökümhane İçin Ölçüm ve Ölçüm Belirsizliği Sonucu

EK-1

Tablo 28. 6. Dökümhane İçin Gürültü Ölçüm Sonuçları

Yapılan İş	Leq, dB(A)	Maruziye t Süresi	Görevin Kişisel Maruziyete Katkısı (LEX8h,m)	Kişisel Maruziyet (Lex,8 saat) dB(A)	P _{peak} dB(C)
Maça Üretimi	75,3	1,5 saat	67,5	<u>87,8±1,9</u>	115,8
Kalıplama	83,2	2 saat	76,6		121,4
Ergitme	80,4	3 saat	75,6		119,3
Döküm	87,1	0,5 saat	74,5		124,3
Temizleme	92,7	2 saat	86,2		<u>138,4</u>
Referans Sınır Değer					
En yüksek maruziyet eylem değerleri : LEX,			8h = 85 dB (A) ve P _{peak} = 137dB(C)		
En düşük maruziyet eylem değerleri : LEX,			8h = 80 dB (A) ve P _{peak} = 135dB(C)		

ISO 9612 Ölçüm belirsizliklerinin değerlendirilmesi (Ek_C)
Görev tabanlı ölçüm

Belirsizlik hesaplamaları
Tüm değerler "Görev veri girdisi" bölümüne göre hesaplanır

Günlük gürültü maruziyet seviyesi
Genişletilmiş belirsizlik

87,8 dB
1,9 dB

Görev sayısı 5
Günlük toplam süre (saat) 9,0

Belirsizlik raporu	(referans)	semboller, ilişkiler	Görev 1	Görev 2	Görev 3	Görev 4	Görev 5	Görev 6	Görev 7
Gürültü seviyesi	(C.6)	U _{1a,m}	0,62	0,59	0,32	0,6	0,8		
Hassasslık katsayısı	(C.4)	C _{1a,m}	0,01	0,09	0,07	0,1	0,8		
Süre	(C.7)	U _{1b,m}	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0		
Hassasslık katsayısı	(C.5)	C _{1b,m}	0,03	0,19	0,10	0,5	1,7		
Gürültü seviyelerinin belirsizlik katkısı		C _{1a,m} * U _{1a,m}	0,01	0,05	0,02	0,0	0,6		
Görev sürelerinin belirsizlik katkısı		C _{1b,m} * U _{1b,m}	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0		
Ölçüm cihazının belirsizlik katkısı		C _{1a,m} * U _{2,m}	0,01	0,06	0,05	0,0	0,5		
Ölçüm pozisyonunun belirsizlik katkısı		C _{1a,m} * U ₃	0,01	0,09	0,07	0,1	0,8		

Sonuçlar	Görev adı	Görev 1	Görev 2	Görev 3	Görev 4	Görev 5	Görev 6	Görev 7
Ortalam gürültü seviyesi (dB)	(9.3 : (7))	L _{pA,eqT,m}	75,3	83,2	80,4	87,1	92,7	
Süre (saat)	(9.2 : (5))	T _m	1,5	2,0	3,0	0,5	2,0	
m görevinin Lex,8'e katkısı	(9.4 : (8))	L _{EX,8h,m}	67,5	76,6	75,6	74,5	86,2	
Belirsizlik katkısı	Gürültü seviyesi	(C _{1a,m} * U _{1a,m}) ²	0,00	0,00	0,00	0,0	0,4	
	Süre	(C _{1b,m} * U _{1b,m}) ²	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	
	Ölçüm cihazı	(C _{1a,m} * U _{2,m}) ²	0,00	0,00	0,00	0,0	0,3	
	Ölçme pozisyonu	(C _{1a,m} * U ₃) ²	0,00	0,01	0,00	0,0	0,6	
	Her m görevinin toplamı	u ² (L _{EX,8h}) m	0,00	0,01	0,01	0,0	1,3	

Tüm görevlerin toplamı (C.3) u² (L_{EX,8h}) = 1,33
0 u(L_{EX,8h}) = 1,2 dB
Günlük gürültü maruziyet seviyesi (C.2) L_{EX,8h} = 87,8 dB
Genişletilmiş belirsizlik U(L_{EX,8h}) = 1,65 * u(L_{EX,8h}) = 1,9 dB

Şekil 34. 6. Dökümhane İçin Ölçüm ve Ölçüm Belirsizliği Sonucu

EK-1

Tablo 29. 7. Dökümhane İçin Gürültü Ölçüm Sonuçları

Yapılan İş	Leq, dB(A)	Maruziyet Süresi	Görevin Kişisel Maruziyete Katkısı (LEX8h,m)	Kişisel Maruziyet (Lex,8 saat) dB(A)	P _{peak} dB(C)
Maça Üretimi	87,9	2 saat	81,4	<u>91,4±1,2</u>	121,6
Kalıplama	91,2	2 saat	84,7		128,4
Ergitme	88,0	3 saat	83,2		124,7
Döküm	86,9	0,5 saat	74,4		130,1
Temizleme	95,2	1,5 saat	87,4		<u>139,0</u>
Referans Sınır Değer					
En yüksek maruziyet eylem değerleri : LEX,			8h = 85 dB (A) ve P _{peak} = 137dB(C)		
En düşük maruziyet eylem değerleri : LEX,			8h = 80 dB (A) ve P _{peak} = 135dB(C)		

ISO 9612 Ölçüm belirsizliklerinin değerlendirilmesi (Ek_C)
Görev tabanlı ölçüm

Belirsizlik hesaplamaları
Tüm değerler "Görev veri girdisi" bölümüne göre hesaplanır

