



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

# **ÇİMENTO ÜRETİMİNDE TOZ VE GÜRÜLTÜ MARUZİYETİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Sabire BALCI**

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

**ANKARA-2016**

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

**ÇİMENTO ÜRETİMİNDE TOZ VE GÜRÜLTÜ  
MARUZİYETİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Sabire BALCI**

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

**Tez Danışmanı  
Cemal Burak YAŞAROĞLU**

**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 Sabire BALCI, Cemal Burak YAŞAROĞLU danışmanlığında başlığı “Çimento Üretiminde Toz ve Gürültü Maruziyetinin Değerlendirilmesi” olarak teslim edilen bu tezin savunma sınavı 05 /10/2016 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 Müdür V.

ÜYE

**Doç. Dr. Pınar BIÇAKÇIOĞLU**

İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdür Yrd. V.

ÜYE

**İsmail GERİM**

İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdür Yrd.

ÜYE

**Doç. Dr. Bahattin Aydın**

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 Müdür V.

## TEŐEKKÜR

Mesleki açıdan yetiŐmem ve uzmanlık tezi hazırlama aşamasında değerli katkılarında dolayı Müsteşar Yardımcımız Sayın Dr. Serhat AYRIM'a, Genel Müdürümüz Sayın Tarkan ALPAY'a, eski Genel Müdürümüz Sayın Kasım ÖZER'e, Genel Müdür Yardımcılarımız Sayın İsmail GERİM'e, Sayın Doç. Dr. Pınar BIÇAKÇIOğLU'na ve Sayın Sedat YENİDÜNYA'ya, eski Genel Müdür Yardımcımız Sayın Dr. Havva Nurdan Rana GÜVEN'e ve tez çalıŐmamın her aşamasında değerli katkı ve yorumlarıyla yol gösteren tez danışmanım Sayın Cemal Burak YAŞAROğLU'na, saha çalıŐmalarım için kapılarını açan işletme yöneticilerine, araŐtırmalarım sırasında desteğini esirgemeyen iş güvenliği uzmanlarına, çalışma ortamı hususunda fikirlerini esirgemeyen çalışanlara ve çalıŐmamın her aşamasında manevi olarak yanımda olan, desteklerini esirgemeyen aileme ve arkadaşlarıma içtenlikle teŐekkür ederim.

# ÖZET

**Sabire BALCI**

**Çimento Üretiminde Toz ve Gürültü Maruziyetinin Değerlendirilmesi**

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

**İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi**

**Ankara, 2016**

Çimento sektörü, gelişen dünyanın yapısının geliştirilmesinde önemli rol oynamasına karşın üretimi esnasında çalışan sağlığı için tehlikeli durumlarla karşılaşmaktadır. Üretim süreçleri ve kullanılan hammaddeler itibariyle toz maruziyetinin ve bünyesinde bulundurduğu fan, jeneratör, motor, öğütücü değirmen gibi gürültüye neden olan ekipmanlardan dolayı da çalışanların gürültü maruziyetinin incelenmesi gereken bir sektördür. Bu tez çalışması kapsamında, çimento üretiminde faaliyet gösteren üç işletmede üretim süreçlerindeki solunabilir toz, silis ve gürültü maruziyetlerinin belirlenerek mevcut durumun ortaya konulması ve alınabilecek önlemlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında, her işletmede 8 farklı üretim sürecinde, MDHS 14/3, MDHS 101/2 metotlarına göre solunabilir toz ve silis örneklemeleri yapılmıştır. Araştırma neticesinde, işletmelerin bütün ünitelerinde toz maruziyetinin söz konusu olduğu tespit edilmiş, kırıcı ve paketleme ünitelerinin çimento üretiminde solunabilir toz maruziyeti yüksek olan üretim süreçleri olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışmanın ikinci aşamasında işletmelerdeki ortak süreçler belirlenerek TS EN ISO 9612:2009 standardına göre gürültü ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Ölçümler neticesinde, çimento fabrikalarında gürültü maruziyetinin en yüksek maruziyet eylem değeri olan 85 dB(A)'yı aştığı veya bu değere çok yakın olduğu tespit edilmiştir. Gürültü ölçümleri sonucunda üç işletmede de; kırıcı, çimento değirmenleri ve farin değirmeninin maruziyetinin en yüksek üniteler olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Çimento, Toz maruziyeti, Gürültü maruziyeti

# **ABSTRACT**

**Sabire BALCI**

**Assessment of Dust and Noise Exposure at Cement Production**

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

**Thesis for Occupational Health and Safety Expertise**

**Ankara, 2016**

Cement industry plays an important role in the development of the structure in the developing world; however employees are faced with dangerous situations for their health during cement production. While raw materials and production process in cement industry lead to dust exposure, equipment in the process such as fans, generator, motor, grinding mill also lead to noise exposure. The aim of the study is to reveal the current situation and determine the precautions needed to be taken for respirable dust, silica and noise exposure in the production processes of three cement plants. In this study, respirable dust and silica exposure were determined according to MDHS 14/3 and MDHS 101/2 methods at 8 different processes of three cement plants. The results show that respirable dust exposure is available in all units and moreover dust exposure levels at packing and crusher units are higher. In the second part of the study, noise measurements were conducted according to TS EN ISO 9612: 2009 at seven production processes. Results show that noise exposure at these processes is above 85 dB (A) or close to this value. As a result; it was determined that crusher, cement mills and raw mills are the units which have high level of noise exposure in all three cement plants.

**Keywords:** Cement, Dust exposure, Noise exposure

# İÇİNDEKİLER

|  |      |
|--|------|
| ÖZET.....  | i    |
| ABSTRACT .....   | ii   |
| İÇİNDEKİLER.....   | iii  |
| ŞEKİLLER LİSTESİ.....  | v    |
| TABLolar LİSTESİ .....   | vi   |
| RESİMLER LİSTESİ.....  | vii  |
| GRAFİKLER LİSTESİ .....  | viii |
| SİMGELER ve KISALTMALAR.....   | x    |
| 1. GİRİŞ .....   | 1    |
| 2. GENEL BİLGİLER .....  | 3    |
| 2.1. ÇİMENTO SANAYİ .....  | 3    |
| 2.1.1. Çimento .....   | 3    |
| 2.1.2. Çimento Sektörünün Dünyadaki Durumu .....   | 3    |
| 2.1.3. Çimento Sektörünün Türkiye’deki Durumu.....   | 4    |
| 2.2. ÇİMENTO ÜRETİMİ.....  | 7    |
| 2.2.1. Kullanılan Hammaddeler ve Katkı Maddeleri .....                                       | 7    |
| 2.2.2. Üretim Yöntemi ve Teknoloji .....   | 8    |
| 2.2.3. Çimento Tipleri .....   | 17   |
| 2.3. ÇİMENTO SANAYİNDE TOZ VE GÜRÜLTÜ MARUZİYETİ.....  | 17   |
| 2.3.1. Toz.....  | 17   |
| 2.3.2. Gürültü.....  | 24   |
| 3. GEREÇ VE YÖNTEMLER.....   | 29   |
| 3.1. ÇALIŞMA HAKKINDA BİLGİ .....  | 29   |
| 3.2. ÇALIŞMANIN YAPILDIĞI İŞLETMELER HAKKINDA BİLGİ .....                                    | 31   |
| 3.3. İŞLETMEDEKİ SOLUNABİLİR TOZ VE SİLİS MARUZİYETİNİN<br>BELİRLENMESİ.....                 | 31   |
| 3.3.1. Numune Alınacak Bölümlerin Belirlenmesi .....   | 31   |
| 3.3.2. Solunabilir Toz Maruziyeti Tespitinde Kullanılan Cihaz ve Sarf Malzemeler ..          | 32   |
| 3.3.3. Numune Alma Prosedürü .....   | 33   |
| 3.3.4. Solunabilir Toz Numunesi Gravimetrik Analizi .....                                    | 35   |
| 3.3.5. FTIR (Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektrofotometre) Cihazı ile Silis Tayini<br>..... | 36   |

|  |    |
|--|----|
| 3.4. İŞLETMEDEKİ GÜRÜLTÜ MARUZİYETİNİN BELİRLENMESİ .....        | 36 |
| 3.4.1. Ölçüm Cihazları.....                                      | 36 |
| 3.4.2. Ölçüm Prosedürü .....                                     | 37 |
| 4. BULGULAR .....  | 39 |
| 4.1. SOLUNABİLİR TOZ VE SİLİS MARUZİYETLERİNİN BELİRLENMESİ..... | 39 |
| 4.2. GÜRÜLTÜ MARUZİYETLERİNİN İNCELENMESİ .....                  | 47 |
| 5. TARTIŞMA .....  | 53 |
| 6. SONUÇ VE ÖNERİLER .....                                       | 57 |
| KAYNAKLAR.....   | 61 |
| ÖZGEÇMİŞ.....  | 65 |
| EKLER.....   | 66 |



## ŞEKİLLER LİSTESİ

| Şekil  | Sayfa |
|--|-------|
| Şekil 2.1. Ana Hatları ile Çimento Üretim Aşamaları.....             | 10    |
| Şekil 2.2. Klinker ve Çimento Üretimi İş Akış Diyagramı.....         | 15    |
| Şekil 3.1. Tez Kapsamında Gerçekleştirilen Çalışmanın Aşamaları..... | 30    |

## TABLolar LİSTESİ

| <b>Tablo</b>   | <b>Sayfa</b> |
|--|--------------|
| Tablo 2.1. Dünyada Çimento İhracat ve İthalatı .....   | 4            |
| Tablo 2.2. Türkiye’de Yıllara Göre Çimento Üretimi ve Tüketimi .....                         | 5            |
| Tablo 2.3. 2014 Yılı Kapasite Miktarları .....   | 6            |
| Tablo 2.4. Bölgelere Göre Çalışan İstihdam Sayıları.....                                     | 6            |
| Tablo 2.5. Yasal Mevzuattaki Toz ve Silis Maruziyet Sınır Değerleri .....                    | 22           |
| Tablo 2.6. Uluslararası Mevzuattaki Toz Maruziyet Sınır Değerleri.....                       | 23           |
| Tablo 2.7. Yasal Mevzuattaki Gürültü Maruziyet Değerleri.....                                | 26           |
| Tablo 2.8. Uluslararası Mevzuattaki Gürültü Maruziyet Değerleri .....                        | 28           |
| Tablo 3.1. Ölçüm Yapılan İşletmeler ile İlgili Genel Bilgiler.....                           | 31           |
| Tablo 4.1. İşyerlerinde Tespit Edilen Silis Maruziyet Değerleri ve Eşik Sınır Değerleri..... | 40           |

## RESİMLER LİSTESİ

| Resim  | Sayfa |
|--|-------|
| Resim 2.1. Hammaddenin Kırıcılarda Kırılması İşlemi.....                               | 11    |
| Resim 2.2. Ön Homojenizasyon.....  | 12    |
| Resim 2.3. Farin Değirmeni .....   | 12    |
| Resim 2.4. Ön Isıtıcı.....   | 13    |
| Resim 2.5. Döner Fırın .....   | 14    |
| Resim 2.6. Çimento Değirmeni.....  | 16    |
| Resim 3.1. Kişisel Hava Örnekleme Pompası, Siklon Başlık, Filtre ve Filtre Kaseti..... | 32    |
| Resim 3.2. Toz Pompası ve Siklon Başlık Konumu .....                                   | 34    |
| Resim 3.3. Gürültü ve Titreşim Ölçer ve Akustik Kalibratör .....                       | 37    |

## GRAFİKLER LİSTESİ

| Grafik   | Sayfa |
|--|-------|
| Grafik 2.1. Dünyada İşe Bağlı Yıllık Ölüm Oranları.....  | 22    |
| Grafik 4.1. İşyerlerinde Farklı Proseslerde Tespit Edilen Solunabilir Toz Maruziyet Değerlerinin Dağılımı.....   | 39    |
| Grafik 4.2. İşyerlerinde Çimento Değirmeninde Tespit Edilen Solunabilir Toz Maruziyet Değerlerinin Dağılımı..... | 41    |
| Grafik 4.3. İşyerlerinde Döner Fırında Tespit Edilen Solunabilir Toz Maruziyet Değerlerinin Dağılımı.....        | 42    |
| Grafik 4.4. İşyerlerinde Farin Değirmeninde Tespit Edilen Solunabilir Toz Maruziyet Değerlerinin Dağılımı.....   | 43    |
| Grafik 4.5. İşyerlerinde Kırıcıda Tespit Edilen Solunabilir Toz Maruziyet Değerlerinin Dağılımı.....             | 44    |
| Grafik 4.6. İşyerlerinde Kömür Değirmeninde Tespit Edilen Solunabilir Toz Maruziyet Değerlerinin Dağılımı.....   | 44    |
| Grafik 4.7. İşyerlerinde Makine Bakımcılarda Tespit Edilen Solunabilir Toz Maruziyet Değerlerinin Dağılımı.....  | 45    |
| Grafik 4.8. İşyerlerinde Döner Kantarda Tespit Edilen Solunabilir Toz Maruziyet Değerlerinin Dağılımı.....       | 46    |
| Grafik 4.9. İşyerlerinde Torbalı Yüklemede Tespit Edilen Solunabilir Toz Maruziyet Değerlerinin Dağılımı.....    | 46    |
| Grafik 4.10. İşyerlerinde Proseslerin Gürültü Maruziyeti Ortalama Değerlerinin Dağılımı...                       | 47    |
| Grafik 4.11. İşyerlerinde Çimento Değirmeninde Tespit Edilen Gürültü Maruziyet Değerlerinin Dağılımı.....        | 48    |
| Grafik 4.12. İşyerlerinde Döner Fırında Tespit Edilen Gürültü Maruziyet Değerlerinin Dağılımı.....               | 49    |
| Grafik 4.13. İşyerlerinde Farin Değirmeninde Tespit Edilen Gürültü Maruziyet Değerlerinin Dağılımı.....          | 49    |
| Grafik 4.14. İşyerlerinde Kırıcıda Tespit Edilen Gürültü Maruziyet Değerlerinin Dağılımı.....                    | 50    |

|  |    |
|--|----|
| Grafik 4.15. İşyerlerinde Kömür Değirmeninde Tespit Edilen Gürültü Maruziyet Değerlerinin Dağılımı.....      | 51 |
| Grafik 4.16. İşyerlerinde Makina Bakımcılarda Tespit Edilen Gürültü Maruziyet Değerlerinin Dağılımı.....     | 51 |
| Grafik 4.17. İşyerlerinde Döner Kantar Ünitesinde Tespit Edilen Gürültü Maruziyet Değerlerinin Dağılımı..... | 52 |

## SİMGELER ve KISALTMALAR

|       |   |
|-------|---|
| ACGIH | American Conference of Governmental Industrial Hygienists (Amerikan Ulusal İş Hijyenistleri Konferansı)       |
| CEM   | Cement (Çimento)  |
| ÇEİS  | Çimento Endüstrisi İşverenler Sendikası   |
| DPT   | Devlet Planlama Teşkilatı   |
| HSE   | Health and Safety Executive (İngiltere İş Sağlığı ve Güvenliği Kuruluşu)                                      |
| ISO   | International Organization for Standardization (Uluslararası Standartlar Teşkilatı)                           |
| İSGÜM | İş Sağlığı ve Güvenliği Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü Başkanlığı  |
| KKD   | Kişisel Koruyucu Donanım  |
| KOAH  | Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı   |
| MCE   | Membrane cellulose ester  |
| 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 Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği İdaresi)               |
| PVC   | Polivinil klorür  |
| TÇMB  | Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği   |
| TWA   | Time-weighted average (Zaman Ağırlıklı Ortalama Değer)  |
| WHO   | World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)   |
| Σ     | Toplam  |

# 1. GİRİŞ

Çimento, insanoğlunun geçmişte en fazla kullandığı ve gelecekte en fazla kullanacağı yapı malzemelerindendir. Çimento sektörü, gelişen dünyanın yapısının geliştirilmesinde önemli rol oynamasına karşın üretimi esnasında çalışan sağlığı için tehlikeli durumlarla karşılaşmaktadır. Prosesi itibariyle toz maruziyetinin ve bünyesinde bulundurduğu fan, jeneratör, motor, öğütücü değirmen gibi gürültüye neden olan ekipmanlardan dolayı da çalışanların gürültü maruziyetinin incelenmesi gereken bir sektördür. Yapılan çalışmalarda, çimento fabrikası çalışanlarında çimento tozu maruziyeti ile solunum sistemi yakınmalarının arttığı ve solunum fonksiyon değerlerinin azalmış olduğu gösterilmiştir [1]. Gürültü maruziyetine yönelik yapılan araştırmalarda ise çimento fabrikalarında 85 dB(A)'yı aşan gürültü yoğunluğunun söz konusu olduğu ve bu maruziyetin çalışanlarda değişik düzeylerde işitme kayıplarına neden olduğu bildirilmiştir [2].

Bu tez kapsamında, çimento üretiminde solunabilir toz, silis ve gürültü maruziyetlerini belirlemek amacıyla seçilen üç işletmede solunabilir toz, silis ve gürültü ölçümleri yapılmasına karar verilmiştir. Çalışanların solunabilir toz ve gürültü maruziyetinin belirlenmesi için kişisel maruziyet ölçümleri öncesinde gerekli incelemeler yapılarak maruziyetin olduğu üretim süreçleri belirlenmiştir. MDHS 14/3 ve MDHS 101/2 metotlarına göre solunabilir toz ve silis örneklemeleri alınmış, gerekli analizler yapılarak çalışanların solunabilir toz ve silis maruziyeti belirlenmiştir. Gürültü ölçümlerinde ise TS EN ISO 9612:2009-“Akustik çalışma ortamında maruz kalınan gürültünün ölçülmesi ve değerlendirilmesi için prensipler” standardında belirtilen metot kullanılmıştır. Ölçümler neticesinde solunabilir toz, silis ve gürültü maruziyet değerleri belirlenmiş, üretim süreçlerine göre ayrı ayrı yorumlanarak işletmeler arasında karşılaştırmalar yapılmıştır. Tespit edilen sonuçlardan yola çıkarak, çimento üretiminde toz ve gürültü maruziyetinin önlenmesine yönelik öneriler sunulmuştur.

Tez içerisinde, genel bilgiler bölümünde çimento üretimine yönelik istatistikler ve genel bilgilere yer verilmiş, çimento üretim süreçleri tanıtılmıştır. Ayrıca çimento üretiminde toz ve gürültü maruziyeti ve bunların çalışan sağlığı üzerine etkilerinden de bahsedilmiştir. Gereç ve yöntemler bölümünde araştırma süreci ve maruziyetin belirlenmesine yönelik yapılmış ölçümlerde takip edilen basamaklara yönelik bilgiler verilmiştir. Bulgular bölümünde tespit edilen solunabilir toz, silis ve gürültü maruziyet değerleri grafikler halinde sunulmuştur.

Tartışma bölümünde literatürde bulunan sektörle ilgili makale ve çalışma sonuçlarıyla karşılaştırma yapılmış, sonuç ve öneriler bölümünde tespit edilen maruziyet değerleri, varılan sonuçlar ve maruziyetin önlenmesine yönelik öneriler sunulmuştur.



## **2. GENEL BİLGİLER**

### **2.1. ÇİMENTO SANAYİ**

#### **2.1.1. Çimento**

Su ile tepkimesinde sertleşerek etrafındaki maddeleri birbirine yapıştırabilen malzemelere "Hidrolik Bağlayıcı" adı verilmektedir. Çimento; hava ile temasında suda sertleşen ve sertleştikten sonra suda çözünmeyen bir hidrolik bağlayıcıdır [3]. Çimento, harç ve beton gibi çimentolu ürünler, geçmişte en fazla kullanılan ve gelecekte de en fazla kullanılacak yapı malzemelerindedir.

Portland çimentosu 1824 yılında İngiliz duvarcı ustası, Joseph Aspdin tarafından bulunmuştur. Aspdin, uygun bileşim elde etmek üzere 3 kısım kalker ve 1 kısım kili karıştırıp yüksek sıcaklıkta pişirerek yeşilimsi renkte üstün dayanım ve dayanıklılığa sahip bir çimento elde etmiştir. Başka ülkelerde de benzer ve daha gelişmiş çimento üretimine başlanmış ve ham madde ve üretim prensipleri aynı olan bu çimentolar portland türü çimentolar olarak kabul edilmiştir. Günümüzde dünyada kullanılan hidrolik çimentoların büyük kısmı portland türündendir [4].

#### **2.1.2. Çimento Sektörünün Dünyadaki Durumu**

2013 yılında dünyada çimento üretimi bir önceki yıla göre artış göstererek 4 milyar tona ulaşmıştır. Üretimin %58,6'lık kısmı Çin'e aittir. En fazla büyüme oranları ise Hindistan, Arjantin, Suudi Arabistan ve Güney Afrika'da görülmüştür [5].

**Tablo 2.1. Dünyada Çimento İhracat ve İthalatı [6]**

| Dünya Çimento İhracatı |                   |                   |                   | Dünya Çimento İthalatı |                   |                   |                   |
|------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| (.000 \$)              | 2011              | 2012              | 2013              | (.000 \$)              | 2011              | 2012              | 2013              |
| Çin                    | 620.353           | 683.626           | 795.959           | ABD                    | 569.840           | 620.278           | 636.280           |
| Türkiye                | 911.572           | 797.973           | 739.674           | Fransa                 | 458.029           | 426.032           | 420.816           |
| Almanya                | 755.186           | 627.988           | 583.186           | Cezayir                | 125.396           | 253.992           | 397.546           |
| Tayland                | 567.469           | 656.851           | 531.517           | Rusya                  | 228.616           | 376.114           | 379.734           |
| Pakistan               | 465.147           | 570.334           | 529.683           | Singapur               | 250.387           | 336.876           | 347.689           |
| <b>Toplam</b>          | <b>11.029.164</b> | <b>11.195.203</b> | <b>11.430.053</b> | <b>Toplam</b>          | <b>12.297.822</b> | <b>12.068.241</b> | <b>11.923.583</b> |

Tablo 2.1’de görüldüğü üzere 2013 yılı verilerine göre, Çin, Türkiye ve Almanya dünya çimento ihracatında; ABD, Fransa ve Cezayir ise dünya çimento ithalatında en fazla paya sahip ülkelerdir [6].

### **2.1.3. Çimento Sektörünün Türkiye’deki Durumu**

Türkiye’de çimento sektörü, 1911 yılında Darıca’da kurulan, 20 000 ton/yıl kapasiteli fabrika ile üretime başlamıştır. Daha sonra 1923’te fabrika genişletilerek kapasitesi 40 000 ton/yıl düzeyine çıkarılmıştır. 1950’lere kadar Ankara, Zeytinburnu (İstanbul), Kartal (İstanbul) ve Sivas’ta 4 yeni fabrika kurulmuş ve toplam kapasite 370 000 ton/yıl düzeyine ulaşmıştır. Türkiye Çimento Sanayisi T.A.Ş’nin (ÇİSAN) kurulmasıyla üretimde bir artış sağlanmış fakat talebin karşılanamaması nedeniyle çimento ithalatına devam edilmiştir [5].

