



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

**AÇIK İŞLETMELERDE AĞIR İŞ MAKİNESİ
OPERATÖRLERİNİN GÜRÜLTÜ, TİTREŞİM VE TOZ
MARUZİYETLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Nejdet ÖZTÜRK
(İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi)**

ANKARA-2016

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

**AÇIK İŞLETMELERDE AĞIR İŞ MAKİNESİ
OPERATÖRLERİNİN GÜRÜLTÜ, TİTREŞİM VE TOZ
MARUZİYETLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Nejdet ÖZTÜRK

(İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi)

**Tez Danışmanı
Serap ZEYREK**

ANKARA-2016

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

O N A Y

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü
İş Sağlığı ve Güvenliği Uzman Yardımcısı Nejdet ÖZTÜRK,
Serap ZEYREK danışmanlığında başlığı “**Açık işletmelerde ağır iş makinesi operatörlerinin gürültü, titreşim ve toz maruziyetlerinin değerlendirilmesi**” olarak teslim edilen bu tezin savunma sınavı 22/09/2016 tarihinde yapılarak aşağıdaki jüri üyeleri tarafından “**İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi**” olarak kabul edilmiştir.

Dr. Serhat AYRIM

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı
Müsteşar Yardımcısı
JÜRİ BAŞKANI

Tarkan ALPAY

İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürü V.
ÜYE

İsmail GERİM

İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdür Yrd.
ÜYE

Doç. Dr. Pınar BIÇAKÇIOĞLU

İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdür Yrd. V.
ÜYE

Yrd. Doç. Dr. Ercüment N. DİZDAR

Öğretim Üyesi
ÜYE

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Tarkan ALPAY
İSGGM Genel Müdürü V.

TEŐEKKÜR

Mesleki açıdan yetiŐmem ve uzmanlık tezi çalıŐmamı hazırlama aŐamasındaki değerli katkılarından dolayı Müsteşar Yardımcısı Sayın Serhat AYRIM'a, Genel Müdürümüz Sayın Tarkan ALPAY'a, eski Genel Müdürümüz Sayın Kasım ÖZER'e, Genel Müdür Yardımcılarımız Sayın İsmail GERİM'e, Sayın Sedat YENİDÜNYA'ya ve Sayın Doç. Dr. Pınar BIAKIOğLU'na, eski Genel Müdür Yardımcımız Sayın Dr. Havva Nurdan Rana GÜVEN'e, İSG Uzmanı Ayhan ÖZMEN'e, tez çalıŐmam boyunca her türlü desteği sağlayan çok değerli tez danışmanım İSG Uzmanı Sayın Serap ZEYREK'e, bu süre içinde beraber çalıŐmaktan mutluluk duyduğum ve her zaman değerli katkılarıyla yanımda olan tüm çalışma arkadaşlarıma ve elbette manevi desteklerini esirgemedikleri ve her ihtiyaç duyduğumda yanımda oldukları için kıymetli aileme en derin duygularıyla teŐekkür ederim.

ÖZET

Nejdet ÖZTÜRK

Açık işletmelerde ağır iş makinesi operatörlerinin gürültü, titreşim ve toz maruziyetlerinin değerlendirilmesi

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü

İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi

Ankara, 2016

Madencilikte iş gücü kapasitesinin büyük oluşu, zaman ve ekonomik değerlerin ön planda ve kullanım alanlarının çok geniş olması, beraberinde iş makinesi kullanımının da artmasına sebep olmuştur. Çalışma hayatında kullanılan iş makineleri, insanların iş yapabilme kabiliyetini geliştirir ve daha kısa sürede daha büyük işler yapabilmelerini sağlar.

Bu tez çalışmasının amacı, açık işletmelerde ağır iş makinesi operatörlerinin gürültü, titreşim ve toz maruziyetlerini değerlendirmek ve bu maruziyetlerin çalışanlar üzerindeki etkilerini azaltıcı önerilerde bulunmaktır. Bu amaç doğrultusunda belirlenen üç maden ocağında, 18 farklı iş makinesi operatörünün günlük kişisel gürültü ölçümleri TS EN ISO 9612:2009 ve bütün vücut titreşim ölçümleri TS ISO 2631-1: 1997 standartlarına göre gerçekleştirilmiştir. Ayrıca operatörlerden MDHS 14/3 “Solunabilir tozların gravimetrik analizi ve örnekleme metodu” kullanılarak toz numuneleri alınmış ve numunelerin gravimetrik analizleri yapılmıştır. Yapılan ölçüm ve değerlendirmeler sonucunda, iş makinesi kullanan operatörlerin gürültü ölçüm sonuçları ve solunabilir toz maruziyetleri ilgili yönetmeliklerde yer alan yasal sınır değerlerinin altında olduğu görülmüştür. Ayrıca, iş makinesi operatörlerinin %17’sinin bütün vücut titreşim maruziyetlerinin mevzuatta yer alan maruziyet sınır değerinin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Çalışma ortamında yapılan ölçümlerin sonuçları yorumlanmış ve tespit edilen maruziyetleri azaltmak için yapılması gereken iyileştirmeler tez çalışması içerisinde detaylı olarak verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: maden, iş makineleri, gürültü, bütün vücut titreşimi, toz, maruziyet.

ABSTRACT

Nejdet ÖZTÜRK

Assessment of noise, vibration and dust exposure of the heavy equipment operators in surface mines

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

Thesis for Occupational Health and Safety Expertise

Ankara, 2016

In mining the considerable size of the labor force capacity, have a very wide range of areas and in the forefront of time and the economic value of the business has led to an increase in machine utilization together. Heavy equipments used in working life improve the ability of people and allow them to do greater things in less time.

The aim of this thesis is to assess the risk of noise, vibration and dust exposure of the heavy equipment operators in surface mines and make suggestions to reduce the effects on the employees of these exposures. In accordance with this purpose, in three mines the operator's personal daily noise measurements according to TS EN ISO 9612: 2009 standard method and whole body vibration measurements according to TS ISO 2631-1: 1997 standard method was carried out. In addition, dust samples taken from the operators according to MDHS 14/3 "general methods for sampling and gravimetric analysis of respirable and inhalable " standard method and gravimetric analysis of the samples was made. As a result of the measurements and assessments, the operators' results of noise and exposure of respirable dust were found to be below the legal limit values in accordance with the relevant regulations. In addition, the whole-body vibration exposure of 17% of the operators was determined to be included on the legal exposure limit values in accordance with the relevant regulation. The results of the measurements performed in the working environment was interpreted and improvements need to be made to reduce exposures that have been identified are detailed in the thesis study.

Keywords: mines, heavy duty vehicles, noise, whole body vibration, dust, exposure.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
TABLO LİSTESİ	v
GRAFİK LİSTESİ.....	vi
RESİM LİSTESİ.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
SİMGE VE KISALTMALAR.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Madencilik	3
2.2. İş Makineleri.....	3
2.2.1. Kazı Makineleri	4
2.2.2. Yükleyiciler (Loder).....	5
2.2.3. Dozerler	6
2.2.4. Greyderler.....	7
2.2.5. Damperli Kamyonlar	9
2.2.6. Zemin Delgi Makineleri	9
2.3. Ses ve Gürültü	10
2.3.1. Ses.....	10
2.3.2. Gürültü.....	11
2.3.3. İşyerlerinde Sesi Tanımlamada Kullanılan Temel Parametreler	11
2.4. Titreşim.....	13
2.4.1. Titreşimle İlgili Parametreler.....	14
2.4.2. Titreşimin Etkileri.....	15

2.5. Toz Kavramı	17
2.5.1. Tozların Sınıflandırılması.....	18
2.5.2. Pnömkonyoz ve Oluşumu.....	19
3. GEREÇ VE YÖNTEMLER	23
3.1. Tez Çalışmasının Aşamaları.....	23
3.2. İş Yerlerinin Seçimi.....	24
3.3. Kullanılan Metotlar.....	24
3.3.1. TS EN ISO 9612:2009 Standardına Göre Gürültü Ölçümü	24
3.3.2. ISO 2631-1: 1997 Standardına Göre Bütün Vücut Titreşimi Ölçümü	30
3.3.3. MDHS 14/3 Standardına Göre Solunabilir Tozların Gravimetrik Analizi	33
4. BULGULAR	37
4.1. Maden ocaklarında yapılan ölçümlere ait bulgular	37
4.2. İstatistiksel İlişkilerin İncelenmesi	51
5. TARTIŞMA.....	57
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	61
6.1. Sonuçlar	61
6.2. Öneriler.....	62
KAYNAKLAR.....	67
ÖZGEÇMİŞ.....	71
EKLER	73
Ek 1. Yasal Düzenlemeler	75
Ek 2 Ölçüm Sonuçları ve Ölçüm Belirsizlikleri	79
Ek 3 Varyans Analizi (Anova)	81
Ek 4 İş Makineleri Kontrol Listesi	85
Ek 5 Toz Bastırma Amacıyla Kullanılan Çeşitli Maddeler ve Özellikleri	109

TABLO LİSTESİ

Tablo	Sayfa
Tablo 2.1. Desibel kavramı ile ses enerjisi arasındaki ilişki	12
Tablo 2.2. Pnömkonyoz neden olan tozların sınıflandırılması	21
Tablo 4.1a. Gürültü maruziyetini etkileyen değişken ve bulgular	37
Tablo 4.1b. Bütün vücut titreşim maruziyetini etkileyen değişken ve bulgular	38
Tablo 4.1c. Toz maruziyetini etkileyen değişken ve bulgular	39
Tablo 4.2a. A maden ocağında yapılan kişisel gürültü, bütün vücut titreşimi ve toz maruziyeti değerleri	40
Tablo 4.2b. B maden ocağında yapılan kişisel gürültü, bütün vücut titreşimi ve toz maruziyeti değerleri	43
Tablo 4.2c. C maden ocağında yapılan kişisel gürültü, bütün vücut titreşimi ve toz maruziyeti değerleri	45
Tablo 4.3. Korelasyonlar (Gürültü)	52
Tablo 4.4. Korelasyonlar (Titreşim)	52
Tablo 4.5. Korelasyonlar (Toz)	53

GRAFİK LİSTESİ

Grafik	Sayfa
Grafik 4.1a. A maden ocağına ait kişisel gürültü ölçüm sonuçları.....	41
Grafik 4.1b. A maden ocağına ait bütün vücut titreşim ölçüm sonuçları.....	41
Grafik 4.1c. A maden ocağına ait toz numunelerinin gravimetrik analiz sonuçları.....	42
Grafik 4.2a. B maden ocağına ait kişisel gürültü ölçüm sonuçları.....	43
Grafik 4.2b. B maden ocağına ait bütün vücut titreşim ölçüm sonuçları.....	44
Grafik 4.2c. B maden ocağına ait toz numunelerinin gravimetrik analiz sonuçları.....	45
Grafik 4.3a. C maden ocağına ait kişisel gürültü ölçüm sonuçları.....	46
Grafik 4.3b. C maden ocağına ait bütün vücut titreşim ölçüm sonuçları.....	46
Grafik 4.3c. C maden ocağına ait toz numunelerinin gravimetrik analiz sonuçları.....	47
Grafik 4.4. Maden ocaklarına ait kişisel gürültü ölçüm sonuçları.....	48
Grafik 4.5. Maden ocaklarına ait bütün vücut titreşim ölçüm sonuçları.....	49
Grafik 4.6. Maden ocaklarına ait toz numunelerinin gravimetrik analiz sonuçları.....	50

RESİM LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Yükleme yapan paletli bir ekskavatör	4
Resim 2.2. Lastik tekerlekli yükleyici (loder)	5
Resim 2.3. Buldozer	6
Resim 2.4. Greyder	8
Resim 2.5. Kaya kamyonu	9
Resim 2.6. Zemin delgi makinesi	10
Resim 3.1. Gürültü - titreşim ölçer ve kalibratörü	29
Resim 3.2. Gürültü - titreşim ölçer	31
Resim 3.3. Kişisel hava örnekleme pompası, siklon başlık, PVC filtre ve filtre kaseti	34
Resim 4.1. Madende sulama yapan bir araç	51

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Kütle ve Yay Sistemi.....	13
Şekil 3.1. Tez çalışması iş akış şeması	23

SİMGE VE KISALTMALAR

μm	Mikrometre
ACGIH	Ulusal Endüstriyel Hijyenistler Konferansı (American Conference of Governmental Industrial Hygienists)
BVT	Bütün Vücut Titreşimi
dB	Desibel
dB(A)	A-frekans ağırlıklı desibel
dB(C)	C-frekans ağırlıklı desibel
EN	Européen Normalisation (Avrupa Standartları)
HSE	Health and Safety Executive (İngiltere İş Sağlığı ve Güvenliği Kuruluşu)
Hz	Hertz
ISO	International Organization for Standardization (Uluslararası Standartlar Teşkilatı)
İSGÜM	İş Sağlığı ve Güvenliği Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü Başkanlığı
LAq	Logaritmik ses basıncı
Leq	Eşdeğer sürekli ses basınç seviyesi
LEX, 8h	A-ağırlıklı gürültü seviyesi maruziyetinin 8 saatlik çalışma gününe normalize edilmiş hali

MDHS	Methods for the Determination of Hazardous Substances (Tehlikeli Maddelerin Belirlenmesi Yöntemleri)
NIOSH	The National Institute for Occupational Safety and Health (Amerikan Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü)
OSHA	Occupational Safety and Health Administration (Amerikan İş Sağlığı ve Güvenliği Örgütü)
RMS	Root mean square (Kareköklerin ortalaması)
SNR	Signal Number Rating (Sinyal numara derecesi)
SPL	Sound pressure level (Ses basınç seviyesi)
WBV	Whole Body Vibration (Bütün Vücut Titreşimi)

1. GİRİŞ

Günümüzde hızla gelişen teknoloji her alanda olduğu gibi çalışma hayatında da ciddi değişimleri beraberinde getirmektedir. Bu değişimlerin bir sonucu da üretimde hızlı ve yoğun bir biçimde makineleşme yaşanmasıdır. Çalışma hayatındaki makineleşme, üretim sürecinde çalışan insanların becerilerini fiziksel ve mental açıdan çeşitlendirmekte ve bu durumla başa çıkmaları için zorlamaktadır.

Üretim sürecinde kullanılan makine ve aletler ile çalışanlar arasındaki uyumsuzluklar çalışma ortamında birtakım problemlerin meydana gelmesine neden olabilmektedir. Çalışanların fiziksel özellikleri, iş konusundaki eğitim yetersizlikleri ve psikolojik durumlarına bağlı olarak değişen tutum ve davranışları insan-makine arasındaki uyumu bozmaya neden olabilecek faktörlerdendir. Bu durum iş verimi ve kalitesini düşürmekte, iş sağlığı ve güvenliği sorunlarına neden olmaktadır.

Madenler doğası gereği birçok risk unsurunu içinde barındırdığından dolayı iş sağlığı ve güvenliği açısından tehlike oluşturmaktadır. Maden ocaklarında ağır iş makinesi kullanan operatörler, çalışma ortamında gürültü, titreşim ve toza maruz kalabilmektedir. Bu çalışma kapsamında, açık işletmelerde ağır iş makinesi operatörlerinin gürültü, titreşim ve toz maruziyetlerinin değerlendirilmesi ve bu maruziyetlere karşı alınabilecek önlemler üzerinde durulmuştur. Tez çalışmasında sırasıyla: ikinci bölüm olan madencilik ve iş makineleri ile ilgili genel bilgiler, üçüncü bölüm gereç ve yöntemler kısmında kullanılan ölçüm metotları, dördüncü bölüm olan bulgular kısmında ise belirlenen maden ocaklarında yapılan ön inceleme çalışmaları sonucunda ağır iş makinesi kullanan operatörler için günlük kişisel gürültü maruziyeti ve bütün vücut titreşimi maruziyeti ölçüm sonuçları ile toz numunelerinin gravimetrik analiz sonuçları grafik ve tablolar şeklinde sunulmuştur.

Sonuç ve öneriler kısmında ise çalışma sonucunda elde edilen bulgular ile iş makinesi kullanan operatörlerin gürültü, titreşim ve toz maruziyetlerinin ilgili mevzuatlarda yer alan yasal maruziyet sınır ve eylem değerlerinin altına, yani çalışanlara zarar vermeyecek seviyelere düşürülmesi için yapılabilecek çalışmalara yönelik önerilere yer verilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Madencilik

Madencilik, yer altındaki madenlerin araştırılması, çıkarılması ve işletilmesiyle ilgili teknik ve yöntemlerin bütünüdür. Açık ve yer altı madenciliği olmak üzere iki ana gruba ayrılabilir. Genel olarak yerin üstündeki veya ekonomik derinlikteki maden yataklarının çeşitli yöntem ve araçlarla kazılması, yüklenmesi ve taşınması için yapılan tüm çalışmalara açık işletmecilik denilmektedir. Maden yatağındaki kömür veya cevherin kazılmasından önce, maden yatağının üzerindeki örtü tabakaları ve aralarında bulunan kayaçlar da kazılıp yüklenerek en yakın ve en uygun bir yere taşınır [1].

Ülkemizde madencilik sektörü geleneksel olarak merkezde, orta-büyük ölçekli kamu kuruluşları ile onların çevresinde küçük ölçekli özel sektör kuruluşlarından oluşan bir yapıya sahiptir. Fakat bu yapı son dönemde, başta Eti Maden İşletmelerine bağlı bazı ortaklıkların özelleştirilmesi ve Türkiye Kömür İşletmeleri'ne (TKİ) bağlı bazı işletmelerin özelleştirilmek üzere Elektrik Üretim AŞ'ye devredilmesi sonucunda büyük oranda değişmiştir. Bugünkü yapıya göre Türk madenciliğinin kurumsal yapısının kamu-özel ayrımı olmaksızın küçük ve orta ölçekli işletmelerden oluştuğu söylenebilir [2].

Madencilik ve inşaat sektöründeki gelişmelere paralel olarak iş makineleri sektörü de önemli bir gelişme göstermektedir. Ülkemizde madenciliğin iş gücü kapasitesinin büyük oluşu, zaman ve ekonomik değerlerin ön planda ve kullanım alanlarının çok geniş olması, beraberinde iş makinesi kullanımının da artmasına sebep olmuştur. Günümüzde neredeyse her işe uygun bir iş makinesi mevcuttur ve endüstride kullanılan birçok makine için ortak olarak "iş makinesi" deyiimi kullanılmaktadır [3].

2.2. İş Makineleri

İş makineleri, 2918 Sayılı Karayolları Trafik Kanununun 3. Maddesinde; "Yol inşaat makinaları ile benzeri tarım, sanayi, bayındırlık, milli savunma ile çeşitli kuruluşların iş ve hizmetlerinde kullanılan; iş amacına göre üzerine çeşitli ekipmanlar monte edilmiş; karayolunda insan, hayvan, yük taşımada kullanılmayan motorlu araçlardır" şeklinde tanımlanmaktadır.

İş makineleri yaptıkları işlere göre çeşitli gruplara ayrılır. Bunlardan bazıları loder (yükleyici), bekoloder (yükleyici-kazıcı), ekskavatör, greyder ve dozerlerdir.

2.2.1. Kazı Makineleri

2.2.1.1. Görevleri

Ekskavatör, palet ve tekerlek seviyesinden alt ve üst seviyelerde kazı yapma, kırma ve yükleme işleri yapan iş makineleridir. Genel olarak ekskavatörler; temel ve kanal açma, kara ve demir yolu inşasında, baraj yapımında, taş ve maden ocakları gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Paletli ve lastik tekerlekli olmak üzere iki gruba ayrılır.



Resim 2.1. Yükleme yapan paletli bir ekskavatör

Yukarıdaki Resim 2.1.'de yükleme yapan paletli bir ekskavaör görülmektedir. Ekskavatörün tabanında lastik tekerler ya da tırtıllar (palet) üzerine monte edilmiş bir “şasi” ya da başka bir deyişle “çerçeve” vardır. Motor ile komuta bölümü döner bir tabla üzerine oturtulmuştur. Bu döner tabla, makinenin üst kesiminin bir çember çizecek biçimde hareket etmesini sağlar. Kazıcı makine uzun maden bir kola tutturulmuştur. Bu kola “bum” denir. Bum yükseltip alçaltılabilir; kazma kepçesi de açılıp kapanabilir. Bütün bu hareketler komuta bölümünden, kablolar ya da hidrolik mekanizmalar aracılığıyla denetlenir. İş makinesinin verimli kullanımı için aşağıdaki hususlar göz önüne alınmalıdır [4]:

- Çeşitli marka ve modellerde imal edilen ekskavatörlerin kullanma şekli ve bakımları farklı olabilir. Bu nedenle ekskavatörün bakımı, iş emniyetinin sağlanması açısından önemlidir. Çalışma alanında emniyet tedbirlerine dikkat edilmelidir.
- Yükleme sırasında kamyon ve makinenin uygun konumda olması yakıt ekonomisi ve verimli çalışma için önemlidir.
- Paletli ekskavatörlerde, palet gerginliği çalışma yapılacak zemine uygun olarak ayarlanmalıdır.
- Ekskavatör bir yerden başka bir yere gidecekse uzun süre yürütülmemelidir.

2.2.2. Yükleyiciler (Loder)

2.2.2.1. Görevleri

Yükleyiciler; temel kazma, taşıma ve yükleme gibi işleri yapan makinelerdir. Temel hafriyat, yol yapımı, inşaat işleri, mermer ocakları ve yükleme gibi çeşitli işlerde geniş amaçlı olarak kullanılmaktadır. Paletli ve lastik tekerlekli olmak üzere iki çeşittir [4].



Resim 2.2. Lastik tekerlekli yükleyici (loder)

Yukarıdaki Resim 2.2.'de lastik tekerlekli yükleyici (loder) gösterilmektedir. Yükleyici (loder); bir traktör, önde yüklemeyi sağlayan kepçe ve arka kısmındaki kazıcıdan oluşur. Hidrolik sistem, yükleme ve kazıcı kısmının hareketini sağlar. Yükleyici kısmı, malzemeyi, bir yerden alıp kısa mesafede başka bir yere yüklemek için kullanılır. Lastik tekerlekli yükleyiciler, paletli makinelere göre daha hızlı ve seri manevra yeteneğine sahiptir. Bu

nedenle daha çok çimento fabrikaları, maden ve taş ocaklarında kullanılırlar. İş makinesinin verimli kullanımı için aşağıdaki hususlar göz önüne alınmalıdır [4]:

- Makine, kapasitesi dâhilinde çalışma yapılmalı ve aşırı zorlamalardan kaçınılmalıdır. Sert zeminde çalışmalarda kepçe tırnakları mutlaka takılı olmalıdır.
- Makine kepçesi, istenilen derinliğe gelinceye kadar zemine yavaş yavaş daldırılmalıdır. Ayrıca, malzemeyi rampa aşağı kazmak veya sürüklemek daha az güç gerektirir.

2.2.3. Dozerler

2.2.3.1. Görevleri

Malzemenin sürüklenme işlemine “dozerleme” denir. Dozer, bu iş için kullanılan makinedir. Arazi temizleme, yol açma, tesviye yapma, zemin gevşetme ve kaya sökme gibi işlerde kullanılırlar [4].



Resim 2.3. Buldozer

Yukarıdaki Resim 2.3.'de bir buldozer gösterilmektedir. Makinenin ön kısmında aşağı - yukarı olmak üzere iki fonksiyonda hareket edebilen büyük ve güçlü bir kepçe vardır. Bu kepçe bölümünün altında toprağı parçalayan, kesen bıçaklar bulunur. Bu bıçaklar kazılması gereken yerdeki toprakları parçalar ve kepçe yardımı ile parçalanmış toprağı kaldırır. Dozer, bu kepçe ile parçalanmış toprağı başka bir bölgeye ileri-geri şeklinde iterek sürükleyebilir ya

da toprağın kepçeye dolmasını sağlayarak toprağı başka bir bölgeye taşıyabilir. İş makinesinin verimli kullanımı için aşağıdaki hususlar göz önüne alınmalıdır [4]:

- Öncelikle operatör, makineyi ve makinenin kabiliyetini iyi bilmelidir. Tecrübesiz bir operatörün en yaygın hatası bıçağı ilk indirdiğinde malzemeyi çok derin kesmeye başlamasıdır. Makinenin bıçağı yere yavaş yavaş indirilmelidir. Kesme işlemi başladıktan sonra tam dolu bir bıçakla işin yapılması daha kolaydır.
- Dozerleme çalışmaları sırasında zemin yumuşak ise makine bıçağı düz ve dik bir konuma getirilmeli ve bıçak kenarında yığılan malzemenin her iki tarafta eşit olmasına dikkat edilmelidir.
- Dozerleme çalışmaları sırasında arazi sert ve kayalık ise makine bıçağı yatık durumda ve tilt konuma getirilmeli, aşırı sert ve kayalık zemin ripelenerek gevşetilmelidir. Eğimli arazide dozerleme işlemi, makine ağırlığından faydalanmak için yokuş aşağı yapılmalıdır.
- Dozerleme çalışmalarında malzeme itme mesafesi 50-100 metreden fazla olmamalıdır. Aksi hâlde aktarma organları ve yürüyüş takımları zarar görür.
- Makine eğimli arazide yana doğru kaymaya başlarsa yokuş aşağı yönlendirilir. Bununla birlikte dik yamaçlarda motor hızı yükseltilmemelidir. Yumuşak zeminlerde yapılan çalışmalarda malzeme itilirken makine bıçağı ani olarak kaldırılmamalıdır. Aksi hâlde dozerin ön istikamet teker tarafı zemine batır.

2.2.4. Greyderler

2.2.4.1. Görevleri

Genel olarak greyderler: yol, kanal, hendek açma, şev kesme, yüzey tesviyesi ve malzeme serme gibi işleri yapan çok amaçlı makinelerdir. Greyderin esas görevi, son şekli vermek ve tesviye yapmak için bıçağı ile malzemeyi kesmek ve sermektir [4]. Greyderler, dozerler gibi ağır kazı işleri için uygun makinalar değildir.

Makinenin ön ve arka tekerleklerindeki lastik dişleri dönüş yönüne göre birbirlerine zıttırlar. Arka tekerleklerin güç ile çalışması ve yer ile temas halinde bulunan “V” dişi noktasının daha iyi çekme yapması ön ve arka tekerlek dişlerinin birbirine ters olmasından kaynaklanır.

Arka tekerleklere göre daha geç aşınan ön tekerleklerin gerektiğinde sağa ve sola doğru yatırılabilir olması, keskin dönüşlerde makineye avantaj sağlamakta ve makinenin ön tarafının kazı yönüne doğru çekilmesini engellemektedir. Aşağıdaki Resim 2.4.'de bir greyder görülmektedir.



Resim 2.4. Greyder

Greyderler, kullanma amacına göre yapım veya bakım, sabit şasi (rijit) veya belden kırmalı, aktarma organı olarak ta mekanik veya hidrolik olarak imal edilmektedir. Makinenin verimli kullanımı için aşağıdaki hususlar göz önüne alınmalıdır [4]:

- Greyderlerin çeşitli tiplerde, büyüklükte ve markada olmasından dolayı temel özellikleri ve kullanımları da farklı olabilmektedir.
- Makinenin çalışma emniyeti ve bakımlı olması can ve mal güvenliği sağlaması açısından önemlidir. Makine kabininde operatörden başka biri olmamalıdır.
- Sürüş esnasında makinenin bıçağı yukarıda ve iç kısımda tutulmalı ve hangi viteste olursa olsun bıçak indirilmemelidir. Kesme için düşük vites kullanılmalıdır. Vites boşta iken hareket edilmemelidir.
- Çalışma arazisi zemin etüdü yapılmalıdır. Makine bıçağı yapılacak işe göre ayarlanmalıdır.

2.2.5. Damperli Kamyonlar

2.2.5.1. Görevleri

Damperli kamyonlar: kaya, toprak ve maden taşıma işleri yapan makinelerdir. Kamyonlar düz şasi ve belden kırmalı şekilde imal edilir. Belden kırmalı ve kaya kamyonlar olmak üzere iki gruba ayrılır. Kaya kamyonları genel olarak yol, baraj, maden gibi ağır arazi şartlarında kullanılmak üzere imal edilmiştir [4].



Resim 2.5. Kaya kamyonu

Yukarıdaki Resim 2.5.'de bir kaya kamyonu görülmektedir. Kamyonların tonaj değerlerine mutlaka uyulmalıdır. Ayrıca, makinenin lastik hava basıncının önerilen normlarda olması ve periyodik bakımlarının zamanında yapılması verimli kullanım açısından önemlidir [4].

2.2.6. Zemin Delgi Makineleri

2.2.6.1. Görevleri

Zemin delgi makineleri: sahip oldukları en az bir boom üzerinde birbirine bağlanabilen tijler ve en uçtaki bit ile kayacı delerek ilerleyen özel iş makineleridir. Kayaçlar içerisinde eğimli ya da dik delik delebirlirler. Delme takımının ucundaki bitin baskı ile kayaç içerisinde dönmesi ile kayaç kırılmakta ve kırılan parçalar tijlerin ortasında bulunan delikten bit ucuna delik dibine kadar inen hava yardımı ile delik üstüne kadar taşınmaktadır. Tij takımının en alt ucundaki bit tarafından ezilen bu kayaç parçalarının delik dışına taşınmaları delmenin sağlıklı

yapılabilmesi açısından çok önemlidir [5]. Aşağıdaki Resim 2.6.'da bir zemin delgi makinesi görülmektedir.



Resim 2.6. Zemin delgi makinesi

Delici makinelerde kullanılan ve tijlerden oluşan delme takımının en alt ucunda bulunan ve bit adı verilen parçanın çapı, açacağı deliğin çapını belirlemektedir. Delik çapı, delme-patlatma uygulamalarında patlayıcı madde miktarından delik geometrisine kadar her parametreyi doğrudan etkileyen önemli bir değişkendir. Delik çapları genelde 64 - 381 mm. arasında değişmektedir [6].

2.3. Ses ve Gürültü

2.3.1. Ses

Ses, insan kulağının algılayabildiği basınç değişimleri ile aktarılan bir tür enerji formudur. Katı, sıvı ve gaz moleküllerinin hava basıncında yaptıkları dalgalanmaların kulaktaki etkisinden oluşan bir duygudur. Ses nesnelerin titreşmesi sonucu oluşur ve dinleyicinin kulağına havada veya diğer materyallerde dalgalanma şeklinde ulaşır. Bir nesne titreştiğinde hava basıncında küçük değişimler meydana getirir. Bu hava basıncı değişimleri dalgalar şeklinde havada yol alarak sesi üretir [7].

Kulağın duyma mekanizması ses dalgalarını hisseder ve onları bilgiye çevirerek beyne iletir. Beyin bilgiyi ses olarak yorumlar. Çok yüksek sesler bile atmosfer basıncına göre çok daha küçük basınç dalgalanmaları (on binde bir) oluşturur. Kulaktaki duyma mekanizması daha

küçük basınç dalgalanmalarını bile algılayabilecek şekilde hassastır. Bu yüzden yüksek ses duymaya zarar verir [7].