Günlük gürültü maruziyet seviyesi
Genişletilmiş belirsizlik

91,4 dB
1,2 dB

Görev sayısı 5
Günlük toplam süre (saat) 9,0

Belirsizlik raporu	(referans)	semboller, ilişkiler	Görev 1	Görev 2	Görev 3	Görev 4	Görev 5	Görev 6	Görev 7
Gürültü seviyesi	(C.6)	U _{1a,m}	0,66	0,40	0,58	0,6	0,5		
Hassasslık katsayısı	(C.4)	C _{1a,m}	0,11	0,24	0,17	0,0	0,5		
Süre	(C.7)	U _{1b,m}	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0		
Hassasslık katsayısı	(C.5)	C _{1b,m}	0,25	0,52	0,25	0,2	1,3		
Gürültü seviyelerinin belirsizlik katkısı		C _{1a,m} * U _{1a,m}	0,08	0,10	0,10	0,0	0,2		
Görev sürelerinin belirsizlik katkısı		C _{1b,m} * U _{1b,m}	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0		
Ölçüm cihazının belirsizlik katkısı		C _{1a,m} * U _{2,m}	0,08	0,17	0,12	0,0	0,3		
Ölçüm pozisyonunun belirsizlik katkısı		C _{1a,m} * U ₃	0,11	0,24	0,17	0,0	0,5		

Sonuçlar	Görev adı	Görev 1	Görev 2	Görev 3	Görev 4	Görev 5	Görev 6	Görev 7
Ortalam gürültü seviyesi (dB)	(9.3 : (7))	L _{p,A,eqT,m}	87,9	91,2	88,0	86,9	95,2	
Süre (saat)	(9.2 : (5))	T _m	2,0	2,0	3,0	0,5	1,5	
m görevinin Lex,8 'e katkısı	(9.4 : (8))	L _{EX,8h,m}	81,4	84,7	83,2	74,4	87,4	
Belirsizlik katkısı	Gürültü seviyesi	(C _{1a,m} * U _{1a,m}) ²	0,01	0,01	0,01	0,0	0,0	
	Süre	(C _{1b,m} * U _{1b,m}) ²	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	
	Ölçüm cihazı	(C _{1a,m} * U _{2,m}) ²	0,01	0,03	0,01	0,0	0,1	
	Ölçme pozisyonu	(C _{1a,m} * U ₃) ²	0,01	0,06	0,03	0,0	0,2	
	Her m görevinin toplamı	u ² (L _{EX,8h}) m	0,02	0,10	0,05	0,0	0,3	

Tüm görevlerin toplamı (C.3) u² (L_{EX,8h}) = 0,52
0 u(L_{EX,8h}) = 0,7 dB
Günlük gürültü maruziyet seviyesi (C.2) L_{EX,8h} = 91,4 dB
Genişletilmiş belirsizlik U(L_{EX,8h}) = 1,65 * u(L_{EX,8h}) = 1,2 dB

Şekil 35. 7. Dökümhane İçin Ölçüm ve Ölçüm Belirsizliği Sonucu

EK-1

Tablo 30. 8. Dökümhane İçin Gürültü Ölçüm Sonuçları

Yapılan İş	Leq, dB(A)	Maruziyet Süresi	Görevin Kişisel Maruziyete Katkısı (LEX8h,m)	Kişisel Maruziyet (Lex,8 saat) dB(A)	P _{peak} dB(C)
Maça Üretimi	74,2	1 saat	65,2	<u>88,1±1,3</u>	108,2
Kalıplama	90,7	2 saat	84,7		119,8
Ergitme	84,6	2,5 saat	79,6		114,1
Döküm	87,0	0,5 saat	74,9		127,5
Temizleme	89,7	2 saat	83,7		134,7
Referans Sınır Değer					
En yüksek maruziyet eylem değerleri : LEX,			8h = 85 dB (A) ve P _{peak} = 137dB(C)		
En düşük maruziyet eylem değerleri : LEX,			8h = 80 dB (A) ve P _{peak} = 135dB(C)		

ISO 9612 Ölçüm belirsizliklerinin değerlendirilmesi (Ek_C)
Görev tabanlı ölçüm

Belirsizlik hesaplamaları
Tüm değerler "Görev veri girdisi" bölümüne göre hesaplanır

Günlük gürültü maruziyet seviyesi
Geniştirilmiş belirsizlik

88,1 dB
1,3 dB

Görev sayısı **5**
Günlük toplam süre (saat) **8,0**

Belirsizlik raporu	(referans)	semboller, ilişkiler	Görev 1	Görev 2	Görev 3	Görev 4	Görev 5	Görev 6	Görev 7
Gürültü seviyesi	Standart belirsizlik (C.6)	$U_{1a,m}$	0,47	0,70	0,76	0,5	0,3		
	Hassasslık katsayısı (C.4)	$C_{1a,m}$	0,01	0,45	0,14	0,0	0,4		
Süre	Standart belirsizlik (C.7)	$U_{1b,m}$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0		
	Hassasslık katsayısı (C.5)	$C_{1b,m}$	0,02	0,98	0,24	0,4	0,8		
Gürültü seviyelerinin belirsizlik katkısı		$C_{1a,m} \cdot U_{1a,m}$	0,00	0,32	0,11	0,0	0,1		
Görev sürelerinin belirsizlik katkısı		$C_{1b,m} \cdot U_{1b,m}$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0		
Ölçüm cihazının belirsizlik katkısı		$C_{1a,m} \cdot U_{2,m}$	0,00	0,32	0,10	0,0	0,2		
Ölçüm pozisyonunun belirsizlik katkısı		$C_{1a,m} \cdot U_3$	0,01	0,45	0,14	0,0	0,4		