Bugün çimento sektörü, üretimiyle ülke ihtiyacını karşılayabilmekte ve üretim için gerekli hammaddeyi tamamen kendi kaynaklarından karşılamaktadır. İthalat payı düşük olan sektör, ihracat payını her geçen gün arttırmakta ve yaklaşık 90 ülkeye satış yapmaktadır. Libya, Suriye ve Irak ihracat yapılan ülkelerin başında gelmektedir. Türk çimento sanayisi 60 milyon tonu aşan üretimi ile Avrupa’nın en büyük, dünyada ise Çin, Hindistan, Avrupa Birliği üyesi ülkeler, ABD ve Brezilya’dan sonra en büyük beşinci üreticidir [5].

**Tablo 2.2. Türkiye’de Yıllara Göre Çimento Üretimi ve Tüketimi [7]**

| Yıllar | Üretim (milyon ton) | Tüketim (milyon ton) |
|--------|---------------------|----------------------|
| 1980   | 12,98               | 12,08                |
| 1990   | 24,42               | 22,65                |
| 2000   | 35,95               | 31,51                |
| 2001   | 29,96               | 25,08                |
| 2002   | 32,76               | 26,81                |
| 2003   | 35,10               | 28,11                |
| 2004   | 38,80               | 30,67                |
| 2005   | 42,79               | 35,08                |
| 2006   | 47,40               | 41,61                |
| 2007   | 49,26               | 42,46                |
| 2008   | 51,43               | 40,57                |
| 2009   | 58,00               | 39,96                |
| 2010   | 62,70               | 62,53                |
| 2011   | 63,40               | 62,90                |
| 2012   | 60,30               | 62,30                |
| 2013   | 70,40               | 70,10                |
| 2014   | 69,7                | 61,8                 |

Türkiye’ de çimento üretim ve tüketiminin günümüze kadarki durumu Tablo 2.2’de görülmektedir [7].

113,5 milyon ton civarı üretim kapasitesi ile sektörün üretimde kapasite fazlalığı olduğu görülmektedir (Tablo 2.3) [7].

**Tablo 2.3. 2014 Yılı Kapasite Miktarları [7]**

|                | Klinker Kapasitesi(Ton) | Çimento Kapasitesi(Ton) |
|----------------|-------------------------|-------------------------|
| Marmara        | 18 333 950              | 27 454 141              |
| Ege            | 5 816 250               | 9 599 953               |
| Akdeniz        | 16 688 100              | 26 499 668              |
| Karadeniz      | 7 513 440               | 13 509 149              |
| İç Anadolu     | 10 062 690              | 15 657 027              |
| Doğu Anadolu   | 4 960 560               | 10 221 921              |
| G.Doğu Anadolu | 6 228 950               | 10 538 313              |
| <b>TOPLAM</b>  | <b>69 603 940</b>       | <b>113 480 171</b>      |

Not: Kapasite miktarları Türkiye'deki tüm fabrikalar için, Kapasite Kullanım Oranı TÇMB Üyesi fabrikalar için verilmiştir.

Marmara ve Akdeniz Bölgeleri üretimin en fazla olduğu bölgeler olup üretimde %47,5'lik bir paya sahiptir. İkinci önemli bölge ise üretimin %13,8'ini kaplayan İç Anadolu Bölgesidir. Karadeniz %11,9, Güneydoğu Anadolu %9,3, Ege %8,5 ve Doğu Anadolu %8'lik payları ile sıralamayı takip etmektedir [7].

Türk Çimento sektöründe 50 adet entegre tesis, 19 adet öğütme-paketleme tesisi olmak üzere toplam 69 fabrika yer almaktadır. Türkiye'de çimento fabrikaları 15 000'i aşkın kişiye istihdam sağlamaktadır (Tablo 2.4) [7].

**Tablo 2.4. Bölgelere Göre Çalışan İstihdam Sayıları [7]**

|                | Yönetici   |            | Mühendis   | Teknisyen  | Tekniker  | Memur        | İşçi         |              | Toplam        | Müteahhit Elemanları |
|----------------|------------|------------|------------|------------|-----------|--------------|--------------|--------------|---------------|----------------------|
|                | Teknik     | İdari      |            |            |           |              | Düz          | Kalifiye     |               |                      |
| Marmara        | 146        | 144        | 118        | 121        | 49        | 294          | 590          | 1 064        | 2 526         | 1 719                |
| Ege            | 49         | 77         | 63         | 30         | 0         | 156          | 104          | 645          | 1 124         | 415                  |
| Akdeniz        | 62         | 80         | 80         | 83         | 7         | 329          | 776          | 839          | 2 256         | 891                  |
| Karadeniz      | 70         | 61         | 65         | 60         | 8         | 214          | 391          | 829          | 1 698         | 658                  |
| İç Anadolu     | 98         | 57         | 52         | 65         | 23        | 131          | 248          | 798          | 1 472         | 1 020                |
| Doğu Anadolu   | 37         | 19         | 44         | 27         | 5         | 67           | 259          | 546          | 1 004         | 213                  |
| G.Doğu Anadolu | 49         | 36         | 43         | 47         | 2         | 238          | 239          | 601          | 1 255         | 485                  |
| <b>TOPLAM</b>  | <b>511</b> | <b>474</b> | <b>465</b> | <b>433</b> | <b>94</b> | <b>1 429</b> | <b>2 607</b> | <b>5 322</b> | <b>11 335</b> | <b>5 401</b>         |

## 2.2. ÇİMENTO ÜRETİMİ

### 2.2.1. Kullanılan Hammaddeler ve Katkı Maddeleri

Çimento; başlıca Silisyum (Si), Alüminyum (Al), Kalsiyum (Ca) ve Demir oksitleri ( $Fe_2O_3$ ) içeren hammaddelerin, sinterleşme derecesine kadar pişirilmesiyle elde edilen klinkerin gerekli katkı malzemeleri ile beraber öğütülmesi sonucu üretilen bir hidrolik bağlayıcıdır. Klinker üretiminin ana bileşenleri kalker (kireçtaşı) ve kil mineralleridir. Bileşiminde bu dört oksiti bulunduran marn da çimento üretiminde hammadde olarak kullanılmaktadır. Yüksek fırın cürufu, uçucu kül, alçı taşı, demir cevheri ve benzeri puzolanik maddeler klinkere katılarak 5 ana çimento türünde 27 çeşit tipte çimento imalatı yapılmaktadır [8].

#### 2.2.1.1. Kullanılan hammaddeler

Kalker (Kireçtaşı) : Bileşiminin yaklaşık %90'ı kalsiyum karbonat ( $CaCO_3$ ) olan kayalardır. Kimyasal bileşimlerinde magnezyum karbonat, kil mineralleri, demir silikat-oksit ve sülfürleri, silikat asidi gibi bileşikler de içerirler [9].

Kil: Bileşiminin yaklaşık %90'ı kil olan kayalar olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca kil minerallerinin kimyasal bileşimlerinde alüminyum oksit de ( $Al_2O_3$ ) bulunur. Çimento üretiminde kullanılacak killerin mineralojik ve kimyasal özelliklerinin yanı sıra mineralin homojenliği de çok önemlidir [9].

Marn: Bileşiminde %50-70 oranında kalker ve %30-50 oranında kil bulunan kayalara marn denilmektedir. Marn doğal haliyle çimento üretimi için gerekli bileşimi taşıdığından ideal bir çimento hammaddesidir [9].

#### 2.2.1.2. Kullanılan katkı maddeleri

Puzolanik maddeler: Kendi başlarına hidrolik bağlayıcı özelliğine sahip olmamalarına rağmen, nemli bir ortamda öğütülmeleri halinde kalsiyum hidroksitle tepkimeye girerek bağlayıcı özelliğe sahip bileşikler oluşturan maddelerdir. Doğal puzolanik maddelerin çoğu, tuf gibi, volkanik kökenlidir [9].

Ülkemizde çimento sanayinde doğal puzolanik katkı maddesi olarak, tras ve bazik nitelikli doğal cüruf lar yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca yapay olarak elde edilen yüksek fırın cüruf u ve uçucu küller de katkı maddesi olarak kullanılmaktadır [9].

Alçıtaşı: Kimyasal bileşimi kalsiyum sülfat olan bir mineraldir. Alçıtaşı, ocaktan çıktığı hali ile herhangi bir işleme sokulmadan kullanılmaktadır. Bu katkı malzemesi çimentonun donma süresinin ayarlanması için oldukça önemlidir [9].

Demir cevheri: Kolayca oksitlenme özelliği sebebiyle, doğada ender olarak serbest halde bulunan demir cevherleri; oksitli demir cevherleri, sülfürlü demir cevherleri, sülfatlı demir cevherleri ve karbonatlı demir cevherleri olmak üzere dört grupta toplanır. Çimento sanayinde oksitli demir cevherleri kullanılır [9].

### **2.2.2. Üretim Yöntemi ve Teknoloji**

Klinker üretimi için yaş, yarı kuru veya kuru üretim süreçleri kullanılmaktadır. Günümüzde yaygın olarak kuru sistem metodu kullanılmaktadır. Yaş ve yarı kuru sistemler ile kuru sistem arasındaki temel fark klinker elde etmek için fırına beslenen malzemenin fiziksel özellikleridir [9].

#### **2.2.2.1. Yaş sistem**

Yaş sistemde, hammaddeler uygun bileşim ayarlanarak hammadde değirmenine beslenirler ve burada birlikte öğütülürler. Öğütme esnasında hammadde değirmenine ağırlıkça %36-40 oranında su verilir. Bu şekilde üretilen farin homojenize edildikten sonra sevk sistemleri ile zincirli uzun fırınlara sevk edilir. Malzeme fırının giriş tarafında rutubetini kaybeder, orta bölgede kalsinasyon gerçekleşir ve son olarak malzeme soğutucuya dökülür [8].

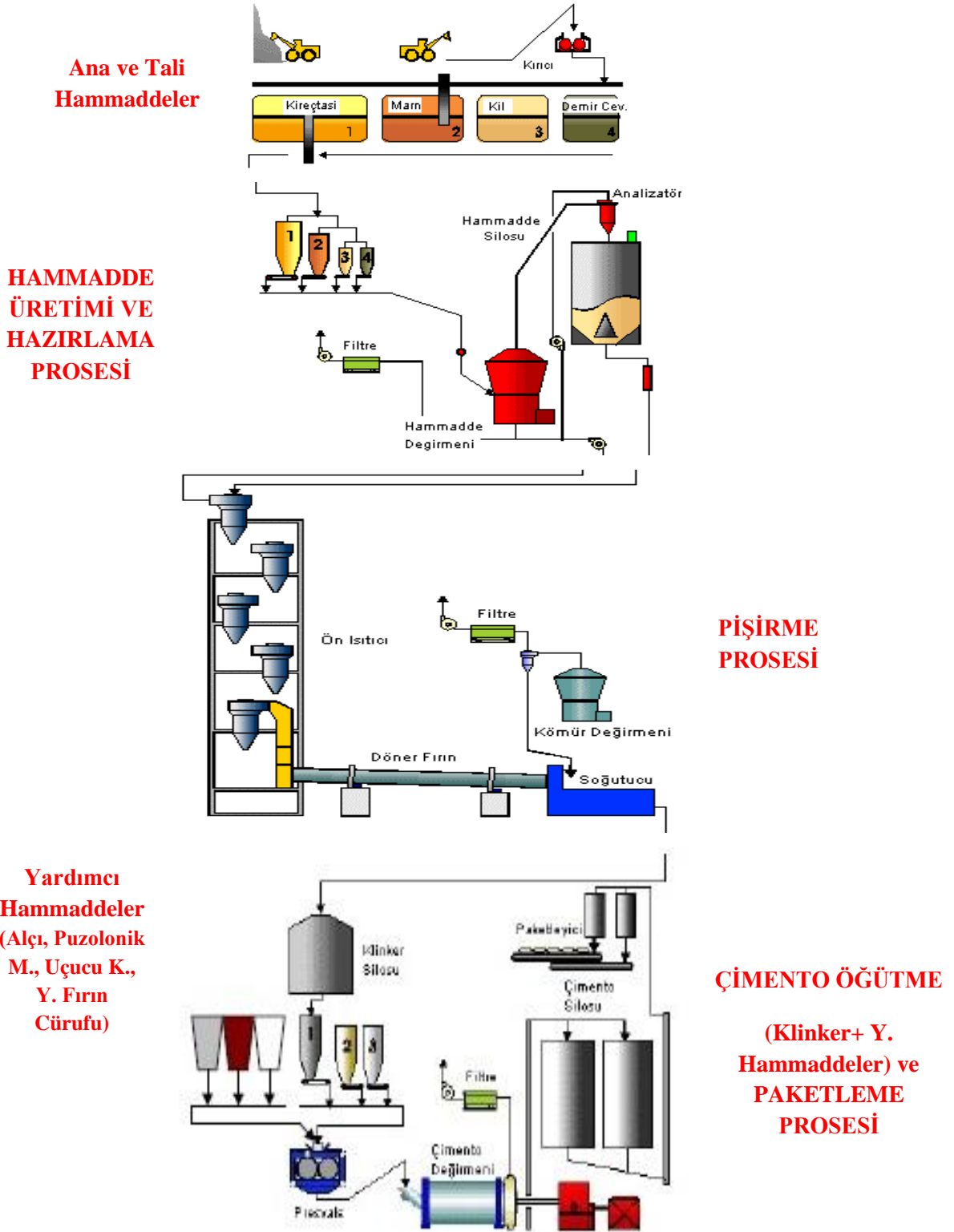
Yaş üretim sistemi, hammaddenin çok rutubetli (%35-40) olması nedeniyle, enerji tüketimi çok (1800-1900 kcal/kg klinker) olduğundan ekonomik değildir. Ülkemizdeki yaş fırınların çoğu 1965-1973 yılları arasında üretim kapasitelerinin artırılması ve 1974 yılından itibaren yakıt tasarrufu sağlamak amacı ile kuru sisteme çevrilmişlerdir [8].

### **2.2.2.2. Yarı kuru (Lepol) sistem**

Yarı kuru sistemde, hammaddeler uygun bileşim ayarlanarak hammadde değirmenine beslenirler ve burada birlikte öğütülürler. Elde edilen farine, %12-14 oranında su ilave edilerek döner tabak adı verilen sistemlerde granül (nodül) haline getirilir. Daha sonra kurutulmak ve ısıtılmak üzere lepol ızgaralarına beslenir ve kurutulan malzeme döner fırına verilir. Kalsinasyon ve klinkerleşme reaksiyonları döner fırında devam eder. Fırından çıkan sıcak klinker, soğutucudan geçerek soğutulur. Yakıt tüketimi de rutubet nedeniyle (yaş sistemde %35-40 H<sub>2</sub>O, yarı kuru da %12-14 H<sub>2</sub>O) kuru sisteme göre daha fazladır [8].

### **2.2.2.3. Kuru sistem**

Günümüzde, çimento sanayi klinker üretimi için yaygın olarak kuru sistem metodunu kullanmaktadır. Ana hatları ile üretim aşamaları; *“hammadde üretim ve hazırlama süreci”*, *“pişirme süreci”* ve *“çimento öğütme ve paketlenme süreci”* olarak incelenebilir. Ana hatları ile çimento üretim aşamaları Şekil 2.1’de gösterilmiştir [9].



Şekil 2.1. Ana Hatları ile Çimento Üretim Aşamaları [9]



### 2.2.2.3.1. Hammadde üretimi ve hazırlama süreci

Ocaklardan gelen hammaddenin kırıcılarda kırılması ve farin değirmenlerinde öğütülmesi aşamalarından oluşur. Bu aşamada ocaklardan patlatılarak çıkarılan hammaddeler nakil araçlarına yüklenecek üzere kırıcıya taşınır. Hammadde üretimi ve hazırlama süreci kırma, ön homojenizasyon, öğütme ve stoklama(gerektiğinde homojenizasyon) aşamalarından oluşmaktadır.

Kırma: Kırma işlemi, öğütmeden önceki aşamada stoklama ve harmanlama işlemlerinin yapılabilmesi için hammaddenin gereken boyuta küçültmesi işlemidir (Resim 2.1). Günümüzde kullanılan başlıca kırıcılar, çeneli kırıcılar, konik kırıcılar, merdaneli kırıcılar, darbeli kırıcılar ve çekiçli kırıcılardır. Ülkemiz ise çoğunlukla çekiçli ve çeneli kırıcılar kullanılmaktadır [9].



**Resim 2.1. Hammaddenin Kırıcılarda Kırılması İşlemi**

Ön Homojenizasyon: Ocaklardaki hammaddenin değişken yapı göstermesi nedeniyle kırıcıdan gelen ufak boyuttaki hammaddeler istenilen kadar homojen değildir. Yüksek kapasitelere erişebilmek için fırınlara homojen hammadde beslenmesi gerekmektedir. Bu nedenle hammaddede ön homojenizasyon ve stoklama sistemi (Resim 2.2) üretim için zorunlu hale gelmiştir [9].



**Resim 2.2. Ön Homojenizasyon**

Öğütme: Uygun bileşimdeki homojen hammadde karışımı, farin değirmenlerinde öğütme işleminden geçirilir (Resim 2.3). Değirmen içerisinde öğütülen malzeme sıcak gaz ile teması sonucunda nemini kaybeder. Değirmene beslenen malzeme, ortalama 20 mikron büyüklüğünde ve rutubeti en fazla %1 olacak şekilde öğütülür ve farin silolarına beslenir. İstenilen kimyasal ve fiziksel özelliklere sahip kuru, öğütülmüş hammaddeye farin denir. Modern değirmenler valsli tipte dik değirmenler olmasına rağmen en çok kullanılanlar yatay bilyalı tipte değirmenlerdir [9].



**Resim 2.3. Farin Değirmeni**

### 2.2.2.3.2. Pişirme prosesi

Çimento üretiminin önemli aşamalarından biri farinin pişirilmesidir. Pişirme prosesi ön ısıtma, pişirme ve soğutma aşamalarından oluşmaktadır.

Ön Isıtma: Enerji tüketimini azaltmak için, farin fırına beslenmeden önce bir ön ısıtmaya tabi tutulur. Yükseklikleri 60 metreyi geçen ön ısıtma kulelerinde farin taneleri fırından gelen sıcak gaz ile ısınır (Resim 2.4) ve kalsinasyon işlemi, ham maddelerden CO<sub>2</sub>'nin ayrıştırılması, başlamış olur [4].



**Resim 2.4. Ön Isıtıcı**

Ön ısıtma işlemi farinin,

- Neminin alınması,
- Yapısında kimyasal olarak bağlı suyun(kristal suyu) uçurulması,
- Yapısındaki CO<sub>2</sub>'nin büyük bir kısmının uçurulması(prekalsinasyon), amacı ile yapılmaktadır [4].

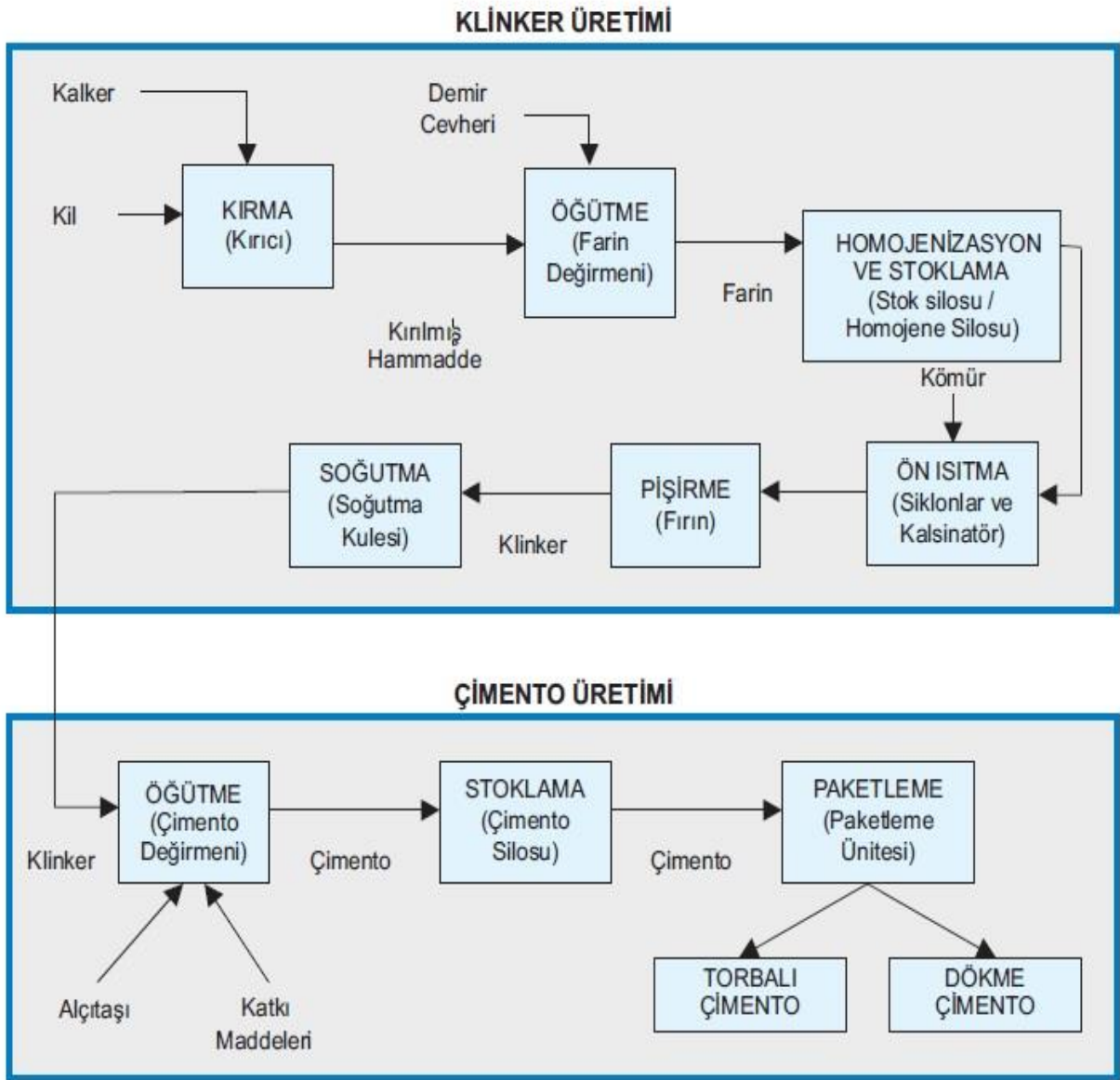
Pişirme ve Soğutma: Döner fırın, çapı 3-7 m, uzunluğu 50-75 m kadar olup 50 mm kalınlığında elik saçtan yapılmış, refrakter tuğla astarlı dev bir borudur (Resim 2.5). Yaklaşık %3-4 eğimli olarak monte edilen fırın dakikada 1,5-4 devir yaparak döner. Ön ısıtıcıdan gelen malzeme fırına yukarı uçtan girer ve fırınla beraber döner, yuvarlanarak, kayarak daha sıcak bölgelere, alt uçtaki aleve doğru ilerler. Bu arada geri kalan CO<sub>2</sub>'de malzemeden ayrılır ve kimyasal reaksiyonlar meydana gelmeye başlar [4].



