

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

**TALAŞLI İMALAT VE KAYNAK İŞLERİNDE
MESLEK İLE İLGİLİ SOLUNUM SİSTEMİ
HASTALIKLARININ ÖNLENMESİNDE
ENDÜSTRİYEL HAVALANDIRMA**

Aykut KARAKAVAK

(İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi)

ANKARA-2014

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

**TALAŞLI İMALAT VE KAYNAK İŞLERİNDE
MESLEK İLE İLGİLİ SOLUNUM SİSTEMİ
HASTALIKLARININ ÖNLENMESİNDE
ENDÜSTRİYEL HAVALANDIRMA**

Aykut KARAKAVAK

(İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi)

Tez Danışmanı

Selçuk YAŞAR

ANKARA-2014

T.C.

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı
İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü

ONAY

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü İş Sağlığı ve Güvenliği Uzman Yardımcısı Aykut KARAKAVAK' ın, **Selçuk YAŞAR** danışmanlığında tez başlığı “**Talaşlı İmalat ve Kaynak İşlerinde Meslek ile ilgili Solunum Sistemi Hastalıklarının Önlenmesinde Endüstriyel Havalandırma**” olarak teslim edilen bu tezin tez savunma sınavı/....../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

Tez hazırlık süreci ve Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Genel Müdürlüğü'ndeki çalışma hayatım boyunca kıymetli bilgi, deneyim ve desteklerini esirgemeyen başta Genel Müdürüm Sayın Kasım ÖZER olmak üzere, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdür Yardımcısı Sayın İsmail GERİM, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdür Yardımcısı Sayın Ahmet ÇETİN, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdür Yardımcısı Sayın Dr. H. N. Rana GÜVEN' e teşekkürlerimi sunarım. Değerli bilgi ve deneyimleriyle tez çalışmama önemli ölçüde katkı sağlayan tez danışmanım İSG Uzmanı Sayın Selçuk YAŞAR ile meslektaşım İSG Uzman Yrd. Sayın Tayfun GÜRLEVİK'e, yardımlarından dolayı İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü Müdürlüğü'ne ve tüm çalışma arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Eşim Hanife Özel KARAKAVAK'a sonsuz sabrı ve katkılarından, aileme manevi desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

ÖZET

Aykut Karakavak

**“Talaşlı İmalat ve Kaynak İşlerinde Meslek ile ilgili Solunum Sistemi Hastalıklarının
Önlenmesinde Endüstriyel Havalandırma”**

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

Bu araştırmada, Mart-Nisan 2014 tarihleri arasında imalat sektöründe faaliyet gösteren 8 farklı işyerinden “bireysel ağır metal maruziyeti” analizleri sonucu elde edilen bulgular talaşlı imalat operasyonları ve kaynak uygulamalarının çeşidine göre karşılaştırılmış, endüstriyel havalandırma sistemlerinin etkinliği değerlendirilmiş, örnek işyerleri için uygun yerel tahliye havalandırma sistemi tasarımı gerçekleştirilmiştir.

Maruziyet değerlerinin talaşlı imalat ve kaynak yöntemine göre değişiklikler gösterdiği, kaynak işlerinde kaynak pozisyonunun büyük oranda maruziyeti etkilediği belirlenmiştir. Aynı kaynak yönteminin uyguladığı kaynak iş istasyonlarından, yerel tahliye havalandırma sistemi bulunan kaynak iş istasyonlarında Demir ve Mangan maruziyetlerinin herhangi bir havalandırma sistemi bulunmayan iş istasyonlarına göre 10 kata kadar daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Örnek işyerleri için gerçekleştirilen yerel tahliye havalandırma sistemi tasarımları sonrasında, talaşlı imalat ve kaynak işlerinin yapıldığı, taze hava temininin doğal havalandırma yolu ile gerçekleştirilebilmesinin mümkün olduğu küçük ölçekli işletmeler için söz konusu endüstriyel havalandırma uygulamasının ağır mali yük oluşturmayacağı görülmüştür. İki farklı sürekli iş göremezlik derecesi göz önünde bulundurularak hesaplanan maddi tazminat ve peşin sermaye değeri tutarları ile lokal egzoz havalandırma sistemlerinin yatırım maliyetleri karşılaştırılmış ve yatırım maliyetlerinin söz konusu iki senaryo için hesaplanan peşin sermaye değeri ve maddi tazminat tutarlarından en az iki kata kadar daha düşük olduğu anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bireysel ağır metal maruziyeti, yerel tahliye havalandırması, talaşlı imalat, kaynak

ABSTRACT

Aykut Karakavak

“Industrial Ventilation for Prevention of Occupational Respiratory Diseases in the Field of Metal Machining and Welding Operations”

Ministry of Labour and Social Security

Directorate - General of Occupational Health and Safety

Thesis for Occupational Health and Safety Expertise

ANKARA, 2014

In this research, the measurement data of “personal exposure to heavy metals” obtained from 8 different workplaces which are operative in the field of production of goods by metal machining and welding are evaluated in order to compare the type of the metal machining or welding operations and to determine the effectiveness of the industrial ventilation system. Furthermore, local exhaust ventilation (LEV) systems were designed for the pilot workplaces.

It's determined that the exposure levels vary due to the type of the metal machining or welding operations and welding position of the welders. Among the workstations which the welders working in the same welding position, Mn and Fe exposure levels obtained from the workstations which LEV's being used are determined 10 times lower than the workstations have no such ventilation system.

After the LEV's for the pilot workplaces designed, it's understood that in case the supply of the fresh air can be provided by natural ventilation for the small scaled workplaces which the metal machining and welding operations carried out, LEV system's initial cost is not a significant concern. Furthermore, compensations and cash values were calculated for two scenarios of different permanent incapacity to work of an employee and the initial costs of the LEV's are determined to be lower at least two times than the compensations and cash values.

Keywords: Personal exposure to heavy metals, local exhaust ventilation, metal machining, welding

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	ix
GİRİŞ VE AMAÇ	1
GENEL BİLGİLER.....	2
MESLEK HASTALIKLARI.....	2
MESLEKİ SOLUNUM SİSTEMİ HASTALIKLARI	5
Solunum Sistemi	5
Mesleki Solunum Sistemi Hastalıkları.....	6
AEROSOL.....	8
Aerosolün Tanımı ve Sınıflandırılması.....	8
Aerosollerin Akciğerlerde Depolanma Mekanizmaları	11
TALAŞLI İMALAT VE KAYNAK İŞLERİ.....	13
Talaşlı İmalat	14
Kaynak	15
Talaşlı İmalat ve Kaynak İşlerinde Maruziyet.....	19
ENDÜSTRİYEL HAVALANDIRMA.....	23
GEREÇ VE YÖNTEMLER.....	28
Araştırmanın Amacı	28
Araştırma Hakkında Bilgi.....	28
Ölçüm, Analiz Araç ve Metotları	29
Yerel Tahliye Sistemi Tasarım ve Hesaplama Metotları.....	36
BULGULAR	46
1. A Kodlu İşyeri.....	46
2. B Kodlu İşyeri	49
3. C Kodlu İşyeri	51
4. D Kodlu İşyeri.....	53
5. E Kodlu İşyeri	55
6. F Kodlu İşyeri.....	57

7. G Kodlu İşyeri.....	59
TARTIŞMA	62
Bireysel Ağır Metal Ölçüm ve Analiz Sonuçları.....	62
A Kodlu İşyeri Endüstriyel Havalandırma Sistemi Tasarımı	71
C Kodlu İşyeri Endüstriyel Havalandırma Sistemi Tasarımı	81
Lokal Egzoz Havalandırma Sistemleri Fayda Maliyet İncelemesi.....	85
SONUÇLAR	94
KAYNAKLAR.....	97
TABLolar VE ŞEKİLLER LİSTESİ.....	100
ÖZGEÇMİŞ	103
EKLER	104

SİMGELER VE KISALTMALAR

A_c	: Kesit alanı (m²)
AAS	: Atomik Absorpsiyon Spektrofotometre
ACGIH	: Hükümete bağlı Endüstriyel Hijyenistler Amerika Konferansı
AIISI	: Amerikan Demir ve Çelik Enstitüsü
Al	: Alüminyum
AL₂O₃	: Alüminyum oksit
Ar	: Argon
ARDS	: Akut Solunum Zorluğu Sendromu
ASTM	: Amerikan Test ve Malzemeler Derneği
atm	: Atmosfer
AWS	: Amerikan Kaynak Cemiyeti
C	: Karbon
CAW	: Karbon elektrot ile ark kaynağı
CEN	: Avrupa Standardizasyon Komitesi
CIOP	: Emegın Korunması Merkez Enstitüsü, Polonya
Co	: Kobalt
CO₂	: Karbon dioksit
Cr	: Krom
Cr[0]	: Metalik Krom
Cr[III]	: Trivalent Krom
Cr[VI]	: Hegzavalent Krom
Cu	: Bakır
ÇŞB	: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
DIN	: Alman Standartlar Enstitüsü
F	: Flor
FCAW	: Özlü elektrot ile kaynak
Fe	: Demir
Fe₂O₃	: Demir (III) oksit
GMAW	: Gaz metal ark kaynağı, MIG/MAG
GTAW	: Gaz-Tungsten ark kaynağı, TIG
He	: Helyum
HVAC	: Isıtma, Hvalandırma ve İklimlendirme
IARC	: Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı
ILO	: Uluslararası Çalışma Örgütü
ISO	: Uluslararası Standardizasyon Teşkilatı
İSG	: İş Sağlığı ve Güvenliği
İSGÜM	: İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü Müdürlüğü
K	: Potasyum
KOH	: Potasyum hidroksit

MAG	: Metal aktif gaz
MIG	: Metal inert gaz
MMA/MMAW	: Örtülü elektrotla el ile kaynak
Mn	: Mangan
MnO₂	: Manganez dioksit
Mo	: Molibden
MS	: Mild steel, düşük karbonlu çelik
N₂O₄	: Diazot tetroksit
Na	: Sodyum
NaOH	: Sodyum hidroksit
Ni	: Nikel
NO	: Azot monoksit
NO₂	: Azot dioksit
NO_x	: Azot oksitler
O₂	: Oksijen
O₃	: Ozon
OS	: Osmiyum
P	: Fosfor
PEL	: Müsaade edilen maruziyet sınır değeri
RADS	: Reaktif Havayolu Disfonksiyonu Sendromu
REL	: Önerilen maruziyet sınır değeri
Si	: Silisyum
SMAW	: Örtülü elektrot ile kaynak, Toz altı kaynağı
SS	: Stainless steel, paslanmaz çelik
STEL	: Kısa süreli maruziyet limiti
Ti	: Titanyum
TLV	: Eşik sınır değer
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UV	: Morötesi
Va	: Vanadyum
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
Z	: Özel direnç basınç kaybı
ε	: Pürüzlülük katsayısı
λ	: Hava kanalı direnç katsayısı
µm	: mikrometre
ρ	: Havanın yoğunluğu (1,2 kg/m ³)

TALAŞLI İMALAT VE KAYNAK İŞLERİNDE MESLEK İLE İLGİLİ SOLUNUM SİSTEMİ HASTALIKLARININ ÖNLENMESİNDE ENDÜSTRİYEL HAVALANDIRMA

GİRİŞ VE AMAÇ

20.6.2012 tarihli ve 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununa göre risklerin önlenmesinde teknik tedbirlere dayalı toplu koruma önlemlerine öncelik verilmesi gerekmektedir. Kanun'un "Risklerden Korunma İlkeleri" başlıklı beşinci bölümünde işverenin yükümlülüklerini yerine getirmesinde; risklerden kaçınmak, kaçınılması mümkün olmayan riskleri analiz etmek, risklerle kaynağında mücadele etmek ilkelerini göz önünde bulundurması gerektiğine hükmetmektedir.

Çalışanların sağlıklarının korunmasında havalandırma uygulamalarının yeri "Kimyasal Maddeler ile Çalışmalarda Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik" in yedinci maddesinde açıkça belirtilmektedir. Kanun'un söz konusu maddesinde ikame yöntemine başvurulmadığı durumlarda risklerin kaynağında önlenmesi amacı ile iş organizasyonu ve yeterli havalandırma sisteminin kurulması gibi toplu koruma önlemlerinin uygulanacağı belirtilmektedir.

Bu tez çalışmasında, talaşlı imalat ve kaynak işlerinin yapıldığı makine ve ekipman üreten sekiz farklı işyerinde iş güvenliği uzmanları, işyeri hekimleri, yönetici ve çalışanlar ile yapılan yüz yüze görüşmeler sonucunda kirletici oluşumunun yüksek olduğu düşünülen talaşlı imalat ve kaynak operasyonlarında operatör ve kaynakçılar için Demir, Nikel, Krom, Mangan ve Alüminyum elementlerini kapsayan bireysel ağır metal maruziyet ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen bulgular incelenerek mevzuatta belirtilen sınır değerler ve farklı referans sınır değerler ile karşılaştırılmıştır.

Son olarak incelenen işyerleri içerisinde talaşlı imalat ve ilgili operasyonları ve kaynak işlerinin gerçekleştirildiği iki işyeri için yerel havalandırma sistemi tasarımı gerçekleştirilerek yaklaşık maliyetleri hesaplanmış, iki farklı sürekli iş göremezlik derecesine göre hesaplanan maddi tazminat ve peşin sermaye değerleri ile söz konusu yaklaşık maliyetler kıyaslanmıştır.

GENEL BİLGİLER

MESLEK HASTALIKLARI

Meslek hastalıkları dünya genelinde meslek kaynaklı ölümlerin en önemli nedenidir. Uluslararası Çalışma Örgütü'nün (ILO) tahminlerine göre her yıl 2,34 milyon çalışan meslek hastalıkları ve iş kazaları nedeni ile hayatını kaybetmekte, bunların sadece 321.000'i iş kazaları nedeni ile gerçekleşmektedir. Geri kalan 2,02 milyon ölüm ise meslek hastalığı kaynaklıdır. Bu durumda her yıl günde 5.500 kişinin meslek hastalıkları nedeni ile hayatını kaybettiği anlaşılmaktadır [1].

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tahminlerine göre ise dünyada her yıl 11.000.000 yeni meslek hastalığı vakası meydana gelmekte ve bunların 700.000'i hayatını kaybetmektedir. SGK 2012 yılı istatistiklerine göre 2012 yılında 395 meslek hastalığı tanısı konmuş, 173 kişi sürekli iş göremez hale gelmiş ve bir kişi meslek hastalıkları sonucu hayatını kaybetmiştir [2].

ILO İş Sağlığı ve Güvenliği Ansiklopedisi'nin üçüncü baskısında, patolojik koşulları çalışanları etkileyebilecek meslek kaynaklı hastalıklar (*meslek hastalıkları*) ile iş veya çalışma ortamına bağlı olarak yüksek görülme sıklığı olan hastalıklar (*işle ilgili hastalıklar*) ve iş ile etiyolojik bağlantı kurulamayan hastalıklar arasında ayrıma gidilmiştir.

1987 yılında Uluslararası Çalışma Örgütü ve Dünya Sağlık Örgütü'nün "İş Sağlığı Müşterek Uzman Komitesi" işle ilgili hastalıkların, sadece tanımlanmış meslek hastalıklarını değil, aynı zamanda çalışma ortamı ve işin icrası ile ilgili etkenlerin başka etkenler ile birlikte anlamlı katkıda bulunduğu hastalıklar olarak tanımlanmasını önermiştir. Belirli bir hastalık ile mesleki maruziyet arasında nedensel ilişkinin açık şekilde bulunduğu durumda hastalık, her zaman tıbbi ve yasal olarak meslek hastalığı olarak kabul edilir ve bu şekilde tanımlanır. Ancak işle ilgili hastalıkların hepsi bu şekilde özellikli olarak tanımlanamamaktadır. 1964 tarihli ve 121 sayılı İş Kazası Yardımları Sözleşmesi Tavsiye Kararı'nın altıncı paragrafının birinci fıkrasında meslek hastalığı tanımı şu şekilde yapılmaktadır: "Her üye, öngörülen koşullar altında, süreçler, zanaat ve mesleklerde maddelere ve tehlikeli koşullara maruziyet nedeniyle ortaya çıktığı bilinen hastalıklara meslek hastalıkları olarak bakmalıdır."

Bununla birlikte, bir hastalığın işle ilgili bir hastalık olduğunu belirlemek o kadar da kolay olmamaktadır. Aslında, bir şekilde meslek ya da çalışma koşullarına bağlı bulunabilecek geniş bir yelpazede hastalık bulunmaktadır. Genel olarak tek bir ajan ile ilişkili ve görece kolay tespit edilebilen, doğası gereği meslek ile ilişkilendirilen alışılmış hastalıklar mevcut olduğu gibi meslekle güçlü ve özellikli bağlantısı bulunmayan ve çok çeşitli nedensel ajanlar ile ilişkilendirilebilen çok çeşitli rahatsızlıklar da mevcuttur.

Çok etkenli etiyojolojiye sahip bu hastalıkların çoğu ancak belirli koşullar altında iş ile ilişkilendirilebilmektedir. Bu konu, ILO tarafından 1992 yılı Ekim ayında Avusturya’da gerçekleştirilen “İş İle İlgili Hastalıklar Uluslararası Sempozyumu” nda tartışılmıştır. İş ve hastalık arasındaki ilişki aşağıdaki şekilde tanımlanabilmektedir:

i) Meslek Hastalıkları; Genellikle tek bir etkenle meydana gelen, özgün ve kuvvetli bir mesleki ilişkinin ortaya konması ile meslek hastalığı tanısı konur.

ii) İşle İlgili Hastalıklar: Pek çok etkenin bir arada görüldüğü, çalışma ortamının rol oynayabildiği, birlikte farklı risklerin de yer aldığı, karmaşık bir etiyojolojiye sahip hastalıklardır.

iii) Çalışanları Etkileyen Hastalıklar: İşle ilgili bir ilinti olmamasına karşın mesleki zararlı etkenlerle ortaya çıkışı artan hastalıklardır.

ILO Meslek Hastalıkları Listesinde meslek hastalıkları üç kategoride sınıflandırılmaktadır [3];

1. İş Etkinliklerinden Kaynaklanan Etkenlere Maruz Kalmaya Bağlı Mesleki Hastalıklar

1.1. Kimyasal etkenlere bağlı hastalıklar

1.2. Fiziksel etkenlere bağlı hastalıklar

1.3. Biyolojik ajanlar ve enfeksiyöz veya parazitik hastalıklar

2. Hedef Organ Sistemlerine Göre Mesleki Hastalıklar

2.1. Mesleki solunum sistemi hastalıkları

2.2. Mesleki deri hastalıkları

2.3. Mesleki kas-iskelet sistemi bozuklukları

2.4. Zihinsel ve davranışsal bozukluklar

3) Mesleki kanserler

4) Diğer Hastalıklar

Genel olarak meslek hastalıkları; belirli bir meslekteki çalışma koşullarına bağlı olarak tekrarlayıcı ve devamlı etkiler sonucu oluşan ve hastalık etkeninin insan vücudunun dışında olduğu hastalıklardır. Kendine özgü bir klinik tablo ile seyreden, belirlenmiş bir etkene dayanan, çalışanlarda ortaya çıkış sıklığının yüksek olması ile karakterize olan hususlar meslek hastalıklarının en önemli özelliğini oluşturmaktadır. Yapılan iş ile hastalık arasında neden-sonuç ilişkisi söz konusudur. Çalışma koşulları doğrudan ve hastalığın vazgeçilmez tek etkenidir. Dolayısıyla etken tektir ve ortamda bulunmuyorsa hastalık da görülmez.

İşle ilgili hastalıklarda ise temel etken işyeri dışındadır. İşe girmeden önce var olan veya çalışırken ortaya çıkan herhangi bir sistemik hastalık yapılan iş nedeniyle daha ağır seyredebilmektedir. Çalışanın uygun işe yerleştirilmemesi ya da sistemik hastalığın ilerlemesine neden olan etkenlerin çalışma ortamında ortadan kaldırılmaması nedeniyle mevcut hastalığın şiddetlenmesi söz konusudur.

Dünya Sağlık Örgütü işle ilgili hastalıkları şu şekilde tanımlamaktadır: Yalnızca bilinen ve kabul edilen meslek hastalıkları değil, fakat oluşmasında ve gelişmesinde çalışma ortamı ve çalışma şeklinin, diğer sebepler arasında önemli bir faktör olduğu hastalıklardır. Kısaca çalışma koşulları nedeniyle doğal seyri değişen hastalıklardır [2].

Meslek hastalığı, 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununun üçüncü maddesinde “mesleki risklere maruziyet sonucu ortaya çıkan hastalık” olarak tanımlanmaktadır. 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanununun 14’ üncü maddesinde ise “sigortalının çalıştığı veya yaptığı işin niteliğinden dolayı tekrarlanan bir sebeple veya işin yürütüm şartları yüzünden uğradığı geçici veya sürekli hastalık, bedensel veya ruhsal özürhülük halleri” olarak tanımlanmaktadır.

Çalışma Gücü ve Meslekte Kazanma Gücü Kaybı Oranı Tespit İşlemleri Yönetmeliği'nde meslek hastalıklarının listesi yer almaktadır. Çalışma Gücü ve Meslekte Kazanma Gücü Kaybı Oranı Tespit İşlemleri Yönetmeliğinin Ek- 2’ sinde belirtilen Meslek hastalıkları listesi; hastalıklar ve belirtileri, yükümlülük süresi hastalık tehlikesi olan başlıca işler olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır.

İlgili mevzuatta meslek hastalıkları şu şekilde sınıflandırılmaktadır;

A Grubu: Kimyasal maddelerle olan meslek hastalıkları

B Grubu: Mesleki cilt hastalıkları

C Grubu: Pnömokonyozlar ve diğer mesleki solunum sistemi hastalıkları

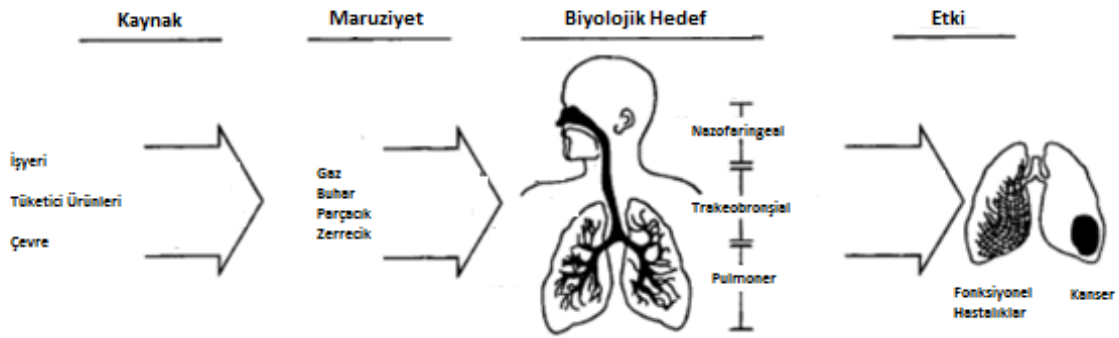
D Grubu: Mesleki Bulaşıcı Hastalıkları

E Grubu: Fiziksel etkenlerle olan meslek hastalıkları

MESLEKİ SOLUNUM SİSTEMİ HASTALIKLARI

Solunum Sistemi

Solunum sistemi inhale edilen maddelerin giriş yolu ve bir hedef organ olduğu gibi solunan maddeler ve toksinlerin etkilerinin dolaşım sistemi vasıtası ile diğer organ ve sistemlere taşındığı bir yapıdır. Örneklendirmek gerekirse; benzen gibi karaciğeri etkileyen ve kurşun gibi merkezi sinir sistemini etkileyen maddeler inhale edilerek vücutta dağılır. **Şekil 1.**' de görüldüğü üzere solunum sistemi burundan başlayarak alveollere kadar uzanan karmaşık bir yapıya sahiptir. İn hale edilen partiküller solunum sisteminin bütün bölümlerinde birikebilir ve sağlığa zararlı etkilere sebep olabilir. Her bir bölgenin karakteristiğinin bilinmesi solunum sistemi ile partikül etkileşiminin anlaşılması açısından önem arz etmektedir.



Solunum sisteminin başlıca görevi yaşamı sürdürmek için gerekli olan oksijeni vücut dokularına iletilmek üzere akciğerlerde sirküle edilen kırmızı kan hücrelerine sağlamak ve açığa çıkan atık karbondioksiti vücuttan uzaklaştırmak olarak tanımlanabilecek **gaz değişimini** gerçekleştirmektir. Bunun dışında solunum sisteminin başka önemli görevleri de bulunmaktadır; koku alma, kanın asit - baz dengesinin sağlanması, vücudun bağışıklık sisteminin bir parçası olarak görev yapmak, vücudun ısısının düzenlenmesi.

Solunum sistemi gaz değişimi için optimize olmuş bir sistem olmakla birlikte, yaşam suresi boyunca bir birey ortalaa 400 milyon litre hava inhale etmektedir. Hacimsel bir karşılaştırma yapılması gerekirse bu durumda vucuda giren hava miktarı vucuda alınan su ve besin hacminin 5000 katından fazladır [4]. Solunum sisteminin yapısı ve işlevi göz önüne alındığında **şekil 1.**' de görüldüğü üzere solunum sistemi üç ana bölüme ayrılmaktadır. Burada belirtilen yaklaşım Wiebel tarafından gerçekleştirilen ve solunum sisteminin işlevi ile ilgili modellemesi ve öncül morfometrik çalışmaları göz önünde bulundurularak hazırlanmıştır [5].

Nazofaringeal kısım havanın vucuda giriş yaptığı burun ve ağız ile başlamakta ve larinkse kadar uzanmaktadır. Bu kısım havanın vücut sıcaklığına yakın bir sıcaklığa kadar ısıtıldığı ve nemlendirildiği kısımdır. Ayrıca solunan ve atalet kuvveti ile biriken büyük partiküller ile difüzyon yolu ile biriken kk partiküller burada vücuttan uzaklaştırılmaktadır.

Trakeobronşiyal kısım ise larinks ile terminal bronşiyollere kadar uzanan kısımdır. Bu kısım makrofajlar ve partikül maddelerin pulmoner bölgeden nazofarengal bölgeye taşınmasında önemli görevi bulunan silya (kirpikli hücreler) ile mukoz bir örtü tarafından kaplanmış kısımdır.

Pulmoner kısım respiratuar bronşiyoller, alveol kanalları, alveol keseleri ve alveollerden meydana gelmektedir. Alveollerin görece kk çapları pulmoner bölgenin yüzey alanını maksimize etmekte böylece alveoler hava keseleri ile alveoller arasında bulunan geniş kılcal damar ağında sirküle edilen kan arasındaki gaz değişimini optimize etmektedir. Alveoller ince bir surfaktan tabaka ile kaplanmışır. Alveoller 200-300 m çapındadır.

Mesleki Solunum Sistemi Hastalıkları

Erişkin bir kişi, her gün 10.000 litre havayla 70 m² lik geniş bir alanda hayat boyu süren kesintisiz bir alış veriş halindedir [6]. Çoğu partikül zararsız olmakla birlikte birikim gerçekleşmesini sağlayacak koşulların ortaya çıkması durumunda lokal hasarlar oluşabilmektedir [7].

Maruz kalınan maddelerin cinsi ve maruziyet yoğunluğuna bağlı olarak akut ve/veya kronik solunum sistemi etkilenmesi meydana gelebilmektedir. Mesleksel etkilenmelerde maruz kalınan partiküllerin boyutu, maruziyet suresi ve yoğunluğuna bağlı olmak üzere solunum sisteminde farklı etkiler gösterir. Gazlar ise suda znebilirliklerine, maruziyet

seviyesi ve yoğunluğuna göre farklı etkilere yol açarlar. Maruziyet seviyesi ne kadar yoğun ise solunum sistemindeki hasar bulguları o kadar kısa sürede ortaya çıkmaktadır. Bu tip akut etkilenmelerin başlıcaları: Üst solunum yolu iritasyonları, bronkokonstruksiyon, reaktif hava yolu disfonksiyonu sendromu (RADS), alveolit, pnmonitiser, pulmoner ödem, akut solunum zorluğu sendromu (ARDS) vb. dir. Düşük seviyelerdeki tekrarlayan maruziyetlerde ise kronik etkiler görülür: bronşiyal astım, kronik bronşit, amfizem, bronşiolitler, pnmonitiser, fibrozisler, pnömokonyozlar, malign değişiklikler vb. [8].

Tablo 1.’ de mesleki ve maruziyet kaynaklı hastalıkların sınıflandırması ve etkenleri görülmektedir [9].

Tablo 1. Mesleki ve maruziyet kaynaklı solunum sistemi hastalıkları

Hastalık	Etken
Üst Solunum Yolu <ul style="list-style-type: none"> • Nonspesifik iritasyon • Rinit –alerjik ve alerjik olmayan • st solunum yolu disfonksiyonları 	<ul style="list-style-type: none"> • İritant gaz, duman ve toz • Polen vb. • İritantlar
Havayolu Hastalıkları <ul style="list-style-type: none"> • Mesleki astım • Kronik bronşit/KOAH • Bronşiolit 	<ul style="list-style-type: none"> • Diizosiyanit, odun tozu, flor vb. • Mineral tozu, kömür tozu, duman • Diasetil
Akut İnhalasyon Hasarı <ul style="list-style-type: none"> • Toksik Pnömoni • Metal dumanı ateşi • Duman inhalasyonu 	<ul style="list-style-type: none"> • İnhalasyon kazaları • Metal oksitler • Yanma rnleri
Hipersensitivite Pnömonisi	Bakteri, hayvansal protein, mantar
Enfeksiyon Hastalıkları	Bakteri (rn. Lejyonella), tüberküloz, virüsler
Pnömokonyozlar	Asbest, Silika, berilyum, kömür
Maligniteler <ul style="list-style-type: none"> • Sinonasal kanser • Akciğer kanseri • Mezotelyoma 	<ul style="list-style-type: none"> • Odun tozu • Asbest, radon • Asbest
Nonspesifik Bina Bağıntılı Hastalık “ Hasta bina sendromu”	Uçucu organik bileşikler, mantar endotoksini, yetersiz hava dolaşımı

AEROSOL

Aerosolün Tanımı ve Sınıflandırılması

Mesleki solunum sistemi hastalıklarının irdelenmesinden önce söz konusu hastalıklara sebep olan nedenlerin iyi anlaşılması gerekmektedir. Hava kirleticilerin genel sınıflandırılması ve özelliklerinin, solunum sistemi üzerindeki etkileri ve birikim mekanizmalarının bilinmesi bunlara maruziyetin önlenmesi için alınacak tedbirlerin belirlenmesi açısından gereklilik arz etmektedir.

Hava kirleticiler fiziksel durumlarına göre **gaz**, **buhar** ve **aerosol** olarak sınıflandırılabilir. Gazlar sadece sıcaklık ve basıncın birleşik etkisi ile sıvı hale geçer. Bir madde normal şartlar altında (25°C, 1 atm) gaz halinde ise o madde gaz olarak tanımlanır. Hidrojen, helyum, oksijen, formaldehit, etilen oksit, karbon monoksit, argon ve nitrojen oksitler gazlara örnek verilebilir. Buhar, gazın aksine sıcaklık ve basıncın etkisi olmadan o anki çevresel şartlarda maddenin sıvı veya katı hali ile dengedeki gaz halidir. Sitren ve aseton gibi oda sıcaklığında sıvı halde bulunan maddelerin buharları uzun süre havada asılı kalarak kontaminasyona sebep olur [10].

Aerosol ise bir katının veya sıvının gaz ortamı – genellikle hava- içerisinde dağılması olarak tanımlanmaktadır. Aerosoller yanma, erozyon, süblimleşme, yoğunlaşma ve minerallerin, metalürjik malzemelerin, organik ve inorganik maddelerin imalat, madencilik, tarım ve ulaştırma gibi iş kollarında kullanılan aşındırıcı yöntemler ile parçalanması sonucu ortaya çıkmaktadır. Aerosollerin sınıflandırılması fiziksel durumlarına, parçacık boyutlarına ve ortaya çıkış yöntemlerine göre yapılmaktadır. Toz, duman, buğu, sis, is gibi terimler belirli aerosollerin tanımlanmasında kullanılmaktadır. Katı maddelerin sıvı **zerreciklerden** ayrımının yapılabilmesi amacı ile bunlara **parçacık** adı verilmektedir. Bir aerosolde parçacık ve zerrecik ayrımının yapılmasının gerekmediği durumlarda hepsini içerecek “**partikül madde**” tanımı kullanılmaktadır [10].

Bir aerosolün vücuda girme kabiliyeti ve vücutta absorbe olma oranı o aerosolün parçacık boyut dağılımı ve çözünürlük özelliklerine bağlıdır. Genel olarak, küçük parçacıklar alt solunum yollarında birikme eğilimi gösterir ve birçok meslek hastalığı ile ilişkilendirilir [10]. **Tablo 2.**'de farklı hava kirleticilerin boyut dağılımı ve özellikleri görülmektedir.

Tablo 2. Hava kirleticilerin boyut dağılımı ve özellikleri

Hava Kirletici	Boyut Aralığı (μm)	Tanım
Toz	0,1-30,0	Katıların pulverizasyonu ya da parçalanması ile oluşur. Örnek olarak; metal ve kömür tozu verilebilir. Parçacık boyutları 300-400 μm olabilir ancak iri parçacıklar havada asılı kalmaz.
Buğu	0,01-10,0	Gaz fazından yoğunlaşma ya da sıvıların dağılımı ile oluşan asılı sıvı parçacıklardır. Elektro kaplama tanklarının açık yüzeyleri üzerinde oluşur.
Duman	0,01-1,0	Organik maddeler eksik yanma sonucu oluşan aerosol karışımıdır.
Tütsü	0,001-1,0	Buharın veya yanma sonucu ortaya çıkan gazların yoğunlaşarak gaz halden katı hale geçmesi ile oluşan aerosoldür. Özellikle kaynak sırasında uçucu hale gelen metaller örnek verilebilir.
Buhar	0,005	Oda sıcaklığında katı veya sıvı olarak bulunan maddelerin gaz halidir. Birçok solvent buhar açığa çıkartmaktadır.
Gaz	0,0005	

Toz, katı bir maddenin mekanik olarak ayrışması sonucu ortaya çıkan katı parçacıkların oluşturduğu aerosol olup farklı kaynaklarda farklı boyut tanımları ile anılmaktadır. Uluslararası Standardizasyon Kurumunca (ISO 4225 –ISO 1994) çapları 75 μm ' den küçük olan, kendi ağırlığı ile dibe çöken ancak bir süre asılı kalabilen küçük katı parçacıklar olarak tanımlanmaktadır. Atmosferik Kimya Terimleri Sözlüğüne göre ise (IUPAC, 1990) rüzgâr, volkanik patlama gibi doğal güçler ile kırma, öğütme, delme, patlatma gibi insan etkenli işlemler sonucu ortaya çıkan ve havaya saçılan küçük, kuru, katı parçacıklardır. Tanımın devamında ise tozların genellikle 1 ile 100 μm arasında değişen boyutlarda bulunduğu, yerçekiminin etkisi ile yavaşça dibe çöktüğü belirtilmektedir. Ancak asılı tozların parçacık boyutuna atıfta bulunulması ve “ parçacık çapı” terimi durumu tek başına fazlaca basite indirgemekte, asılı parçacığın geometrik boyutu yine de havada asılı kalma durumunu tam olarak açıklayamamaktadır [11].