2.3.2. Gürültü

Fiziksel kavram olarak ses ile gürültü arasında fark yoktur. Gürültü, “hoşa gitmeyen, istenmeyen, rahatsız edici ses” olarak tanımlanmaktadır. Genellikle yapay olarak ortaya çıkan, niteliği ve niceliği bozulmuş, istenmeyen seslerdir. Ses, ölçülebilir ve varlığı kişiye bağlı değişmeyen nesnel bir kavram iken gürültü kişiye özel, öznel bir kavramdır. Yani kişiden kişiye değişkenlik gösterebileceğini, dolayısıyla psikolojik ve otonom sinir sistemi üzerine etkilerinin de farklı olabileceğini göstermektedir [8].

İnsan kulağı 20-20000 Hz arasındaki sesleri duyabilir. Normal konuşma tonunda sesimiz 500 ile 2000 Hz arasında titreşim yapmaktadır. Bir de insanların duyamadığı infra ve ultra sesler vardır. İnfra sesler 20 Hz in altındaki seslerdir, ultrasesler ise 20000 Hz in üzerindeki seslerdir. Bunlar, duyulmamasına rağmen insanlarda bulantı hissi, baş dönmesi ve huzursuzluk nedeni olabilirler. İnfra sesler ve ultraseslerin özelliklerini sesin saniyedeki titreşim sayısı belirlemektedir [8].

Anlık ya da darbe gürültüsü, aniden meydana gelen yüksek gürültülerdir. Anlık ya da darbe gürültüsü, 1 saniyeden uzun sürmez ve sonrasında belli bir dönem sessizlik olur. Değişik tipteki darbe ve patlamalar sonucu anlık gürültü oluşur. Darbe gürültüleri çarpışan nesnelere tarafından üretilen anlık gürültülerdir. Örneğin balon patlaması, çekicinin çarpması, çivi çakma ve silah atışı darbeleri gürültü üretir [8].

2.3.3. İşyerlerinde Sesi Tanımlamada Kullanılan Temel Parametreler

2.3.3.1. Frekans

Frekans, kaynağın yüksek ve alçak basınç bölgelerinde oluşturduğu ses dalgalarının tam çevriminin oranı, başka bir deyişle saniye başına periyodik hareket döngülerinin sayısıdır. Frekans “f” sembolü ile gösterilir ve birimi Hertz (Hz)’dir. Frekansı bir hertz demek ($f= 1$ Hz), bir nesnenin ileri geri titreşimini 1 saniyede bitirdiği anlamına gelir. Aynı şekilde 100 Hz, bir nesnenin ileri geri 100 titreşimini bir saniyede tamamladığı anlamına gelir. Parçacık ne kadar hızlı titreşirse, frekans o kadar yüksek olur. İnsanlar tarafından işitilebilen seslere, duyulabilir sesler denir. [7].

2.3.3.2. Ses basıncı

Ses basıncı, ses kaynağının ürettiği hava basıncı dalgalanmalarının toplamıdır. Ses basıncını sesin şiddeti olarak duyarız veya algılarız. Sesin yayılmasıyla oluşan hava basıncındaki küçük değişiklik ses basıncı olarak bilinir ve “p” sembolü ile gösterilir. Akustik basıncın birimi Pa (paskal)’dır. Sağlıklı bir insan 0,00002 Pa - 20 Pa aralığındaki ses basıncını duyabilir. Normal bir konuşma 0,02 Pa büyüklüğünde bir ses basıncı oluşturur. Bir çim biçme makinesinin oluşturduğu ses basınç seviyesi ise 1 Pa’dır. İnsan kulağının ses basıncına tepki göstermesi sonucu sesler işitilir. Ses kaynağındaki titreşimler büyüdükçe, oluşan ses basıncıda yükselir. Yüksek ses basınçlı sesler, gürültüdür. 20 Pa seviyesindeki ses basınç seviyesi ağrı eşiği olarak adlandırılır [9].

Ses basınç seviyesi, sesin enerjisine bağlıdır. Sesin enerjisi ya da maruziyet süresi iki katına çıkarsa ses basınç seviyesi 3 dB(A) artacaktır ve tersi durumda da aynı oranda azalacaktır. İyi bir işitme duyusuna sahip bir kişi ses basınç seviyesindeki 1-3 dB(A)’lık değişimi fark edebilir [10].

2.3.3.3. Desibel kavramının temelleri

Desibel (dB) logaritmik bir ölçektir. Desibel ile ilgili hesaplamalar logaritmik olduğu için normal bir şekilde toplama çıkarma yapılamaz. Örneğin 90 dB(A) gürültü emisyonuna sahip iki tane aynı makinenin birlikte yaydıkları emisyon 180 dB(A) değil 93 dB(A)’dır. Tablo 2.1.’de dB birimine ait hesaplamaları basitleştirmek adına işyerlerindeki gürültü ile ilgili bazı hesaplamalara ait kurallardan bahsedilmektedir [11].

Tablo 2.1. Desibel kavramı ile ses enerjisi arasındaki ilişki [11]

dB Değişimi	Ses Enerjisindeki Değişim
3 dB artış	Ses Enerjisi İki Katına Çıkar
3 dB azalma	Ses Enerjisi Yarıya İner
10 dB artış	Ses Enerjisi 10 Katına Çıkar
10 dB azalma	Ses Enerjisi 10 Kat azalır
20 dB artış	Ses Enerjisi 100 Katına Çıkar
20 dB azalma	Ses Enerjisi 100 Kat azalır

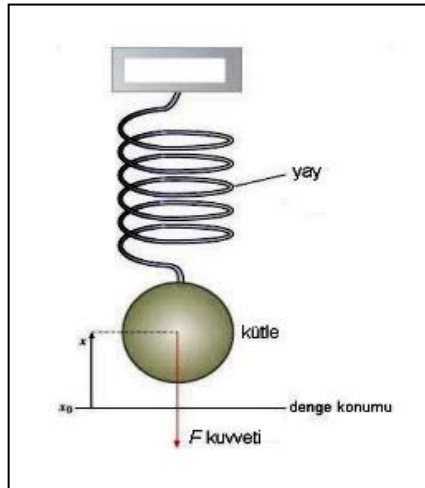
2.3.3.4. İşyerlerinde Oluşan Gürültünün Özellikleri

İşyerlerindeki gürültü, zamana göre nasıl değiştiğine bağlı olarak sürekli, değişken veya anlık (darbeli) olabilir. Sürekli gürültü verilen bir periyotta sabit kalan gürültüdür. Sürekli gürültü üreten makinelere kazanlar örnek olarak verilebilir. Üretimde oluşan gürültünün çoğu değişken ve kesiklidir. Çeşitli işlemler ve çeşitli gürültü kaynakları zamanla gürültüde değişikliklere sebep olur. Gürültü göreceli düşük ses ve gürültülü periyotlardan oluşuyorsa, gürültü kesiklidir. Anlık gürültü kısa süreli oluşan bir saniyeden az süren yüksek seviyeli gürültüdür. Preslerin oluşturduğu gürültü, silah patlaması anlık gürültüye örnek olarak verilebilir [12].

Gürültü yalnızca işitme kaybına neden olmaz, psikolojik ve fizyolojik etkileri de vardır. Başta uykunun dağılması, uykuya geç başlama, çeşitli stresler olmak üzere, rahatsızlık hissinin gelişmesine ve iş yapabilme gücüne de etki eder. Bunun dışında baş ağrısı, aşırı yorgunluk hissi, kan basıncı yükselmesi, sinirlilik, korku, algılama zorluğu, zihinsel etkinliklerde yavaşlama, kulak ağrısı, mide bulantısı, mide ülseri, kas gerilmeleri, kan şekerinin yükselmesi kalp atışlarının ve kan dolaşımının değişmesi, hormonların anormal salgılanması, göz ve beynin büyümesi vb. bozukluklarda meydana getirir. Yapılan araştırmalar göstermiştir ki, 110 dB(A) şiddetindeki bir gürültüye bir saniye maruz kalan kişinin karar alma yeteneğinde otuz saniyeye kadar bozukluk olabilmektedir [9].

2.4. Titreşim

Titreşim, bir kütle için bir referans konum etrafındaki salınım hareketidir.



Şekil 2.1. Kütle ve Yay Sistemi [13]

Şekil 2.1.'de en basit titreşim sistemi gösterilmiştir. Bir makina ya da makina elemanının titreşimi, referans olarak alınabilecek bir noktaya göre yaptığı bağıl yer değişimleri olarak tanımlanır [13,14].

Kütle serbest bırakıldığında, kütle çekim kuvveti ile yayın gerilme kuvvet eşitlendiğinde asılı kütle durgun konuma gelir. Kütle, denge konumundan aşağı veya yukarı yönde biraz yer değiştirdiğinde artık denge konumunda değildir. Kütlenin denge konumu etrafındaki aşağı yukarı hareketi dış bir kuvvet etki edene kadar devam edecektir. Bu hareket çeşidi basit harmonik hareket olarak bilinir [13].

2.4.1. Titreşimle İlgili Parametreler

Titreşim hareketi salınımlı bir harekettir. Bu tip hareketler bir denge veya referans nokta etrafında yapılan hareketlerdir ve harmonik hareket adını alırlar [13].

2.4.1.1. Titreşimin Büyüklüğü

Salınım veya osilasyon yapan bir cismin dönüşümlü olarak bir yönde ve buna zıt yönde bir hızı vardır. Bu hız değişiminin anlamı, cismin önce bir yönde, daha sonra ise zıt yönde devamlı olarak hızlandığıdır. Bir titreşimin büyüklüğü: cismin yer değiştirmesi, hızı veya ivmesi ile nitelendirilebilir. Pratik olarak ivme, genellikle ivmeölçer ile ölçülür. Birimi metre başına saniye karedir (m/s^2) [15]. Titreşimin büyüklüğü, hareketin ivmesinin ortalama değeri, genellikle karelerin toplamının karekökü (rms) olarak verilir. [12,16]

2.4.1.2. Titreşimin Frekansı

Saniye başına devir sayısı olarak Hertz biriminde verilen titreşim frekansı, vücuda iletilen titreşimin iletim yolunu ve titreşimin vücuda olan etki derecesini belirler. Genel olarak insanı etkileyen titreşimin frekans aralığı, işitilebilir sesin frekans aralığından oldukça küçüktür. Ses hareket eden bir dalga gibi görünürken titreşim durgunmuş gibi görülebilir. Titreşim de ilerleyen bir fiziksel büyüklük olduğundan, bu yaklaşım oldukça basit kalmaktadır. Titreşim ilerlemeseydi, bir aletin içindeki titreşen bir mekanizmadan oluşan titreşim, aletin elle tutulan kısmından ilerlemek için bir yol bulamayacak ve titreşim enerjisi insan vücuduna iletilemeyecekti. İşyerlerinde titreşim hareketi konusu kolay anlaşılır bir konu değildir ve çoğu zaman titreşim statik bir fenomen gibi ele alınır [16].

2.4.2. Titreşimin Etkileri

İnsan vücudu fizyolojik ve biyolojik olarak oldukça karmaşık doğası olan bir sistemdir. Mekanik bir sistem olarak bakıldığında, yapısında lineer elementler kadar lineer olmayan elementleri de bulundurur ve mekanik özellikler kişiden kişiye oldukça büyük değişiklikler gösterir. İnsanların titreşim ve şoklara tepkisi ele alınırken, bunların hem fizyolojik hem de mekanik etkilerini de göz önüne almak gerekir [17].

İnsan titreşimi, mekanik titreşimin insan vücudu üzerindeki etkisine göre tanımlanır. Etki tüm vücut üzerinde olabileceği gibi, sadece vücudun bir kısmı üzerinde de olabilir. El-kol titreşimi tutamak kısmı olan zincirli testere, darbeli matkap, taşlama makinesi gibi enerji ile çalışan aletlerden kaynaklanır. Bütün vücut titreşimi ise araçlardan, titreşen zeminlerden veya operatörün üzerinde oturarak çalıştığı büyük makinelerden kaynaklanır [18].

2.4.2.1. El – Kol Titreşimi

Enerji ile çalışan aletlerden yayılan, parmaklardan veya el avucundan vücuda giren mekanik enerjiye el-kol titreşimi denir. El-kol titreşim maruziyeti üretim, taşçılık, maden, inşaat, tarım ve ormancılık alanlarında elle kullanılan ve enerji ile çalışan aletlerden kaynaklanabilir.

İnsanın titreşime verdiği tepki; titreşimin frekansı, genliği, maruziyet süresi, yönü, uygulama noktası, vücut ve titreşimin vücuda girdiği noktanın bağlantısı, kıyafetleri, kullanılan aletler, vücut ağırlığı, kullanıcının boyu, vücudun duruş biçimi, vücut direnci, vücut bileşenleri gibi birçok faktöre bağlıdır. Titreşim, yönü ve büyüklüğü olan vektörel bir niceliktir. Bu nedenle sayılan faktörler üç eksenle ele alınmalıdır [19].

2.4.2.2. Bütün Vücut Titreşimi

Bütün vücut titreşimi (BVT), vücuda birçok yolla giren ve vücuda girdiği yere yakın olmayan organları da etkileme potansiyeli olan titreşim çeşidine verilen isimdir. En önemli giriş yolları ayaklar, kalça, sırt ve başın arka tarafıdır [13].

Bir iş yerinde bu tür titreşimden etkilenmiş kişi oturuyor ya da ayaktadır. Çalışan ayakta ise, enerji ayaklar yoluyla vücuda girecektir. Kişi oturur durumda iken, bazı durumlarda enerji, koltuk arkılığı veya sırt arkılığından vücuda girerken, esas olarak kalça ve ayaklar yoluyla vücuda geçer. Gemi, uçak gibi taşıma araçlarında uzanmış halde bulunan kişiler de bazen bu

titreşimden etkilenebilirler. Bu durumda titreşimin vücuda sırttan girdiğinin kabul edilmesi de normaldir [20].

Bütün vücut titreşimine mesleki maruziyet, bazı endüstriyel süreçlerde olabileceği gibi genel olarak ulaşım sektöründe de rastlanan bir durumdur. Kara, hava ve deniz ulaşımı rahatsızlık veren, hareketleri kısıtlayan veya yaralanmaya sebep olabilen titreşimler üretebilir. Bütün vücut titreşimine maruz kalınabilecek aktiviteler şunlar olabilir: traktör kullanımı, askeri araçlar ve benzerleri (örneğin, tank), buldozerler, greyderler, kazıcılar, kamyonlar, silindirler, orman makineleri, maden ve taş ocağı ekipmanları, forkliftler gibi arazi araçları, bazı otobüs veya tramvay kullanımı, helikopter veya kanatlı hava taşıma aracı kullanımı, beton yapım makinesi kullanımı, bazı demiryolu taşıma aracı kullanımı, motosiklet kullanımı, araba veya panelvan kullanımı, bazı spor aktiviteleri, bazı endüstriyel ekipmanlardır. Büyük titreşim ve şok maruziyeti en fazla buldozer, endüstriyel kamyon ve traktör gibi arazi araçlarının kullanımı nedeniyle meydana gelir [15].

Yıllar boyunca titreşim maruziyetinin insan vücuduna etkileri konusunda çalışılmıştır. Hayvanlar ve insanlar üzerinde yapılan çalışmalarda, yüksek seviyelerde titreşim maruziyetinin hayati organlara zarar vererek sağlık üzerinde ciddi etkilerinin olduğu gözlenmiştir. Bu çeşit bir zarar verebilecek titreşim seviyesi büyük ölçüde rahatsızlık hissine neden olur ve insanlar uzun aralıklarda bu seviyede titreşime maruz kalamazlar. Bütün vücut titreşimine işyeri maruziyeti, hafif rahatsızlık hissine neden olan, ancak hemen göze çarpmayan, daha çok uzun dönemli sağlık etkileri olan titreşim büyüklüklerini ve maruziyet sürelerini içerir [13].

Bütün vücut titreşiminin etkisi temel olarak görme ve kontrol üzerinedir. Titreşimin görme ve manuel kontrol üzerine etkileri vücudun etkilenen kısımlarının hareketlenmesine sebep olmaktadır. Bu etkiler el veya göze titreşim iletilmesinin indirgenmesi ile azaltılabilir ve rahatsızlığın daha az hissedilebilmesi için gerekli düzenlemeler yapılmalıdır [21].

Epidemiyolojik çalışmalar bütün vücut titreşimine yoğun şekilde maruz olan işçilerin omurgaları için artan bir sağlık riskini göstermektedir. Çeşitli araştırmacılar bütün vücut titreşimine yoğun bir şekilde maruziyetin bel ağrısı artışına ve omurga üzerinde olumsuz etkilere neden olduğu konusunda hemfikirdir [21].

Titreşim frekansına bağlı olan bütün vücut titreşiminin uzun süreli etkileri henüz epidemiyolojik çalışmalar ile açıklanamamıştır. Ayakta duran bir kişiye 40-50 hz arasında değişen bütün vücut titreşimi uygulandığı zaman ayak kemiklerinde dejeneratif değişiklikler gözlenmiştir. 40 hz den daha yüksek frekanslarda bütün vücut titreşimine maruz kalma merkezi sinir sistemi rahatsızlıklarına sebebiyet verebilir. 20 hz altındaki maruziyetlerde ise yapılan araştırmaların sonuçları çelişkili olarak verilmektedir. Bu konuda yapılan bazı çalışmalarda sadece baş ağrısı ve özel olmayan şikâyetlerin arttığı belirtilmiştir [21].

Bütün vücut titreşimine maruz kalan çalışanlar arasında dolaşım sistemi rahatsızlıkları 4 ana grupta toplanabilir [21]:

- 1) Bacak venlerinde varikozel
- 2) Periferal hastalıklar
- 3) İskemik kalp hastalıkları ve hipertansiyon
- 4) Nörovasküler değişiklikler.

Bütün araştırmacılar, titreşime maruz kalan çalışanlarda sindirim sistemi ile ilgili çeşitli hastalıkların yüksek oranlarda görülmesi konusunda aynı fikirdedir. Bütün vücut titreşimi bu hastalıklar için bir sebeptir fakat en önemli faktör değildir. Erkek üreme sistemi hastalıkları konusunda ise çelişkili sonuçlar açıklanmıştır [21].

2.5. Toz Kavramı

Toz, havada asılı durumda bulunan katı parçacıkların genel adıdır. Tozun partikül büyüklüğü çok değişik olabilir. Toz, genellikle 0.1 μm 'den büyük çaplı partiküllerle, öğütme, kırma ve bir etki ile mekanik olarak oluşan, katı partiküller olarak anlaşılır. İnsan sağlığı bakımından önemli olan boyutlar ise 0.5 - 100 μm arasındaki büyüklüklerdir. Daha büyük olan partiküller solunum yoluna giremezler [22].

Tozlar, kimyasal kökenlerine ve biyolojik etkilerine göre sınıflandırılabilir. Mesleki sağlık açısından ise tozlar üç grupta incelenmektedir [22]:

1) Solunabilir Tozlar

Solunabilir tozlar: % 50'si 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 tanımlanmaktadır [22].

2) Torakal Tozlar

Torakal tozlar: % 50'si aerodinamik çapı 10 µm'nin altında kalan, alveollere ulaşan tozlar da dahil olmak üzere, maruz kalındığında alt solunum yollarını etkileyen ve akciğerlere kadar ulaşabilen tozlardır [22].

3) Alveollere Ulaşan Tozlar

Alveollere ulaşan tozlar: % 50'si aerodinamik çapı 4 µm'nin altında kalan ve maruz kalındığında alveollere kadar ulaşabilen tozlardır [22].

2.5.1. Tozların Sınıflandırılması

Tozlar biyolojik etkileri açısından altı grupta toplanır [23]:

- a) Fibrojenik tozlar
- b) Toksik tozlar
- c) Kanserojen tozlar
- d) Radyoaktif tozlar
- e) Alerji yapan tozlar
- f) İnert tozlar

2.5.1.1. Fibrojenik Tozlar

Silikoz ve asbestoz gibi pnömokonyozların oluşmasına neden olabilirler serbest kristalin silisyumdioksit (SiO₂) yani kuvars, kristobalit ve tridimit tozları silikozu oluşturur. Bunlardan doğada en çok bulunanı kuvars olup, Kristobalit (870-1470°C) ve Tridimit (1470-1670°C) daha az ve belli sıcaklıklarda rastlanır [24].

2.5.1.2. Toksik Tozlar

Çeşitli organlar üzerinde (sinir sistemi, karaciğer, böbrekler, mide ve bağırsaklar, solunum organları, kan yapıcı organlar v.b) kronik veya akut zehirli etki yapan tozlar, toksik tozlar olarak tanımlanır. Bunların en başında gelenleri; berilyum, arsenik, kurşun, radyum, toryum, vanadyum, krom, nikel, civa, kadmiyum, antimuan, manganez, tungsten, gümüş tozlarıdır [25].

2.5.1.3. Kanserojen Tozlar

Asbest, arsenik, berilyum, kromatlar (kalsiyum-potasyum-sodyum), nikel (nikel metalleri, nikelsülfid, nikeloksit, nikelkarbonat) tozları insanlarda kansere yol açabilen tozlardır [25].

2.5.1.4. Radyoaktif Tozlar

Radyoaktif maddelerin yaymış olduğu iyonize ışınlar, insan organizmasının hücre ve dokularında hasar meydana getirerek genetik bozukluğa neden olur. En önemli radyoaktif tozlar, uranyum, toryum, seryum ve zirkon bileşikleri, trityum ve radyum tozlarıdır [23].

2.5.1.5. Alerji Yapan Tozlar

Bazı insanlarda alerji yapabilen, astım, ekzama gibi hastalıkların oluşmasına neden olabilen tozlardır. Alerji yapan tozlar ise; tahıl, kereste vb. tozlarıdır [23].

2.5.1.6. İnert Tozlar

Vücutta birikilebilen fakat fibrojenik ve toksik etkileri olmayan, belirli bir hastalığa neden olmayan tozlardır. Bu nötr tozlar, demiroksit, titandioksit, magnezyumoksittir [25].

2.5.2. Pnömokonyoz ve Oluşumu

Akciğerde tozların birikmesi ve onlara bağlı doku reaksiyonu sonucu oluşan hastalığa “pnömokonyoz” denir.

Pnömokonyoz hastalığının meydana gelmesinde önemli olan tozun çapıdır. Çapları 5µ'dan büyük olan tozlar alveollere kadar gidmeden üst solunum yollarında tutulurlar. Pnömokonyoz için daha az önemli olan bu büyük partiküller üst solunum yolu hastalıkları

için tehlikelidir. Çapı 0,2 µ olan küçük tozlar ise alveol yüzeyine ulaşmadan nefes verme havası ile dışarı atılırlar.

Yapılan araştırmalar, pnömokonyoza neden olan tozların üst solunum yollarından geçerek akciğerin alveollerine kadar varabilen 0,2-5 µ arasındaki tozlar olduğunu ortaya çıkarmıştır. Yalnız 5µ'dan daha büyük taneciklerin üst solunum yollarında süzüldüğü ve alveollere kadar ulaşmadığı konusunda araştırmacılar ortak düşüncede olmalarına rağmen, akciğerde tutulmaksızın solunumla geriye atılan en küçük toz boyutu üzerinde böyle genel bir anlaşma yoktur, çoğunlukla 0,5 µ kabul edilmektedir.

Pnömokonyoz, hastalığa neden olan tozun cinsine göre adlandırılmaktadır. Örneğin, kömür tozunun solunması ile antrakoz, kuvars içeren tozların solunmasıyla silikoz, demir tozlarının solunmasıyla sideroz, asbest tozlarının solunması ile asbestoz adı verilen rahatsızlıklar oluşmaktadır [26].

Kömür ocaklarında solunabilir toz içinde genelde kömür tozunun yanında kaolen, mika, kuvars gibi mineral tozları vardır. Bu nedenle kömür madeninde çalışan işçilerin pnömokonyozu, kömür işçisi pnömokonyozu veya antrakosilikoz adını alır. Solunum yoluyla akciğer ve alveollere kadar giden ince tozlar, alveol duvarlarında “fagosit” olarak adlandırılan ve bünyenin yabancı cisme direncini oluşturan hücrelerle karşılaşılırlar. Alveollerde, tozun zararsız hale getirilmesini sağlayan fagositler, tozlu çalışma ortamlarında bütün tozu dışarı atamazlar. Akciğerde biriken bu tozlar, tepkisel bağ dokusu (fibrozis) oluşumuna neden olur ve akciğer alveolleri ile etrafındaki damarların görevini yapmasını önleyerek iltihap yaratırlar. Zamanla ağ şeklinde bağ dokuları ortaya çıkar. Oluşan bu dokular, yumrucuklara, ileri aşamada da nodüllere dönüşür. Çok ilerlemiş aşamalarda bağ doku oluşumunu artarak sert yumrular oluşmakta ve bunların parçalanmasıyla akciğer loblarında ağır yaralanmalar meydana gelmektedir [28].

Maluliyet ve iş görmezliğe neden olan ve hatta ölümlü sonuçlanan (silikoz, asbestoz, vb) şekilleri yanında, hiçbir klinik belirti vermeden tamamen zararsız sayılabilecek şekilde devam eden (sideroz, baritoz vb.) pnömokonyoz türleri de mevcuttur [23]. Aşağıdaki Tablo 2.2.'de pnömokonyoza neden olan inorganik ve organik tozlar görülmektedir [29].

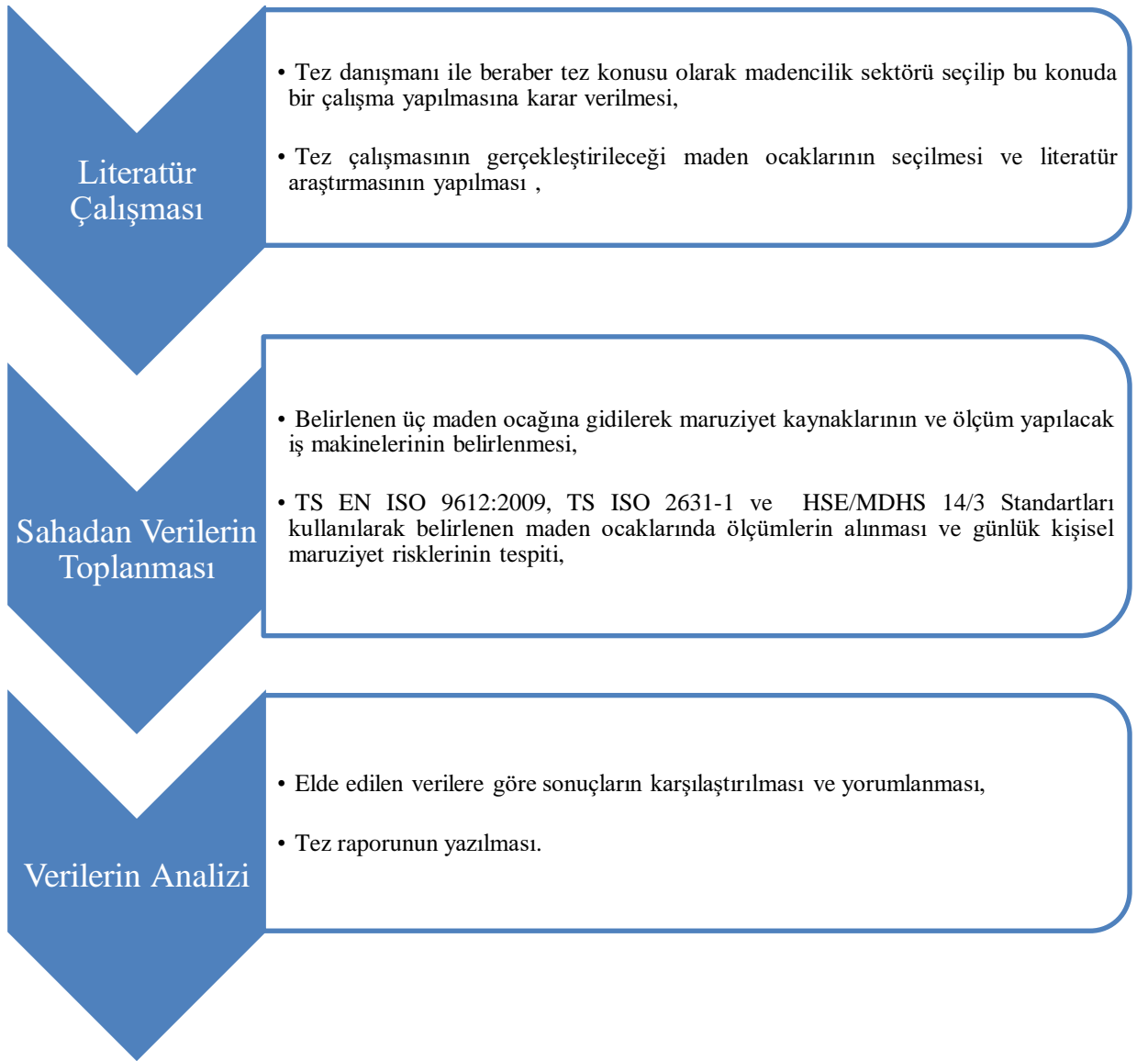
Tablo 2.2. Pnömkonyoz neden olan tozların sınıflandırılması [29]

İnorganik Tozlar		Organik Tozlar
Silisyum Oksitleri İçeren Mineraller	Silisyum Oksitleri İçermeyen Mineraller	
1. Kristalize Silisler (SiO ₂): Kuvars, Kristobalit, Tridimit	Beril Klihalit	Pamuk Tozları Tahıl Tozları
2. Kristalize Silikatlar (SiO ₄ , Si ₂ O ₃ , Si ₂ O ₅ , Si ₄ O ₁₁ ve katyon) : Asbestoz, Talk, Kaolen	Böhmit Grafit Hematit Sert Metal Mineralleri	Deterjan Tozları Mayalama Hammaddeleri Lifli Şekerkaşısı artıkları
3. Karışık Tozlar (silisyum silikatlar vb.) Kuvars+Kömür, Kuvars+Demiroksitler	(Sülfidler, Arsenitler, Tellüritler	

3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

3.1. Tez Çalışmasının Aşamaları

Tez çalışmasının amacı doğrultusunda belirlenen üç maden ocağında çalışan operatörlerin düzenli olarak kullandığı ağır iş makineleri belirlenmiş ve 18 farklı iş makinesi operatöründen normal çalışma süreleri içerisinde günlük kişisel gürültü, bütün vücut titreşimi ve toz ölçümleri uluslararası standartlara uygun olarak yapılmıştır. Tez çalışmasına ait iş akış şeması Şekil 3.1.'de belirtilmiştir.



Şekil 3.1. Tez çalışması iş akış şeması

3.2. İş Yerlerinin Seçimi

Bu çalışma Manisa'nın Soma ilçesinde bulunan üç açık kömür ocağında yapılmıştır. Madenler, aynı şirket tarafından işletilen ve ülkemizin değişik yerlerinde kömür üretimi ve kömür pazarlaması yapan büyük ölçekli tesislerdir. Çalışma yapılan madenlerde aynı iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları vardır. Çalışma kapsamında belirlenen maden ocaklarında: A maden ocağında 530, B maden ocağında 200 ve C maden ocağında ise 250 kişi çalışmaktadır.