**Resim 2.5. Döner Fırın**

Pişirme işlemi için gerekli ısı enerjisi genellikle kömürden sağlanmaktadır. Kömürün fırında kullanıma uygun olması için belli kimyasal ve fiziksel özellikleri taşıması gerekir. Bunun için, kömür değirmeninde kurutma ve öğütme işlemlerinden geçirilir. Döner fırının alt ucunda toz kömür, doğal gaz, fuel oil gibi yakıtların yakılması ile oluşturulan alevin çıktığı bir boru bulunur. Döner fırında pişen malzeme kısmen ergiyip sıvılaşmaya başlar, ince taneler birbirlerine yapışarak klinker tanelerini oluştururlar. Fırının alt ucundan çıkan yaklaşık 1300 °C sıcaklığındaki klinker, ızgara plakalar üzerinde yavaşca ilerlemesi sırasında basınçlı hava verilerek soğutma işlemine tabi tutulur [4].

Soğutma işleminde sonra yarı mamul olarak bilinen klinkerin üretimi tamamlanmış imento üretimi için hazır hale getirilmiş bulunmaktadır (şekil 2.2) [8].



**Şekil 2.2. Klinker ve Çimento Üretimi İş Akış Diyagramı [8]**

### 2.2.2.3.3. Çimento öğütme ve paketleme süreci

Çimentonun üretimi ana malzeme olarak klinker ve alçıtaşına ihtiyaç vardır. Bu malzemelerin yanı sıra katkı malzemeleri olarak sınıflandırılan tras, marn, kalker, cüruf, uçucu kül, yüksek fırın cürufu ve benzeri malzemeler de üretilen çimento türüne göre katılmaktadır. Belli oranda alçı taşı katılarak öğütülen klinkere portland çimentosu, katkı malzemesi ilave edilerek öğütülen çimentoya da katkılı çimento denir. Standartlarda tarifli yapılan katkılı çimentolar, katkı cinsi ve miktarına göre isimlendirilirler [8].

Alçıtaşı ve katkı malzemeleri kırıcıdan geçirilip uygun boyutlara indirildikten sonra çimento değirmenlerine beslenir. Klinker ve alçının öğütülmesinde çelik silindir şeklindeki bilyalı değirmenler kullanılır (Resim 2.6). Değirmenlerde hacimlerinin üçte birine kadar çelik ezici bilyalarla doldurulmuş bölmeler bulunur. Silindir dönerken bilyalar klinker tanelerine çarparak malzemeyi ezerler [8]. Üretimde kullanılan diğer bir değirmen türü ise valsli dik değirmenlerdir.



**Resim 2.6. Çimento Değirmeni**

Çimento değirmeni çıkışında malzeme, çimentonun çeşidine göre silolarda depolanır. Çimento satışı, dökme ve torbalı olmak üzere iki şekilde yapılır. Dökme çimento silolardan doğrudan silobaslara yüklenir. Torbalı çimento ise 50 kg'lık kâğıt torbalara doldurularak taşıyıcı bantlar yardımı ile kamyonlara yüklenir.

### **2.2.3. Çimento Tipleri**

TS EN 197-1 standardı genel amaçlı çimentoları (CEM çimentoları) 5 ana tip içerisinde toplamaktadır.

Ana Tipler:

CEM I- Portland çimentolar

CEM II- Portland kompoze çimento

CEM III- Yüksek fırın cürufu çimento

CEM IV- Puzolanik çimento

CEM V- Kompoze çimento

Yüksek fırın cürufu, uçucu kül, alçı taşı, demir cevheri ve benzeri puzolanik maddeler klinkere katılarak 5 ana çimento türünde 27 çeşit tipte çimento imalatı yapılmaktadır [8].

## **2.3. ÇİMENTO SANAYİNDE TOZ VE GÜRÜLTÜ MARUZİYETİ**

### **2.3.1. Toz**

Uluslararası Standardizasyon Örgütü'ne( ISO 4225-ISO,1994) göre; toz, genel olarak çapı 75 µm'nin altında olan kendi ağırlıklarından dolayı çöken veya bir süre askıda kalan küçük katı parçacıklar olarak tanımlanmaktadır [10].

IUPAC'a göre; toz, rüzgâr, volkanik patlama gibi doğal kuvvetler ve kırma, öğütme, freze, delme, yıkım, küreme, taşıma, tarama, paketleme ve süpürme gibi mekanik veya insan yapımı işlemlerle havaya karışan küçük, kuru, katı parçacıklardır. Toz parçacıklarının çapı genellikle 1 ila 100 µm aralığında olup yer çekimi etkisi ile yavaşça çökerler [10].

#### **2.3.1.1. Tozların Sınıflandırılması**

##### **2.3.1.1.1. Kimyasal köken olarak organik ve inorganik tozlar**

Organik tozlar; akciğerde depolanmaz, doğrudan fibrojenik etki göstermez, ancak bir tür alerjik mekanizma aracılığı ile solunum yollarında spazma neden olurlar. Örnekler; bitkisel kökenli tozlar, hayvansal tozlar gibi [11].

İnorganik tozlar akciğerde depolanma eğilimindedir. Bunlar arasında fibroz (akciğer dokusunun sertleşmesi) oluşturma riski olan tozlar alveollerde dokusal bozukluk meydana getirerek kronik akciğer hastalıklarına neden olurlar. Örnekler; metalik tozlar (demir, bakır tozu vb.), metalik olmayan tozlar (kükürt, kömür tozu), doğal bileşiklerin tozları (mineraller, killer vb.) gibi [11].

#### **2.3.1.1.2. Biyolojik etkileri bakımından başlıca tozlar**

Fibrojenik tozların partikülleri, solunduğu ve akciğerlerde biriktiği zaman akciğerde fibrotik değişiklikler meydana gelir. Bu fibrotik doku zamanla akciğerin normal aktif dokularının yerini alır ve ciğerlerin düzgün çalışmasını engeller. Örnekler; silikoz, asbestoz, talkoz gibi [11].

Toksik tozlar, vücuda alındıklarında çeşitli organlar üzerinde (sinir sistemi, karaciğer, böbrekler, mide ve bağırsaklar gibi) kronik veya akut zehirlenme etkisi yapan tozlardır. Örnekler; kurşun, kadmiyum, mangan tozu gibi [11].

Kanserojen tozlar, çeşitli iç ve dış faktörlere bağlı olarak insanlarda kansere yol açabilen tozlardır. Beslenme, yaşam koşulları, çevre kirliliği, mesleki etkiler gibi faktörlerin kanser oluşumunda rolü olduğu düşünülmektedir. Örnekler; asbest, arsenik ve bileşikleri, berilyum, nikel ve bileşikleri gibi [11].

Radyoaktif tozlar; hava içinde toz halinde bulunan radyoaktif maddelerin yaymış oldukları iyonize ışınlar, insan organizmasının hücre ve dokularında hasar yapar, tümör oluşumuna ve genetik bozukluklara sebep olurlar. Örnekler; uranyum, toryum, seryum bileşikleri, trityum ve radyum tozları gibi [11].

Alerjik tozlar; duyarlı kişilerde ateş, astım, dermatitler gibi çeşitli alerjik reaksiyonlara yol açabilen tozlardır. Örnekler; bakteri, maya, küf, polen gibi [11].

İnert tozlar; vücutta birikebilen, fibrojenik ve toksik etkileri olmayan tozlardır. Kireç taşı, mermer, alçı taşı tozu gibi [11].



### **2.3.1.1.3. Partikül boyutlarına göre tozlar**

Solunabilir toz (Respirable/ Alveollere ulaşan toz), solunum yoluna girip alveollere ulaşan toz grubudur. Akciğerlerde hastalık meydana gelmesi bakımından bu tozlar tehlikelidir [11].

Toplam solunabilir toz (Inhalable), burun, boğaz ve üst solunum yollarında tutulan toz grubudur [11].

Toplam toz, tozun boyutuna veya kompozisyonuna bakılmaksızın, havadaki tüm partikülleri içeren toz grubudur [11].

### **2.3.1.2. Çimento Sanayinde Toz Maruziyeti ve Çalışan Sağlığına Etkileri**

Çimento sanayinde çalışan sağlığı için tehdit oluşturan en temel sorunlardan biri toz maruziyetidir. Hammaddelerin, ara maddelerin ve son ürün olan çimentonun özelliği nedeniyle çimento üretiminde toz olması kaçınılmazdır.

Çimento üretiminde toz [12]:

1. Hammadde ocaklarından hammaddenin kamyonlarla taşınması,
2. Hammaddenin kırıcılarda kırılması,
3. Silolarda stoklanması,
4. Farin değirmenlerinde öğütülmesi,
5. Fırında pişirilmesi,
6. Alçı ve katkı maddelerinin katılıp klinker ile birlikte çimento değirmenlerinde öğütülmesi,
7. Paketlenmesi veya dökme olarak satışa sunulması, aşamalarında ortama yayılmaktadır.

Solunan malzemenin depolanması öncelikle parçacık boyutuna bağlıdır. 10 mikronu aşan bir aerodinamik çapı ile tüm parçacıklar burun mukoza üzerinde birikirken, 3 ile 1 mikron arasındaki parçacıklar yutakta ve trakeobronşiyal ağaç boyunca birikir. Aerodinamik çapı 0,1 ve 3 mikron arasındaki parçacıklar çoğunlukla alveollerin içinde birikmektedir. 0,1 mikrondan daha küçük parçacıklar hava akımı içinde kalır ve nefes verme ile dışarı atılır [13].

Tozlu işlerde çalışmaya bağlı sağlık riskleri tozun toksikolojik özelliklerini belirleyecek olan tozun türüne (fiziksel, kimyasal ve minerolojik özellikler) ve maruziyetin dozuna bağlıdır. Maruziyet, havanın konsantrasyonu, söz konusu parçacığın aerodinamik çapı ve maruziyet süresiyle ilişkilidir. Ayrıca, solunum hızı ve solunum hacminin büyüklüğü de maruziyetin dozunu etkileyen faktörlerdir [10].

Çimento parçacıklarının aerodinamik çapı 0,05 ile 5 mikron arasında değişir. Bu büyüklükteki toz tanecikleri solunabilir bulunmakta ve bundan dolayı Portland çimentosu mesleki akciğer hastalıklarına sebep olan önemli bir etken haline gelmektedir. Bu boyuttaki parçacıklar çimento birikimi ile trakeobronşiyal solunum bölgesi üzerinde potansiyel tehdit edici unsurlardır. Vücutta çimento tozu parçacıklarının ana yol girişi sırasıyla, solunum yolu ve/veya soluma yoluyla veya gastrointestinal (ağızdan başlayıp anüse kadar besleme ve atık işlemi sistemi) sistemdir [12].

Çimento değirmeni işçileri tarafından en sık bildirilen klinik özellikler; kronik öksürük ve balgam üretimi, akciğer fonksiyon bozukluğu, göğüste sıkışma hissi, obstrüktif (zorluk çıkaran) ve restriktif (sınırlayıcı) akciğer hastalığı, cilt tahrişi, konjunktivit (göz) iltihabı, mide ağrısı, baş ağrısı, yorgunluk, akciğer, mide ve kolon kanseridir [14].

Çimento üretiminde kullanılan hammadde muhteviyatındaki serbest silika nedeniyle toza maruz kalan kişiler silikozis riski ile karşı karşıyalardır. Silikozis ölümcül nitelikte bir akciğer hastalığıdır. Çok ince toz halindeki kristalin silika maruziyetiyle gelişen bir pnömokonyoz türüdür. Kum tanelerinden daha küçük ve çoğu zaman görünmeyen küçüklükteki kristalin silika parçacıkları akciğerlerde birikir ve akciğer dokusunun zarar görmesine neden olurlar. Bu da kişi de nefes darlığına yol açar [15].

Silikozis, diğer pnömokonyoz türleri gibi, erken evrede belirti göstermeyen bir pnömokonyoz türüdür. Hastalık varlığının belirtilerini ya iyice ileri bir düzeye geldiğinde ya da kişinin bronşit, tüberküloz, KOAH, amfizem, pnömotoraks vb. rahatsızlıklar yaşamasıyla gösterir [15].

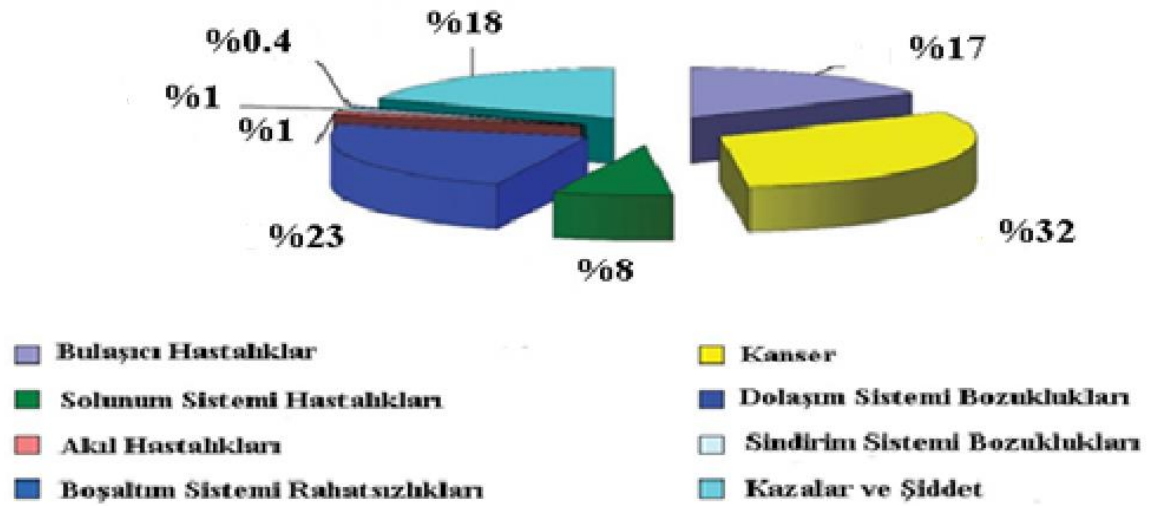
Üç tip silikozis vardır [15]:

**Kronik:** 10 veya daha fazla sene düşük dozda kristalin silika tozuna maruziyet neticesinde gelişen en yaygın türüdür.

**Akselere:** 5 ila 10 yıl arası bir sürede, ortalama dozda kristalin tozuna maruziyet neticesinde gelişen türüdür.

**Akut:** Birkaç hafta ila 5 yıl arası bir sürede, yüksek dozda kristalin tozuna maruziyet neticesinde gelişen türüdür.

HSE tarafından 2014 yılında İngiltere'deki mesleki solunum rahatsızlıklarına yönelik yapılan ve çalışanlar tarafından doldurulan ankette son 12 ay içerisinde çalışma hayatı içerisinde bulunan yaklaşık 33 000 kişinin (%95 güven aralığında: 28 000 ila 39 000 arası) mesleki maruziyete bağlı solunum ve akciğer problemleri olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, çalışma hayatı içerisinde bulunmuş veya hala çalışmaya devam eden yaklaşık 141 000 kişinin (%95 güven aralığında: 28 000 ila 39 000 arası) solunum ve akciğer problemlerinin de mesleki maruziyete bağlı ortaya çıktığı veya ilerlediği bildirilmiştir. Bu 141 000 kişinin yaş ortalamasının 53 olduğu ve topluluğun yaklaşık %25'inin 65 yaş ve üstü olduğuna dikkat çekilmiş ve bu durumun solunum ve akciğere bağlı hastalıkların çalışma hayatının sonlarına doğru veya emeklilik döneminde ortaya çıktığını gösterdiğini öne sürmüşlerdir. Çalışma hayatı içerisinde bulunmuş veya hala çalışmaya devam edip solunum ve akciğer problemlerinin olduğunu bildiren kişilerin çalışma hayatlarında bu rahatsızlıklara neden olabilecek faktörlere yönelik yapılan ankette ise %20'lik bir oranın 'taş, çimento, tuğla ve beton tozu' olduğu görülmüştür [16].



**Grafik 2.1. Dünyada İşe Bağlı Yıllık Ölüm Oranları [17]**

Grafik 2.1’de görüldüğü gibi dünyada çalışılan işe bağlı ölümlerin %8’i solunum sistemi hastalıklarından kaynaklanmaktadır [17].

### 2.3.1.1. Yasal düzenlemeler

#### Ulusal Mevzuat

Tozla ilgili yasal düzenlemeler maruziyet sınır değerleri, maruziyetin önlenmesi ve toz ölçümleri ile ilgili maddeler (Madde 5-6-7-8-9) 05.11.2013 tarihli ve 28812 sayılı resmi gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren “Tozla Mücadele Yönetmeliği”nde belirtilmiştir. Yönetmelikte belirtilen toz ve silis maruziyet değerleri Tablo 2.5.’te verilmiştir[18].

**Tablo 2.5. Yasal Mevzuattaki Toz ve Silis Maruziyet Sınır Değerleri [18]**

| İnert veya İstenmeyen Toz                            |                            |
|--|----------------------------|
| Solunabilir Toz                                      | 5 mg/ m <sup>3</sup>       |
| Silika   |                            |
| -Portland Çimentosu,                                 | <u>80 mg/m<sup>3</sup></u> |
| -Amorf yapıda (doğal diatomalı toprak içeren) (ESD)* | %SiO <sub>2</sub> +2       |

\* Eşik Sınır Değer

## Uluslararası Mevzuat

Tavsiye niteliğinde uluslararası enstitülerce belirlenen solunabilir toz maruziyet sınır değerleri Tablo 2.6'da verilmiştir.

**Tablo 2.6. Uluslararası Mevzuattaki Toz Maruziyet Sınır Değerleri [19,20]**

| <b>Kuruluş</b>   | <b>Solunabilir Toz Maruziyet Sınır Değerleri (mg/m<sup>3</sup>)</b> |
|--|---|
| OSHA<br>(Occupational Safety and Health Administration)<br>Amerikan Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği İdaresi [19]              | 5   |
| HSE<br>(Health and Safety Executive)<br>İngiltere İş Sağlığı ve Güvenliği Kuruluşu [20]                                      | 4   |
| ACGIH<br>(The American Conference of Governmental Industrial Hygienists)<br>Amerikan Ulusal İş Hijyenistleri Konferansı [19] | 3   |

### 2.3.2. Gürültü

Gürültü, genellikle yapay olarak ortaya çıkan, niteliği ve niceliği bozulmuş, arzu edilmeyen sesler olarak tanımlanır [21].

Sesin temel özellikleri frekansı ve şiddetidir. Frekans, saniyede geçen titreşim sayısıdır, birimi hertzdir (Hz). İnsan kulağı 20 Hz ile 20 000 Hz frekans aralığındaki sesleri işitebilmektedir. Bu frekanstaki sesler "işitme sesi" olarak tanımlanmaktadır. Sesin şiddeti ise doğrudan kulak zarına ulaşan mekanik basınçla ilişkilidir, birimi desibeldir (dB). İnsan kulağı 0-140 dB arası sesleri algılayabilir [21].

#### 2.3.2.1. Çimento Sanayinde Gürültü Maruziyeti ve Çalışan Sağlığına Etkileri

Çimento üretim tesisleri süreçleri itibariyle bünyelerinde fan, jeneratör, motor, öğütücü değirmen gibi gürültüye neden olan ekipmanlar bulundurmaktadırlar. Ayrıca bu tesisler hammaddenin temin edildiği ocaklara yakın kurulduğu zaman ağır taşıma araçları ile patlatma ve sondaj işlemleri de gürültü kaynakları olarak karşımıza çıkmaktadırlar. Sonuç olarak çimento fabrikaları, yukarıda açıklanan nedenlerle gürültü maruziyetinin yüksek olduğu işletmelerdir.

Çimento fabrikalarında gürültü kaynakları, gürültüye sebep olan işlemler ile gürültünün en fazla olduğu bölümler aşağıdaki şekilde özetlenebilir [8]:

- Kırıcılara getirilen hammaddenin kamyonlardan boşaltılması ve kırıcılarda kırılması işlemi
- Farin değirmeni
- Döner fırın manto soğutma fanlarının bulunduğu alanlar,
- Klinker soğutma ünitesi,
- Döner fırın elektrofiltre, abgaz, alev borusu vantilatörlerinin bulunduğu bölümler,
- Çimento değirmeni
- Çimento silolarına fuller pompa ile çimento sevkiyatı yapılıyorsa sevkiyat kompresör odası,
- Paketleme kompresör odası,

- Kömür değirmeni

Gürültü maruziyetinin insan sağlığı üzerine etkisi işitsel ve işitsel olmayan etkiler olarak tanımlanabilir. İşitsel olmayan etkiler stres, fizyolojik ve davranışsal etkiler ve çalışanın güvenliğini tehlikeye sokan hareketler örnek olarak gösterilebilir. İşitsel etkiler ise aşırı gürültü maruziyetinden kaynaklanan işitme problemlerini içerir öyle ki gürültü kaynaklı kalıcı işitme kayıplarının temel sebebi aşırı gürültü maruziyetidir [22].

Gürültünün temel işitsel etkileri [22]:

Akustik travma: Silah patlaması gibi son derece gürültülü kısa bir patlamanın neden olabileceği ani işitme hasarıdır

Kulak ınlaması: Kulakta uğultu veya çınlama.

Geçici işitme kaybı: Yüksek seviyede gürültüye maruziyet sonucu meydana gelir. Geçici bir eşik kaymasıdır. Kalıcı bir hasar değildir. Sessiz bir ortamda dinlendiğinde işitme normale döner.

Kalıcı işitme kaybı: Kalıcı eşik kayması olarak da bilinir. Gürültü maruziyetinin uzun süre sürmesi durumunda ilerleyen kalıcı bir hasardır. Günlük hayatı etkiler derecede ileri seviyeye geldiği zaman fark edilir. Bu aşamada kalıcı ve geri dönüşü olmayan işitme hasarı oluşmuştur. Gürültü kaynaklı işitme kaybı tıbbi müdahalelerle tedavi edilemez ve maruziyet devam ettiği sürece ilerlemeye devam eder. Gürültü maruziyeti engellense bile kişi kaybettiği işitsel duyarlılığını tekrar kazanamaz. Çalışanın yaşi ilerledikçe de yaşi bağlı işitme kayıplarıyla işitme problemi daha da ilerleyebilir.

Gürültü kaynaklı işitme kayıplarının özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir [23]:

- Birikimli bir süreçtir, çalışanın iş hayatı boyunca maruz kaldığı gürültü seviyesi de maruz kalma süresi de bu sürece etki eden iki önemli faktördür.
- Maruz kalan kişilerde rastgele ortaya çıkar.
- Bazı bireyler gürültü kaynaklı işitme kayıplarına diğerlerinden daha yakındır.
- Kulağın ilk işitme kaybı 4 000 Hz frekansında olur. Daha sonra konuşma frekanslarını etkilemeye başlar.

Gürültünün işitsel olmayan etkileri temel olarak aşağıdaki şekilde sıralanabilir [23]:

- Yorgunluk, sinirlilik ve baş ağrısı gibi rahatsızlıklar,
- Gürültüye maruz kalan çalışanlar arasında sözel iletişimde güçlük yaşanması nedeniyle çalışanın güvenliğini bozabilecek tehlikeli durumların yaşanması,
- Tehlike işaretlerinin duyulmasını engelleyerek kaza olasılığını artırması,
- Gürültünün zihni bir yere toplamayı engelleyerek kaza olasılığını artırması,
- Solunum ve kalp hızını artırıp (kalp çarpıntısı), kan basıncını yükselterek (yüksek tansiyon) kalbe zarar verebilmesi,
- Kas gerginliğini artırarak vücutta nedeni anlaşılamayan ağrıların oluşmasına neden olması gibi işitsel olmayan etkileri vardır.