Sonuçlar	Görev adı	Görev 1	Görev 2	Görev 3	Görev 4	Görev 5	Görev 6	Görev 7
	Maça Üret	Kalıplama	Ergitme	Döküm	Temizleme			
Ortalam gürültü seviyesi (dB)	(9.3 : (7))	$L_{p,A,eqT,m}$	74,2	90,7	84,6	87,0	89,7	
Süre (saat)	(9.2 : (5))	T_m	1,0	2,0	2,5	0,5	2,0	
m görevinin Lex,8'e katkısı	(9.4 : (8))	$L_{EX,8h,m}$	65,2	84,7	79,6	74,9	83,7	
Belirsizlik katkısı	Gürültü seviyesi	$(C_{1a,m} \cdot U_{1a,m})^2$	0,00	0,10	0,01	0,0	0,0	
	Süre	$(C_{1b,m} \cdot U_{1b,m})^2$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	
	Ölçüm cihazı	$(C_{1a,m} \cdot U_{2,m})^2$	0,00	0,10	0,01	0,0	0,1	
	Ölçme pozisyonu	$(C_{1a,m} \cdot U_3)^2$	0,00	0,20	0,02	0,0	0,1	
	Her m görevinin toplamı	$u^2 (L_{EX,8h})_m$	0,00	0,40	0,04	0,0	0,2	

Tüm görevlerin toplamı (C.3) $u^2 (L_{EX,8h}) = 0,65$
0 $u(L_{EX,8h}) = 0,8$ dB
Günlük gürültü maruziyet seviyesi (C.2) $L_{EX,8h} = 88,1$ dB
Geniştirilmiş belirsizlik $U(L_{EX,8h}) = 1,65 \cdot u(L_{EX,8h}) = 1,3$ dB

Şekil 36. 8. Dökümhane İçin Ölçüm ve Ölçüm Belirsizliği Sonucu

EK-1

Tablo 31. 9. Dökümhane İçin Gürültü Ölçüm Sonuçları

Yapılan İş	Leq, dB(A)	Maruziyet Süresi	Görevin Kişisel Maruziyete Katkısı (LEX8h,m)	Kişisel Maruziyet (Lex,8 saat) dB(A)	P _{peak} dB(C)
Maça Üretimi	70,9	1,5 saat	63,6	<u>85,9±1,3</u>	110,0
Kalıplama	85,5	2 saat	79,5		120,9
Ergitme	85,7	2 saat	79,6		128,6
Döküm	81,7	0,5 saat	69,7		119,8
Temizleme	89,0	2 saat	83,0		132,4
Referans Sınır Değer					
En yüksek maruziyet eylem değerleri : LEX,			8h = 85 dB (A) ve P _{peak} = 137dB(C)		
En düşük maruziyet eylem değerleri : LEX,			8h = 80 dB (A) ve P _{peak} = 135dB(C)		

ISO 9612 Ölçüm belirsizliklerinin değerlendirilmesi (Ek_C)
Görev tabanlı ölçüm

Belirsizlik hesaplamaları
Tüm değerler "Görev veri girdisi" bölümüne göre hesaplanır

Günlük gürültü maruziyet seviyesi
Genişletilmiş belirsizlik

85,9 dB
1,3 dB

Görev sayısı **5**
Günlük toplam süre (saat) **8,0**

Belirsizlik raporu	(referans)	semboller, ilişkiler	Görev 1	Görev 2	Görev 3	Görev 4	Görev 5	Görev 6	Görev 7
Gürültü seviyesi	Standart belirsizlik (C.6)	$U_{1a,m}$	0,61	0,29	0,79	0,7	0,5		
	Hassasslık katsayısı (C.4)	$C_{1a,m}$	0,01	0,23	0,23	0,0	0,5		
Süre	Standart belirsizlik (C.7)	$U_{1b,m}$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0		
	Hassasslık katsayısı (C.5)	$C_{1b,m}$	0,02	0,49	0,51	0,2	1,1		
Gürültü seviyelerinin belirsizlik katkısı		$C_{1a,m} \cdot U_{1a,m}$	0,00	0,07	0,18	0,0	0,3		
Görev sürelerinin belirsizlik katkısı		$C_{1b,m} \cdot U_{1b,m}$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0		
Ölçüm cihazının belirsizlik katkısı		$C_{1a,m} \cdot U_{2,m}$	0,00	0,16	0,16	0,0	0,4		
Ölçüm pozisyonunun belirsizlik katkısı		$C_{1a,m} \cdot U_3$	0,01	0,23	0,23	0,0	0,5		