3.3. Kullanılan Metotlar

Çalışma kapsamında belirlenen açık işletmelerde ağır iş makinesi kullanan operatörlerin günlük kişisel gürültü, titreşim ve toz maruziyetlerinin incelenmesi, İSGÜM'de kullanılan standartlara uygun olarak yapılmıştır. Buna göre;

- Kişisel günlük gürültü ölçümleri için, TS EN ISO 9612:2009 “Akustik çalışma ortamında maruz kalınan gürültünün ölçülmesi ve değerlendirilmesi için prensipler”,
- Bütün vücut titreşim ölçümleri için, “ISO 2631-1: 1997 - Mekanik titreşim ve şok - Bütün vücut titreşime maruz kalma değerlendirilmesi”,
- Toz ölçümleri için, numune alma ve değerlendirme “TS EN 689 “İşyeri Havası - Solunumla Maruz Kalınan Kimyasal Maddelerin Sınır Değerler ile Karşılaştırılması ve Ölçme Stratejisinin Değerlendirilmesi İçin Kılavuz” ile “MDHS 14/3 Solunabilir Tozların Gravimetrik Analizi ve Örnekleme İçin Genel Metotlar”

standartları kullanılarak ölçümler gerçekleştirilmiştir. Bu parametrelere ait yasal düzenlemeler EK 1'de verilmektedir.

3.3.1. TS EN ISO 9612:2009 Standardına Göre Gürültü Ölçümü

Bu standart: mesleki gürültü maruziyeti seviyesinin belirlenmesinde kullanılan ölçme yöntemini açıklamak için kullanılmaktadır. Prosedürün basamakları aşağıdakileri içermektedir.

1. İş analizi,
2. Ölçüm stratejisinin seçilmesi,
3. Ölçümün yapılması,
4. Belirsizlik ve hata kaynaklarının gözden geçirilmesi,
5. Hesaplamaların yapılması ve sonuçların sunulması [30].

3.3.1.1. İş Analizi

İş analizi ölçüm stratejisinin seçilebilmesi ve ölçümün planlanabilmesi için gerekli bilgilerin toplandığı basamaktır. Planlamanın yapılabilmesi ve doğru stratejinin seçilebilmesi için iş analizi basamağında yapılan iş ve işi yapan çalışanlar ile ilgili yeterli bilginin toplanması gerekmektedir. İş analizi sonucunda aşağıdaki işlemler yapılmalıdır:

- a) İş yerindeki işlerin ve bu işleri yapan çalışanların bu işleri nasıl yaptıklarının belirlenmesi,
- b) Gerekli durumlarda homojen gürültü grubunun oluşturulması,
- c) Her çalışan veya çalışan grubu için nominal günün belirlenmesi,
- d) Gerekli ise işleri oluşturan görevlerin belirlenmesi,
- e) Önemli gürültü kaynaklarının belirlenmesi,
- f) Ölçüm stratejisinin belirlenmesi,
- g) Ölçüm planının belirlenmesi.

Homojen Gürültü Maruziyeti Gruplarının Tanımlanması

Ölçüm için harcanacak çaba ve zaman homojen gürültü maruziyeti grupları kurularak azaltılabilir. Bu gruba dahil edilecek çalışanlar, aynı işi yapan ve iş günü boyunca benzer gürültüye maruz kaldıkları düşünülen kişilerden oluşur. Oluşturulan grup bir veya birden fazla çalışandan oluşabilir. Homojen gürültü maruziyeti grubu, benzer gürültü maruziyeti grubu olarak da adlandırılabilir.

Nominal Güne Karar Verme

Çalışma periyotlarını ve mola sürelerini de içeren nominal güne karar verilirken hem çalışanlara hem de yönetime danışılmalıdır. Yapılan iş gözlenerek gürültü maruziyetini etkileyebilecek tüm faktörler izlenmelidir. Yapılan işin izlenmesi sürecinde görevler ve

süreleri, ana gürültü kaynakları ve gürültülü iş istasyonları, işin yapılış düzeni, işin yapılırken gürültü çıkararak aşamalar, molalar, duruşlar nominal günün belirlenmesi için kaydedilmelidir. Her aşamanın ne zaman, nasıl ve ne sıklıkla gerçekleştiği kaydedilmelidir. Ölçümler, tüm önemli gürültü meydana getiren aşamaların gerçekleştiği zamanlarda yapılmalıdır. Çalışanların her gün farklı yerlerde veya farklı işlerde çalıştığı durumlarda işin dolayısıyla gürültü maruziyetinin günden güne değiştiği ve tipik bir günlük maruziyetin olmaması gibi durumlarla karşılaşılabilir. Böyle durumlarda nominal günün belirlenebilmesi için çalışanın iş yaptığı bütün yerler birkaç gün veya bir hafta boyunca gözlenebilir. İşi etkileyen işlem basamakları, malzemeler, iş istasyonunun durumu, çalışan sayısı ve çalışma hızı gibi durumlar kaydedilir [30].

3.3.1.2. Ölçüm stratejisinin seçilmesi

Uluslararası bu standartta işyerlerindeki gürültü maruziyetinin belirlenmesinde üç adet ölçüm stratejisi sunulmuştur. Bunlar [30]:

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

Bu tez çalışmasında açık maden ocaklarında yapılan gürültü ölçümleri görev tabanlı ölçüm stratejisine göre yapılmıştır.

Görev Tabanlı Ölçüm Stratejisi

Yapılan işin iyi belirlenmiş alt görevlere bölünebildiği, her bir görevin çalışma süresinin kesin olarak belirlenebildiği, ses seviyesinde az miktarda değişim gözlemlendiği (kararlı gürültü) ve çok sayıda çalışanın benzer gürültü ortamında benzer işler yaptığı durumlarda, görev tabanlı ölçüm stratejisi kullanılır. Bu strateji uygulanırken öncelikle gün boyunca yapılan çalışmalar analiz edilir. Çalışanın işi alt görevlere bölünür ve her bir görev için ayrı bir L_{eq} ölçülür. En

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

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

ile belirlenir. İsteğe bağlı olarak bir görev süresi bir değişken olarak kabul edilebilir. Süre içerisinde olası değişimleri belirlemek için görev süresi gözlenir ve kaydedilir. Alternatif olarak birden fazla çalışan ve şefe en makul süre aralığını belirlemek için danışılabilir [30].

Her bir ölçüm süresi gerçek görev için ortalama eşdeğer sürekli ses basıncı seviyesini temsil etmesi adına yeteri kadar uzun olmalıdır. Her bir görev için en az 5 dakika olmak üzere 3 defa ölçüm yapılması gerekir. Bir görevin süresi 5 dakikadan kısa ise, ölçümün süresi görevin süresi ile aynı olmalıdır. Uzun görevler için her ölçümün süresi en az 5 dakika olmalıdır. Her bir ölçümün süresi, ancak, kararlı ve tekrarlanan gürültü seviyesi bulunursa, ya da eğer görevden kaynaklı gürültü toplam gürültü maruziyetine küçük bir katkıda bulunuyor diye kabul edilebilirse azaltılabilir. Gürültü periyodik ise her ölçüm en az 3 periyodu kapsamalıdır. Eğer 3 periyot süresi 5 dakikadan kısa ise, her ölçüm en az 5 dakika olmalıdır. Her ölçümün süresi, tüm periyotların zamanını karşılamalıdır.

Her görev için en az 3 ölçüm yapılmalıdır. Gürültü seviyesindeki gerçek değişimleri karşılamak için görev süresinde farklı zamanlarda ölçümler ya da bir grup içerisinde farklı çalışanlardan ölçümler yapılması önerilir.

Yapılan 3 ölçümün sonuçları arasında 3 dB veya daha fazla fark varsa ilave 3 ölçüm daha yapılmalı ya da görev daha alt görevlere bölünerek yukarıdaki işlemler tekrarlanmalıdır [30].

A-ağırlıklı Eşdeğer Sürekli Ses Basıncı Seviyesi Hesaplanması

M görevi için yapılan I sayıda farklı ölçümün A-ağırlıklı eşdeğer sürekli ses basıncı seviyesi, $L_{p,A,eqT,m}$ değeri aşağıdaki (1) denklemi ile hesaplanır [30].

$$L_{p,A,eqT,m} = 10 \lg \left(\frac{1}{I} \sum_{i=1}^I 10^{0,1 \times L_{p,A,eqT,m_i}} \right) \text{ dB} \quad (1)$$

Burada;

$L_{p,A,eqT,mi}$ T_m süresinin bir görev süresince A-ağırlıklı sürekli ses basıncı seviyesidir;
 i m görevi numune sayısıdır,
 I görev numunelerinin, m , toplam sayısı.

Her görevin, günlük gürültü maruziyeti seviyesine katkısının hesaplanması:

m görevinin günlük A-ağırlıklı gürültü maruziyeti seviyesine katkısı, $L_{EX,8h,m}$, aşağıdaki (2) denklemi ile hesaplanabilir [30]:

$$L_{EX,8h,m} = L_{p,A,eqT,m} + 10lg \left(\frac{T_m}{T_0} \right) dB \quad (2)$$

Burada;

$L_{p,A,eqT,m}$ m görevi için A-ağırlıklı eşdeğer sürekli ses basınç seviyesi;
 $\overline{T_m}$ m görevinin aritmetik ortalama süresi;
 T_0 referans süresi, $T_0 = 8$ h

Günlük Gürültü Maruziyeti Seviyesinin Belirlenmesi

Günlük A-ağırlıklı gürültü maruziyeti $L_{EX,8h}$, (3) denklemi ile hesaplanır.

$$L_{EX,8h} = 10lg \left(\frac{1}{I} \sum_{m=1}^M \frac{\overline{T_m}}{T_0} 10^{0,1 \times L_{p,A,eqT,m}} \right) dB \quad (3)$$

Burada;

$L_{p,A,eqT,m}$ m görevi için A-ağırlıklı eşdeğer sürekli ses basınç seviyesi;
 $\overline{T_m}$ m görevinin aritmetik ortalama süresi;
 T_0 referans süresi, $T_0 = 8$ h
 m görev numarası;
 M günlük gürültü maruziyet seviyesine katkıda bulunan m görevlerinin toplam sayısı.

$$L_{EX,8h} = 10lg \left(\sum_{m=1}^M 10^{0,1 \times L_{EX,8h,m}} \right) dB \quad (4)$$

Burada;

$L_{EX,8h,m}$ m görevinin A-ağırlıklı gürültü maruziyeti seviyesinin, günlük gürültü maruziyeti seviyesine katkısı;

m görev numarası;

M günlük gürültü maruziyet seviyesine katkıda bulunan m görevlerinin toplam sayısı [30].

İSGÜM’de Kişisel Gürültü Maruziyet hesaplanmasında HP.01 Gürültü Hesaplama Programı kullanılır.

3.3.1.3. Ölçümlerin Yapılması

Ölçüm cihazları aşağıdaki şartlara göre seçilebilir:

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



Resim 3.1. Gürültü - titreşim ölçer ve kalibratörü

Sabit bir çalışma yerinde gerçekleştirilen tekli veya çoklu görevlerin ölçümü için, elle tutulan veya sabitlenmiş ses seviye ölçerler kullanılabilir. İki tür cihaz da bir mikروفon, bir ön yükseltici bir yükseltici, frekans ağırlıklandırma filtresi, ses verme devreleri ve sonuçların okunacağı analog veya dijital bir ekrandan oluşmaktadır [31].

Bu çalışmada İSGÜM bünyesinde yer alan yukarıda gösterilen cihaz kullanılmıştır: Resim 3.1.’de gürültü ve titreşim ölçer ile kalibratörü gösterilmektedir. .

Kalibrasyon

Ölçümlerin hassas ve doğru yapılabilmesi için ses seviyesi ölçerleri ve dozimetreleri her ölçümden önce ve sonra kalibratörler yardımıyla kalibre etmek gerekmektedir. Ölçüme başlamadan önce kalibratör ile doğrulama yapıldıktan sonra “C faktörü” belirlenmesi ve “SPL” (Ses Basınç Seviyesi) ölçümü yapılır ve bu değerler kayıt altına alınır. Kalibratör bilinen bir ses basıncı seviyesi değerini cihazın mikrofonuna göndererek cihazın bilinen değere göre düzeltme yapmasını sağlar. Kalibratörle yapılan düzeltmeye ek olarak ölçümde kullanılan tüm donanım, standartlarca/ üretici firmalarca belirlenen aralıklarla TÜRKAK tarafından akredite olmuş laboratuvarlarca kalibre edilmeli ve bakımları yapılmalıdır.

Mikrofon Konumu

Ölçümlerin yapılacağı mikrofon konumları belirlenir. Mikrofon çalışanın en çok maruz kalan kulağı tarafında ve dış kulak kanalının girişinden 0,1 ve 0,4 m arasında bir mesafede bulunur ya da tutulur. Mikrofon, çalışanın başının merkez düzlemine gözlerle aynı seviyede olacak şekilde, çalışanın görüşüne paralel ekseninde yerleştirilir ve bu konumlar korunarak çalışanın hareketleri boyunca takip edilir. Oturmuş konumdaki bir çalışan için; oturma platformundan 0,80 m ± 0,05 m yükseklikte, ayakta duran çalışan için ise; zeminden 1,55 m ± 0,075 m yükseklikte ölçüm yapılmalıdır [30].

3.3.1.4. Belirsizlik ve Hata Kaynaklarının Gözden Geçirilmesi

Hataların kaynakları ve belirsizlikler sonucu etkileyebileceği için değerlendirmeye alınmalıdır [30].

3.3.1.5. Hesaplama, Sonuçların Verilmesi ve Belirsizlik

Seçilen strateji için belirtilen $L_{EX,8h}$ hesaplanır ve belirsizlik standartta belirtildiği gibi bulunur. Sonuçlar ve belirsizlikler bu uluslararası standartla birlikte verilen tablo kullanılarak da hesaplanabilir [30].

3.3.2. ISO 2631-1: 1997 Standardına Göre Bütün Vücut Titreşimi Ölçümü

Bütün vücut titreşim ölçümlerine başlanmadan önce, işyerinin normal çalışma süresi içerisinde, ölçüm yapılacak yerlerde ön inceleme yapılır. Ön inceleme sonucunda, günlük bütün vücut titreşimine maruz kalmanın değerlendirilmesi amacıyla, ilk olarak titreşime

maruz kalma değerini büyük oranda etkilemesi muhtemel olan işlemler belirlenir. Titreşime neden olan tüm kaynaklar, titreşimin vücuda aktarılma yönü, titreşim karakteristiği ve titreşim maruziyetine neden olan makine veya alette çalışılan süre belirlenmelidir [33].

Titreşim lmleri, titreşimin vücuda girdiği noktaya veya alana mümkün olan en yakın yerden alınmalıdır. Koltuk aracılığıyla vücuda giren titreşimi ölçmek için kullanılan cihaz koltukta oturan kişiinin kalçasının altına, x veya l eksenine çalışana doğru olacak şekilde koyulur. Ayakta duran bir kişiide veya oturan bir kişiinin ayak kısmında titreşim seviyesi ölümünde ise çalışanın ayağının altına x veya l eksenine çalışana doğru olacak şekilde olmalıdır [33].



Resim 3.2. Gürültü ve titreşim ler

ISO 8041'de verilen kurallara uygun, üç ekseninde bütün vücut titreşim ivme değerlerini ilgilendirilen frekans aralığında ölçebilecek titreşim analizörü kullanılmalıdır. Bu alışmada Resim 3.2.'de gösterilen ölçüm cihazı kullanılmıştır.

Titreşim maruziyet değeri, bir çalışan için, günlük çalışma süresi içerisinde aynı makine başında aynı işlemi yapıyorsa, titreşim sinyaline ait temsili bir numune alınır. Belirlenen süre boyunca her eksen (x, y ve z) için 7 dakikadan az olmamak kaydıyla titreşim ölçüm cihazı ile ölçüm yapılır. Titreşim genliğini belirlemede kullanılan ana büyüklük m/s^2 cinsinden ifade edilen frekans ağırlıklı ivmenin r.m.s. (k.o.k.) değeri olmalıdır. Bu durum için günlük titreşime maruz kalma, 8 saatlik enerjiye eşdeğer olan frekans ağırlıklı toplam titreşim değeri $A(8)$ ile ifade edilmelidir.

Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Üç eksenle yapılan ölçümlerde W_d ve W_k filtreleri kullanıldığında k çarpanı olarak x ve y eksenini için 1,4 ve z eksenini için 1 değeri kullanılır.

Günlük maruziyet hesaplamasında, a_{hwx} , a_{hwy} ve a_{hwz} değerleri aşağıda verilen (1) formülünde yerine konularak üç eksenledeki günlük titreşim maruziyetleri ($A_x(8)$, $A_y(8)$, $A_z(8)$) hesaplanır. Üç eksenle hesaplanan değerlerden en büyük olanı $A(8)$ sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet değerini verir. Eğer, hesaplanan a_{hwx} , a_{hwy} ve a_{hwz} değerleri karşılaştırılabilecek kadar yakın ise aşağıdaki (1) ve (2) formüllerinde yerine konularak sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet $A(8)$ hesaplanabilir.

$$a_{hw} = \sqrt{(1,4 \times a_{hwx})^2 + (1,4 \times a_{hwy})^2 + a_{hwz}^2} \quad (1)$$

$$A(8) = a_{hw} \sqrt{\frac{T}{T_0}} \quad (2)$$

Eşitliklerdeki;

a_{hv} m/s^2 cinsinden ifade edilen, frekans ağırlıklı r.m.s. (k.o.k.) ivme değerinin toplam titreşim değeri,

a_{hwx} , a_{hwy} ve a_{hwz} m/s^2 cinsinden ifade edilen, sırayla x , y ve z eksenlerinde frekans ağırlıklı, bütün vücut titreşiminin anlık ivmesinin r.m.s. (k.o.k.) değeri,

$A(8)$ m/s^2 cinsinden ifade edilen günlük titreşime maruz kalma,

T Günlük toplam titreşime, a_{hv} , maruz kalma süresi,

T_0 8 saatlik (28800 saniye) referans süredir.

Eğer kişi, bir günlük çalışma süresi içerisinde, bütün vücut titreşim maruziyetine neden olan makine başında farklı çalışmalar yapıyorsa; her bir farklı çalışma koşulunda (farklı makine veya aynı makinede farklı iş) farklı titreşim büyüklüklerine maruz kalacağından dolayı;

a) Aynı makine ile farklı işlemler yaparken ayrı ayrı ölçüm alınır. İşlemlerin süreleri (her bir alt ölçüm süresi, T_i) ve ölçülen ivme büyüklükleri not edilir.

b) Farklı makineler ile çalışmalarda ayrı ayrı ölçüm alınır. Çalışma süreleri ve ölçülen ivme değerleri not edilir.

Bu durumda olduğu gibi, çalışma, günlük toplam titreşimin, farklı titreşim genlikleri bulunan farklı çalışmaları kapsayacak şekilde ise, titreşime maruz kalma, $A(8)$, aşağıda yer alan (3) formülüne göre hesaplanmalıdır. Farklı titreşim maruziyetlerinin bulunduğu farklı çalışmalar için sekiz saatlik çalışma süresinde günlük maruziyet $A(8)$ değeri bu formül ile hesaplanır.

$$A(8) = \sqrt{\frac{1}{T_0} \sum_{i=1}^n a_{hvi}^2 T_i} \quad (3)$$

Eşitlikteki;

A_{hvi}	Çalışma için toplam titreşim değeri
N	Toplam maruz kalınan farklı titreşimlerin sayısı
T_i	i çalışmanın süresi
T_0	Sekiz saatlik (28800 saniye) referans süredir [33].

İSGÜM’de kişisel bütün vücut maruziyet hesaplanmasında HP.13 Titreşim Hesaplama Programı kullanılır.

3.3.3. MDHS 14/3 Standardına Göre Solunabilir Tozların Gravimetrik Analizi

Toz örneklemesinde ve analizinde kullanılan cihaz ve sarf malzemeler aşağıda listelenmiştir.

- SKC Sidekick tipi ve SKC-Üniversal Deluxe tipi Hava Örnekleme Pompası
- Siklon tipi numune alma başlığı
- 25 mm çapında PVC filtre
- Filtre kaseti
- Dijital debi ölçer (DryCal)
- Rotametre
- Hassas Teraziler ve Kalibre standart ağırlıklar

İSGÜM’ de kullanılan toz örnekleme cihazı ve aparatları Resim 3.3.’ de gösterilmektedir. Toz numunesi alınacak işletmede ölçüme başlamadan önce gerekli ön inceleme yapılarak maruziyetin görüldüğü süreçler ve kaç noktadan toz numunesinin alınacağı belirlenir.



Resim 3.3. Kişisel hava örnekleme pompası, siklon başlık, PVC filtre ve filtre kaseti

Toz numunesi almak için kullanılacak PVC filtreler kasetlerin içine yerleştirilerek 0.01 hassasiyete sahip hassas terazide ilk tartımları yapılarak sonuçları kaydedilir. Tartıma başlamadan önce asgari olarak terazinin doğruluğu, üretici firmanın önerdiği aralıklarla kalibre standart ağırlıklar (etalon set) kullanılarak kontrol edilir. İlk tartımları yapılan kasetlerin her biri koruyucu klipsleri takılarak ayrı kilitli poşetlere konular ve etiketlenir. SKC marka toz örnekleme pompaları numune alma işleminden önce İSGÜM' de bulunan dijital debi ölçer (DryCal) ile hacimsel akış hızı 2.0 l/dk olarak ayarlanır. Akış hızları ayarlanmış pompalar ve ilk tartımları yapılmış filtreler numune alma işlemi için hazır hale getirilir.

Numune alınacak işyerine gidilerek temiz, tozsuz bir ortamda önceden tartılmış PVC filtreler kilitli poşetlerinden çıkarılarak kasetleriyle birlikte siklon başlıklara yerleştirilir. Sızdırmazlık yapmayacak şekilde esnek uzun hortumları pompaya bağlanır. Numune alma pompası çalışanın üzerine takılmadan önce bir kez de taşınabilir akış ölçer (rotametre) ile debisi kontrol edilir. Pompa başlığı çalışanın solunum bölgesine, omzunun üstünde köprücük kemiğine yakın bir yere yerleştirilmelidir. Solunum bölgesi, nefes alınan yerden çalışanın yüzünün etrafındaki alandır ve genellikle ağızdan 30 cm'den fazla olmayacak alan olarak kabul edilir.

Numune alma işlemine hazır olduğunda pompa çalıştırılarak zaman ve hacimsel akış hızı kaydedilir. Kullanılan metot gereği en az 2 saat süren numune alma işleminin bitiminde pompa kapatılır ve mekanik etkilere maruz bırakmadan çalışanın üzerinden çıkarılır. Kullanılan ekipman temiz, tozsuz bir alana dikkatlice taşınır ve filtre kaseti çıkarılana kadar

siklon başlık dik tutulur. Numune alma işlemi sonunda hacimsel akış hızı rotametre ile tekrar kontrol edilir. Numune alma işlemine başlamadan önce gözlenen akış hızı değeri ile son akış hızı değeri arasındaki farkın $\pm 0,1$ lt/ dk veya %5' ten fazla olup olmadığı kontrol edilir. Farkın belirtilen aralıktan fazla olması durumunda kullanılan metot gereği ölçüm geçersiz sayılır. Farklar izin verilebilir aralıkta olduğundan akış hızı ve ölçüm süresi ilgili formlara kaydedilir [34].

Siklon başlığı içerisindeki kaset dikkatlice çıkarılır ve koruyucu klipsle kapatılarak kendine ait kilitli poşete konular. Numune alma için kullanılan filtrelerle aynı şekilde hazırlanır ve ilk tartımları yapılmış şahit filtreler ölçüm yapılan ortama bırakılır. Ancak şahit filtrelere pompa ile hava çekişi yapılmaz. Atmosferik koşullardaki değişikliklerin neden olduğu kullanılan filtre yüzeylerindeki ağırlık değişimleri, filtre yüzeyleriyle aynı zamanda, numune almadan önce ve sonra şahit filtre yüzeylerinin tartılmasıyla düzeltilir. Şahit filtreleri taşıyan kasetler de diğer numune örneği alınan kasetlerle beraber ayrı kilitli poşetlere konularak dikkatli bir şekilde taşınır [34, 35].

Numunelerin Gravimetrik Analizi

Gravimetrik analiz: toplanan tozun ağırlığı, numune alma işleminden önce ve sonra filtrelerin kasetleriyle beraber tartılmasıyla hesaplanır. İSGÜM laboratuvarına getirilen toz yüklü filtrelerin son tartımları yapılmadan önce tartım ortamında kilitli poşetlerden çıkarılarak şartlandırılmaları için bir gece laboratuvarında bekletilir. Daha sonra şartlandırılmış filtrelerin tartımları yapılmak üzere kalibre standart ağırlıklarla kontrolü yapılmış olan hassas terazide son tartımları yapılır [34]. Tartım işlemi bittikten sonra tartım sonuçları ve gerekli veriler İSGÜM' de kullanılan toz hesaplama programına girilerek toz numunesi alınan noktalardaki solunabilir toz konsantrasyonu sonuçları elde edilir. Toz hesaplama programı, gravimetrik tozun TS EN 689 metoduna göre 8 saatlik zaman ağırlıklı ortalama değer için (TWA) maruziyet derişiminin hesaplandığı programdır [36].

Gravimetrik Toz Hesaplama

Bu işlem sınır değer, 8 saatlik ağırlıklı ortalama süresi için belirlendiğinde uygulanır. 8 saatlik referans süre terimi, herhangi bir vardiyada, periyodun 8 saatlik homojen bir maruz kalmaya eşdeğer olarak muamele gördüğü mesleki bir maruz kalma işlemine ilişkindir. 8 saatlik TWA maruz kalma süresidir [22].

$$\frac{\sum c_i t_i}{\sum t_i} = \frac{c_1 t_1 + c_2 t_2 + \dots + c_n t_n}{8}$$

(1)

(1) formülündeki;

C_i Mesleki maruz kalma derişimi (mg/m^3)

t_i Maruz kalma süresi (saat)

$\sum t_i$ Vardiya süresi (saat)'dir.

Alınan hava numunesinde bulunan tozun konsantrasyonu hesap programında aşağıda yer alan formül ile hesaplanır [22].

$$C = \frac{(W_f - W_i) - (B_f - B_i)}{V \cdot t} \times 1000$$

(2)

(2) formülündeki;

C Kimyasal madde konsantrasyonu (mg/m^3)

W_f Numune filtre son tartım (mg)

W_i Numune filtre ilk tartım (mg)

B_f Şahit numune filtre son tartım (mg)

B_i Şahit numune filtre ilk tartım (mg)

V Hacimsel hava akış hızı (litre/dakika)

T Ölçüm süresi (dakika)'dır [36].

İSGÜM'de toz ölçümlerinin gravimetrik değerlendirmesi için HP.04 Gravimetrik Toz Tayini Hesaplama Programı kullanılır.

4. BULGULAR

4.1. Maden ocaklarında yapılan ölçümlere ait bulgular

Bu tez çalışması kapsamında belirlenen üç maden ocağında ağır iş makinesi kullanan 18 farklı iş makinesi operatörünün makine kabinlerinde kişisel gürültü ve bütün vücut titreşimi ölçümleri ile toz örneklemelerinin gravimetrik değerlendirme çalışmaları yapılmıştır. Ölçüm yapılan operatörlerin günlük maruziyet değerleri İSGÜM bünyesinde kullanılan hesap programları ile hesaplanmıştır. Maruziyetleri etkileyebileceği düşünülen değişkenler ve bu değişkenlere bağlı gözleme dayalı bulgular Tablo 4.1a, Tablo 4.1b. ve Tablo 4.1c.'de sunulmuştur.

Tablo 4.1a. Gürültü maruziyetini etkileyen değişken ve bulgular

Gürültü Maruziyetini Etkileyen Değişken	Bulgu
<p>Dış kaynaklı diğer gürültüler;</p> <p>- İş yoğunluğuna bağlı olarak diğer makinelerin neden olduğu gürültü,</p> <p>- Yükleme – Boşaltma vb işlemler sırasında oluşan gürültü</p> <p>- Radyo vb. açık veya kapalı olması</p> <p>- Sürücü mahallinin kapı ve pencerelerinin kapalı veya açık olması</p>	<p>- Maden alanında birçok iş makinesi aynı anda çalışması gerekmekte, yükleme – boşaltma, kazma – delme gibi işlemler sırasında gürültü oluşabilmektedir. Bu durum aynı alanda çalışan tüm operatörleri etkilemektedir. Ayrıca taşıma yolu üzerindeki araç trafiği de gürültüye neden olabilmektedir.</p> <p>- Ekskavator, kaya kamyonu ve zemin delgi makinelerinin kabinlerinde klima yoktur. Bunun için kabin içlerine ev/ofis tipi küçük klimalar takılmıştır.</p> <p>- Kabin içerisinde tv, radyo vb cihazlar kullanılmamaktadır.</p> <p>- Çalışma sırasında sürücü mahallinin kapıları kapalıdır. Kabin penceresi ve camları sabittir.</p>
<p>Meteorolojik Koşullar (Rüzgâr, Sıcaklık, yağış, bulutluluk durumu vb.)</p>	<p>- Ölçümler yağışsız bir günde, kabin içerisinde gerçekleştirilmiştir.</p>

Gürültü Maruziyetini Etkileyen Değişken	Bulgu
Çalışma koşulları	- Ölçümler, çalışma periyotlarını ve ara dinlenmeleri içerecek bir şekilde, nominal bir günde yapılmıştır.
Makinelerin bakımı ve kabin içi yalıtımı	- Makinelerin periyodik bakımları düzenli olarak yapılmaktadır. - Kabinin iç yalıtımını sağlamak için köpük püskürtme uygulaması yapılmaktadır.

Tablo 4.1b. Bütün vücut titreşim maruziyetini etkileyen değişken ve bulgular

Titreşim Maruziyetini Etkileyen Değişken	Bulgu
Operatör koltuğu	- Operatör koltukları genel olarak süspansiyon sistemine sahiptir. - Ekskavatör, kaya kamyonu ve zemin delgi makinesi operatör koltuklarının makinelerin yaşına bağlı olarak dinamik ve statik yapısı bozulmuştur.
Yol yüzeyi	- İş makineleri genel olarak pürüzlü ve düzgün olmayan yüzeylerde kullanılmaktadır. - Özellikle dozer ve greyderlerin çalışma amacına bağlı olarak daha çok engebeli yüzeylerde çalışmaktadır.
Çalışma koşulları	- Ölçümler, çalışma periyotlarını ve ara dinlenmeleri içerecek bir şekilde, nominal bir günde yapılmıştır. - Ölçümler boyunca operatörler araçtan inmemişlerdir.