Gürültü, aralarında uyum bulunmayan düzensiz seslerin bütünü olup, birçok ülkede işyerlerinde en sık karşılaşılan mesleki tehlikelerdendir. Amerika Birleşik Devletleri'nde her yıl yaklaşık 30 milyon çalışanın tehlikeli endüstriyel gürültüye maruz kaldığı ve gürültü kaynaklı işitme kaybının en yaygın endüstriyel sorunlardan biri olduğu belirtilmektedir. İşçi İstatistikleri Bürosu, 2004 yılından beri yaklaşık 125 000 çalışanın kalıcı işitme kaybına uğradığını bildirmiştir [24]. Diğer yandan Almanya'da da 4-5 milyon çalışan (iş gücünün %12-15) WHO tarafından tehlikeli olarak belirlenen gürültü düzeylerine maruz kalmaktadır [25].

Türkiye'de ise Sabuncu [21] 'Endüstri'de Gürültü İle Oluşan İşitme Kayıpları ve Alınacak Önlemler' isimli çalışmasında ülkemiz endüstrisinde, en sık rastlanan meslek hastalığının, gürültü ile oluşan işitme kayıpları olduğunu belirtmiş ve meslek hastalığı istatistikleri konusunda tek kaynak olan SGK İstatistik yıllıklarında, çok fazla rastlanmayan endüstriyel işitme kaybına sahip insan sayısının, son yıllarda yürüttükleri çalışmalardan, 250 000'ini aştığının görülebileceğini belirtmiştir.

### **2.3.2.2. Yasal düzenlemeler**

#### **Ulusal Mevzuat**

28.07.2013 tarihli ve 28721 sayılı resmi gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren "Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik" in 5. Maddesinde maruziyet eylem değerleri ve maruziyet sınır değerleri belirtilmiştir (Tablo 2.7) [26].



**Tablo 2.7. Yasal Mevzuattaki Gürültü Maruziyet Değerleri [26]**

| <b>Gürültü Maruziyet Değerleri ( <math>L_{EX, 8 \text{ Saat}}</math> )</b> |          |
|--|----------|
| En düşük maruziyet eylem değeri  | 80 dB(A) |
| En yüksek maruziyet eylem değeri   | 85 dB(A) |
| Maruziyet sınır değeri   | 87 dB(A) |

## Uluslararası Mevzuat

Uluslararası kuruluşlarca kabul edilen gürültü maruziyet sınır değerleri Tablo 2.8' de gösterilmiştir.

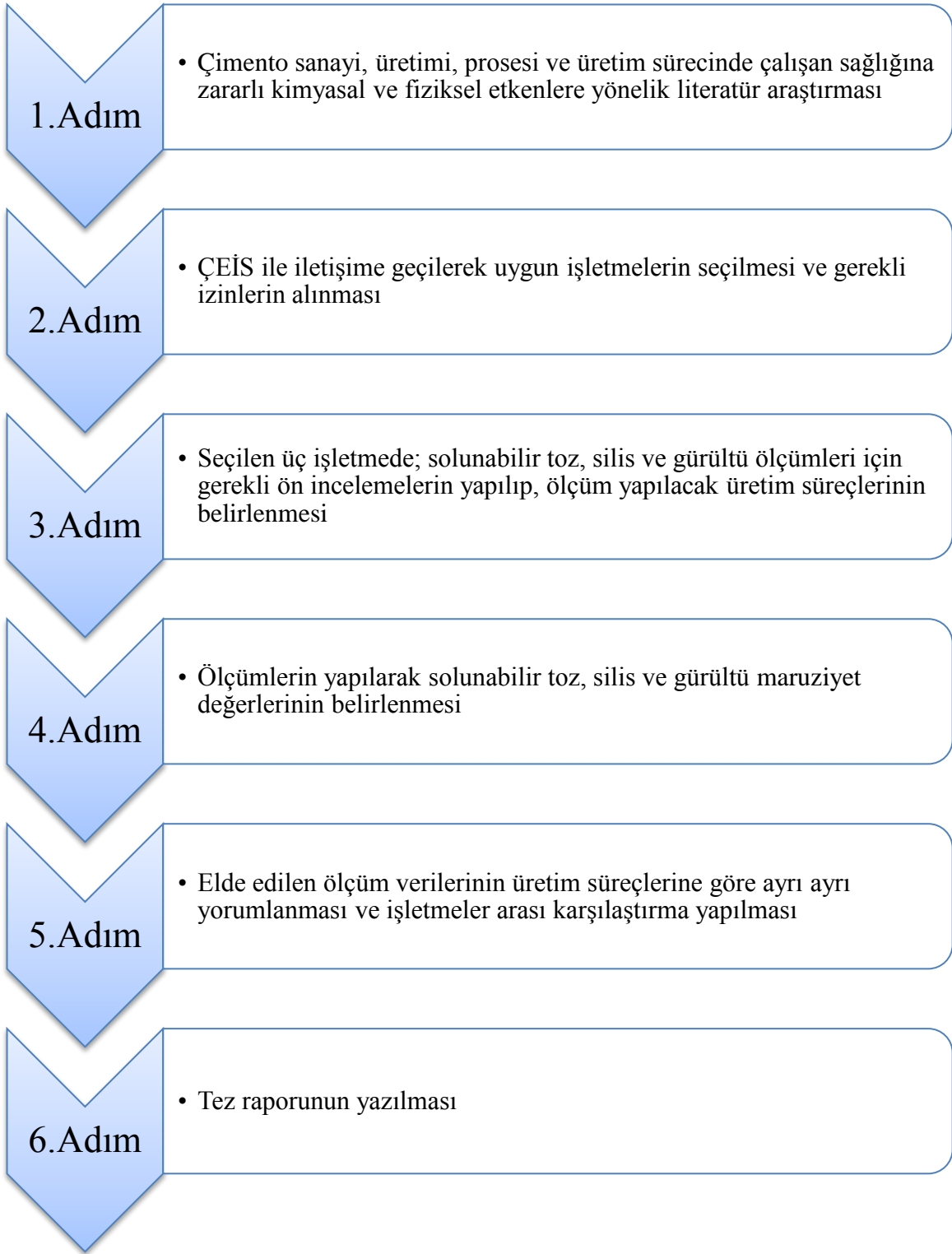
**Tablo 2.8. Uluslararası Mevzuattaki Gürültü Maruziyet Değerleri [27-29]**

|  |  |
|--|--|
| HSE (Health and Safety Executive – İngiltere İş Sağlığı ve Güvenliği Kuruluşu) [27]  | Düşük maruziyet eylem değerleri:<br>- Günlük veya haftalık kişisel gürültü maruziyeti: 80 dB(A)<br>- Peak Ses basıncı seviyesi: 135 dB(C)  |
|  | Yüksek maruziyet eylem değerleri:<br>- Günlük veya haftalık kişisel gürültü maruziyeti: 85 dB(A)<br>- Peak Ses basıncı seviyesi: 137 dB(C) |
|  | Maruziyet sınır değerleri:<br>- Günlük veya haftalık kişisel gürültü maruziyeti: 87 dB(A)<br>- Peak Ses basıncı seviyesi: 140 dB(C)        |
| OSHA (Occupational Safety and Health Administration – Amerikan İş Sağlığı ve Güvenliği İdaresi) [28]                       | 8 saatlik maruziyet değeri: 90 dB(A)   |
| NIOSH (The National Institute for Occupational Safety and Health – Amerikan Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü) [29] | 8 saatlik maruziyet değeri: 85 dB(A)   |

### 3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

#### 3.1. ÇALIŞMA HAKKINDA BİLGİ

Çimento sektörü, gelişen dünyanın yapısının geliştirilmesinde önemli rol oynamasına karşın çimento üretimi sırasında çalışan sağlığı için tehlikeli durumlarla karşılaşmaktadır. Çimento üretimi prosesi itibariyle toz maruziyetinin ve bünyesinde bulundurduğu fan, jeneratör, motor, öğütücü değirmen gibi gürültüye neden olan ekipmanlardan dolayı da çalışanların gürültü maruziyetinin incelenmesi gereken bir sektördür. Çalışmaya çimento üretimi, prosesi ve çalışan sağlığına zararları üzerine literatür araştırmasıyla başlanılmış, ilgili sektör raporları, akademik makaleler vb. çalışmalar incelenmiştir. Yapılan araştırmalar ışığında seçilen üç işletmede solunabilir toz, silis ve gürültü ölçümleri yapılmasına karar verilmiştir. Daha sonrasında saha çalışmasının yapılacağı işletmeler belirlenmiş ve ilgili kişilerden izinler alınmıştır. Çalışanların solunabilir toz ve gürültü maruziyetinin belirlenmesi için kişisel maruziyet ölçümleri öncesinde gerekli incelemeler yapılarak maruziyetin olduğu üretim süreçleri belirlenmiştir. Çalışanlardan MDHS 14/3 ve MDHS 101/2 metotlarına göre solunabilir toz ve silis örneklemeleri alınmış, gerekli analizler yapılarak çalışanların solunabilir toz ve silis maruziyeti belirlenmiştir. Gürültü ölçümlerinde ise TS EN ISO 9612:2009-“Akustik çalışma ortamında maruz kalınan gürültünün ölçülmesi ve değerlendirilmesi için prensipler” standardında belirtilen metot kullanılmıştır. Ölçümler neticesinde elde edilen solunabilir toz, silis ve gürültü maruziyet değerleri belirlenmiş, üretim süreçlerine göre ayrı ayrı yorumlanarak işletmeler arasında karşılaştırma yapılmıştır. Tespit edilen sonuçlardan yola çıkarak, çimento üretiminde toz ve gürültü maruziyetini önlemeye yönelik öneriler sunulmuştur. Tez kapsamında takip edilen adımlar Şekil 3.1’ de gösterilmiştir.



**Şekil 3.1. Tez Kapsamında Gerçekleştirilen Çalışmanın Aşamaları**

### 3.2. ÇALIŞMANIN YAPILDIĞI İŞLETMELER HAKKINDA BİLGİ

Çalışmanın yapıldığı işletmeler İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları tebliğine göre çok tehlikeli sınıfta yer almaktadır.

Araştırmanın yapılmak üzere seçilen üç işletmeden ikisi İç Anadolu Bölgesinde uzun yıllardır çimento üretimi faaliyetlerini sürdüren firmalar olup, diğer firma ise Karadeniz bölgesinde yer alan daha genç bir çimento üretim tesisidir.

Saha çalışmalarının yapıldığı işyerleri ile ilgili genel bilgiler Tablo 3.1.'de verilmiştir.

**Tablo 3.1. Ölçüm Yapılan İşletmeler ile İlgili Genel Bilgiler**

| İşletmeler | Yıllık Üretim Kapasitesi                         | Çalışan Sayısı | İş Sağlığı ve Güvenliği Hizmeti Alma Durumu |                     |
|------------|--|----------------|---|---------------------|
|            |  |                | İş Yeri Hekimi                              | İş Güvenliği Uzmanı |
| A          | 1,2 milyon ton klinker<br>1,8 milyon ton çimento | 182            | Mevcut                                      | Mevcut              |
| B          | 1,1 milyon ton klinker<br>1,4 milyon ton çimento | 185            | Mevcut                                      | Mevcut              |
| C          | 1,5 milyon ton klinker<br>1,8 milyon ton çimento | 190            | Mevcut                                      | Mevcut              |

### 3.3. İŞLETMEDEKİ SOLUNABİLİR TOZ VE SİLİS MARUZİYETİNİN BELİRLENMESİ

#### 3.3.1. Numune Alınacak Bölümlerin Belirlenmesi

Seçilen üç işletmede ölçüm öncesi yapılan ön inceleme ve bunlara ek olarak literatürde yer alan benzer çalışmalardan yararlanarak ve TSE-EN-689 kriterleri baza alınarak iş yeri havasından toz ve ağır metal numunesi alınacak bölümler belirlenmiştir. Ön inceleme, iş güvenliği (İG) uzmanı ve üretim şefi eşliğinde tüm bölümler gözlemlenerek yapılmıştır. İG uzmanı ve üretim şefi ile verilen ortak kararlar neticesinde kırıcı, farin değirmeni, döner fırın, kömür değirmeni,

çimento değırmeni, paketleme bölümünde döner kantar ve torbalı yüklemde ve seçilen bir makine bakım personelinden toz örnekleme yapılmasına karar verilmiştir.

Her bölümde çalışan işçilerin toza maruziyetlerinin homojen olduğu görüldüğünden her bölümden bir işçiye toz pompası takılarak toplam sekiz adet toz numunesi alınmıştır.

### 3.3.2. Solunabilir Toz Maruziyeti Tespitinde Kullanılan Cihaz ve Sarf Malzemeler

Toz örnekleme için kullanılan İSGÜM Ankara Merkez Laboratuvarında bulunan toz örnekleme pompaları ve aparatları Resim 3.1’de gösterilmiştir. Toz örneklemesinde ve analizinde kullanılan cihaz ve sarf malzemeler aşağıda listelenmiştir.

- Esnek bağlayıcı borulu SKC Sidekick tipi veya 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 Terazi
- Kalibre standart ağırlıklar
- FTIR (Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektrofotometre ) analiz cihazı



**Resim 3.1. Kişisel Hava Örnekleme Pompası, Siklon Başlık, Filtre ve Filtre Kaseti**

### 3.3.3. Numune Alma Prosedürü

İşletmeye gitmeden önce ölçümde kullanılacak olan ekipmanların gerekli hazırlık ve ayarlamaları İSGÜM’de yapılmıştır. SKC marka toz örnekleme pompaları numune alma işleminden önce İSGÜM’de bulunan dijital debi ölçer (DryCal) ile hacimsel akış hızı 2,2 lt/dk olarak ayarlanmıştır.

Örnekleme için kullanılacak PVC filtreler kasetlerin içine yerleştirilerek ilk tartımları 0,01 hassasiyete sahip hassas terazide yapıp sonuçları kaydedilmiştir. Tartıma başlamadan önce asgari olarak terazinin doğruluğu, üretici firmanın önerdiği aralıklarla kalibre standart ağırlıklar (etalon set) kullanılarak kontrol edilmiştir. İlk tartımları yapılan kasetlerin her biri koruyucu klipsleri takılarak ayrı kilitli poşetlere konulmuş ve etiketlenmiştir. Bu aşamadan sonra akış hızları 2,2 lt/dk’ya ayarlanmış pompalar ve ilk tartımları yapılmış kasetler örnekleme için hazır duruma getirilmiştir [30,31].

Önceden hazırlanmış içerisinde PVC filtreyi bulunduran kasetler işyerinde temiz, tozsuz bir ortamda kilitli poşetlerinden çıkarılarak siklon başlıklara yerleştirilmiştir. Esnek uzun hortumlar hava kaçırmayacak şekilde pompaya bağlanmıştır. Numune alma pompası çalışanın üzerine takılmadan önce bir kez de taşınabilir akış ölçer (rotametre) ile debisi kontrol edilmiştir. Pompa başlığı çalışanın solunum bölgesine, genellikle ağızdan 30 cm’den fazla olmayacak şekilde, omzunun üstünde köprücük kemiğine yakın bir yere Resim 3.2’de gösterilen şekilde yerleştirilmiştir.



**Resim 3.2. Toz Pompası ve Siklon Başlık Konumu**

Numune alma işlemine hazır olduğunda pompa çalıştırılarak zaman ve hacimsel akış hızı sıcaklık, basınç ve nem kaydedilmiştir. Kullanılan metot gereği en az 240 dakika örnekleme yapılmış sürenin bitiminde pompa kapatılmıştır. Numune alma işlemi sonunda hacimsel akış hızı rotametre ile tekrar kontrol edilmiştir. 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 edilmiştir. Farkın belirtilen aralıktan fazla olması durumunda kullanılan metot gereği ölçüm geçersiz sayılır. Farklar izin verilebilir aralıkta olduğundan akış hızı ve ölçüm süresi ilgili formlara kaydedilmiştir.

Siklon başlığı içerisindeki kaset dikkatlice çıkarılıp koruyucu klipsle kapatılarak kendine ait kilitli poşete konulmuştur. Numune alma için kullanılan filtrelerle aynı şekilde hazırlanmış ve ilk tartımları yapılmış şahit filtreler de diğer filtrelerle beraber işletmeye taşınmış olup, ölçüm yapılan ortama bırakılmışlardır. Ancak şahit filtrelere pompa ile hava çekişi yapılmamıştır. 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 uygun şekilde İSGÜM laboratuvarına getirilmiştir [30, 31].



### 3.3.4. Solunabilir Toz Numunesi Gravimetrik Analizi

Gravimetrik analiz ile filtre üzerine toplanan tozun ağırlığı, örnekleme öncesi ve sonrasında filtrelerin kasetleriyle beraber tartılmasıyla hesaplanır. Laboratuvara getirilen toz yüklü filtrelerin son tartımları yapılmadan önce tartım ortamında kilitli poşetlerden çıkarılarak şartlandırılmaları için bir gece laboratuvarında bekletilmiştir. Daha sonra şartlandırılmış filtrelerin tartımları yapılmak üzere kalibre standart ağırlıklarla kontrolü yapılmış olan hassas terazide son tartımları yapılmıştır. Tartım işlemi bittikten sonra tartım sonuçları ve gerekli veriler toz hesaplama programına girilerek toz numunesi alınan noktalardaki solunabilir toz konsantrasyonu sonuçları elde edilmiştir. Toz hesaplama programı, gravimetrik tozun TS EN 689 metoduna göre 8 saatlik zaman ağırlıklı ortalama değer için (TWA) maruziyet derişiminin hesaplandığı İSGÜM’de kullanılan programdır.

Alınan örneklemede bulunan tozun konsantrasyonu hesap programında aşağıda yer alan formül ile hesaplanır [30].

$$C = \frac{(W_f - W_i) - (B_f - B_i)}{V \cdot t} \times 1000, \text{ mg/m}^3 \quad (3.1)$$

Formülde yer alan değerler şu şekildedir:

- C : Kimyasal madde konsantrasyonu ( $\text{mg/m}^3$ )
- ( $W_f$ ) : Numune Filtre Son Tartım (mg)
- ( $W_i$ ) : Numune Filtre İlk tartım (mg)
- ( $B_f$ ) : Şahit Numune Filtre Son Tartım (mg)
- ( $B_i$ ) : Şahit Numune Filtre İlk Tartım (mg)
- V : Hacimsel Hava Akış Hızı ( litre/dakika)
- t : Ölçüm Süresi (dakika)

Elde edilen derişim aşağıdaki formüle yerleştirilerek 8 saatlik zaman ağırlıklı ortalama (TWA) değeri elde edilmiştir [32].

$$\frac{\sum C_i t_i}{\sum t_i} = \frac{C_1 t_1 + C_2 t_2 + \dots + C_n t_n}{8} \quad (3.2)$$

Formüldeki;

$C_i$ : Mesleki Maruz Kalma Derişimi ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )

$t_i$ : Maruz Kalma Süresi (saat)

$\sum t_i$ : Vardiya Süresi (saat)

değerlerini göstermektedir.

### 3.3.5. FTIR (Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektrofotometre) Cihazı ile Silis Tayini

Gravimetrik hesap ile solunabilir toz konsantrasyonu miktarları hesaplanan toz yüklü filtrelerde bulunan silis miktarlarının tayini FTIR cihazında gerçekleştirilmiş, filtrelerde toplanan tozun yapısı incelenerek her bir noktada maruz kalınan silis miktarı MDHS 101 metoduna uygun olarak belirlenmiştir. Analiz sonuçları İSGÜM bünyesinde oluşturulmuş toz hesaplama programına girilmiş ve silis maruziyeti ve maruziyetin eşik sınır değerleri (ESD) hesaplanmıştır.

## 3.4. İŞLETMEDEKİ GÜRÜLTÜ MARUZİYETİNİN BELİRLENMESİ

Gürültü ölçümlerinde TS EN ISO 9612:2009-“Akustik çalışma ortamında maruz kalınan gürültünün ölçülmesi ve değerlendirilmesi için prensipler” standardında belirtilen metot kullanılmaktadır.

### 3.4.1. Ölçüm Cihazları

Gürültü ölçümleri için, gürültü ve titreşim ölçer ve akustik kalibratör cihazları kullanılmıştır (Resim 3.3).



**Resim 3.3. Gürültü ve Titreşim Ölçer ve Akustik Kalibratör**

Her ölçümden önce ve sonra bütün sistemin akustik kontrolü akustik kalibratör ile ölçümün gerçekleştirileceği işyerinde yapılmıştır.

### 3.4.2. Ölçüm Prosedürü

#### ➤ İş analizi:

Yapılan iş ve çalışanları kapsayan yeterli bilgiyi sağlamalıdır. Bu sayede uygun bir ölçüm stratejisi seçilebilir ve ölçümler planlanabilir. İş analizi ölçüm yapılacak bütün durumlarda gereklidir. Bu işlem [33]:

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

İş; üretim, süreç, organizasyon, çalışanlar ve faaliyetler üzerinde durularak analiz edilir. Ölçümler; görev-tabanlı, iş-tabanlı veya tam-gün stratejisi kullanılarak yapılabilir. Hangi strateji seçilirse seçilsin, önemli olan gürültüye maruz kalma açısından önemli bütün olayları tanımlamak ve bunların ölçüm planına katıldığından emin olmaktır [33].

➤ **Ölçüm stratejisinin seçimi:**

Ölçüm stratejisinin belirlenmesinde birkaç faktör rol oynar. Bunlar; ölçümün amacı, iş durumunun karmaşıklığı, kaç çalışanın gerektiği, iş gününün etkin olan süresi, ölçüm ve analiz için mevcut zaman ve ayrıntılı ne kadar bilgi gerektiği gibi faktörlerdir [33].

Ölçüm stratejisi, görev-tabanlı ölçüm, iş-tabanlı ölçüm, ya da tam gün ölçümlerinden seçilmelidir [33].

- 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.
- İş-tabanlı ölçüm: Özellikle işlerin yürütülmesi sırasında bir dizi rastgele ses basınç seviyesi örnekleri alınır.
- Tam-gün ölçümü: Ses basınç seviyesi tam iş günü içerisinde sürekli olarak ölçülür.

➤ **Ölçümler:**

Yapılan bu çalışmada görev tabanlı ölçüm stratejileri izlenmiştir.

**Görev-tabanlı ölçüm stratejisi:**

Çalışanlar veya homojen gürültü maruziyet gruplarını değerlendirme aşaması için, nominal gün görevlere bölünmüştür. Gürültüye katkıda bulunan her şey dikkate alınmıştır [33].

Görevlerin süresi çalışanlar ve şeflerle görüşerek belirlenmiştir. Alternatif olarak birden fazla çalışan ve şefe en makul süre aralığını belirlemek için danışılmıştır [33].