Aerosol bilimindeki genel kabule göre aerodinamik çapı 50 μm ' den büyük olan partiküllerin uzun süre asılı kalmadığı belirtilmektedir. Ancak, şartlara bağlı olmakla birlikte aerodinamik çapı 100 μm ' den büyük olan partiküllerin güç de olsa asılı kalabildiği belirtilmektedir. Aerodinamik çapı 1 μm ' den küçük toz partiküllerine nadiren rastlanmakta, bu partiküller için uygulanan bütün pratik yaklaşımlarda yer çekimi kuvveti ile dibe çökme ihmal edilmektedir.

Bu durumda günümüz terminolojisi içerisinde özetlemek gerekirse tozlar; 1µm ile 100 µm arasında değişen boyutlarda, kaynağına, fiziksel özelliklerine ve ortam şartlarına göre havada asılı kalabilen katı parçacıklardır.

ACGIH, ISO ve CEN solunabilir (inhalable), trokal (thoracic) ve alveollere ulaşan (respirable) boyutlardaki tozların tanımı ile ilgili fikir birliğine varmış ve mesleki sağlık açısından ise tozları belirtilen üç grupta sınıflandırmıştır (ACGIH, 1999; ISO, 1995; CEN, 1993) [11] [12]:

i. Solunabilir tozlar: %50'sinin aerodinamik çapı 80 – 100 µm' nin altında kalan, trokal ve alveollere ulaşan tozları da içeren, maruz kalındığında ise tüm solunum sistemini etkileyen tozlardır. Ağız ve burun yoluyla alınan, havada asılı kalan tüm parçacıkların kütlesi şeklinde de tanımlanmaktadır.

ii. Torasik tozlar: %50'sinin aerodinamik çapı 10 µm' nin altında kalan, alveollere ulaşan tozları da içeren, maruz kalındığında alt solunum yollarını etkileyen ve akciğere kadar ulaşabilen tozlardır,

iii. Alveollere ulaşan tozlar: %50'sinin aerodinamik çapı 4 µm' nin altında kalan ve maruz kalındığında alveollere kadar ulaşabilen tozlardır.

Duman, ısııl veya kimyasal işlemler sonucu oluşan katı maddelerin gaz ortamı (özellikle hava) içerisinde dağılması olarak tanımlanmaktadır. Isıl işlemler sonucu duman oluşumu iki şekilde gerçekleşmektedir [13]:

i. Bazı durumlarda kimyasal reaksiyonlar sonucu olmak üzere buhar durumundan yoğunlaşma. Söz konusu tanım farklı kaynaklarda **is** veya **tütsü** olarak da anılmaktadır. Kaynak dumanları ve metal (oksit) dumanları bunlara örnek verilebilir.

ii. Organik maddelerin eksik yanması sonucu aerosol oluşumu. Kurum ve kül bunlara örnek verilebilir.

Buğu, sıvıların gaz ortamı - özellikle hava - içerisinde dağılması sonucu oluşan aerosoldür. Buğu, sıvıların atomizasyonu ya da nebulizasyonu, buhar durumdan yoğunlaşması ve kimyasal işlemler sonucu oluşabilmektedir. Çökeltme sonrasında buğuyu oluşturan sıvı parçacıklar çözülmemiş katı parçacıklardan farklı olarak parçacık yapılarını kaybetmektedir.

Aerosollerin sağlık açısından yarattığı sorunların incelenmesinde maddenin özgül toksik etkisi, konsantrasyonu ve maruziyet süresi ile birlikte maddenin solunum sisteminde taşınması ve birikimini etkileyen parçacık boyutu ve şekli de göz önünde bulundurulmalıdır. [13] Söz konusu durum aerosollerin gazlar ve buharlardan açık şekilde ayırımının yapılmasını gerekli kılmaktadır. Parçacıkların solunum sisteminde taşınması ve birikimi aerodinamik çap ve difüzyon eşdeğer çap gibi terimler ile tanımlanmaktadır [14] [15] [16]. Geometrik apı 0,5 µm' den büyük parçacıkların karakterizasyonunda aerodinamik çap kullanılmaktadır [13]. Aerodinamik ap; söz konusu partikülle aynı çökme hızına sahip, birim özkütlerdeki (1 g/cm³) kürenin çapıdır [17].

Partikül maddeleri tanımlamakta kullanılan PM_x ifadesi, partikül maddenin çapının X µm' den küçük olduğunu belirtmektedir. Araştırmalarda genellikle PM₁₀, PM_{2.5} veya PM₁ tanımlamaları yapılmakla birlikte çapı 2,5 µm' den büyük olan partiküller kaba partikül, 2,5 µm' den küçük olanlar ince partikül, 1 µm' den küçük olanlar ise çok ince partikül olarak tanımlanmaktadır [17].

Aerosollerin Akciğerlerde Depolanma Mekanizmaları

Partiküllerin solunum sisteminde birikimi beş farklı mekanizma ile gerçekleşmektedir. Bunlar sıkışarak kümeleşme (inertial impaction), yerçekimsel birikme (gravitational sedimentation), Brown difüzyonu (Brownian motion), durdurulma (interception) ve elektrostatik ökemedir (electrostatic precipitation ya da deposition).

Durdurulma (interception); özellikle "lif" yapısındaki partiküllerin birikiminde etkili olmaktadır. Yüzeğe yakın parçacığın (lifin) bu yüzeğe yakalanması "durdurulma" olarak tanımlanır. Lifin büyüklüğüne bağlıdır. 1 µm çapında ve 200 µm uzunluğundaki lifler bronşiyal bölgede (ağaçta) bu mekanizma ile tutulurlar [18].

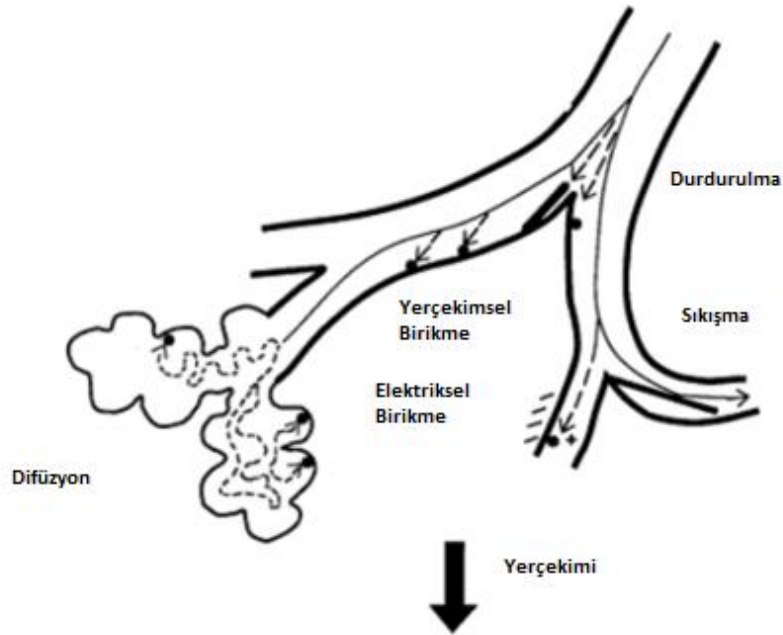
Sıkışma (impaction); Havada suspanse olan partiküller ise, ataletlerine rağmen, hava akımı ile solunum yolunda ilerlerken, uygun bir bölgede sıkışıp kalabilirler. İn hale olan büyük partiküller bronşiyal bölgede doğru yol üzerinde ilerleme eğilimindedirler. Bu ilerleme sırasında en büyük partiküller nazofarenksin mukoz yüzeyinde ve daha geniş hava yollarının da atallaştığı (bifurkasyon) yüzeylerde sıkışır. Hava yollarında bifurkasyon açıları arttıkça ve hava yolu çapı daraldıkça bu yolla birikme artar. Buna göre 4 µm' den daha büyük ve hızlı inhale edilen partiküller büyük bronşlarda birikir [19]. Üst solunum yolları yapışkan mukoz

membran yüzeyini uyararak yukarı doğru taşır ve vücuttan atılırlar. Genelde çapları 20 μm olan parçacıkların hepsi, 5 μm çapındaki taneciklerin ise % 95' i nazofarenksten atılırlar [18].

Yerçekimsel Birikme (sedimentation): Partiküllerin tedricen çökmesidir. Bu yolla tutulma, bronş, bronşiyal ve alveolar yüzey gibi hava yolunun küçük ve hava hızının düşük olduğu perifer hava yollarında görülür. Yerçekimi kuvvetli etkindir. Genelde çapları 1-5 μm arasında olan tanecikler sedimentasyonla tutulurlar [18].

Difüzyon ise 1 μm küçük partiküller için önem arz etmektedir. 0.1 μm ' den küçük partiküllerin rastgele hareketleri ile difüzyon gerçekleşir. Partiküller, bu "Brown" hareketleri ile, küçük hava yollarında ve alveollerde birikirler [18].

Bazı partiküller elektriksel olarak yüklüdür. Özellikle 4 μm ' den küçük partiküllerde, elektriksel yük birikmeyi artıran bir faktördür [19].



Şekil 2. Aerosollerin akciğerlerde birikim mekanizmaları

Çapı 10 μm 'den büyük olan partiküller nazofarengeal alanı geçememekte, daha küçük partiküller ise alt solunum yollarına ulaşabilmektedir. Partiküllerin solunum sisteminde depolanma mekanizmalarına göre 7 - 0,5 μm lik partiküllerin % 25' i alveollerde birikmektedir, çapı 0,5 μm ' den küçük partiküller brown hareket için çok büyük oldukları gibi sedimentasyon için de küçüktür. Bu nedenle partiküllerin ancak % 20' si alveoler düzeyde birikir. Difüzyon yolu ile 0,1 μm ' lik partiküllerin % 50 si alveollerde birikir [7].

TALAŞLI İMALAT VE KAYNAK İŞLERİ

İmalat teknolojik açıdan, parça veya ürün yapılması için başlangıç malzemesinin geometrisini değiştirmek amacıyla fiziksel veya kimyasal işlemlerin uygulanması anlamına gelmektedir. Teknik olarak anlatılması gerekirse; girdi olarak başlangıç malzemesinin, makine, takım, enerji, işçilik kullanılarak belirli imal usulleri ile işlenmiş parça olarak elde edilmesidir. Bu durumda çıktı olarak işlenmiş parça dışında bir de hurda veya atıktan söz edilmesi gerekmektedir.

Genel olarak “Sanayi”, mal ve hizmet üreten/sağlayan kuruluş veya organizasyonların tümüdür. Sanayi birincil, ikincil ve üçüncül sanayiler olarak derecelendirilmektedir. Burada birincil sanayiden kastedilen tarım ve madencilik gibi ulusal kaynakları ortaya çıkaran sanayilerdir. İkincil sanayiler ise birincil sanayilerin çıktılarını alarak tüketici veya sermaye mallarına dönüştüren sanayilerdir. Üçüncül sanayi ile kastedilen ise hizmet sektörüdür.

İkincil sanayiler imalat, konstrüksiyon ve elektrik üretimini içermektedir. İmalat ise tüketim malları, kimyasallar ve gıda işleme gibi değişik sektörleri içermektedir. Ancak genel olarak teknik ekipman üretimini kapsamaktadır. Söz konusu üretim süreci dört ana bileşene sahiptir. Bunlar; Döküm, **talaşlı imalat**, plastik şekil verme ve **birleştirmedir** [20].

Tablo 3.’ de görüldüğü üzere, SGK 2012 yılı istatistiklerine göre Türkiye’de talaşlı imalat ve kaynak işleri ile direkt olarak ilişkilendirilebilecek iş kolları ve çalışan sayıları incelendiğinde 795.108 çalışanın risk altında olduğu düşünülebilir. Söz konusu iş kollarında 2012 yılında 38 yeni meslek hastalığı tanısı konduğu görülmektedir. “5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanununun 4-1/a Maddesi Kapsamındaki Aktif Sigortalıların İş Kazası ve Meslek Hastalığı Vakalarının Meslek Gruplarına Göre Dağılımı” ile ilgili istatistikler incelendiğinde ise 72 numaralı “Metal İşleme ve Makine İle İlgili İşlerde Çalışan Sanatkârlar” meslek kodunda 56 yeni meslek hastalığı tanısı konduğu görülmektedir.

Tablo 3. Talaşlı imalat ve kaynak işleri ile ilişkilendirilebilecek iş kolları ve çalışan sayıları.

Faaliyet kodu	Faaliyet Grupları (*) (NACE Rev.2 Sınıflandırmasına Göre)	Genel toplam	
		İşyeri sayısı	Sigortalı sayısı
25	Fabrik. Metal Ürün.(Mak.Tec.Har)	31.038	357.841
28	Makine Ve Ekipman İmalatı	16.171	157.293
33	Makine Ve Ekipman Kurulumu Ve On.	19.755	155.246
29	Motorlu Kara Taşıtı Ve Römork İm.	3.188	124.728
		70.152	795.108

Talaşlı İmalat

Kısa zamanda gerçekleştirmelerine rağmen, talaşsız imalat yöntemleri yüzey, boyut ve şekil bakımından parçada istenilen kaliteyi sağlayamamaktadır. Bu nedenle, bu şekilde imal edilen parçaların yüzeylerinin bir kısmı veya tamamı talaşlı imalat yöntemleri ile işlenmektedir. Günümüzde işleme endüstrisi ile elde edilen mamullerin büyük bir bölümü metallerin talaş kaldırılarak şekillendirilmesi yöntemine dayanmaktadır. Talaşlı imalat yöntemleri özellikle otomotiv sanayi, makine ve yedek parça imalat sanayi, savunma sanayi gibi önemli endüstriyel aktivitelerde kullanılmaktadır.

Talaş kaldırma yöntemleri, nihai parça geometrisini elde etmek için bir başlangıç iş parçası üzerinden fazla malzemenin kaldırılması operasyonlarını içeren şekillendirme grubudur. Bu grubun en önemli dalı, istenen geometriyi elde etmek için malzemenin mekanik olarak kesilmesinde kesici takımların kullanıldığı **geleneksel talaşlı imalattır**. Üç temel geleneksel talaşlı imalat yöntemi vardır. Bunlar; tornalama, matkap ile delik delme ve frezelemedir. Diğer talaşlı imalat operasyonları testere ile kesme, planyalama, broşlamadır. Aşındırıcı yöntemlerde, sert ve aşındırıcı parçacıkların mekanik olarak iş parçasına etki etmesiyle malzeme kaldırılır. Aşındırıcı talaş kaldırma yöntemleri; taşlama, honlama, lepleme ve parlatma yöntemlerinden oluşur. Geleneksel olmayan yöntemlerde ise malzeme kaldırmak için, kesici takım ve aşındırıcı parçacıklar yerine enerjinin çeşitli formları kullanılır. Bu formlar; mekanik, elektrokimyasal, termal ve kimyasal olabilir. Genel olarak talaşlı imalat yöntemleri şu şekilde sınıflandırılabilir;

- Geleneksel Talaşlı İmalat
 - Tornalama
 - Matkap ile Delme
 - Frezeleme
 - Diğer Talaşlı İmalat Operasyonları
- Aşındırıcı Yöntemler
 - Taşlama Operasyonları
 - Diğer Aşındırıcı Operasyonlar
- Geleneksel Olmayan Yöntemler
 - Mekanik Enerji Yöntemleri
 - Elektrokimyasal Yöntemler
 - Termal Enerji Yöntemleri
 - Kimyasal Yöntemler

Talaşlı imalat yönteminde birçok farklı iş parçası malzemesi kullanılabilir. Genel olarak tüm katı metaller işlenebilir. Bunun yanında plastikler ve plastik esaslı kompozitler de işlenebilmektedir. Seramikler, yüksek sertliklerinden ve gevrekliklerinden dolayı problem oluşturabilirler. Ancak aşındırıcı talaş kaldırma yöntemleri ile başarılı bir şekilde işlenebilirler [21].

Talaşlı imalat işlemleri esnasında metal işlem akışkanı olarak mineral yağlar ve yağ emülsiyeleri kullanılmaktadır. Bu sıvılar işlenecek parçanın ve kesici takımın soğutulması, kesici takımın ömrünü uzatılması, kesilecek yüzeyde sürtünmenin azaltılması, talaş kaldırma işleminde meydana gelen talaşların ve metal tozlarının işleme yüzeyinden uzaklaştırılması, işlenecek parçanın yüzeyinin işlem için optimize edilmesi ve paslanmaya karşı parçanın korunması amacıyla kullanılmaktadır [22].

Metallerin işlenmesi sırasında, talaş kaldırılan bölgede yüksek kesme hızlarında (> 3500 d/dk) oluşan yüksek sıcaklıklar metal işleme sıvılarının ve metalin buharlaşmasına sebebiyet vermektedir. Talaş kaldırılan parçanın, kesici takımın ve kullanılan metal işleme sıvısının bileşimine bağlı olarak karmaşık bir buhar duman karışımı ortaya çıkmaktadır. Ayrıca metal işleme akışkanından kaynaklanan buğu içeriğindeki kimyasallar ve parçacıkların yapısına bağlı olarak solunum sistemi hastalıklarına sebebiyet vermektedir [23].

Tornalama, frezeleme, delik delme ve taşlama gibi talaş kaldırma işlemleri metal işleme akışkanları nedeni ile buğu oluştuğu gibi büyük miktarlarda toz da oluşmaktadır. Metallerin ve başka malzemelerin talaş kaldırma işlemleri farklı parçacık boyutlarında hava akımları ile taşınabilen toz oluşturacak kabiliyette yüksek enerjili işlemlerdir. Tehlike genellikle iş parçası kaynaklı olmakta özellikle karbür çelik alaşımlar nikel, kobalt, krom, vanadyum ve tungsten gibi metalleri içermektedir [11].

Aşındırıcı malzeme silika içermese bile aşındırma ile talaş kaldırma yöntemleri sağlık açısından ciddi tehlike oluşturmaktadır. Taşlama işlemi için de aynı durum geçerli olmakla birlikte bu işlem sırasında toksik metallere ciddi bir maruziyet söz konusu olabilmektedir [11].

Kaynak

Kaynak çoğu kez metal olan iki malzemenin sıcaklık, basınç ve metalürjik koşulların uygun bir bileşimi sayesinde kalıcı olarak birleştirilmesidir. Amerikan Kaynak Cemiyeti'ne (AWS) göre kaynak işlemi “aynı ya da farklı metalürjik özellikteki malzemelerin dolgu

maddesi kullanarak ya da kullanmadan ısı ve/veya basınç altında sökülemeyecek şekilde birleştirilmesidir”. Kaynak teknolojisinin tarihsel gelişimine bakılacak olur ise karbon ark kaynağından lazer ışın kaynağına kadar son yüz elli yılda teknolojinin hızlı bir şekilde geliştiği görülmektedir.

Metallerin kaynak yöntemleri enerjinin çeşidi ve büyüklüğüne göre **ergitme kaynağı** ve **basınç kaynağı** olarak ikiye ayrılabilir [24]. Sanayide en çok karşılaşılan kaynak yöntemi ise ergitme kaynağıdır. Metallere uygulanan ergitme kaynağında ısı enerjisinin türü ve kaynak bölgesinin korunma biçimine göre değişiklik gösteren çeşitli yöntemler mevcuttur. Günümüzde en sık karşılaşılan ergitme kaynağı yöntemleri şu şekildedir:

- Döküm ergitme kaynağı
- Gaz ergitme kaynağı
- Elektrik ark kaynağı
 - Karbon elektrot ile ark kaynağı (*CAW – Carbon Arc Welding*)
 - Çıplak tel elektrot ile kaynak
 - Örtülü elektrod ile kaynak (*MMA/MMAW – Manuel Metal Arc Welding veya SMAW- Shielded Metal Arc Welding*)
 - Özlü elektrot ile kaynak (*FCAW- Flux-Cored Arc Welding*)
 - Toz altı kaynağı (*SMAW- Submerged Metal Arc Welding*)
 - Koruyucu gaz altında kaynak (gaz altı kaynağı)
 - TIG kaynağı (*GTAW-Gas Tungsten Arc Welding*)
 - MIG/MAG kaynağı (*GMAW-Gas Metal Arc Welding*)
- Elektrik direnç ergitme kaynağı (elektro cüruf)
- Elektron ışın kaynağı
- Lazer ışın kaynağı
- Termit kaynağı

Düşük karbonlu çelik (MS), paslanmaz çelik (SS) ve alüminyum (Al) kaynağında kullanılan çok farklı çeşitlerde kaynak yöntemi mevcut olmakla birlikte örtülü elektrot ile kaynak (MMA) ve metal inert gaz (MIG) kaynağı en sık rastlanan kaynak çeşitleridir. Bunların dışında KOBİ’lerde TIG kaynağı ve oksii-asetilen kaynağına da sıklıkla rastlanmaktadır.

Örtülü elektrotla ark kaynağı (MMA/SMAW): Bu yöntem kaynak yöntemleri içinde en geniş uygulama alanı bulan ark kaynak yöntemidir. Kaynak için gerekli ısı örtü kaplı tükenen elektrot ile iş parçası arasında oluşan ark ile ortaya çıkmaktadır. Kaynak yapılan bölge örtü maddesinin yanması sonucu ortaya çıkan gazlar tarafından oksidasyona karşı korunur.

Elektrottaki örtü malzemesinde *selüloz, kil, mika, asbest, Al₂O₃, Fe₂O₃, MnO₂, Na* bulunabilir. İç çubukta *Fe, C, Si, Mn* ortak elementlerdir. Ayrıca değişik oranlarda *Cr, Ni, Mo, Cu, P* de bulunabilir [25].

MIG/MAG kaynağı: Tükenen elektrotla gerçekleştirilen gaz altı ark kaynağında iş parçası ile sürekli beslenen kaynak teli arasında oluşan ark ısı ile birleştirme yapmaktadır. Bu kaynak türleri koruyucu gazın çeşidine göre MIG ve MAG isimlerini almaktadır. MIG kaynağı "Metal Inert Gas", MAG kaynağı ise "Metal Active Gas" İngilizce terimlerinin kısaltılmış şeklidir. Burada geçen aktif ve inert ifadeleri kullanılan koruyucu gazı ifade etmekte, kaynak işlemlerinde aktif gaz olarak karbondioksit (CO₂) inert gaz olarak ise Argon (Ar) veya Helyum (He) kullanılmaktadır. MIG kaynak yöntemi her türlü metal alaşımının birleştirilmesi mümkünken MAG kaynak yönteminde kolay oksitlenen alüminyum ve paslanmaz çeliklerin birleştirilmesi gerçekleştirilmez. MAG kaynak yöntemi genellikle düşük alaşımlı çeliklerin birleştirilmesinde kullanılmaktadır.

Tungsten İner Gaz (TIG) kaynağı: Bu gaz altı kaynak yönteminde kaynak için gerekli ısı tükenmeyen bir elektrot ile iş parçası arasında oluşan ark sayesinde ortaya çıkmaktadır.

Gaz ergitme kaynağı: Bir yanıcı gaz ile oksijenin oluşturduğu alev enerjisinden yararlanarak gerçekleştirilen ergitme kaynağıdır. Parçaların kaynaklanacak yüzeyleri alev yardımı ile ertilir ve gerektiğinde kaynak bölgesine ek kaynak metali de katılarak bir basınç uygulanmadan katılaşmaya bırakılarak bağlantı gerçekleştirilir. Genellikle yanıcı gaz olarak asetilen kullanılması sebebiyle uygulamada **oksi-asetilen kaynağı** olarak anılmaktadır [24].

Birleştirme yapılan metallere en sık karşılaşılanları ve içerikleri şu şekildedir:

Düşük karbonlu çelik (Mild Steel- MS) : *Fe, C, Si* ve bazen *Mo* ya da *Mn*' den oluşan bir alaşımdır.

Paslanmaz ve yüksek alaşım çeliği (Stainless Steel - SS): *Fe, Ni, Cr* ve bazen *Co, Va, Mn, Mo* vb. içerir.

Alüminyum (AL): Ya saf, ya da *Mg, Si* ve/veya bazen *Cr* alaşımı formundadır.

Kaynak işlemleri sonucu oluşan aerosoller farklı kaynaklardan yayılmaktadır; (a) kaynak teli ve elektrot çekirdeği muhteviyatındaki malzemesinin buharlaşması ve elektrot kaplamasından kaynaklanan kirleticiler; (b) kaynak banyosu ve ark bölgesinde oluşan zerrecikler ve duman;(c) ergiyen kaynak metalinde gerçekleşen buharlaşma. Yüzey kaplamasının bulunmadığı durumlarda iş parçasının duman oluşumuna katkısı düşük düzeydedir.

Kaynak işlemleri sonucunda kaynak teli, elektrot kaplaması veya çekirdeğindeki bileşiklerin ayrışması, ark bölgesindeki oksidasyon ve çözünme veya başka kimyasal reaksiyonlar ile aerosoller dışında geniş yelpazede gaz kirleticiler de ortaya çıkmaktadır [26].

Kaynak dumanının değişken yapısı ve etkilendiği faktörlerin çokluğuna karşın, tüm dünyadaki toplam maruziyetin %70'inden fazlasını oluşturan kaynak tekniği ve kaynak yapılan metal kombinasyonları ile duman içerikleri şunlardır [25]:

MIG/AL: AL_2O_3 , O_3 ;

MIG/MS (MAG/MS): Fe_2O_3 , Mn , Silikon, Cu , NO_2 ;

MIG/SS: MIG/MS'e ek olarak Ni , Cr , OS ;

MMA/MS: MIG/MS'e ek olarak Na , K , Mo , F , Ti , Ca , Al vb;

MMA/SS: MMA/MS' e ek olarak Cr , Ni , Va .

Bir yanıcı gaz ve bir yakıcı gazın kullanıldığı gaz ergitme kaynağında oluşan ısı elektrik ark kaynaklarındakine göre daha düşüktür. Yanıcı gazın oksijen ile yanması sonucu ortaya CO_2 çıkmakta, eksik yanma gerçekleştiği durumlarda da CO oluşmaktadır. Kuvvetli oksitleyici alev kullanılması durumunda ise azot oksitler (NO_x) oluşabilmektedir [24].

Ark kaynağında sıcaklık 3000 °C' ye kadar çıkabilmektedir. Kaynak ısısının oluşturduğu UV radyasyonunun fotokimyasal etkisiyle ortamdaki oksijen (O_2) ozona (O_3) dönüşebilir. CO , CO_2 'nin kimyasal redüksiyonuyla meydana gelir. Ayrıca UV etkisiyle azot oksitler oluşur (NO , NO_2 , N_2O_4). Metal yüzeyindeki trikloretilen vb. temizlik ve boya maddelerinin vaporizasyonu ve UV radyasyon tarafından artırılan oksidasyonu ile de **fosgen** oluşabilmektedir [25].

Kaynak dumanının yoğunluğu ve oluşum hızı uygulanan kaynak çeşidi (elektrot ve kaynak telinin boyutu ve muhteviyatı, koruyucu gazın cinsi, kaynak akım ve voltajı), çalışma

ortamı (çalışma alanının hacmi, kirleticileri ortamdan uzaklaştıran havalandırma sisteminin verimi) ve kaynakçı ile ilgili parametrelerin (kaynak pozisyonu, tekniği ve kaynakçının mesleki becerisi) bileşimine bağlıdır. Ancak kaynak işlemi sırasında oluşan duman miktarının belirlenmesi çalışmalarında kaynak yöntemi, kaynaklanan metal ve kaynak teli/elektrotunun cinsi oluşan dumanın kimyasal bileşimine birincil olarak etki ettiği göz önünde bulundurulmaktadır.

Kaynak işlemlerinde tükenen elektrot ya da kaynak telinden salınan metal buharlarının havadaki oksijen ile oksidasyonu sonucu oluşan metal oksitler kaynak dumanının ana bileşeni olmakla birlikte söz konusu metal oksitler toksisitetlerine bağlı olarak ciddi sağlık sorunlarına sebep olabilmektedir. Kaynak dumanında en sık rastlanan metaller ve sebep oldukları sağlık sorunları şu şekildedir; hegzavalent Krom (Cr[VI]) ve Nikel/kanser, Demir/siderozis, Mangan/nörotoksik, Floridler ve Kadmiyum/solunum sistemi hasarlanması, Çinko, Bakır ve Kadmiyum/metal dumanı ateşi. Toksik metallere ek olarak kaynakçılar gaz kirleticilere de maruz kalmaktadır (karbonmonoksit, ozon, azot oksitler). Azot oksitler ve ozon solunum sisteminde pulmoner iritasyon, pulmoner ödem gibi zararlanmalara neden olmakta, karbon monoksit maruziyeti ise karbonyoksihemoglobin oluşumuna neden olarak kan yolu ile dokulara oksijen iletimini engellemekte ve yüksek seviyelerde maruziyet durumlarında ise ölüme sebebiyet vermektedir [27].

Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı (IARC) kaynak dumanını olası insan karsinojeni olarak sınıflandırmıştır.

Talaşlı İmalat ve Kaynak İşlerinde Maruziyet

Metallerin aşındırma yöntemleri ile hazırlanması, temizlenmesi, taşlanması, perdahlanması ve polisajında, metal ürünlerinin talaşlı imalat, kaynak ve ısıl işlemleri sırasında; elektro kaplama ve metal püskürtme gibi yüzey işlemlerinin yapılması sırasında metal partiküllere mesleki maruziyet ortaya çıkmaktadır. Demir oksit, Titanyum dioksit ve Zirkonyum bileşikler gibi inert partiküllere düşük konsantrasyonda maruziyet (<5mg/m³) nadiren sağlık açısından sorunlar yaratabilmektedir. Ancak sıklıkla havada asılı metaller yerel iritasyondan akut ya da kronik hastalıklara kadar değişen aralıkta sağlık sorunlarına sebep olmaktadır. Hatta demir oksit gibi görece inert malzemeler bile her zaman zararsız değildir. Yüksek konsantrasyondaki demir oksidin solunması, özellikle kaynak işlemlerinden kaynaklanan duman göz önüne alındığında kronik bronşit ve nefes darlığı semptomlarını da içeren **sideroza** sebep olmaktadır [4].

Metal aerosolleri buhar, duman, sis, zerrecik ve tozlara kadar parçacık büyüklüğü 0,001 ila 1000 µm arasında değişen geniş bir aralıkta oluşmaktadır. Çoğu duman çapı 0,01 ila 0,3 µm arasında değişen çok küçük parçacıklar içermektedir [4].

Toksisite, metal bileşiklerin kimyasal formuna bağlıdır. Bunun nedeni kimyasalın solunum, sindirim ve deri yolu ile vücuda girişinin her biri için kritik etkilere sahip olmasıdır. Ayrıca farklı bileşiklerin farklı maruziyet sınır değerleri bulunmaktadır. Örneğin, ACGIH 'ın Krom bileşiklerine maruziyet için belirlediği TWA TLV değerleri içinde en kısıtlayıcı değer inhalasyonu takiben akciğerlerden atılımı zayıf olan suda çözünmeyen (insoluble) hegzavalent Krom (Cr [VI]) bileşikleri (0,001 mg/m³) içindir. İnhalasyonu takiben kan tarafından absorbe edilebilen, suda çözünebilen hegzavalent bileşikler için belirlenen değer 0,05 mg/m³ olup bahsedilen değerler arasında en az kısıtlayıcı olan daha az reaktif olan trivalent Krom bileşikleri ve Krom metalidir (0,5 mg/m³). Mevzuatta is Kimyasal Maddelerle Çalışmada Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmeliğin Ek-I' inde Krom ve bileşikleri için belirtilen TWA TLV 2 mg/ m³ 'dür. Kromik asit ve kromat aerosolleri mukoza zarları için aşındırıcı olabilmekte ve bazı suda çözünmeyen hegzavalent Krom (Cr [VI]) bileşikleri ise karsinojen olabilmektedir. Suda çözünebilen hegzavalent Krom tuzları (sodyum, potasyum vb.) solunum yolu ile kana karışmakta ve bazı kromit tozlarına maruziyet **pnömokonyoz** ve **pulmoner fibroz** gibi hastalıklara sebep olabilmektedir [4].

Kadmiyumun toplam toz için ACGIH TLV değeri 10 µg/m³ ve solunabilir tozları için değeri ise 2 µg/m³ ' tür. Yüksek konsantrasyondaki kadmiyum oksit dumanının solunması ölümcül sonuçlara yol açabilmektedir. Kadmiyum maruziyetinin akut belirtileri bulantı, kusma, diyare, baş ağrısı, abdominal ağrı, kas ağrısı, salivasyon ve şoktur [4]. Kadmiyum dumanı ya da tozlarının solunması öksürük, göğüs darlığı, solunum yetmezliği, **pulmoner ödem** ve **bronkopnömoniye** yol açabilmektedir.

Yeni oluşmuş çinko oksit dumanı metal dumanı ateşinin en genel nedenidir ancak magnezyum oksit, bakır oksit ve daha başka metal oksitlerinde **metal dumanı ateşine** sebep olduğu vakalar mevcuttur [4]. Nikel solunması da ateşe sebep olabilmektedir.

Metal işleme akışkanları fiziksel karakteristiklerinin iyileştirilmesi ve kullanım ömrünün uzatılması amacı ile kullanılan birçok kimyasal katkı maddesi ihtiva etmektedir. Bu katkı maddeleri biosidler, korozyon önleyiciler, aşırı basınç yağlayıcıları, su şartlandırıcıları, köpük giderici katkıları, glikol, etanol âminler ve flöresin gibi maddeler içermektedir. Emülsiyeye hale getirilmiş yağlar kullanımları sırasında bakteriler ile kontamine olmaktadır.

Söz konusu ajanlar ve bakteriler **pulmoner enflamasyon** ve **havayolu sensitizasyonuna** sebep olabilmektedir. IARC katkı maddesi ihtiva edebilen mineral yağları insan karsinojeni olarak sınıflandırmaktadır [4].

Metal parçalar aşındırma, yağ temizleme, taşlama, perdahlama ve raspalama gibi işlemlerden geçirilerek işlenmeye hazır hale getirilmektedir. Aşındırıcı püskürtümlü temizleme, yüzey kaplamasının, paslanmanın ya da kumlamanın giderilerek metal parçaların bir sonraki işleme hazırlanmasında kullanılmaktadır. Kum püskürtme işlemlerinin gerçekleştirildiği, özellikle serbest silika içeren ortamlarda solunum sonucu **silikozis** oluşumu en önemli sağlık sorunudur. Kum püskürtülen ortamlarda toksik metallerin ortamda bulunması ek sağlık sorunlarına da neden olabilmekte ancak iç mekânlarda mesleki maruziyet, sınırlayıcı önlemler (kum püskürtme kabinleri), yeterli havalandırma, işleme tekniklerinin tadil edilmesi ile genel olarak kontrol altında tutulabilmektedir.