Sonuçlar	Görev adı	Görev 1	Görev 2	Görev 3	Görev 4	Görev 5	Görev 6	Görev 7
		Maça Üret	Kalıplama	Ergitme	Döküm	Temizleme		
Ortalam gürültü seviyesi (dB)	(9.3 : (7))	$L_{pA,eqT,m}$	70,9	85,5	85,7	81,7	89,0	
Süre (saat)	(9.2 : (5))	T _m	1,5	2,0	2,0	0,5	2,0	
m görevinin Lex,8 'e katkısı	(9.4 : (8))	$L_{EX,8h,m}$	63,6	79,5	79,6	69,7	83,0	
Belirsizlik katkısı	Gürültü seviyesi	$(C_{1a,m} \cdot U_{1a,m})^2$	0,00	0,00	0,03	0,0	0,1	
	Süre	$(C_{1b,m} \cdot U_{1b,m})^2$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	
	Ölçüm cihazı	$(C_{1a,m} \cdot U_{2,m})^2$	0,00	0,03	0,03	0,0	0,1	
	Ölçme pozisyonu	$(C_{1a,m} \cdot U_3)^2$	0,00	0,05	0,06	0,0	0,3	
	Her m görevinin toplamı	$U^2 (L_{EX,8h})_m$	0,00	0,08	0,12	0,0	0,5	

Tüm görevlerin toplamı (C.3) $U^2 (L_{EX,8h}) = 0,66$
0 $U(L_{EX,8h}) = 0,8$ dB
Günlük gürültü maruziyet seviyesi (C.2) $L_{EX,8h} = 85,9$ dB
Genişletilmiş belirsizlik $U(L_{EX,8h}) = 1,65 \cdot U(L_{EX,8h}) = 1,3$ dB

Şekil 37. 9. Dökümhane İçin Ölçüm ve Ölçüm Belirsizliği Sonucu

EK-1

Tablo 32. 10. Dökümhane İçin Gürültü Ölçüm Sonuçları

Yapılan İş	Leq, dB(A)	Maruziyet Süresi	Görevin Kişisel Maruziyete Katkısı (LEX8h,m)	Kişisel Maruziyet (Lex,8 saat) dB(A)	P _{peak} dB(C)
Maça Üretimi	76,3	1,5 saat	68,7	<u>91,9±1,9</u>	124,9
Kalıplama	86,1	2 saat	79,8		130,2
Ergitme	85,7	2,5 saat	80,4		126,3
Döküm	87,4	0,5 saat	75,1		129,0
Temizleme	97,1	2 saat	90,8		<u>139,2</u>
Referans Sınır Değer					
En yüksek maruziyet eylem değerleri : LEX,			8h = 85 dB (A) ve P _{peak} = 137dB(C)		
En düşük maruziyet eylem değerleri : LEX,			8h = 80 dB (A) ve P _{peak} = 135dB(C)		

ISO 9612 Ölçüm belirsizliklerinin değerlendirilmesi (Ek_C)
Görev tabanlı ölçüm

Belirsizlik hesaplamaları

Tüm değerler "Görev veri girdisi" bölümüne göre hesaplanır

Günlük gürültü maruziyet seviyesi
Genişletilmiş belirsizlik

91,9	dB
1,9	dB

Görev sayısı	5
Günlük toplam süre (saat)	8,5

Belirsizlik raporu	(referans)	semboller, ilişkiler	Görev 1	Görev 2	Görev 3	Görev 4	Görev 5	Görev 6	Görev 7
Gürültü seviyesi	Standart belirsizlik (C.6)	U _{1a,m}	0,22	0,58	0,33	0,7	0,6		
	Hassasslık katsayısı (C.4)	C _{1a,m}	0,01	0,07	0,08	0,0	0,8		
Süre	Standart belirsizlik (C.7)	U _{1b,m}	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0		
	Hassasslık katsayısı (C.5)	C _{1b,m}	0,02	0,14	0,13	0,2	1,8		
Gürültü seviyelerinin belirsizlik katkısı		C _{1a,m} * U _{1a,m}	0,00	0,04	0,03	0,0	0,5		
Görev sürelerinin belirsizlik katkısı		C _{1b,m} * U _{1b,m}	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0		
Ölçüm cihazının belirsizlik katkısı		C _{1a,m} * U _{2,m}	0,00	0,05	0,05	0,0	0,6		
Ölçüm pozisyonunun belirsizlik katkısı		C _{1a,m} * U ₃	0,01	0,07	0,08	0,0	0,8		

Sonuçlar		Görev adı	Görev 1	Görev 2	Görev 3	Görev 4	Görev 5	Görev 6	Görev 7
Ortalama gürültü seviyesi (dB)	(9.3 : (7))	L _{pA,eqT,m}	76,3	86,1	85,7	87,4	97,1		
Süre (saat)	(9.2 : (5))	T _m	1,5	2,0	2,5	0,5	2,0		
m görevinin Lex,8 'e katkısı	(9.4 : (8))	L _{EX,8h,m}	68,7	79,8	80,4	75,1	90,8		
Belirsizlik katkısı	Gürültü seviyesi	(C _{1a,m} * U _{1a,m}) ²	0,00	0,00	0,00	0,0	0,2		
	Süre	(C _{1b,m} * U _{1b,m}) ²	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0		
	Ölçüm cihazı	(C _{1a,m} * U _{2,m}) ²	0,00	0,00	0,00	0,0	0,3		
	Ölçme pozisyonu	(C _{1a,m} * U ₃) ²	0,00	0,00	0,01	0,0	0,7		
	Her m görevinin toplamı	u ² (L _{EX,8h}) _m	0,00	0,01	0,01	0,0	1,3		