Tablo 4.1c. Toz maruziyetini etkileyen değişken ve bulgular

Toz Maruziyetini Etkileyen Değişken	Bulgu
Diğer toz kaynakları; - Delik delme ve ateşleme, Kazı ve yükleme, nakliyat ve boşaltma işlemleri.	- Yükleme – boşaltma, kazı ve delme vb gibi işlemler sırasında toz oluşabilmektedir. - Nakliye sırasında kamyonlardan iri parçalar düşebilmektedir.
Meteorolojik Koşullar (Rüzgâr, Sıcaklık, yağış, bulutluluk durumu vb.)	- Ölçümler yağışsız bir günde, kabin içerisinde gerçekleştirilmiştir.
Makinelerin Bakımı ve Kabin içi yalıtımı	- Makinelerin bakımı periyodik olarak yapılmaktadır. - Kabinin iç yalıtımını sağlamak için köpük püskürtme uygulaması yapılmaktadır.
İş yoğunluğuna bağlı olarak taşıma yolu üzerindeki araç trafiği ve araçların hızı	- Yapılan çalışmaya göre taşıma yolu üzerinde yoğun bir araç trafiği oluşabilmektedir. - Genel olarak nakliye sırasında araçlar hız yapmamaktadır.
Çalışma koşulları	- Ölçümler, çalışma periyotlarını ve ara dinlenmeleri içerecek bir şekilde, nominal bir günde yapılmıştır.
Yol kenarlarındaki düzeltilmemiş şev alanları	- Şev alanları düzeltilmiştir. Bu yüzden, şev yüzeylerinde trafikten dolayı bir aşınma söz konusu değildir.
Toz bastırma uygulamaları	- Taşıma yolu üzerinde tozun bastırılması için su püskürtme işlemi uygulanmaktadır.

Tez çalışması için kullanılacak kişisel maruziyet ölçümleri: greyder, kaya kamyonu, lastik tekerlekli dozer, lastik tekerlekli yükleyici, paletli ekskavatör ve zemin delgi makinesi operatörlerini kapsamaktadır. Kişisel maruziyet ölçümleri operatörlerin çalışma periyotlarını ve mola sürelerini de içeren nominal bir günde yapılmıştır. Ölçümlere başlanmadan önce yapılan işin süresi, maruziyete neden olan kaynaklar, yapılan işi etkileyen işlem basamakları, maruziyet süresi, çalışma istasyonunun durumu, çalışan sayısı ve dinlenme süreleri gibi bilgiler kayıt altına alınmıştır. Operatörler günlük ortalama 8 saat, haftada 5 gün ve yılda ise ortalama 210 gün çalışmaktadırlar.

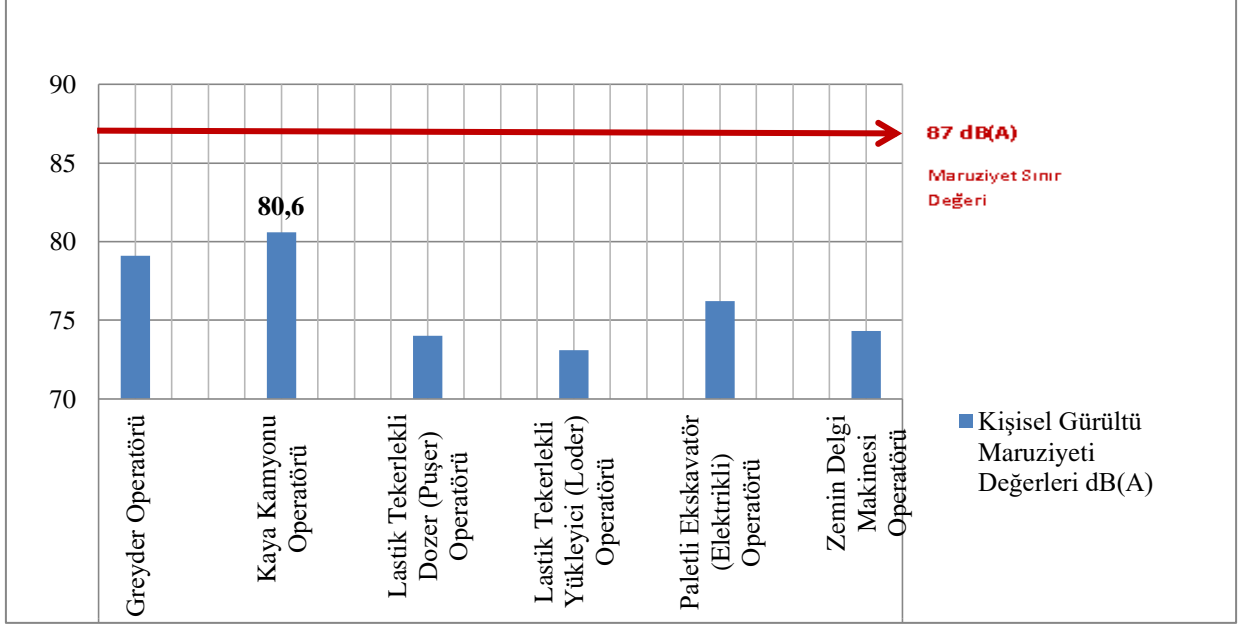
Tez kapsamında gidilen A, B ve C maden ocaklarında ağır iş makinesi operatörlerinin her bir ocakta hesaplanan maruziyet değerleri Tablo 4.2a, Tablo 4.2b. ve Tablo 4.2c.'de gösterilmektedir.

Tablo 4.2a.'da A maden ocağında çalışan operatörlere ait gürültü, bütün vücut titreşimi ve toz maruziyeti değerleri verilmektedir.

Tablo 4.2a. A maden ocağına ait kişisel gürültü, bütün vücut titreşimi ve toz maruziyeti değerleri

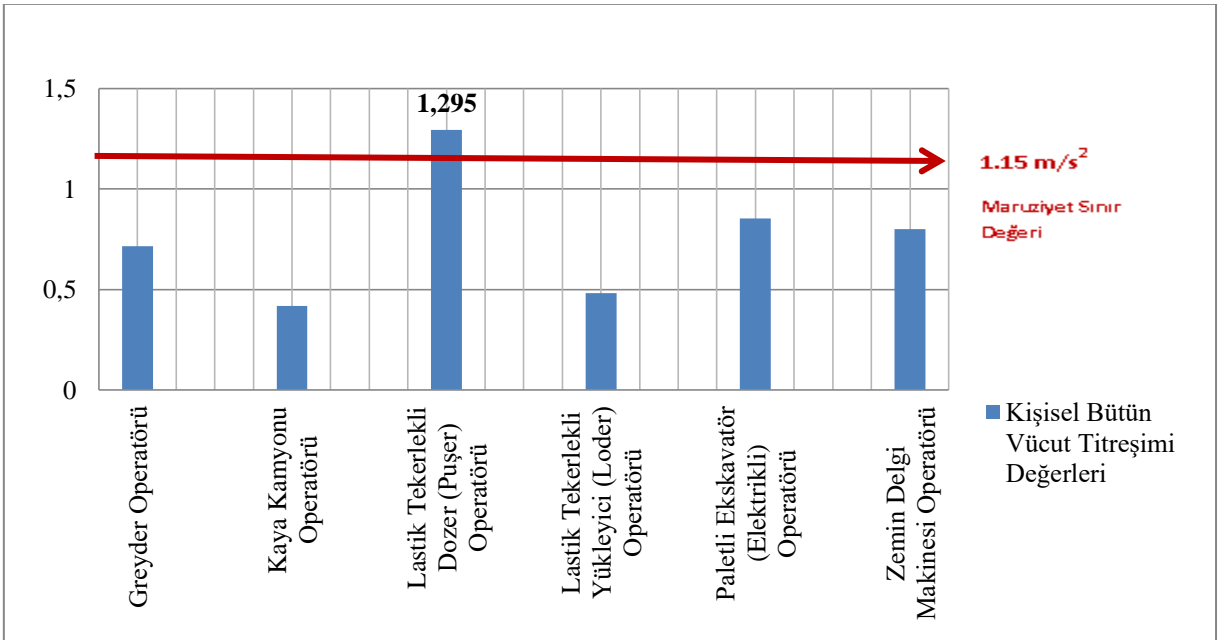
Maden Ocağı	Kullanılan İş Makineleri	Gürültü Maruziyeti Değerleri dB(A)	Bütün Vücut Titreşimi Değerleri (m/s ²)	Solunabilir Toz Maruziyeti Değerleri (mg/m ³)
(A)	Greyder Operatörü	79,1	0,715	1,04
	Kaya Kamyonu Operatörü	80,6	0,418	0,28
	Lastik Tekerlekli Dozer (Puşer) Operatörü	74,0	1,295	0,16
	Lastik Tekerlekli Yükleyici (Loder) Operatörü	73,1	0,482	0,68
	Paletli Ekskavatör (Elektrikli) Operatörü	76,2	0,854	1,04
	Zemin Delgi Makinesi Operatörü	74,3	0,801	1,33

Aşağıda verilen Grafik 4.1a.'ya göre; A maden ocağında çalışan iş makinesi operatörlerinin kişisel gürültü maruziyetleri incelendiğinde, kaya kamyonu operatörünün hesaplanan gürültü maruziyeti değeri 80 dB(A)'nın üzerindedir. Operatörler arasında en düşük gürültü maruziyetleri ise lastik tekerlekli yükleyici(loder) ve lastik tekerlekli dozer operatörlerinde olduğu görülmektedir.



Grafik 4.1a. A maden ocağına ait kişisel gürültü ölçüm sonuçları dB(A)

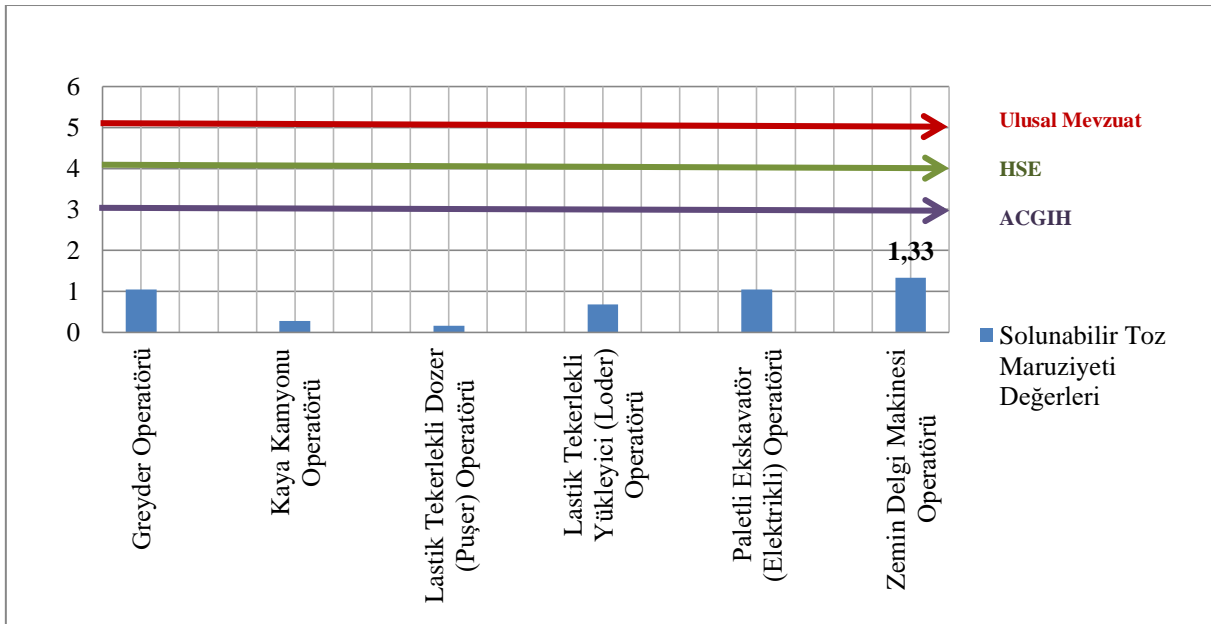
Grafik 4.1b'ye göre: A maden ocağında çalışan operatörlere ait BVT değerleri incelendiğinde, en yüksek titreşim maruziyeti daha çok eğimli arazide çalışmakta olan lastik tekerlekli dozer operatörüne aittir. Çalışma süresi içerisinde genel olarak taşıma yolu üzerinde (düz bir zemin) nakliye işlerini yapan kaya kamyonu operatörü B maden ocağında çalışan operatörler arasında en az titreşime maruz kalan operatördür.



Grafik 4.1b. A maden ocağına ait bütün vücut titreşim ölçüm sonuçları (m/s²)

Grafik 4.1c’de A maden ocağına ait toz değerleri karşılaştırılmış ve bu karşılaştırma ulusal ve uluslararası sınır değerlerle desteklenmiştir. Ulusal mevzuatta 5 mg/m³ olan solunabilir toz yasal maruziyet sınır değeri kırmızı ile gösterilmiştir. Bununla birlikte tavsiye niteliğindeki uluslararası enstitü sınır değerlerine göre; HSE’nin 4 mg/m³ olan yasal maruziyet sınır değeri yeşil, ACGIH’in 3 mg/m³ olan maruziyet sınır değeri ise mor ile gösterilmektedir.

Grafik 4.1c’ye göre: A maden ocağına ait solunabilir toz maruziyeti değerleri incelendiğinde, zemin delgi makinesi operatörünün solunabilir toz maruziyetinin en yüksek olduğu görülmektedir. Operatörler arasında solunabilir toza en az maruz kalan dozer ve kaya kamyonu operatörleridir.



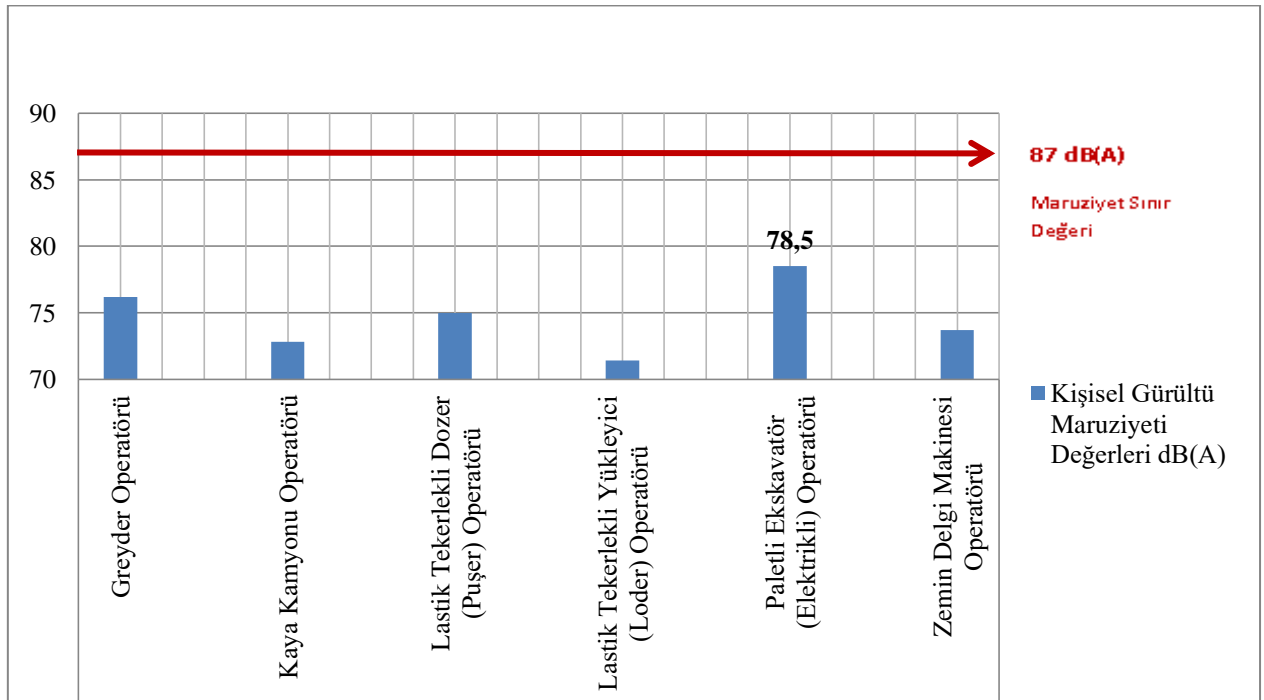
Grafik 4.1c. A maden ocağına ait toz numunelerinin gravimetrik değerlendirme sonuçları (mg/m³)

Tablo 4.2b.'de B maden ocağında çalışan operatörlere ait gürültü, bütün vücut titreşimi ve toz maruziyeti değerleri verilmektedir.

Tablo 4.2b. B maden ocağına ait kişisel gürültü, bütün vücut titreşimi ve toz maruziyeti değerleri

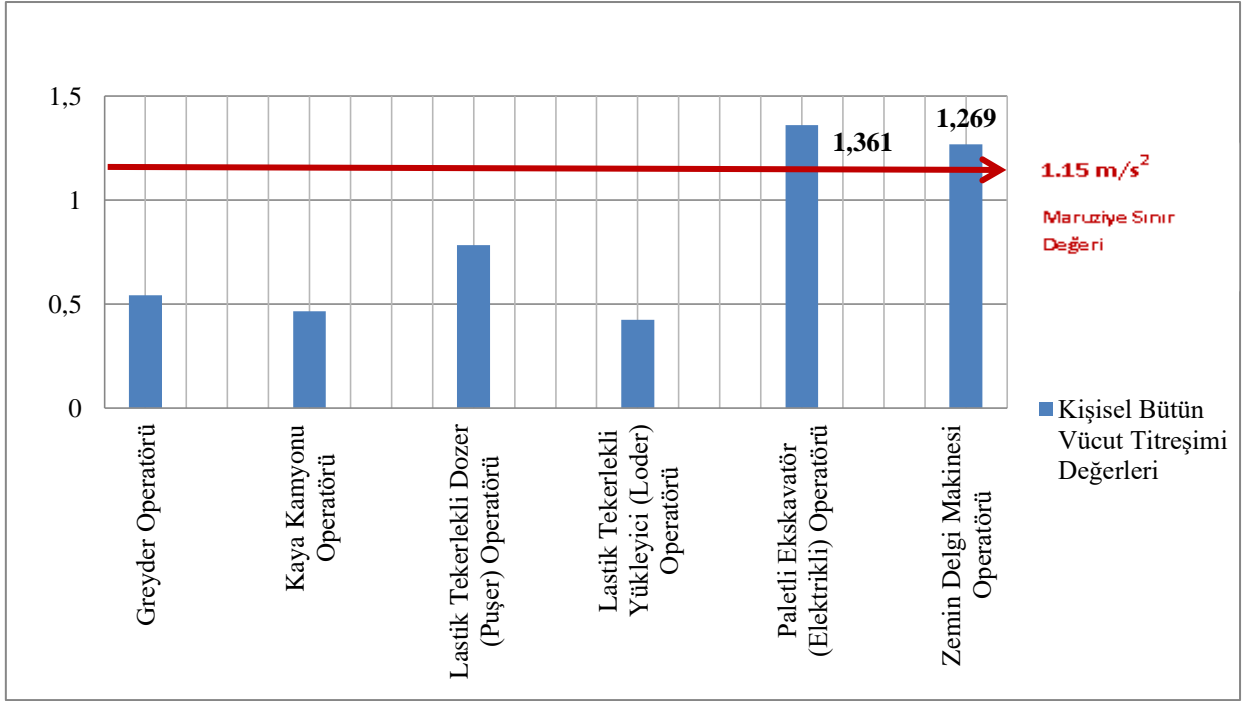
Maden Ocağı	Kullanılan İş Makineleri	Gürültü Maruziyeti Değerleri dB(A)	Bütün Vücut Titreşimi Değerleri (m/s ²)	Solunabilir Toz Maruziyeti Değerleri (mg/m ³)
(B)	Greyder Operatörü	76,2	0,541	0,25
	Kaya Kamyonu Operatörü	72,8	0,466	0,48
	Lastik Tekerlekli Dozer (Puşer) Operatörü	75,0	0,784	0,14
	Lastik Tekerlekli Yükleyici (Loder) Operatörü	71,4	0,424	0,31
	Paletli Ekskavatör (Elektrikli) Operatörü	78,5	1,361	1,05
	Zemin Delgi Makinesi Operatörü	73,7	1,269	0,93

Yukarıda verilen Grafik 4.2a'ya göre B maden ocağında çalışan operatörlerin kişisel gürültü ölçüm sonuçları incelendiğinde, en yüksek gürültü maruziyetinin ekskavatör operatörüne ait olduğu görülmektedir. Operatörler arasında gürültüye en az maruz kalan yükleyici operatörüdür.



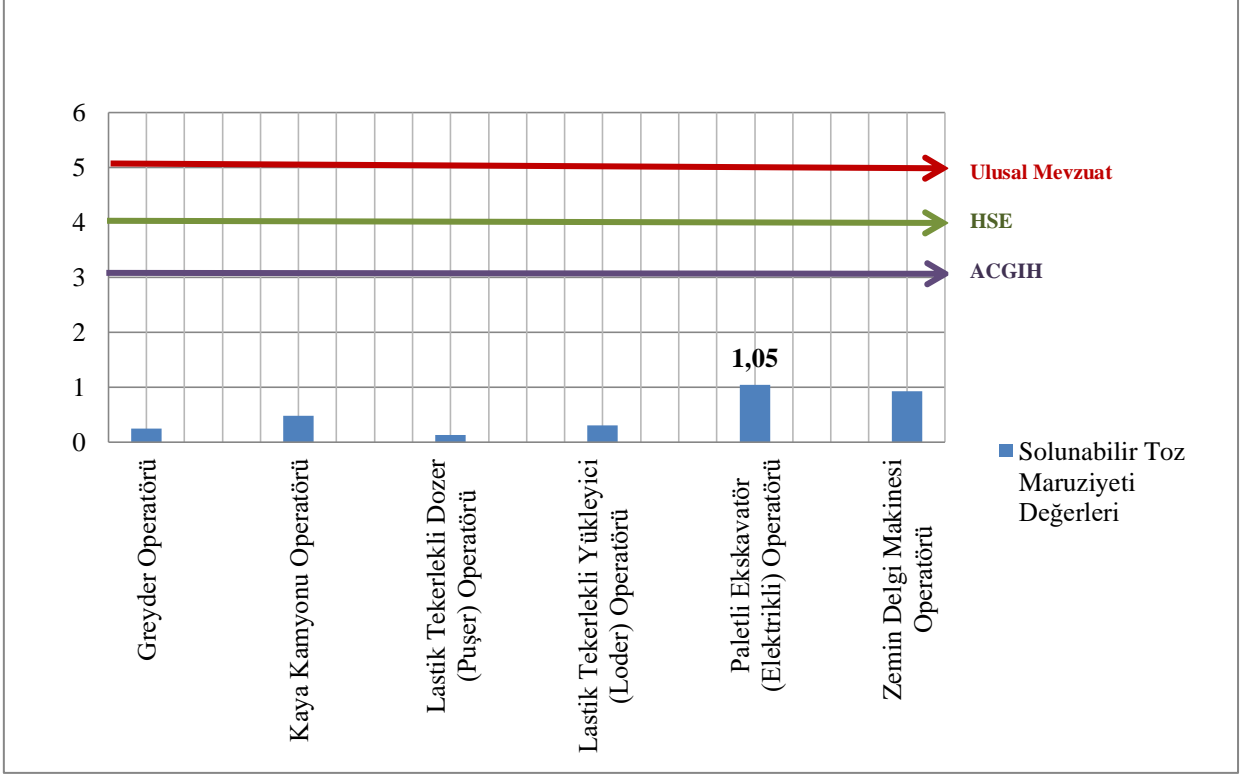
Grafik 4.2a. B maden ocağına ait kişisel gürültü ölçüm sonuçları dB(A)

Grafik 4.2b'ye göre, B maden ocağında çalışan operatörlerin BVT değerleri incelendiğinde, ekskavatör ve zemin delgi makinesi operatörlerinin titreşim maruziyeti değerlerinin $1,15 \text{ m/s}^2$ 'nin üzerinde olduğu görülmektedir. En yüksek bütün vücut titreşim maruziyeti $1,361 \text{ m/s}^2$ ile paletli ekskavatör operatörüne aittir. Operatörler arasında titreşime en az maruz kalan lastik tekerlekli yükleyici (loder) operatörüdür.



Grafik 4.2b. B maden ocağına ait bütün vücut titreşim ölçüm sonuçları (m/s^2)

Aşağıda verilen Grafik 4.2c'de B maden ocağında çalışan operatörlere ait toz değerleri karşılaştırılmış ve bu karşılaştırma ulusal ve uluslararası sınır değerlerle desteklenmiştir. Buna göre, solunabilir toza en fazla maruz kalan ekskavatör operatörü, en az maruz kalan operatörler ise dozer ve greyder operatörleridir.



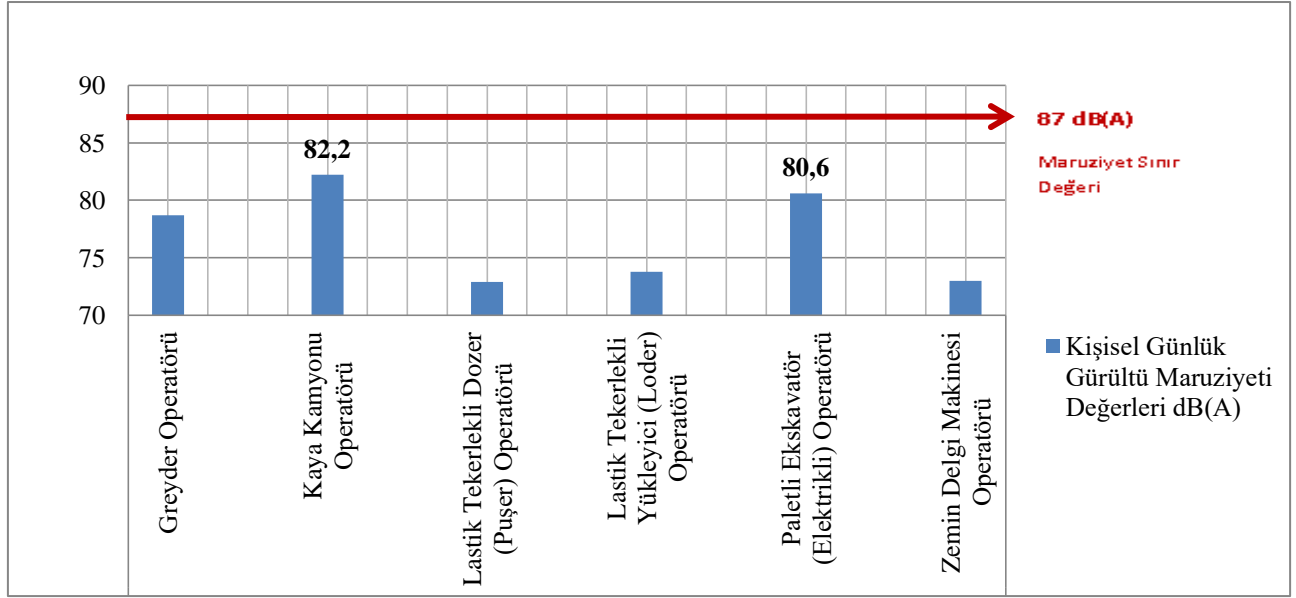
Grafik 4.2c. B maden ocağına ait toz numunelerinin gravimetrik değerlendirme sonuçları (mg/m³)

Tablo 4.2c.'de C maden ocağında çalışan operatörlere ait gürültü, bütün vücut titreşimi ve toz maruziyeti değerleri verilmektedir.

Tablo 4.2c. C maden ocağına ait kişisel gürültü, bütün vücut titreşimi ve toz maruziyeti değerleri

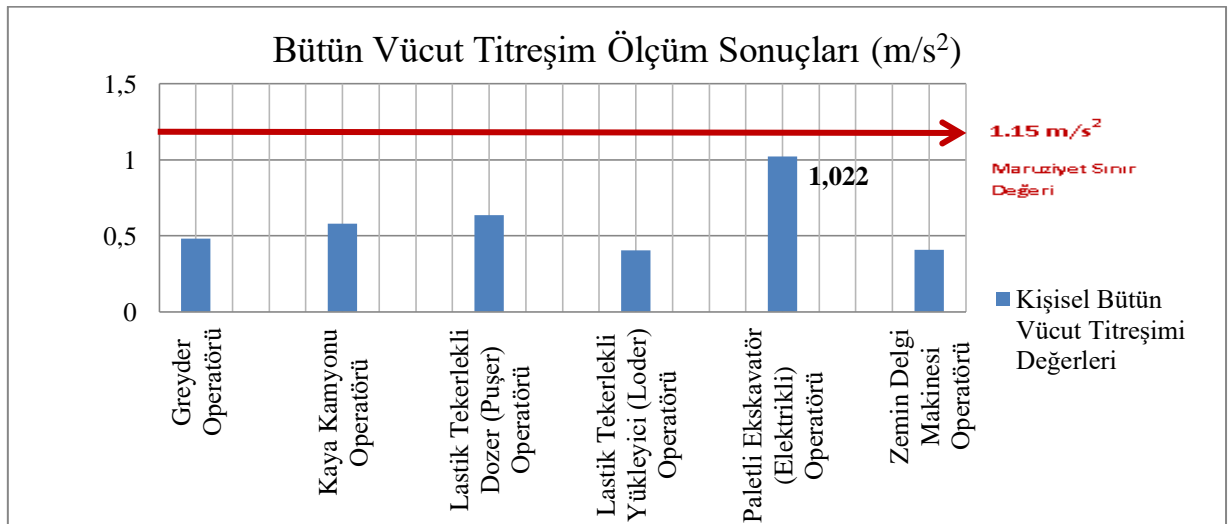
Maden Ocağı	Kullanılan İş Makineleri	Kişisel Gürültü Maruziyeti Değerleri dB(A)	Kişisel Bütün Vücut Titreşimi Değerleri (m/s ²)	Solunabilir Toz Maruziyeti Değerleri (mg/m ³)
(C)	Greyder Operatörü	78,7	0,481	0,89
	Kaya Kamyonu Operatörü	82,2	0,581	0,46
	Lastik Tekerlekli Dozer (Puşer) Operatörü	72,9	0,638	0,13
	Lastik Tekerlekli Yükleyici (Loder) Operatörü	73,8	0,406	0,63
	Paletli Ekskavatör (Elektrikli) Operatörü	80,6	1,022	0,95
	Zemin Delgi Makinesi Operatörü	73,0	0,409	1,86

Aşağıda verilen Grafik 4.3a.'da C maden ocağına ait operatörlerin kişisel gürültü maruziyet değerleri verilmektedir. Grafik 4.3a.'ya göre, çalışma alanında genel olarak aynı anda ve yan yana çalışmakta olan kaya kamyonu ve ekskavatör operatörlerine ait gürültü maruziyetinin 80 dB(A)'nın üzerinde olduğu görülmektedir. Operatörler arasında en düşük gürültü maruziyeti değeri 72,9 dB(A) olarak hesaplanan dozer operatörüne aittir.