Metal parçaların ham madde üretim süreci bittiğinde korozyona ve pasa açık hale gelmesi nedeni ile yağ ile korunması gerekir. Pek çok metal üretim süreçlerinde ürün son haline gelmeden önce üzerindeki kesme, soğutma veya koruma yağlarından temizlenerek boya ve kaplama yapılması gerekmektedir. Metal parçalarının yağ alma (degresaj) işlemleri parçanın üzerindeki gres yağı ve diğer yüzey kirleticilerden arındırılması amacı ile gerçekleştirilmektedir. Asidik ve alkali solventlerin kullanıldığı iki çeşit yağ alma işlemi bulunmaktadır. Genel olarak yağ alma işlemlerinde maruziyet işlem gören metal parçadan çok yağ giderme işleminde kullanılan solventin kendisi ile ilgilidir. Baz gibi (*NaOH*, *KOH*) inorganik, yağ emülsifiye eden maddeler ve mineral yağ, yağ, mum, pas ve kir parçacıklarıyla kontamine olmuş soda, fosfat, tensid çözeltileri degresaj işlemi sonucunda atık olarak ortaya çıkmaktadır [22].

Taşlama, polisaj ve perdahlama işlemleri kayda değer konsantrasyonlarda havada asılı metal partiküllerinin oluşumuna neden olmaktadır. **Deadmen ve arkadaşları** spesifik maruziyet konsantrasyonu ya da partikül boyut dağılımı belirtmeden hidroelektrik santralinde çalışan mekanik teknisyenlerinin türbin kanatçıklarındaki kavitasyon hasarlarının düzeltilmesi esnasında taşlama işlemi yaparken krom ve nikel içerikli tozlara maruz kaldıklarını belirtmiştir. **Linnainmaa ve arkadaşları** sinter karbür kesici bıçakların taşlanması sırasında Finlandiyalı işçilerin kobalt maruziyeti ile izolasyon ve havalandırma arasındaki etkileşimi incelemiştir [28]. Söz konusu çalışmada havadaki kobalt konsantrasyonunun üç iş istasyonunda izolasyon ve hava tahliye sisteminin geliştirilmesinden önce 0,006 ila 0,160

mg/m³ olduğu, geliştirmeden sonra ise yarı otomatik taşlamada 0,003 mg/m³ e elle taşlamada ise 0,011 ila 0,015 mg/m³ e düştüğü görülmüştür. Bu çalışmada herhangi bir parçacık boyut dağılımından bahsedilmemiştir. Hayvanlar üzerinde yapılan laboratuvar çalışmalarında kobaltın karsinogen olduğu belirlenmiş, ACGIH TLV değeri ise 0,05 mg/m³ ten 0,02 mg/m³ e düşürülmüştür [4]. Mevzuatta ise Tozla Mücadele Yönetmeliğinin Ek-1' inde belirtilen kobalt metali, tozu ve buharı için Solunabilir Toz Miktarı TWA/ZAOD değeri 0,1 mg/m³ tür.

Partiküllerin konsantrasyonu ve aerodinamik büyüklükleri hem talaş kaldırma ya da taşlama işlemine hem de metalin sertliğine bağlıdır. Berilyum ve bileşikleri ile ilgili çalışmalar da ilgi çekicidir. Hayvanlar üzerinde yapılan laboratuvar araştırmalarında berilyumun kansere sebep olduğu, berilyum aerosollerinin solunmasını takiben genetik olarak yatkınlığı bulunan kişilerde ise immün yanıt sonucu gelişen granümatöz akciğer hastalığı ortaya çıktığı belirlenmiştir. Berilyum bileşiklerinin toksik olduğu bilinmekle birlikte berilyum alaşımlarının işlenmesinde de sağlık sorunları meydana gelebilmektedir. Katı halde ve bitmiş parça olarak bakır berilyum alaşımının sağlığa herhangi bir zarar vermesi söz konusu değildir. Ancak kaynak ve talaşlı imalatta oluşan buhar ve tozun solunması ciddi solunum sistemi hasarına neden olmaktadır. Yapılan başka çalışmalarda ise testere ile kesme ve freze işlemleri için berilyum metali ile bakır-berilyum ve nikel-berilyum alaşımları karşılaştırıldığında, ACGIH TLV değerinin 2 mg/m³ olduğu göz önünde bulundurularak, berilyum metalinin talaş kaldırma işlemi sırasında havalandırma davlumbazındaki en yüksek konsantrasyonun 7 mg/m³ ü geçtiği görülmüş, daha az gevrek bakır ve nikel alaşımlarında ise bu değerlerin neredeyse on kata kadar daha düşük olduğu saptanmıştır [4].

Taşlama, testere ile kesme ve frezeleme gibi işlemlerin aksine hassas parlatma ve perdahlama gibi işlemlerde ortaya çıkan parçacıkların boyutlarının çok daha küçük olduğu, dolayısı ile inhalasyon sonucunda daha yüksek sağlık riskleri oluşturduğu belirlenmiştir. Konu ile ilgili bir çalışmada berilyum metal ve oksit bileşiklerinin parlatma işleminin gerçekleştirildiği bir iş yerinde elde edilen bulgulara göre işyeri ortamına salınan berilyum partiküllerinin tamamının aerodinamik çaplarının 10 µm' den küçük olduğu anlaşılmıştır [4].

Karsinogen ve karsinogen olduğundan şüphelenilen maddeler ile ilgili gerçekleştirilen geçmişe yönelik maruziyetlerin incelenmesi sonucunda **Deadman ve arkadaşları**, kaynak ve metal kaplama işlemlerinde berilyum, kadmiyum ve hegzavalent Krom bileşikleri ile ilgili sağlık sorunlarının önemine vurgu yapmaktadır [4].

Kaynak dumanında bulunan aerosoller ise genellikle aerodinamik çapları 1 µm' den küçük dallanmış zincirli çok küçük partiküllerden oluştuğu gibi püskürtülmüş eriyik zerrecikler şeklinde büyük küresel partiküller de içermektedir. Kaynak dumanlarının bileşimi ve konsantrasyonu çok sayıda değişkenden etkilenebilir.

Kaynak dumanı içindeki metallerin buharı havada O_2 ile reaksiyona girerek metal oksitleri oluştururlar. Metal oksitlerin aerodinamik partikül çaplarının 1 µm' den küçük olması partiküllerin mukosilyer temizlenme sisteminin yetersiz olduğu terminal bronşöller ve alveollerde depolanma olasılığını artırmaktadır [25].

Tersanelerde yapılan bir araştırma maruziyeti; kapalı kalma derecesine, kaynak yönüne (tavan, yatay, düşey), kaynak yöntemine, elektrot çeşidine ve havalandırma kullanımı gibi parametrelere göre karşılaştırmıştır. Söz konusu araştırmaya göre tavan kaynağı yapılırken çalışanların solunum zonundan alınan numunelerden hiçbiri sınır değerleri aşmamış, fakat yatay kaynak esnasında alınan numunelerden %16'sı demir ve %11'i manganez olmak üzere sınır değerleri aşmıştır. Dikey pozisyonda yapılan kaynakların sonuçlarının ise yatay pozisyonda yapılan kaynak sonuçlarına göre bir nebze daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Bu araştırma, yatay yapılan kaynağın işçilerin solunum yollarının kaynak dumanlarına daha fazla maruz kalması nedeni ile daha tehlikeli olduğunu ortaya koymuştur [4].

Kaynak dumanının karakteristik yapısı ve buna bağlı inhalasyon riskleri kaynak yöntemi ve duman bileşimi ve elektrot boyutlarına bağlıdır. **Hewett** parça boyutu dağılımını, yoğunluklarını ve spesifik yüzey alanlarını iki farklı kaynak yöntemi kullanılan düşük karbonlu çelik ve paslanmaz çelik kaynak dumanlarında ölçmüş, her bir duman için akciğerlerdeki bölgesel birikim incelenmiştir. Örtülü elektrotla elektrik ark kaynağında duman içeriğindeki maddelerin genel yoğunluğu $3,4 \text{ g/cm}^3$ iken gaz metal ark kaynağında (GMAW) duman içeriğindeki maddelerin genel yoğunluğu $5,8 \text{ g/cm}^3$ olarak hesaplanmıştır. 1 mg/m^3 lük eşit maruziyet durumunda; GMAW dumanlarının SMAW dumanlarına göre akciğerlerde % 60 oranında daha fazla biriktiği belirlenmiştir [4].

ENDÜSTRİYEL HAVALANDIRMA

Modern endüstriyel uygulamaların karmaşık yapıdaki operasyonları ve işlemlerinde birçoğu yüksek toksisiteye sahip çok sayıda kimyasal madde kullanılmaktadır. Söz konusu kimyasallar partikül, gaz, buhar ve buğu yapısında kirleticiler ortaya çıkartarak işyeri ortamında çalışan sağlığına etki edebilecek derecede yüksek konsantrasyonlarda

bulunabilmektedir. Etkili ve iyi tasarlanmış bir havalandırma sistemi çalışanların sağlığının korunması için gerekli ortamın sağlanmasında önem arz etmektedir.

Endüstriyel tesislerde kullanılan havalandırma sistemleri tedarik ve tahliye sistemleri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Tedarik sistemleri işyeri ortamına taze hava teminini, tahliye sistemleri ise sağlıklı bir çalışma ortamının sağlanması amacı ile endüstriyel işlemler sonucu oluşan hava kirleticilerinin çalışma ortamından uzaklaştırılmasını sağlamaktadır.

Bütün olarak düşünüldüğünde bir havalandırma uygulamasında hem tedarik hem de tahliye sisteminin bulunması gerekmektedir. Çalışma ortamına tedarik edilen hava miktarının ortamdaki tahliye edilen hava miktarından düşük olması durumunda tesis iç ortamı yerel hava basıncından daha düşük bir basınca sahip olacaktır. Bu, seyreltme (genel) havalandırma sisteminin kirleticilerin kontrolü ya da tüm tesiste belirli bir alanda tecrit edilmesinin gerektiği durumlarda arzu edilen bir uygulamadır. Sıklıkla ise bu durum hava tahliye sisteminin kurulmuş olduğu ancak uygun tedarik sistemine gerekli önemin atfedilmediği hallerde meydana gelmektedir. Söz konusu koşullarda hava yapının pencere ve kapı gibi açıklıklarından kontrolsüz bir biçimde ortama girecektir.

Sonuç olarak:

- Kış aylarında bina çevresinde çalışanlar hava akımlarından rahatsızlık duyacak,
- Kirletici konsantrasyonunun sınırlandırılmasında zafiyete neden olabilecek şekilde tahliye sistem performansında düşüş görülecek ve dolayısı ile çalışanların sağlığı olumsuz etkilenecek,
- Yüksek ısıtma ve soğutma maliyeti ortaya çıkacaktır.

Tedarik Sistemi

Tedarik sistemleri iki amaca hizmet etmektedir:

- Konforlu bir çalışma ortamı oluşturulması (HVAC sistemi); ve
- Tahliye edilen havanın taze hava ile değiştirilmesi.

Çoğu zaman tedarik ve tahliye sistemi seyreltme havalandırma sistemlerinde olduğu gibi birlikte kullanılmaktadır.

Tahliye Sistemi

Tahliye havalandırma sistemleri iki ana gruba ayrılmaktadır:

- 1) Genel Tahliye Sistemleri
- 2) Yerel Tahliye Sistemleri (Lokal Egzoz Sistemleri)

Genel tahliye sistemleri ortam ısisının kontrolü ve çalışma ortamında oluşan kirleticilerin büyük miktarda hava ile birlikte ortamdan uzaklaştırılması amacı ile kullanılmaktadır. Hava kirleticilerin kontrolü amacıyla kullanılması durumunda ise (seyreltme sistemi) yeterli miktarda taze hava ile kirleticinin karıştırılması yoluyla kirleticinin ortamdaki ortalama konsantrasyonunun güvenli seviyelere düşürülmesini sağlamaktadır. Kirli hava genellikle atmosfere atılmaktadır. Hava tahliye sistemleri genellikle tahliye edilen hava miktarı kadar havanın tekrar ortama sağlanabilmesi amacı ile bir tedarik sistemi ile bütünleşik olarak tasarımlanır.

Seyreltme havalandırma sistemleri yüksek işletim maliyetleri nedeni ile sadece yerel tahliye sistemlerinin uygulanabilir olmadığı durumlarda hava kirleticilerin kontrolü amacı ile kullanılmaktadır.

Yerel tahliye sistemleri kirleticinin kaynağında yakalanması prensibine göre çalışmaktadır. Etkin olması, düşük hava debilerinde çalışması sonucu yüksek debilerde çalışan genel tahliye sistemine nazaran daha düşük ısıtma maliyeti oluşturması nedeni ile hava kirleticilerin kontrolünde yerel tahliye sistemi tercih edilmektedir. Hava kirliliği kontrolü ile ilgili mevcut yasal düzenlemeler endüstriyel havalandırma sistemlerinde hava temizleme cihazları kullanılmasını zorunlu tutmaktadır. Düşük debilerde işletilen yerel tahliye sistemlerinin hava temizleme cihazlarına ilişkin maliyetlerinin daha düşük olması da tercih edilme sebeplerinden biri olarak görünmektedir.

Genel Endüstriyel Havalandırma

“Genel endüstriyel havalandırma” bir ortama hava tedarik ve tahliyesini içeren kapsamlı bir kavramdır. Özel işlevine göre aşağıda belirtildiği üzere ikiye ayrılmaktadır;

Seyreltme Havalandırma, potansiyel hava kirleticilerin, yangın ve patlamaya sebep olabilecek etkenlerin ve kokuların kontrolü amacıyla kirli havanın taze hava ile seyreltilmesi prensibi ile çalışmaktadır. Seyreltme havalandırma sağlığa zararlı maddelerin kontrolünde yerel tahliye sistemi kadar tatmin edici değildir. Ancak seyreltme havalandırmanın yerel

tahliye sistemine göre daha ekonomik bir şekilde hava kirleticilerin kontrolü sağlayabildiği durumlar da bulunabilmektedir. Söz konusu sistemlerin ekonomik olarak değerlendirilmesi ilk yatırım maliyeti üzerinden yapılmamalıdır, seyreltme havalandırma sistemi tesisten sürekli olarak büyük miktarda ısıyı havayla birlikte tahliye etmekte bu nedenle enerji maliyetlerini yükseltebilmektedir.

Isı Kontrol Havalandırması, dökümhaneler ve ekmek fırınları gibi sıcak endüstriyel ortamlarda akut rahatsızlıkların önlenmesi ve termal konfor şartlarının sağlanması amacıyla hizmet etmektedir.

Çalışan Sağlığı Açısından Seyreltme Havalandırma

Çalışan sağlığının korunmasında seyreltme havalandırma sisteminin kullanılmasında dört sınırlayıcı etken mevcuttur:

- İşyeri ortamında oluşan kirletici miktarı çok yüksek olmamalıdır aksi takdirde seyreltme işlemi için gerekli hava debisinin sağlanması mümkün olmamaktadır,
- Çalışanlar kirletici kaynağından yeterli derecede uzak olmalı ya da ortamdaki kirletici konsantrasyonu çalışanların eşik sınır değeri aşan maruziyetlerle karşılaşmamaları için yeterli derece düşük olmalıdır,
- Kirleticiler düşük toksisiteye sahip olmalıdır,
- Kirleticiler ortamda kabul edilebilir şekilde homojen olarak dağılmalıdır.

Seyreltme havalandırma sisteminin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için buharlaşma oranları ile ilgili gerçek verilerin mevcut olması gerekmektedir. Söz konusu veriler tesiste malzeme tüketimi ile ilgili yeterli kaydın tutulduğu durumlarda elde edilebilmektedir.

Yerel Tahliye Havalandırması

Yerel tahliye havalandırma sistemi, çalışma ortamına kirleticilerin yayılmasına sebep olan genel havalandırmanın aksine kaynağın yakınında kirleticiyi yakalama yoluyla hava kirleticilerini kontrol etmek için kullanılmaktadır. Kirleticinin, çalışanın nefes alma bölgesine ulaşmadan kontrol edilebilmesi nedeniyle yerel tahliye sistemi çalışan sağlığının korunması açısından daha makul bir sistemdir.

Yerel tahliye sistemi;

- Kirleticinin ciddi sağlık riski oluşturması,
- Büyük miktarlarda toz veya duman oluşumunun gerçekleşmesi,
- Havalandırma kaynaklı ısınma giderlerinin yüksek olması,
- Emisyon kaynaklarının az sayıda olması,
- Emisyon kaynaklarının çalışanların nefes alma bölgesi yakınında bulunması

durumlarında tercih edilmektedir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Araştırmanın Amacı

Bu araştırmada, 31 Mart 2014 ve 11 Nisan 2014 tarihleri arasında imalat sektöründe faaliyet gösteren 8 farklı işyerinde gerçekleştirilen talaşlı imalat operasyonları ve kaynak iş istasyonlarından alınan bireysel ağır metal maruziyet ölçüm numunelerinin İSGÜM tarafından analiz edilmesi sonucunda elde edilen “bireysel ağır metal maruziyet tespiti” verileri incelenmiştir. Söz konusu ölçümlerin gerçekleştirileceği ağır metal türleri talaşlı imalat operasyonları için üzerinde çalışılan iş parçasının kimyasal bileşimi ve kaynak işleri için ise maruziyete katkısının en büyük olduğu bilinen kaynak yöntemi ve elektrot/kaynak telinin kimyasal bileşimlerinin incelenmesi sonucunda belirlenmiştir.

Saha ölçümlerinde elde edilen numunelerin İSGÜM tarafından gerçekleştirilen AAS analizleri sonucu ulaşılan talaşlı imalat operasyonları ve kaynak işlerinde bireysel ağır metal maruziyet sonuçlarının ilgili operasyonlar ile eşleştirilmesinin, yapılan işin doğası gereği meydana gelebilecek sağlık sorunlarının belirlenmesinde önem arz ettiği düşünülmektedir.

İncelenen işyerlerinden talaşlı imalat operasyonları ve kaynak işlerinin gerçekleştirildiği iki işyeri için lokal egzoz havalandırma sistemi tasarımı ve söz konusu havalandırma sistemlerinin yaklaşık maliyet hesaplamaları gerçekleştirilmiş, bu maliyetler ile ilgili fayda maliyet incelemeleri yapılmıştır. Tasarlanan sistemlerin uygulanabilirliği ve işyerlerine getireceği mali yükün incelenmesinin sektörün geneli için örnek teşkil etmesi umut edilmektedir.

Araştırma Hakkında Bilgi

Araştırma, İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği EK-1’ de belirtilen sektörel başlıklar çerçevesinde imalat sektöründe faaliyet gösteren 8 işyerinde gerçekleştirilen saha ölçümleri sonucu İSGÜM tarafından yapılan AAS analiz sonuçlarını kapsamaktadır.

Tez kapsamında saha ölçümleri gerçekleştirilen 8 işyerinin 1’i çok tehlikeli ve 7’ si ise tehlikeli sınıfta yer almaktadır. Söz konusu işletmelerin çalışan sayısı 5 ila 42 arasında değişmektedir.

İşletme isimleri gizlilik ve etik ilkeleri doğrultusunda kullanılmamış olup harf kodları kullanılmıştır.

Bireysel ağır metal maruziyet ölçümleri, İSG profesyonelleri, çalışanlar ve işyeri yöneticileri ile gerçekleştirilen yüz yüze görüşmeler sonucunda maruziyetin yüksek olduğu düşünülen iş istasyonlarında gerçekleştirilmiştir.

Bireysel ağır metal maruziyet ölçümlerinin gerçekleştirildiği iş istasyonları şu şekildedir;

1. Talaşlı İmalat:

- Dişli taşlama tezgâhı
- Lazer kesim merkezi
- Üniversal torna tezgâhı
- CNC dik işleme merkezi

2. Kaynak yöntemi

- Örtülü elektrotla el ile elektrik ark kaynağı (MMA/SMAW)
- MIG/MAG kaynağı
- TIG kaynağı

Araştırmada talaşlı imalat operasyonlarında iş parçasının kimyasal bileşimi ile kaynak elektrot/tellerinin kimyasal bileşimi incelenerek maruziyet ölçümü gerçekleştirilecek ağır metal türleri belirlenmiştir. Söz konusu incelemeler sonucunda, 10' ar adet Demir (Fe), Krom (Cr), Nikel (Ni), Manganez (Mn) ve 2 adet Alüminyum (Al) olmak üzere 42 adet bireysel ağır metal maruziyet analiz verisi elde edilmiştir.

Ölçüm, Analiz Araç ve Metotları

Bu bölümde İSGÜM deney talimatlarında belirtildiği üzere gerçekleştirilen “bireysel ağır metal maruziyeti” ölçüm ve analizlerinde kullanılan araç ve gereçler ile numune alma metotları anlatılmıştır.

Havada Ağır Metal Numunesi Alınması

İşyeri ortamına ağır metal numunelerinin kişisel örnekleme pompaları kullanılarak alınmasında kullanılan gereç ve malzemeler şu şekildedir;

- a. 0,8 µm gözenek büyüklüğüne sahip 37 mm çapında selüloz ester membran filtre (MCE)
- b. 1-5 L/dk akış hızına sahip esnek bağlayıcı borulu kişisel örnekleme pompası.

Söz konusu örnekleme pompasının TS EN 13205- *İşyeri havası-Havadaki tanecik derişimlerinin ölçülmesinde kullanılan cihazların performanslarının değerlendirilmesi* standardına uygun, ayarlanabilir akış hızına sahip ve seçilmiş akış hızını numune alma süresi boyunca anma değer \pm % 5 sınırları içerisinde muhafaza edebilen özellikte olması gerekmektedir.

Bu tez çalışmasında sahada numune alınması sırasında SKC 224-52tx Sidekick tipi örnekleme pompaları kullanılmıştır.



Şekil 3. SKC 224-52tx Sidekick tipi örnekleme pompası.

- c. 37 mm' lik filtre kasetler
- d. Siklon başlık

Numunelerin alınmasından önce işyerlerinin çalışan sayısı, vardiya saatleri ve adedi, makine yerleşim planı gibi bilgiler elde edilmiştir. İşyerlerinde yapılan işler, üretim süreçleri, çalışan sayısı, işyeri düzeni, ağır metal emisyon kaynakları, maruziyet süreleri, kişisel ve teknik önlemler ile havalandırma ve diğer mühendislik önlemleri hakkında bilgi toplanmıştır.

Numune alma süresi maruziyetin değişkenlik gösterebileceği değişik zaman dilimleri ve işler göz önünde bulundurularak tüm gün maruziyetini temsil edebilecek şekilde belirlenmiştir.

Numuneler alınmadan önce dijital debi ölçer (Drycal) ile pompa kalibrasyonu gerçekleştirilmiş, ölçüm öncesi ve sonrasında ise rotametre ile akış hızının çalışma süresi boyunca başlangıç değerinden \pm % 5 'den fazla sapma göstermediği teyit edilmiştir.

Aynı ortamdaki alınan numuneler için birer adet kör numune alınmıştır. Kör numuneler diğer numuneler ile aynı şartlarda taşınmış ve saklanmıştır.

Numune alınması sırasında pompa akış hızları 2 L/dk. olarak ayarlanmıştır.

Örnekleme zamanlarının Cr ve Al için 120 dakika, Fe, Ni ve Mn için 240 dakika olması gerekmektedir. İşyerleri için analizi yapılacak Cr, Al, Ni, Fe ve Mn için her bir iş istasyonunda gerekli örnekleme zamanlarında kişisel örnekleme gerçekleştirilmiştir. Örnekleme işlemlerinin bitirilmesi akabinde filtre kasetleri kapaklar ile kapatılıp etiketlenmiş, her numune için Atomik Absorpsiyon Spektrofotometre numune alma formları doldurulmuştur.

Ağır metal numunelerinin kararlı bileşikler olması sebebiyle taşıma ve saklama normal şartlarda yapılmış, alınana numuneler gerekli analizlerin yapılabilmesi amacı ile İSGÜM' e teslim edilmiştir.

Atomik Absorpsiyon Spektrofotometre cihazı ile konsantrasyon tayini, yüksek sıcaklıkta gaz halinde bulunan element atomlarının elektromagnetik ışınları soğurması ilkesine dayanmaktadır.

Deney sonuçlarının değerlendirilmesinde, hava numunelerindeki Fe, Ni, Mn, Cr ve Al her biri için kütlece derişim C, mg/m³ olarak aşağıdaki bağıntı kullanılarak bulunmaktadır;

$$C = \frac{(C_{pb1}-C_{pb2}).V_1.F}{V} \quad (1)$$

Burada;

C_{pb1}: Numune çözeltisindeki Fe, Ni, Mn, Cr veya Al derişimi (mg/L),

C_{pb2}: Kullanılmamış (kör) filtrenin yakılması ile elde edilen çözeltideki Fe, Ni, Mn, Cr veya Al derişimi (mg/L),

V₁: Numune çözeltisinin seyreltildiği hacim (m³),

F: Seyreltme faktörü,

V: Hava numunesinin hacmidir (m³).

Bulguların Değerlendirilmesi

Bu tez çalışmasında elde edilen bulgular, ulusal mevzuat ile belirlenmiş olan sınır değerler ile uluslararası referans sınır değerler ve tavsiye edilen değerler göz önünde bulundurularak değerlendirilmiştir.

Maruziyet sınır değerleri ulusal mevzuatta 20/6/2012 tarihli ve 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nun uygulama yönetmeliklerince düzenlenmektedir. Söz konusu düzenlemeler şunlardır:

- i. 25.01.2013 tarihli ve 28539 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren **"Asbestle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik"**
- ii. 06.08.2013 tarihli ve 28730 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren **"Kanserojen veya Mutajen Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik"**
- iii. 12.08.2013 tarihli ve 28733 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren **"Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik"**
- iv. 05.10.2013 tarih ve 28812 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren **"Tozla Mücadele Yönetmeliği"**

Belirtilen bu düzenlemeler ilgili Avrupa Konsey Direktiflerine paralel olarak hazırlanarak Türk hukuk sistemine kazandırılmıştır.

İlgili mevzuatta açıklanan ve bu tez çalışmasında kullanılan tanımlamalar ise şu şekildedir:

Mesleki Maruziyet Sınır Değeri: Başka şekilde belirtilmedikçe, 8 saatlik sürede, çalışanların solunum bölgesindeki havada bulunan kimyasal madde konsantrasyonunun zaman ağırlıklı ortalamasının üst sınırını ifade eder [29].

Kısa Süreli Maruziyet Limiti - STEL (Short Term Exposure Limit): Başka bir süre belirtilmedikçe, 15 dakikalık bir süre için aşılmaması gereken maruziyet üst sınır değeri ifade eder [29].

Sınır Değer: Aksi belirtilmedikçe kanserojen veya mutajen maddenin, çalışanın solunum bölgesinde bulunan havadaki, Kanserojen ve Mutajen Madelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmeliğin Ek-2'sinde belirlenen referans zaman aralığındaki, zaman ağırlıklı ortalama konsantrasyonunu ifade eder [30].

Zaman Ağırlıklı Ortalama Değer (ZAOD/TWA): Günlük 8 saatlik zaman dilimine göre ölçülen veya hesaplanan zaman ağırlıklı ortalama değeri ifade eder [31] [32].

CAS: Kimyasal maddelerin servis kayıt numarasını ifade eder [29].

Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik, söz konusu yönetmeliğin Ek-1' inde belirtilen mesleki maruziyet sınır değerleri için 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu uyarınca çıkarılan mevzuatın uygulanmasında **uluslararası kuruluşlarca yayımlanmış sınır değerlerin** de dikkate alınabileceğine hükmetmektedir [29].

Bu tez çalışmasında ulusal mevzuat dışında ayrıca uluslararası kuruluşlarca yayımlanmış sınır değerler de göz önünde bulundurulmuştur. Söz konusu kuruluşlar şu şekildedir:

1. United States Department of Labour Occupational Safety and Health Administration (U.S. OSHA)

Amerika Birleşik Devletleri Çalışma Bakanlığına bağlı olarak faaliyet gösteren İş Sağlığı ve Güvenliği İdaresi, federal kanunlar çerçevesinde sınır değerleri belirlemektedir. Söz konusu sınır değerler uyulması zorunlu yasal düzenlemelerdir. OSHA tarafından düzenlenen sınır değerler **“Permissible Exposure Limits (PEL)”** olarak isimlendirilmektedir.

1971 yılında **OSHA**, 1969 yılında yürürlüğe giren ve 1968 **ACGIH TLV** değerlerinin listesini içeren Walsh-Healy kanununu temel alan yeni sağlık ve güvenlik standartlarını uygulamaya koymuştur. 1989 yılında ise ACGIH tarafından tavsiye edilen TLV değerlerini federal mevzuata kazandırmak amacıyla girişimlerde bulunmuş ancak söz konusu TLV değerlerinin zorunlu olarak uygulanmasına karşı açılan çok sayıda dava nedeni ile yeni sınır değerleri uygulamaya koymaktan vazgeçmiştir. Bu nedenle OSHA tarafında belirlenmiş olan PEL değerleri güncel olmaktan uzaktır.

2. The American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)

ACGIH özel, kar amacı gütmeyen bir sivil toplum kuruluşu olmakla birlikte bir standardizasyon kuruluşu değildir. ACGIH, çalışan sağlığının korunması amacı ile tavsiye niteliğinde rehberler hazırlayan bilimsel bir örgüt olarak faaliyet göstermektedir. ACGIH tarafından belirlenen TLV değerleri tavsiye niteliğinde olup yasal zorunluluk olarak uygulanması söz konusu değildir [33].

ACGIH, ilk olarak 1946 yılında "Maximum Allowable Concentrations (MAC)" adı altında mesleki maruziyet sınır değerleri yayımlamıştır. Daha sonra söz konusu sınır değerler "**Threshold Limit Values**" (TLVs) adı altında yayımlanmaya başlanmıştır. ACGIH-TLV değerleri yasal zorunluluk arz etmese de, ABD' de ve diğer birçok ülkede sınır değerlerin belirlenmesinde referans doküman olarak kullanılmaktadır.

ACGIH maruziyet sınır değerleri OSHA tarafından belirlenmiş olan sınır değerlere göre çalışan sağlığının korunmasında daha etkili olmakla birlikte OSHA PEL değerlerinin aksine gerçekleştirilen bilimsel çalışmalarda elde edilen bulgular ile sürekli olarak yenilenmektedir.

3. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH):

NIOSH, federal yasalardan aldığı yetki ile standartlar hazırlayan ve bu standartların uygulanabilmesi amacı ile OSHA' ya öneren yetkili kuruluştur. NIOSH tarafından hazırlanan sınır değerler "**Recommended Exposure Limits (REL)**" adı altında yayımlanmaktadır. NIOSH çalışanların sağlığını tehdit edebilecek maddeler ile ilgili elde ettiği bütün medikal, biyolojik, mühendislik, kimyasal ve ticari bilgileri değerlendirerek uygulanabilir yasal düzenlemeler haline getirilebilmesi amacı ile tavsiye niteliğinde olmak üzere OSHA' ya bildirir.

NIOSH, 700'e yakın zararlı madde ile ilgili REL değeri belirlemiş olmakla birlikte bu sınır değerlere yasal olarak uyulması zorunlu değildir. NIOSH tarafından hazırlanan referans dokümanların çoğu 1970'li yılların sonlarında yayımlanmış olup çok az bir kısmı son 25 yılda yayımlanmıştır.

NIOSH'un karsinojen maddeler ile ilgili yaklaşımı ise ilgi çekicidir. Söz konusu yaklaşıma göre karsinojen maddeler için herhangi bir güvenli sınır değeri bulunmadığı bu nedenle muhtemel maruziyet durumlarında pozitif basınçlı solunum koruyucuların kullanılması gerektiği ifade edilmektedir [34].

4. The Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (SCOEL)

SCOEL 1995 yılında Avrupa Komisyonu'na işyerlerinde kullanılan kimyasallarla ilgili mesleki maruziyet sınır değerleri önermek amacıyla oluşturulmuş ve yetkilendirilmiş bir organizasyondur.

SCOEL, söz konusu görevini bilimsel tavsiye kararları olarak mesleki maruziyet sınır değerleri (**Occupational Exposure Limit Values – OELVs**) ile ilgili yasal düzenleme önerilerinin oluşturulması amacı ile Komisyona ileterek ifa etmektedir. Komite üyeleri kimya, toksikoloji, epidemiyoloji, tıp ve endüstriyel hijyen alanlarında faaliyet gösteren bağımsız ve nitelikli bilim insanları arasından seçilmekte ve en çok 21 üyeden oluşmaktadır.

Yerel Tahliye Sistemi Tasarım ve Hesaplama Metotları

Yerel tahliye sisteminin tasarımı yapılmadan önce, tasarımı yapılacak işyeri yerinde incelenmiş ve makine yerleşimi ve mimari çizimleri elde edilmiştir.

Havalandırma sisteminin tasarımının yapılması amacı ile farklı kaynaklardan yararlanılmıştır. Söz konusu kaynaklar şu şekildedir:

- Industrial Ventilation, A Manuel of Recommended Practice, 23rd Edition, 1998, American Conference of Governmental Industrial Hygienists
- ASHRAE Temel El Kitabı, 2009, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
- İklimlendirme Esasları ve Uygulamaları, 2. Baskı, Recep YAMANKARADENİZ, İlhami HORUZ, Salih Coşkun, Ömer Kaynaklı, Nurettin YAMANKARADENİZ, Dora Yayıncılık

Tahliye sistemi tasarımında kullanılan minimum kanal tasarım hızları **Tablo 4.**' de belirtilmiştir [35].

Tablo 4. ACGIH tarafından önerilen asgari kanal tasarım hız aralıkları.

Kirletici Türü	Örnekler	Tasarım Hızı m/s
Buhar, gaz, duman	Bütün buhar, gaz ve dumanlar	5-10
Duman	Kaynak Dumanı	10-13
Çok ince hafif toz	Pamuk elyafı, ağaç tozu	13-15
Kuru Toz	Bakalit tozu	15-20
Endüstriyel tozlar	Asbest, granit tozu, silika, tuğla kesim, döküm işleri	18-23
Ağır tozlar	Metal tozu, kurşun tozu	20-23
Ağır veya ıslak tozlar	Kurşun tozu, ıslak çimento, boru kesme makinelerinde oluşan asbest tozu	23 ve üzeri

Kanal Boyut Hesabı

Kanal çapı aşağıdaki bağıntı ile hesaplanmaktadır:

$$Q = A_c \cdot V \cdot 3600 \quad (2)$$

Bu bağıntıda;

Q : Hava debisi (m³/s)

A_c : Kanal kesit alanı (m²)

V : Kanaldan geçen havanın hızıdır (m/s)

Kanal kesit alanı A_c , tasarımı yapılacak sistemde dairesel kesitli kanal kullanılacak olması nedeni ile aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır;

$$A_c = \pi \cdot \frac{d^2}{4} \quad (3)$$

Bu bağıntıda;

d : Kanal çapıdır.