Tüm görevlerin toplamı

(C.3)

$$u^2 (L_{EX,8h}) = 1,28$$

0

$$u(L_{EX,8h}) = 1,1$$

dB

Genişletilmiş belirsizlik

Günlük gürültü maruziyet seviyesi

(C.2)

$$L_{EX,8h} = 91,9$$

dB

$$U(L_{EX,8h}) = 1,65 * u(L_{EX,8h}) =$$

1,9

dB

Şekil 38. 10. Dökümhane İçin Ölçüm ve Ölçüm Belirsizliği Sonucu

EK-1

Tablo 33. 11. Dökümhane İçin Gürültü Ölçüm Sonuçları

Yapılan İş	Leq, dB(A)	Maruziye t Süresi	Görevin Kişisel Maruziyete Katkısı (LEX8h,m)	Kişisel Maruziyet (Lex,8 saat) dB(A)	P _{peak} dB(C)
Maça Üretimi	74,4	1,5 saat	66,8	<u>87,4±1,5</u>	107,6
Kalıplama	83,1	2 saat	76,8		116,5
Ergitme	85,1	2,5 saat	79,8		111,9
Döküm	85,4	0,5 saat	73,1		121,4
Temizleme	91,7	2 saat	85,4		<u>137,4</u>
Referans Sınır Değer					
En yüksek maruziyet eylem değerleri : LEX,			8h = 85 dB (A) ve P _{peak} = 137dB(C)		
En düşük maruziyet eylem değerleri : LEX,			8h = 80 dB (A) ve P _{peak} = 135dB(C)		

ISO 9612 Ölçüm belirsizliklerinin değerlendirilmesi (Ek_C)
Görev tabanlı ölçüm

Belirsizlik hesaplamaları
Tüm değerler "Görev veri girdisi" bölümüne göre hesaplanır

Günlük gürültü maruziyet seviyesi
Genişletilmiş belirsizlik

87,4 dB
1,5 dB

Görev sayısı **5**
Günlük toplam süre (saat) **8,5**

Belirsizlik raporu	(referans)	semboller, ilişkiler	Görev 1	Görev 2	Görev 3	Görev 4	Görev 5	Görev 6	Görev 7
Gürültü seviyesi	Standart belirsizlik	(C.6) $U_{1a,m}$	0,33	0,58	0,58	0,7	0,3		
	Hassasslık katsayısı	(C.4) $C_{1a,m}$	0,01	0,09	0,18	0,0	0,7		
Süre	Standart belirsizlik	(C.7) $U_{1b,m}$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0		
	Hassasslık katsayısı	(C.5) $C_{1b,m}$	0,03	0,20	0,32	0,3	1,5		
Gürültü seviyelerinin belirsizlik katkısı		$C_{1a,m} \cdot U_{1a,m}$	0,00	0,05	0,11	0,0	0,2		
Görev sürelerinin belirsizlik katkısı		$C_{1b,m} \cdot U_{1b,m}$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0		
Ölçüm cihazının belirsizlik katkısı		$C_{1a,m} \cdot U_{2,m}$	0,01	0,06	0,13	0,0	0,5		
Ölçüm pozisyonunun belirsizlik katkısı		$C_{1a,m} \cdot U_3$	0,01	0,09	0,18	0,0	0,7		

Sonuçlar	Görev adı	Görev 1	Görev 2	Görev 3	Görev 4	Görev 5	Görev 6	Görev 7
Ortalama gürültü seviyesi (dB)	(9.3 : (7)) $L_{p,A,eqT,m}$	74,4	83,1	85,1	85,4	91,7		
Süre (saat)	(9.2 : (5)) T_m	1,5	2,0	2,5	0,5	2,0		
m görevinin Lex,8'e katkısı	(9.4 : (8)) $L_{EX,8h,m}$	66,8	76,8	79,8	73,1	85,4		
Belirsizlik katkısı	Gürültü seviyesi	$(C_{1a,m} \cdot U_{1a,m})^2$	0,00	0,00	0,01	0,0	0,1	
	Süre	$(C_{1b,m} \cdot U_{1b,m})^2$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	
	Ölçüm cihazı	$(C_{1a,m} \cdot U_{2,m})^2$	0,00	0,00	0,02	0,0	0,2	
	Ölçme pozisyonu	$(C_{1a,m} \cdot U_3)^2$	0,00	0,01	0,03	0,0	0,5	
	Her m görevinin toplamı	$u^2 (L_{EX,8h})_m$	0,00	0,02	0,06	0,0	0,7	

Tüm görevlerin toplamı (C.3) $u^2 (L_{EX,8h}) = 0,81$
0 $u(L_{EX,8h}) = 0,9$ dB
Günlük gürültü maruziyet seviyesi (C.2) $L_{EX,8h} = 87,4$ dB
Genişletilmiş belirsizlik $U(L_{EX,8h}) = 1,65 \cdot u(L_{EX,8h}) = 1,5$ dB

Şekil 39. 11. Dökümhane İçin Ölçüm ve Ölçüm Belirsizliği Sonucu

EK-1

Tablo 34. 12. Dökümhane İçin Gürültü Ölçüm Sonuçları

Yapılan İş	Leq, dB(A)	Maruziyet Süresi	Görevin Kişisel Maruziyete Katkısı (LEX8h,m)	Kişisel Maruziyet (Lex,8 saat) dB(A)	P _{peak} dB(C)
Maça Üretimi	81,0	1,5 saat	73,5	<u>88,0±1,4</u>	106,5
Kalıplama	88,1	2 saat	81,8		114,1
Ergitme	77,7	2,5 saat	72,4		109,6
Döküm	88,6	0,5 saat	76,3		120,7
Temizleme	91,8	2 saat	85,5		<u>139,6</u>
Referans Sınır Değer					
En yüksek maruziyet eylem değerleri : LEX,			8h = 85 dB (A) ve P _{peak} = 137dB(C)		
En düşük maruziyet eylem değerleri : LEX,			8h = 80 dB (A) ve P _{peak} = 135dB(C)		