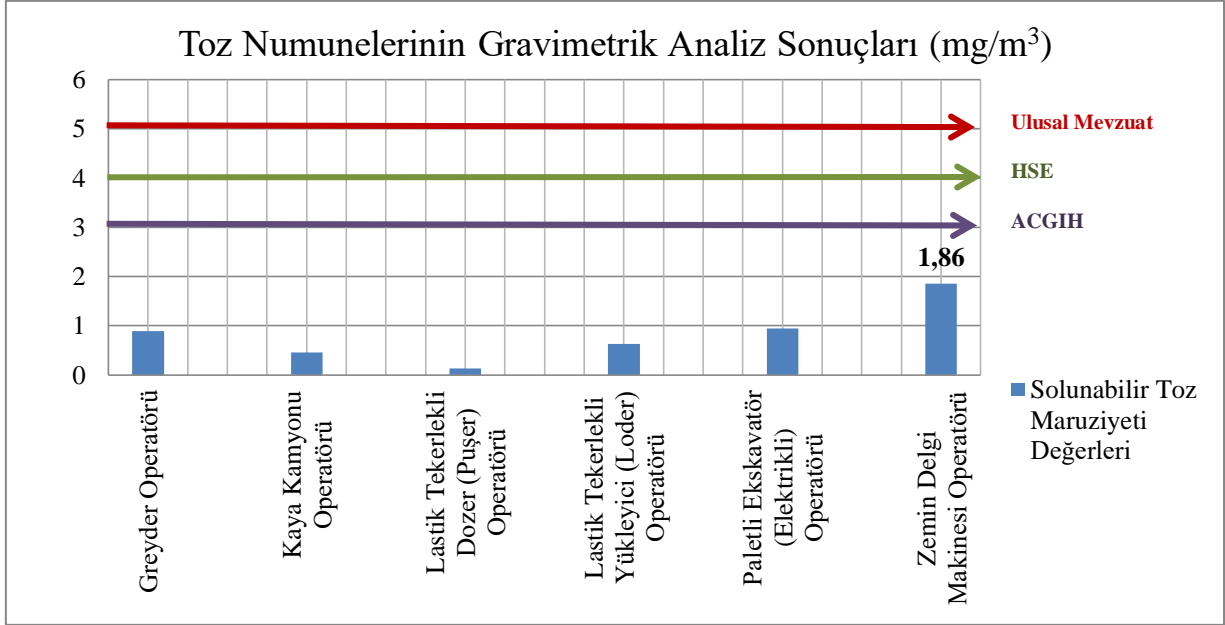
Grafik 4.3a. C maden ocağına ait kişisel gürültü ölçüm sonuçları dB(A)

Grafik 4.3b.'ye göre: operatörler arasında en fazla titreşime maruz kalan ekskavatör operatörüdür. Bütün vücut titreşimine en az maruz kalan operatörler ise yükleyici, zemin delgi makinesi ve greyder operatörleridir



Grafik 4.3b. C maden ocağına ait bütün vücut titreşim ölçüm sonuçları (m/s²)

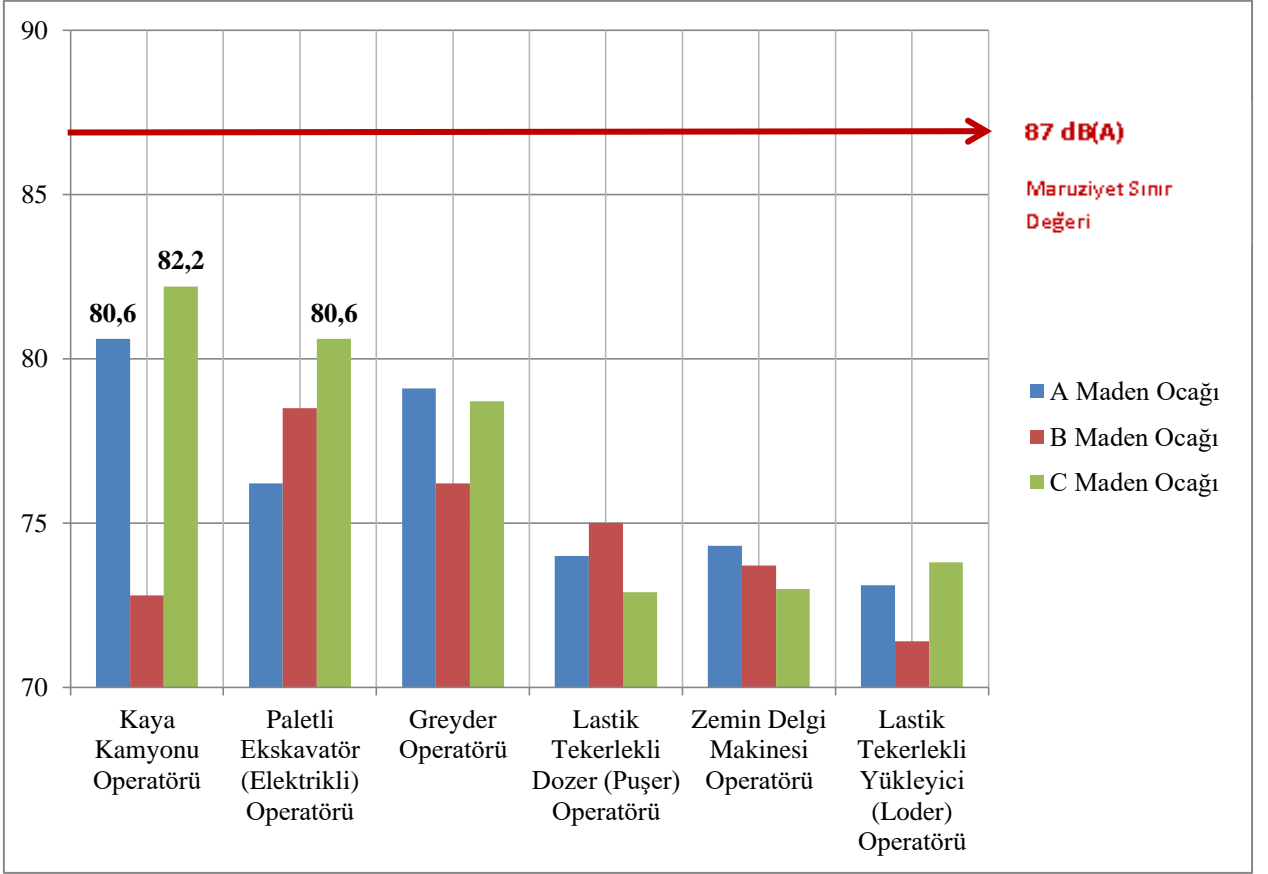
Yukarıda verilen Grafik 4.3c.'de C maden ocağına ait toz değerleri karşılaştırılmış ve bu karşılaştırma ulusal ve uluslararası sınır değerlerle desteklenmiştir. Buna göre: en fazla solunabilir toz maruz kalan ekskavatör operatörü, en az toza maruz kalan ise dozer ve greyder operatörleri olduğu görülmektedir.



Grafik 4.3c. C maden ocağına ait toz numunelerinin gravimetrik değerlendirme sonuçları (mg/m³)

Tez kapsamında gidilen maden ocaklarında çalışan operatörlerin her bir ocakta hesaplanan maruziyet değerleri birbirleriyle karşılaştırılmış, tablolar ve grafikler halinde sunulmuştur.

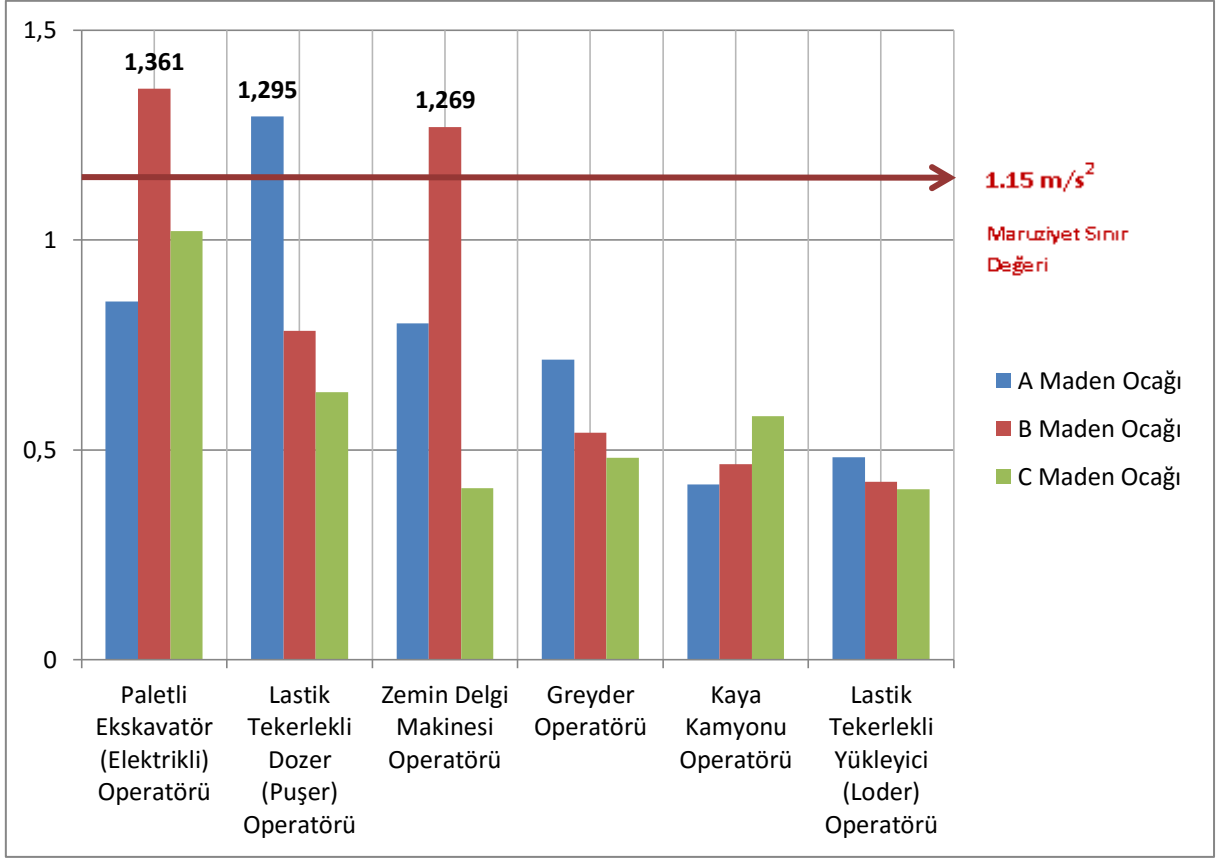
Aşağıda verilen Grafik 4.4.'e göre; A maden ocağında çalışan kaya kamyonu operatörü ve C ocağında çalışan kaya kamyonu ve paletli ekskavatör operatörlerinin maruz kaldığı gürültü seviyesinin 80 dB(A)'in üzerinde olduğu görülmektedir. Operatörler arasında en yüksek gürültü maruziyetinin C maden ocağında kaya kamyonu operatöründe, en düşük gürültü maruziyetinin ise B maden ocağında lastik tekerlekli yükleyici (loder) operatöründe olduğu belirlenmiştir.



Grafik 4.4. Maden ocaklarına ait kişisel gürültü ölçüm sonuçları dB(A)

Tez çalışması için belirlenen madenlerde bazı iş makinelerinde (Ekskavatör, kaya kamyonu ve zemin delgi makinesi) araç klimalarının olmadığı bu yüzden kabin içerisine ev/ofis tipi küçük klimalar takıldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, B maden ocağında operatörün kullandığı kaya kamyonu, A ve C maden ocağındaki kamyonların daha üst bir modelidir.

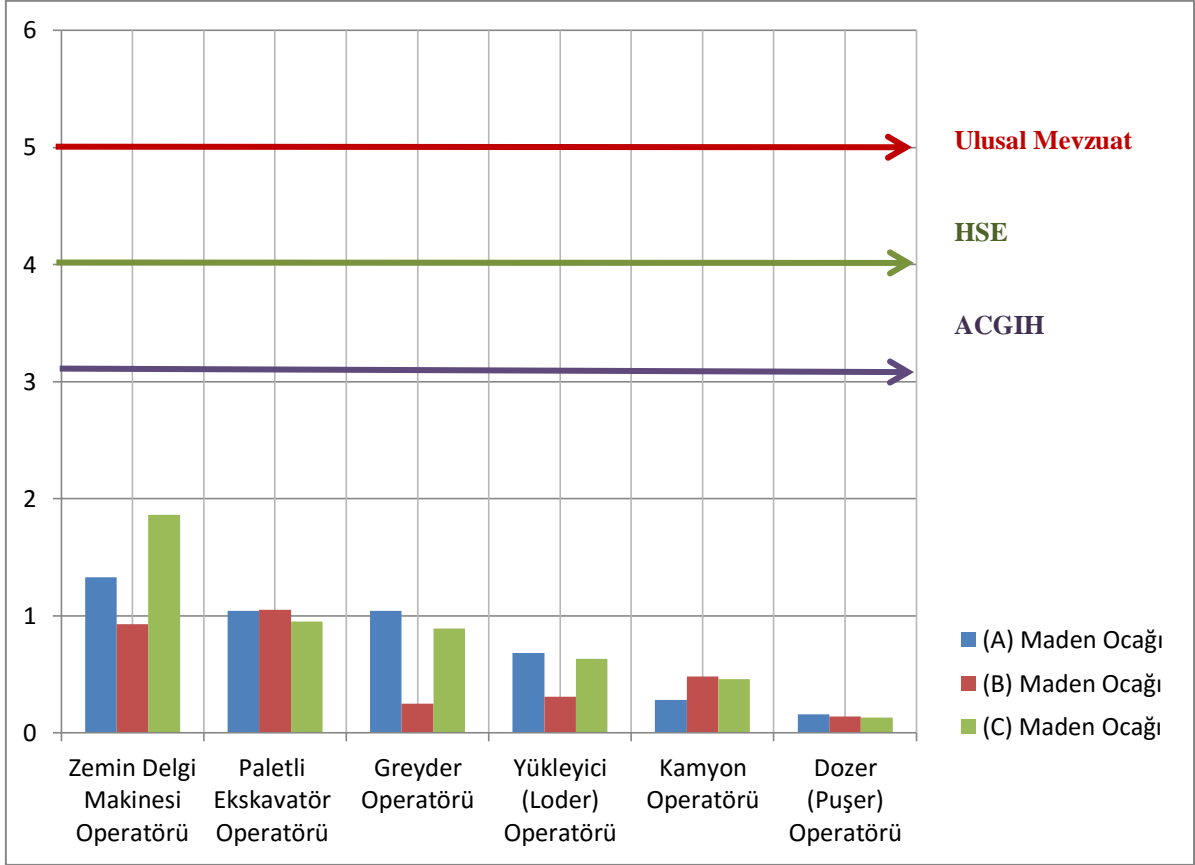
Aşağıda verilen Grafik 4.5.'e göre; ölçüm yapılan maden ocakları karşılaştırıldığında; B maden ocağında paletli ekskavatör kullanan operatörün bütün vücut titreşimine en fazla maruz kaldığı görülmektedir. C ocağında lastik tekerlekli yükleyici ve zemin delgi makinesi kullanan operatörler en düşük titreşime maruz kalmaktadır.



Grafik 4.5. Maden ocaklarına ait bütün vücut titreşim ölçüm sonuçları (m/s²)

Bu tez çalışması için gidilen madenlerde operatörlerin titreşim ve titreşim kaynakları hakkında çok az bilgiye sahip olduğu gözlenmiştir. Bazı operatör koltuklarının statik ve dinamik yapısının bozuk olduğu ve bazı iş makinesi operatörlerinin ise koltuk süspansiyonunu engellemek için bir ip ya da emniyet kemeri ile koltukları sabitledikleri görülmüştür. Operatörlerin bazıları koltuk ayarının nasıl yapılacağını bilmediklerini belirtmişlerdir.

Aşağıda verilen Grafik 4.6'da ölçüm yapılan maden ocaklarına ait toz değerleri karşılaştırılmış ve bu karşılaştırma ulusal ve uluslararası sınır değerlerle desteklenmiştir. Ulusal mevzuatta 5 mg/m³ olan solunabilir toz yasal maruziyet sınır değeri kırmızı ile belirtilmiştir. Ayrıca, tavsiye niteliğindeki uluslararası enstitü sınır değerlerine göre; HSE'nin 4 mg/m³ olan yasal maruziyet sınır değeri yeşil, ACGIH'in 3 mg/m³ olan maruziyet sınır değeri ise mor ile gösterilmektedir.



Grafik 4.6. Maden ocaklarına ait toz numunelerinin gravimetrik değerlendirme sonuçları (mg/m^3)

Grafik 4.6.'ya göre maden ocaklarında yapılan solunabilir toz maruziyetleri kıyaslandığında, en yüksek toz maruziyet riskinin C ocağında zemin delgi makinesi operatöründe olduğu görülmektedir. En düşük toz maruziyeti ise ölçüm alınan tüm madenlerde lastik tekerlekli dozer (puşer) operatörlerinde olduğu belirlenmiştir. Maden ocaklarında kullanılan iş makinesi hızının ve yol üzerindeki trafik yoğunluğunun taşıma sırasında meydana gelen toz miktarını etkilediği görülmüştür. Taşıma yolu üzerinde yüksek hızda hareket eden kamyonlardan iri parçaların düştüğü ve çok ufak taneciklere ayrılarak havadaki toz yoğunluğunu artırdıkları gözlenmiştir. Tez çalışması için gidilen maden ocaklarında iş makinelerinin kullandığı ulaşım yollarına belirli aralıklarla fiskiye sistemi takılmış sulama araçları tarafından su püskürtülmektedir. Ölçüm yapılan işyerlerindeki İSG sorumlusu, özellikle yaz aylarında sulama yapan araç sayısını artırmalarına rağmen toz bastırmada yetersiz kaldıklarını vurgulamışlardır. Resim 4.1.'de maden ocağında sulama yapan bir araç görülmektedir.



Resim 4.1. Maden ocağında sulama yapan bir araç

Maden ocaklarında yapılan kişisel maruziyet ölçüm sonuçları ve belirsizlikleri EK 2’de yer almaktadır.

4.2. İstatistiksel İlişkilerin İncelenmesi

Korelasyon analizi: iki sayısal ölçüm arasında doğrusal bir ilişkinin incelenmesi ve ilişkinin var olduğu durumlarda bu ilişkinin yönü ve şiddetinin belirlenmesi için kullanılan istatistiksel bir yöntemdir. Elde edilen verilerin normal dağılıma sahip olması durumunda Pearson korelasyon katsayısı, verilerin normal dağılmadığı durumda ise Spearman Rank korelasyon katsayısı tercih edilmektedir.

Korelasyon katsayısının yorumlanabilmesi için p değerinin 0.05 den daha küçük olması gerekir. Korelasyon katsayısı negatif ise değişkenler arasında ters bir ilişki vardır, başka bir deyişle "değişkenlerden biri artarken diğeri azalmaktadır" yorumu yapılır. Korelasyon katsayısı pozitif ise "değişkenlerden biri artarken diğerde artmaktadır" denir.

Açık işletmelerde kullanılan iş makinelerinin yaşına ve toplam çalışma süresine bağlı olan değişkenler ve yapılan ölçümler sonucu elde edilen günlük kişisel gürültü maruziyeti değerleri, bütün vücut titreşim maruziyeti değerleri ve solunabilir toz konsantrasyon değerleri, ayrı ayrı bir istatistik hesaplama programında çözümlene işlemine tabi tutularak; değişkenlerin, maruziyet değerleriyle olan ilişkisinin anlamlı olup olmadığı araştırılmıştır.

Tablo 4.3.'e göre bağımsız değişkenler olan makine yaşı ve makinelerin toplam çalışma süresi ile, bağımlı değişken olan gürültü maruziyeti'nin korelasyon katsayıları görülmektedir. Pearson correlation katsayısının yorumlanabilmesi için p değerinin 0,05'den küçük olması gerekir. Sig.(2-tailed) değeri 0,000 çıkmıştır. Bu değer 0,01'in altında olduğu için makinelerin yaşı ve toplam çalışma süreleri ile gürültü maruziyeti arasında doğrusal bir ilişki olduğu söylenebilmektedir. Tablo 4.3.'e göre Pearson correlation katsayısı 0,894'dür. Bu durum ilişkinin pozitif yönde güçlü, yüksek bir ilişki olduğunu göstermektedir. Başka bir deyişle, makinelerin yaşı ve çalışma süreleri arttıkça operatörlerin gürültü maruziyeti de artmaktadır.

Tablo 4.3. Korelasyonlar (Gürültü)

		Gürültü Maruziyeti	Makine Yaşı	Makinelerin Toplam Çalışma Süresi
Gürültü Maruziyeti	Pearson Correlation	1	,894**	,894**
	Sig. (2-tailed)		,000	,000
	N	18	18	18
Makine Yaşı	Pearson Correlation	,894**	1	1,000**
	Sig. (2-tailed)	,000		,000
	N	18	18	18
Makinelerin Toplam Çalışma Süresi	Pearson Correlation	,894**	1,000**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	
	N	18	18	18

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Aşağıda verilen Tablo 4.4.'e göre bağımsız değişkenler olan makine yaşı ve makinelerin toplam çalışma süresi ile, bağımlı değişken olan titreşim maruziyeti'nin korelasyon katsayıları görülmektedir.

Tablo 4.4. Korelasyonlar (Titreşim)

		Titreşim Maruziyeti	Makine Yaşı	Makinelerin Toplam Çalışma Süresi
Titreşim Maruziyeti	Pearson Correlation	1	,124	,124
	Sig. (2-tailed)		,623	,623
	N	18	18	18
Makine Yaşı	Pearson Correlation	,124	1	1,000**
	Sig. (2-tailed)	,623		,000
	N	18	18	18
Makinelerin Toplam Çalışma Süresi	Pearson Correlation	,124	1,000**	1
	Sig. (2-tailed)	,623	,000	
	N	18	18	18

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Tablo 4.4.'e göre; Sig.(2-tailed) değeri 0,623 ve Pearson correlation katsayısı 0,124'dür. Sig.(2-tailed) değerinin 0,05'in üzerinde bir değer olduğu ve Pearson katsayısı 0'a yakın bir değer aldığı için makinelerin yaşı ve toplam çalışma süreleri ile bütün vücut titreşimi maruziyeti arasında çok zayıf veya ihmal edilebilir düzeyde bir ilişki söz konusudur. Bu, beklenen bir sonuçtur. Çünkü iş makinelerinde operatöre iletilen titreşim değerleri üzerinde genel olarak makine, koltuk, lastik ve makinenin kullanıldığı zemin etkilidir.

Aşağıda verilen Tablo 4.5.'e göre bağımsız değişkenler olan makine yaşı ve makinelerin toplam çalışma süresi ile, bağımlı değişken olan toz maruziyeti'nin korelasyon katsayıları görülmektedir. Pearson correlation katsayısının yorumlanabilmesi için p değerinin 0,05'den küçük olması gerekir. Sig.(2-tailed) değeri 0,925 çıkmıştır. Bu değer 0,01'in üzerindedir. Pearson katsayısının 0'a yakın bir değer aldığı da göz önüne alınarak; makinelerin yaşı ve toplam çalışma saatleri ile toz maruziyeti arasında çok zayıf veya ihmal edilebilir düzeyde bir ilişki söz konusudur. Başka bir deyişle, operatörlerin solunabilir toz maruziyetleri, makinelerin yaşından ve makinelerin toplam çalışma sürelerinden bağımsızdır.

Tablo 4.5. Korelasyonlar (Toz)

		Toz Maruziyeti	Makine Yaşı	Makinelerin Toplam Çalışma Süresi
Toz Maruziyeti	Pearson Correlation	1	,024	,024
	Sig. (2-tailed)		,925	,925
	N	18	18	18
Makine Yaşı	Pearson Correlation	,024	1	1,000**
	Sig. (2-tailed)	,925		,000
	N	18	18	18
Makinelerin Toplam Çalışma Süresi	Pearson Correlation	,024	1,000**	1
	Sig. (2-tailed)	,925	,000	
	N	18	18	18

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Varyans Analizi (ANOVA): bağımsız değişkenin düzeylerine göre bağımlı değişkenin ortalamaları arasında fark olup olmadığını bulmak için kullanılır.

Gürültü, BVT ve toz ölçümleri: greyder, kaya kamyonu, dozer, yükleyici, ekskavatör ve zemin delgi makinesi operatörlerinde ortak olarak yapılmıştır. Bu ölçümlerden elde edilen sonuçların ortalamalarının istatistiksel olarak birbirinden farklı olduğunu göstermek amacıyla Varyans Analizi (ANOVA) uygulanmıştır. İki'den fazla grubun ortalamaları arasında anlamlı

bir farklılık olup olmadığını test eden Varyans Analizinin (ANOVA) hipotezi aşağıdaki gibidir:

H_0 = Gürültü maruziyeti değerleri operatörün kullandığı iş makinesine göre anlamlı farklılık göstermez.

H_A = Gürültü maruziyeti değerleri operatörün kullandığı iş makinesine göre anlamlı farklılık gösterir.

Greyder, kaya kamyonu, dozer, yükleyici, ekskavatör ve zemin delgi makinesi operatörleri için gürültü maruziyet değerleri ortalaması sırasıyla 78.0 dB(A), 78.5 dB(A), 73.9 dB(A), 72.7 dB(A), 78.4 dB(A) ve 73.6 dB(A) olarak hesaplanmıştır. %95 güven düzeyinde yapılan Varyans Analizi sonucuna göre gürültü maruziyeti için anlamlılık değeri $p=0,03<0,05$ bulunmuştur. Gürültü maruziyeti için $p<0,05$ olduğundan H_A hipotezi kabul edilir. Yani; gürültü maruziyeti değerleri operatörün kullandığı iş makinesine göre anlamlı farklılık gösterir. Gürültü maruziyeti için ANOVA analizinin çıktısı EK 3'te yer almaktadır.

BVT maruziyet değerleri arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını test eden ANOVA hipotezi aşağıdaki gibidir:

H_0 = BVT maruziyeti değerleri operatörün kullandığı iş makinesine göre anlamlı farklılık göstermez.

H_A = BVT maruziyeti değerleri operatörün kullandığı iş makinesine göre anlamlı farklılık gösterir.

Greyder, kaya kamyonu, dozer, yükleyici, ekskavatör ve zemin delgi makinesi operatörleri için BVT maruziyeti değerleri ortalaması sırasıyla $0,57 \text{ m/s}^2$, $0,48 \text{ m/s}^2$, $0,90 \text{ m/s}^2$, $0,43 \text{ m/s}^2$, $1,07 \text{ m/s}^2$ ve $0,82 \text{ m/s}^2$ olarak hesaplanmıştır. Bu analiz için F değeri 2,99 olarak hesaplanırlen, p değeri ise 0,0555 olarak bulunmuştur. BVT maruziyeti için $p>0,0555$ olduğundan H_0 hipotezi kabul edilir. Yani; BVT maruziyeti değerleri operatörün kullandığı iş makinesine göre anlamlı farklılık göstermez. BVT maruziyeti için ANOVA analizinin çıktısı EK 3'te yer almaktadır.

Solunabilir toz maruziyeti değerleri arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını test eden ANOVA hipotezi aşağıdaki gibidir:

H_0 = Toz maruziyeti değerleri operatörün kullandığı iş makinesine göre anlamlı farklılık göstermez.

H_A = Toz maruziyeti değerleri operatörün kullandığı iş makinesine göre anlamlı farklılık gösterir.

Greyder, kaya kamyonu, dozer, yükleyici, ekskavatör ve zemin delgi makinesi operatörleri için gürültü maruziyet değerleri ortalaması sırasıyla $0,72 \text{ mg/m}^3$, $0,40 \text{ mg/m}^3$, $0,14 \text{ mg/m}^3$, $0,54 \text{ mg/m}^3$, $1,01 \text{ mg/m}^3$ ve $1,37 \text{ mg/m}^3$ olarak hesaplanmıştır. %95 güven düzeyinde yapılan Varyans Analizi sonucuna göre solunabilir toz maruziyeti için anlamlılık değeri $p=0,0018 < 0,05$ bulunmuştur. Toz maruziyeti için $p < 0,05$ olduğundan H_A hipotezi kabul edilir. Yani; toz maruziyeti değerleri operatörün kullandığı iş makinesine göre anlamlı farklılık gösterir. Solunabilir toz maruziyeti için ANOVA analizinin çıktısı EK 3'te yer almaktadır.

5. TARTIŞMA

Tez çalışması Manisa'nın Soma ilçesinde bulunan üç farklı açık ocakta gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın amacı doğrultusunda belirlenen maden ocaklarında, operatörlerin düzenli olarak kullandığı ağır iş makineleri belirlenmiş ve 18 farklı iş makinesi operatörlerinden normal çalışma süreleri içerisinde günlük kişisel gürültü, bütün vücut titreşimi ve toz ölçümleri uluslararası standartlara uygun olarak yapılmıştır.

Ölçüm yapılan maden ocaklarında çalışan operatörler arasında en az gürültü maruziyetinin yükleyici operatörlerinde olduğu belirlenmiştir. A maden ocağında kamyon operatörü ve C maden ocağında ise kamyon operatörü ve ekskavatör operatörünün maruz kaldığı gürültü seviyesinin ulusal mevzuatta yer alan en düşük maruziyet eylem değeri olan 80 dB(A)'nın üzerinde olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, operatörlerin gürültü ölçüm sonuçları mevzuatta yer alan en yüksek maruziyet eylem değeri olan 85 dB(A)'nın altında olduğu belirlenmiştir. Başka bir ifade ile ağır iş makinesi operatörlerinin günlük kişisel gürültü maruziyeti değerlerinin 8 saatlik çalışma süresi için yasal maruziyet sınır değeri olan 87 dB(A)'nın altında olduğu görülmektedir.

Literatürde daha önce tamamen aynı başlıklar olmasa da kısmen bu konu üzerine yapılan çalışmalar bulunmaktadır. 2013 yılında Cinar ve Sensogut [36] tarafından Konya'da taş ocakları ve taş kırma tesislerinde ağır iş makinesi kullanan operatörlerin gürültü analizleri ile ilgili bir çalışma yapılmış ve bu operatörlerin gürültü maruziyetleri değerlendirilmiştir. Bu çalışmaya göre, operatörlerin gürültü ölçüm sonuçları: ekskavatör operatörü için 77,0 dB(A), kamyon operatörü için 79,7 dB(A) ve yükleyici (loder) operatörü için 78,1 dB(A) olarak hesaplanmıştır. Cinar ve Sensogut tarafından yapılan çalışma ile bu tez çalışmasında yapılan gürültü ölçüm değerleri karşılaştırıldığında, ekskavatör operatörü ile kamyon operatörü için sırasıyla elde edilen ortalama 78,1 dB(A) ve 78,6 dB(A) gürültü ölçüm sonuçlarının benzerlik gösterdiği, yükleyici (loder) operatörü için 72,7 dB(A) gürültü ölçüm sonucunun farklı olduğu görülmektedir. Kişisel gürültü maruziyeti ölçümü için kullanılan standart, ölçümü yapan personel, ölçüm cihazı ve ölçüm cihazının konumlandırılması gibi sebeplerden dolayı yapılan ölçüm sonuçları arasında farklılıklar olabilir. Fakat makalede [36] kişisel gürültü maruziyeti ölçümleri için kullanılan standarda ve ölçüm cihazına ilişkin bilgilere ulaşılamamıştır. Cinar

ve Sensogut tarafından yapılan çalışmada, hesaplanan gürültü değerleri ulusal mevzuat ile kıyaslanmış, sonuç olarak gürültü ile ilgili daha etkin önlemler alınması gerekliliğinden bahsedilmiştir. Alınabilecek önlemlere örnek olarak ise gürültüyü kaynağında yok etmek, düzenli olarak makinenin hareketli parçalarını yağlamak, eski ve paslanmış parçalarını değiştirmek, makinenin gürültü yalıtımını yapmak ve kişisel koruyucu donanım kullanımından söz edilmiştir.