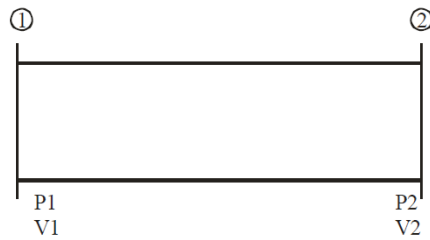
Kare ve dikdörtgen kesitli kanalların kullanılması durumunda kanal çapının tespiti için “hidrolik çap” hesaplanmalıdır.

$$D_h = \frac{4A}{\zeta} \quad (4)$$

Basınç Kaybı Hesaplamalarında Yöntem

1. Bernoulli denklemi

Havalandırma kanallarında akış teorik olarak Bernoulli Denklemi ile ifade edilebilir.



Şekil 4. 1 ve 2 noktaları arasında akış

Şekil 3.' de gösterilen sistemde, daimi, sürtünmesiz ve sıkıştırılamaz akış için Bernoulli Denklemi aşağıdaki gibidir [36];

$$\frac{P_1}{\rho} + \frac{V_1^2}{2} = \frac{P_2}{\rho} + \frac{V_2^2}{2} = \text{sabit} \quad (5)$$

Denklem düzenlenirse;

$$\underbrace{P_1}_{\text{statik basınç}} + \underbrace{\frac{1}{2}\rho V_1^2}_{\text{dinamik basınç}} = P_2 + \frac{1}{2}\rho V_2^2 = P_{\text{toplam}} \quad (6)$$

$$\Delta P = \left(P_1 + \frac{1}{2}\rho V_1^2 \right) - \left(P_2 + \frac{1}{2}\rho V_2^2 \right) \quad (7)$$

Bu bağıntıda;

ΔP : Sürtünme ve dinamik kayıplar sonucu basınç kaybı (Pa),

P_1 ve P_2 : 1 ve 2 noktalarındaki statik basınçlar,

V_1 ve V_2 : 1 ve 2 noktalarındaki hava hızı (m/s),

ρ : Kanal içindeki havanın yoğunluğudur (kg/m^3).

Bu durumda akışkanın herhangi bir noktadaki toplam basıncı şu şekilde ifade edilir;

$$P_{\text{toplam}} = P_{\text{statik}} + P_{\text{dinamik}} \quad (8)$$

2. Kanallarda Toplam Basınç Kaybı Hesabı

Kanallarda oluşan toplam basınç kaybı, kanal cidarlarında, bağlantı elemanlarında ve kullanılan cihazlarda oluşan toplam basınç düşüşünü ifade etmektedir. Bu durumda toplam basınç kaybı şu şekilde ifade edilir;

$$\Delta P_{\text{toplam}} = \Delta P_{\text{statik}} + \Delta P_{\text{dinamik}} = \sum (l \cdot R + Z) + P_{Ek}. \quad (9)$$

Bu bağıntıda;

R : Birim basınç kaybı (Pa/m)

l : Kanal uzunluğu

Z : Bağlantı elemanlarından kaynaklanan özel dirençler nedeni ile basınç kaybı (Pa)

P_{Ek} : Kullanılan cihazlardan kaynaklanan toplam basınç kaybıdır.

3. Kanallarda Sürtünme Basınç Kaybı

Düz kanallarda basınç düşüşü havanın kanal cidarlarına sürtünmesi nedeni ile oluşmaktadır.

Kanallardaki basınç kayıpları **Darcy – Weisbach** denklemi ile hesaplanmaktadır;

$$\Delta P = l \cdot R = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{\rho}{2} \cdot V^2 \quad (10)$$

Burada;

ΔP : Basınç farkı (Pa)

l : Kanal boyu (m)

R : Birim basınç kaybı (Pa/m)

λ : Kanal direnç katsayısı

d : Kanal çapı (m)

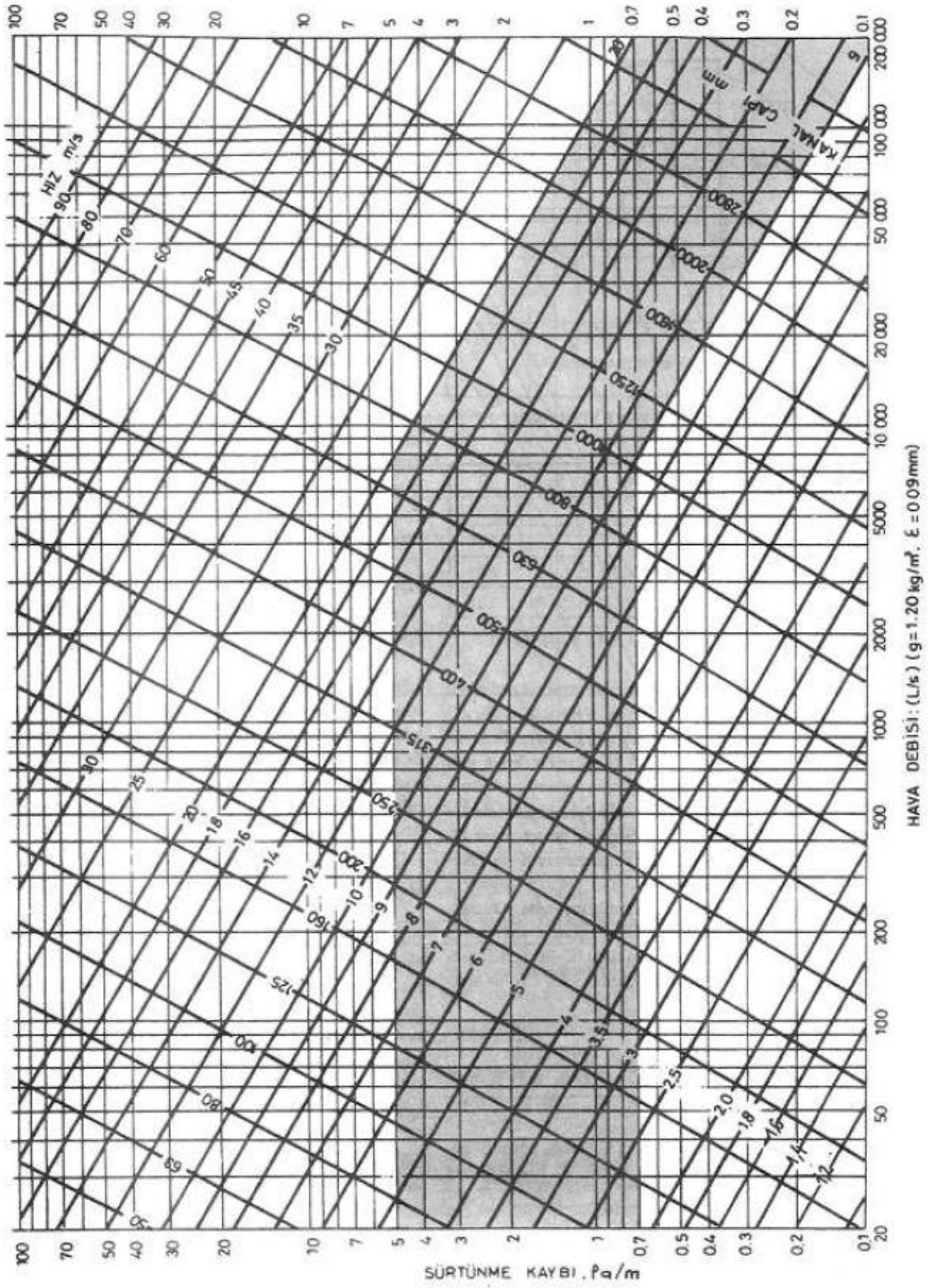
ρ : Havanın yoğunluğu (kg/m³)

V : Hava hızıdır (m/s).

Bu denklemde boyutsuz kanal direnç katsayısının (λ) belirlenebilmesi için kanalın imal edildiği malzemenin pürüzlülük katsayısının (ϵ) biliniyor olması gerekmektedir. Galvaniz çelik yuvarlak kanallar için ϵ değeri 0,09'dur. Hesaplamalarda kullanılmak üzere diyagramlar mevcut olmakla birlikte galvaniz çelikten imal edilen yuvarlak hava kanalları ve normal şartlardaki hava için hazırlanmış olan diyagram **Şekil 5.**' de görülmektedir.

Söz konusu diyagram kullanılarak, kanaldaki hava debisi ve kanal çapının bilindiği durumlarda kanaldaki hava hızının ve kanal birim uzunluğu başına özgül sürtünme kaybının bulunması mümkündür.

Şekil 5. Galvaniz çelik yuvarlak hava kanalları için basınç kaybı diyagramı



4. Özel Dirençler (Bağlantı Elemanları Kaynaklı Basınç Düşüşü)

Yerel kayıplar (dinamik kayıplar) hava kanallarındaki daralma, genişleme, yön değiştirme için kullanılan bağlantı elemanları ve kanal üzerindeki farklı cihazlar vb. nedeni ile oluşan özel dirençlerden kaynaklanmaktadır. Söz konusu bağlantı elemanları kesit değiştiriciler (redüktör), birleşme, ayrılma, dirsekler ve havanın kanala giriş veya çıkış yaptığı açıklıklardır. Özel dirençler nedeni ile oluşan dinamik basınç kayıpları havalandırma hesaplamalarında ve cihaz tayininde önem arz etmektedir.

Dinamik basınç kaybı hesabı aşağıdaki bağıntı ile ifade edilmektedir:

$$Z = \xi \cdot \rho \cdot \frac{V^2}{2} \quad (11)$$

Bu bağıntıda;

Z : Özel direnç dinamik basınç kaybı (Pa),

ξ : Özel direnç katsayısıdır.

Özel direnç katsayıları Tablo 5.' de görülmektedir [37].

Kanal Boyutlandırılması ve Hesaplama Yöntemleri

Kanal boyutlarının belirlenmesinde kullanılan yöntemler şu şekildedir;

- i. Eş sürtünme kaybı yöntemi
- ii. Statik geri kazanma yöntemi
- iii. Uzatılmış plenumlar
- iv. T- yöntemi
- v. Hız yöntemi
- vi. Sabit hız yöntemi
- vii. Toplam basınç yöntemi

Bu tez çalışmasında, endüstriyel uygulamalarda kirletici taşıma hızlarının önem arz etmesi nedeni ile tasarımı gerçekleştirilen havalandırma sisteminin boyutlandırılmasında **sabit hız yöntemi** kullanılmıştır.

Boyutlandırma yapılırken;

1. Kanal sisteminin tüm parçalarını (düz kanal, cihaz tedarik ve tahliye kanalları, dirsek, redüksiyon, kolektör, menfez, damper, susturucu, kanal tipi ısıtıcı vb.) gösteren bir taslak hazırlanır.
2. Taslak üzerinde debiler ve buna bağlı olarak gelişen kanal debileri yazılır.
3. Kanal parçaları numaralandırılır. Numaralandırma esnasında debi değişikliği gösteren tüm kanal parçalarına farklı numaralar verilir.
4. **Şekil 5.**' de gösterilen diyagram kullanılarak birim sürtünme katsayısı seçilir. Birim sürtünme katsayıları belirlenmesinde **Tablo 3.**' de belirtilen hava hızı değerleri kullanılır.
5. Kanal taslağında bulunan kanal parçaları, sürtünme katsayısı ve parça içinden geçen havanın debisi göz önünde bulundurularak, yuvarlak kanal çapı belirlenir.
6. Kanal boyutları belirlendikten sonra basınç kaybı yönünden en uzak devre –**kritik devre**- belirlenir. Belirlenen kritik devre için düz kanallardaki basınç kayıpları birim metredeki sürtünme katsayısı ve kanal boyları kullanılarak hesaplanır.
7. Devre üzerinde bulunan özel dirençler özel direnç tabloları kullanılarak ayrıca hesap edilir ve düz kanal kayıplarına eklenir. Cihazların basınç kayıpları kanal kayıplarına ilave edilmek sureti ile toplam basınç kaybı hesaplanır. Özel direnç katsayıları **Tablo 5.**' de görülmektedir.

Tablo 5. Özel Direnç Katsayıları

Pos	Şekil	Geo.değ.	ζ - değeri						
			○	□					
1		10°	0,05	0,1					
			30°	0,20	0,3				
			45°	0,5	0,7				
			60°	0,7	1,0				
			90°	1,2	1,2				
2		$R = \frac{a}{2}$	1,0						
3		$R = a$	0,5						
4		$\frac{R}{a}$	0,0	1,2					
			0,2	1,0					
			0,4	0,8					
			0,6	0,9					
			0,8	1,1					
1,0	1,2								
5		$R = \frac{a}{2}$	0,36						
6		- Profil	0,1						
			- Plaka	0,35					
7		$\frac{R}{a}$	a-90°		60°	30°			
			0,5	1,0	0,5	0,15			
			0,75	0,5	0,25	0,08			
			1,0	0,25	0,12	0,04			
			1,5	0,15	0,08	0,03			
2,0	0,12	0,06	0,02						
4,0	0,10	0,05	0,015						
8		$\frac{R}{a}$	$\frac{a_i}{a}=0,25$		$\frac{a_i}{a}=0,50$				
			0,5	0,4	0,15				
			0,75	0,25	0,08				
			1,0	0,2	0,04				
			1,5	0,15	0,03				
2,0	0,1	0,02							
4,0	0,03	0,015							
9		$\frac{R}{d}$							
			3,0	0,14					
			2,0	0,14					
			1,75	0,16					
			1,5	0,17					
			1,25	0,20					
			1,0	0,26					
0,75	0,38								
0,5	0,75								
10		$\frac{R}{d}$	a						
			0,1	30°	0,07				
				60°	0,16				
				90°	0,26				
				120°	0,33				
				150°	0,33				
180°	0,43								
11		$\frac{R}{d}$	3	4	5	6	60°	30°	
			0,5	1,3	1,2	1,1	1,0	0,6	0,2
			0,75	0,8	0,7	0,6	0,5	0,35	0,12
			1,0	0,5	0,45	0,4	0,3	0,20	0,07
			1,5	0,3	0,28	0,25	0,22	0,13	0,05
			2,0	0,25	0,23	0,20	0,18	0,11	0,04
			4,0	0,23	0,20	0,18	0,16	0,10	0,03
			6,0	0,21	0,18	0,16	0,15	0,09	0,03
			12		$R = \frac{a}{2}$	0,4			
13		$R = 1,25a$	0,32						
14		$\frac{l}{d}$							
			0,0	0,0					
			0,5	1,6					
			1,0	1,9					
			1,5	2,0					
2,0	2,1								
15		$\frac{l}{d}$							
			1,0	3,5					
			1,5	2,9					
			2,0	1,7					
			2,5	1,4					
			3,0	1,6					
6,0	1,9								

Tablo 5. Devamı

Pos	Şekil	Geo.değ.	ζ - değeri		Pos	Şekil	Geo.değ.	ζ - değeri		
16		$\frac{F_1}{F_2}$			23		□	1,25		
		0,1	0,81				⊙	0,90		
		0,2	0,64			24		□	0,7	
		0,3	0,49					⊙	0,5	
		0,4	0,36					$\frac{R}{d}$	0,2	
		0,5	0,25							
		0,6	0,16							
		0,7	0,09							
		0,8	0,04							
		0,9	0,01							
17		$\frac{F_1}{F_2}$	$a \leq 8^\circ$	$a < 8^\circ$	25		$\frac{R}{d}$	0,2		
		0,0	0,15	1,0						
		0,2	0,14	0,64						
		0,4	0,13	0,36						
		0,6	0,10	0,16						
		0,8	0,05	0,04						
		1,0	0,0	0,0						
		18		a			2 taraflı			4 taraflı
6°	0,10			0,15						
11°	0,25			0,35						
18°	0,30			0,45						
19		$\frac{F_1}{F_2}$	Dikkat : Giriş köşelerinin yuvarlatılmış olması halinde ζ = 0		27		80% serbest kesit	0,9		
		0,01	0,50							
		0,1	0,47							
		0,2	0,42							
		0,4	0,33							
		0,6	0,25							
0,8	0,15									
20		$\frac{a}{30^\circ}$	0,02		28		$\frac{F_0}{F}$	F0 baz alınarak		
		45°	0,04				0,0	2,5		
		60°	0,07				0,2	1,9		
21		$F_1 = F_2$	0,15		29		0,4	1,39		
		$a \leq 14^\circ$					0,6	0,96		
							0,8	0,61		
							1,0	0,34		
22		$\frac{F_e}{F}$			30		$\frac{F_0}{F}$	F0 baz alınarak		
		0,0	2,50				0,0	2,50		
		0,2	1,86				0,2	2,44		
		0,4	1,21				0,4	2,26		
		0,6	0,64				0,6	1,96		
		0,8	0,20				0,8	1,54		
		1,0	0,00				1,0	1,0		
23				31		$R = \frac{d}{2}$	0,1			
24				32		m %				
						serbest kesit	delme	yuvarlak del.		
						0,2	34,5	28,0		
						0,3	15,3	12,3		
						0,4	8,6	6,9		
						0,5	5,5	4,4		
						0,6	3,8	3,1		
						0,7	2,8	2,3		
						0,8	2,2	1,7		

Tablo 5. Devamı

Pos	Şekil	Geo.değ.	ζ - değeri		
33			1,4 1,4	W _e - W _d	
34			1,0		
35		$\frac{a}{10^\circ}$	0,10		
			0,12		
			0,30		
			0,70		
			1,0		
			1,4		
36			0,1		
37			0,15		
38			0,3		
39			0,4		
40		$\frac{R}{b}$			
			0,5	1,1	1,0
			0,75	0,6	0,5
			1,0	0,4	0,25
			1,5	0,25	0,15
			2,0	0,20	0,10
41		$\frac{R}{d}$	1,10		
			0,0	0,40	
			0,25	0,28	
			0,50	0,20	
			1,0	0,14	
			2,0	0,10	
			3,0	0,07	
			4,0	0,05	
			5,0	0,02	
			6,0	0,01	
			7,0	0,01	
42		$\frac{R}{d}$	0,60		
			0,0	0,22	
			0,25	0,14	
			0,50	0,10	
			1,0	0,07	
			2,0	0,05	
			3,0	0,03	
			4,0	0,02	
			5,0	0,01	
			6,0	0,01	
			7,0	0,0	
43		$\frac{R}{d}$	0,5	1,3	
			0,75	0,9	
			1,0	0,8	
			1,5	0,6	
			2,0	0,5	
44		$\frac{W_d}{W_e}$	6,5		
			0,4	3,1	
			0,6	2,0	
			0,8	1,5	
			1,0	0,74	
			2,0	0,62	
45		$\frac{W_d}{W_e}$	5,0		
			0,4	2,2	
			0,6	1,3	
			0,8	0,77	
			1,0	0,47	
			2,0	0,58	
46		$\frac{W_d}{W_e}$	3,5		
			0,4	1,3	
			0,6	0,64	
			0,8	0,43	
			1,0	0,45	
			2,0	0,54	
47		$\frac{W_d}{W_e}$	2,7		
			0,4	1,1	
			0,6	0,4	
			0,8	0,15	
			1,0	0,0	
			1,2	0,0	
48		$\frac{Q_a}{Q_d}$	ζ _e	ζ _d	
			0,0	-1,2	0,06
			0,2	-0,4	0,18
			0,4	0,1	0,30
			0,6	0,47	0,40
			0,8	0,72	0,50
			1,0	0,92	0,60
49		$\frac{Q_a}{Q_d}$	ζ _e	ζ _d	
			0,0	-0,90	0,05
			0,2	-0,37	0,18
			0,4	0,00	0,19
			0,6	0,22	0,06
			0,8	0,37	-0,18
1,0	0,38	-0,54			
50		$\frac{Q_a}{Q_d}$	ζ _e	ζ _d	
			0,6	-1,8	0,40
			0,8	-0,7	0,35
			1,0	0	0,20
			1,2	0,10	0,10
			1,4	0,25	0,0
			1,6	0,35	0,0

BULGULAR

Bu bölümde işyeri kodu, İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği'ne göre faaliyet gösterdiği ana sektör, NACE Rev.2 altılı işkolu tanımı, tehlike sınıfı, çalışan sayısı ile yapılan ölçüm ve analizlerle tespit edilen maruziyetler tablolar şeklinde yer alacaktır.

İşyerleri için yapılan gözlemler fotoğraflar ile desteklenmiştir.

1. A Kodlu İşyeri

Tablo 6. A kodlu işyerine ait bilgiler.

OSB	Sektör	NACE Rev. 2 Altılı Tanım	Tehlike Sınıfı	İşyeri Kodu	İSG Hizmeti	Çalışan Sayısı	İş İstasyonu	Çalışanın Görevi	Ölçüm ve Analiz
İvedik OSB	İmalat	Metallerin makinede işlenmesi (torna tesfiye işleri, metal parçaları delme, tornalama, frezeleme, rendeleme, parlatma, oluk açma, perdelama, birleştirme, kaynak yapma vb. faaliyetler) (metallerin lazerle kesilmesi hariç)	Tehlikeli	A	Alıyor	42	Dişli Taşlama Tezgâhı	Tezgâh Operatörü	Bireysel Ağır Metal Maruziyeti Tespiti (Cr, Ni, Fe, Mn)

Söz konusu işyerinde iş makineleri yedek parça üretimi amacı ile talaşlı imalat operasyonları ile kaynak işleri gerçekleştirilmektedir. İşyerinde OHSAS 18001:2007 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi mevcuttur.

İşyerinde talaş kaldırma operasyonlarının gerçekleştirildiği iş parçaları büyük çoğunluğunu aşağıda belirtilen malzemelerden imal edilmektedir;

- AISI 4140 Alaşım Çeliği
- AISI 8620 Alaşım Çeliği
- DIN 17100 ST-37 Düşük Alaşımlı Çelik (ASTM A 1011 SS Gr.50)
- DIN 17100 ST-52 Düşük Alaşımlı Çelik (ASTM A 1011 SS Gr. 36/33)

DIN 17100 ST-37 ve ST-57 malzemelerinin kimyasal bileşimi aşağıdaki tabloda görülmektedir. [38]

Tablo 7. St-37 ve St-52 düşük alaşım çeliklerinin kimyasal bileşimi (%)

Standart: ASTM A 1011-10

Kimyasal Bileşim (%)

Standart Karşılığı		ERDEMİR Kalite No	C [%] maks.	Mn [%] maks.	P maks.	S maks.	Cu [%] maks.	Ni maks.	Cr maks.	Mo maks.	V maks.	Nb maks.	Ti [%] maks.
Standart	Kalite												
ASTMA 1011	SS30	3330	0.25	0.90	0.035	0.040	0.20	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.025
ASTMA 1011	SS33	3333	0.25	0.90	0.035	0.040	0.20	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.025
ASTMA 1011	SS36 Tip 1	3336	0.25	0.90	0.035	0.040	0.20	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.025
ASTMA 1011	SS36 Tip 2	6095 [®]	0.25	1.35	0.035	0.040	0.20	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.025
ASTMA 1011	SS40	3340	0.25	0.90	0.035	0.040	0.20	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.025
ASTMA 1011	SS45 Tip 1	3345 [®]	0.25	1.35	0.035	0.040	0.20	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.025
ASTMA 1011	SS50	3350 [®]	0.25	1.35	0.035	0.040	0.20	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.025

A kodlu işyerinde bireysel ağır metal maruziyet tespiti için örnekleme gerçekleştirilen dişli taşlama tezgâhı ve işyerinde mevcut havalandırma sistemi **Şekil 6.** ve **Şekil 7.**' de görülmektedir.



Şekil 6. A kodlu işyerinde bireysel ağır metal maruziyet numunesi alınan iş istasyonu.



Şekil 7. A kodlu işyerindeki mevcut havalandırma sistemi.

Söz konusu işyerinden alınan bireysel ağır metal maruziyet ölçümlerinin İSGÜM' de gerçekleştirilen analiz sonuçları **Tablo 8.**' de görülmektedir.

Tablo 8. A kodlu işyerinde bireysel ağır metal maruziyet analiz sonuçları.			
N.Alma Tarihi	Numune Kodu	A.Metal	TWA (mg/m³)
31.03.2014	A1	<i>Cr</i>	0,0004
31.03.2014	A1	<i>Mn</i>	0,0093
31.03.2014	A1	<i>Fe</i>	0,1273
31.03.2014	A1	<i>Ni</i>	0,0004

2. B Kodlu İşyeri

Tablo 9. B kodlu işyerine ait bilgiler.

OSB	Sektör	NACE Rev. 2 Altılı Tanım	Tehlike Sınıfı	İşyeri Kodu	iSG Hizmeti	Çalışan Sayısı	İş İstasyonu	Çalışanın Görevi	Ölçüm ve Analiz
İvedik OSB	İmalat	Lazer ışınlarının kullanılması yoluyla metallerin kesilmesi veya üzerlerinin yazılması	Çok Tehlikeli	B	Alıyor	21	Lazer Kesim Makinesi	Makine Operatörü	Bireysel Ağır Metal Maruziyeti Tespiti (Cr, Ni, Fe, Mn)

Söz konusu işyerinde talaşlı imalat ve metallerin lazer kesimi operasyonları gerçekleştirilmektedir.

İşyerinde işlenen malzemeler genel olarak St-37 düşük alaşım çelikleri, Cr/Ni alaşımli paslanmaz çeliklerdir. (AISI 304-310-316)

Tablo 10. AISI 304 paslanmaz çelik kimyasal bileşimi.

AISI 304-DIN 1.4301 - X 5 Cr/Ni 18 10 Kimyasal Bileşim (%)								
C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Diğer
< 0,07	< 1,00	< 2,00	< 0,045	< 0,015	17,0-19,5	-	8,0 – 10,5	N < 0,11

B kodlu işyerinde bireysel ağır metal maruziyet tespiti amacıyla numune alınan lazer kesim makinesi Şekil 8.' de görülmektedir.



Şekil 8. B kodlu işyerinde bireysel ağır metal maruziyet numunesi alınan lazer kesim makinesi.

Söz konusu işyerinden alınan bireysel ağır metal maruziyet ölçümlerinin İSGÜM' de gerçekleştirilen analiz sonuçları Tablo 11.' de görülmektedir.

Tablo 11. B kodlu işyerinde bireysel ağır metal maruziyet analiz sonuçları.			
N.Alma Tarihi	Numune Kodu	A.Metal	TWA (mg/m³)
01.04.2014	B1	<i>Cr</i>	0,0017
01.04.2014	B1	<i>Mn</i>	0,0022
01.04.2014	B1	<i>Fe</i>	0,0444
01.04.2014	B1	<i>Ni</i>	Tespit Edilemedi

3. C Kodlu İşyeri

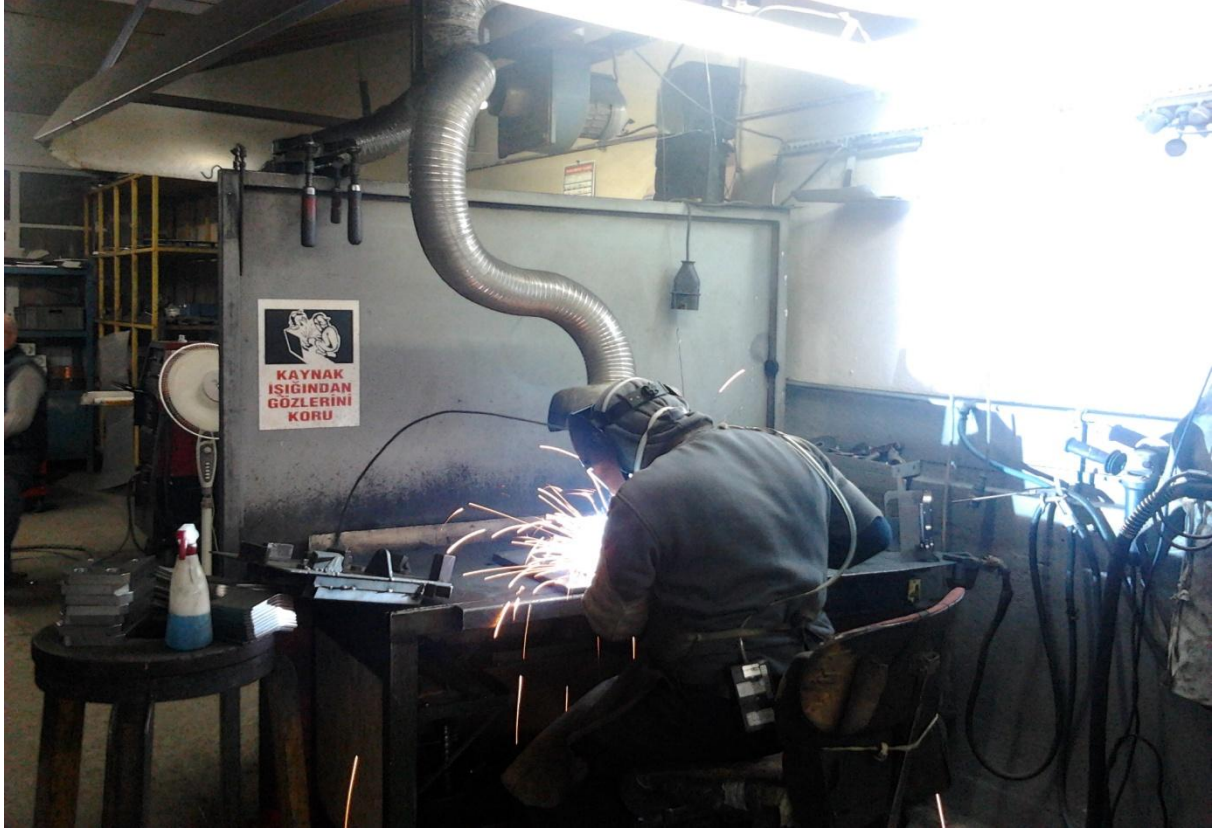
Tablo 12. C kodlu işyerine ait bilgiler.

OSB	Sektör	NACE Rev. 2 Altılı Tanım	Tehlike Sınıfı	İşyeri Kodu	İSG Hizmeti	Çalışan Sayısı	İş İstasyonu	Çalışanın Görevi	Ölçüm ve Analiz
OSTİM OSB	İmalat	Metallerin makinede işlenmesi (torna tesfiye işleri, metal parçaları delme, tornalama, frezeleme, rendeleme, parlatma, oluk açma, perdahlama, birleştirme, kaynak yapma vb. faaliyetler) (metallerin lazerle kesilmesi hariç)	Tehlikeli	C	Alıyor	29	1. Ünlversal Torna Tezgâhı 2. Kaynak Bölümü (TIG)	1. Tezgâh Operatörü 2. Kaynakçı	Bireysel Ağır Metal Maruziyeti Tespiti (Cr, Ni, Fe, Mn)

Söz konusu işyeri otomotiv yan sanayi ve savunma sanayi için üretimi yapmakta olup işyerinde talaşlı imalat operasyonları ile kaynak işleri gerçekleştirilmektedir.



Şekil 9. C kodlu işyerinde bireysel ağır metal numunesi alınan üniversal torna tezgâhı.



Şekil 10. C kodlu işyerinde bireysel ağır metal numunesi alınan kaynak bölümü.

İşyerinde MIG/MAG ve TIG kaynak yöntemleri uygulanmaktadır. Kullanılan MIG/MAG kaynak telinin (TS EN ISO 14341-A: G42 3CM G3Si1/AWS A5.18: ER70S-6) kimyasal analizi **Tablo 13.**' de görülmektedir [39].

Tablo 13. C kodlu işyerinde kullanılan kaynak telinin kimyasal analizi.

Kimyasal Analizi (%) - Tipik		
C	Si	Mn
0.08	0.85	1.50
0.06 *	0.55 *	1.10 *

(*) Kaynak metalinin tipik kimyasal bileşimi (CO₂ gazı)

İşyeri kaynak bölümünde yerel havalandırma sistemi bulunduğu görülmüştür.

Söz konusu işyerinden alınan bireysel ağır metal maruziyet ölçümlerinin İSGÜM' de gerçekleştirilen analiz sonuçları **Tablo 14.** ve **Tablo 15.**' de görülmektedir.

Tablo 14. C kodlu işyeri üniversal torna operatörü bireysel ağır metal maruziyet analiz sonuçları.

N.Alma Tarihi	Numune Kodu	A.Metal	TWA (mg/m ³)
08.04.2014	C1	Cr	0,0006
08.04.2014	C1	Mn	0,0169
08.04.2014	C1	Fe	0,1997
08.04.2014	C1	Ni	0,0013

Tablo 15. C kodlu işyeri kaynakçı bireysel ağır metal maruziyet analiz sonuçları.

N.Alma Tarihi	Numune Kodu	A.Metal	TWA (mg/m ³)
08.04.2014	C2	Cr	0,0006
08.04.2014	C2	Mn	0,0382
08.04.2014	C2	Fe	0,5063
08.04.2014	C2	Ni	0,0011

4. D Kodlu İşyeri

Tablo 16. D kodlu işyerine ait bilgiler.

OSB	Sektör	NACE Rev. 2 Altılı Tanım	Tehlike Sınıfı	İşyeri Kodu	İSG Hizmeti	Çalışan Sayısı	İş İstasyonu	Çalışanın Görevi	Ölçüm ve Analiz
İvedik OSB	İmalat	Metallerin makinede işlenmesi (torna tesfiye işleri, metal parçaları delme, tornalama, frezeleme, rendeleme, parlatma, oluk açma, perdahlama, birleştirme, kaynak yapma vb. faaliyetler) (metallerin lazerle kesilmesi hariç)	Tehlikeli	D	Alıyor	12	1. Üniversal Torna Tezgâhı 2. Kaynak Bölümü	1.Tezgâh Operatörü 2.Kaynakçı	Bireysel Ağır Metal Maruziyeti Tespiti (Cr, Ni, Fe, Mn)

İşyeri sondaj ve ankraj ekipmanları imalatı alanında faaliyet göstermekte olup işyerinde talaşlı imalat operasyonları ve kaynak işleri gerçekleştirilmektedir.



Şekil 11. D kodlu işyerinde bireysel ağır metal numunesi alınan talaşlı imalat bölümü.



Şekil 12. D kodlu işyerinde bireysel ağır metal numunesi alınan kaynak bölümü.

İşyerinde yerel havalandırma sistemi bulunduğu ancak boru içi kaynak yapıldığı durumlarda bu sistemin kullanılmasının mümkün olmadığı görülmüştür.

Kullanılan kaynak teli TS EN ISO 14341-A: G42 3CM G3Si1/AWS A5.18: ER70S-6 standartlarında olup kimyasal analizi Tablo 13.' de görülmektedir.

İşyerinden alınan bireysel ağır metal maruziyet ölçümlerinin İSGÜM' de gerçekleştirilen analiz sonuçları **Tablo 17.** ve **Tablo 18.**' de görülmektedir.