ISO 9612 Ölçüm belirsizliklerinin değerlendirilmesi (Ek_C)
Görev tabanlı ölçüm

Belirsizlik hesaplamaları
Tüm değerler "Görev veri girdisi" bölümüne göre hesaplanır

Günlük gürültü maruziyet seviyesi
Genişletilmiş belirsizlik

88,0 dB
1,4 dB

Görev sayısı 5
Günlük toplam süre (saat) 8,5

Belirsizlik raporu	(referans)	semboller, ilişkiler	Görev 1	Görev 2	Görev 3	Görev 4	Görev 5	Görev 6	Görev 7
Gürültü seviyesi	(C.6)	U _{1a,m}	0,00	0,58	0,33	0,3	0,3		
Hassasslık katsayısı	(C.4)	C _{1a,m}	0,04	0,26	0,03	0,1	0,6		
Süre	(C.7)	U _{1b,m}	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0		
Hassasslık katsayısı	(C.5)	C _{1b,m}	0,11	0,56	0,05	0,6	1,3		
Gürültü seviyelerinin belirsizlik katkısı		C _{1a,m} * U _{1a,m}	0,00	0,15	0,01	0,0	0,2		
Görev sürelerinin belirsizlik katkısı		C _{1b,m} * U _{1b,m}	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0		
Ölçüm cihazının belirsizlik katkısı		C _{1a,m} * U _{2,m}	0,03	0,18	0,02	0,1	0,4		
Ölçüm pozisyonunun belirsizlik katkısı		C _{1a,m} * U ₃	0,04	0,26	0,03	0,1	0,6		

Sonuçlar	Görev adı	Görev 1	Görev 2	Görev 3	Görev 4	Görev 5	Görev 6	Görev 7
Ortalama gürültü seviyesi (dB)	(9.3 : (7))	Maça Üret	Kalıplama	Ergitme	Döküm	Temizleme		
Süre (saat)	(9.2 : (5))	Tm	1,5	2,0	2,5	0,5	2,0	
m görevinin Lex,8 'e katkısı	(9.4 : (8))	LEX,8h,m	73,5	81,8	72,4	76,3	85,5	
Belirsizlik katkısı	Gürültü seviyesi	(C _{1a,m} * U _{1a,m}) ²	0,00	0,02	0,00	0,0	0,0	
	Süre	(C _{1b,m} * U _{1b,m}) ²	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	
	Ölçüm cihazı	(C _{1a,m} * U _{2,m}) ²	0,00	0,03	0,00	0,0	0,2	
	Ölçme pozisyonu	(C _{1a,m} * U ₃) ²	0,00	0,07	0,00	0,0	0,4	
	Her m görevinin toplamı	u ² (LEX,8h) m	0,00	0,12	0,00	0,0	0,6	

Tüm görevlerin toplamı (C.3) u² (LEX,8h) = 0,70
0 u(LEX,8h) = 0,8 dB
Günlük gürültü maruziyet seviyesi (C.2) L_{EX,8h} = 88,0 dB
Genişletilmiş belirsizlik U(L_{EX,8h}) = 1,65 * u(LEX,8h) = 1,4 dB

Şekil 40. 12. Dökümhane İçin Ölçüm ve Ölçüm Belirsizliği Sonucu

EK-1

Tablo 35. 13. Dökümhane İçin Gürültü Ölçüm Sonuçları

Yapılan İş	Leq, dB(A)	Maruziyet Süresi	Görevin Kişisel Maruziyete Katkısı (LEX8h,m)	Kişisel Maruziyet (Lex,8 saat) dB(A)	P _{peak} dB(C)
Maça Üretimi	79,1	1 saat	70,0	<u>85,9±1,3</u>	113,7
Kalıplama	84,1	2 saat	78,1		126,6
Ergitme	83,7	3 saat	79,4		124,8
Döküm	81,1	0,5 saat	69,0		131,0
Temizleme	90,7	1,5 saat	83,4		133,9
Referans Sınır Değer					
En yüksek maruziyet eylem değerleri : LEX,			8h = 85 dB (A) ve P _{peak} = 137dB(C)		
En düşük maruziyet eylem değerleri : LEX,			8h = 80 dB (A) ve P _{peak} = 135dB(C)		

ISO 9612 Ölçüm belirsizliklerinin değerlendirilmesi (Ek_C)
Görev tabanlı ölçüm

Belirsizlik hesaplamaları
Tüm değerler "Görev veri girdisi" bölümüne göre hesaplanır

Günlük gürültü maruziyet seviyesi
Genişletilmiş belirsizlik

85,9 dB
1,3 dB

Görev sayısı **5**
Günlük toplam süre (saat) **8,0**

Belirsizlik raporu	(referans)	semboller, ilişkiler	Görev 1	Görev 2	Görev 3	Görev 4	Görev 5	Görev 6	Görev 7
Gürültü seviyesi	(C.6)	U _{1a,m}	0,58	0,58	0,33	0,6	0,3		
Hassasslık katsayısı	(C.4)	C _{1a,m}	0,03	0,16	0,23	0,0	0,6		
Süre	(C.7)	U _{1b,m}	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0		
Hassasslık katsayısı	(C.5)	C _{1b,m}	0,11	0,36	0,33	0,2	1,6		
Gürültü seviyelerinin belirsizlik katkısı		C _{1a,m} * U _{1a,m}	0,01	0,09	0,08	0,0	0,2		
Görev sürelerinin belirsizlik katkısı		C _{1b,m} * U _{1b,m}	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0		
Ölçüm cihazının belirsizlik katkısı		C _{1a,m} * U _{2,m}	0,02	0,11	0,16	0,0	0,4		
Ölçüm pozisyonunun belirsizlik katkısı		C _{1a,m} * U ₃	0,03	0,16	0,23	0,0	0,6		