Groenewald [37] tarafından 2013 yılında Güney Afrika Cumhuriyeti'nde bulunan bir kömür ocağında iş makinesi kullanan operatörlerin gürültü ve titreşim maruziyetlerini belirlemeye yönelik bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaya göre, ortalama gürültü seviyesi; zemin delgi makinesi operatörü için 82,3 dB(A), dozer operatörleri için 87,6 dB(A), kamyon operatörleri için 81,6 dB(A), ekskavatör operatörü için 83,2 dB(A) ve greyder operatörü için 81,0 dB(A) olarak hesaplanmıştır. Ölçümler Güney Afrika'nın ulusal standardı olan "SANS 10083:2012 İşitmeyi Koruma Amaçlı Mesleki Gürültü Ölçme ve Değerlendirme" metoduna göre yapılmıştır. Güney Afrika Cumhuriyeti'nde yapılan çalışma ile tez çalışmasında elde edilen gürültü ölçüm değerlerinin farklı olduğu görülmektedir. Bunun sebebi, kişisel gürültü ölçümü için kullanılan metodun farklılığından dolayı olduğu düşünülmektedir. Sonuç olarak, Groenewald tarafından yapılan çalışmada ve bu tez çalışmasında hesaplanan gürültü ölçüm değerlerinin, ortalama olarak operatörlerin günlük kişisel gürültü maruziyetlerinin ulusal mevzuatta yer alan 8 saatlik çalışma süresi için günlük en yüksek eylem değeri olan 85 dB(A)'in altında olduğu söylenebilir. 85 dB(A) üzerindeki maruziyet, gürültüye bağlı işitme kayıpları gibi ciddi sağlık problemlerine neden olmaktadır [38].

Maden ocaklarında çalışan operatörlerin BVT sonuçları incelendiğinde; A maden ocağında dozer (puşer), B maden ocağında ekskavatör ve zemin delgi makinesi operatörünün günlük BVT değerlerinin ulusal mevzuatta yer alan 8 saatlik çalışma süresi için yasal maruziyet sınır değeri olan $1,15 \text{ m/s}^2$ 'nin üzerinde olduğu görülmektedir. Yükleyici (Loder) operatörü hariç diğer tüm operatörlerin ortalama BVT maruziyet değerleri mevzuatta yer alan 8 saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet eylem değeri olan $0,5 \text{ m/s}^2$ 'nin üzerindedir. Bunun nedeni, makinelerin, özellikle de dozerlerin, günlük kullanımı sırasında yüksek titreşim büyüklüklerinin nedeni olan engebeli yüzeylerde kullanımı, koltuk süspansiyonu için gerekli kilo ayarının yapılmaması, koltuk süspansiyonunun bozuk veya zarar görmüş olması ve koltukların emniyet kemeri ya da bir ip yardımıyla sabitlenip süspansiyon özelliğinin devreden çıkarılması nedeniyle olduğu düşünülmektedir.

Groenewald [37] tarafından yapılan çalışmaya göre; ortalama BVT değeri: zemin delgi operatörü için $0,52 \text{ m/s}^2$, dozer operatörü için $1,10 \text{ m/s}^2$, kamyon operatörü için $0,89 \text{ m/s}^2$, ekskavatör operatörü için $0,51 \text{ m/s}^2$ ve greyder operatörü için ise $0,55 \text{ m/s}^2$ olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada BVT ölçümleri için ISO 2631-1 Tüm Vücut Titreşime Maruz Kalma Değerlendirmesi standardı kullanılmıştır. Sonuç olarak, Güney Afrika Cumhuriyeti'nde yapılan çalışma [37] ile tez çalışmasında elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında, ağır iş makinesi kullanan operatörlerin BVT ölçüm sonuçları ulusal mevzuatta yer alan günlük maruziyet eylem değerinin üzerinde olduğu ve dozer operatörlerinin BVT maruziyetinin ise ulusal mevzuatta yer alan sınır değer üzerinde olduğu görülmektedir.

Aye ve arkadaşları [39] tarafından 2011 yılında Güney Afrika Cumhuriyeti'nde bulunan bir açık işletmede ağır iş makinesi kullanan operatörlerin BVT değerlerini belirlemeye yönelik bir çalışma yapılmıştır. ISO 2631-1 standartı kullanılarak yapılan ölçüm sonuçlarına göre: operatörlerin %95 kadarının BVT değerlerinin maruziyet sınır değerinin altında olduğu belirlenmiştir. Makalede maden iş yerlerinde titreşime yönelik risk değerlendirmesi ve yönetimi ile ilgili çalışmaların gerekliliğinden bahsedilmekte ve ayrıca taşıma yollarının düzenli bakımı ve operatörlerin sürüş teknikleri ve becerilerini geliştirebilecek yönde eğitimlerin verilmesi titreşim maruziyetini azaltıcı önlemler olarak verilmiştir.

Langer ve arkadaşları [40] tarafından terskepçe operatörlerinin BVT maruziyetini azaltmaya yönelik yapılan bir çalışmada titreşimin operatörler üzerindeki etkilerini değerlendirmek için ISO 2631-1 standartına göre BVT ölçümleri yapılmıştır. İlk olarak, operatörlerin maruz kaldığı titreşim ile iş makinelerinin yakıt tüketim performansları ölçülmüştür. Operatörlere ekonomik sürüş ve titreşimi önleme konularını içeren bir eğitim verildikten sonra BVT ve yakıt tüketim performansı ölçümleri tekrarlanmıştır. Eğitim sonucunda BVT değerlerinde ortalama %22,5 azalma olduğu, ayrıca makinelerde %38 oranında yakıt tasarrufu sağlandığı belirtilmiştir.

Maden ocaklarında çalışan operatörlerden alınan toz numunelerinin gravimetrik analizleri sonucunda, tüm operatörlerin solunabilir toz maruziyet değerlerinin yasal toz maruziyet değeri olan 5 mg/m^3 'ün altında olduğu görülmüştür. Genel olarak operatörlerin toz maruziyet değerleri karşılaştırıldığında ise en yüksek maruziyetin zemin delgi ve ekskavatör operatörlerinde olduğu görülmektedir. Tez çalışması kapsamında gidilen maden ocaklarında

makinelerin kullandığı ulaşım yollarının ve çevresinin fiskiye sistemi takılmış araçlar tarafında belirli aralıklarla su püskürtülerek tozun en düşük seviyede tutulması sağlanmaktadır.

Carter [41] tarafından yapılan bir araştırmaya göre, maden iş yerlerinde taşıma yolu üzerinde oluşan tozun bastırılmasında kullanılan en basit ve yaygın yöntem yüzeyin su ile ıslatılmasıdır. Su aynı zamanda toz kontrolü için kullanılan en ucuz bastırıcı olarak görülebilir. Ancak, su çok çabuk buharlaştığı için tozu bastırmak yerine onu geçici olarak bağlamaktadır. Dolayısıyla bir süre sonra yolun tekrar sulanması gerekir ki, bu da maliyeti arttırıcı bir unsurdur. Ayrıca, aşın su püskürtülmesi, yol yüzeyindeki iri agrega (kum ve çakıl karışımı) malzemesi için bağlayıcı görevi yapan çok ufak taneciklerin serbest kalmasına, yol yüzeyinin bozulmasına ve toz oluşumuna neden olmaktadır. Bozulan yol yüzeylerinin düzeltilmesi ve oluşan tozun bastırılması da işletme maliyetlerini arttıran unsurlardır.

Maden işletmelerinde taşıma yolu üzerinde oluşan tozu bastırmak ve yolu sağlamlaştırmak için yüzeyin su ile ıslatılması uygulamasının yanı sıra çeşitli kimyasal ürünler de geliştirilmiştir. Bu ürünlerin bir kısmı suyun yüzey gerilimini azaltan maddeler olup, suyun yol yüzeyi ve toprak içerisine nüfuz etmesini arttırmakta, buharlaşma süresini geciktirmekte dolayısıyla toz bastırma spreynin etkinlik süresini uzatmaktadır. Diğer bir grup ise (klorür temelli ürünler) uygulamadan sonra havadaki nemi soğurmakta ve bu şekilde toz taneciklerini bastırmaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

Tez çalışmasında açık işletmelerde ağır iş makinesi kullanan operatörlerin gürültü, titreşim ve toz maruziyet durumlarının değerlendirilmesi ve ilgili mevzuatlarda yer alan maruziyet sınır değerlerinin altına, yani çalışanlara zarar vermeyecek seviyelere düşürülmesi için yapılabilecek çalışmalara yönelik öneriler üzerinde durulmuştur. Ayrıca operatörlerin kişisel koruyucu donanım (KKD) kullanım durumlarının da gözden geçilmesine imkân sağlamıştır. Tez çalışması sonucunda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Operatörlerin %17'sinin gürültü ölçüm sonuçları ilgili mevzuatta yer alan en düşük maruziyet eylem değeri olan 80 dB(A)'nın üzerindedir.
- A ve C maden ocaklarında kaya kamyonu operatörlerinin gürültü maruziyeti değerleri ilgili mevzuatta yer alan en düşük maruziyet eylem değeri olan 80 dB(A)'in üzerindedir.
- Kaya kamyonu ve paletli ekskavatör operatörlerinin gürültü maruziyeti değerleri en yüksektir.
- İşletmelerin daha önce yaptırmış oldukları ölçüm raporlarına bakıldığında, gürültü ölçümleri uluslararası bir standart ve hesap programı kullanılmadan, işletmede bulunan bir personel tarafından yapıldığı görülmüştür. Bu ölçümler daha çok iş makinelerinin gürültüsünü belirlemeye yöneliktir. Başka bir deyişle, işletmelerde kişisel maruziyet ölçümlerinin yapılmadığı tespit edilmiştir.
- Operatörlerin %17'sinin BVT maruziyeti değerleri ilgili mevzuatta yer alan maruziyet sınır değeri olan 1,15 m/s²'nin üzerindedir.
- Operatörlerin %39'unun BVT maruziyeti değerleri ilgili mevzuatta yer alan maruziyet eylem değeri olan 0,5 m/s²'nin üzerindedir.

- A maden ocağında paletli ekskavatör operatörü, B maden ocağında lastik tekerlekli dozer (puşer) operatörü ve C maden ocağında zemin delgi makinesi operatörü titreşime en fazla maruz kalmaktadır.
- Paletli ekskavatör ve dozer operatörlerinin BVT maruziyetleri en yüksektir.
- İşletmelerin daha önce yaptırmış oldukları ölçüm raporlarına bakıldığında firmaların daha önce gerekli BVT ölçümlerini yaptırmadığı görülmüştür. Bu yüzden, titreşimden kaynaklanan risklerin, risk değerlendirmesi çalışmalarına dâhil edilmediği tespit edilmiştir.
- Zemin delgi makinesi ve paletli ekskavatör operatörlerinin toz konsantrasyonu değerleri en yüksektir.
- Tüm operatörlerin toz konsantrasyonu değerleri ilgili yönetmelikte yer alan maruziyet sınır değerinin altındadır.
- İşletmelerin genelinde iş makinelerinin oldukça eski olduğu ve ortam fiziki koşul ve donanımlarının iyi olmadığı görülmüştür. Operatörlerde gürültü, toz ve özellikle de bütün vücut titreşiminden kaynaklanan tehlikeler konusunda bilinçsizlik ve bilgisizlik gözlemlenmiştir.
- Bu tez çalışması sonucunda hazırlanan “İş Makineleri Kontrol Listesi” Ek 4’te yer almaktadır.

6.2. Öneriler

Açık işletmelerde iş makinesi kullanan operatörler gürültü, titreşim ve toz maruziyeti riskleri ile karşı karşıya kalabilmektedir. Mevcut maruziyetlerin en aza indirilmesi için önleyici mühendislik önlemlerinin alınması gerekmektedir. Kontrol hiyerarşisi çözüm önerilerinin sunulması noktasında oldukça önemlidir. Buna göre en temel basamak tehlikeleri kaynağında yok etmeye çalışmaktır. Yok edilemeyen tehlikeler için izole etme, tehlikeli olanı tehlikeli olmayan ile değiştirme (ikame), toplu koruma önlemleri, mühendislik çözümleri ile

uygulamalar üzerinde durulduktan sonra sonuç alınamaması durumunda ise son çare olarak kişisel koruyucu donanım kullanımına yönelmek gerekmektedir.

Çalışma kapsamında ağır iş makinesi kullanan operatörlerin gürültü, bütün vücut titreşimi ve toz maruziyetinin azaltılması ve bu maruziyetler sonucu oluşabilecek tehlikelerin en aza indirgenmesi için işyerlerinde önleyici mühendislik tedbirleri alınmalıdır. Maruziyetlerin azaltılmasına yönelik alınabilecek önlemler aşağıdaki gibidir;

- Makinelerin kullandığı yollar çalışma esnasında ortaya çıkabilecek moloz veya enkazlardan temizlenmeli ve düzgün hale getirilmelidir. Özellikle engebeli ve bozuk yolların neden olduğu titreşim, iyi bir yol bakım planı uygulayarak kontrol altına alınmalıdır.
- Koltuk tasarımı sadece konfora bağlı olarak değil aynı zamanda titreşim iletimine göre de seçilmelidir. Statik ve dinamik yapısı bozulmuş operatör koltukları yenilenmelidir. Süspansiyon sistemi işe yaramayan koltuklar yerine otomatik kütle ayarlı ve yüksek süspansiyon sistemli koltuklar tercih edilmelidir.
- Makinelerin titreşim yapan parçaları, kauçuk dolgu v.b. gibi uygun maddeler kullanılarak kontrol altına alınmalıdır. Bu kontrol titreşimden kaynaklanan gürültü seviyelerini de azaltacaktır.
- Araç operatörlerinde titreşimin geçirimsizliği çeşitli süspansiyon sistemleri ile önlenmeye çalışılmalıdır. Süspansiyonlu kabinlerin sağlanması, makineye uygun lastik ve amortisör seçimi maruziyeti azaltabilecek önlemlerdendir.
- Bütün iş makineleri için sürekli olarak geliştirilen bir bakım planı uygulanmalı ve düzenli olarak makine ve koltuk süspansiyonları, lastik basınçları ve makinenin hareketli parçalarının bakımı yapılmalıdır.
- Titreşim kontrolünde operatörlerin bilgilendirilmesi ve eğitilmesinin önemli yeri vardır. Operatörlere titreşim kaynaklı muhtemel sırt ağrıları ve belirtileri, tehlikeli titreşim kaynakları, uzun süre yüksek oranda maruz kalınan titreşim, titreşime ait risk

bulguları ve sınır değerleri ile ilgili olarak bilgi verilmelidir. Operatörlere süspansiyonlu koltuk ayarlaması ve engelli arazide çalışma sırasında titreşime nasıl en az oranda maruz kalınacağı uygulamalı olarak öğretilmelidir.

- Engebeli arazi koşulları gibi farklı ortamlarda çalışırken operatörlerin titreşim maruziyetini en aza indirebilecek sürüş teknikleri ve becerilerini geliştirebilecek yönde uygulamalı eğitimler verilmelidir.
- Titreşimin sağlık ve iş performansı açısından olumsuz etkilerinin önlenmesi amacıyla özellikle düşey yönlü titreşim değerleri ölçülerek risk değerlendirmesi yapılmalıdır.
- Operatörlerin titreşimden korunması amacıyla çalışma koşullarına uygun araç seçilmeli ve çalışmalar sırasında molalar verilmelidir.
- Makinenin birçok parçası engebeli ve pürüzlü yollar nedeniyle zamanla gevşeyecektir. Eğer bu gevşeyen parçalar düzgün monte edilmezse, gürültüye neden olacak ve operatörler bu durumdan olumsuz yönde etkilenecektir. Makinelerin ve özel parçalarının periyodik bakımı ve yağlanması gürültü düzeylerini azaltacaktır.
- Araçların kurallara uygun bir şekilde kullanımı ve periyodik bakımı yalnızca gürültü kontrolü için değil, aynı zamanda makinenin kullanım ömrü için de önemlidir.
- Gürültü düzeyi 80 dB(A) ve daha fazla olan yerlerde çalışacak her personele, işe başlamadan önce; gürültünün işitme duyusuna olan olası etkileri, kulak koruyucularının amacı, gerekli zamanda kullanılması, uygun olan koruyucu tipinin belirlenmesi, bakım ve temizliği gibi konuları kapsayan eğitim verilmelidir. Bu eğitimler her yıl yenilenmelidir.
- Kabin içerisinde toz ve gürültü oluşumunu önlemek için sürücü mahallinin kapı ve pencerelerini kapalı tutmak gerekmektedir. Kabin içerisinde yalıtım malzemesi kullanılarak gürültü ve toz oluşumu kontrol altına alınabilmektedir.
- Kabin içerisinde klima ve havalandırma sistemi bulunması ortamdaki tozun yoğunluğunu azaltmak açısından önemlidir.

- Kişisel Koruyucu Donanım (KKD) yapılan işe göre uygun olarak seçilmelidir. Maden ve inşaat alanlarında gürültüden korunmak için endüstriyel baretlere uyan kulak koruyucular kullanılabilir. Operatörlerin çalışma sırasında, maden sahasında bulunan manevracı-harmanıcı veya diğer yetkili personel ile sürekli olarak iletişimde olması gerekiyor ise kapalı devre haberleşme alıcısı olan veya iç haberleşme donanımlı kulak koruyucusu kullanmaları daha uygun olacaktır.
- Operatörler Kişisel Koruyucu Donanım (KKD) olarak Avrupa Standardı EN 149:2001 + A1:2009'a uygun FFP3 tip solunum koruyucu kullanılmalıdır. Bu filtre en yüksek düzeyde koruma sağlamakta olup toz, silis ve metal dumanını da içerisine alan toksik ve kansorejen tozlar ve aerosoller için kullanılmaktadır.
- Madencilik sektörü, Tehlike Sınıfları Tebliği'ne göre çok tehlikeli sınıfta bulunduğu için iş sağlığı ve güvenliği ölçümleri, analizleri ile çalışanların sağlık kontrollerinin mevzuata göre yapılan işlemlerde herhangi bir değişiklik olmadığı takdirde iki senede bir gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Ancak, tedbir amaçlı olarak gürültü, bütün vücut titreşimi ve toz maruziyet seviyelerinin ve kontrol önlemlerinin etkinliğini değerlendirmek amacıyla iki yıldan daha az sürede tekrarlanması yararlı olacaktır.
- İşletmeler ortamda oluşan tozu önlemek amacıyla çalışma şartlarına uygun bir toz bastırma programı uygulamalıdır. İşletmelerin toz bastırmada kullanılabileceği ürünlerin kullanım özelliklerine göre ayrıntılı listesi Ek 5'de yer almaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Konuk A, Göktan M. *Açık İşletme Madenciliği Ders Kitabı* (İkinci Baskı), Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, 1999.
- [2] Ernst & Young, *Dünyada ve Türkiye’de Madencilik Sektörü*, Ernst & Young, Sayfa: 11, İstanbul, 2011.
- [3] Ankara Kalkınma Ajansı, *Ankara İş ve İnşaat Makineleri Sektör Analizi*, Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş., Sayfa: 7, Ankara, 2014.
- [4] Milli Eğitim Bakanlığı, *Motorlu Araçlar Teknolojisi İş Makineleri*, Milli Eğitim Bakanlığı, Sayfa: 3-20, Ankara, 2013.
- [5] Erkoç Ö.Y. *Kaya Patlatma Tekniği* , Çeliker Matbaası, İstanbul, 1990.
- [6] Yıldız R, Köse H. *Açık İşletmelerde Delik Delme Metotları Ve Delici Makineler*, Kümes AS, Kütahya, 2003.
- [7] Kinsler L.A, Frey A, Coppens A, Sanders J. *Fundamentals of Acoustics* (Forth Edition), Sayfa: 24-31, UK, 2000.
- [8] Değer F. *Ahşap Doğrama Atölyelerinde Gürültü Maruziyeti ve Alınabilecek Önlemler, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi*, T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Sayfa: 15-21, Ankara, 2015.
- [9] Özdemir S. *Gürültü ile oluşan işitme kayıpları ve alınacak önlemler*, Ankara. <http://www.bilgin.net/GurultuSelcukOzdmr.html> (Erişim tarihi:02/09/2015)
- [10] Maue J. H. *0 Dezibel + 0 Dezibel = 3 Dezibel*, Sayfa: 55-64, Berlin, 2003.

- [11] Salvatore R.D. *The Occupational Environment: Its Evaluation, Control, and Management* (İkinci Baskı), American Industrial Hygiene Association, Sayfa: 430-460, Fairfax-Virginia, 2003.
- [12] United States, *About Sound*, Washington: Environmental Protection Agency, Office of Noise Abatement and Control, Sayfa: 23-36, U.S., 1976.
- [13] South T. *Managing Noise and Vibration At Work*, Elsevier, 2004.
- [14] Karahan F, Mehmet M. *Titreşim Analizi ile Makinalarda Arıza Teşhisi*, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa, 2005.
- [15] ILO, *Encyclopaedia of Occupational Health and Safety* (Fourth Edition), ILO, 2012.
- [16] Brüel & Kjaer, *Measuring Vibration*, Brüel & Kjaer Lecture Notes, Denmark, 1982.
- [17] Rasmussen G. *Human Body Vibration Exposure and Its Measurements*, The Journal of the Acoustical Society of America, U.S.A., 1983.
- [18] Brüel & Kjaer, *Human Vibration*, Bruel & Kjaer Lecture Notes, Denmark, 2002.
- [19] NIOSH, *Occupational Exposure to Hand-Arm Vibration*, U.S Department of Health and Human Services, Ohio, 1989.
- [20] HSE, *Control Back-Pain Risks From Whole-Body Vibration, Advice for Employers on the Control of Vibrtation at Work Regulations*, U.K., 2005.
- [21] İşsever H. *Vibrasyon ve İnsan Sağlığı Üzerinden Etkileri*, İstanbul Tıp Fakültesi Halk Sağlığı A. Dalı İş Sağlığı Bilim Dalı, İstanbul.
- [22] Çevikler E. *TTK Üzülmez Müessesesi Ayak İşlerinde Solunabilir Toz Yoğunluklarının ve Kuvars İçeriklerinin Araştırılması*, Çukurova Üniversitesi, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Adana, 2009.

- [23] Günaydın E. *TTK Kozlu Müessesesi Ayak İşyerlerinde Solunabilir Toz Yoğunluklarının ve Kuvars İçeriklerinin Araştırılması*, ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Zonguldak, 2007.
- [24] Baysal F. *İşyerlerinde Toz Sorunu, Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 6. Kongresi Bildiriler Kitabı*, TMMOB MMO, Sayfa: 8-25, Ankara, 1979.
- [25] Karaali M, Didari V, Çakır A. *TTK Karadon Müessesesi Ocaklarında Solunabilir Tozların Kuvars İçeriklerin Araştırılması*, Madencilik Dergisi 38 (1); 31-44, 1999.
- [26] Ataman T. *Madencilerin Mesleki Hastalığı Pnömkonyoz*, Onbirinci Türk Tüberküloz Kongresi, Sayfa. 337-351, Bursa, 1973.
- [27] Stoces B, Jung H. *Maden İşletmesinde Toz ve Silikozla Mücadele*, İTÜ Maden Fakültesi Yayını (Çeviri. Saltoğlu, S.), Sayfa: 557, İstanbul, 1970.
- [28] Didari V. *Toz Durumlarının Kitlesel (Gravimetrik) Toz Ölçme Yöntemleriyle Belirlenmesi*, Madencilik 1(22); 27-32, 1983.
- [29] Yaprak S. *TTK Gelik İşletmesi Ocaklarında Rastlanan Solunabilir Tozların Kuvars İçeriklerinin Araştırılması*, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Sayfa: 51, Zonguldak, 1988.
- [30] TS EN ISO 9612:2009, *Akustik çalışma ortamında maruz kalınan gürültünün ölçülmesi ve değerlendirilmesi için prensipler*, Sayfa: 5-45, ISO, 2009.
- [31] Salvatore R.D. *The Occupational Environment: Its Evaluation, Control, and Management* (İkinci Baskı), American Industrial Hygiene Association, Sayfa: 430-460, Fairfax-Virginia, 2003.
- [32] Svan 947 Gürültü ve Titreşim Ölçer Cihaz Kullanım Kılavuzu.
- [33] *ISO 2631-1: 1997 ISO 2631-1: 1997 - Mekanik titreşim ve şok - Bütün vücut titreşime maruz kalma değerlendirilmesi*, 1997.

- [34] HSE, *MDHS 14/3 General methods for sampling and gravimetric analysis of respirable and inhalable dust (Solunabilir tozların gravimetrik analizi ve örnekleme için genel metotlar)*, HSE, 2000.
- [35] Türk Standartları Enstitüsü, *TS EN 689 İşyeri Havası- Solunumla maruz kalınan kimyasal maddelerin sınır değerler ile karşılaştırılması ve ölçme stratejisinin değerlendirilmesi için kılavuz*, Ankara, 2002.
- [36] Cinar I, Sensogut C. *Noise analysis of the Konya Karaomerler (Turkey) stone quarry and stone crushing sifting plant*, Selçuk Üniversitesi, Dumlupınar Üniversitesi, Konya, Kütahya, 2013.
- [37] Groenewald M. *Exposure of earth moving equipment operators to vibration and noise at an opencast coal mine*, North West University, South Africa, 2013.
- [38] Nelson D.I, Nelson R.Y. *The global burden of occupational noise-induced hearing loss*. Am J Ind Med 48: 446-458, 2005.
- [39] Aye S.A, Heyns P.S. *The evaluation of whole-body vibration in a South African opencast mine*. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, Sayfa: 751-757, South Africa, 2011.
- [40] Langer T.H, Iversen T.K, Andersen N.K, Mouritsen O, Hansen M.R. *Reducing whole-body vibration exposure in backhoe loaders by education of operators*, *International Journal of Industrial Ergonomics*, Sayfa: 304-311, 2012.
- [41] Carter R.A. *Cut Costs by Controlling Dust*, Coal Age, Sayfa: 19-21, 1999.
- [42] Fişne A, Ökten G. *Açık İşletme taşıma Yollarında Nakliyat Kaynaklı Toz Oluşumu ve Toz Bastırma Yöntemleri*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, İstanbul, 2002.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

SOYADI, adı : ÖZTÜRK, Nejdet
Doğum tarihi ve yeri : 26.12.1981, Ankara
Telefon : 0 (312) 257 16 34/1402
E-Posta : nejdet.ozturk@csgb.gov.tr



Eğitim

Derece Okul

Mezuniyet tarihi

Y. Lisans Yıldırım Beyazıt Üniversitesi/ Management and
Organization
Y. Lisans Gazi Üniversitesi/ Pedagojik Formasyon
(Tezsiz)
Lisans Ankara Üniversitesi/ Fizik Bölümü

Devam Ediyor
2007
2005

İş Deneyimi

Yıl

Yer

Görev

2012- (Halen) Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı

İş Sağlığı ve Güvenliği Uzman
Yrd.

Yabancı Dil

İngilizce (YDS-2014: 71,25)

Mesleki İlgi Alanları

İş Hijyeni fiziksel etmenler, asbest.

Hobiler

Yüzme, Resim yapma.

EKLER

EK-1: Yasal Düzenlemeler

EK-2: Ölüm Sonuçları ve  l m Belirsizlikleri

EK-3: Varyans Analizi (ANOVA)

EK-4: İŞ Makineleri Kontrol Listesi

EK-5: Toz Bastırma Amacıyla Kullanılan eŐitli Maddeler ve  zellikleri

Ek 1. Yasal Düzenlemeler

1. GÜRÜLTÜ

Ulusal Mevzuat

Gürültü ile ilgili yasal düzenlemeler 28.07.2013 tarihli ve 28721 sayılı resmi gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren “Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik”te belirtilmiştir. Buna göre;

Maruziyet eylem değerleri ve maruziyet sınır değerleri

MADDE 5 –

- 1) Yönetmeliğin uygulanması bakımından, maruziyet eylem değerleri ve maruziyet sınır değerleri aşağıda verilmiştir:
 - a) En düşük maruziyet eylem değerleri: (LEX, 8saat) = 80 dB(A) veya (Ptepe) = 112 Pa [135 dB(C) re. 20 µPa] (20 µPa referans alındığında 135 dB (C) olarak hesaplanan değer).
 - b) En yüksek maruziyet eylem değerleri: (LEX, 8saat) = 85 dB(A) veya (Ptepe) = 140 Pa [137 dB(C) re. 20 µPa].
 - c) Maruziyet sınır değerleri: (LEX, 8saat) = 87 dB(A) veya (Ptepe) = 200 Pa [140 dB(C) re. 20 µPa].
- 2) Maruziyet sınır değerleri uygulanırken, çalışanların maruziyetinin tespitinde, çalışanın kullandığı kişisel kulak koruyucu donanımların koruyucu etkisi de dikkate alınır.
- 3) Maruziyet eylem değerlerinde kulak koruyucularının etkisi dikkate alınmaz.
- 4) Günlük gürültü maruziyetinin günden güne belirgin şekilde farklılık gösterdiğinin kesin olarak tespit edildiği işlerde, maruziyet sınır değerleri ile maruziyet eylem değerlerinin uygulanmasında günlük gürültü maruziyet düzeyi yerine, haftalık gürültü maruziyet düzeyi kullanılabilir. Bu işlerde;
 - a. Yeterli ölçümle tespit edilen haftalık gürültü maruziyet düzeyi, 87 dB(A) maruziyet sınır değerini aşamaz.
 - b. Bu işlerle ilgili risklerin en aza indirilmesi için uygun tedbirler alınır.

Uluslararası Mevzuat

Tavsiye niteliğinde uluslararası kuruluş ve enstitüler tarafından belirlenen gürültü maruziyet sınır değerleri aşağıdaki tabloda verilmektedir.

Uluslararası mevzuattaki gürültü maruziyet sınır değerleri

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

2. TİTREŞİM

Ulusal Mevzuat

Titreşim ile ilgili yasal düzenlemeler 22.08.2013 tarihli ve 28743 sayılı resmi gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren “Çalışanların Titreşim İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik” te belirtilmiştir. Buna göre,

Maruziyet sınır değerleri ve maruziyet eylem değerleri

MADDE 5

1) Bu Yönetmeliğin uygulanması bakımından, maruziyet sınır değerleri ve maruziyet eylem değerleri aşağıda verilmiştir:

a) El-kol titreşimi için;

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

b) Bütün vücut titreşimi için;

- 1) Sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet sınır değeri: $1,15 \text{ m/s}^2$.
- 2) Sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet eylem değeri: $0,5 \text{ m/s}^2$.

Uluslararası Mevzuat

Tavsiye niteliğinde uluslararası kuruluş ve enstitüler tarafından belirlenen titreşim maruziyet sınır değerleri aşağıdaki tabloda verilmektedir.