Tablo 17. D kodlu işyeri universal torna operatörü bireysel ağır metal maruziyet analiz sonuçları.			
N.Alma Tarihi	Numune Kodu	A.Metal	TWA (mg/m³)
01.04.2014	D1	<i>Cr</i>	Tespit Edilemedi
01.04.2014	D1	<i>Mn</i>	0,0160
01.04.2014	D1	<i>Fe</i>	0,2094
01.04.2014	D1	<i>Ni</i>	0,0032

Tablo 18. D kodlu işyeri kaynakçı bireysel ağır metal maruziyet analiz sonuçları.

N.Alma Tarihi	Numune Kodu	A.Metal	TWA (mg/m ³)
07.04.2014	D2	Cr	0,0008
07.04.2014	D2	Mn	0,4802
07.04.2014	D2	Fe	3,5933
07.04.2014	D2	Ni	0,0054

5. E Kodlu İşyeri

Tablo 19. E kodlu işyerine ait bilgiler

OSB	Sektör	NACE Rev. 2 Altılı Tanım	Tehlike Sınıfı	İşyeri Kodu	İSG Hizmeti	Çalışan Sayısı	İş İstasyonu	Çalışanın Görevi	Ölçüm ve Analiz
İvedik OSB	İmalat	Metallerin makinede işlenmesi (torna tesfiye işleri, metal parçaları delme, tornalama, frezeleme, rendeleme, parlatma, oluk açma, perdahlama, birleştirme, kaynak yapma vb. faaliyetler) (metallerin lazerle kesilmesi hariç)	Tehlikeli	E	Alıyor	6	CNC Dik İşleme Tezgâhı	Tezgâh Operatörü	Bireysel Ağır Metal Maruziyeti Tespiti (Cr, Ni, Fe, Mn)



Şekil 13. E kodlu işyerinde kullanılan CNC Dik İşleme Tezgâhı



Şekil 14. E kodlu işyerinde kullanılan CNC Dik İşleme Tezgâhı

Tablo 20. E kodlu işyeri bireysel ağır metal maruziyet analiz sonuçları

N.Alma Tarihi	Numune Kodu	A.Metal	TWA (mg/m ³)
04.04.2014	E1	<i>Cr</i>	Tespit Edilemedi
04.04.2014	E1	<i>Mn</i>	0,0008
04.04.2014	E1	<i>Fe</i>	0,007
04.04.2014	E1	<i>Ni</i>	Tespit Edilemedi

Talaşlı imalat operasyonları işyerinde bulunan CNC Dik İşleme Tezgâhları ile gerçekleştirilmektedir. Tezgâhların nümerik kontrollü olması nedeni ile tezgâh operatörü sadece işlenecek parça ile ilgili programlama işlemini gerçekleştirmekte, tezgâhı işletmeye almakta ve belirli zaman aralıklarında işlemin gidişatını kontrol etmektedir.

İşyerinde herhangi bir mekanik havalandırma sistemi bulunmamaktadır.

6. F Kodlu İşyeri

Tablo 21. F kodlu işyerine ait bilgiler

OSB	Sektör	NACE Rev. 2 Altılı Tanım	Tehlike Sınıfı	İşyeri Kodu	İSG Hizmeti	Çalışan Sayısı	İş İstasyonu	Çalışanın Görevi	Ölçüm ve Analiz
OSTİM OSB	İmalat	Metallerin makinede işlenmesi (torna tesfiye işleri, metal parçaları delme, tornalama, frezeleme, rendeleme, parlatma, oluk açma, perdahlama, birleştirme, kaynak yapma vb. faaliyetler) (metallerin lazerle kesilmesi hariç)	Tehlikeli	F	Alıyor	26	Kaynak Bölümü	Kaynakçı	Bireysel Ağır Metal Maruziyeti Tespiti (Cr, Ni, Fe, Mn, Al)

Söz konusu işyeri savunma sanayi makine ve araç parçaları üretimi gerçekleştirmekte olup işyerinde talaşlı imalat operasyonları ile kaynak işleri yapılmaktadır. İşyerinde özellikle Alüminyum malzeme kaynağı gerçekleştirilmektedir.

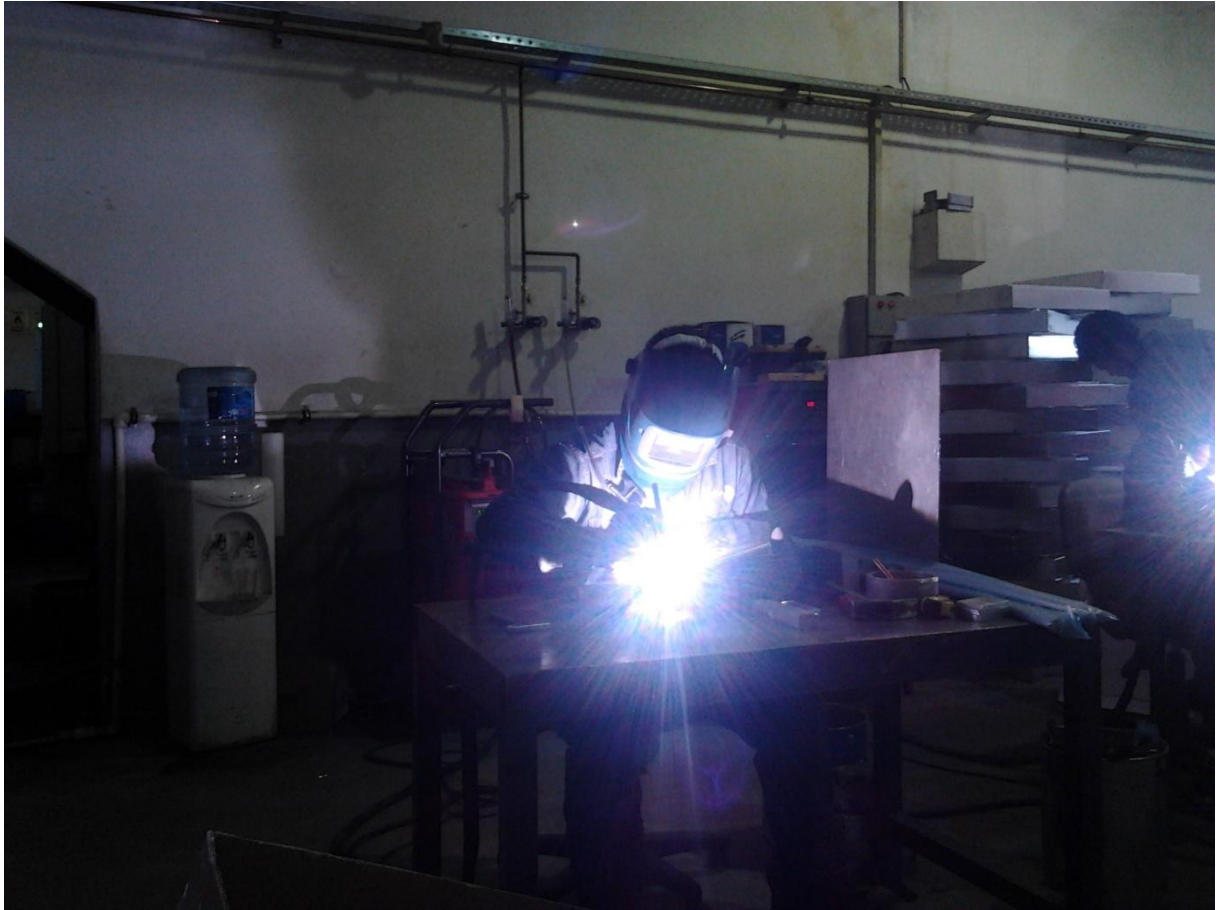
Alüminyum kaynağında kullanılan kaynak teli EN ISO 18273/AWS A5.10 standardında olup AlMg5Mn olarak sınıflandırılmaktadır. Kullanılan kaynak telinin kimyasal bileşimi **Tablo 22.**' de görülmektedir [40].

Tablo 22. Al-Cu Kaynak Teli EN ISO 18273/AWS A5.10 Kimyasal Bileşimi (%)										
<i>B</i>	<i>Be</i>	<i>Cr</i>	<i>Cu</i>	<i>Fe</i>	<i>Mg</i>	<i>Mn</i>	<i>Si</i>	<i>Ti</i>	<i>Zn</i>	<i>Al</i>
0,0033	0,0003	0,0720	0,0032	0,1510	5,3000	0,6430	0,0360	0,0890	0,0010	Geri Kalan

Tablo 23. F kodlu işyeri kaynakçı bireysel ağır metal maruziyet analiz sonuçları.

N.Alma Tarihi	Numune Kodu	A.Metal	TWA (mg/m ³)
09.04.2014	F1	<i>Cr</i>	0,0009
09.04.2014	F1	<i>Mn</i>	0,0023
09.04.2014	F1	<i>Fe</i>	0,0221
09.04.2014	F1	<i>Ni</i>	0,0013
09.04.2014	F1	<i>Al</i>	0,0251

Söz konusu işyerinde kirli hava tahliyesi amacı ile tavan fanları kullanıldığı görülmüştür.



Şekil 15. F kodlu işyerinde bireysel ağır metal numunesi alınan kaynak bölümü

7. G Kodlu İşyeri

Tablo 24. G kodlu işyerine ait bilgiler

OSB	Sektör	NACE Rev. 2 Altılı Tanım	Tehlike Sınıfı	İşyeri Kodu	İSG Hizmeti	Çalışan Sayısı	İş İstasyonu	Çalışanın Görevi	Ölçüm ve Analiz
İvedik OSB	İmalat	Metal işleyen takım tezgâhlarının parça ve aksesuarlarının imalatı (alet tutacakları ve kendinden açılan pafta kafaları, iş tutacakları, ayırıcı kafalar ve takım tezgâhları için diğer özel aksesuarlar hariç)	Tehlikeli	G	Almıyor	5	Kaynak Bölümü	Kaynakçı	Bireysel Ağır Metal Maruziyeti Tespiti (Cr, Ni, Fe, Mn, Al)

İşyerinde yerel tahliye sistemi bulunduğu ve uygun şekilde kullanıldığı gözlenmiştir.



Şekil 16. G kodlu işyerinde bulunan yerel havalandırma sistemi

Tablo 25. G kodlu işyeri kaynakçı bireysel ağır metal maruziyet analiz sonuçları.

N.Alma Tarihi	Numune Kodu	A.Metal	TWA (mg/m ³)
07.04.2014	G1	Cr	Tespit Edilemedi
07.04.2014	G1	Mn	0,0056
07.04.2014	G1	Fe	0,1171
07.04.2014	G1	Ni	0,0050
07.04.2014	G1	Al	0,0102

8. H Kodlu İşyeri

Tablo 26. H kodlu işyerine ait bilgiler

OSB	Sektör	NACE Rev. 2 Altı Tanım	Tehlike Sınıfı	İşyeri Kodu	İSG Hizmeti	Çalışan Sayısı	İş İstasyonu	Çalışanın Görevi	Ölçüm ve Analiz
Yenikent San. Sit.	İmalat	Diğer kaldırma, taşıma, yükleme veya boşaltma makinelerinin imalatı (teleferikler, telesiyerler vb. için çekme mekanizmaları, tarımsal kullanım için yükleme makineleri ve diğerleri)	Tehlikeli	H	Almıyor	9	Kaynak Bölümü	Kaynakçı	Bireysel Ağır Metal Maruziyeti Tespiti (Cr, Ni, Fe, Mn)



Şekil 17. H kodlu işyerinde bireysel ağır metal numunesi alınan kaynak bölümü

Tablo 27. H kodlu işyeri kaynakçı bireysel ağır metal maruziyet analiz sonuçları.			
N.Alma Tarihi	Numune Kodu	A.Metal	TWA (mg/m³)
09.04.2014	H1	<i>Cr</i>	0,0011
09.04.2014	H1	<i>Mn</i>	0,0424
09.04.2014	H1	<i>Fe</i>	0,4056
09.04.2014	H1	<i>Ni</i>	0,0008

TARTIŞMA

Bu bölümünde işyerlerinde gerçekleştirilen ölçüm ve analiz sonuçları ulusal ve uluslararası referans sınır değerler ve farklı kaynaklarda sunulmuş bulunan bilgiler ışığında irdelenecek ve A kodlu işyeri için yerel tahliye sistemi tasarımı yapılarak yorumlanacaktır.

Bireysel Ağır Metal Ölçüm ve Analiz Sonuçları

İşyerlerinde elde edilen bulguların, talaşlı imalat operasyonları ve kaynak yöntemlerine göre karşılaştırmalı olarak incelenmesi işin doğası gereği var olabilecek tehlikelerin belirlenmesine katkı sağlayacaktır.

Tablo 28. Bireysel ağır metal maruziyet analizi gerçekleştirilen talaşlı imalat operasyonları.

Talaşlı İmalat Operasyonu	Analizi Gerçekleştirilen			
	Ağır Metal Türleri			
	<i>Cr</i> TWA (mg/m ³)	<i>Mn</i> TWA (mg/m ³)	<i>Fe</i> TWA (mg/m ³)	<i>Ni</i> TWA (mg/m ³)
Taşlama Tezgâhı (A işyeri)	0,0004	0,0093	0,1273	0,0004
Lazer Kesim (B işyeri)	0,0017	0,0022	0,0444	Tespit Edilemedi
Üniversal Torna Tezgâhı (C işyeri)	0,0006	0,0169	0,1997	0,0013
Üniversal Torna Tezgâhı (D işyeri)	Tespit Edilemedi	0,016	0,2094	0,0032
Dik İşleme Tezgâhı (E işyeri)	Tespit Edilemedi	0,0008	0,007	Tespit Edilemedi

Tablo 29. Bireysel ağır metal maruziyet analizi gerçekleştirilen kaynak operasyonları.

Kaynak Yöntemleri	Analizi Gerçekleştirilen				
	Ağır Metal Türleri				
	<i>Cr</i> TWA (mg/m ³)	<i>Mn</i> TWA (mg/m ³)	<i>Fe</i> TWA (mg/m ³)	<i>Ni</i> TWA (mg/m ³)	<i>Al</i> TWA (mg/m ³)
MIG/MAG (C işyeri)	0,0006	0,0382	0,5063	0,0011	-
MIG/MAG (D işyeri)	0,0008	0,4802	3,593	0,0054	-
TIG (F işyeri)	0,0009	0,0023	0,0221	0,0013	0,0251
SMAW (G işyeri)	Tespit Edilemedi	0,0056	0,1171	0,0050	0,0102
MIG/MAG (H işyeri)	0,0011	0,0424	0,4056	0,0008	-

Tablo 30. Ulusal ve Uluslararası Referans Sınır Değerler.

	<i>Cr</i>	<i>Mn</i>	<i>Fe</i>	<i>Ni</i>	<i>Al</i>
Referans Sınır Değerler		7439-96-5		7440-02-0	1344-28-1
	TWA (mg/m ³)	TWA (mg/m ³)	TWA (mg/m ³)	TWA (mg/m ³)	TWA (mg/m ³)
Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik	2	-	-	-	-
Tozla Mücadele Yönetmeliği	-	-	15/5	-	-
OSHA	0,5	5	10	1	5
NIOSH	0,5	1	5	0,015	5
ACGIH	0,5	5	5	1	5

Tablo 28.' de görüldüğü üzere bireysel ağır metal numunesi alınan talaşlı imalat operasyonlarının hiçbirinde referans sınır değerler aşılmamıştır.

Tablo 30. ' da Belirtilen referans sınır değerler *DGUV- GESTIS* International Limit Values for Chemical Substances- Kimyasal Maddeler Uluslararası Sınır Değerleri Veri Tabanı ve *CDC/NIOSH* ile *ACGIH* tarafından belirtilen referans sınır değerler incelenerek düzenlenmiştir.

Tablo 30.' da Krom için belirtilen uluslararası referans sınır değerler *Cr [III]* ve bileşikleri için belirtilen sınır değerlerdir [34]. 06.08.2013 tarihli ve 28730 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren "Kanserojen veya Mutajen Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik" de Krom için belirtilen sınır değer Metalik Kromu (*Cr[0]*) da kapsamaktadır.

Krom aldığı değeriğe göre doğada genellikle üç biçimde bulunmaktadır. Metalik Krom (*Cr[0]*) doğada kendiliğinden bulunmamakta yalnızca Krom cevherinin işlenmesi sonucunda oluşmaktadır. Trivalent Krom (*Cr[III]*) ise kayalarda, toprakta ve canlılarda doğal olarak bulunmakta olup endüstride metal alaşımları ve kimyasal bileşiklerde kullanılmaktadır.

Hegzavalent Krom (*Cr [VI]*) ise Kromun düşük değerlik durumundaki bileşiklerinin oksidasyonu sonucu oluşmaktadır.

Elektrotlar, kaynak telleri ve talaşlı imalatta işlenen iş parçalarında Metalik Krom (*Cr[0]*) bulunmaktadır. Bu durumda tezgâh operatörleri ve kaynakçılar sürekli olarak

Hegzavalent Krom maruziyeti ile karşılaşmamaktadır. Ancak özellikle paslanmaz çelik olmak üzere krom alaşımlı çelikler ve hatta karbon çeliklerinin talaşlı imalatı ve kaynak işlemleri sırasında oluşan yüksek sıcaklıklarda hegzavalent Krom ($Cr [VI]$) oluşabilmektedir.

Kaynak dumanında bulunan Krom büyük oranda Cr_2O_3 ve trivalent Kromun ($Cr[III]$) kompleks bileşikleri şeklinde bulunmaktadır.

Hegzavalent Krom ($Cr [VI]$) için belirlenen referans sınır değerler ise şu şekildedir:

- NIOSH REL: $0,001 \text{ mg/m}^3$
- ACGIH TLV: $0,05 \text{ mg/m}^3$ (suda çözünen)
 $0,001 \text{ mg/m}^3$ (çözünmeyen)

Ulusal mevzuatta hegzavalent Krom ($Cr [VI]$) ve bileşikleri için herhangi bir sınır değer öngörülmemektedir.

Mangan bileşikleri için de ulusal mevzuatta herhangi bir sınır değer mevcut değildir. OSHA PEL ve ACGIH TLV değerleri ise 5 mg/m^3 ’dür. Ancak NIOSH tarafından belirtilen sınır değerler 1 mg/m^3 (TWA) ve 3 mg/m^3 (STEL) dir.

Mangan dumanı, solunabilir tozu ve inorganik bileşikleri için öngörülen en düşük sınır değer Almanya’ya (DFG-Deutsche Forschungsgemeinschaft) aittir. Bu değer solunabilir aerosol için $0,2 \text{ mg/m}^3$ ve alveollere ulaşan aerosol için $0,02 \text{ mg/m}^3$ ’tür [41].

Tablo 31. Farklı Ülke Mevzuatlarında Belirtilen Referans Sınır değerler.

CAS No.	Krom Metali ve Çözünmeyen Tuzları	Krom (VI) Oksit	Krom(VI) Bileşikleri (Cr)	Mangan (Mn) Dumanı ve Solunabilir Tozu	Mangan ve İnorganik Bileşikleri	Demir Oksit Dumanı ve Solunabilir Tozu (Fe)	Aluminyum Oksit	Nikel Metali (Ni)
	7440-47-3	1333-82-0	18540-29-9	7439-96-5	7439-96-5	1309-37-1 1345-25-1	1344-28-1	7440-02-0
	TWA	TWA	TWA	TWA	TWA	TWA	TWA	TWA
	(mg/m ³)	(mg/m ³)	(mg/m ³)	(mg/m ³)	(mg/m ³)	(mg/m ³)	(mg/m ³)	(mg/m ³)
Avustralya	0,5	0,05	0,05	-	1	5	10	1
Belçika	0,5	0,1	0,05	-	0,2	5	-	1
Fransa	-	0,05	0,001*	1	-	-	10*	-
Almanya	-	-	-	0,02	0,02*	-	1,5*	-
Hollanda	0,5	0,025	0,025	-	-	-	-	-

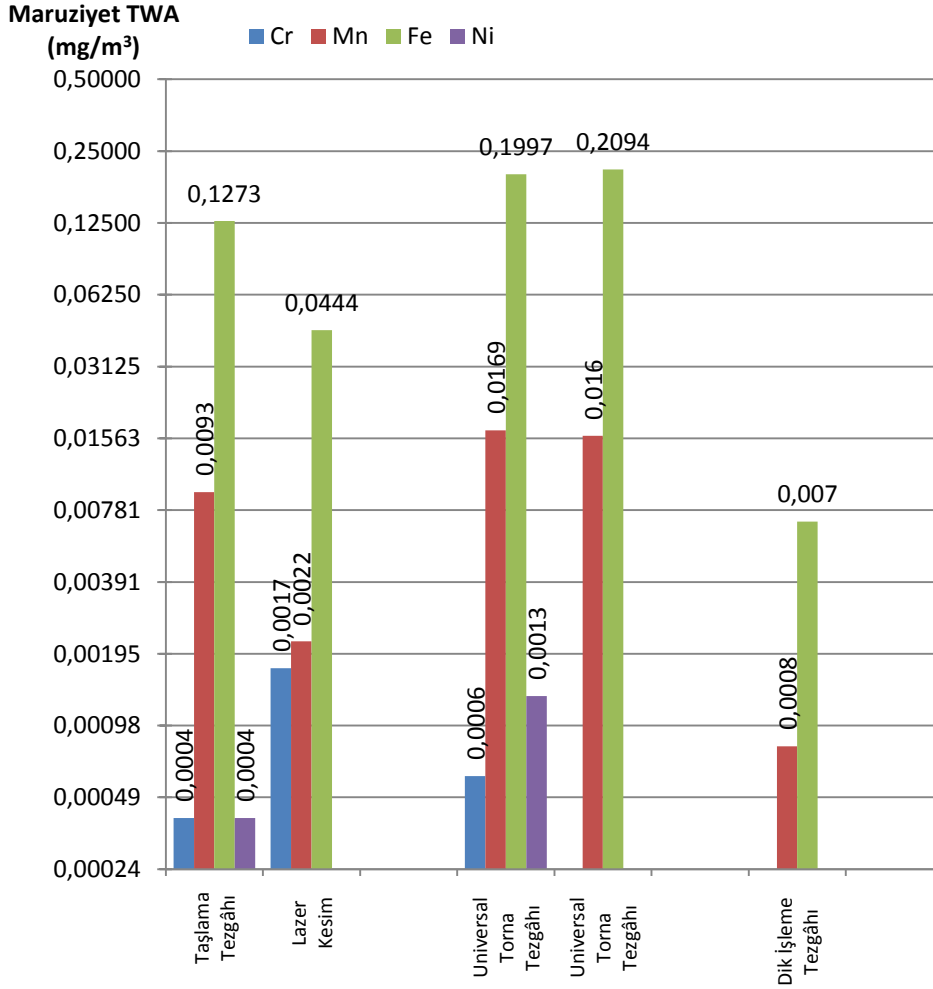
*: Alveollere ulaşan aerosol

Nikel ve çözünmeyen bileşikleri için de ulusal mevzuatta herhangi bir sınır değeri öngörülmemektedir. Uluslararası referans sınır değerlerden en düşüğü ise NIOSH tarafından önerilen değerdir. Bunun nedeni ise OSHA karsinojen maddeler politikasında (29 CFR 1990) tanımlandığı üzere Nikelin potansiyel insan karsinojeni olması ve NIOSH' un karsinojen maddeler ile ilgili hassasiyetidir.

Ulusal mevzuatta Demir (III) oksidin solunabilir toz miktarı için belirlenen sınır değeri 5 mg/m^3 , toplam toz miktarı için ise 15 mg/m^3 dür. Demir oksit dumanı ve solunabilir tozu (CAS:1309-37-1/1345-25-1) için belirlenen uluslararası referans sınır değerler **Tablo 30.**' de görüldüğü üzere farklılık göstermektedir.

Polonya'da CIOP-PIB (Central Institute for Labour Protection) tarafından 3 farklı işyerinde ve 50 talaşlı imalat iş istasyonunda gerçekleştirilen bir çalışmanın sonuçlarına göre metal tozu oluşumunun talaş kaldırılan parçanın malzemesine ve talaşlı imalat operasyonunun türüne göre değişiklik gösterdiği belirtilmektedir [42].

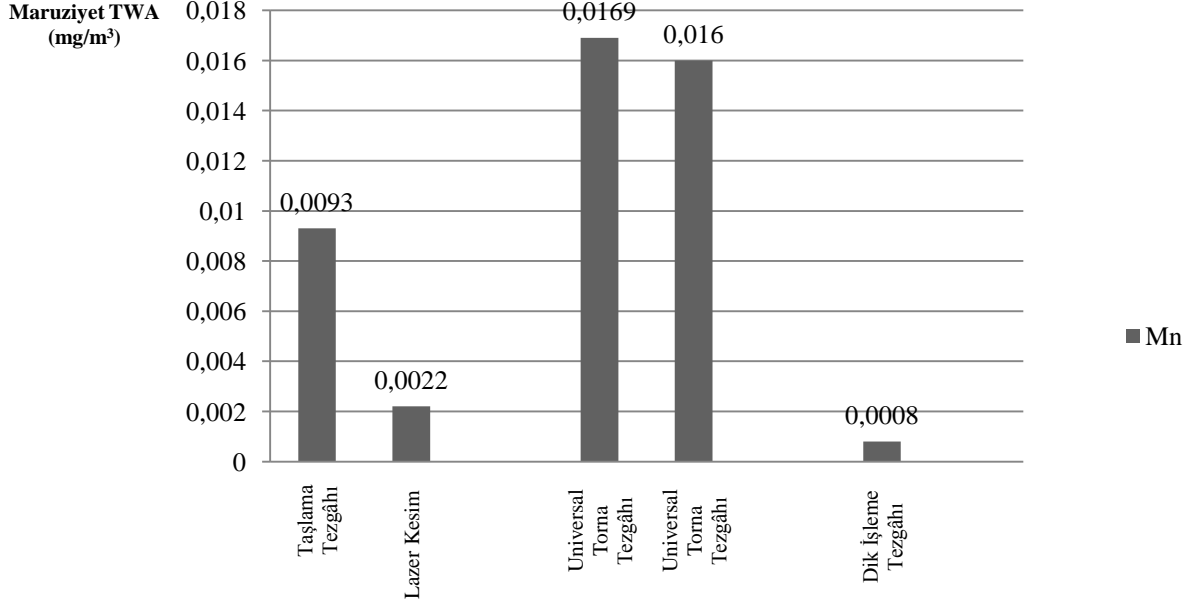
Söz konusu çalışmada çeliklerin talaşlı imalatında Demir oranının diğer metallerden çok daha yüksek olduğuna değinilmektedir. Bu durum **Şekil 18.**' de sunulan grafikte görüldüğü üzere bu çalışmada gerçekleştirilen analiz sonuçları ile benzerlik göstermektedir.



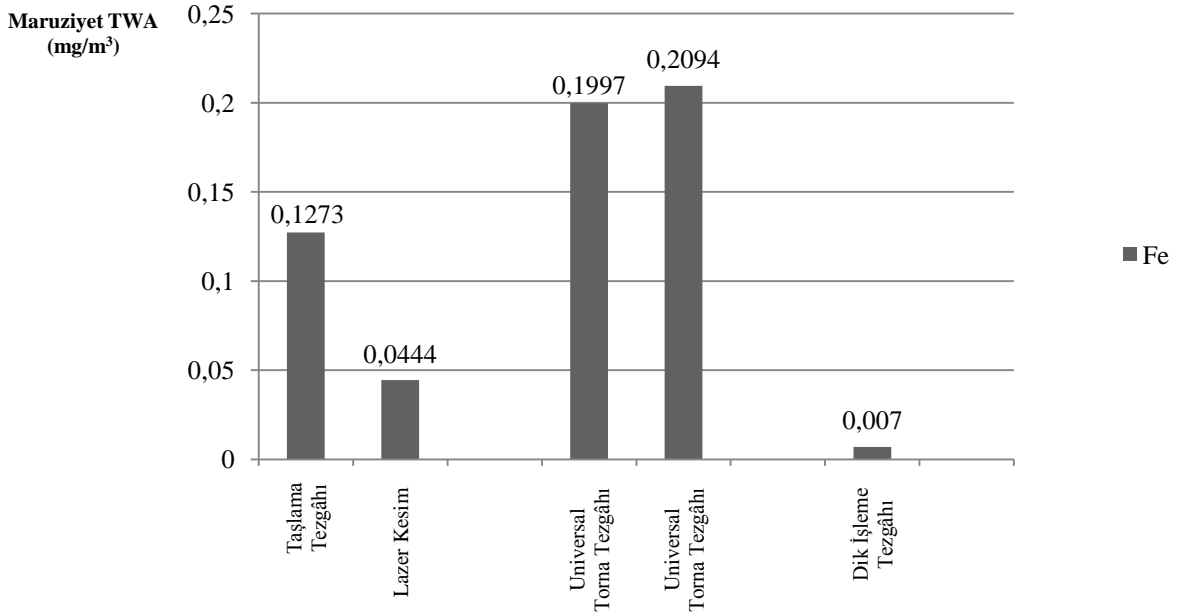
Şekil 18. Talaşlı imalat operasyonlarında bireysel ağır metal maruziyetlerinin karşılaştırması.

Aynı çalışmada alveollere ulaşabilecek boyut aralığında oluşan demir, mangan, krom ve nikel tozlarının görece daha yüksek yoğunlukta olduğu ve mesleki solunum sistemi hastalıklarına neden olabileceğine değinilmektedir.

Şekil 19. ve **Şekil 20.**' de sunulan grafiklerde görülen karşılaştırma sonuçlarına göre talaşlı imalatta Krom ayrı tutulursa en yüksek maruziyet düzeyleri üniversal torna tezgâhlarında gerçekleşmiştir. En düşük maruziyet değerlerinin dik işleme tezgâhında gerçekleşmesi tezgâhın nümerik kontrollü olması ve işyeri ortamından izole edilmiş olmasına bağlanabilir.



Şekil 19. İşyerleri talaşlı imalat operasyonlarının *Mn* maruziyet değerlerinin karşılaştırması.

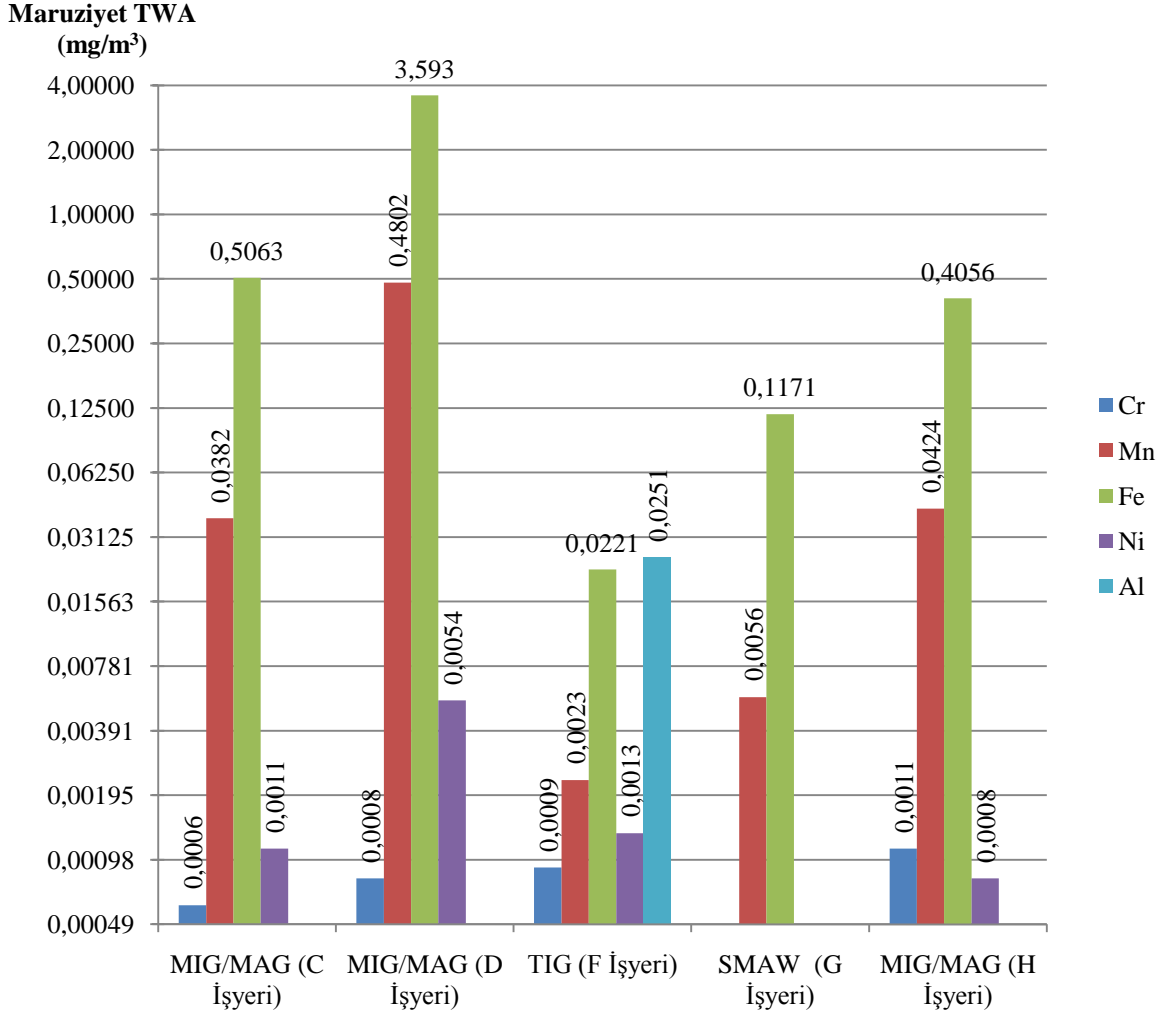


Şekil 20. İşyerleri talaşlı imalat operasyonlarının *Fe* maruziyet değerlerinin karşılaştırması.

Lazer kesim makinesinde Krom maruziyetinin diğer talaşlı imalat operasyonlarından görece daha yüksek olması, kesimi gerçekleştirilen malzemenin *Cr* oranı yüksek (%17-19,5) paslanmaz çelik olmasına bağlanabilir.

Tablo 29.' da görüldüğü üzere kaynakçılarda bireysel ağır metal ölçümü yapılan işyerlerinin hiçbirisi referans sınır değerleri aşmamaktadır.

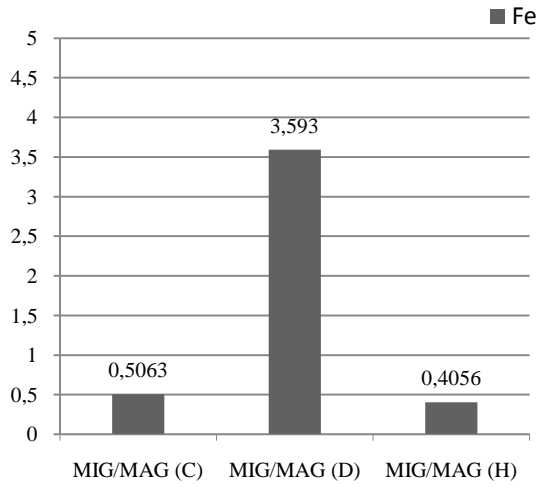
Kaynak yöntemlerine göre bireysel ağır metal maruziyet analizlerinin karşılaştırması
Şekil 21.' de sunulan grafikte görülmektedir.