Sonuçlar	Görev adı	Görev 1	Görev 2	Görev 3	Görev 4	Görev 5	Görev 6	Görev 7
Ortalam gürültü seviyesi (dB)	(9.3 : (7))	L_{p,A,eqT,m}	79,1	84,1	83,7	81,1	90,7	
Süre (saat)	(9.2 : (5))	T_m	1,0	2,0	3,0	0,5	1,5	
m görevinin Lex,8 'e katkısı	(9.4 : (8))	L_{EX,8h,m}	70,0	78,1	79,4	69,0	83,4	
Belirsizlik katkısı	Gürültü seviyesi	(C _{1a,m} * U _{1a,m}) ²	0,00	0,01	0,01	0,0	0,0	
	Süre	(C _{1b,m} * U _{1b,m}) ²	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	
	Ölçüm cihazı	(C _{1a,m} * U _{2,m}) ²	0,00	0,01	0,02	0,0	0,2	
	Ölçme pozisyonu	(C _{1a,m} * U ₃) ²	0,00	0,03	0,05	0,0	0,3	
	Her m görevinin toplamı	u ² (L _{EX,8h}) m	0,00	0,05	0,08	0,0	0,5	

Tüm görevlerin toplamı (C.3) $u^2(L_{EX,8h}) = 0,64$
0 $u(L_{EX,8h}) = 0,8$ dB
Günlük gürültü maruziyet seviyesi (C.2) **L_{EX,8h} = 85,9** dB
Genişletilmiş belirsizlik $U(L_{EX,8h}) = 1,65 * u(L_{EX,8h}) = 1,3$ dB

Şekil 41. 13. Dökümhane İçin Ölçüm ve Ölçüm Belirsizliği Sonucu

EK-1

Tablo 36. 14. Dökümhane İçin Gürültü Ölçüm Sonuçları

Yapılan İş	Leq, dB(A)	Maruziyet Süresi	Görevin Kişisel Maruziyete Katkısı (LEX8h,m)	Kişisel Maruziyet (Lex,8 saat) dB(A)	P _{peak} dB(C)
Maça Üretimi	75,4	2 saat	69,3	<u>85,7±1,5</u>	115,2
Kalıplama	83,4	2 saat	77,4		125,0
Ergitme	83,4	2 saat	77,3		119,4
Döküm	82,4	0,5 saat	70,3		121,9
Temizleme	91,1	1,5 saat	83,8		136,7
Referans Sınır Değer					
En yüksek maruziyet eylem değerleri : LEX,			8h = 85 dB (A) ve P _{peak} = 137dB(C)		
En düşük maruziyet eylem değerleri : LEX,			8h = 80 dB (A) ve P _{peak} = 135dB(C)		

ISO 9612 Ölçüm belirsizliklerinin değerlendirilmesi (Ek_C)
Görev tabanlı ölçüm

Belirsizlik hesaplamaları

Tüm değerler "Görev veri girdisi" bölümüne göre hesaplanır

Günlük gürültü maruziyet seviyesi
Genişletilmiş belirsizlik

85,7	dB
1,5	dB

Görev sayısı	5
Günlük toplam süre (saat)	8,0

Belirsizlik raporu	(referans)	semboller, ilişkiler	Görev 1	Görev 2	Görev 3	Görev 4	Görev 5	Görev 6	Görev 7
Gürültü seviyesi	(C.6)	U _{1a,m}	0,33	0,67	0,33	0,3	0,6		
Hassasslık katsayısı	(C.4)	C _{1a,m}	0,02	0,15	0,15	0,0	0,7		
Süre	(C.7)	U _{1b,m}	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0		
Hassasslık katsayısı	(C.5)	C _{1b,m}	0,05	0,32	0,32	0,3	1,9		
Gürültü seviyelerinin belirsizlik katkısı		C _{1a,m} * U _{1a,m}	0,01	0,10	0,05	0,0	0,4		
Görev sürelerinin belirsizlik katkısı		C _{1b,m} * U _{1b,m}	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0		
Ölçüm cihazının belirsizlik katkısı		C _{1a,m} * U _{2,m}	0,02	0,10	0,10	0,0	0,5		
Ölçüm pozisyonunun belirsizlik katkısı		C _{1a,m} * U ₃	0,02	0,15	0,15	0,0	0,7		

Sonuçlar	Görev adı	Görev 1	Görev 2	Görev 3	Görev 4	Görev 5	Görev 6	Görev 7
	Maça Üret	Kalıplama	Ergitme	Döküm	Temizleme			
Ortalam gürültü seviyesi (dB)	(9.3 : (7))	L _{pA,eqT,m}	75,4	83,4	83,4	82,4	91,1	
Süre (saat)	(9.2 : (5))	T _m	2,0	2,0	2,0	0,5	1,5	
m görevinin Lex,8'e katkısı	(9.4 : (8))	LEX _{8h,m}	69,3	77,4	77,3	70,3	83,8	
Belirsizlik katkısı	Gürültü seviyesi	(C _{1a,m} * U _{1a,m}) ²	0,00	0,01	0,00	0,0	0,1	
	Süre	(C _{1b,m} * U _{1b,m}) ²	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	
	Ölçüm cihazı	(C _{1a,m} * U _{2,m}) ²	0,00	0,01	0,01	0,0	0,2	
	Ölçme pozisyonu	(C _{1a,m} * U ₃) ²	0,00	0,02	0,02	0,0	0,4	
	Her m görevinin toplamı	u ² (LEX _{8h}) m	0,00	0,04	0,03	0,0	0,8	