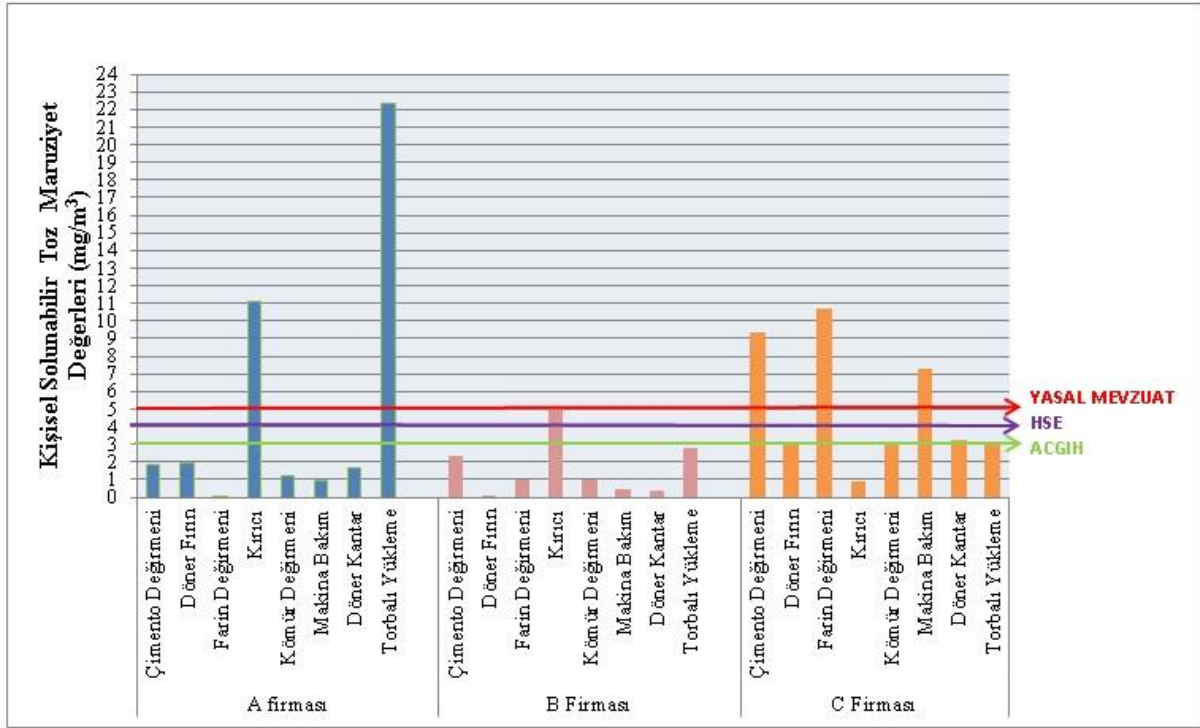
Her bir görev için en az 5 dakika olmak üzere 3 defa ölçüm yapılmıştır. Yapılan 3 ölçümün sonuçları arasında 3 dB veya daha fazla fark varsa ilave 3 ölçüm daha yapılmış ya da görev daha alt görevlere bölünerek yukarıdaki işlemler tekrarlanmıştır [33].

Ölçüm sonuçları, kendimizin belirlediği veya cihaz tarafından otomatik olarak atanan bir dosya ismiyle cihaza kaydedilir. Veriler daha sonra, kullanılan yazılım programı yüklü olan bilgisayara ara bağlantı kablosu ile bağlanarak bilgisayar ortamına aktarılır. İSGÜM bünyesinde oluşturulmuş hesap programları aracılığıyla gerekli hesaplamalar yapıp sonuçlar raporlanır.

## 4. BULGULAR

### 4.1. SOLUNABİLİR TOZ VE SİLİS MARUZİYETLERİNİN BELİRLENMESİ

Araştırma kapsamında seçilen üç işletmede çimento üretiminde toz ve silis maruziyetinin belirlenmesi amacıyla ölçümler yapılmıştır. Her bir işletmeden sekiz nokta olmak üzere toplam 24 adet solunabilir toz ölçümü gerçekleştirilmiş ve silis içeriklerini belirlemek amacıyla analizler yapılmıştır. Grafik 4.1’de toz numunesi analiz sonuçlarına göre, solunabilir toz konsantrasyon değerleri ile Tozla Mücadele Yönetmeliği’nde geçen yasal sınır değer, HSE ve ACGIH gibi uluslararası kuruluşların belirledikleri sınır değerler gösterilmiştir.



**Grafik 4.1. İşyerlerinde Farklı Süreçlerde Tespit Edilen Solunabilir Toz Maruziyet Değerlerinin Dağılımı**

Grafik 4.1’de üç işletmenin proseslerinin solunabilir toz maruziyet değerleri gösterilmiştir. Grafiğe göre C firmasında üç noktada, A firmasında iki noktada, B firmasında ise bir noktada yasal mevzuat sınır değerinin aşıldığı tespit edilmiştir. Ayrıca C firmasında yasal mevzuat değerini aşmayan ünitelerin çoğunun, belirlenen toz maruziyetlerinin de tavsiye niteliğindeki uluslararası enstitü sınır değerlerine yakın olduğu görülmüştür.

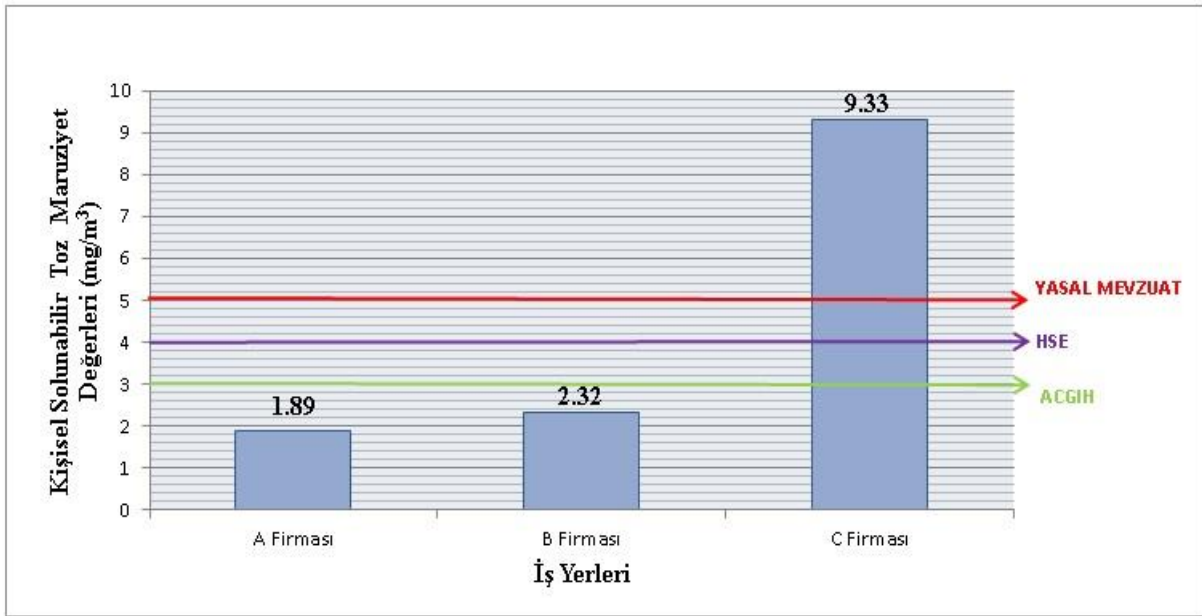
Silis maruziyet değerleri ve eşik sınır değerler ise Tablo 4.1’de verilmiştir.

**Tablo 4.1. İşyerlerinde Tespit Edilen Silis Maruziyet Değerleri ve Eşik Sınır Değerleri**

| İşyeri | Yapılan İşlem     | Sonuçlar  |  | Örnekleme Zamanı (dk) |
|--------|-------------------|---|--|-----------------------|
|        |                   | Silis Maruziyet Değerleri (mg/ m <sup>3</sup> ) | Eşik Sınır Değerleri (ESD) (mg/ m <sup>3</sup> ) |                       |
| A      | Çimento Değirmeni | 1,89  | T.E.D.B.   | 240                   |
|        | Döner Fırın       | 1,92  | 19,98  | 240                   |
|        | Farin Değirmeni   | 0,07  | 0.57   | 240                   |
|        | Kırıcı            | 11,15   | T.E.D.B.   | 240                   |
|        | Kömür Değirmeni   | 1,19  | T.E.D.B.   | 240                   |
|        | Makina Bakım      | 0,98  | 15,38  | 240                   |
|        | Döner Kantar      | 1,66  | T.E.D.B.   | 240                   |
|        | Torbalı Yükleme   | 22,32   | T.E.D.B.   | 240                   |
| B      | Çimento Değirmeni | 1,89  | T.E.D.B.   | 240                   |
|        | Döner Fırın       | 0,06  | T.E.D.B.   | 240                   |
|        | Farin Değirmeni   | 0,94  | T.E.D.B.   | 240                   |
|        | Kırıcı            | 5,08  | T.E.D.B.   | 240                   |
|        | Kömür Değirmeni   | 0,92  | T.E.D.B.   | 240                   |
|        | Makina Bakım      | 0,45  | T.E.D.B.   | 240                   |
|        | Döner Kantar      | 0,36  | T.E.D.B.   | 240                   |
|        | Torbalı Yükleme   | 2,72  | T.E.D.B.   | 240                   |
| C      | Çimento Değirmeni | 9,33  | T.E.D.B.   | 240                   |
|        | Döner Fırın       | 3,01  | T.E.D.B.   | 240                   |
|        | Farin Değirmeni   | 10,64   | 30,27  | 240                   |
|        | Kırıcı            | 0,88  | T.E.D.B.   | 240                   |
|        | Kömür Değirmeni   | 2,9   | T.E.D.B.   | 240                   |
|        | Makina Bakım      | 7,26  | 29,19  | 240                   |
|        | Döner Kantar      | 3,23  | T.E.D.B.   | 240                   |
|        | Torbalı Yükleme   | 3,12  | T.E.D.B.   | 240                   |

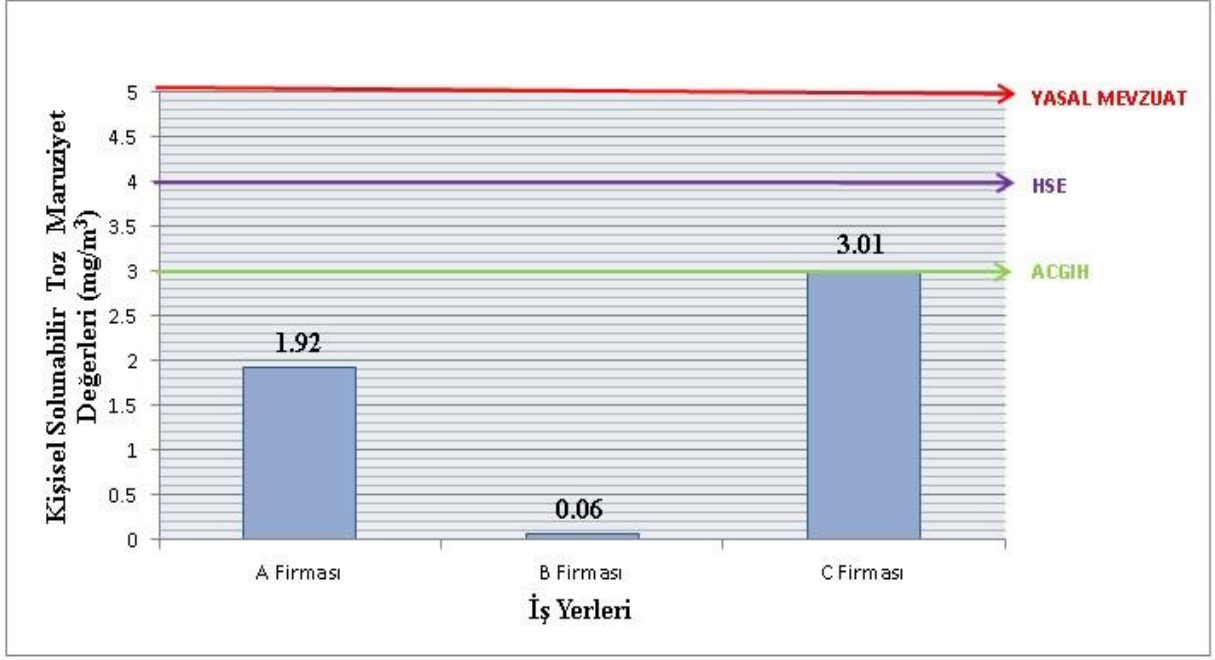
Tablo 4.2’de farklı proseslerdeki silis maruziyetleri gösterilmiştir. İşletmelerde yönetmelikte verilen eşik sınır değerlerin (ESD) üzerinde silis maruziyetinin olmadığı görülmüştür. Buna rağmen A firmasında makine bakım, farin değirmeni ve döner fırında; C firmasında ise makine bakım ve farin değirmeninde silis maruziyetinin az da olsa mevcut olduğu görülmüştür.

Tablo 4.1’deki sonuçlar kullanılarak işyerlerinin solunabilir toz maruziyet değerleri birbirleriyle karşılaştırılmış ve grafikler halinde sunulmuştur. Farklı proseslerin maruziyet değerleri sırasıyla; Grafik 4.1-4.8’de verilmiş, ulusal mevzuattaki maruziyet sınır değeri kırmızı çizgi ile HSE ve ACGIH tarafından belirlenen sınır değerler ise sırasıyla mor ve yeşil çizgiler halinde belirtilmiştir.



**Grafik 4.2. İşyerlerinde Çimento Değirmeninde Tespit Edilen Solunabilir Toz Maruziyet Değerlerinin Dağılımı**

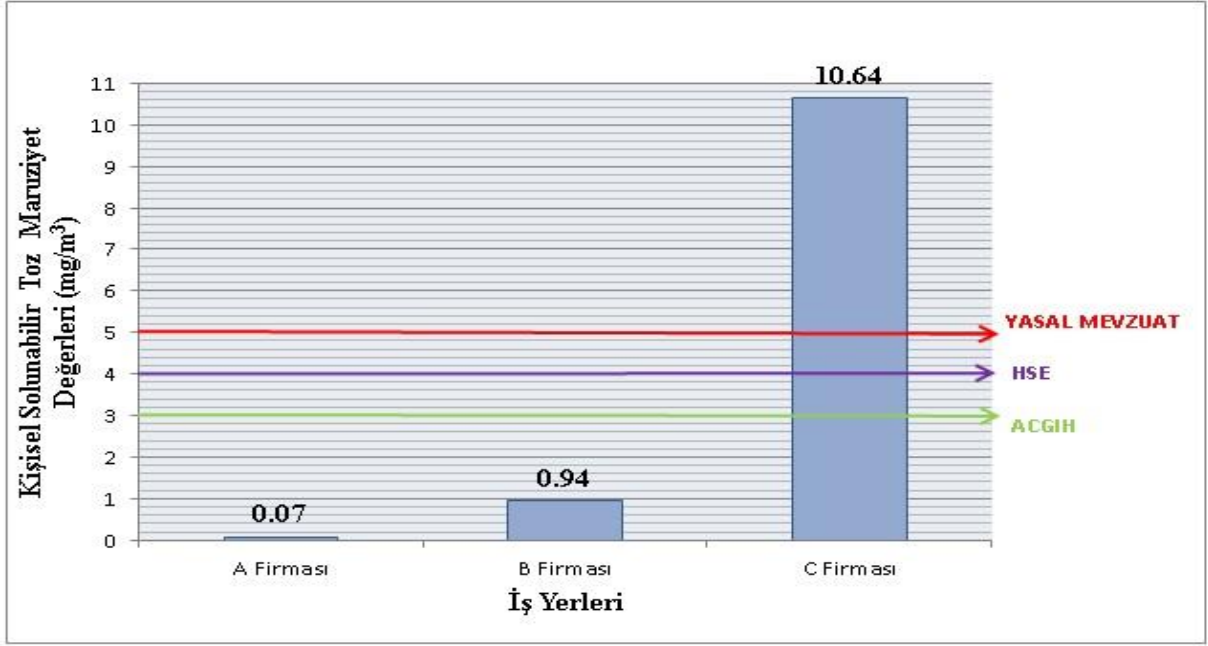
Grafik 4.2’de görüldüğü üzere çimento değirmeni ünitesinde en yüksek solunabilir toz maruziyeti C firmasında, en düşük solunabilir toz maruziyeti ise A firmasında çıkmıştır. C firmasında solunabilir toz maruziyet değerinin yasal sınır değeri aştığı; A ve B firmalarının ise ulusal ve uluslararası sınır değerlerin altında olduğu; ancak B firmasının ACGIH tarafından belirtilen sınır değere yakın olduğu görülmüştür.



**Grafik 4.3. İşyerlerinde Döner Fırında Tespit Edilen Solunabilir Toz Maruziyet Değerlerinin Dağılımı**

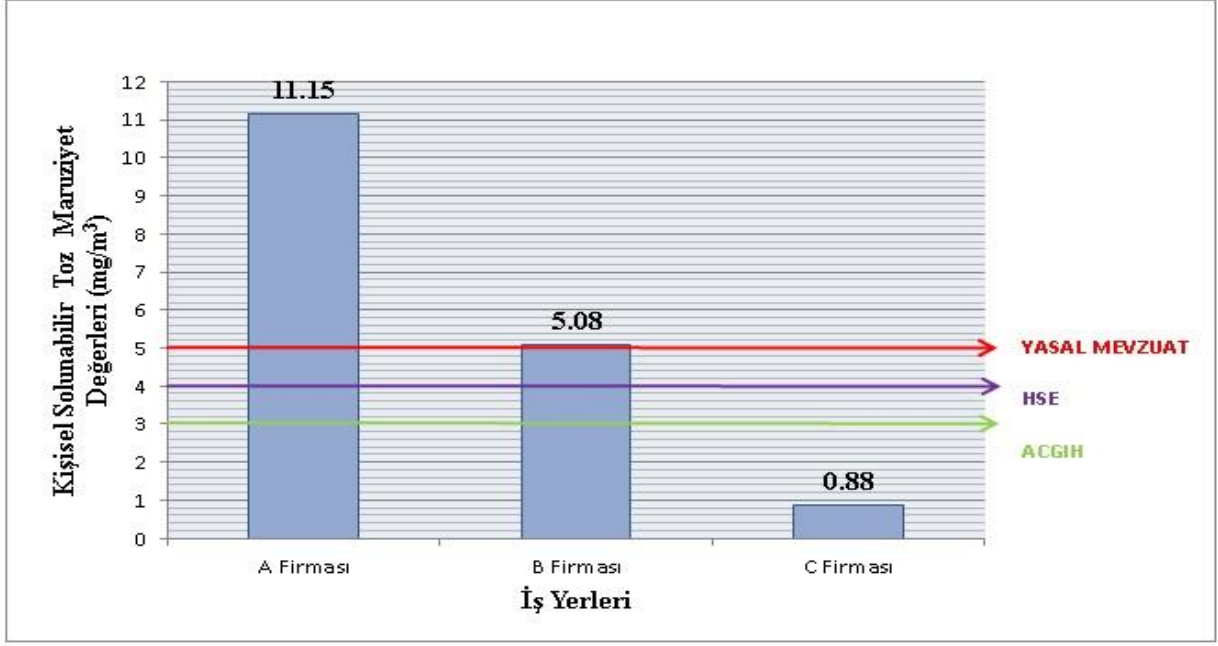
Grafik 4.3' te döner fırın ünitesinde belirlenen toz maruziyetleri karşılaştırılmış en yüksek toz maruziyetinin C firmasında, en düşük maruziyetin ise B firmasında olduğu görülmüştür. Tüm işyerlerindeki toz maruziyet değerlerinin, ulusal mevzuat sınır değerinin altında olduğu; ancak C firmasının maruziyet değerinin, ACGIH tarafından belirlenen sınır değeri geçtiği, HSE sınır değerine ise yakın olduğu görülmüştür.





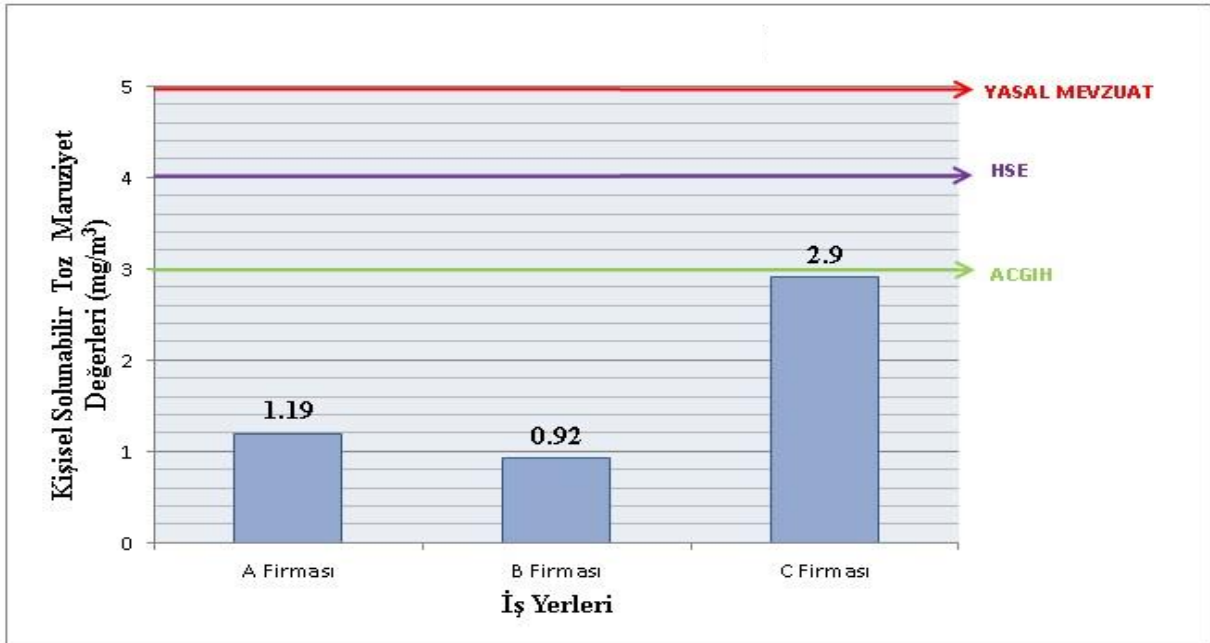
**Grafik 4.4 İşyerlerinde Farin Değirmeninde Tespit Edilen Solunabilir Toz Maruziyet Değerlerinin Dağılımı**

Grafik 4.4'te görüldüğü üzere farin değirmeni ünitesinde en yüksek solunabilir toz maruziyeti C firmasında, en düşük solunabilir toz maruziyeti ise A firmasında çıkmıştır. C firmasında solunabilir toz maruziyet değerinin yasal sınır değeri aştığı; A ve B firmalarının maruziyet değerlerinin ise ulusal ve uluslararası sınır değerlerin altında olduğu tespit edilmiştir.



