

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Ayten MİÇOOĞULLARI**

**HATAY KURUYER MEVKİİNDEKİ TAŞ OCAKLARINDA İŞ  
GÜVENLİĞİ AÇISINDAN TAŞ TOZU RİSKİNİN  
ARAŞTIRILMASI**

**MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ADANA-2018**

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HATAY KURUYER MEVKİİNDEKİ TAŞ OCAKLARINDA İŞ  
GÜVENLİĞİ AÇISINDAN TAŞ TOZU RİSKİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Ayten MİÇOOĞULLARI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Bu Tez 25/09/2018 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından  
Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

.....  
Prof. Dr. Suphi URAL  
DANIŞMAN

.....  
Prof. Dr. Ahmet M. KILIÇ  
ÜYE

.....  
Prof. Dr. Yusuf TORAMAN  
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Maden Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.  
**Kod No:**

**Prof. Dr. Mustafa GÖK**  
**Enstitü Müdürü**

**Not:** Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

## ÖZ

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

#### HATAY KURUYER MEVKİİNDEKİ TAŞ OCAKLARINDA İŞ GÜVENLİĞİ AÇISINDAN TAŞ TOZU RİSKİNİN ARAŞTIRILMASI

Ayten MİÇOOĞULLARI

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Suphi URAL  
Yıl: 2018, Sayfa: 79  
Jüri : Prof. Dr. Suphi URAL  
: Prof. Dr. Ahmet M. KILIÇ  
: Prof. Dr. Yusuf TORAMAN

Ülkemiz maden çeşitliliği açısından oldukça zengindir. Maden üretimi ülkemiz endüstrisinde çok önemli yeri olan bir sektördür. Madenin çıkartılması esnasında meydana gelen kazaların yanı sıra maden tozuna maruziyet nedeniyle bazı sağlık sorunları ortaya çıkabilmektedir. Bu nedenle tozun sebep olduğu meslek hastalıkları göz ardı edilmeyecek kadar önemlidir.

Bu çalışmada; solunabilir toz ölçümleri (3 adet), kişisel toz ölçme cihazı ile yapılmıştır. Her 3 ölçüm için sonuçlar, sırasıyla; 4,53 mg/m<sup>3</sup>, 2,22 mg/m<sup>3</sup>, 3,92 mg/m<sup>3</sup>’tür ve bu değerler, TWA (5 mg/m<sup>3</sup>) değerinin altındadır. Bunun yanında kayaç ve toz numunelerinin fiziksel, kimyasal ve mineralojik özellikleri incelenmiştir. İnceleme sonucunda kayacın, %100 kireçtaşı olduğu ve içerisinde zararlı sayılabilecek mineraller bulunmadığı tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Solunabilir Toz, Pnöмокonyoz, XRD,

## **ABSTRACT**

### **PhD THESIS**

#### **INVESTIGATION OF STONE DUST RISK FOR WORK SAFETY IN GUARRY IN HATAY KURUYER**

**Ayten MİÇOOĞULLARI**

**ÇUKUROVA UNIVERSITY  
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES  
DEPARTMENT OF MINING ENGINEERING**

Supervisor : Prof. Dr. Suphi URAL  
Year: 2018, Pages: 79  
Jury : Prof. Dr. Suphi URAL  
: Prof. Dr. A. Mahmut KILIÇ  
: Prof. Dr. Yusuf TORAMAN

Our country is rich of mineral diversity. Mine production is a sector that has a very important place in our country's industry. Some health problems can arise due to exposure to mine dust as well as accidents that occur during the extraction of the mine. For this reason, occupational diseases caused by dust are so important that they can't be ignored.

In this study; respirable dust measurements made with personal dust meter (3 pieces). Result for all 3 measurements, respectively; 4,53 mg/m<sup>3</sup>, 2,22 mg/m<sup>3</sup>, 3,92 mg/m<sup>3</sup> and these values are below the TWA (5 mg/m<sup>3</sup>) value. In addition, physical, chemical and mineralogical properties of rock and dust samples. As a result of the investigation, the rock is 100 % limestone and it has been determined that there is no harmful mineral in this limestone.