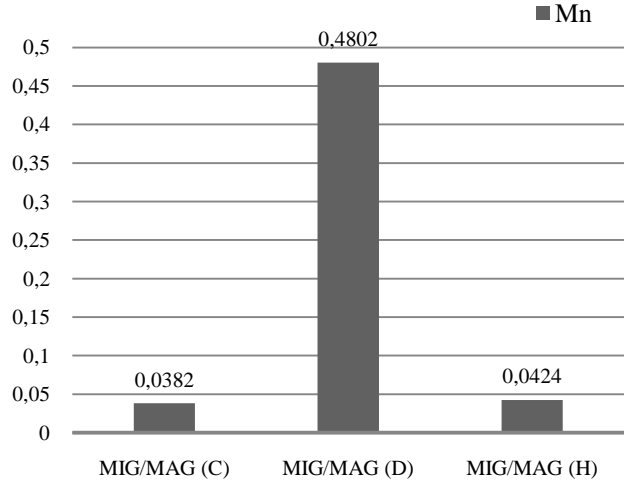
Şekil 21. Kaynak yöntemlerine göre bireysel ağır metal maruziyetlerinin karşılaştırması.

Şekil 22. ve **Şekil 23.**' de sunulan grafiklerde görüldüğü üzere MIG/MAG kaynağı yapılan işyerlerinde en yüksek maruziyet değerleri boru içerisinde kaynak yapılan ve işin doğası gereği herhangi bir yerel havalandırma sisteminin kullanılmasının mümkün olmadığı D kodlu işyerinde gerçekleşmiştir.

Şekil 22. MIG/MAG kaynak yönteminde Fe maruziyeti.



Şekil 23. MIG/MAG kaynak yönteminde Mn maruziyeti.



Yerel havalandırma sistemi kullanılan C kodlu işyerinde ölçülen maruziyet değerleri kaynakçının aynı pozisyonda (yatay) kaynak yaptığı D kodlu işyerine göre çok daha düşüktür. Yerel havalandırma sisteminin kullanılmasının maruziyeti büyük oranda düşürdüğü anlaşılmaktadır.

H kodlu işyerine ait bireysel ağır metal maruziyet analiz sonuçlarının düşük çıkması, kaynakçının soluma bölgesine kaynak dumanının ulaşmadığı tavan ve düşey kaynak pozisyonunda çalışmasına bağlanabilir.

Şekil 21.' deki grafikte görüldüğü üzere, TIG kaynak yöntemiyle Al malzemelerin kaynağında Fe, Ni ve Mn maruziyet değerleri herhangi bir yerel havalandırma olmamasına ve kaynakçının yatay pozisyonda kaynak yapmasına rağmen çok düşüktür. Burada Al maruziyeti en yüksek olmasına rağmen referans sınır değerlerin çok altındadır. Bu durum, Al malzemelerin TIG kaynak yöntemiyle birleştirilmesi işlemi sırasında duman oluşumunun diğer kaynak yöntemleri göz önüne alındığında çok daha düşük olmasına bağlanabilir.

Örtülü elektrotla el ile elektrik ark kaynağı (SMAW) yapılan ve yerel havalandırma sisteminin kullanıldığı G kodlu işyerine ait bireysel ağır metal maruziyet analiz sonuçları da Şekil 21.' deki grafikte görüldüğü üzere referans sınır değerlerin çok altındadır.

Özetle;

Talaşlı imalat ve kaynak işlerinde, sınırlı işyeri ve her işyerinde maruziyetin yüksek olabileceği düşünülen birer iş istasyonunda gerçekleştirilen bireysel ağır metal maruziyet ölçüm ve analizleri neticesinde:

- Ölçüm ve analiz gerçekleştirilen talaşlı imalat ve kaynak iş istasyonlarının hiç birinde ağır metal maruziyet değerlerinin referans sınır değerleri aşmadığı,
- Talaşlı imalat operasyonları içerisinde en yüksek ağır metal maruziyet değerlerinin universal torna tezgâhlarında gerçekleştiği,
- Kaynakçıların aynı kaynak pozisyonunda kaynak yaptığı, yerel tahliye havalandırma sistemi kullanılan kaynak iş istasyonlarında Fe ve Mn maruziyet değerlerinin havalandırma sistemi kullanılmayan kaynak iş istasyonuna nazaran 10 kata kadar daha düşük olduğu,
- Kaynak pozisyonunun maruziyeti büyük oranda etkilediği

görülmüştür.

Hegzavalent Krom ve Nikelin karsinojen olduğu ve uzun süreli tekrarlanan düşük maruziyetlerde de tehlike arz ettiği göz önünde bulundurularak, toksik metallerin yanında talaşlı imalatta metal işleme akışkanları ile yağ buharlarının, kaynak işlerinde ise gaz kirleticiler ve çeşitli kimyasalların ilk olarak etkileşime girdiği solunum sisteminin korunması ve mesleki solunum sistemi hastalıklarının önlenmesinde endüstriyel havalandırma sistemlerinin ne derecede önemli olduğu anlaşılabilir.

A Kodlu İşyeri Endüstriyel Havalandırma Sistemi Tasarımı

Söz konusu işyerinin örnek yerel tahliye havalandırma sistemi tasarımı için seçilmesinde göz önünde bulundurulmuş kriterler şu şekildedir:

1. Çalışan sayısı
2. Talaşlı imalat operasyonlarının sayısı ve çeşitliliği

Bireysel ağır metal maruziyet analiz sonuçlarına göre A kodlu işyerinde maruziyet sınır değerleri aşılmamıştır. Bu durumda; ilgili maruziyet sınır değerlerinden en az birinin aşılmış olduğu varsayılacaktır.

İşyerinin mimari planı ve makine tefrişatı **Şekil 24.**' de görülmektedir.

Tablo 3.'de belirtildiği üzere asgari kanal tasarım hızlarından metal tozu için 20 ila 23 m/s ' lik kanal tasarım hızı seçilebilmektedir. Bu değerler ACGIH tarafından önerilen değerlerdir. Kaynak dumanı için ise yine ACGIH tarafından önerilen 10 -13 m/s ' lik hız kullanılmıştır.

İlk olarak kanal sistemi taslağı hazırlanmış ve kanal kesitinin değiştiği parçalar numaralandırılmıştır. Bundan sonra yuvarlak kanal boyutları hesaplanmıştır.

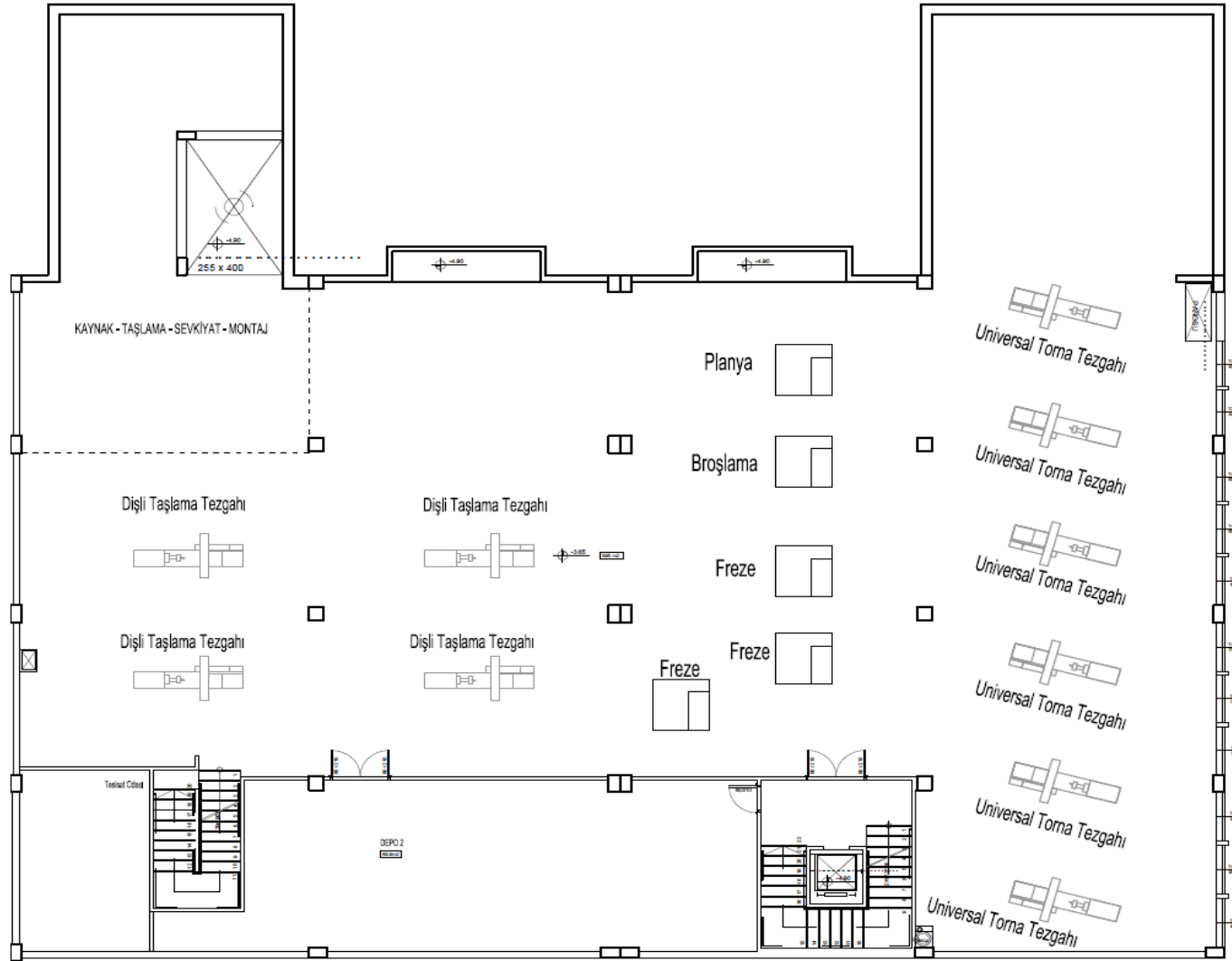
A Kodlu İşyeri Kanal Boyut Hesapları

Kanal çapı hesaplaması için 2 ve 3 numaralı denklemler kullanılır.

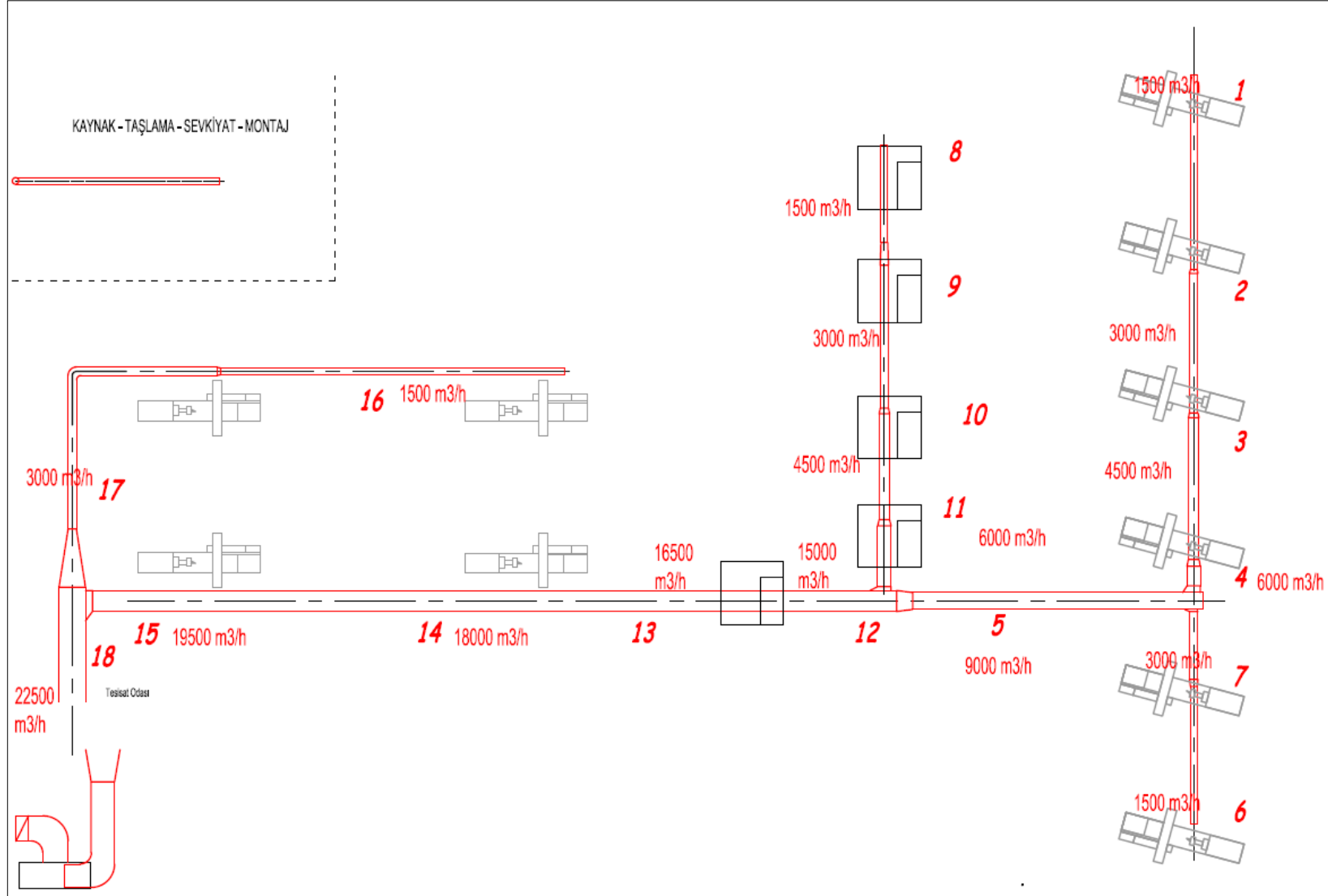
$$Q = A_c \cdot V \cdot 3600$$

$$A_c = \pi \frac{d^2}{4}$$

$$V = 20 \frac{m}{s}$$



Şekil 24. A işyerine ait mimari plan ve makine tefrişatı.



Şekil 25. Havalandırma kanal sistemi taslağı

1, 6, 8 ve 16 Numaralı Kanallar

$$Q = \left(\pi \cdot \frac{d^2}{4} \right) \cdot V \cdot 3600$$

$$1500 \left[\frac{m^3}{h} \right] = \left(3,14 \cdot \frac{d^2}{4} \right) [m^2] \cdot 20 \left[\frac{m}{s} \right] \cdot 3600 [s]$$

$$d = 0,163 \text{ m}$$

Bu durumda;

$$d_1 = d_6 = d_8 = d_{16} = \varnothing 160 \text{ mm}$$

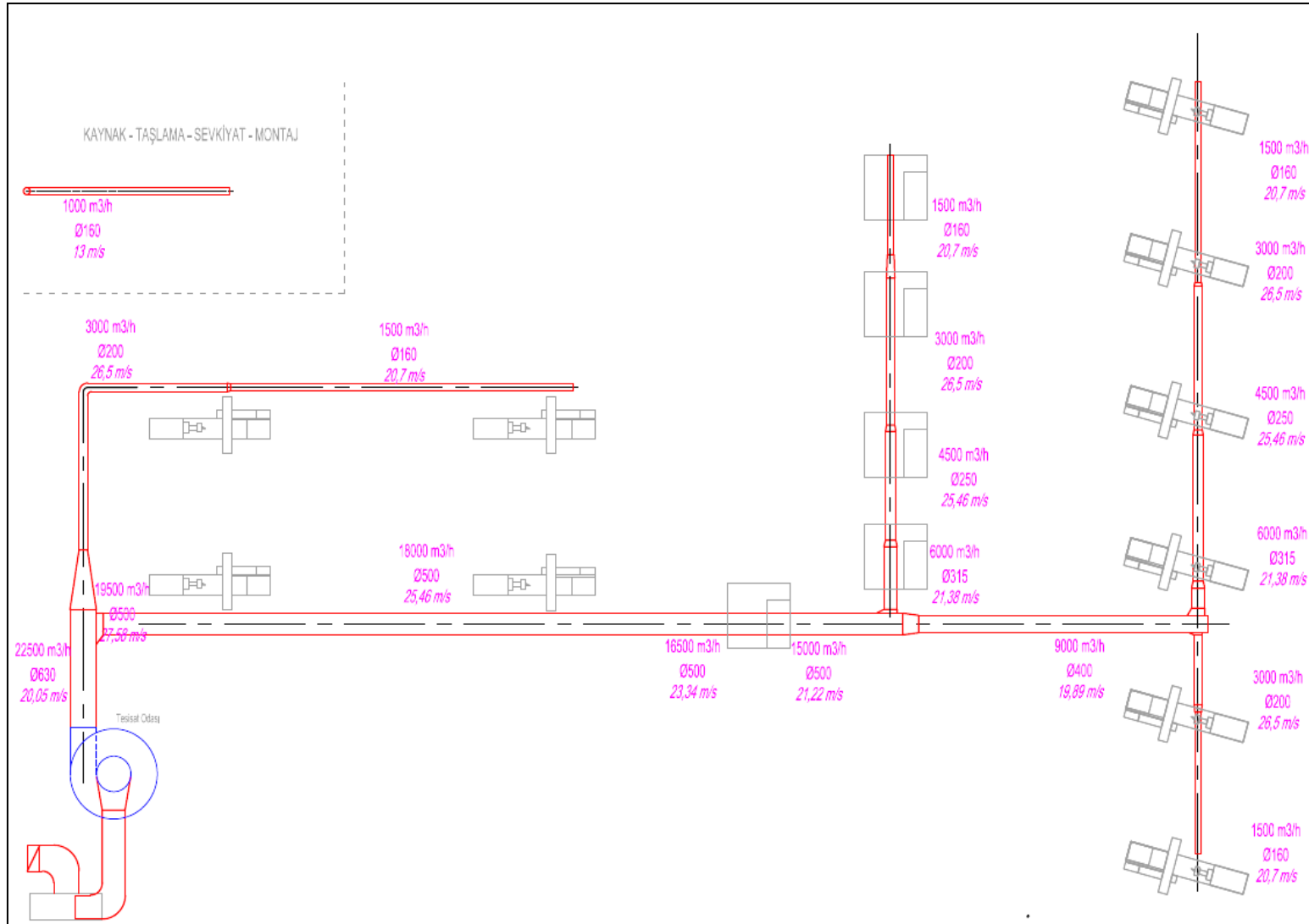
olacaktır.

Diğer kanal parçaları da aynı şekilde hesaplanır. Kanal boyut hesaplarının tamamı **Tablo 32.**' de görülmektedir.

Tablo 32. A Kodlu İşyeri Kanal Boyut Hesapları

Parça No	Debi m ³ /h	Debi m ³ /s	Hız m/s	Kanal Kesit Alanı m ²	Çap mm
1, 6, 8, 16	1500	0,42	20,7	0,020867	160
2, 7, 9, 17	3000	0,83	26,53	0,031416	200
3, 10	4500	1,25	25,46	0,049087	250
4, 11	6000	1,67	21,39	0,077931	315
5	9000	2,50	19,89	0,125664	400
12	15000	4,17	21,22	0,19635	500
13	16500	4,58	23,34	0,19635	500
14	18000	5,00	25,46	0,19635	500
15	19500	5,42	27,59	0,19635	500
18	22500	6,25	20,05	0,311725	630

Kanal boyut, debi ve kanal hızları **Şekil 25.**' de görülmektedir. Kanal boyutlarının belirlenmesinin ardından sistemin basınç kaybı hesaplamaları yapılmıştır.



Şekil 26. Kanal boyutları

A Kodlu İşyeri Basınç Kaybı Hesabı

Basınç düşüşünün en yüksek olacağı kritik devre **Şekil 25.**' de görüldüğü üzere 1, 2, 3, 4, 5, 12, 13, 14, 15 ve 18 numaralı kanal parçalarından oluşmaktadır.

1 Numaralı Kanal

i. Düz kanal basınç kaybı hesabı:

Düz kanal basınç kaybı hesabında 10 numaralı denklem kullanılmaktadır.

$$\Delta P = l.R$$

$$l = 2 \text{ m}$$

R (birim basınç kaybı) değeri **Şekil 5.**'de görülen diyagramdan 20 m/s ve Ø 160 mm değerleri için bulunur.

$$R (V=20 \text{ m/s}, \varnothing = 160 \text{ mm}) = 27 \text{ Pa/m}$$

$$\Delta P = l.R = 27[\text{Pa/m}] \cdot 2[\text{m}] = 54 \text{ Pa}$$

ii. Özel Direnç:

Genişleme (Ø 160 mm - Ø 200 mm)

Özel dirençler için 11 numaralı denklem kullanılmaktadır;

$$Z = \xi \cdot \rho \cdot \frac{V^2}{2}$$

Tablo 5.'den fitting türüne uygun özel direnç katsayısı (ξ) bulunur.

Bu değer 15° 'lik yavaş genişleme için dairesel kesitli kanallarda 0,4' tür.

ρ değeri ise hava için 1,2 kg/m³ alınabilir.

Bu durumda;

$$Z = 0,4 \cdot 1,2 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] \cdot \frac{\left[20 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right] \right]^2}{2} = 9,57 \text{ Pa}$$

Kritik devredeki diğer kanal parçaları için aynı şekilde hesaplamalar yapıldığı takdirde bulunan basınç kayıpları **Tablo 33.** ve **Tablo 34.**' de görülmektedir.

Tablo 33. A Kodlu İşyeri Düz Kanal Kayıpları

Parça No.	R Pa/m	L m	RxL Pa
1	27	2,00	54,00
2	32	2,90	92,80
3	24	3,00	72,00
4	16	3,80	60,80
5	8	5,90	47,20
12	8	4,30	34,40
13	9	4,00	36,00
14	11	7,60	83,60
15	16	2,80	44,80
18	5,6	4,00	22,40
		ΣRxL	548

Tablo 34. A Kodlu İşyeri Yerel Direnç Kayıpları

Parça No.	ξ	Z Pa	Açıklama
1	0,4	9,57	Genişleme
2	0,4	16,89	Genişleme
3	0,4	15,56	Genişleme
4	0,4	10,98	Genişleme
5	1,4	33,25	Keskin Ayrılma
12	0,4	10,81	Genişleme
18	0,62	14,95	Ayrılma
		$\Sigma Z:$	112

Bu durumda, sistemdeki toplam basınç kaybı şu şekilde ifade edilecektir:

$$\Delta P_{toplam} = \Delta P_{statik} + \Delta P_{dinamik} = \sum (l.R + Z) + P_{Ek.}$$

$$\Delta P_{statik} = \sum (l.R) = 548 Pa$$

$$\Delta P_{dinamik} = \sum Z = 112 Pa$$

$$\Delta P_{statik} + \Delta P_{dinamik} = 660 Pa$$

Öngörülemeyen imalat hatalarına tedbir olarak bulunan statik ve dinamik basınç kayıplarının toplamının % 10 oranında artırılması uygun olacaktır. Bu durumda;

$$\Delta P_{statik} + \Delta P_{dinamik} = 660 Pa \cdot 1,1 = 726 Pa$$

Yüksek debilerde verimli olması nedeni ile toz tutucu olarak siklon filtre kullanılması öngörülmüştür. 22.5000 m³/h' lik hava debisi için ürün katalogları incelendiğinde siklon filtrelerin basınç kaybı değerlerinin 900 ila 1100 Pa arasında değiştiği görülmüştür. Toplam basınç kaybı hesaplamasında siklon filtre için basınç kaybı değeri 1000 Pa ve akrobat kol için 800 Pa olarak alındığı takdirde;

$$\Delta P_{toplam} = 726 Pa + 1800 Pa = 2526 Pa$$

Herhangi bir üretici katalogundan 22.500 m³/h debi ve 2600 Pa basınç için fan seçimi yapılabilir.

A Kodlu İşyeri Yaklaşık Maliyet Hesabı

Yaklaşık maliyet, Çevre ve Şehircili Bakanlığı 2014 yılı İnşaat ve Tesisat Birim Fiyatları esas alınarak hesaplanmıştır.

Tablo 35.' de belirtilen, 191.204 poz numaralı "kurum, kül, toz tutucu (multisiklon)" ÇŞB 2014 yılı İnşaat ve Tesisat Birim Fiyatlarında bulunmamaktadır. Bu nedenle söz konusu ekipman ÇŞB 2013 yılı İnşaat ve Tesisat Birim Fiyatları'ndaki poz numarası ve TÜİK tarafından açıklanan yıllık % 7,4 enflasyon oranı ile düzeltilen birim fiyatı ile hesaplamalara eklenmiştir.

Tablo 35. ve **Tablo 36.**' da kanal metraжі ve sistem yaklaşık maliyetleri görülmektedir.

Tablo 35. A Kodlu İşyeri Havalandırma Kanal Metrajı

<i>Kanal No.</i>	<i>L (m)</i>	<i>D (mm)</i>	<i>A(m2)</i>
1	2	Ø160	1,00
2	2,9	Ø200	1,82
3	3	Ø250	2,36
4	3,8	Ø315	3,76
5	5,9	Ø400	7,41
6	1,8	Ø160	0,90
7	1,5	Ø200	0,94
8	2,8	Ø160	1,41
9	3,5	Ø200	2,20
10	2,5	Ø250	1,96
11	1,5	Ø315	1,48
12	4,3	Ø500	6,75
13	4	Ø500	6,28
14	7,6	Ø500	11,93
15	2,8	Ø500	4,40
16	8,25	Ø160	4,14
17	8,5	Ø200	5,34
18	4	Ø630	7,91

Tablo 36. A Kodlu İşyeri Lokal Egzoz Havalandırma Sistemi yaklaşık maliyet tablosu

Poz No.	Açıklama	Birim	Birim Fiyat	Kanal No	Adet/Alan	Maliyet
261.251	Ø 160 mm e kadar 0,50 mm galvanizli sacdan kenetli spiral yoluyla, galvanizli sacdan silindirik hava kanalı yapılması	m ²	67,5	1, 6, 8, 16	7,46	503,55
261.252	Ø 315 mm e kadar 0,60 mm galvanizli sacdan kenetli spiral yoluyla, galvanizli sacdan silindirik hava kanalı yapılması	m ²	70,5	2, 3, 4, 7, 9, 10, 11, 17	19,86	1.400,13
261.253	Ø 800 mm e kadar 0,80 mm galvanizli sacdan kenetli spiral yoluyla, galvanizli sacdan silindirik hava kanalı yapılması	m ²	75,0	5, 12, 13, 14, 15, 18	44,68	3.351
251.512	Radyal vantilatör/aspiratör 1350 paskal 25000 m3/h	Ad.	4.455,0	-	1	4.455,00
191.204	Kurum, kül, toz tutucu (multisiklon) 20500-25000m3/h	Ad.	12.870,45	-	1	12.870,45
ÖZEL	Akrobat emiş kolu	Ad.	793,5	-	15	11.902,5
						34.482,63

A kodlu işyeri için tasarlanan yerel tahliye havalandırma sisteminin yaklaşık maliyeti **Tablo 36.**' de görüldüğü üzere 34.482,63 TL olarak bulunmuştur. Bu tutar öngörülemeyen maliyetlerin de yansıtılabilmesi amacı ile **%10** oranında arttırılacaktır. Bu durumda sistemin toplam maliyeti **37.930,90** TL olarak bulunacaktır.

İşyerlerinin tezgâh ve makine sayılarına, dolayısıyla üretim kapasiteleri ve bununla doğru orantılı ortaya çıkacak havalandırma cihaz kapasitelerine (debi, basınç kaybı) göre oluşacak sistem maliyetlerinin, talaşlı imalat ve kaynak işlerinin gerçekleştirildiği ve taze havanın doğal havalandırma ile sağlanabileceği küçük ölçekli işletmeler için ağır mali yükler oluşturmayacağı düşünülebilir.

Taze Hava Temini

Bu çalışmada sadece yerel tahliye sistemi tasarımı gerçekleştirilmiş olup, taze hava temini için tasarım gerçekleştirilmemiştir. Ancak, dış hava miktarı tayin edilerek benzer hesaplama yöntemleri ile tasarım gerçekleştirilebilir.

Mahaldeki taze hava debisinin belirlenmesinde;

- Ortam havasının kirlilik durumu
- Dış havanın fiziki durumu
- Ortam havasının sıcaklığı
- Ortam havasının nemliliği
- Mahalin kullanım amacı
- Ortam havasına yapılan gaz katkıları
- Ortamda bulunan kişilerin özellikleri

gibi hususlar göz önünde bulundurulur [43].

Tasarım yapılan işyeri için saatlik mahal hava değişim sayısına göre dış hava miktarı tayin edilebilir. Hava değişim sayısı, ortam hacmi kadar dış hava hacminin ortamda bulunan hava ile değiştirilerek ortam havasının yenilenmesidir. Saatteki yenileme miktarı ise saatlik hava değişim sayısı olarak ifade edilir. Bu durumda;

$$\dot{V}_{\dot{u}} = L \cdot V_m \quad (12)$$

Burada;

$\dot{V}_{\dot{u}}$: Mahal üfleme hava debisi (m³/h)

L : Hava değişim sayısı (1/h)

V_m : Mahal toplam hacmi olmak üzere (m^3),

İşyerinin toplam alanı $525 m^2$ ve yüksekliği 4 m olduğuna göre mahal toplam hacmi $2100 m^3$ olacaktır.

Kirletici bulunan atölyeler için saatlik hava değişim sayısı 6 ila 12 arasındadır. Teorik olarak düşünülürse, A işyeri için saatlik hava değişim sayısı 10 seçildiği durumda mahal üfleme hava debisi $21.000 m^3/h$ olacaktır. Söz konusu yüksek hava debisinde taze hava tedariği yapılacağı durumda, ortam konfor şartlarının sağlanması için kullanılacak ekipmanın yüksek enerji yükü oluşturacak olması nedeni ile ısı geri kazanım cihazı kullanılması gibi enerji maliyetini düşürecek tedbirler alınması gerekecek, ilk yatırım maliyeti önemli ölçüde yükselecektir.

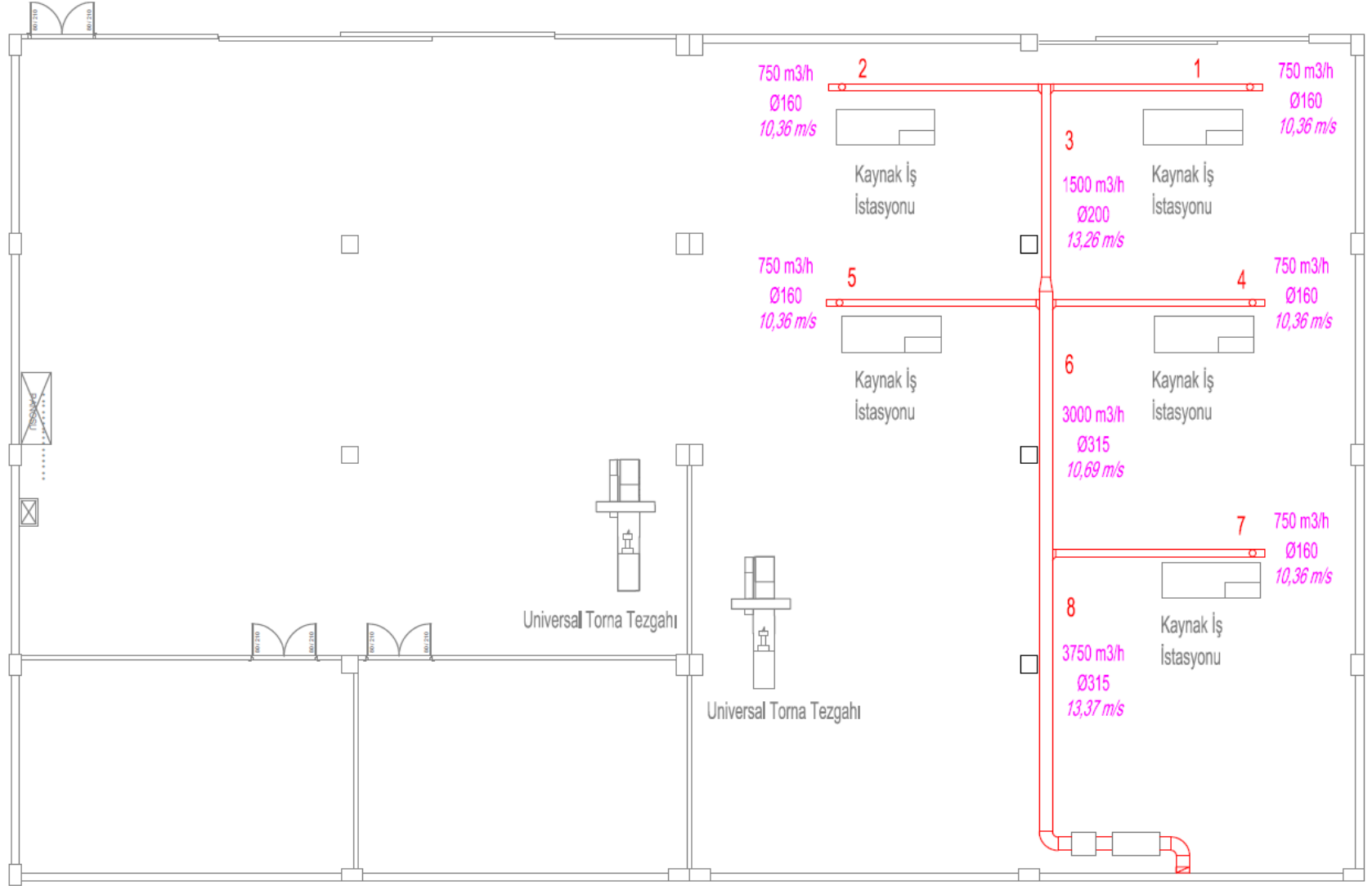
İşyerinde, $22.500 m^3/h$ ' lik tahliye ve $21.000 m^3/h$ ' lik hava tedarik debilerinde negatif basınç oluşacak, bu sayede kirleticilerin işyeri içinde bulunan diğer bölümlere ulaşması engellenecektir.

C Kodlu İşyeri Endüstriyel Havalandırma Sistemi Tasarımı

Söz konusu işyerinin örnek yerel tahliye havalandırma sistemi tasarımı için seçilmesinde göz önünde bulundurulan kriterler kaynak iş istasyonlarının sayısı ve çeşitliliğidir.

Bireysel ağır metal maruziyet analiz sonuçlarına göre C kodlu işyerinde maruziyet sınır değerleri aşılmamıştır. Ancak ölçüm yapılan iş istasyonları içerisinde maruziyet değerlerinin en yüksek olduğu belirlenen işyeri C kodlu işyeridir.

C kodlu işyeri ile ilgili lokal egzoz havalandırma sistemi tasarım hesaplarına ayrıntılı bir biçimde yer verilmemiş, bunu yerine bütün hesaplamalar tablolar şeklinde sunulmuştur.