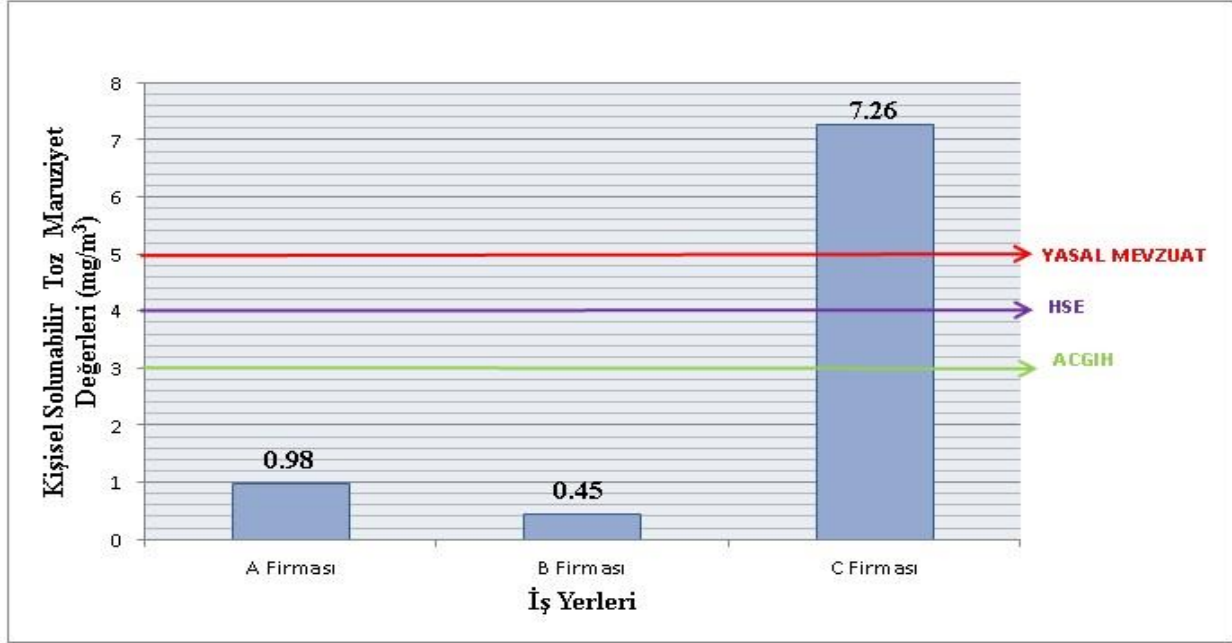
**Grafik 4.5. İşyerlerinde Kırıcıda Tespit Edilen Solunabilir Toz Maruziyet Değerlerinin Dağılımı**

Grafik 4.5'te görüldüğü üzere kırıcı ünitesinde en yüksek solunabilir toz maruziyeti A firmasında, en düşük solunabilir toz maruziyeti ise C firmasında çıkmıştır. A ve B firmalarının solunabilir toz maruziyet değerlerinin yasal sınır değeri aştığı; C firmasının maruziyet değerinin ise ulusal ve uluslararası sınır değerlerin altında olduğu tespit edilmiştir.



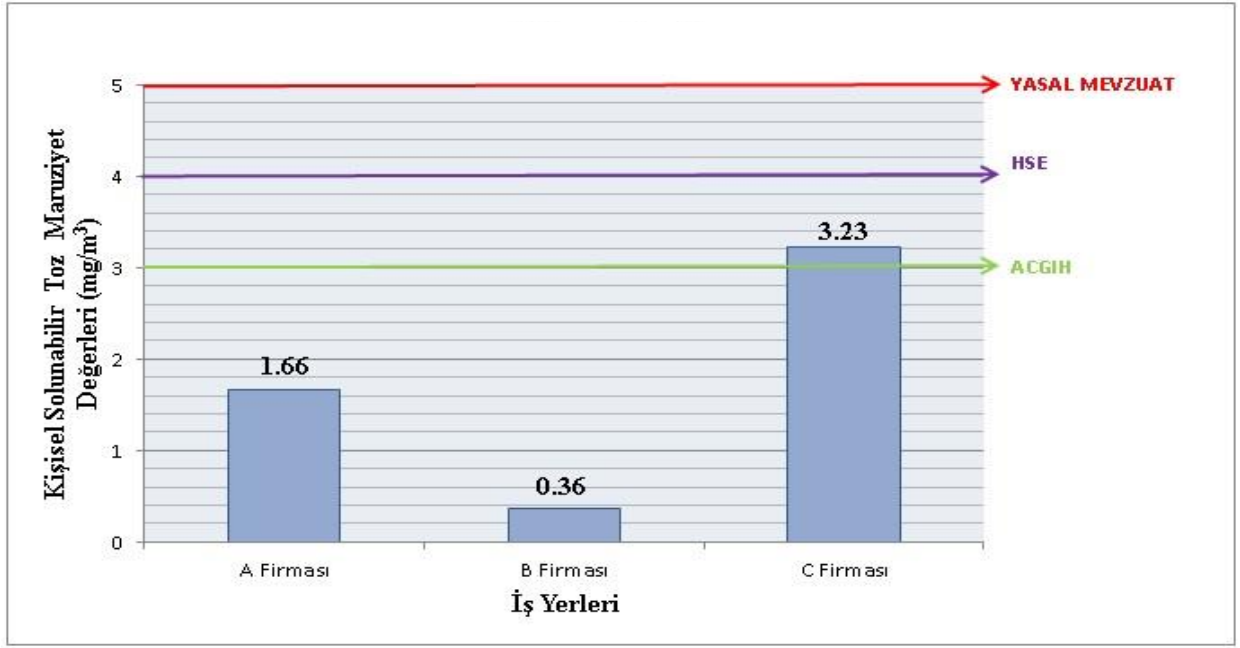
**Grafik 4.6. İşyerlerinde Kömür Değirmeninde Tespit Edilen Solunabilir Toz Maruziyet Değerlerinin Dağılımı**

Grafik 4.6'da kömür değirmeni ünitesinde belirlenen toz maruziyetleri karşılaştırılmış en yüksek toz maruziyetinin C firmasında, en düşük maruziyetin ise B firmasında olduğu görülmüştür. Tüm işyerlerindeki toz maruziyet değerlerinin, ulusal mevzuat sınır değerinin altında olduğu; ancak C firmasının maruziyet değerinin, ACGIH tarafından belirlenen sınır değere çok yakın olduğu görülmüştür.



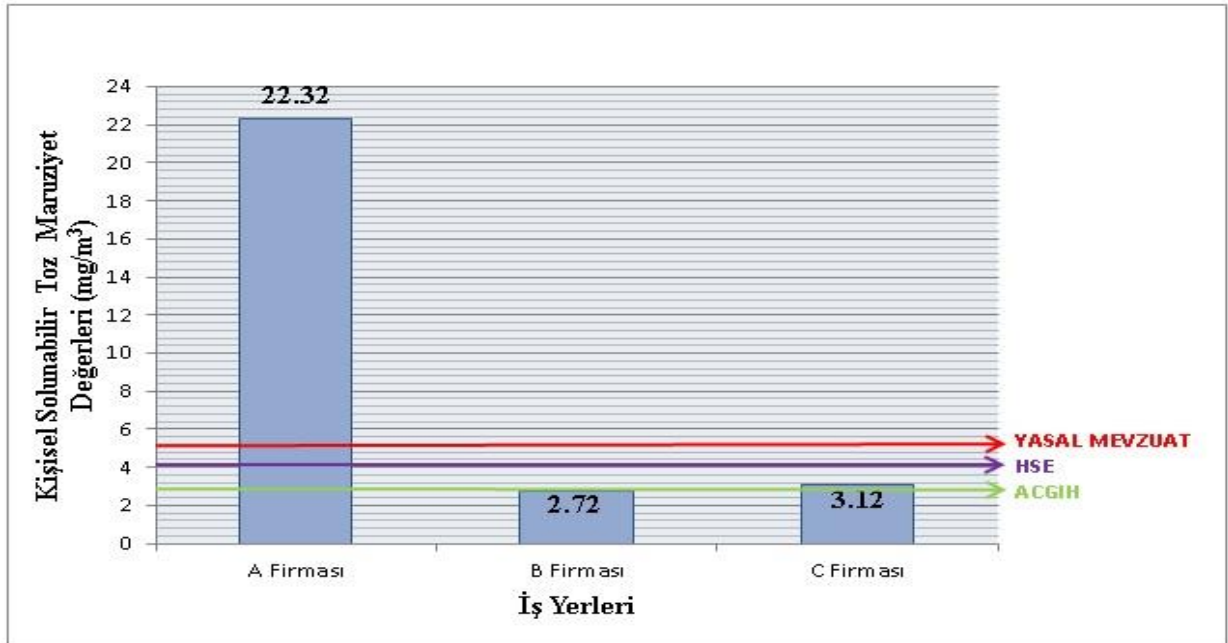
**Grafik 4.7. İşyerlerinde Makine Bakımcılarda Tespit Edilen Solunabilir Toz Maruziyet Değerlerinin Dağılımı**

Grafik 4.7'de görüldüğü üzere makine bakımcılarda en yüksek solunabilir toz maruziyeti C firmasında, en düşük solunabilir toz maruziyeti ise B firmasında çıkmıştır. C firmasında solunabilir toz maruziyet değerinin yasal sınır değeri aştığı; A ve B firmalarının maruziyet değerlerinin ise ulusal ve uluslararası sınır değerlerin altında olduğu tespit edilmiştir.



**Grafik 4.8. İşyerlerinde Döner Kantarda Tespit Edilen Solunabilir Toz Maruziyet Değerlerinin Dağılımı**

Grafik 4.8’de döner kantar ünitesinde belirlenen toz maruziyetleri karşılaştırılmış en yüksek toz maruziyetinin C firmasında, en düşük maruziyetin ise B firmasında olduğu görülmüştür. Tüm işyerlerindeki toz maruziyet değerlerinin, ulusal mevzuat sınır değerinin altında olduğu; ancak C firmasının maruziyet değerinin, ACGIH tarafından belirlenen sınır değeri geçtiği tespit edilmiştir.

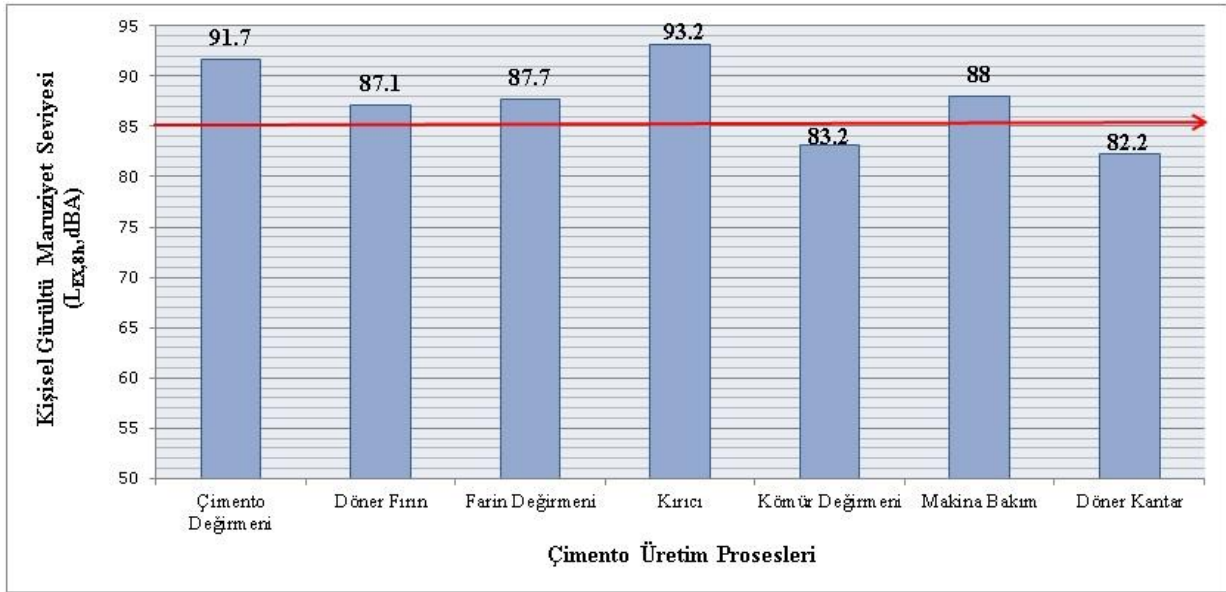


**Grafik 4.9. İşyerlerinde Torbalı Yüklemede Tespit Edilen Solunabilir Toz Maruziyet Değerlerinin Dağılımı**

Grafik 4.9’da torbalı yükleme ünitelerinin solunabilir toz maruziyetleri karşılaştırılmış ve en yüksek solunabilir toz maruziyeti A firmasında, en düşük solunabilir toz maruziyeti ise B firmasında tespit edilmiştir. A firmasında solunabilir toz maruziyet değerinin yasal sınır değeri aştığı; B ve C firmalarının maruziyet değerlerinin ise ACGIH tarafından belirlenen sınır değere yakın olduğu görülmüştür.

## 4.2. GÜRÜLTÜ MARUZİYETLERİNİN İNCELENMESİ

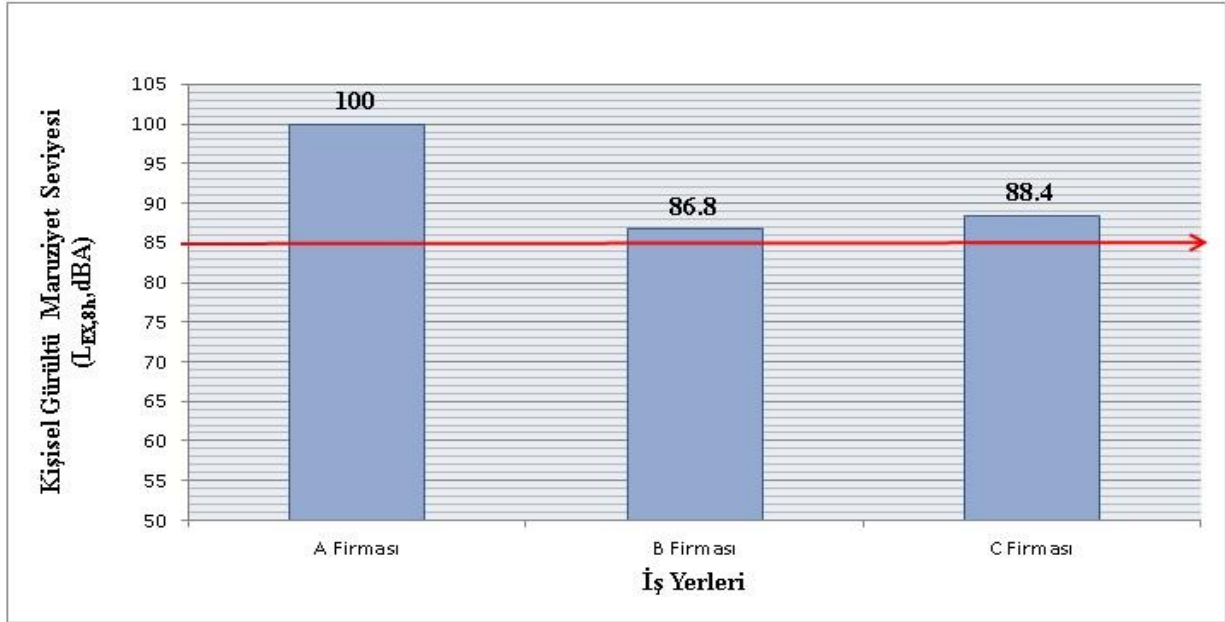
Çalışmanın ikinci aşamasında, araştırma kapsamında seçilen üç işletmede çimento üretiminde gürültü maruziyetinin belirlenmesi amacıyla ölçümler yapılmıştır. Her bir işletmeden yedi nokta olmak üzere toplam 21 adet kişisel gürültü maruziyet ölçümü gerçekleştirilmiştir.



**Grafik 4.10. İşyerlerinde Proseslerin Gürültü Maruziyeti Ortalama Değerlerinin Dağılımı**

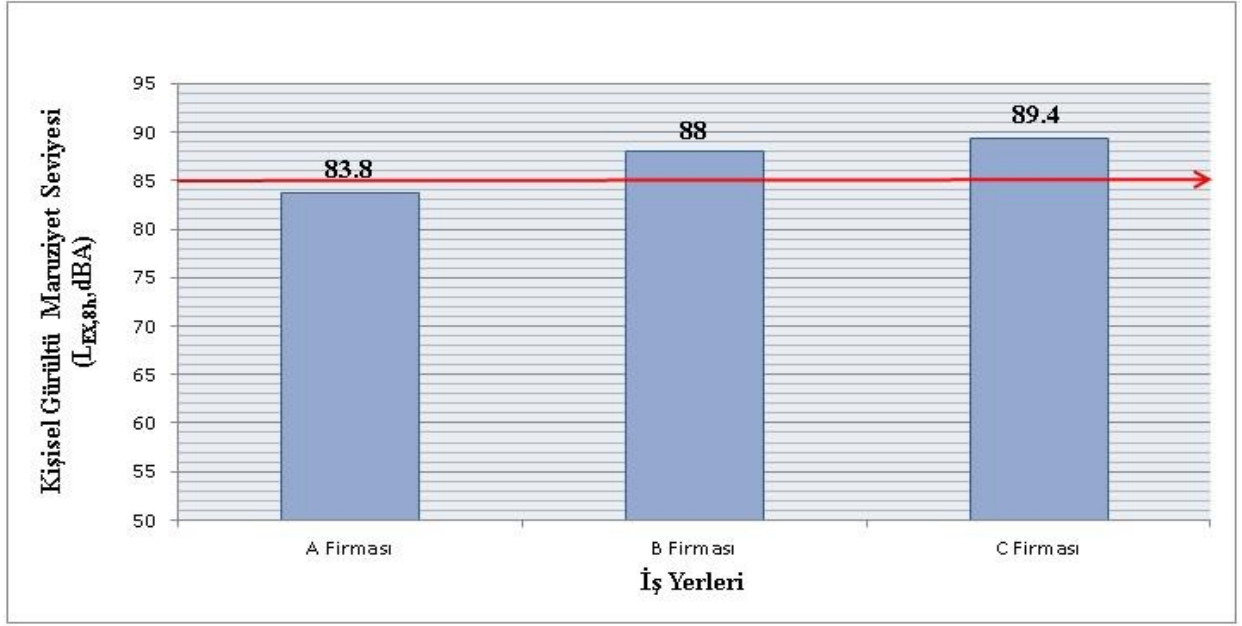
Grafik 4.10’ da üç işyerinde gürültü ölçümü için seçilen yedi prosesin ortalama değerleri karşılaştırılmış en yüksek maruziyetin çimento değirmeni ve kırıcı ünitelerinde olduğu tespit edilmiştir. Diğer ünitelerde ise maruziyetin 85 dB(A)’yı geçtiği veya bu değere çok yakın olduğu görülmüştür.

Her bir prosesin gürültü maruziyet değerleri araştırmanın yapıldığı işletmeler arasında karşılaştırılmış, yasal mevzuatta yer alan en yüksek maruziyet eylem değeri 85 dB(A) kırmızı çizgi ile belirtilmiştir. Sonuçlar Grafik 4.11-4.17.'de gösterilmiştir.



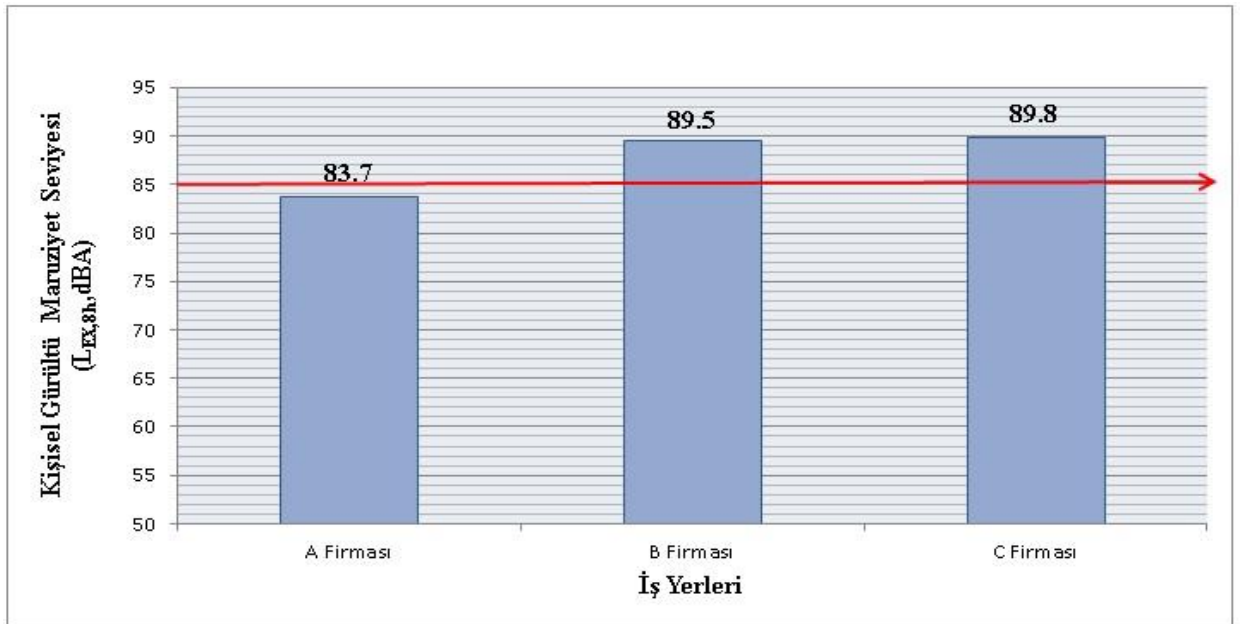
**Grafik 4.11. İşyerlerinde Çimento Değirmeninde Tespit Edilen Gürültü Maruziyet Değerlerinin Dağılımı**

Grafik 4.11'de görüldüğü üzere; işyerlerinin çimento değirmeni ünitelerinde tespit edilen gürültü ölçüm değerleri karşılaştırıldığında; en yüksek gürültünün A firmasında, en düşük gürültünün ise B firmasında olduğu belirlenmiştir. Üç işyerinde de gürültü maruziyetinin 85 dB(A)'yı aştığı görülmüştür.



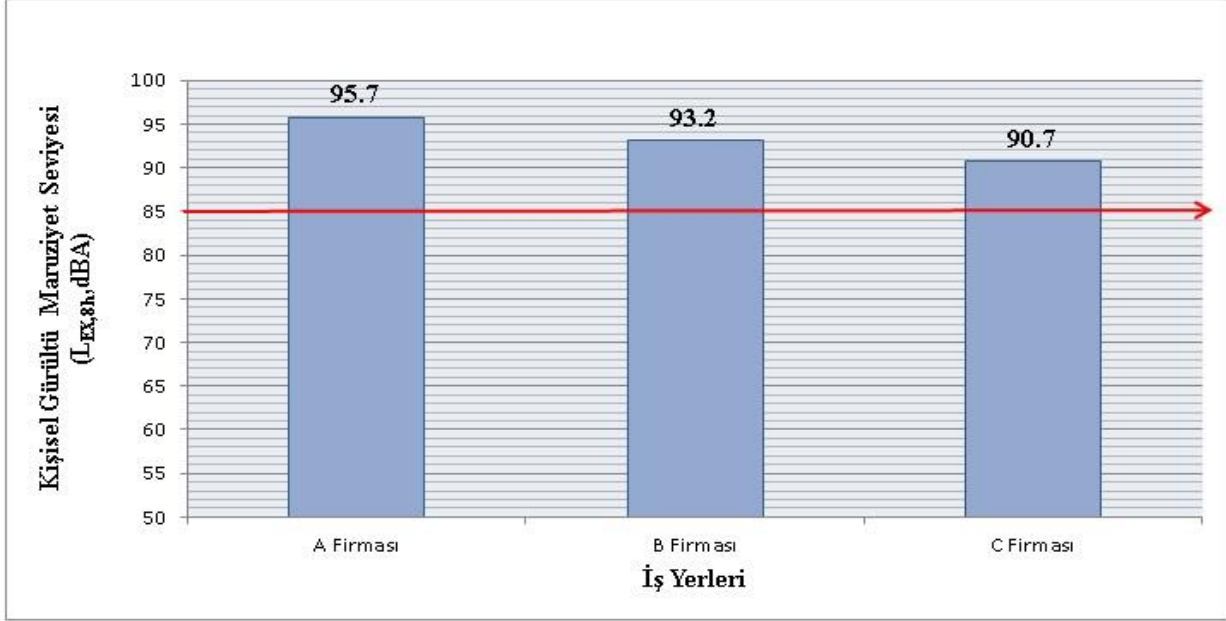
**Grafik 4.12. İşyerlerinde Döner Fırında Tespit Edilen Gürültü Maruziyet Değerlerinin Dağılımı**

Grafik 4.12’de işyerlerinin döner fırın ünitelerinde tespit edilen gürültü ölçüm değerleri karşılaştırıldığında; en yüksek gürültünün C firmasında, en düşük gürültünün ise A firmasında olduğu belirlenmiştir. B ve C firmalarının gürültü maruziyetinin 85 dB(A)’yı aştığı, A firmasının gürültü maruziyet değerinin ise 85 dB(A)’ya çok yakın olduğu görülmüştür.