Uluslararası mevzuattaki el-kol ve bütün vücut titreşim maruziyet sınır değerleri

Kuruluş	Maruziyet Değeri
HSE (Health and Safety Executive – İngiltere İş Sağlığı ve Güvenliği Kuruluşu)	<u>El – kol titreşimi için:</u> Sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet sınır değeri 5 m/s^2 , Sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet etkin değeri $2,5 \text{ m/s}^2$.
	<u>Bütün vücut titreşimi için:</u> Sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet sınır değeri $1,15 \text{ m/s}^2$, Sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet etkin değeri $0,5 \text{ m/s}^2$

3. TOZ

Ulusal Mevzuat

Tozla ilgili yasal düzenlemeler 05.11.2013 tarihli ve 28812 sayılı resmi gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren “Tozla Mücadele Yönetmeliği”nde belirtilmiştir. Yönetmelikte belirtilen inert veya istenmeyen toz için maruziyet sınır değeri 5 mg/ m³’tür.

Uluslararası Mevzuat

Tavsiye niteliğinde uluslararası kuruluş ve enstitüler tarafından belirlenen solunabilir ve toplam toz maruziyet sınır değerleri aşağıdaki tabloda verilmektedir.

Uluslararası mevzuattaki toz maruziyet sınır değerleri

Kuruluş	Maruziyet Değeri	
	Toplam Toz (mg/ m ³)	Solunabilir Toz (mg/ m ³)
HSE (Health and Safety Executive – İngiltere İş Sağlığı ve Güvenliği Kuruluşu)	10	4
NIOSH (The National Institute for Occupational Safety and Health – Amerikan Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü)	15	5
ACGIH (The American Conference of Governmental Industrial Hygienists - Ulusal Endüstriyel Hijyenistler Konferansı, Amerika)	10	3

Ek 2 Ölçüm Sonuçları ve Ölçüm Belirsizlikleri

Maden Ocağı	İş Makineleri	Gürültü Maruziyeti Değerleri		Bütün Vücut Titreşimi Değerleri (m/s ²)	Solunabilir Toz Maruziyeti Değerleri (mg/m ³)
		dB(A)	dB(C)		
(A)	Greyder Operatörü	79,1 ± 3,1	105,4	0,715	1,04
	Kaya Kamyonu Operatörü	80,6 ± 3,0	107,9	0,418	0,28
	Lastik Tekerlekli Dozer (Puşer) Operatörü	74,0 ± 3,1	106,1	1,295	0,16
	Lastik Tekerlekli Yükleyici (Loder) Operatörü	73,1 ± 3,0	119,8	0,482	0,68
	Paletli Ekskavatör (Elektrikli) Operatörü	76,2 ± 3,1	104,8	0,854	1,04
	Zemin Delgi Makinesi Operatörü	74,3 ± 3,0	121,7	0,801	1,33
(B)	Greyder Operatörü	76,2 ± 3,1	110,2	0,541	0,25
	Kaya Kamyonu Operatörü	72,8 ± 3,1	99,5	0,466	0,48
	Lastik Tekerlekli Dozer (Puşer) Operatörü	75,0 ± 3,0	115,2	0,784	0,14
	Lastik Tekerlekli Yükleyici (Loder) Operatörü	71,4 ± 3,0	113,1	0,424	0,31
	Paletli Ekskavatör (Elektrikli) Operatörü	78,5 ± 3,1	112,7	1,361	1,05
	Zemin Delgi Makinesi Operatörü	73,7 ± 3,0	119,2	1,269	0,93
(C)	Greyder Operatörü	78,7 ± 3,1	108,0	0,481	0,89
	Kaya Kamyonu Operatörü	82,2 ± 3,0	116,4	0,581	0,46
	Lastik Tekerlekli Dozer (Puşer) Operatörü	72,9 ± 3,0	117,3	0,638	0,13
	Lastik Tekerlekli Yükleyici (Loder) Operatörü	73,8 ± 3,0	119,2	0,406	0,63
	Paletli Ekskavatör (Elektrikli) Operatörü	80,6 ± 3,1	118,4	1,022	0,95
	Zemin Delgi Makinesi Operatörü	73,0 ± 3,0	104,5	0,409	1,86

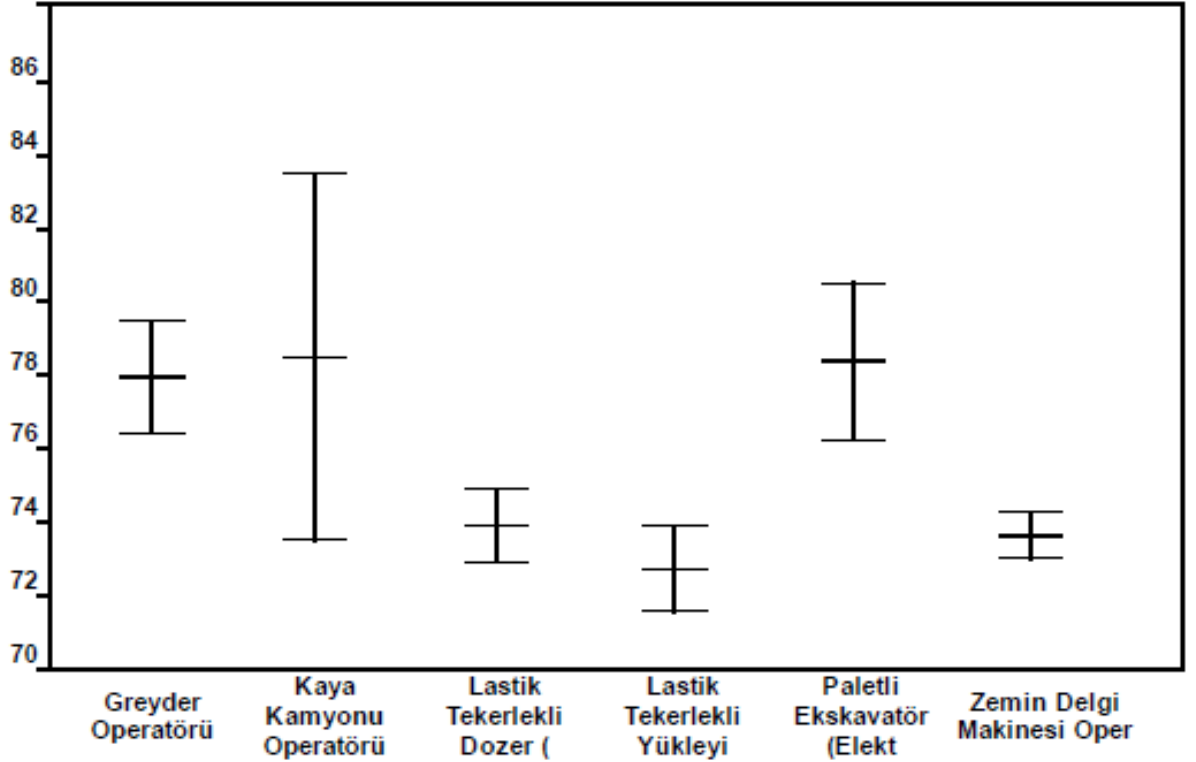
Ek 3 Varyans Analizi (Anova)

ANOVA

Gürültü Maruziyet dB(A)

	Greyder Operatörü	Kaya Kamyonu Operatörü	Lastik Tekerlekli Dozer (Lastik Tekerlekli Yükleyi	Paletli Ekskavatör (Elekt	Zemin Delgi Makinesi Oper
1	79.1	80.6	74	73.1	76.2	74.3
2	76.2	72.8	75	71.4	78.5	73.7
3	78.7	82.2	72.9	73.8	80.6	73
n	3	3	3	3	3	3
\bar{X}	78.000	78.533	73.967	72.767	78.433	73.667
s	1.572	5.029	1.050	1.234	2.201	0.651
\bar{X}_{ave}	75.894					

source	df	SS	MS	F	P-value
treatments	5	108.916	21.783	3.6655	0.0303
error	12	71.313	5.943		
total	17	180.229			

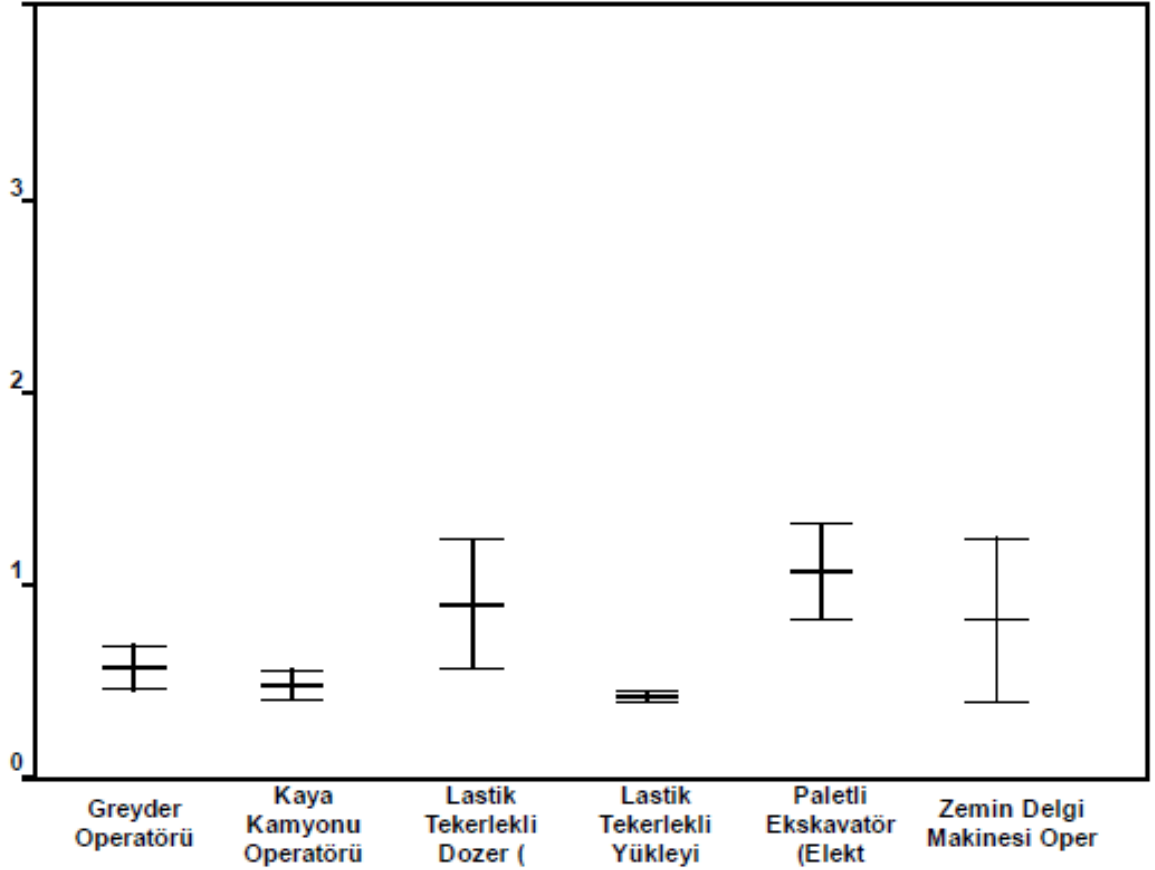


ANOVA

Bütün Vücut Titreşimi Değerleri (m/s²)

	Greyder Operatörü	Kaya Kamyonu Operatörü	Lastik Tekerlekli Dozer (Lastik Tekerlekli Yükleyi	Paletli Ekskavatör (Elekt	Zemin Delgi Makinesi Oper
1	0.715	0.418	1.295	0.482	0.854	0.801
2	0.541	0.466	0.784	0.424	1.361	1.269
3	0.481	0.581	0.638	0.406	1.022	0.409
n	3	3	3	3	3	3
\bar{X}	0.579	0.488	0.906	0.437	1.079	0.826
s	0.122	0.084	0.345	0.040	0.258	0.431
\bar{X}_{ave}	0.719					

source	df	SS	MS	F	P-value
treatments	5	0.984	0.197	2.9944	0.0555
error	12	0.789	0.066		
total	17	1.773			

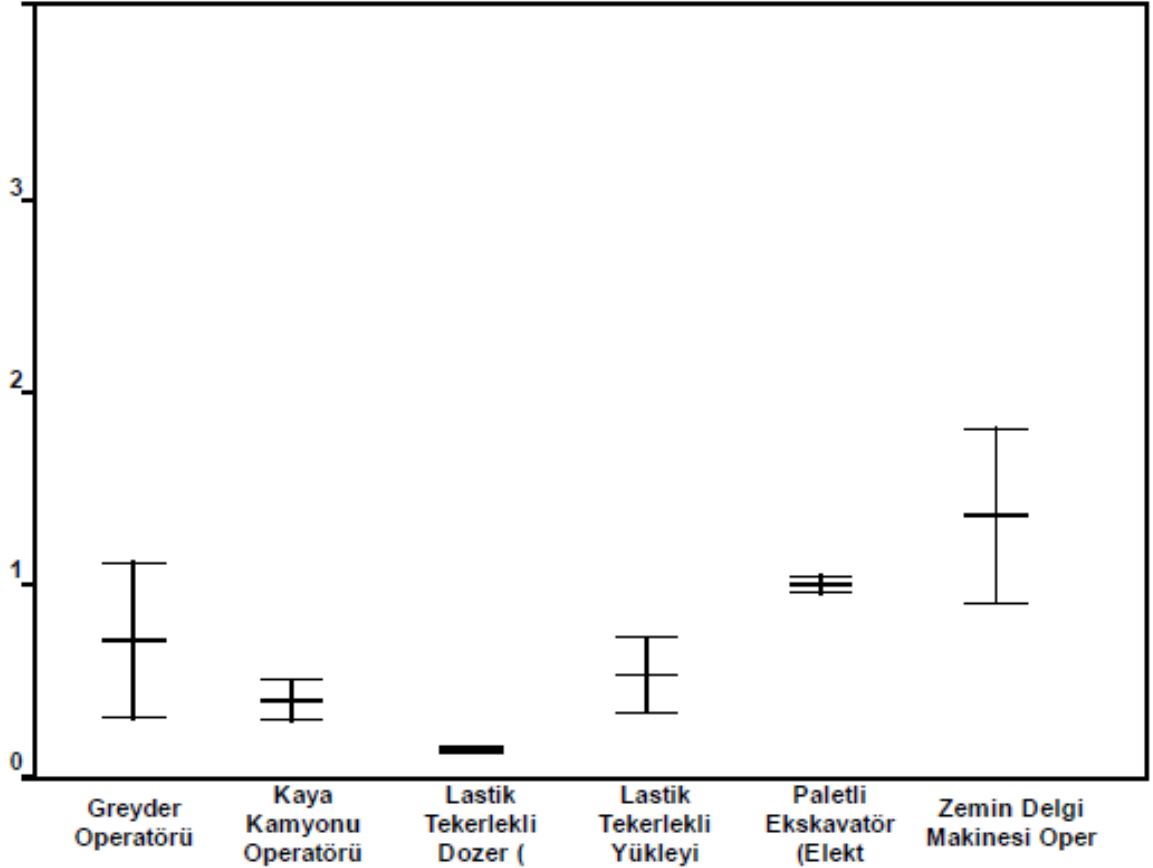


ANOVA

Solunabilir Toz Maruziyeti Değerleri (mg/m³)

	Greyder Operatörü	Kaya Kamyonu Operatörü	Lastik Tekerlekli Dozer (Lastik Tekerlekli Yükleyi	Paletli Ekskavatör (Elekt	Zemin Delgi Makinesi Oper
1	1.04	0.28	0.16	0.68	1.04	1.33
2	0.25	0.48	0.14	0.31	1.05	0.93
3	0.89	0.46	0.13	0.63	0.95	1.86
n	3	3	3	3	3	3
\bar{X}	0.727	0.407	0.143	0.540	1.013	1.373
s	0.420	0.110	0.015	0.201	0.055	0.467
\bar{X}_{ave}	0.701					

source	df	SS	MS	F	P-value
treatments	5	2.921	0.584	7.8013	0.0018
error	12	0.899	0.075		
total	17	3.820			



Ek 4 İş Makineleri Kontrol Listesi



İŞ MAKİNELERİ KONTROL LİSTESİ

ÖRNEK UYGULAMA

İşyerinin Unvanı: Adresi:	Değerlendirmenin Yapıldığı Tarih:
	Geçerlilik Tarihi:

İŞ MAKİNELERİ KONTROL LİSTESİ					
KONTROL LİSTESİ	EVET ✓	HAYIR ✗	ALINMASI GEREKEN ÖNLEM	SORUMLU KİŞİ	TAMAMLANMA TARİHİ
Yakıt ikmali sırasında makinenin motoru kapatılmaktadır.					
Rotasyonlu çalışma yaptırılarak çalışanların gürültüye maruz kalma süreleri azaltılmaktadır.					
Çalışanlar yüklerin elle taşınmasından doğabilecek kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları ile yükleri doğru ve güvenli kaldırma konusunda bilgilendirilmiştir.					

İŞ MAKİNELERİ KONTROL LİSTESİ

İŞ MAKİNELERİ İLE ÇALIŞMA ÖNCESİ KONTROL LİSTESİ						
	KONTROL LİSTESİ	EVET	HAYIR	ALINMASI GEREKEN ÖNLEM	SORUMLU KİŞİ	TAMAMLANMA TARİHİ
		✓	✗			
ÇALIŞMA ALANI	Çalışma alanı temiz ve düzenlidir.					
	Çalışma alanında sigara içilmesine izin verilmemektedir.					
	Operatör çalışma yerinin şartlarını öğrenmek ve oluşabilecek risklere karşı gerekli tedbirleri almak için ön çalışma yapmaktadır.					
	Makinenin kullandığı yol güzergâhında gerekli işaretler ve işaretçi (manevracı) bulunmaktadır.					
	Operatör işaretçilerin (manevracı) kullandığı işaretlerin anlamlarını bilmektedir.					
	Yol durumu (virajlar, çukur, çamur, buz, trafik durumu, sis vb) hakkında bilgi sahibidir.					
	Özellikle görüşün iyi olmadığı (karanlık ve tozlu yerler) tehlikeli sahalarda özel tedbirler alınmaktadır.					
	Çalışma sahasında yukarıdan bir malzemenin düşebileceği tehlikeli yerlerde özel tedbirler alınmaktadır.					
	Enerji hatlarının (havai hatlar) olduğu yerlerde özel tedbirler alınmaktadır.					
	Yeraltı enerji hattı ve yeraltı gaz borularının olduğu yerlerde özel tedbirler alınmaktadır.					
	Servis yolları batık ve çamur yapacak malzeme ile kaplanmamaktadır.					
	Araç trafiğini düzenlemek için sürat tahdidi bulunmaktadır.					
Çalışma alanında ani çökme ve göçme durumunda makinenin kaçabilmesi için yeterli genişlikte manevra sahası bulunmaktadır.						

İŞ MAKİNELERİ İLE ÇALIŞMA ÖNCESİ KONTROL LİSTESİ

	KONTROL LİSTESİ	EVET	HAYIR	ALINMASI GEREKEN ÖNLEM	SORUMLU KİŞİ	TAMAMLANMA TARİHİ
		✓	✗			
MAKİNENİN KONTROLÜ	Kontrol işlemleri güvenli bir alanda yapılmaktadır.					
	Servis acil durum ve park frenleri kontrol edilmektedir.					
	Vitesler, direksiyon, kova, bıçak ve diğer donanımlar kontrol edilmektedir.					
	Bütün mahfazalar, emniyet kemerleri, makineye ait donanımların uygun ve görev yapar durumda olduğu belirlenmiştir.					
	Tamirata ihtiyacı olan makineler tamir edilmeden ve çalışmasında sakınca olmadığına dair yetkililerden onay almadan çalıştırılmamaktadır.					
	Lastiklerin hava basıncı ve hasar durumları kontrol edilmektedir.					
	Yakıt ikmali sırasında makinenin motoru kapatılmaktadır.					
	Yakıt ikmali sırasında statik elektriğe ve yangına karşı gerekli tedbirler alınmaktadır.					
	Çalışma sırasında görüşün engellenmemesi için (camların silinmesi vb) gerekli tedbirler alınmaktadır.					
	Kaymayı önlemek için kavrama demirleri, basamakları ve operatör kabini yağ, gres, kar, buz ve çamurdan temizlenmektedir.					
	Çalışma ortamında bulunan kişilerin ortamdan uzaklaşması ve emniyetli bir yerde durması sağlanmaktadır.					
	Araca çıkarken kayma ve düşmeye karşı, iki elle tutamaklardan tutularak çıkılmakta, direksiyon veya levyeler tutamak olarak kullanılmamaktadır.					

İŞ MAKİNELERİ İLE ÇALIŞMA ÖNCESİ KONTROL LİSTESİ

Koltuk operatöre uygun olarak en iyi şekilde ayarlanmakta ve emniyet kemeri takılmaktadır.					
Operatör platformu sağlam korkuluklarla korunmaktadır.					
100 metre mesafede kavlak kontrolü yapılmaktadır.					
İnşaat alanında tehlikeli kısımlar sınırlandırılmaktadır.					
Eğimli yolda araç sürücüsüz bırakılmamaktadır.					
Makine çalıştırılmadan önce aracın etrafında dolaşarak, aracın yanında, altında veya içinde kimsenin olmadığından emin olunmakta ve civarda çalışan işçiler uyarılmaktadır.					

İŞ MAKİNELERİ İLE ÇALIŞMA KONTROL LİSTESİ

	KONTROL LİSTESİ	EVET	HAYIR	ALINMASI GEREKEN ÖNLEM	SORUMLU KİŞİ	TAMAMLANMA TARİHİ
		✓	✗			
ARACI ÇALIŞTIRMA	Emniyet kemeri bağlanmaktadır.					
	Kontrol levyelerinin boşa olması sağlanmaktadır.					
	Makinanın motoru sadece operatör koltuğuna oturarak çalıştırılmaktadır.					
	Motor çalıştıktan sonra bütün göstergeler kontrol edilmekte ve uygun ve çalışır durumda olduğu görülmektedir.					
	Soğuk havalarda çalıştırma maddeleri (parlayıcı ve alev alabilen) kullanıldığında, bu maddelerle ilgili sağlık ve emniyet tedbirlerine riayet edilmektedir.					
	Kapalı yerlerde yapılan çalışmalarda egzoz dumanına karşı gerekli tedbirler alınmaktadır.					

İŞ MAKİNELERİ İLE ÇALIŞMA KONTROL LİSTESİ

	KONTROL LİSTESİ	EVET	HAYIR	ALINMASI	SORUMLU	TAMAMLANMA
		✓	✗	GEREKEN ÖNLEM	KİŞİ	TARİHİ
ÇALIŞMA SIRASINDA	Kapalı alanlarda çalışırken havalandırmaya dikkat edilmektedir.					
	Makine yürürken veya çalışırken makine üzerinde operatör haricinde hiçkimse bulunmamaktadır.					
	Hasta ve yorgun durumda olan operatöre makine kullanılmamaktadır.					
	Kısa mesafe ve dar kesitlerde yapılan çalışmalar da gereğinden fazla iş makinası bir araya toplanmamaktadır.					
	Operatör iş makinasını geri yönde hareket ettirmeden önce arka tarafın serbest olduğundan emin olmaktadır.					
	Kaya yarmalardaki ateşlemelerden sonra şevler gözden geçirilip askıda kalan kayalar güvenli bir şekilde düşürüldükten sonra makinalı çalışma başlatılmaktadır.					
	Dik şev ve yarmalarda iş makinalarının yürütülmesi veya çalıştırılmalarında, makinenin devrilmemesi ve yürüyüş takımında arızalar meydana gelmemesi için, makine hareketleri şev eğimine paralel yönde olmasına dikkat edilmektedir.					
	Gece çalışmalarında farlar ve çalışma lambaları yakılmaktadır.					
	Makina ile çalışırken gaz, su borularına ve elektrik hatlarına karşı dikkatli olunmaktadır.					
	Malzeme serme sıkıştırma, asfalt vb. çalışmaların yapıldığı alanlara yardımcı personel, gereksiz araç ve ilgisiz kişiler sokulmamaktadır.					
	Makine ve çevresinde diğer kişiler bulunmamaktadır.					
	Operatör kabininde veya başka bir yerde insan taşınmamaktadır.					

İŞ MAKİNELERİ İLE ÇALIŞMA KONTROL LİSTESİ

	Kova veya kepçe, asansör olarak kullanılmamaktadır.					
	Taşınan yüklerin operatörün görüş alanını kapatmamasına dikkat edilmektedir.					
	Geri manevralarında, geri manevra alarm sisteminin çalışır durumda olduğundan emin olunmakta ve bir işaretçi yardımı ile manevra yapılmasına dikkat edilmektedir.					
	Tehlikeli sahalarda bir görevli gerekli durumlarda operatörü uyarmak için görevlendirilmektedir.					

İŞ MAKİNELERİ İLE ÇALIŞMA KONTROL LİSTESİ

	KONTROL LİSTESİ	EVET	HAYIR	ALINMASI GEREKEN ÖNLEM	SORUMLU KİŞİ	TAMAMLANMA TARİHİ
		✓	✗			
ÇALIŞMA BİTİMİNDE	Makina iş bitiminde ataşmaları indirilmekte ve park freni ile emniyete alınarak düz bir zeminde park edilmektedir.					
	Eğimli yerde park edilmesi zorunlu durumlarda tekerlekler bloke edilerek dikey açıda park edilmektedir.					
	Çalışma bitiminde önce vites boşa alınmakta, sonra motor kapatılmakta ve park freni çekilmektedir.					
	Makinadan ayrılırken kontak anahtarı makina üzerinde bırakılmamaktadır.					
	Makina riskli alanlara (engebeli yerler, demiryolu kavşakları, sel ihtimali olan dere yatakları, heyelan riski olan yerler, elektrik hava hatları altına) bırakılmamaktadır.					
	Motor çalışırken akaryakıt ikmali yapılmamaktadır.					
	Yakıt ikmali sırasında alevle yaklaşılmamaktadır.					
	Operatör kabini bekçi kulübesi gibi kullanılmamaktadır.					

İŞ MAKİNELERİ İLE ÇALIŞMA KONTROL LİSTESİ

	KONTROL LİSTESİ	EVET ✓	HAYIR ✗	ALINMASI GEREKEN ÖNLEM	SORUMLU KİŞİ	TAMAMLANMA TARİHİ
BAKIM VE ONARIM	Makinelerinin belli periyotlarda (günlük, haftalık aylık veya çalışma saatine göre) kontrol ve bakım programları yapılmakta ve bu programlarda kontrol ve bakımların kimler tarafından ve nasıl yapılacağı açıkça belirtilmektedir.					
	Makinenin bazı parçalarının ömürleri tayin edilmekte ve bu malzeme tahrip olmadan ve kazaya sebebiyet vermeden değiştirilmesine dikkat edilmektedir.					
	Makina bakımı düz ve kuru bir yerde yapılmaktadır.					
	Tekerlekler bloke edilmekte, kepçe, bıçak gibi bağlantılar zemine indirilmektedir.					
	Mafsallı makinelerde direksiyon çevresi kilidi bağlanmaktadır.					
	Gerekli ikaz ve uyarı levhaları takılmaktadır.					
	Kepçe, bıçak, damper gibi araçların kaldırılması sırasında emniyet (demirleri) sistemleri ile desteklenmektedir.					
	Basıncı kısımlar açılırken, basıncın düşmesi sağlandıktan sonra kapak tamamen açılmaktadır.					
	Ağır parçaların kaldırılması ve taşınmasında taşıma kaldırma kaidelerine riayet edilmektedir.					
	Makinelerde uygun ebatta jant kullanılmakta ve jantlar üzerinde herhangi bir kaynak işlemi yapılmamaktadır.					
	Lastik dişleri arasına ya da iki lastik arasına sıkışan bir cisim çıkarılırken öncelikle lastiklerin havası indirilmektedir.					
Makinenin krika ile kaldırılması sırasında tersi istikametindeki						

İŞ MAKİNELERİ İLE ÇALIŞMA KONTROL LİSTESİ

tekerleklerin ön ve arkasına takoz yerleştirilmekte ve krikonun sağlam bir zemin üzerinde çalıştırıldığından emin olunmaktadır.					
Hidrolik olarak çalışan dozer bıçakları, yükleyici kepçeleri, kamyon kasaları vb.nin tamirine başlamadan önce hidrolik sistemin yanlışlıkla başkası tarafından boşaltılması veya atışmanın aniden düşmesini önlemek için sistemin uygun şekilde takozla alınmasına dikkat edilmektedir.					
Motor çok sıcakken soğutma sistemi su seviyesi kontrol edilmemektedir.					
Hidrolik sistem basınç altında iken veya motor çalışırken hidrolik hortum ve bağlantıları sökülüp takılmamaktadır.					
Akü kontrolünde alevle yaklaşılmamaktadır.					
Makinadaki sıvı kaçaqlarının giderilmesi için gerekli önlemler alınmaktadır.					
Makina üzerinde kaynak işlemi yapılırken akü kutup başı çıkarılmaktadır.					
Mafsal takozları, atışman sabitleme takozları, makina üzerinde onarım bakım vb işlemler yapılırken yerlerine takılı vaziyette bulunmaktadır.					
Çok eskimiş yıpranmış lastik kullanılmamaktadır.					
Lastikler uygun basınçla şişirilmekte ve lastik şişirirken yanda durulmaktadır.					

İŞ MAKİNELERİ İLE ÇALIŞMA KONTROL LİSTESİ

	KONTROL LİSTESİ	EVET	HAYIR	ALINMASI GEREKEN ÖNLEM	SORUMLU KİŞİ	TAMAMLANMA TARİHİ
		✓	✗			
NAKİL SIRASINDA	Makinanın dizaynına uygun tırmanabileceği rampa kullanılmaktadır.					
	Rampanın her iki tarafının aynı seviyede olması sağlanmaktadır.					
	Rampa yüzeyi makinenin kolay tırmanması için yüzeyindeki yağ, gres, çamur, kil malzemeler temizlenmektedir.					
	Makina rampa üzerine çıkmadan önce lastik, palet, bandaj gibi temas edecek yüzeyler çamur, buz ve kardan temizlenmektedir.					
	Makina bindirilmeden önce nakleden aracın park freni uygulanmakta, tekerlekler takozlanarak bloke edilmektedir.					
	Nakil aracının tabanı yabancı maddelerden arındırılmakta ve yüzeyin tahta ile kaplı olması sağlanmaktadır.					
	Makine bindirilirken en düşük ileri veya geri vitese alınmaktadır.					
	Makina bindirildikten sonra ataşmanlar tabana indirilmekte ve park durumuna getirilmektedir.					
	Makina bindirildikten sonra belden kırmalı makinalarda sabitleme pimi takılmakta ve park durumuna getirilmektedir.					
	Makinanın kaymaması için önlem alınmaktadır.					
	Makinanın motoru için kış şartlarında alınması gereken tedbirler gözden geçirilmektedir.					
	Makinanın nakil aracına bindirildikten sonraki toplam gabari Karayolları Trafik Kanunu'ndaki değerleri aşmadığına dikkat edilmektedir.					
	Makinanın bindirilmesi, sabitlenmesi, taşınması sırasında üretici firmanın bu konulardaki talimatlarına uyulmaktadır.					