Şekil 27. C Kodlu İşyeri İçin Tasarlanan Havalandırma Sistemi

C kdolu işyeri için tasarlanan lokal egzoz havalandırma sistemine ait kanal boyut hesapları **Tablo 37.** ' de görülmektedir.

Tablo 37. C Kodlu İşyeri Kanal Boyut Hesabı

Kanal Parça No	Debi m ³ /h	Debi m ³ /s	Hız m/s	Kanal Kesit Alan m ²	Çap mm
1, 2, 4, 5, 7	750	0,21	10,36	0,020106	160
3	1500	0,42	13,26	0,031416	200
6	3000	0,83	10,69	0,077931	315
8	3750	1,04	13,37	0,077931	315

C kdolu işyeri için tasarlanan lokal egzoz havalandırma sistemine ait düz kanal kayıp hesapları **Tablo 38.** ' de görülmektedir.

Tablo 38. C Kodlu İşyeri Düz Kanal Kayıpları

No	R Pa/m	L m	RxL Pa
1	8	5,00	40,00
3	6	4,90	29,40
6	3,8	6,20	23,56
8	3,8	7,00	26,60
$\Sigma R \times L$			119,56

C kdolu işyeri için tasarlanan lokal egzoz havalandırma sistemine yerel direnç kayıp hesapları **Tablo 39.** ' de görülmektedir.

Tablo 39. C Kodlu İşyeri Yerel Direnç Kayıpları

Parça No.	ξ	Z Pa	Açıklama
1	1,4	9,01	Keskin Ayrılma
3	0,4	4,22	Genişleme
8	0,24	2,57	Yön Değiştirme
$\Sigma Z:$		15,81	

Bu durumda, sistemdeki toplam basınç kaybı şu şekilde ifade edilecektir:

$$\Delta P_{toplam} = \Delta P_{statik} + \Delta P_{dinamik} = \sum (l.R + Z) + P_{Ek}.$$

$$\Delta P_{statik} = \sum (l.R) = 119,56 Pa$$

$$\Delta P_{dinamik} = \sum Z = 15,81 Pa$$

$$\Delta P_{statik} + \Delta P_{dinamik} = 135,37 Pa$$

Öngörülemeyen imalat hatalarına tedbir olarak bulunan statik ve dinamik basınç kayıplarının toplamının % 10 oranında artırılması uygun olacaktır. Bu durumda;

$$\Delta P_{statik} + \Delta P_{dinamik} = 135,37 Pa \cdot 1,1 = 148,9 Pa$$

Kaynak dumanı için kartuşlu jet-pulse filtre kullanıldığı farz edildiği ve söz konusu ürün için kataloglar incelendiğinde 2500 Pa basınç kaybı olduğu görülmüştür. Kritik devredeki akrobat kol için 400 Pa basınç kaybı öngörüldüğü durumda toplamda;

$$\Delta P_{toplam} = 148,9 Pa + 2900 Pa = 3.048,9 Pa$$

Hehangi bir üretici katalogundan 3.750 m³/h debi ve 3.050 Pa basınç kaybı için fan seçimi gerçekleştirilebilir.

C Kodlu İşyeri Yaklaşık Maliyet Hesabı

Yaklaşık maliyet, Çevre ve Şehircili Bakanlığı 2014 yılı İnşaat ve Tesisat Birim Fiyatları esas alınarak hesaplanmıştır.

Tablo 41.' de özel birim fiyat olarak belirtilen Jet-Pulse kartuşlu filtre ÇŞB 2014 yılı İnşaat ve Tesisat Birim Fiyatlarında bulunmamaktadır. Bu nedenle ürün için üretici firmadan teklif istenmiştir.

Tablo 40. ve **Tablo 41.**' de kanal metrajı ve sistem yaklaşık maliyetleri görülmektedir.

Tablo 40. C Kodlu İşyeri Havalandırma Kanal Metrajı

Kanal No.	L (m)	D (mm)	A(m2)
1, 2, 4, 5, 7	5	Ø160	12,6
3	4,9	Ø200	3,1
6	6,15	Ø315	6,1
8	7	Ø315	6,9

Tablo 41. C Kodlu İşyeri Lokal Egzoz Havalandırma Sistemi yaklaşık maliyet tablosu

Poz No.	Açıklama	Birim	Birim Fiyat	Kanal No	Adet/Alan	Maliyet
261.251	Ø 160 mm e kadar 0,50 mm galvanizli sacdan kenetli spiral yoluyla, galvanizli sacdan silindirik hava kanalı yapılması	m ²	67,5	1, 2, 4, 5, 7	12,6	874,8
261.252	Ø 315 mm e kadar 0,60 mm galvanizli sacdan kenetli spiral yoluyla, galvanizli sacdan silindirik hava kanalı yapılması	m ²	70,5	3, 6, 8	16,1	216,9
ÖZEL	Jet-pulse kartuşlu filtre ünitesi ve radyal fan	Ad.	16.102,5	-	1	16.102,5
ÖZEL	Akrobat emiş kolu	Ad.	793,5	-	5	3.967,5
						21.161,70

C kodlu işyeri için tasarlanan yerel tahliye havalandırma sisteminin yaklaşık maliyeti **Tablo 41.**' de görüldüğü üzere 21.161,7 TL olarak bulunmuştur. Bu tutar öngörülemeyen maliyetlerin de yansıtılabilmesi amacı ile **%10** oranında arttırılacaktır. Bu durumda sistemin toplam maliyeti **23.277,87** TL olarak bulunacaktır.

Lokal Egzoz Havalandırma Sistemleri Fayda Maliyet İncelemesi

Meslek hastalıklarının işletmelerin mali durumları üzerinde doğrudan veya dolaylı ciddi etkileri olabilmektedir.

Meslek hastalıklarının işverenlere doğrudan mali etkileri şu şekilde sıralanabilir:

- Sosyal güvenlik ödemeleri
- Tazminatlar
- Üretim üzerindeki olumsuz etki
- Eğitim ve idari harcamaların yükselmesi,

Burada SGK tarafından işverene rücu ettirilecek masraf ve maddi tazminat davaları sonucunda yapılacak ödemeler ağır mali yükler oluşturmaktadır.

Bu maliyetlerle birlikte, bu tez çalışmasında incelenen işyerleri göz önünde bulundurulduğunda dolaylı maliyetler şu şekildedir:

- Meslek hastalığına yakalanan kaynakçı/tezgâh operatörünün yerine çalışan istihdam edilmesi;
- İstihdam edilen yeni kaynakçı/tezgâh operatörünün eğitilmesi;
- Yeni çalışanın asıl çalışan seviyesinde üretim yapabilmesi için geçecek sürede gerçekleşen üretim düşüşü;
- Zorunlu soruşturmalar, rapor hazırlanması vb. işler için ayrılan zaman;
- İş ilişkilerinin olumsuz etkilenmesi;
- Firmanın saygınlık ve itibarının zedelenmesi

Mevzuata göre bir hastalık veya özür halinin meslek hastalığı sayılabilmesi için sigortalı olunması, hastalık veya özürün yürütülen işin sonucu olarak ortaya çıkması, sigortalının hastalanması veya bedence veya ruhça bir özre uğraması, hastalığın Çalışma Gücü ve Meslekte Kazanma Gücü Kaybı Oranı Tespit İşlemleri Yönetmeliğinde yer alması ve belirtilen süre içinde meydana çıkması, hastalığın hekim raporu ile tespit edilmesi unsurlarının bir arada gerçekleşmesi gerekmektedir.

5510 sayılı Kanununun 16' ncı maddesinin birinci fıkrasında iş kazası ve meslek hastalığı hallerinde sigortalılara sağlanan haklar;

- a- Sigortalıya geçici iş göremezlik süresince günlük geçici iş göremezlik ödeneğinin verilmesi,
- b- Sigortalıya sürekli iş göremezlik geliri bağlanması,
- c- İş kazası ve meslek hastalığı sonucu ölen sigortalının hak sahiplerine gelir bağlanması,
- ç- Gelir bağlanmış olan kız çocuklarına evlenme ödeneği verilmesi,
- d- İş kazası ve meslek hastalığı sonucu ölen sigortalı için cenaze ödeneği verilmesi, olarak belirtilmiştir.

Sosyal Güvenlik Kurumu, iş kazası veya meslek hastalığı sonucu belirli oranda sürekli iş göremez duruma gelen sigortalıya, 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu hükümleri gereği, sürekli iş göremezlik geliri bağlamaktadır. İş kazası veya meslek hastalığı, işverenin kastı veya sigortalıların sağlığını koruma ve iş sağlığı ve güvenliği mevzuatına aykırı bir hareketi sonucu meydana gelmişse, Kurumca sigortalıya veya hak

sahiplerine 5510 sayılı Kanununun 21' inci maddesinde belirtildiği üzere yapılan veya ileride yapılması gereken ödemeler ile bağlanan gelirin başladığı tarihteki ilk **peşin sermaye değeri** toplamı, sigortalı veya hak sahiplerinin işverenden isteyebilecekleri tutarlarla sınırlı olmak üzere **işverene** ödettirilmektedir.

Söz konusu tutar, işverenin iş sağlığı ve güvenliği mevzuat hükümlerine aykırı eylemlerinin **kusur derecesi** ağırlığında, Türk Borçlar Kanunu hükümlerine göre rücu edilmektedir. Ancak meslek hastalığının işyeri çalışma ortamı koşullarından ileri gelmesi nedeni ile işveren doğrudan doğruya sorumlu tutulmaktadır [44].

Peşin Sermaye Değeri (PSD)

Peşin sermaye değeri, SGK tarafından sigortalıya gelecekte ödenecek gelirlerin gelire girme tarihi itibari ile peşin değerini ifade etmektedir. Bu tutar gelecekte ödenecek gelirlerin, yaş, kesilme ihtimali ve SGK tarafından belirlenecek iskonto oranı dikkate alınarak farazi bir hesaplama yöntemiyle belirlenmektedir. Peşin sermaye değeri, sigortalı veya hak sahibinin yıllık gelirinin gelir başlangıç tarihindeki yaşı karşısında gösterilen peşin sermaye değeri tablosundaki değerle çarpımı sonucu bulunan rakamın 100' e bölünmesi suretiyle hesaplanmaktadır.

Bu durumda;

$$PSD = (\text{Aylık Gelir Tutarı} \times 12 \times \text{peşin sermaye değeri tablosundaki değer}) / 100$$

5510 sayılı Kanununun 19 uncu maddesinde “İş kazası veya meslek hastalığı sonucu oluşan hastalık ve özürlülük nedeniyle Kurumca yetkilendirilen sağlık hizmeti sunucularının sağlık kurulları tarafından verilen raporlara istinaden Kurum Sağlık Kurulunca meslekte kazanma gücü en az % 10 oranında azalmış bulunduğu tespit edilen sigortalı, sürekli iş göremezlik gelirin hak kazanır” hükmü bulunmaktadır. Ayrıca, 5510 sayılı Kanununun 4 üncü maddesinin birinci fıkrasının (a) ve (b) bentleri kapsamındaki sigortalılar için çalışma gücünün veya iş kazası veya meslek hastalığı sonucu meslekte kazanma gücünün en az % 60' ını kaybettiği Kurum Sağlık Kurulunca tespit edilen sigortalı malul sayılmaktadır.

Farazi olarak; söz konusu işyerinde çalışan sigortalının 20 yaşında söz konusu işyerinde çalışmaya başladığı ve **50 yaşında** meslek hastalığına yakalandığının tespit edildiği, **meslekte kazanma gücü kaybının % 40 olduğu** ve **meslekte kazanma gücü kaybının %**

80 olduğu iki durum için SGK tarafından işverenden rücu tazmin edilecek PSD tutarları hesaplanacaktır.

Birinci durum için;

a) Sosyal Güvenlik Kurumu Başkanlığı Emeklilik Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün 2012/32 sayılı genelgesinin Ek - 41/e' sinde belirtilen tablodan 50 yaş için 1.601,19 TL olduğu göz önünde bulundurularak;

b) Çalışana bağlanan **sürekli iş göremezlik** gelirinin;

- Çalışanın asgari ücret aldığı varsayıldığında;

Günlük Kazanç (GK Temmuz 2014 itibari ile) : 37,8 TL

5510 sayılı Kanununun 19. Maddesi gereği aylık kazancın % 70'i oranında gelir bağlanmaktadır;

Aylık Gelir Tutarı: GK x 21 x SİD = 37,8 x (30 x 0,7) x 0,4 = 317, 52 TL

Bu durumda PSD;

$$PSD = (317,52 \times 12 \times 1.601,19)/100 = \mathbf{61.009,19 \text{ TL}}$$

Olacaktır.

İkinci durum için;

a) Sosyal Güvenlik Kurumu Başkanlığı Emeklilik Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün 2012/32 sayılı genelgesinin Ek - 41/e' sinde belirtilen tablodan 50 yaş için 1.601,19 TL olduğu göz önünde bulundurularak;

b) Çalışana bağlanan **sürekli iş göremezlik** gelirinin;

- Çalışanın asgari ücret aldığı varsayıldığında;

Günlük Kazanç (GK Temmuz 2014 itibari ile) : 37,8 TL

5510 sayılı Kanununun 19. Maddesi gereği aylık kazancın % 70'i oranında gelir bağlanmaktadır;

Aylık Gelir Tutarı: GK x 21 x SİD = 37,8 x (30 x 0,7) x 0,8 = 635,04 TL

Bu durumda PSD;

$$PSD = (317,52 \times 12 \times 1.601,19)/100 = \mathbf{122.018,4 \text{ TL}}$$

Olacaktır.

Burada söz konusu iki durum için SGK tarafından işverenden rücu tazmin edilecek tutar hesaplanmıştır, işveren ayrıca **tedavi masrafları** ile çalışan tarafından açılan olası **maddi ve manevi tazminat davası** sonucu belirlenen tutarı da ödemek zorunda kalacaktır.

Maddi ve Manevi Tazminatlar

6098 sayılı Türk Borçlar Kanunu'nun 417' nci maddesinin ikinci fıkrasında “İşveren, işyerinde iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması için gerekli her türlü önlemi almak, araç ve gereçleri noksansız bulundurmak; işçiler de iş sağlığı ve güvenliği konusunda alınan her türlü önleme uymakla yükümlüdür.” hükmü bulunmaktadır.

Sigortalı, iş kazası veya meslek hastalığı sonucu sürekli iş göremez durumuna düşmüşse, 6098 sayılı TBK hükümlerine göre açacağı maddi tazminat davası ile bedensel zararının giderilmesini isteyebilecektir. TBK' nun 49 uncu Maddesine göre “ Kusurlu veya hukuka aykırı fiille başkasına zarar veren, bu zararı gidermekle yükümlüdür” [45].

Yine TBK' nun 54 üncü maddesine göre bedensel zararlar; “Tedavi giderleri, kazanç kaybı, çalışma gücünün azalmasından ya da yitirilmesinden doğan kayıplar, ekonomik geleceğin sarsılmasından doğan kayıplar” olarak sayılmıştır [45].

Yargıtay'ın oturmuş içtihadına göre beden gücü eksilen kişilerin kazançlarında bir azalma olmasa bile aynı kazancı elde ederken aynı işi yapanlara göre daha fazla efor sarf edeceğinden güç kaybı tazminatı isteme hakları vardır.

Yargıtay 9. H.D. 'nin 26.9.1994 tarih ve E.1994/7912, K.1994/12639 sayılı kararına göre çalışanın, iş kazası veya meslek hastalığı sonucu ölüm ya da meslekte kazanma gücünü kısmen veya tamamen kaybetmesi nedeniyle açılan tazminat davalarında hâkim, kural olarak, zarar ve tazminat hesabına ilişkin tüm verileri belirlemek zorundadır. Bu nedenle, ölen veya cismani zarara uğrayan çalışanın net geliri, yaşam ve çalışma süresi, sürekli iş göremezlik derecesi, karşılık kusur oranı, davacıların sosyal durumları, destek süresi ve payları, eşin evlenme olasılığı ve Sosyal Güvenlik Kurumu'nca yapılan yardımların miktarı gibi hususlar tam ve eksiksiz olarak belirlendikten sonra bilirkişi tarafından hesaplamalar yapılmaktadır.

Bu tez çalışmasında önerilen iki farklı senaryo için maddi tazminat hesabı yapılmıştır;

Birinci durum için:

Çalışanın doğum tarihi: 01.01.1964

Meslek Hastalığı Tespit Tarihi: 01.01.2014

Yaşı: 50 Bakiye Ömrü: 21 (PMF yaşam tablosuna göre)

Sürekli iş göremezlik başlangıç tarihi: 01.01.2014

SİD: % 40

1- Meslek hastalığı vakalarının işyeri ortamından kaynaklanması sebebiyle söz konusu çalışanın kusuru bulunmamakta olup bu nedenle herhangi bir kusur indirimi yapılmayacaktır.

2- SGK Gelir Bağlama kararına göre tespit edildiği farz edilen, çalışanın sürekli iş göremezlik tarihinden bakiye ömür süresince hesap yapılmıştır.

3- Hesaplarda kolaylık sağlanması amacı ile söz konusu tazminat davasının yine 01.01.2014 tarihi itibari ile açıldığı varsayılarak bilinen dönem gelir hesabı yapılmamış, bilinmeyen dönem ve pasif dönem hesapları yapılmıştır.

4- Çalışanın olay tarihinde asgari ücretli çalıştığı varsayılarak cari asgari ücretler tazminat hesabına esas alınmıştır. Son ücret 01.01.2014 tarihinden itibaren %10 oranında arttırılmıştır.

5- Dönem zararları toplamı sürekli iş göremezlik derecesi ile çarpılarak maddi zarar belirlenmiştir.

6- Yargıtay 21. H.D. 23.6.2008 tarih ve E.2008/3536, K.2008/9673 sayılı emsal kararına göre pasif dönem zararı hesaplanırken SGK' ca sigortalılara bağlanacak yaşlılık aylığının esas alınmayacağı, pasif dönemde ücretin asgari ücret olduğu kabul edilerek hesaplama yapılması gerektiği belirtilmektedir. Bu nedenle pasif dönem zararı, yürürlükteki asgari ücretin % 10 artışlarla baliğ olacağı tutar bulunarak, bu tutarın emeklilik dönemi boyunca %10 oranında arttırılıp aynı oranda iskonto edilmesi suretiyle hesaplanmıştır.

7- Meslek hastalığı sonucu meslekte kazanma gücünün en az % 10 azalmış bulunduğu Kurumca tespit edilen sigortalı sürekli iş göremezlik gelirin hak kazanmış bulunup çalışana **61.009,19** TL peşin değerli gelir ödendiği varsayılmış, bu tutar hesaplanan maddi tazminattan tenzil edilmiştir.

Bilinmeyen Dönem (İskontolu) Gelir

DÖNEMİ	GÜN SAYISI	BRÜT GÜNLÜK	NET GÜNLÜK	NET YILLIK	KAT SAYI	İSKONTOLU GELİR
01.01.2014 - 31.12.2014	365	37,80	30,24	11.037,60	0,91	10.044,22
01.01.2015 - 31.12.2015	365	41,58	33,26	12.141,36	0,83	10.077,33
01.01.2016 - 31.12.2016	366	45,74	36,59	13.392,09	0,75	10.044,06
01.01.2017 - 31.12.2017	365	50,31	40,25	14.691,05	0,68	9.989,91
01.01.2018 - 31.12.2018	365	55,34	44,27	16.160,15	0,56	9.049,68
01.01.2019 - 31.12.2019	365	60,88	48,70	17.776,17	0,51	9.065,84
01.01.2020 - 31.12.2020	366	66,97	53,57	19.607,35	0,47	9.215,46
01.01.2021 - 31.12.2021	365	73,66	58,93	21.509,16	0,42	9.033,85
01.01.2022 - 31.12.2022	365	81,03	64,82	23.660,08	0,39	9.227,43
01.01.2023 - 31.12.2023	365	89,13	71,30	26.026,08	0,35	9.109,13
01.01.2024 - 31.12.2024	366	98,04	78,43	28.707,13	0,32	9.186,28
01.01.2025 - 31.12.2025	365	107,85	86,28	31.491,56	0,29	9.132,55
01.01.2026 - 31.12.2026	365	118,63	94,91	34.640,72	0,26	9.006,59
01.01.2027 - 31.12.2027	365	130,50	104,40	38.104,79	0,24	9.145,15
01.01.2028 - 01.05.2028	122	143,55	114,84	14.010,03	0,22	3.082,21
						134.409,69

Pasif Dönem (İskontolu) Gelir

DÖNEMİ	GÜN SAYISI	BRÜT GÜNLÜK	NET GÜNLÜK	NET YILLIK	KAT SAYI	İSKONTOLU GELİR
02.05.2028 - 31.12.2028	244	157,90	126,32	30.822,08	0,20	6.164,42
01.01.2029 - 31.12.2029	365	173,69	138,95	50.717,47	0,18	9.129,15
01.01.2030 - 31.12.2030	365	191,06	152,85	55.789,22	0,16	8.926,28
01.01.2031 - 31.12.2031	365	210,16	168,13	61.368,14	0,15	9.205,22
01.01.2032 - 31.12.2032	366	231,18	184,95	67.689,90	0,14	9.476,59
01.01.2033 - 31.12.2033	365	254,30	203,44	74.255,45	0,12	8.910,65
01.01.2034 - 01.05.2034	121	279,73	223,78	27.077,81	0,11	2.978,56
						54.790,86

Fiili Çalışma Devresi

01.01.2014 – 01.05.2028 tarihleri arası iskontolu gelir : 134.409,69

02.05.2028 – 01.05.2034 tarihleri arası iskontolu yaşlılık geliri: 54.790,86

189.200,55 TL

%40 oranında SİD: $189.200,55 \times 0,4 = 75.680,22$ TL

SGK PSD Tenzili: $75.680,22$ TL – $61.009,19$ TL = **14.671,03** TL

Birinci durumda işveren SGK'ya ödeyeceği 61.009,19 TL tutarlı peşin sermaye değeri yanında meslek hastalığına tutulan çalışana da 14.671,03 TL tutarında maddi tazminat ödemek durumunda kalacaktır.

İkinci Durum İçin;

İkinci durum için de hesaplamalar aynı şekilde yapılacaktır. Ancak sürekli iş göremezlik derecesi % 80 olduğu için;

%80 oranında SİD: $189.200,55 \times 0,8 = 151.360,44$ TL

SGK PSD Tenzili: $151.360,44$ TL - $122.018,4$ TL = **29.342,04** TL

İkinci durumda işveren SGK'ya ödeyeceği 122.018,4 TL tutarlı PSD yanında meslek hastalığına tutulan çalışana da 29.342,04 TL tutarında maddi tazminat ödemek durumunda kalacaktır.

Bu tez çalışmasında hesaplanan maddi tazminat tutarları yanında meslek hastalığı sonucu geçici veya sürekli iş göremez duruma gelen çalışan TBK'nun 56 ncı maddesinde belirtildiği üzere manevi tazminat da isteyebilir.

Bu bölümde açıklanan durum tablo halinde sunulursa;

	Varsayım	(PSD+ Tazminatlar)	Talaşlı imalat havalandırma sist. Maliyeti	Kaynak iş ist. havalandırma sist. Maliyeti
1	% 40 SİD	75.680,22	37.930,90	23.277,87
2	% 80 SİD	151.360,44		

Bu tez çalışmasında, talaşlı imalat ve kaynak işlerinin yapıldığı iki farklı işyeri için ayrı ayrı tasarlanan lokal egzoz havlandırma sistemlerinin maliyetlerinin hesaplanmasında A işyeri için (15 talaşlı imalat iş istasyonu) 37.930,90 TL, C işyeri için (5 kaynak iş istasyonu) 23.277,87 TL olduğu göz önünde bulundurulduğunda, lokal egzoz havlandırma sistemlerinin ilk yatırım maliyetlerinin olası meslek hastalığı vakalarında ortaya çıkacak görünür maliyetlerden **en az iki kata kadar** daha düşük olduğu görülmektedir.

H.W. Heinrich tarafından geliştirilen İSG kaynaklı maddi kayıplar ile ilgili maliyet modelinde görünmez maliyetlerin görünür maliyetlere göre **4,75 kat** daha yüksek olduğu belirtilmektedir [46]. Bu tez çalışmasında görünür maliyet olarak hesaplanan, SGK tarafından rücu tazmin edilecek PSD tutarları ve maddi tazminat tutarlarının ise tek başına işverene

ağır mali yük oluşturduğu ve görünmez maliyetler de göz önüne alındığında lokal egzoz havalandırma sistemi ilk yatırım maliyetlerinin işveren için “**katlanılabilir**” bir gider olacağı açıkça görülmektedir.

SONUÇLAR

Talaşlı imalat ve kaynak işlerinin yapıldığı 8 işyerinde Fe, Ni, Cr, Mn ve Al elementlerini kapsayan bireysel ağır metal maruziyet ölçüm ve analizleri ve lokal egzoz havalandırma sistemi tasarım ve hesaplamaları neticesinde bulunan sonuçlar ve öneriler aşağıda verilmiştir:

- Gerçekleştirilen ölçümler sonucunda söz konusu ağır metal maruziyetlerinin referans sınır değerleri aşmadığı görülmüştür.
 - Talaşlı imalat ve kaynak işyerlerinde solunum sistemini etkileyecek etkenler sadece ağır metallerle sınırlı değildir, sektörde kullanılacak havalandırma sistemlerinin ve söz konusu sistemlerin özelliklerinin belirlenmesinde diğer faktörlerin de dikkate alınması ve ilgili ortam ve kişisel maruziyet ölçümlerinin yapılması gereklidir.
- MIG/MAG kaynak yönteminin kullanıldığı iş istasyonlarında lokal egzoz havalandırma sisteminin bulunmadığı durumda ölçümü gerçekleştirilen ağır metal maruziyet değerlerinin referans sınır değerleri aşmasa da oldukça yüksek olduğu gözlenmiştir.
 - Kaynak işlerinde lokal egzoz havalandırma sisteminin bulunmadığı veya yapılan işin doğası gereği kullanılmasının mümkün olmadığı durumlarda uygun solunum koruyucular kullanılmalıdır.
- Endüstriyel havalandırma uygulamalarında kirleticilerin taşınabilmesi için öngörülen asgari taşıma hızlarının dikkate alınması gerekmektedir.
 - Asgari taşıma hızlarının sağlanabilmesi amacı ile sistem tasarımı yapılırken **sabit hız** yöntemi kullanılmalıdır.
- Endüstriyel havalandırma sistemleri kullanılan işyerlerinde atık hava ile birlikte büyük miktarda ısı da ortamdan uzaklaştırılmaktadır.

- Enerji tasarrufu sağlanması için ısı geri kazanım ya da atık havanın çalışma ortamına verilebilecek düzeyde temizlendiği durumlarda karışım havalı sistemler kullanılmalıdır.
- Yapılan fayda maliyet incelemesi sonucunda lokal egzoz havalandırma sistemlerinin ilk yatırım maliyetlerinin, olası meslek hastalıklığı vakalarından doğan SGK tarafından rücu tazmin edilecek peşin sermaye değeri ve olası tazminat davaları sonucu işveren tarafından karşılanacak doğrudan maliyetlerden en az 2 kata kadar daha düşük olduğu görülmüştür.
- İş kazaları ve meslek hastalıklarının önlenmesinde işverenin yasal sorumlulukları bulunmasının yanında vicdani ve iktisadi sorumlulukları da bulunmaktadır. İşverene, yürüttüğü işin ve çalışanlarının iktisadi geleceğini korumasının önemi ve olası iş kazası ve meslek hastalığı vakalarında uğrayacağı maddi zararın boyutları ile İş Sağlığı ve Güvenliğine yapacağı yatırımın yürüttüğü işin devamlılığını sağlaması açısından önemi açık şekilde anlatılmalıdır.
- Bu tez çalışmasında yapılan endüstriyel havalandırma sistemi tasarımı talaşlı imalat ve kaynak işleri yapılan işyerleri için örnek teşkil edebilir.
- Bu örnek esas alınarak planlanacak bir proje kapsamında gönüllü işyerlerine, uygun endüstriyel havalandırma sistemleri geliştirebilir ve maruziyet değerleri üzerindeki etkileri belirlenerek projenin başarısı ölçülebilir.

Mevzuat açısından değerlendirmek gerekirse;

- Konu ile ilgili referans sınır değerler farklılık göstermektedir. Mevzuatımızda ise söz konusu sınır değerlerin bir kısmının mevcut olmadığı, mevcut olanların ise uluslararası kuruluşlarca belirlenen maruziyet sınır değerlerine göre yüksek olduğu görülmüştür.
- Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmeliğe dayanak oluşturan Avrupa Parlamentosu ve Konsey Direktiflerinde, belirlenen maruziyet sınır değerlerinin “gösterge” sınır değerler olduğu belirtilmektedir. Avrupa Birliğine üye birçok ülkenin ilgili mevzuatında söz konusu gösterge sınır değerlerden daha düşük sınır değerler belirlendiği görülmüştür. Bu durumda, söz konusu yönetmelik, uluslararası referans sınır değerlerle karşılaştırmalı

olarak incelenmeli ve ülkemizin içinde bulunduğu teknolojik ve ekonomik şartlar da göz önünde bulundurularak güncellenmelidir.

- Referans sınır değeri belirleyen birden çok kuruluş bulunmaktadır. Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelikte uluslararası referans sınır değerlerin dikkate alınabileceği belirtilmiş ancak hangi referans sınır değerlerin esas alınacağı açıklanmamıştır. Mevzuat, tartışmaya yol açmayacak kesin hükümler içerecek şekilde düzenlenmelidir.
- Mevzuatta, Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmeliğin yedinci maddesinde “riski kaynağında önlemek üzere yeterli havalandırma sisteminin kurulması” ve “Tozla Mücadele Yönetmeliğinin” beşinci maddesinde “işyerinin çalışma şekline ve çalışanların yaptıkları işe göre yeterli temiz havanın sağlanması” gerektiği belirtilmekte olup havalandırmanın gerekliliği vurgulanmaktadır. Ancak “yeterli havalandırma” ya da “yeterli temiz hava”nın ne demek olduğunu teknik olarak tanımlanmamaktadır.
- İş Sağlığı ve Güvenliği multi-disipliner bir bilim olmakla birlikte söz konusu disiplinlerden biri de mühendislik bilimidir. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, sektörlere özgü havalandırma sistemleri tasarım özellikleri ile hesaplama metodlarını içeren uygulamaya yönelik rehberler yayımlamalıdır.
- İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelikte “Kapalı İşyerlerinin Havalandırılması” başlığı altında bulunan 16, 17 ve 18’inci maddelerde pasif havalandırma, suni havalandırma, cebri havalandırma, mekanik havalandırma vb. tanımların mühendislik terminolojisiyle uyumlu olmadığı görülmektedir.
- İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelikte geçen tanımlar mühendislik terminolojisi esas alınmak suretiyle güncellenmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] «http://www.ilo.org/safework/events/meetings/WCMS_204594/lang--en/index.htm».
- [2] M. BERK, B. ÖNAL ve R. GÜVEN, Meslek Hastalıkları Rehberi, Ankara: Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü (İSGGM), 2011.
- [3] ILO, «Meeting of Experts on the Revision of the List of Occupational Diseases (Recommendation No. 194)» Geneva, 2010.
- [4] P. GEHR ve J. HEYDER, Particle-Lung Interactions, CRC Press, 2000.
- [5] E. WIEBEL, Morphometry of the Human Lung, New York: Academic Press, 1963.
- [6] T. TOZLU, «Solunum Sisteminin Savunma Mekanizmaları».
- [7] A. ÇIMRIN, «Meslekle İlgili Solunum Sistemi Hastalıkları».
- [8] İ. AKKURT, «Mesleksel Hastalıklara Bağlı Solunum Sisteminde Zararlanma ve Maluliyet» *Turkiye Klinikleri J Thorax Dis*, 2004.
- [9] A. FISHMAN ve J. ELIAS, Fishman's Pulmonary Diseases and Disorders, NY: McGraw Hill, 2008.
- [10] H. J. McDermott, Air Monitoring for Toxic Exposures, John Wiley & Sons, 2004.
- [11] WHO/SDE/OEH/99.14, Hazard Prevention and Control in the Work Environment: Airborne Dust.
- [12] E. ÇEVİKLER, *TTK Üzülmez Müessesesi Ayak İşlerinde Solunabilir Toz Yoğunluklarının ve Kuvars İçeriklerinin Araştırılması*, Adana: Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2009.
- [13] Dusts, Fumes and Mists (MAK Value Documentation, 1999), Occupational Toxicants, Vol 12, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2012.
- [14] C. DAVIES, «Deposition of particles in the human lungs as a function of particle size and breathing pattern: an empirical model.» *Ann Occup Hyg*, no. 26, pp. 119-136, 1982.
- [15] J. Heyder, J. Gebhart, G. Rudolf ve W. Stahlhofen, «Physical factors determining particle deposition in the human respiratory tract.» *J Aerosol Sci*, no. 11, pp. 505-515, 1980.
- [16] M. LIPPMAN ve R. E. ALBERT, «The effect of particle size on the regional deposition of inhaled aerosols in the human respiratory tract.» *Am Ind Hyg Assoc J*, no. 30, pp. 257-

275, 1969.

- [17] P. SÜREN, «Zongulak Kent Merkezi Atmosferik Partikül Kirliliğinin PM2.5 ve PM10 Boyut Dağılımı Kaynak ve Metalik Kompozisyon Temelinde İncelenmesi» Balıkesir, 2007.
- [18] N. VURAL, Toksikoloji, Ankara: Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları No:57, 2005.
- [19] A. MİRİCİ ve Ü. TUTAR, «İnhale Edilen Partikülün Solunum Sistemindeki Serüveni,» *Türk Toraks Dergisi*, cilt 3, pp. 003-006, Nisan 2002.
- [20] «web.itu.edu.tr,».
- [21] M. P. Groover, *Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes and Systems*, John Wiley & Sons, 2010.
- [22] Türkiye'de Sanayiden Kaynaklanan Tehlikeli Atıkların Yönetiminin İyileştirilmesi - Metal Sektörü Rehber Dökümanı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü.
- [23] H. A. Youssef, . A. El-Hofy ve . H. Ahmed, *Manufacturing Technology: Materials, Processes, and Equipment*, CRC Press, 2012.
- [24] Kaynak Teknolojisi El Kitabı Cilt-1, MMO, 2004.
- [25] C. ŞİMŞEK, «Göğüs Hastalıkları; Kaynakçı Akciğeri».
- [26] World Health Organization - International Agency for Research on Cancer, IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Chromium Nickel and Welding, Lyon: IARC, 1990.
- [27] S. Erda ve Laurel Berman, «Occupational exposure environment, risk factors, and hazard awareness of metal sculptors and artist welders in the U.S.» *Journal of Environmental Health Research*, cilt 5, no. 1, 2006.
- [28] M. Linnainmaa, «Control of Exposure to Cobalt During Grinding of Hard Metal Blades».
- [29] «13.08.2013 tarih ve 28733 sayılı R.G.'de yayımlanan Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik».
- [30] «06.08.2013 tarihli ve 28730 sayılı R.G.'de yayımlanan Kanserojen ve Mutajen Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik».
- [31] «05.11.2013 tarih ve 28812 sayılı R.G. 'de yayımlanan Tozla Mücadele Yönetmeliği».