**Grafik 4.13. İşyerlerinde Farin Değirmeninde Tespit Edilen Gürültü Maruziyet Değerlerinin Dağılımı**

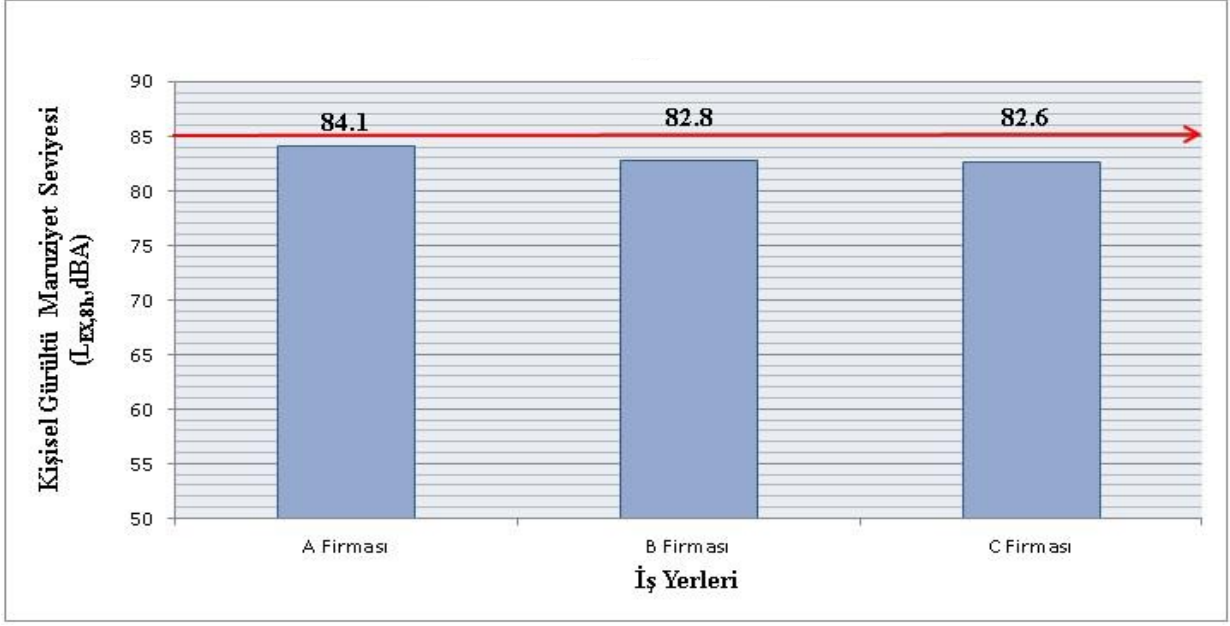
Grafik 4.13'te işyerlerinin farin değirmeni ünitelerinde tespit edilen gürültü ölçüm değerleri karşılaştırıldığında; en yüksek gürültünün C firmasında, en düşük gürültünün ise A firmasında olduğu belirlenmiştir. B ve C firmalarının gürültü maruziyetinin 85 dB(A)'yı aştığı, A firmasının gürültü maruziyet değerinin ise 85 dB(A)'ya çok yakın olduğu görülmüştür.



**Grafik 4.14. İşyerlerinde Kırıcıda Tespit Edilen Gürültü Maruziyet Değerlerinin Dağılımı**

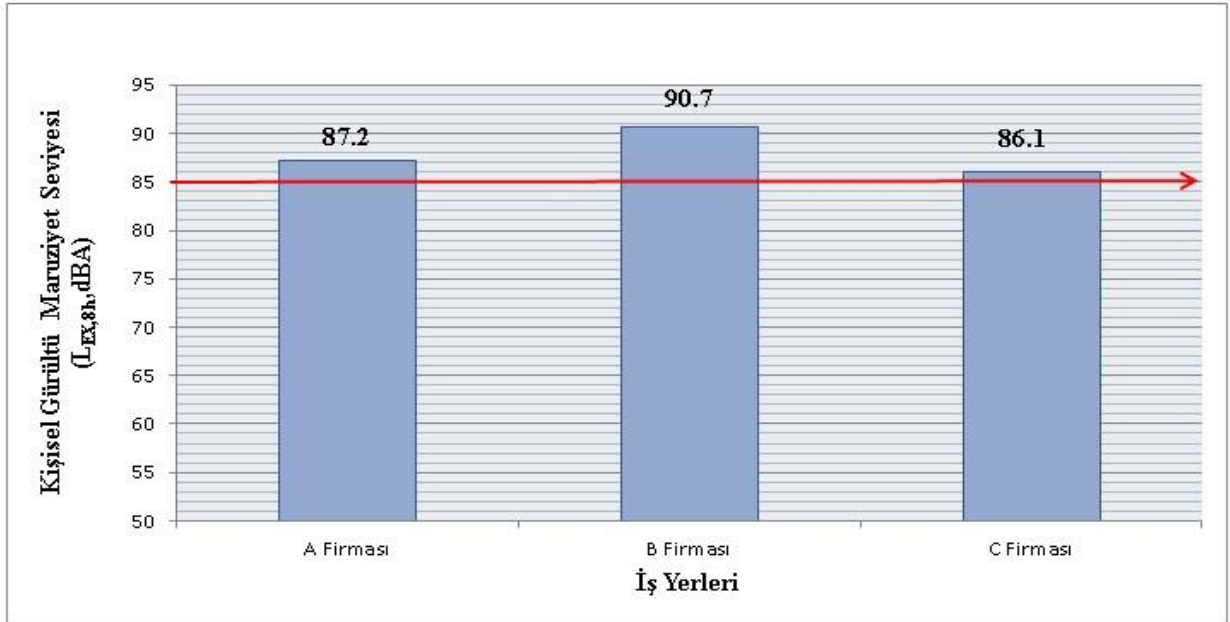
Grafik 4.14'te görüldüğü üzere; işyerlerinin kırıcı ünitelerinde tespit edilen gürültü ölçüm değerleri karşılaştırıldığında; en yüksek gürültünün A firmasında, en düşük gürültünün ise C firmasında olduğu belirlenmiştir. Üç işyerinde de gürültü maruziyetinin 85 dB(A)'yı aştığı görülmüştür.





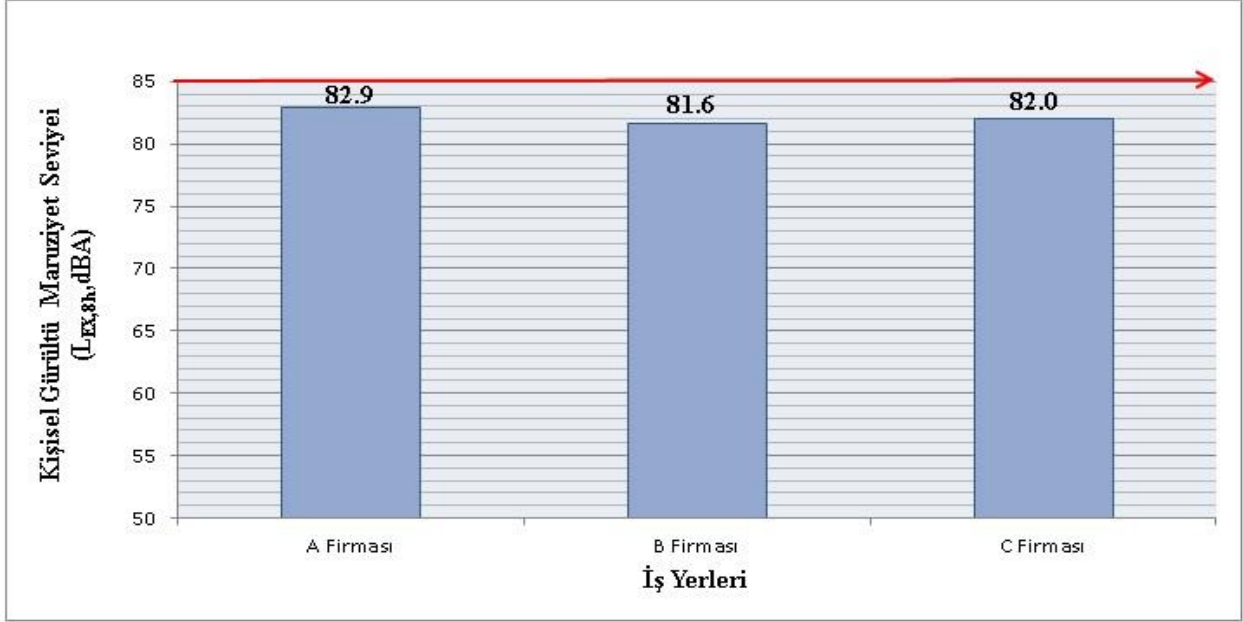
**Grafik 4.15. İşyerlerinde Kömür Değirmeninde Tespit Edilen Gürültü Maruziyet Değerlerinin Dağılımı**

Grafik 4.15'te işyerlerinin kömür değirmeni ünitelerinde tespit edilen gürültü ölçüm değerleri karşılaştırıldığında; en yüksek gürültünün A firmasında olup 85 dB(A)'yı geçtiği tespit edilmiştir. En düşük gürültü maruziyetinin B ve C firmalarında olmasına rağmen değerlerin 85 dB(A)'ya çok yakın olduğu görülmüştür.



**Grafik 4.16. İşyerlerinde Makina Bakımcılarda Tespit Edilen Gürültü Maruziyet Değerlerinin Dağılımı**

Grafik 4.16’da görüldüğü üzere; makine bakımcılarda tespit edilen gürültü ölçüm değerleri karşılaştırıldığında; en yüksek gürültünün B firmasında, en düşük gürültünün ise C firmasında olduğu belirlenmiştir. Üç işyerinde de gürültü maruziyetinin 85 dB(A)’yı aştığı görülmüştür.



**Grafik 4.17. İşyerlerinde Döner Kantar Ünitesinde Tespit Edilen Gürültü Maruziyet Değerlerinin Dağılımı**

Grafik 4.17’de döner kantar ünitesinde tespit edilen gürültü ölçüm değerleri karşılaştırılmış, üç işyerinde de gürültü maruziyetinin 85 dB(A)’nın altında olduğu; ancak gürültü maruziyetlerinin en yüksek maruziyet eylem değerine yakın olduğu görülmüştür.

## 5. TARTIŞMA

Tez çalışması kapsamında, çimento üretiminde faaliyet gösteren üç işletmede belirlenen üretim süreçlerinde solunabilir toz, silis ve gürültü maruziyetleri belirlenerek süreçlerdeki mevcut durum ortaya konulmuştur.

Omid Aminian ve ark. [34] çalışmalarında kırıcı ünitesinin yoğun toz maruziyeti altındaki gruplardan olduğunu belirtmiş ve yapılan toplam toz maruziyet ölçümleri neticesinde bu bölümün  $20,2 \text{ mg/m}^3$  ile ACGIH'ın  $10 \text{ mg/m}^3$  olan sınır değerini aştığını belirtmişlerdir. Diğer bir çalışmada, Mwaiselege ve ark. [35] kırıcıda toplam toz maruziyetini  $13,5 \text{ mg/m}^3$  olarak belirlemişler ve toz maruziyetinin yoğun olduğu bölümler arasında olduğunu söylemişlerdir. Bu tez çalışması kapsamında gidilen işletmelerde yapılan ölçümler sonucunda, malzemenin kırıcı ünitesinde işlem görmesi esnasında çıkan tozu çöktürmeye yönelik önlemlerin yetersiz olduğu, tozu çöktürmeye yönelik su püskürtme sistemlerinin aktif olarak kullanılmadığı işletmelerde toz maruziyetinin yüksek çıktığı görülmüştür. Bu işletmelerde, kırıcı çalışanlarının, kırıcıdan çıkan malzemenin stoklandığı kapalı stok sahasını ve sistemi kontrol etmek amaçlı giriş çıkışlarında da yoğun toza maruz kaldıkları tespit edilmiştir. Maruziyetin düşük çıktığı diğer işletmede ise, kırıcıdan çıkan malzemenin stoklanmadan direk kullanıma alınmasının etkili olduğu görülmüştür.

Omid Aminian ve ark. [34] ve Mwaiselege ve ark. [35] çimentonun paketlenme aşamasında toz maruziyetini araştırmış ve paketleme bölümünün çimento üretiminde toz maruziyetinin yoğun olduğu bölümler arasında olduğunu ifade etmişlerdir. Bu tez çalışmasında elde edilen veriler ve yapılan gözlemler neticesinde, paketleme bölümünün torbalı yükleme ünitesinde, çimento torbalarının kamyonlara istiflenmesi aşamasında, torbalar üst üste atılırken ortamdaki mevcut tozun havalandığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, çalışanlarla yapılan görüşmeler neticesinde çimento torbalarının kamyonlara istiflenirken patlamasına bağlı olarak toz maruziyetinin arttığı sonucuna varılmıştır. Paketlemenin diğer bölümü, döner kantar ünitesinde ise temizliğe gerekli hassasiyetin gösterilmediği, temizliğin çalı süpürgeleri gibi uygun olmayan yöntemlerle yapılmasına bağlı olarak toz maruziyetinin arttığı gözlemlenmiştir.

Çimento değirmeni ve farin değirmenlerinde elde edilen ölçüm sonuçlarına göre; etrafı kapalı olan değirmenlerde hem havalandırmasının yetersiz oluşu, hem temizliğin yetersiz olması, etrafta toz birikintilerinin olup yapılan temizliğin de süpürge ile yapılması çalışanların bu

alanda geçirdikleri süre içerisinde yoğun toza maruz kalmalarına neden olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yapılan gözlemler ışığında değirmenlerde karşılaşılan bir aksaklık veya bunkerlerdeki tıkanıklıkların açılması aşamasında çalışanların müdahale ettiği ve bu esnada yoğun toza maruz kaldıkları görülmüştür.

Çimento Üretiminde Tozla Mücadele Rehberi'nde [11], yapılan araştırma sonucunda, paketlenme, kırıcı, çimento değirmeni bölümlerindeki çalışanlar ile makine bakımçıların solunabilir toza en fazla maruz kalan çalışanlar olduğu belirtilmiştir. Bu tez çalışmasında da işletmelerin üretim süreçleri kendi aralarında kıyaslanmış kırıcı ve paketlemenin yüksek toz maruziyetinin söz konusu olduğu üniteler olarak karşımıza çıktığı görülmüştür.

Fell ve ark. [38] çalışmalarında, farklı üretim süreçlerinden seçtikleri 20 çalışanın toz maruziyetini araştırmış ve en yüksek maruziyeti elde ettikleri numunelerin silis içeriğini incelemişlerdir. İncelenen numunelerden ikisinde silis tespit edilemezken diğerinde limit değerin aşağısında bir değer elde edildiği belirtilmiştir. Bu tez çalışmasında da, her bölümde silis maruziyeti değerlendirilmiş; döner fırın, makine bakım ve farin değirmeninden alınan numunelerde silis mevcut olduğu ancak bu değerlerin eşik sınır değerin altında olduğu görülmüştür. Yetkililerle yapılan görüşmelerde farin üretimi için gerekli silisin yaklaşık %60 silis içeriğiyle kilden alındığı ve bu kilinde %20 oranında kullanıldığı öğrenilmiştir. Kullanılan kilin nemli bir malzeme olması ve fazla tozumasının bu sonuca etkili olabileceği düşünülmüştür. Ayrıca, silis içeren hammaddenin farin üretimi aşamasında kullanılması, bu nedenle sadece farin değirmeni ve elde edilen farinin beslendiği döner fırın ünitesinde silis tespit edildiği sonucuna varılmıştır. Elde edilen farin, döner fırında ısıtılarak değişik reaksiyonlara uğraması sebebiyle yapısındaki serbest silis farklı bileşiklere dönüşür. Döner fırından sonraki aşamalarda silis tayin edilememesinin sebebinin bu olduğu düşünülmüştür. Çimento Üretiminde Tozla Mücadele Rehberi'nde de [11], kristalin silika içeren solunabilir toza en çok maruz kalanların farin değirmeni, döner fırın, kırıcı ve nakliye çalışanları olduğu tespit edilmiş ve bu tez çalışmasını desteklediği görülmüştür.

Ravandi ve ark. [2] ve Gaytan S. ve ark. [36], çimento işletmelerinde gürültü maruziyetini tespit etme amaçlı yapmış oldukları çalışmalarda kırıcı, farin değirmeni ve çimento değirmenlerinde yüksek gürültü maruziyetinin olduğunu belirtmişler, diğer endüstrilere kıyasla çimento fabrikalarındaki bu yüksek gürültü seviyesinin üretim süreci ve bu süreçlerde kullanılan

makinalardan kaynaklı olduğuna değinmişlerdir. Bu tez çalışmasında üç işletmede de kırıcı, farin ve çimento değirmeni ünitelerinde yüksek gürültü maruziyeti olduğu ve kırıcı ünitesinde en yüksek maruziyet olduğu sonucuna varılmıştır.

Gerçekleştirilen gürültü ölçümleri neticesinde kırıcı ünitesinin gürültü maruziyet değerinin üç işletmede de yasal mevzuattaki 85 dB(A) olan en yüksek maruziyet eylem değerini aşmış olduğu görülmüştür. Yüksek gürültü maruziyetinin temel sebebinin ise ocaklardan gelen büyük kayaların kırıcıya boşaltılması esnasında çıkan gürültü ve dökülen malzemenin kırılmasını sağlayan darbe esaslı çalışan çekiçli kırıcı olduğu gözlemlenmiştir.

Çimento değirmenlerinde elde edilen sonuçlara göre, gürültü maruziyet değerinin üç işletmede de 85 dB(A) olan en yüksek maruziyet eylem değerini aştığı tespit edilmiştir. Çalışma prensibi gereği yüksek gürültü çıkaran bilyalı değirmenin kullanılması ve bunların etrafının açık olması durumunda gürültünün daha yüksek olduğu ve çevreye yayıldığı görülmüştür. Değirmenlerin etrafının kapalı olması durumunda ise gürültünün etrafa yayılmasının önüne önemli derecede geçildiği tespit edilmiştir. Diğer yandan, valsli dik değirmen kullanımının maruziyetin daha düşük çıkmasında etkili olduğu görülmüştür.

Farin değirmenlerinde elde edilen gürültü ölçüm sonuçlarına bakıldığında maruziyetin sınır değere yakın veya bu değeri aştığı tespit edilmiştir. İşletmelerin üçünde de valsli dik değirmen kullanıldığı görülmüş, değirmenin çalışma prensibi ve mekanizmasının bu bölümde çalışanların gürültü maruziyetinin ana sebebi olduğu görülmüştür. Bununla birlikte ölçümlerin kişisel maruziyet ölçümleri olması ve çalışanın bulunduğu konumu, gürültü kaynağına olan uzaklığı, gürültülü ortamda bulunma süresi gibi faktörlerin ölçülen değerler üzerinde etkili olması ölçüm değerleri arasında farka neden olabilmektedir.



## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, çimento üretiminde çalışan sağlığı için zararlı olan toz ve gürültü maruziyetinin araştırılması amaçlanmıştır. İşletmelerde yapılan gözlemler neticesinde aşağıdaki durumlar tespit edilmiş ve öneriler sunulmuştur:

- Ocaklardan gelen hammaddenin daha küçük boyutlara düşürüldüğü kırıcı ünitelerinde su püskürtme sisteminin etkin bir şekilde kullanılmadığı gözlemlenmiştir. Kırıcı ünitesindeki su püskürtme sistemi daha etkin kullanılmalı, yeterli olmadığı takdirde çıkan tozu tutmak için filtre emiş sistemi kurulmalıdır.
- İşletmelerde, ocaklardan gelen kamyonların fabrika sahası içerisindeki hareketleri esnasında tekerlerinde ve kasalarında birikmiş tozun etrafa yayıldığı, yollarda toz birikmesine sebep oldukları görülmüştür. Ocaklardan çıkan kamyonların kasalarındaki malzeme püskürtme su ile sulanıp temizlenerek bu araçların işletme sahasında neden oldukları tozumanın önüne geçilebilir.
- Bazı işyerlerinde kırıcılardan çıkan malzemenin depolandığı kapalı stok sahasında, gezer vinç ile malzemenin stoklanması sırasında yoğun bir tozumanın olduğu görülmüş, çalışanların bu alanı kontrol etmek amaçlı giriş çıkışlarında yoğun toza maruz kaldıkları tespit edilmiştir. Bu alanlarda çıkan tozu çöktürmek için su püskürtme sistemi kurulmalıdır. Performansı artırmak için bu sistemlerin suyuna yüzey aktif maddeleri (süfaktanlar) ya da kimyasal köpükler eklenerek söz konusu damlacıkların materyallerin daha derinine nüfuz etmesi sağlanarak daha etkili bir çöktürme sağlanabilir.
- Farin ve çimento değirmeni gibi ekipmanların kapalı bir alanda bulunması durumunda, havalandırmanın yetersizliği, biriken tozların ortamdan uzaklaştırılmaması neticesinde, tozun kapalı ortamda yayılıp maruziyetin artmasına neden olduğu gözlemlenmiştir. Bu durumlarda, havalandırmanın yeterli olmasına dikkat edilmeli, ortamın temizliği düzenli olarak yapılmalıdır.