Tüm görevlerin toplamı	(C.3)	u ² (LEX _{8h}) =	0,85					
0		u(LEX _{8h})	0,9	dB	Genişletilmiş belirsizlik			
Günlük gürültü maruziyet seviyesi	(C.2)	L _{EX,8h} =	85,7	dB	U(LEX _{8h}) = 1,65 * u(LEX _{8h}) =	1,5	dB	

Şekil 42. 14. Dökümhane İçin Ölçüm ve Ölçüm Belirsizliği Sonucu

EK-1

Tablo 37. 15. Dökümhane İçin Gürültü Ölçüm Sonuçları

Yapılan İş	Leq, dB(A)	Maruziyet Süresi	Görevin Kişisel Maruziyete Katkısı (LEX8h,m)	Kişisel Maruziyet (Lex,8 saat) dB(A)	P _{peak} dB(C)
Maça Üretimi	72,8	1,5 saat	65,2	<u>87,1±1,3</u>	107,1
Kalıplama	87,4	2 saat	81,1		120,6
Ergitme	87,2	2,5 saat	81,9		112,5
Döküm	85,8	0,5 saat	73,5		126,3
Temizleme	88,7	2 saat	82,4		132,9
Referans Sınır Değer					
En yüksek maruziyet eylem değerleri : LEX,			8h = 85 dB (A) ve P _{peak} = 137dB(C)		
En düşük maruziyet eylem değerleri : LEX,			8h = 80 dB (A) ve P _{peak} = 135dB(C)		

ISO 9612 Ölçüm belirsizliklerinin değerlendirilmesi (Ek_C)
Görev tabanlı ölçüm

Belirsizlik hesaplamaları
Tüm değerler "Görev veri girdisi" bölümüne göre hesaplanır

Günlük gürültü maruziyet seviyesi
Genişletilmiş belirsizlik

87,1 dB
1,3 dB

Görev sayısı **5**
Günlük toplam süre (saat) **8,5**

Belirsizlik raporu	(referans)	semboller, ilişkiler	Görev 1	Görev 2	Görev 3	Görev 4	Görev 5	Görev 6	Görev 7
Gürültü seviyesi	Standart belirsizlik (C.6)	$U_{1a,m}$	0,67	0,33	0,97	0,7	0,3		
Hassasslık katsayısı	(C.4)	$C_{1a,m}$	0,01	0,27	0,32	0,0	0,4		
Süre	Standart belirsizlik (C.7)	$U_{1b,m}$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0		
Hassasslık katsayısı	(C.5)	$C_{1b,m}$	0,02	0,58	0,56	0,4	0,8		
Gürültü seviyelerinin belirsizlik katkısı		$C_{1a,m} \cdot U_{1a,m}$	0,00	0,09	0,31	0,0	0,1		
Görev sürelerinin belirsizlik katkısı		$C_{1b,m} \cdot U_{1b,m}$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0		
Ölçüm cihazının belirsizlik katkısı		$C_{1a,m} \cdot U_{2,m}$	0,00	0,19	0,23	0,0	0,3		
Ölçüm pozisyonunun belirsizlik katkısı		$C_{1a,m} \cdot U_{3,m}$	0,01	0,27	0,32	0,0	0,4		

Sonuçlar	Görev adı	Görev 1	Görev 2	Görev 3	Görev 4	Görev 5	Görev 6	Görev 7
Ortalam gürültü seviyesi (dB)	(9.3 : (7))	L_{pA,eqT,m}	72,8	87,4	87,2	85,8	88,7	
Süre (saat)	(9.2 : (5))	T_m	1,5	2,0	2,5	0,5	2,0	
m görevinin Lex,8' e katkısı	(9.4 : (8))	L_{EX,8h,m}	65,2	81,1	81,9	73,5	82,4	
Belirsizlik katkısı	Gürültü seviyesi	$(C_{1a,m} \cdot U_{1a,m})^2$	0,00	0,01	0,10	0,0	0,0	
	Süre	$(C_{1b,m} \cdot U_{1b,m})^2$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	
	Ölçüm cihazı	$(C_{1a,m} \cdot U_{2,m})^2$	0,00	0,03	0,05	0,0	0,1	
	Ölçme pozisyonu	$(C_{1a,m} \cdot U_{3,m})^2$	0,00	0,07	0,10	0,0	0,1	
	Her m görevinin toplamı	$u^2(L_{EX,8h})_m$	0,00	0,11	0,25	0,0	0,2	

Tüm görevlerin toplamı (C.3) $u^2(L_{EX,8h}) = 0,58$
0 $u(L_{EX,8h}) = 0,8$ dB
Günlük gürültü maruziyet seviyesi (C.2) **L_{EX,8h} = 87,1** dB
Genişletilmiş belirsizlik $U(L_{EX,8h}) = 1,65 \cdot u(L_{EX,8h}) = 1,3$ dB

Şekil 43. 15. Dökümhane İçin Ölçüm ve Ölçüm Belirsizliği Sonucu