- [32] «25.01.2013 tarih ve 28539 sayılı R.G.' de yayımlanan Asbestle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik».
- [33] U. S. OSHA, «<https://www.osha.gov/dsg/annotated-pels/>».
- [34] Centers for Disease Control and Prevention, «<http://www.cdc.gov/niosh/>».
- [35] American Conference of Governmental Industrial Hygienists, *Industrial Ventilation, A Manual of Recommended Practice*, 1998.
- [36] R. W. Fox ve A. T. McDONALD, *Introduction to Fluid Mechanics*, John Wiley & Sons, Inc., 1994.
- [37] F. ÇİMEN, «Hava Kanalları,» *Türk Tesisat Mühendisleri Derneği Dergisi Temel Bilgiler, Tasarım ve Uygulama Eki*, no. 1, 2003.
- [38] ERDEMİR, *Ürün Kataloğu*, 2013.
- [39] «http://www.askaynak.com.tr/contents/268/20121130103925_as_mig_sg2.pdf».
- [40] «<http://www.safraspa.it/>».
- [41] DGUV.
- [42] D. KONDEJ ve E. GAVEDA, «Metals in Dust Fractions Emitted at Mechanical Workstations,» *International Journal of Occupational Safety and ergonomics (JOSE)*, cilt 18, no. 4, pp. 453-460, 2012.
- [43] H. DOĞAN, *Uygulamalı Havalandırma ve İklimlendirme Tekniği*, Ankara: Seçkin, 2013.
- [44] E. ÇOŞGUN, *Sosyal Güvenlik Kurumunda Peşin Sermaye Değeri Uygulamaları*.
- [45] M. BALCI, *İş Kazası veya Meslek Hastalığından Doğan Maddi ve Manevi Tazminat Davaları Uygulaması*, Ankara: Yetkin Yayınları, 2011.
- [46] İSGGM, «2010 İş Sağlığı ve Güvenliği Raporu».

TABLolar VE ŞEKİLLER LİSTESİ

TABLolar

Tablo 1. Mesleki ve maruziyet kaynaklı solunum sistemi hastalıkları	7
Tablo 2. Hava kirleticilerin boyut dağılımı ve özellikleri	9
Tablo 3. Talaşlı imalat ve kaynak işleri ile ilişkilendirilebilecek iş kolları ve çalışan sayıları.	13
Tablo 4. ACGIH tarafından önerilen asgari kanal tasarım hız aralıkları.	36
Tablo 5. Özel Direnç Katsayıları.....	43
Tablo 6. A kodlu işyerine ait bilgiler.	46
Tablo 7. St-37 ve St-52 düşük alaşım çeliklerinin kimyasal bileşimi (%)	47
Tablo 8. A kodlu işyerinde bireysel ağır metal maruziyet analiz sonuçları.	48
Tablo 9. B kodlu işyerine ait bilgiler.....	49
Tablo 10. AISI 304 paslanmaz çelik kimyasal bileşimi.	49
Tablo 11. B kodlu işyerinde bireysel ağır metal maruziyet analiz sonuçları.	50
Tablo 12. C kodlu işyerine ait bilgiler.....	51
Tablo 13. C kodlu işyerinde kullanılan kaynak telinin kimyasal analizi.	52
Tablo 14. C kodlu işyeri üniversal torna operatörü bireysel ağır metal maruziyet analiz sonuçları.	53
Tablo 15. C kodlu işyeri kaynakçı bireysel ağır metal maruziyet analiz sonuçları.	53
Tablo 16. D kodlu işyerine ait bilgiler.	53
Tablo 17. D kodlu işyeri üniversal torna operatörü bireysel ağır metal maruziyet analiz sonuçları.	54
Tablo 18. D kodlu işyeri kaynakçı bireysel ağır metal maruziyet analiz sonuçları.	55
Tablo 19. E kodlu işyerine ait bilgiler	55
Tablo 20. E kodlu işyeri bireysel ağır metal maruziyet analiz sonuçları	56
Tablo 21. F kodlu işyerine ait bilgiler	57
Tablo 22. Al-Cu Kaynak Teli EN ISO 18273/AWS A5.10 Kimyasal Bileşimi (%)	57
Tablo 23. F kodlu işyeri kaynakçı bireysel ağır metal maruziyet analiz sonuçları.	58
Tablo 24. G kodlu işyerine ait bilgiler	59
Tablo 25. G kodlu işyeri kaynakçı bireysel ağır metal maruziyet analiz sonuçları.	60
Tablo 26. H kodlu işyerine ait bilgiler	60
Tablo 27. H kodlu işyeri kaynakçı bireysel ağır metal maruziyet analiz sonuçları.	61
Tablo 28. Bireysel ağır metal maruziyet analizi gerçekleştirilen talaşlı imalat operasyonları.	62
Tablo 29. Bireysel ağır metal maruziyet analizi gerçekleştirilen kaynak operasyonları.....	62

Tablo 30. Ulusal ve Uluslararası Referans Sınır Değerler	63
Tablo 31. Farklı Ülke Mevzuatlarında Belirtilen Referans Sınır değerler.	64
Tablo 32. A Kodlu İşyeri Kanal Boyut Hesapları	74
Tablo 33. A Kodlu İşyeri Düz Kanal Kayıpları	77
Tablo 34. A Kodlu İşyeri Yerel Direnç Kayıpları.....	77
Tablo 35. A Kodlu İşyeri Havalandırma Kanal Metrajı.....	79
Tablo 36. A Kodlu İşyeri Lokal Egzoz Havalandırma Sistemi yaklaşık maliyet tablosu	79
Tablo 37. C Kodlu İşyeri Kanal Boyut Hesabı	83
Tablo 38. C Kodlu İşyeri Düz Kanal Kayıpları	83
Tablo 39. C Kodlu İşyeri Yerel Direnç Kayıpları	83
Tablo 40. C Kodlu İşyeri Havalandırma Kanal Metrajı.....	84
Tablo 41. C Kodlu İşyeri Lokal Egzoz Havalandırma Sistemi yaklaşık maliyet tablosu	85

ŞEKİLLER

Şekil 1. Solunum sistemi etkilenme mekanizması	5
Şekil 2. Aerosollerin akciğerlerde birikim mekanizmaları	12
Şekil 3. SKC 224-52tx Sidekick tipi örnekleme pompası.....	30
Şekil 4. 1 ve 2 noktaları arasında akış	37
Şekil 5. Galvaniz çelik yuvarlak hava kanalları için basınç kaybı diyagramı.....	40
Şekil 6. A kodlu işyerinde bireysel ağır metal maruziyet numunesi alınan iş istasyonu.	47
Şekil 7. A kodlu işyerindeki mevcut havalandırma sistemi.	48
Şekil 8. B kodlu işyerinde bireysel ağır metal maruziyet numunesi alınan lazer kesim makinesi.	50
Şekil 9. C kodlu işyerinde bireysel ağır metal numunesi alınan üniversal torna tezgâhı.	51
Şekil 10. C kodlu işyerinde bireysel ağır metal numunesi alınan kaynak bölümü.	52
Şekil 11. D kodlu işyerinde bireysel ağır metal numunesi alınan talaşlı imalat bölümü.	54
Şekil 12. D kodlu işyerinde bireysel ağır metal numunesi alınan kaynak bölümü.	54
Şekil 13. E kodlu işyerinde kullanılan CNC Dik İşleme Tezgâhı.....	56
Şekil 14. E kodlu işyerinde kullanılan CNC Dik İşleme Tezgâhı.....	56
Şekil 15. F kodlu işyerinde bireysel ağır metal numunesi alınan kaynak bölümü.....	58
Şekil 16. G kodlu işyerinde bulunan yerel havalandırma sistemi	59
Şekil 17. H kodlu işyerinde bireysel ağır metal numunesi alınan kaynak bölümü	61
Şekil 18. Talaşlı imalat operasyonlarında bireysel ağır metal maruziyetlerinin karşılaştırması.	66

Şekil 19. İşyerleri talaşlı imalat operasyonlarının <i>Mn</i> maruziyet değerlerinin karşılaştırması.	67
Şekil 20. İşyerleri talaşlı imalat operasyonlarının <i>Fe</i> maruziyet değerlerinin karşılaştırması.	67
Şekil 21. Kaynak yöntemlerine göre bireysel ağır metal maruziyetlerinin karşılaştırması.....	68
Şekil 22. MIG/MAG kaynak yönteminde <i>Fe</i> maruziyeti.....	69
Şekil 23. MIG/MAG kaynak yönteminde <i>Mn</i> maruziyeti.....	69
Şekil 24. A işyerine ait mimari plan ve makine tefrişatı.....	72
Şekil 25. Havalandırma kanal sistemi taslağı.....	73
Şekil 26. Kanal boyutları.....	75
Şekil 27. C Kodlu İşyeri İçin Tasarlanan Havalandırma Sistemi.....	82

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler:

Adı Soyadı: Aykut KARAKAVAK

Doğum Yeri ve Tarihi: Ankara / 14.01.1982

Medeni Durumu: Evli

Telefon: 0 555 646 79 79

E-Posta: akarakavak@csgb.gov.tr / karakavak.aykut@gmail.com

Eğitim Bilgileri:

Ortaokul-Lise: MEV Özel Köksal Toptan Lisesi (Ankara) (1993 – 2000)

Lisans: Makine Mühendisliği / Gazi Üniversitesi (2000 - 2006)

Yabancı Dil:

İngilizce

İş Tecrübeleri:

- 1) Dülgersan Ltd. Şti. - Kırıkkale Tüpraş CCR-DHP Projesi (06.05.2006 – 14.07.2006)
- 2) E.F.E. İnşaat- Kırıkkale Tüpraş CCR-DHP Projesi (06.10.2006 – 01.02.2007)
- 3) OTM Mühendislik Ltd. Şti. (14.07.2007 – 10.06.2008)
- 4) AU Mühendislik Makina İnşaat Ltd. Şti. (14.07.2008 – 13.08.2009)
- 5) Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü
(04.04.2011 -)

EKLER

EK-1. KİMYASAL MADDELERLE ÇALIŞMALARDA SAĞLIK VE GÜVENLİK ÖNLEMLERİ HAKKINDA YÖNETMELİK

EK – 1^(*) (**)

MESLEKİ MARUZİYET SINIR DEĞERLERİ

EINECS ⁽¹⁾	CAS ⁽²⁾	Maddenin Adı	Sınır Değer				Özel İşaret ⁽³⁾
			TWA ⁽⁴⁾		STEL ⁽⁵⁾		
			(8 Saat)		(15 Dak.)		
		mg/m ³ ⁽⁶⁾	ppm ⁽⁷⁾	mg/m ³	ppm		
		Baryum (Ba olarak çözünür bileşikleri)	0,5	-	-	-	-
		Cıva oksit ve cıva klorid dahil olmak üzere cıva ve iki değerlikli inorganik cıva bileşikleri (cıva olarak ölçülen) (8)	0,02	-	-	-	-
		Florürler (inorganik)	2,5	-	-	-	-
231-131-3		Gümüş (Ag olarak çözünür bileşikleri)	0,01	-	-	-	-
		İnorganik kurşun ve bileşikleri	0,15	-	-	-	-
		Kalay (Kalay olarak inorganik bileşikleri) (9)	2	-	-	-	-
		Metalik Krom, İnorganik Krom (II) Bileşikleri ve İnorganik Krom (III) Bileşikleri (çözünmez)	2	-	-	-	-
200-193-3	54-11-5	Nikotin	0,5	-	-	-	Deri
200-467-2	60-29-7	Dietileter	308	100	616	200	-
200-579-1	64-18-6	Formik asit	9	5	-	-	-
2 005 807	64-19-7	Asetik asit	25	10	-	-	-
200-659-6	67-56-1	Metanol	260	200	-	-	Deri
200-662-2	67-64-1	Aseton	1210	500	-	-	-
200-663-8	67-66-3	Kloroform	10	2	-	-	Deri
200-679-5	68-12-2	N,N Dimetilformamid	15	5	30	10	Deri
200-756-3	71-55-6	1,1,1-Trikloroetan	555	100	1110	200	-
200-830-5	75-00-3	Kloroetan	268	100	-	-	-
200-834-7	75-04-7	Etilamin	9,4	5	-	-	-
200-835-2	75-05-8	Asetonitril	70	40	-	-	Deri
200-843-6	75-15-0	Karbon disülfid	15	5	-	-	Deri
200-863-5	75-34-3	1,1-Dikloroetan	412	100	-	-	Deri
200-870-3	75-44-5	Fosgen	0,08	0,02	0,4	0,1	-
200-871-9	75-45-6	Klorodiflorometan	3600	1000	-	-	-
201-142-8	78-78-4	İzopentan	3000	1000	-	-	-
201-159-0	78-93-3	Butanon	600	200	900	300	-
201-176-3	79-09-4	Propionikasit	31	10	62	20	-
201-245-8	80-05-7	Bisfenol A (solunabilir toz)	10	-	-	-	-
201-297-1	80-62-6	Metil metakrilat	-	50	-	100	-
2 018 659	88-89-1	Pikrik asit (9)	0,1	-	-	-	-
2 020 495	91-20-3	Naftalin	50	10	-	-	-
202-422-2	95-47-6	o-Ksilen	221	50	442	100	Deri
202-425-9	95-50-1	1,2-Diklorobenzen	122	20	306	50	Deri
202-436-9	95-63-6	1,2,4-Trimetilbenzen	100	20	-	-	-
202-500-6	96-33-3	Metilakrilat	18	5	36	10	-
202-704-5	98-82-8	Kümen	100	20	250	50	Deri
202-705-0	98-83-9	2-Fenilpropen	246	50	492	100	-
202-716-0	98-95-3	Nitrobenzen	1	0,2	-	-	Deri
202-849-4	100-41-4	Etilbenzen	442	100	884	200	Deri

203-313-2	105-60-2	e-Kaprolaktam (toz veya buharı)	10	-	40	-	-
203-388-1	106-35-4	Heptan-3-on	95	20	-	-	-
203-396-5	106-42-3	p-Ksilen	221	50	442	100	Deri
203-400-5	106-46-7	1,4-Diklorobenzen	122	20	306	50	-
203-470-7	107-18-6	Allil alkol	4,8	2	12,1	5	Deri
203-473-3	107-21-1	Etilen glikol	52	20	104	40	Deri
203-539-1	107-98-2	1-Metoksipropanol-2	375	100	568	150	Deri
203-545-4	108-05-4	Vinil asetat	17,6	5	35,2	10	-
203-550-1	108-10-1	4-Metilpentan-2-on	83	20	208	50	-
203-576-3	108-38-3	m-Ksilen	221	50	442	100	Deri
203-585-2	108-46-3	Resorsinol	45	10	-	-	Deri
203-603-9	108-65-6	2-Metoksi-1-metiletilasetat	275	50	550	100	Deri
203-604-4	108-67-8	Mesitilen (Trimetilbenzen'ler)	100	20	-	-	-
203-625-9	108-88-3	Toluen	192	50	384	100	Deri
203-628-5	108-90-7	Monoklorobenzen	23	5	70	15	-
203-631-1	108-94-1	Siklohegzanon	40,8	10	81,6	20	Deri
203-632-7	108-95-2	Fenol	8	2	16	4	Deri
203-692-4	109-66-0	Pentan	3000	1000	-	-	-
203-713-7	109-86-4	2-Metoksietanol	-	1	-	-	Deri
203-716-3	109-89-7	Dietilamin	15	5	30	10	-
203-726-8	109-99-9	Tetrahidrofuran	150	50	300	100	Deri
203-737-8	110-12-3	5-Metilhegzan-2-on	95	20	-	-	-
203-767-1	110-43-0	Heptan-2-on	238	50	475	100	Deri
203-772-9	110-49-6	2-Metioksietil asetat	-	1	-	-	Deri
203-777-6	110-54-3	n-Hekzan	72	20	-	-	-
203-804-1	110-80-5	2-Etoksi etanol	8	2	-	-	Deri
203-806-2	110-82-7	Siklohegzan	700	200	-	-	-
203-808-3	110-85-0	Piperazin	0,1	-	0,3	-	-
2 038 099	110-86-1	Piridin (9)	15	5	-	-	-
203-815-1	110-91-8	Morfolin	36	10	72	20	-
203-839-2	111-15-9	2-Etoksietil asetat	11	2	-	-	Deri
203-905-0	111-76-2	2-Butoksietanol	98	20	246	50	Deri
203-906-6	111-77-3	2-(2-Metoksietoksi)etanol	50,1	10	-	-	Deri
203-933-3	112-07-2	2-Butoksietil asetat	133	20	333	50	Deri
203-961-6	112-34-5	2-(2-Bütoksietoksi)etanol	67,5	10	101,2	15	-
204-065-8	115-10-6	Dimetiler	1920	1000	-	-	-
204-428-0	120-82-1	1,2,4-Triklorobenzen	15,1	2	37,8	5	Deri
204-469-4	121-44-8	Trietilamin	8,4	2	12,6	3	Deri
204-661-8	123-91-1	1,4 Dioksan	73	20	-	-	-
204-662-3	123-92-2	İzopentilasetat	270	50	540	100	-
204-696-9	124-38-9	Karbondioksit	9000	5000	-	-	-
204-697-4	124-40-3	Dimetilamin	3,8	2	9,4	5	-
204-826-4	127-19-5	N,N-Dimetilasetamid	36	10	72	20	Deri
205-438-8	140-88-5	Etilakrilat	21	5	42	10	-
205-480-7	141-32-2	n-Butilakrilat	11	2	53	10	-
205-483-3	141-43-5	2-Aminoetanol	2,5	1	7,6	3	Deri
205-563-8	142-82-5	n-Heptan	2085	500	-	-	-
205-634-3	144-62-7	Oksalik asit	1	-	-	-	-
206-992-3	420-04-2	Siyanamid	1	0,58	-	-	Deri
207-343-7	463-82-1	Neopentan	3000	1000	-	-	-
208-394-8	526-73-8	1,2,3-Trimetilbenzen	100	20	-	-	-
208-793-7	541-85-5	5-Metilheptan-3-on	53	10	107	20	-
	620-11-1	3-Pentilasetat	270	50	540	100	-
210-866-3	624-83-9	Metilzosiyonat	-	-	-	0,02	-
	625-16-1	Amilasetat (tert)	270	50	540	100	-
210-946-8	626-38-0	1-Metilbutilasetat	270	50	540	100	-
211-047-3	628-63-7	Pentilasetat	270	50	540	100	-
212-828-1	872-50-4	n-Metil-2-pirolidon	40	10	80	20	Deri
2 151 373	1305-62-0	Kalsiyumdihidroksit (9)	5	-	-	-	-
215-236-1	1314-56-3	Difosfor pentaoksit	1	-	-	-	-
215-242-4	1314-80-3	Difosfor pentasülfür	1	-	-	-	-
2 152 932	1319-77-3	Krezoller (Tüm izomerleri) (9)	22	5	-	-	-
215-535-7	1330-20-7	Ksilen (karışım izomerleri, saf)	221	50	442	100	Deri
216-653-1	1634-04-4	Tersiyer-bütül-metil-eter	183,5	50	367	100	-

222-995-2	3689-24-5	Sulfotep	0,1	-	-	-	Deri
2 311 161	7440-06-4	Platin (Metalik) (9)	1	-	-	-	-
231-131-3	7440-22-4	Gümüş (metalik)	0,1	-	-	-	-
2 314 843	7580-67-8	Lityumhidrür (9)	0,025	-	-	-	-
231-634-8	7664-39-3	Hidrojen florür	1,5	1,8	2,5	3	-
231-639-5	7664-93-9	Sülfürik asit (buharı) (10) (11)	0,05	-	-	-	-
231-595-7	7647-01-0	Hidrojen klorür	8	5	15	10	-
231-633-2	7664-38-2	Ortofosforik asit	1	-	2	-	-
231-635-3	7664-41-7	Amonyak (anhidro)	14	20	36	50	-
231-714-2	7697-37-2	Nitrik asit	-	-	2,6	1	-
231-778-1	7726-95-6	Brom	0,7	0,1	-	-	-
231-954-8	7782-41-4	Flor	1,58	1	3,16	2	-
231-959-5	7782-50-5	Klor	-	-	1,5	0,5	-
231-977-3	7783-06-4	Hidrojen sülfür	7	5	14	10	-
231-978-9	7783-07-5	Dihidrojen selenür	0,07	0,02	0,17	0,05	-
232-260-8	7803-51-2	Fosfin	0,14	0,1	0,28	0,2	-
	8003-34-7	Piretrum (hassasiyete neden olan laktonlardan arındırılmış)	1	-	-	-	-
233-060-3	10026-13-8	Fosfor pentaklorür	1	-	-	-	-
233-113-0	10035-10-6	Hidrojen bromür	-	-	6,7	2	-
2 332 710	10102-43-9	Azotmonoksit	30	25	-	-	-
247-852-1	26628-22-8	Sodyum azid	0,1	-	0,3	-	Deri
252-104-2	34590-94-8	(2-Metoksimetiletoksi)-propanol	308	50	-	-	Deri

(*) 1998 / 24 / EC, 2000 / 39 / EC, 1991 / 322 / EC, 2006 / 15 / EC ve 2009 / 161 / EU sayılı Direktiflerin ekleridir.

(**) 6331 sayılı Kanun uyarınca çıkarılan mevzuatın uygulanmasında uluslararası kuruluşlarca yayımlanmış sınır değerler de dikkate alınabilir.

(¹) EINECS : Avrupa Mevcut Ticari Kimyasal Maddeler Envanteri.

(²) CAS : Kimyasal maddelerin servis kayıt numarası.

(³) Özel işaret : “Deri” işareti, vücuda önemli miktarda deri yoluyla geçebileceğini gösterir.

(⁴) TWA : 8 saatlik belirlenen referans süre için ölçülen veya hesaplanan zaman ağırlıklı ortalama.

(⁵) STEL : Başka bir süre belirtilmedikçe, 15 dakikalık bir süre için aşılmaması gereken maruziyet üst sınır değeri.

(⁶) mg/m³ : 20 °C sıcaklıkta ve 101,3 KPa. (760 mm cıva basıncı) basınçtaki 1 m³ havada bulunan maddenin miligram cinsinden miktarı.

(⁷) ppm : 1 m³ havada bulunan maddenin mililitre cinsinden miktarı (ml/m³).

(⁸) : Cıva ve iki değerlikli inorganik bileşiklerine maruziyetin izlenmesinde (belirlenmesinde), mesleki maruziyet sınır değerlerini tamamlayıcı ilgili biyolojik izleme teknikleri de dikkate alınacaktır.

(⁹) : Sağlığa etkileri konusunda, sınırlı bilimsel veri bulunan maddeler.

(¹⁰) : Uygun maruziyet izleme yöntemi seçilirken, ortamda bulunabilecek diğer sülfür bileşiklerinin olası sınırlamaları ve etkileşimleri de dikkate alınacaktır.

(¹¹) Buhar : Gırtlığı geçen ve havanın iletildiği kanallara (soluk borusu, bifürkasyonlar) ve ciğerin solunum ile ilgili bölgelerine (toraks) nüfuz eden ortalama 10 µm çapındaki solunabilir partiküller olarak tanımlanır.

EK-2. PMF Beklenen Ömür Tablosu

PMF Beklenen Ömür Tablosu											
YAŞ	Beklenen Ömür			YAŞ	Beklenen Ömür			YAŞ	Beklenen Ömür		
	Yıl	Ay	Gün		Yıl	Ay	Gün		Yıl	Ay	Gün
0	56	7	24	35	33	5	29	70	8	11	28
1	60	7	9	36	32	8	12	71	8	5	22
2	60	7	2	37	31	10	29	72	7	11	28
3	59	11	24	38	31	1	7	73	7	6	17
4	59	2	20	39	30	3	23	74	7	0	29
5	58	5	0	40	29	8	26	75	6	10	21
6	57	6	28	41	28	8	26	76	6	3	1
7	56	8	19	42	27	11	17	77	5	10	14
8	55	10	3	43	27	2	6	78	5	6	3
9	54	11	9	44	26	4	26	79	5	1	29
10	54	0	11	45	25	7	24	80	4	10	10
11	53	1	10	46	24	10	18	81	4	6	10
12	52	2	9	47	24	1	14	82	4	2	20
13	51	3	12	48	23	4	11	83	3	11	17
14	50	4	15	49	22	7	16	84	3	8	19
15	49	5	29	50	21	10	21	85	3	5	29
16	48	7	16	51	21	1	25	86	3	3	20
17	47	9	15	52	20	5	3	87	3	1	14
18	46	11	20	53	19	8	16	88	2	11	24
19	46	1	25	54	18	11	28	89	2	10	3
20	45	10	29	55	18	3	12	90	2	8	19
21	44	7	5	56	17	9	29	91	2	7	16
22	43	10	3	57	16	10	29	92	2	6	21
23	43	0	18	58	16	1	7	93	2	5	25
24	42	3	9	59	15	6	21	94	2	5	14
25	41	5	29	60	14	10	25	95	2	4	26
26	40	8	16	61	14	2	24	96	2	4	8
27	39	10	29	62	13	7	5	97	2	3	23
28	39	1	7	63	12	11	24	98	2	2	28
29	38	3	27	64	12	4	8	99	2	1	17
30	37	6	3	65	11	9	4	100	2	0	0
31	36	8	16	66	11	2	2	101	1	9	18
32	35	10	29	67	10	6	6	102	1	7	2
33	35	1	7	68	10	0	18	103	1	6	3
34	34	3	16	69	9	6	3	104	1	3	1

EK-3**SOSYAL GÜVENLİK KURUMU BAŞKANLIĞI EMEKLİLİK HİZMETLERİ
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ 2012/32 SAYILI GENELGE****EK-41/e.**

Tablo No (6)		Ek-41/e	
İŞ KAZASI GEÇİREN ERKEK SİGORTALIYA BAĞLANACAK GELİRİN PEŞİN DEĞER HESABINDA KULLANILACAK TABLO (TRH-2010)			
YAŞ	PEŞİN DEĞER	YAŞ	PEŞİN DEĞER
16	1.949,82	55	1.493,91
17	1.945,85	56	1.470,74
18	1.941,80	57	1.445,54
19	1.937,64	58	1.420,24
20	1.933,37	59	1.394,24
21	1.929,01	60	1.367,60
22	1.924,54	61	1.340,37
23	1.919,89	62	1.311,96
24	1.914,94	63	1.282,06
25	1.909,56	64	1.251,40
26	1.903,71	65	1.219,92
27	1.897,35	66	1.187,34
28	1.890,48	67	1.153,28
29	1.883,05	68	1.117,54
30	1.875,14	69	1.081,30
31	1.866,65	70	1.043,40
32	1.857,77	71	1.004,63
33	1.848,44	72	964,64
34	1.838,65	73	922,76
35	1.828,45	74	877,42
36	1.817,68	75	828,20
37	1.806,37	76	777,16
38	1.794,34	77	725,19
39	1.781,74	78	670,99
40	1.768,67	79	611,43
41	1.754,76	80	542,50
42	1.739,88		
43	1.724,36		
44	1.708,34		
45	1.691,85		
46	1.674,96		
47	1.657,46		
48	1.639,04		
49	1.620,25		
50	1.601,19		
51	1.581,42		
52	1.560,64		
53	1.538,87		
54	1.516,57		

EK-4

JET-PULSE KARTUŞLU FİLTRE TEKLİF FORMU

mail : akarakavak@csqb.gov.tr

Konu :

PATLAÇLI (JET-PULSE) KARTUŞLU FİLTRE ÜNİTESİ

İşin adı :

JET PULSE FİLTRE ÜNİTESİ İMALATI

İşin Tanımı :

Jet-pulse filtre ,patlaç kumanda panosu imalatı yapılacaktır. İşletme maliyetleri açısından uzun ömürlü filtreler seçilmiştir. Not. Hesaplımalar tarafınızdan verilmiş teknik detaylar göz önünde bulundurularak yapılmıştır.

İşin Kapsamı :

1. Jet-Pulse Filtre imalatı (gövde, iç aksam, Fark Basınç kontrollü patlaç kumandası ile komple)
2. Jet-Pulse Filtre altı toz deşarj elemanı (kova)
3. Fan ve kumanda panosu

Kapsam Dışı İşler :

1. Nakliye ve tüm montaj işleri (Teslim yeri : ██████████ Fabrikamız)
2. Tüm emiş kanallarının ve bacanın imalat + montajı
3. Patlaçlara kadar 6 bar basınçta kuru hava tesisatının getirilmesi
4. Otomatik tahliyeli yağ ve su tutucu basınçlı hava filtresi
5. Toz deşarj noktasından sonraki toz nakil elemanları
6. Elektrik tesisat işleri (kablo,kanal,patlaç bağlantıları vb.)
7. Her türlü inşaat ve çelik konstrüksiyon işleri (fan, filtre kaide betonu,dökme,siklon için platform,baca için destek vb)

Toplu Bedel :

Ek'te detaylı olarak verilmiştir.
Vergi,fon,rezim ve harçlardaki değişiklikler veya ilaveler müşteriye aittir.

Ödeme Şekli :

Siparişte % 50 Peşin , Bakiye malzeme teslimi öncesi nakit

Teslim Süresi :

Sözleşmenin imzalanması ve ödemelerin gerçekleşmesine müteakiben ;
Teslim : 6-8 hafta

Opsiyon:

Bu teklif 28.07.14 tarihine kadar geçerlidir.


Garanti:

İmalat ve malzeme hatalarına karşı teslim tarihinden itibaren (iki) 2 yıl süreyle garantimiz altındadır.
İşletme ve bakım hataları, elektrik motoru yanması ve malzemelerin olağan yıpranmaları garanti kapsamı dışındadır.

██████████
Satış ve İş Geliştirme

██████████
Satış ve İş Geliştirme

PATLAÇLI (JET-PULSE) KARTUŞLU FİLTRE ÖZELLİKLERİ

KARTUŞ FİLTRELİ TİP	
	<p>Gövdesi: 2 mm kalınlığında sacdan mamul, civata somun birleştirmeli, toz sızdırmaz şekilde imal edilecektir. Bunkerler 2 mm, ayak ve destek çaprazları 5 mm sacdan mamuldür. Gövde vakum altında esnemeyecek şekilde mukavemetlendirilecektir. 5 mm sacdan imal edilecek olan aynada ki delikler hassas bir şekilde delinerek torbaların sızdırmazlığı temin edilecektir. Filtrenin üstünde bakım kapakları ile basınçlı hava üfleme elemanları bulunacak, bu kısma çıkış için bir merdiven konulacaktır. Filtrenin altında 1 adet bunker bulunacak, bunkerde de 1 adet bakım kapağı yer alacaktır. Sistemdeki tüm yüzeyler toz birikmesine engel olacak şekilde dizayn edilecektir. Filtrenin tozlu gaz girişinde yüksek hızlı toz parçacıklarının torbalara çarpıp çarpmaması için difüzör bulunacaktır.</p>
<p>Kartuş temizleme sistemi: Jet pulse filtrede basınçlı hava kolektörleri, Patlaç (puls darbe) valfleri ve üfleme boruları ile FARK BASINÇ KONTROLLÜ patlaç kumanda ünitesinden oluşmaktadır.</p>	
<p>Basınçlı Hava Kolektörleri: 6" borudan bombe başlı olarak imal edilecektir. Patlaç (Puls) valf sayısı kadar çıkışı olan kolektörler ayrıca 1/2" drenaj vanası ve 1" giriş vanası ile donatılacaktır. Patlaç (Puls) valfler, kolektör çıkışlarına ve üfleme borularına dişli bağlantı ile bağlanacaktır.</p>	
<p>Puls Darbe Valfleri: Jet Pulse tip filtrede torbaları temizlemek amacıyla kullanılan basınçlı havanın kontrolünü sağlayan patlaç valfler, çift tesirli ve 1½ ebadında ██████ marka olarak temin edilecektir. Darbe valfleri 220 V tam kapalı tip bobinli pilot valfleri ile akupledir.</p>	
<p>Üfleme Boruları: Patlaç valflerin açılması ile kolektördeki basınçlı havayı kartuşlara sevk etmek üzere konan Üfleme boruları 1½" standart borudan imal edilecektir. Kartuş değişiminin kısa sürede yapılabilmesi için kolay takılabilir şekilde tasarlanmıştır.</p>	
<p>Fark Basınç Kontrollü Patlaç Kumanda Ünitesi: Filtrelerde basınçlı hava sarfiyatını minimize edecek şekilde fark basınca bağlı olarak temizleme işlemi başlatma özelliğine sahiptir İşletme sonunda da istenilen süre kadar fonksiyonlarını devam ettirebilmektedir. Tam elektronik (triac çıkışlı) ve dijital göstergeli olan ünite, dokunmatik tuşları vasıtası ile programlanabilmektedir.</p> <p>Ünitede;</p> <ul style="list-style-type: none">* Valf sayısı* Fark Basıncı* Puls süresi* Bekleme süresi* İşletme sonu periyodu ihtiyaca göre ayarlanabilmektedir. <p>Besleme hattında sigorta ve regülatör ile teçhiz edilmiş olan elektronik timer ünitesinde anıza çıkışı da mevcuttur. Besleme ve çıkış gerilimleri 220V'dur.</p>	
<p>Fan Teknik Özellikleri :</p> <p>Fan gövdesi; 3 mm sacdan imal , rotor aynası 5 mm , rotor kanatları 3 mm st 52 malzemeden mamuldür.Fan ve elektrik motorunu birlikte taşıyan şasesi NPU profilinden imal edilecektir.Rotorlar özel tezgahlarda dinamik ve statik balansı alınarak sunulmaktadır. Bilgisayar ortamında tasarlanarak otomatik kesim tezgahlarında kesilir. ██████ marka motor kullanılacaktır.</p>	

TEKLİF MEKTUBU

<p>1 PATLAÇLI (JET-PULSE) KARTUŞLU FİLTRE ÜNİTESİ</p> <p>Marka : ██████████ Model : ██████████ Kapasite : 6.000 m³/h Filtrasyon alanı : 60 m² Filtrasyon Hızı (ACR) : 1,66 m/dk Filtre Malzemesi : % 100 ithal polyester Kartuş Sayısı : 6 ad. Toz Deşarjı : Kova ile Patlaç Kumandası : Fark Basınç Kontrollü Patlaç (Puls Valf) : 3 adet 1" 1/2" ██████████ Basınç Kaybı : 150 mmSS Basınçlı Hava Tüketimi : 1000-1250 lt/dk</p> <p>1.a RADYAL FAN</p> <p>Kapasite : 6.000 m³/h Basınç Kaybı : 3.000 Pa Motor : 7,5 kW - 2.950 d/dk</p> <p><u>Fan ve Fark Basınç Kontrollü Patlaç kumanda panosu dahildir.</u></p>	1 tkm	5.650,00 €	5.650,00 €
KDV HARİÇ GENEL TOPLAM :			5.650,00 €