- İşletmelerde değirmen, bant vb. sistemlerin tıkanması ve bu tıkanıklıklara çalışanların müdahale etmeleri esnasında çalışanların yoğun bir toz maruziyeti ile karşı karşıya kaldıkları tespit edilmiştir. İşletmelerde, sistemdeki tıkanmaların önüne geçilebilmesi için sistem kontrollerinin daha düzenli yapılması ve yapılacak planlı bakımlar ile bu tıkanma riskinin önüne geçilmesi gerekmektedir.
- Öğütücü değirmenlere, silolara vs. malzeme besleyen sevk bantlarında, malzemelerin bir banttan diğer banda dökülme aşamasında yoğun bir toz çıkışının olduğu, çalışanların bantların temizliğini, kontrolünü yapmaları sırasında toza maruz kaldıkları görülmüştür. Malzeme sevk bantlarının dökülme noktalarındaki tozumayı engellemek için bant besleme noktalarında filtre sayısı artırılmalıdır.
- İşletmelerde çalışanlar ile yapılan görüşmelerde, torbalı yükleme ünitelerinde çimento paketlerinin kamyonlara yerleştirilmesi esnasında torbaların delinme ve patlamalarından kaynaklı yoğun bir toz maruziyeti olduğu öğrenilmiştir. Bu aşamada delinme ve patlamalara karşı daha dayanıklı çimento paketleri kullanılmalıdır. Ayrıca, çimento paketlerinin kamyonlara yerleştirilmesi esnasında robotik sistemler kullanılarak çalışanların toz maruziyetinin önüne geçilmelidir.
- İşletmelerde genel olarak toza bağlı temizlik, düzen problemi yaşandığı, bazı işletmelerde çalışma ortamındaki temizliğin çalı süpürgeleri ile yapılarak ortamdaki tozun daha çok yayılmasına neden olduğu görülmüştür. Bu nedenle, çalışma alanları düzenli olarak temizlenmeli, kuru bir şekilde süpürülmesi kesinlikle yasak olmalıdır. Çalışma sahası temizliği için sanayi tipi elektrik süpürgeleri ya da araç tipi yol temizleme süpürgeleri kullanılmalı, temizlik işin başlangıcında veya bitiminden sonra veya ara dinlenmelerde yapılmalı çalışma sırasına denk getirilmemelidir. Ayrıca, Yolların ve işletme sahasının düzenli olarak sulama yoluyla temizlenmesi gerekmektedir.
- Açıkta bulunan malzeme yığınlarının dış etkenler sebebiyle etrafa yayıldığı tespit edilmiştir. Çimento üretiminde kullanılan katkı malzemeleri ve kömür kapalı bir alanda stoklanarak bu malzemelerin dış etkenler sebebiyle tozarak etrafa yayılmasının önüne geçilmelidir.



- İş bitiminde toz partiküllerinin etrafa yayılması ihtimaline karşı çalışanın iş elbisesini temizlemesi için basınçlı hava kullanmasına izin verilmemelidir. Bunun yerine kapalı oda şeklinde toz emişi yapan kabinler veya benzer sistemler geliştirilmeli ya da kullan-at şeklinde üretilen toz tulumları temin edilmelidir.
- Toz maruziyet değerlerinin sınır değerinin aşağısında olduğu üretim süreçlerinde, maruziyetin önemsiz olduğu düşünülmemeli, uzun süreli maruziyetlerin çalışan sağlığını olumsuz etkileyeceği ihtimali göz ardı edilmemelidir.
- Öğütme işlemlerinde, bilyalı değirmen yerine valsli dik değirmen kullanımının gürültü seviyesini düşürdüğü tespit edilmiştir.
- Yapılan gözlemler sırasında yüksek seviyede gürültü kaynağı olan farin, kömür ve çimento değirmenlerinin açıkta olduğu görülmüştür. Çalışma prensipleri sebebiyle yüksek gürültü çıkaran bu değirmenlerin etrafı tamamen kapatılarak, hem değirmen çalışanlarının hem de etrafın gürültüye maruziyetinin önüne geçilebilir.
- İşletmelerde, döner fırın ünitesinde yer alan blower adı verilen alev borusu vantilatörleri, döner fırın ve manto soğutma fanları, basınçlı hava üreticilerinin açıkta olması dolayısıyla ciddi gürültü yaydıkları gözlemlenmiştir. Bu ekipmanların etrafı kapatılıp, uygun izolasyon malzemesi kullanarak mevcut gürültünün yayılmasının önüne geçilebilir, ayrıca ekipmanlara uygun susturucular takılarak yaydıkları gürültü düzeyi düşürülebilir.
- İncelemeler sırasında işletmelerin bazı ünitelerinde çalışanların dinlenme saatlerini geçirebilecekleri dinlenme ortamlarının olmadığı, hatta bazı ünitelerde çalışanların uygun olmayan fiziki koşullarda dinlendikleri görülmüştür.
- Yüksek gürültü kaynağı olan kırıcının ortam izolesi mümkün olmadığından çalışanların sistemi kontrol etmeleri esnasında mutlaka kulak koruyucularını takmaları gerekmektedir.

- Çalışanlar yüksek gürültü düzeyinin olduğu değirmen, fan, basınçlı hava üreticileri vb. ekipmanların kontrolü ve bu ekipmanların bulunduğu alanların temizliği esnasında kulak koruyucularını mutlaka takmalıdırlar.
- İşletmede yeni bir yapının inşa edilmesi, makinaların yerleştirilmesi gibi çalışmalardan önce ekipmanları gürültü düzeyleri hesaba katılmalı kurulumlar buna göre planlanmalıdır.
- İşletme alanlarında herhangi bir değişiklik olması, yeni makinalar kurulması, çalışma şekillerinde değişikliklerin olması, işyerin planının değişmesi gibi durumlarda veya risk değerlendirmesi sonucuna göre belirlenen periyodik aralıklarla toz ve gürültü ölçümleri tekrarlanmalıdır.
- Ağaçlandırma çalışmaları yapılabilir, duvar ve diğer fiziksel bariyerlerin uygulanması ile gürültünün yayılmasının önüne geçilebilir.
- İşyeri yetkilileri ile gerçekleştirilen görüşmeler neticesinde, yapılan sağlık taramaları sonucunda sağlık problemi olduğu saptanan çalışanların ilgili sağlık hizmeti sunucularına yönlendirildiği ve sağlık durumlarının takibinin yapıldığı öğrenilmiştir.
- İşletme içerisinde çalışanların bölümlerdeki rotasyonu ile kişinin sürekli aynı bölümdeki toz ve gürültü maruziyetinin önüne geçebilir, farklı bir üretim sürecinde kişi için fizyolojik bir dinlenme olanağı sağlanabilir. Böylece kişi farklı şeyler öğrenme imkanı bulduğu için rutinlikten kaynaklanan motivasyon düşüklüğünün önüne de geçilmiş olur.
- Çalışanlara toz ve gürültü maruziyetinin zararları ve sağlık etkileri hakkında gerekli eğitimler düzenli aralıklarla verilmeli ve çalışanın toz ve gürültüye bağlı oluşabilecek risklere karşı farkındalığı artırılmalıdır. Çeşitli eğitim ve bilgilendirmelerin yapılması ile çalışanlarda iş sağlığı ve güvenliği kültürü oluşturup bilinçli bir çalışma ortamı sağlanmasına özen gösterilmelidir. Bu amaçla, çalışanların, toz ve gürültü kavramlarına olan farkındalığı artırmak, KKD kullanımı ve önemi hakkında bilgilendirme yapmak amacıyla örnek posterler hazırlanmış, yapılan çalışma Ek 1’de sunulmuştur.

## KAYNAKLAR

1. Al-Neaimi Y.I, Gomes J, Lloyd O.L, Respiratory illnesses and ventilatory function among workers at a cement factory in a rapidly developing country, *Occupational Medicine*, 51(6); 367-373, 2001.
2. Ravandi M.R, Nadri F, Khanjani N, Ahmadian M, Occupational noise exposure among the workers of Kerman Cement Plant, *Journal of Occupational Health&Epidemiology*, 1(1); 17-23, 2012.
3. Okyay S.U, Yıldız A, Endüstriyel Hammaddeler Çimento Hammaddeleri, İstanbul Teknik Üniversitesi,  
[http://web.itu.edu.tr/~yavuz/odev/Ornek\\_Odev\\_Cimento\\_Hammaddeleri.pdf](http://web.itu.edu.tr/~yavuz/odev/Ornek_Odev_Cimento_Hammaddeleri.pdf) (Erişim Tarihi: 20.10.2015).
4. Yeğınobalı A, Çimento: Yeni Bir Çağın Malzemesi, *Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği*, <http://www.ekatalog.co/yayinlar/tcmb/ekatalog/01/index.html> (Erişim Tarihi: 15.09.2015).
5. T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Çimento Sektör Raporu (2015/1).
6. Turkish Yatırım, Çimento Sektörü Değerlendirmemiz 2015, 2014.
7. Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği (TÇMB) İstatistikleri, 2014.
8. İş Teftiş Kurulu Başkanlığı, Çimento Fabrikalarında İş Sağlığı ve Güvenliği Denetim Projesi Genel Değerlendirme Raporu, Ankara, 2006,  
[http://www3.csgb.gov.tr/csgbPortal/ShowProperty/WLP%20Repository/itkb/dosyalar/yayinlar/yayinlar2013/2006\\_12](http://www3.csgb.gov.tr/csgbPortal/ShowProperty/WLP%20Repository/itkb/dosyalar/yayinlar/yayinlar2013/2006_12) (Erişim Tarihi: 6.09.2015).
9. Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu, Toprak Sanayi Hammaddeleri IV (Çimento Hammaddeleri) Çalışma Grubu Raporu, Ankara, 2001,

<http://www.kalkinma.gov.tr/Lists/zel%20htisas%20Komisyonu%20Raporlar/Attachments/137/oik625.pdf> (Erişim Tarihi: 15.10.2015).

10. World Health Organization, Hazard Prevention and Control in the Work Environment: Airborne Dust, Geneva, 1999,  
[http://www.who.int/occupational\\_health/publications/en/oehairbornedust.pdf](http://www.who.int/occupational_health/publications/en/oehairbornedust.pdf) (Erişim Tarihi: 17.11.2015).

11. T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel M¼d¼rl¼đ¼, Çimento Sekt¼r¼nde Tozla M¼cadele Rehberi, Ankara,  
<http://www3.csgb.gov.tr/csgbPortal/ShowProperty/WLP%20Repository/isggm/dosyalar/cimentosektoru> (Erişim Tarihi: 05.10.2016).

12. Deniz V, Çimento Tozunun Çalışanların Sağlığı Üzerine Etkileri, Çorum,  
<http://19uek.balikesir.edu.tr/UEK19%20Bildiriler%20Kitap.pdf> (Erişim Tarihi: 10.10.2015).

13. Yang C.Y, Huang C.C, Chiu H.F, Chiu J.F, Lan S.J, Ko Y.C, Effects of Occupational dust exposure on the respiratory health of Portland cement workers, *J.Toxicol & Environmental Health*, 49(12); 581-588, 1996.

14. Rafnsson V, Gunnarsdottir H, Kiilunen M, Risk of lung cancer among masons in Iceland, *Occupational Environmental Medicine*, 54(8); 184-188, 1997.

15. University of California, Labor Occupational Safety and Health (LOSH) Program, Silica and Silicosis, Los Angeles, 2003.

16. Heath and Safety Executive, Work-related respiratory disease in Great Britain 2014,  
<http://www.hse.gov.uk/statistics/causdis/respiratory-diseases.pdf> (Erişim tarihi: 10.01.2016).

17. Hamalainen P, Takala J, Saarela K.L, Global Estimates of the Burden of Injury and Illness at Work, 2012.

18. Tozla Mücadele Yönetmeliği. Resmi Gazete Tarihi: 05.11.2013, Resmi Gazete Sayısı: 28812.
19. Occupational Safety and Health Administration, Exposure Limits, [https://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH\\_259635.html](https://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_259635.html) (Erişim Tarihi: 01.12.2015).
20. Health and Safety Executive, Workplace Exposure Limits (Second Edition), London, 2011.
21. Sabuncu H.H, Endüstride Gürültü ile Oluşan İşitme Kayıpları ve Alınacak Önlemler, MESKA Vakfı, Yayın No: 1, 1997.
22. Canadian Centre for Occupational Health and Safety, Noise-Auditory Effects, 2008 [http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys\\_agents/noise\\_auditory.html](http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys_agents/noise_auditory.html) (Erişim Tarihi: 01.12.2015).
23. Tuna H, En Yaygın Endüstriyel Tehlike: Gürültü, Çalışma ve Toplum, 5(2); 103-117, 2005.
24. Occupational Health & Safety Administration, Occupational Noise Exposure, <https://www.osha.gov/SLTC/noisehearingconservation/index.html> (Erişim Tarihi: 01.12.2015).
25. Concha-Barrientos M, Campbell-Lendrum D, Steenland K, Occupational noise: assessing the burden of diseases from work-related hearing impairment at national and local levels. Protection of the Human Environment, World Health Organization, Geneva, 2004.
26. Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik. Resmi Gazete Tarihi: 28.07.2013, Resmi Gazete Sayısı: 28721.
27. Health and Safety Executive, Controlling Noise at Work, <http://www.hse.gov.uk/vibration/hav/roadshow/al7.pdf> (Erişim Tarihi: 01.12.2015).
28. Occupational Safety and Health Administration, Occupational noise exposure, [https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show\\_document?p\\_table=STANDARDS&p\\_id=9735](https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9735) (Erişim Tarihi: 01.12.2015).

29. The National Institute for Occupational Safety and Health, Occupational Noise Exposure, Ohio, 1998.
30. HSE, MDHS 14/3 General methods for sampling and gravimetric analysis of respirable and inhalable dust (Solunabilir tozların gravimetrik analizi ve örnekleme için genel metotlar), 2000.
31. HSE, MDHS 101 Crystalline silica in respirable airborne dust (Solunabilir Havadaki Toz İçindeki Kristalin Silika), 2014.
32. Türk Standartları Enstitüsü, TS EN 689 İşyeri Havası- Solunumla maruz kalınan kimyasal maddelerin sınır değerler ile karşılaştırılması ve ölçme stratejisinin değerlendirilmesi için kılavuz, 2002.
33. Türk Standartları Enstitüsü, TS EN ISO 9612:2009 Akustik Çalışma Ortamında Maruz Kalınan Gürültünün Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi İçin Prensipler, 2009.
34. Aminian O, Aslani M, Haghighi K.S, Cross-Shift Study of Acute Respiratory Effects in Cement Production Workers, *Acta Medica Iranica*, 52(2); 146-152, 2014.
35. Mwaiselage J, Bratveit M, Moen B, Yost M, Variability in Dust Exposure in a Cement Factory in Tanzania, *Annual Occupational Hygiene*, 49(6); 511–519, 2005.
36. Fell A.K, Thomassen T.R, Kristensen P, Egeland T, Kongerud J, Respiratory Symptoms and Ventilatory Function in Workers Exposed to Portland Cement Dust, *Occupational Environmental Medicine*, 45(9); 1008-14, 2003.
36. Hernandez-Gaytan S.I, Santos-Burgoa C, Becker- Meyer J.P, Macias-Carrillo C, Lopez-Cervantes M, Prevalence of hearing loss and correlated factors in cement plant, *Salud Publica Mex*, 42(2); 106-111, 2000.

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

SOYADI, adı : BALCI, Sabire  
Doğum tarihi ve yeri : 06.04.1989, Ankara

### Eğitim

| Derece | Okul                | Mezuniyet tarihi |
|--------|---------------------|------------------|
| Lisans | ODTÜ / Kimya Müh.   | 2012             |
| Lise   | Gazi Anadolu Lisesi | 2007             |

### İş Deneyimi

| Yıl           | Yer                                  | Görev                                    |
|---------------|--------------------------------------|--|
| 2012- (Halen) | Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı | İş Sağlığı ve Güvenliği Uzman Yardımcısı |

### Yabancı Dil

İngilizce (KPDS-2012: 83.75)

### Mesleki İlgil Alanları

Kimyasal Maruziyet Ölçümleri ve Analiz Metotları,  
İyon Kromatografi İnorganik Asit ve Amonyak Analizleri

### Hobiler

Film izlemek, Kitap Okumak

## **EKLER**

**EK-1.** Toz ve Gürültü İle İlgili Hazırlanan Posterler



## EK-1. Toz ve Gürültü İle İlgili Hazırlanan Posterler

# TOZLA MÜCADELE EDİN



**“EĞER TOZ OLMASAYDI İNSAN ÖMRÜNÜN 1000 SENE OLMAMASI İÇİN SEBEP YOKTU” İBNİ SİNA**

SOLUNUM KORUYUCULAR HAVAYI KİRLETEN TOZ,DUMAN,SİS,BUHAR,GAZ GİBİ RİSKLERLE KARŞILAŞILMASI DURUMUNDA KULLANILMASI ZORUNLU EKİPMANLARDIR 

Havada asılı toz taneleri görünmeseler de varlıklarıyla solunumu etkileyip, kişiye zarar vermektedirler.

- ✓ Çalıştığınız alanı gözetleyin, toz kaçağının olduğunu tespit ettiğiniz noktaları derhal ilgililere bildirin



- ✓ Çalışma alanını düzenli temizleyin, tozlu alanı kuru süpürmekten kaçının



- ✓ Kişisel hijyeninize önem verin. İş elbiselerinizi düzenli yıkayın



- ✓ Vardiya sonrası mutlaka duş alın. Tozlu kıyafetlerinizi iş yerinde bırakın. Temiz kıyafetlerinizle eve dönün



- ✓ Bir şey yiyip içmeden önce elinizi yüzünüzü yıkayın
- ✓ Sigara kullanmayın 

- ✓ Sağlık taramalarınızı düzenli yaptırın
- ✓ Solunum koruyucuları doğru taktığınızdan emin olun 

67

## GÜRÜLTÜYE KULAK TIKAYIN



Gürültü; istenmeyen, hoş gitmeyen, rahatsızlık verici sesler olarak tanımlanır.

Gürültünün Çalışan Üzerinde Etkileri:

- Gürültü çalışmada geçici veya kalıcı işitme kayıplarına sebep olur.
- Kişide kan basıncı artışı, dolaşım bozuklukları, solunumda hızlanma, kalp atışında yavaşlama, baş ağrısına neden olabilir.
- Yorgunluk, sinir bozukluğu, uyku düzeninde bozukluk, stres hali gözlenebilir.
- İş veriminin düşmesine, konsantrasyon bozukluğuna ve hareketlerin yavaşlamasına yol açar.



- İş güvenliği uzmanı, kişinin kulağına uygun koruyucuyu vermeli ve nasıl kullanılacağını öğretmelidir.
- Kulak koruyucuları yıprandığında, sertleştiğinde veya şekilleri bozulduğunda değiştirilmelidir.
- Kulak koruyucusu herhangi bir yerde unutulmuşsa veya kaybedilmiş ise, mutlaka yeni bir kulak koruyucu alıp kullanılmalıdır.



- Kulak tıkaçları takıldıktan sonra konuşma veya herhangi bir şeyi çiğneme sonucu yerinden çıkabilir. Bu nedenle çalışırken zaman zaman kontrol edilerek yerine iyice yerleştirilmelidir.



- Tıkaçla kulak yolundaki küçük bir açıklık koruyucunun etkinliğini önemli ölçüde azaltır. Bu nedenle iyi bir koruyucu kulağa iyice oturandır.

- Bir işyerinde 3 adım uzaklığındaki bir kişiyle konuşmak için sesi yükseltmek gerekiyorsa,



- Eğer işçi, bir iş günü çalışma sonunda, kafasının içinde gürültü işitiyorsa ve kulağında çınlama oluyorsa o işyerinde zararlı düzeyde gürültü var demektir.



**İŞİTME TESTİNİZİ  
DÜZENLİ  
YAPTIRMAYA ÖZEN  
GÖSTERİN!!!**

- Kulak koruyucusu kullanımını alışkanlık haline getirebilmek için aşağıdaki yöntem izlenebilir.
- |        | Öğleden Ö.                | Öğleden S.   |
|--------|---------------------------|--------------|
| 1. gün | .....30 dk                | ..... 30 dk  |
| 2. gün | ..... 1 saat              | ..... 1 saat |
| 3. gün | ..... 2 saat              | ..... 2 saat |
| 4. gün | .....3 saat               | ..... 3 saat |
| 5. gün | ..... Tüm mesai süresince |              |

## İSG BİLGİLENDİRME PANOSU

### GÜRÜLTÜYE KULAK TIKAYIN

Gürültü; istenmeyen, hoşu gitmeyen, rahatsızlık verici sesler olarak tanımlanır.

Gürültünün Çalışan Üzerinde Etkileri:

- Gürültü çalışmada geçici veya kalıcı işitme kayıplarına sebep olur.
- Kişide kan basıncı artışı, dolaşım bozuklukları, solunumda hızlanma, kalp atışında yavaşlama, baş ağrısına neden olabilir.
- Yorgunluk, sinir bozukluğu, uyku düzeninde bozukluk, stres hali gözlenebilir.
- İş veriminin düşmesine, konsantrasyon bozukluğuna ve hareketlerin yavaşlamasına yol açar.

İş güvenliği uzmanı, kişinin kulağına uygun koruyucuyu vermelii ve nasıl kullanılacağını öğretmelidir.

Kulak koruyucuları yıprandığında, sertleştiğinde veya şekilleri bozulduğunda değiştirilmelidir.

Kulak koruyucusu herhangi bir yerde unutulmuşsa veya kaybedilmiş ise, mutlaka yeni bir kulak koruyucu alıp kullanılmalıdır.

Kulak tıkaçları takıldıktan sonra konuşma veya herhangi bir şeyi çiğneme sonucu yerinden çıkabilir. Bu nedenle çalışırken zaman zaman kontrol edilerek yerine iyice yerleştirilmelidir.

Tıkaçta kulak yolundaki küçük bir açığı koruyucunun etkinliğini önemli ölçüde azaltır. Bu nedenle iyi bir koruyucu kulağa iyice oturandır.

Bir işyerinde 3 adım uzaklığındaki bir kişiye konuşmak için sesi yükseltmek gerekiyorsa,

Eğer işi, bir iş günü çalışma sonunda, kafasının içinde gürültü işitiyorsa ve kulağında çınlama oluyorsa o işyerinde zararlı düzeyde gürültü var demektir.

### İŞİTME TESTİNİZİ DÜZENLİ YAPTIRMAYA ÖZEN GÖSTERİN!!!

Kulak koruyucusu kullanımını alışkanlık haline getirebilmek için aşağıdaki yöntem izlenebilir.

| Öğleden Ö.                       | Öğleden S. |
|----------------------------------|------------|
| 1. gün ..... 30 dk ..... 30 dk   |            |
| 2. gün ..... 1 saat ..... 1 saat |            |
| 3. gün ..... 2 saat ..... 2 saat |            |
| 4. gün ..... 3 saat ..... 3 saat |            |
| 5. gün ..... Tüm mesai süresince |            |

### TOZLA MÜCADELE EDİN

"EĞER TOZ OLMASAYDI İNSAN ÖMRÜNÜN 1000 SENE OLMAMASI İÇİN SEBEP YOKTU" İBNI SİNA

Havada asılı toz taneleri görünmeseler de varlıklarıyla solunumu etkileyip, kişiye zarar vermektedirler.

SOLUNUM KORUYUCULAR HAVAYI KİRLİTEN TOZ, DUMAN, SIS, BUHAR, GAZ GİBİ RİSKLERLE KARŞILAŞILMASI DURUMUNDA KULLANILMASI ZORUNLU EKİPMANLARDIR

Çalıştığınız alanı gözetleyin, toz kaçağının olduğunu tespit ettiğiniz noktaları derhal ilgililere bildirin

Çalışma alanını düzenli temizleyin, tozlu alanı kuru süpürmekten kaçının

Kişisel hijyeninize önem verin. İş elbiselerinizi düzenli yıkayın

Vardiya sonrası mutlaka duş alın. Tozlu kıyafetlerinizi iş yerinde bırakın. Temiz kıyafetlerinizle eve dönün

Bir şey yiyecek içmeden önce elinizi yüzünüzü yıkayın

Sigara kullanmayın

Sağlık taramalarınızı düzenli yaptırın

Solunum koruyucuları doğru taktığınızdan emin olun