İŞ MAKİNELERİ İLE ÇALIŞMA KONTROL LİSTESİ

	KONTROL LİSTESİ	EVET	HAYIR	ALINMASI	SORUMLU	TAMAMLANMA
		✓	✗	GEREKEN ÖNLEM	KİŞİ	TARİHİ
TRAFİK GÜVENLİĞİ	Operatörler, karayolları üzerinde seyir halindeyken gidiş yönünde iki şerit veya iki şeritten fazla karayolu üzerindeki sağ şeridi kullanmaktadır.					
	Operatörler, iş makinalarını yerleşim yeri içinde ve dışında 20 km/h hızla kullanmaktadır.					
	Operatörler, iş makinalarını yerleşim yeri içinde ve dışında kullanırken trafik kurallarına ve kısıtlamalarına uymaktadırlar.					
	Operatörler iş makinalarını gerek karayollarında, gerekse şantiye veya fabrika sahasında trafik işaretlerine ve işaretçilerin uyarılarına uygun olarak kullanmaktadır.					
	Operatörler, kontrolsüz kavşakta ve taşıt yolunun dar olduğu yerlerde diğer motorlu araçlara ilk geçiş hakkını vermeye özen göstermektedir.					
	Yerleşim birimleri içindeki karayollarından bir trafik işareti ile izin verilmedikçe duraklama ve arızalanma gibi zorunlu nedenler dışında makineler park edilmemektedir. (Köy ve kasaba gibi küçük yerleşim birimleri bu hükmün dışındadır.)					
	Karayolundaki iş makinası türünden motorlu araçları kullanacak olan operatörler “G” sınıfı sürücü belgesine sahiptir.					
	G sınıfı sürücü belgesine sahip operatör yalnız kendi sınıfındaki aracı kullanmaktadır.					
	İş makinasını inşaat alanında, fabrika içinde kullanabilmesi için “Operatör Belgesi” ne sahip olması gerekmektedir.					

İŞ MAKİNELERİ İLE ÇALIŞMA KONTROL LİSTESİ

	KONTROL LİSTESİ	EVET	HAYIR	ALINMASI GEREKEN ÖNLEM	SORUMLU KİŞİ	TAMAMLANMA TARİHİ
		✓	✗			
FİZİKSEL TEHLİKELER	Gürültü düzeyi, uyarı ve tehlike sinyallerini baskılayacak düzeyde değildir.					
	Çalışanların işe uygun kulak koruyucusu kullanmaları sağlanmakta ve bunların kullanımının takibi yapılmaktadır.					
	Kulak koruyucularının bakımı ve uygun şekilde muhafazası sağlanmaktadır.					
	Rotasyonlu çalışma yaptırılarak çalışanların gürültüye maruz kalma süreleri azaltılmaktadır.					
	Gün ışığında yapılan çalışmalarda güneş ışığından ve parlak yüzeylerden kaynaklanan yansımalara karşı uygun göz koruyucu kullanımı sağlanmaktadır.					
	Karanlıkta yapılan çalışmalarda çalışma sahası yeterince ve uygun konumlandırılan ışık kaynakları ile aydınlatılmaktadır.					
	Tüm alanlarda aydınlatmalar çalışır halde bulunmaktadır.					
	Çalışma alanları ve geçiş yolları uygun bir şekilde aydınlatılmıştır.					

İŞ MAKİNELERİ İLE ÇALIŞMA KONTROL LİSTESİ

	KONTROL LİSTESİ	EVET ✓	HAYIR ✗	ALINMASI GEREKEN ÖNLEM	SORUMLU KİŞİ	TAMAMLANMA TARİHİ
KİMYASAL TEHLİKELER	Kimyasallara ait güncel malzeme güvenlik bilgi formları mevcuttur ve çalışanların erişimine açıktır.					
	Tehlikeli kimyasal mümkün ise daha az tehlikeli olanı ile ikame edilmektedir.					
	Kimyasallar etiketli olarak uygun yerde muhafaza edilmektedir.					
	Kimyasal atıklar uygun şekilde depolanmaktadır ve imha edilmektedir.					
	Bütün tehlikeli kimyasallar ağzı kapalı şekilde bulundurulmakta ve taşınmaktadır.					
	Operatörlere gerekli durumlarda işin özelliğine uygun kişisel koruyucu ekipman (eldiven, gözlük, yüz siperi, maske vb.) sağlanmaktadır.					
	Tozlu çalışma ortamlarında uygun solunum koruyucu kullanılmaktadır.					

İŞ MAKİNELERİ İLE ÇALIŞMA KONTROL LİSTESİ

	KONTROL LİSTESİ	EVET ✓	HAYIR ✗	ALINMASI GEREKEN ÖNLEM	SORUMLU KİŞİ	TAMAMLANMA TARİHİ
TERMAL KONFOR	Çalışanlara iklim şartlarına ve anlık hava şartlarına uygun, hareket kısıtlanmasına neden olmayacak ve çalışanın sağlığını koruyabilecek uygun iş kıyafetleri sağlanmaktadır.					
	Rotasyonlu çalışma sağlanarak uygunsuz hava şartlarına maruziyet azaltılmaktadır.					

İŞ MAKİNELERİ İLE ÇALIŞMA KONTROL LİSTESİ

	KONTROL LİSTESİ	EVET ✓	HAYIR ✗	ALINMASI GEREKEN ÖNLEM	SORUMLU KİŞİ	TAMAMLANMA TARİHİ
ERGONOMİ	Çalışanlar fiziksel yapılarına uygun işlerde görevlendirilmektedir.					
	Eğilerek, bükülerek, omuz hizasının üzerindeki bir noktaya uzanarak, çömelerek, diz üstü ve sırt üstü çalışma gibi kas-iskelet sistemini zorlayan pozisyonlarda çalışılmamaktadır.					
	İşe uygun araç, gereç ve ekipman belirlenmektedir.					
	Çalışanlar yüklerin elle taşınmasından doğabilecek kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları ile yükleri doğru ve güvenli kaldırma konusunda bilgilendirilmiştir.					
	Çalışanların kas-iskelet sistemi maruziyetlerinin azaltılması amacıyla molalar yeterli sıklıkta verilmektedir.					
	Dinlenme alanı çalışma sahasından ayrı bir yerdedir ve yeterlidir.					
	Dizleri ve dirsekleri sert yüzeylere karşı korunaklı iş kıyafeti tercih edilmektedir.					
	Elle taşınamayacak kadar ağır yüklerin çalışanlarca kaldırılması engellenmektedir.					

İŞ MAKİNELERİ İLE ÇALIŞMA KONTROL LİSTESİ

	KONTROL LİSTESİ	EVET	HAYIR	ALINMASI GEREKEN ÖNLEM	SORUMLU KİŞİ	TAMAMLANMA TARİHİ
		✓	✗			
YANGIN VE PATLAMA	Kolayca tutuşabilir ve parlayabilir tehlikeli kimyasallar birbirlerinden ayrı depolanmaktadır.					
	Elektrikli ekipman, statik elektrik gibi ateşleme kaynakları ile patlayıcı kimyasallar aynı yerde bulundurulmamaktadır.					
	Yangın söndürücüler kolay ulaşılabilir ve önünde ulaşılmasını engelleyecek malzemeler bulunmamaktadır.					
	Yangın söndürücüler yeterli sayıdadır, çalışır durumdadır ve periyodik kontrolleri yapılmaktadır.					
	Yangın söndürme ekipmanları ve bulunduğu yerler Sağlık ve Güvenlik İşaretleri Yönetmeliğine uygun şekilde işaretlenmiştir.					
	Yangın ve patlama konularında mücadelede çalışanlara eğitimler verilmektedir ve tatbikatlar yaptırılmaktadır.					
	Benzine dikkat edilmekte ve benzinle parça yıkanmamaktadır.					
	Yakıt ikmali esnasında motor kapatılmalı ve sigara içilmemelidir.					
	Motor sıcak ise daha çok dikkat edilmeli, yakıtın, sıcak yüzeylere dökülmesi önlenmelidir.					
	Yakıt ikmali esnasında statik elektriğe dikkat edilmelidir.					
	Akünün yanında sigara içilmemeli, açık alevle bulunmamalıdır.					
	Start sıvıları emniyetli yerde muhafaza edilmelidir.					
	Hangi söndürücülerin hangi yangınlarda kullanılabileceği bilinmelidir.					
	Seyyar yangın söndürücüler dolu bulundurulmalı, kontrolleri yapılmış ve etiketlenmiş olmalıdır					

İŞ MAKİNELERİ İLE ÇALIŞMA KONTROL LİSTESİ

	KONTROL LİSTESİ	EVET	HAYIR	ALINMASI GEREKEN ÖNLEM	SORUMLU KİŞİ	TAMAMLANMA TARİHİ
		✓	✗			
ELEKTRİK	Kullanılan tüm prizler topraklıdır.					
	Hasarlı fiş ve prizler bulunmamaktadır.					
	Prizler kapalıdır ve akım kapasiteleri etiketlenmiştir.					
	Elektrik panolarında kaçak akım rölesi mevcuttur ve periyodik kontrolleri yapılmaktadır.					
	Elektrik bağlantıları ile ilgili bakım, onarım ve montaj işlerini yapan çalışanlar uygun KKD ve izole edilmiş el aletleri kullanmaktadır.					
	Tüm sigortaların korunaklı yerlerde olması sağlanmaktadır. Elektrik/sigorta kutuları korunaklıdır ve yetkisiz kişilerin erişimleri önlenmektedir.					
	Kabloların ekleme yapılarak (kesilip bantlanarak vb.)uzatılması engellenmektedir.					
	Açık uçlu, hasarlı, yıpranmış elektrik kablolarının kullanılması engellenmektedir.					
	Elektrikli ekipmanların ıslak ortam, su ve kimyasal içerikli ürünler ile temas ettirilmesi engellenmektedir.					
	Elektrik panolarının önünde yalıtkan paspas bulunmaktadır.					

İŞ MAKİNELERİ İLE ÇALIŞMA KONTROL LİSTESİ

	KONTROL LİSTESİ	EVET	HAYIR	ALINMASI GEREKEN ÖNLEM	SORUMLU KİŞİ	TAMAMLANMA TARİHİ
		✓	✗			
GENEL	Makinalar daima temiz tutulmakta ve makinelerin özellikle camları, pencereleri ve aynaları temiz bulundurulmaktadır.					
	Makina üzerindeki bütün cıvata, somun ve tapaların, zamansız aşınma, kırılma ve arızalara karşı, sıkı durumda oldukları kontrol edilmektedir.					
	Isıtma, soğutma esnasında ve çalışırken makinanın göstere ve kumandaları kontrol edilmektedir.					
	Hasarlı veya arızalı makina çalıştırılmamaktadır.					
	Hasarlı veya arızalı makinanın kontak anahtarına uyarı etiketi asılmaktadır.					
	Makina üzerindeki yürüme ve tutunma yerleri ıslak, yağlı, buzlu, çamurlu vb. halde bulundurulmamaktadır.					
	Makinanın servis ve park frenlerinin çalışıp çalışmadığı düz bir zeminde kontrol edilmektedir.					
	Makina üzerindeki alet, avadanlık vb. yerine yerleştirilmekte ve emniyete alınmaktadır.					
	Korkuluklar ve rüzgarlıklar, uyarı cihazları, dikiz aynaları, koruma cihazları ve tertibatları, emniyet kemerleri kontrol edilmektedir.					
	Makinalarda ilk yardım ve yangın söndürme malzemeleri bulunmaktadır.					
	Operatörler, ilk yardım ve kurtarma faaliyetleri konusunda yeterli bilgiye sahiptir.					
	Operatörler makinayla ilgili kullanma-bakım-onarım el kitabını ve araçla ilgili diğer dokümanları yanında bulundurmaktadır.					
Operatörler, el kitabından makinasıyla ilgili göstergeler-ikaz ışıkları-uyarı seslerinin anlamını bilmektedir.						

İŞ MAKİNELERİ İLE ÇALIŞMA KONTROL LİSTESİ

Operatörler makinanın kapasite-inme-kalkma limit değerlerini bilmekte ve aracını buna göre kullanmaktadır.					
Çalışmalar esnasında olabilecek kazalara ve olumsuzluklara karşı alınması gereken emniyet tedbirleri planlanmaktadır.					
Ani yardım için nerelere başvurulabileceği bilinmektedir.					
Operatörler, iş makinası kullanırken baret, eldiven, kemer, gözlük, reflektörlü yelek, kulaklıkgibi koruyucu elemanlar kullanmaktadır.					
Kolları uzun ve sarkan giysi, kravat, atkı, zincir, saat, kolye gibi takılar çalışma sırasında kullanılmamaktadır.					
İşe başlamadan önce çalışacağı yere ikaz ve uyarı tabelalarını yerleştirmektedir.					
Bütün kumanda ve kontrol düzenleri ile göstergelerin, emniyet ve ikazların kontrol ve değerlerini bilmektedir.					
Gürültü seviyesi, aydınlatma düzeyi, sıcaklık, toza maruziyet ölçümleri yapılmıştır.					
Hurda ve atık sahası bulunmaktadır.					
Rotasyonlu çalışma sağlanmaktadır.					
Alınan kararlarda çalışanların katılımı sağlanmaktadır.					
Çalışanlar işin özelliği gereği maruz kaldıkları tehlike ve riskler konularında bilgilendirilmektedirler.					
İlkyardım ve düzenli sağlık gözetimi sağlanmaktadır.					
İlk yardım dolapları mevcuttur ve ilk yardım için eğitilmiş görevli çalışanlar bulunmaktadır.					
Acil eylem planı mevcuttur.					
Acil durumda gerekli olabilecek telefon numaraları herhangi bir acil durum anında kolaylıkla bulunabilecek yere asılmıştır.					

İŞ MAKİNELERİ İLE ÇALIŞMA KONTROL LİSTESİ

Yapılan işin özelliğine uygun sağlık ve güvenlik işaretleri ile çalışanlar uyarılmıştır.					
Kullanılan alet, teçhizatlarda CE işareti bulunmaktadır.					
Tüm kişisel koruyucu donanımlarda CE işareti bulunmaktadır.					
Tüm kişisel koruyucu donanımların bakımı ve uygun muhafazası sağlanmaktadır.					
Gerekli çalışmalarda işin özelliğine uygun kişisel koruyucu donanımların kullanılması kontrol edilmektedir.					
Çalışanların işe giriş muayeneleri ve periyodik kontrolleri yaptırılmaktadır. Tetanos aşısı yapılmaktadır.					
İş kazaları ve meslek hastalıkları kayıt altına alınmaktadır ve yasal süresi içerisinde SGK' ya bildirilmektedir.					
Daha önce meydana gelmiş kazalar incelenerek kayıt altına alınmaktadır ve tehlike kaynakları tespit edilerek ileride benzer kazalar ile karşılaşılmasını için gerekli önlemler alınmaktadır.					
Çalışanların iş sağlığı ve güvenliği temel eğitimini almaları sağlanmaktadır.					
Çalışanlara görev ve sorumluluklarını güvenli şekilde yerine getirmeleri için yeterli süre sağlanmaktadır.					
Çalışanlar yaptıkları işin özelliğine uygun gerekli eğitim ve bilgiye sahiptirler.					
Çalışanlara görev ve sorumlulukları dışında talimat verilmemektedir.					
Çalışanlar yetki, sorumluluk ve hedeflerini tam olarak bilmektedirler.					

Ek 5 Toz Bastırma Amacıyla Kullanılan Çeşitli Maddeler ve Özellikleri [42]

	Özellikleri	Sınırlamaları	Uygulama	Kaynak	Çevresel Etki
1. Su	<ul style="list-style-type: none">- Kolayca temin edilebilir.- Yüzey taneciklerini toplama özelliğine sahiptir.	<ul style="list-style-type: none">- Kolay buharlaşması nedeniyle etkinlik süresi bir günden daha azdır,- İnorganik bastıncılardan daha pahalı ve daha yoğun çalışma gerektirir.	<ul style="list-style-type: none">- Uygulama sıklığı sıcaklık ve havadaki nem oranına bağlıdır.- Etkinlik süresi genel olarak 0,5 -12 saat arasında değişir.	<ul style="list-style-type: none">- İşletme içinde veya çevresindeki bir su kaynağından temin edilebilir.	<ul style="list-style-type: none">- Çevre üzerinde herhangi bir olumsuz etkisi yoktur.

2. Su Soğuran Ürünler	Özellikleri	Sınırlamaları	Uygulama	Kaynak	Çevresel Etki
2.1 Kalsiyum Klorür	<p>- Havadan su soğurma yeteneği sıcaklık ve bağıl nemin bir fonksiyonudur. Örneğin; 25 °C ve % 29 bağıl nemde, 38 °C ve % 20 bağıl nemde havadan su soğurmaya başlar.</p> <p>- Tanecikler arasındaki ince su filminin yüzey gerilimini önemli ölçüde artırarak suyun daha yavaş buharlaşmasına neden olur.</p> <p>- Kalsiyum klorür uygulanan yol; nem ve yoğunluk kaybı durumunda az bir çalışma ile tekrar sıkılaştırılabilir.</p>	<p>- Havadan nemi soğurması için, nem oranının minimum seviyede olması gerekmektedir.</p> <p>- Uzun kurak dönemlerde MgCl₂ daha iyi sonuç verir.</p> <p>- Metaller için biraz, alüminyum ve alaşımları için çok aşındırıcıdır.</p> <p>- Uygulama yapılmış yol malzemesinde yüksek miktarda ince tanecik varsa, yağmurlu havalarda yol yüzeyi kayganlaşabilir.</p> <p>- Çözeltinin derişimi % 20'den daha az olduğu zaman su ile benzer etkiye sahiptir.</p>	<p>- Genellikle her mevsimde 1- 2 defa uygulama yapılır, ilk uygulama için CaCl ince tabaka halinde serpilecekse uygulama oram 0.5 - 1.1 kg/m² arasında değişmektedir.</p> <p>- Tipik uygulama oranı ise % 77 saflıkta ve 0.9 kg/m²'dir. Eğer CaCl₂ sıvı halde kullanılacaksa, çözeltinin derişimi % 35 - 38 ve uygulama oranı 0.9 -1.6 lt/m² arasında değişmektedir.</p> <p>- Sıvı halde tipik uygulama şekli 1.6 lt/m² ve oranı % 38'lik seyreltilmemiş artık konsantredir.</p> <p>- Daha sonraki uygulamalarda İlk oranların 1/2 -1/3'ü kullanılır.</p>	<p>Amonyum - soda işlemi ile sodyum karbonat imalinden tuzlusu formunda ve doğal tuzlu sulardan Br imali sırasında yan ürün olarak elde edilir.</p> <p>- Üç ayrı şekilde bulunmakta olup; bunlar ince tabaka, topak (pelet) ve çözelti olarak isimlendirilir.</p>	<p>Eğer uygulama yapılan alan ile su tabakası arasında düzgün, tampon görevi yapan bir zon varsa su kalitesine etkisi önemsizdir.</p> <p>- Alabalıklar 400 ppm, diğer balık türleri 10.000 ppm kadar düşük klorür konsantrasyonlarında yaşayabilirler.</p> <p>- Çam, köknar, kavak, dişbudak, ladin ve akağaç gibi bazı bitki türleri kolay etkilenmektedirler. Ayrıca, sıvı konsantreninin çevreye dökülmesi de potansiyel bir tehlike kaynağıdır.</p>

2. Su Soğuran Ürünler	Özellikleri	Sınırlamaları	Uygulama	Kaynak	Çevresel Etki
2.2 Magnezyum Klorür	<p>- Sıcaklıktan bağımsız olarak % 32 bağıl nemde havadan su soğurmaya başlar. Çok sert bir yol yüzeyinde yüzey gerilimini artırmada CaCl₂'den daha etkilidir.</p> <p>- Uygulama yapılmış yol; nem ve yoğunluk kaybı durumunda az bir çalışma ile tekrar sıkılaştırılabilir.</p>	<p>- Havadan nem soğurması için, nem oranının minimum seviyede olması gerekmektedir. Kurak iklimlerde kullanılması daha uygundur. Yoğun çözeltileri çelik için çok aşındırıcıdır. Havadan nemi çektiği için aşındırma süresi uzar.</p> <p>- Uygulama yapılmış yol malzemesinde yüksek miktarda ince tanecik varsa, yağmurlu dönemlerde yol yüzeyi kaygan olabilir.</p> <p>- Çözeltinin derişimi %20'den daha az olduğu zaman su ile benzer etkiye sahiptir.</p>	<p>- Genellikle her mevsimde 1-2 defa uygulama yapılır, ilk uygulama için çözelti derişimi %28 - 35 ve uygulama oram 1.4 - 2.3 lt/m² arasında değişmektedir. Tipik uygulama ise % 30'luk seyreltilmemiş konsantre ve 2.3 lt/m²'dir.</p> <p>- Daha sonraki çalışmalarda ilk uygulamadaki oranların 1/2'si kullanılır.</p>	<p>- Doğal olarak tuzlu su gibi elde edilmektedir.</p>	<p>- Çevreye etkisi kalsiyum klorür (CaCl) İle aynı etkiye sahiptir.</p>

2. Su Soğuran Ürünler	Özellikleri	Sınırlamaları	Uygulama	Kaynak	Çevresel Etki
2.3 Sodyum Klorür	<p>- Sıcaklıktan bağımsız olarak % 79 bağıl nemde havadan su soğurmaya başlar. Yüzey gerilimini artırma özelliği CaCl'ye oranla daha sınırlıdır</p>	<p>- Havadan nem absorblaması için, nem oranının minimum seviyede olması gerekmektedir. Seyreltik çözeltiler çelik için kısmen aşındırıcı etkiye sahiptir.</p>	<p>- Genellikle her mevsimde 1-2 defa uygulama yapılır. CaCl₂ uygulamasından daha yüksek oranlarda kullanılmalıdır.</p>	<p>- Doğal halde kaya tuzu ve tuzlu su şeklinde bulunmaktadır.</p>	<p>- Kalsiyum klorür (CaCl) ile aynı etkiye sahiptir.</p>

	Özellikleri	Sınırlamaları	Uygulama	Kaynak	Çevresel Etki
3. Organik Petrol Ürünleri	<p>- Asfaltın yapıştırıcı özelliğinden dolayı yüzey taneciklerini bağlar.</p> <p>- Yolun su sızdırmazlığını sağlar.</p>	<p>- Kurak iklim koşullarında bazı ürünler esnekliği sürdürmeyebilir.</p> <p>- Eğer yüzey malzemesi çok fazla ince tanecik içeriyorsa uygulamadan sonra kabuklar meydana gelebilir ve bunlar yağışlı havalarda, araçların hareketi sırasında parçalanabilir.</p>	<p>- Genellikle her mevsimde 1-2 defa uygulama yapılır. Uygulama oranı 0.5 - 4.5 lt/m² arasında değişmektedir.</p> <p>- Bu oran yol yüzeyinin durumuna, seyreltme derecesine ve kullanılan malzemeye bağlıdır.</p> <p>- Taneleri arasında geniş açıklık bulunan yüzey malzemeleri için yüksek viskoziteli emülsiyonlar kullanılmaktadır. Daha sonraki çalışmalarda ilk uygulamadaki oranlar azaltılmalıdır.</p>	<p>- Eksik asfalt (SC-70), asfalt emülsiyonları (SS-I, SS-II, CSS-I veya CSS-II)'dir.</p> <p>- Genellikle 1/5 oranında su ile seyreltilmektedirler.</p> <p>- Diğer ürünler modifiye edilmiş asfalt emülsiyonları ve mineral yağlardır.</p>	<p>- Bu ürünlerde kanşımı oluşturan çok çeşitli maddeler vardır.</p> <p>- Kullanılan ürünler zehirlidir.</p> <p>- Ürünlerdeki yağlar zehirli olabilir. Sıvı konsantreninin dökülmesi ile meydana gelebilecek potansiyel tehlikeler bulunmaktadır.</p>

4. Organik, Petrol Olmayan Ürünler	Özellikleri	Sınırlamaları	Uygulama	Kaynak	Çevresel Etki
4.1 Lignin Türevleri	<p>- Yüzey taneciklerini birbirine bağlar. Kurak iklim koşullarında malzemenin dayanımı büyük oranda artar.</p> <p>- Uzun kurak dönemler boyunca havadaki nem oranı düşük olsa bile etkinliğini yitirmez.</p>	<p>- Alüminyum ve alaşımlarında aşınmaya sebep olabilir. Yüzey taneciklerini bağlama işlevi katıların suda çözünürlüğünden dolayı aşın yağmur nedeniyle azalabilir veya tamamen ortadan kalkabilir.</p> <p>- Yol yüzeyi yağış sırasında kaygan, kurak dönemlerde kırılabilir. Yol yüzey sertliğinin (dayanımının) korunması zordur, fakat nemin yeterli olduğu durumlarda bu sağlanabilir.</p>	<p>- Genellikle her mevsimde 1-2 defa uygulama yapılır. Uygulama için çözelti derişimi %10 - 25 ve oram 2,3 - 4,5 lt/m² arasında değişmektedir.</p> <p>- Tipik uygulamada ise %50' lik seyreltilmemiş artık konsantre veya 1/1 oranında suyla seyreltilmiş artık konsantre 2,3 lt/m² lik miktarda kullanılmaktadır, iki uygulama yapmak yararlı olabilir.</p> <p>- Toz şeklinde de üretilmekte olup, 1 kg ürün 840 lt su ile seyreltikten sonra kullanılır.</p>	<p>- Bileşim hammaddelere ve selüloz elde etmek için kullanılan kimyasallara bağlıdır.</p> <p>- Aktif bileşeni şeker içeren, etkisiz hale getirilmiş (nötralize edilmiş) lignin sülfirik Asittir.</p>	<p>- Su kalitesini olumsuz yönde etkilemez. Temiz suda yaşayan canlılar üzerindeki etkisi çözünme derecesine bağlı olarak yüksek olabilir. Bitkiler üzerine etkisi bulunmamaktadır.</p> <p>- Sıvı konsantrenin çevreye dökülmesi ile meydana gelebilecek potansiyel tehlikeler söz konusudur.</p>

4. Organik, Petrol Olmayan Ürünler	Özellikleri	Sınırlamaları	Uygulama	Kaynak	Çevresel Etki
4.2 Şeker Pekmezi/ Pancarı	- Yüzey taneciklerinin geçici olarak bağlanmasını sağlamaktadır.	- Kullanımı sınırlıdır.	- Şeker pancarı ve işlenmesi sırasındaki çalışmalardan elde edilir.	- Şeker pancarı ve işlenmesi sırasındaki çalışmalardan elde edilir.	- Çevresel etkisi konusunda yeterli bilgi bulunmamaktadır.
4.3 Tall- Oil	- Yüzey taneciklerini birbirine bağlamaktadır. Kurak iklim koşullarında malzemenin dayanımını büyük oranda artırmaktadır.	- Yüzey taneciklerini bağlama işlevi katıların suda çözünürlüğünden dolayı aşırı yağmur nedeniyle azalabilir veya tamamen ortadan kalkabilir. - Yol yüzey sertliğinin (dayanımının) korunması zordur.	- Genellikle birkaç yılda bir defa uygulama yapılır. Uygulama için çözelti derişimi %10 - 20 ve oranı 1.4 - 4.5 lt/m ² arasında değişmektedir. -Tipik uygulama ise 1/4 oranında suyla seyreltilmiş %40 - 50'lik artık konsantre şeklindedir. Uygulama oranı 2,3 lt/m ² 'dir.	- Kağıt üretim işleminde sülfürik asit esterinin damıtılmasıyla yan ürün olarak elde edilmektedir.	- Çevresel etkisi bilinmemektedir.

4. Organik, Petrol Olmayan Ürünler	Özellikleri	Sınırlamaları	Uygulama	Kaynak	Çevresel Etki
4.4 Bitkisel Yağlar	- Yüzey taneciklerini topaklaştırmaktadır.	- Kullanımı sınırlıdır. Hızlı bir şekilde oksitlenmekte ve daha sonra kırılğan bir yapı kazanmaktadır.	- Genellikle her mevsimde 1 defa uygulama yapılır. Uygulama oranı ürüne göre genellikle 1,1 - 2.3 lt/m ² arasında değişmektedir. Ürün ne kadar sıcak olursa nüfuz etme o kadar hızlı gelişmektedir. - Daha sonraki uygulamalarda başlangıçtaki oranlar azaltılarak kullanılır.	- Canola yağı, soya yağı, pamuk tohumu yağı ve keten tohumu yağı bu ürünlerden bazılarıdır.	- Su kalitesine etkisi bilinmemektedir. Temiz suda yaşayan canlılar üzerine etkisini belirlemek için bazı Ürünler test edilmiş ve düşük bir etkiye sahip oldukları görülmüştür. - Bitkiler üzerine etkisi konusunda kesin bir değerlendirme yoktur.
	Özellikler	Sınırlamalar	Uygulama	Kaynağı	Çevresel Etkisi
5. Elektro- kimyasal Ürünler	- Kil boyutlu taneciklerin özelliklerini değiştirmektedir. Etkisi genel olarak iklim koşullarından bağımsızdır.	- Performansı ince kil taneciklerinin mineralojisine bağlıdır. Ömrü sınırlıdır.	- Kullanım sırasında ürün genellikle 1/100 - 600 oranında suyla seyreltilmektedir. - Seyreltilmiş ürün aynı zamanda gevşetilmiş yüzeyi sıkılaştırmak için de kullanılmaktadır.	- Sulfonat yağları, amonyum klorür enzimleri, iyonik ürünler örnek olarak verilebilir.	- Ürünlerin çevresel etkisini belirlemek için özel analizler gerekmektedir Bazı ürünlerin seyreltilmemiş formda çok asidik oldukları bilinmektedir.

	Özellikler	Sınırlamalar	Uygulama	Kaynağı	Çevresel Etkisi
6. Sentetik Polimer Ürünleri	- Polimerler yapıştırıcı özelliklerinden dolayı yüzey taneciklerini bağlamaktadır.	- Yol yüzey sertliğinin (dayanımının) korunması zordur.	- Genellikle birkaç yılda bir defa uygulama yapılır. Uygulama için çözelti derişimi % 5-15 ve uygulama oranı 1.4 - 4.5 lt/m ² arasında değişmektedir. - Tipik uygulama ise 1/9 oranında suyla seyreltilmiş %40 - 50'lık artık konsantre olup uygulama oranı 2.3 lt/m ² 'dir.	- Yapıştırıcı üretim işlemlerinde yan ürünü olarak elde edilir. Genellikle % 40-60'ı katıdır.	- Çevresel etkilen konusunda herhangi bir bilgi yoktur.
7. Kil Katkılı Ürünler	- İnce toz taneciklerini birbirine bağlamaktadır. Kurak iklim koşullarında malzemenin dayanımını büyük oranda artırmaktadır.	- Uygulama yapılmış yol malzemesinde yüksek miktarda ince tanecik varsa , yağmurlu zamanlarda yol yüzeyi kaygan olabilir.	- Genellikle her 5 yılda bir uygulama yapılır. Tipik uygulama oram % 1 - 3 kuru ağırlıktır.	- Bentomt ve montmorillonit turu killer bu amaçla kullanılabilir. - Doğal kil yataklarından temin edilmektedir.	- Herhangi bir çevresel etkisi yoktur.