Keywords: Respirable dust, Pneumoconiosis, XRD

## GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Madencilik; artan nüfusa bağlı olarak gelişen sanayileşmenin ve kentsel yaşamın ihtiyaçları doğrultusunda her geçen gün değer kazanmaktadır. Maden üretimi arz talep doğrultusuna paralellik göstermektedir. Artan bu ihtiyaçların en kısa sürede üretilmesi için, işçi istihdamına gerek duyulmaktadır. Ve üzülmek gerekir ki gelişmekte olan ülkelerde meslek hastalıkları ve iş kazaları bu istihdama paralellik göstererek artmaktadır. Özellikle Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletme (KOBİ) statüsündeki taş ocaklarında İşçilerin sağlık ve güvenlikleri yanında iş güvenliği konusunda yapılan çalışmaların yetersiz olduğu gözlenmektedir. Ülkemizde 2012 yılında yürürlüğe giren “İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu” ile bu kültür yeni yeni oluşturulmaya başlanmıştır. Yapılan bu çalışmalar ile agrega üretim tesislerinde iş sağlığı ve güvenliği risklerinin belirlenmesi ve bu risklere yönelik çözüm önerileri geliştirme çalışmaları sürerken, taş ocaklarındaki en önemli sorunun çalışma ortamındaki toz olduğu görülmüştür.

Ülkemizde madenlerde meydana gelen kazaların bir kısmı tozlu ortamda çalışma koşullarına bağlı olarak meydana gelmiştir. Bunun yanında tozun sebep olduğu meslek hastalıkları göz ardı edilemeyecek kadar önemlidir. Özellikle yeraltı kömür madenciliğinde bu durum daha ciddi boyutlarda olmasından dolayı önemi daha da fazladır. Çalışanların meslek hastalıklarına karşı korunması, rahat ve güvenli bir çalışma ortamı sağlanması, meslek hastalıklarından dolayı meydana gelen işgücü kaybını azaltacak ve dolayısıyla üretim artışını beraberinde getirecektir. Bu nedenle işveren yönetmeliğin belirlediği çalışma ortamını sağlamakla, işçiler de bu çalışma şartlarını uygulamakla mükelleftir.

Toz oluşumunu etkileyen birçok faktör vardır. Bu faktörlerin sayısı ve toz oluşturma potansiyelleri ne kadar güçlü olursa olsun, yönetmeliğin belirlediği maksimum sınır değerden fazla olmamalıdır. Bu nedenle, tozla mücadelede; tozun oluşumu engellenemiyorsa, toz oluştuktan sonra, bunların çalışma yerlerinden uzaklaştırılması, değişik yöntemlerle bastırılması ve belirli yerlerde izole edilmesi

gibi yöntemler kullanmanın yanında, işçilere kişisel koruyucu donanımlarını eksiksiz vermek ve bu donanımların gerekli yerlerde doğru şekilde kullanmak için işçiler eğitilmelidir.

Bu çalışmadaki amacımız doğrultusunda; öncelikle tozun tanımı, çeşitliliği ve tozun yapısına ve biyolojik etkenlerine göre sınıflandırılması yapılmıştır. Toz ölçümlerinin alındığı işletmeye ait konum haritası, ruhsat koordinatları, üretim yöntemleri, çalışma şartları ve karşılaşılan toz sorunlarına değinilmiştir. Çalışmalarda yardımcı olabilirliği açısından toz ve pnömokonyoz konuları hakkında daha önceden yapılmış çalışmalardan bahsedilmiştir. Çalışmamız çerçevesinde toz konsantrasyonu oluşturan kaynaklardan bahsedilmiş ve toz noktaları gösterilmiştir. Kişisel toz ölçüm cihazı IOM kullanılarak toz ölçümü yapılan üniteler ve ölçüm yöntemleri anlatılmış olup ölçüm sonuçları belirtilmiştir. Bunun yanında ocaktan alınan kayaç ve toz numuneleri ile laboratuvar ortamında yapılan fiziksel, kimyasal ve mineralojik ölçüm yöntemlerinden bahsedilmiş ve çıkan sonuçlar değerlendirilmiştir. Yapılan bütün ölçüm sonuçları karşılaştırılmıştır. Yaptığımız kimyasal analiz sonuçlarına göre %49,90-%53,20 arasında CaO, %0,15-%2,16 arasında FeO, TiO<sub>2</sub> %0,02-%0,08 arasında değişirken SiO<sub>2</sub> içermediği tespit edilmiştir. Mikroskopla yaptığımız mineralojik incelemeler sonucunda da SiO<sub>2</sub>'ye rastlanmamıştır. Böylece ortam havasında bulunan ve işçilerin soluduğu toz hakkında daha sağlıklı sonuçlara ulaşılmış olduk. İşçilerin soluduğu ve ortamda bulunan tozun pnömokonyoza sebep olabilecek herhangi bir mineral içermediği görülmüştür.

Sonuç olarak; var tozun çalışma alanı içerisindeki olumsuz etkilerinden kurtulmak veya korunmak için ne gibi düzenlemeler yapılabileceği öneriler şeklinde sunulmuştur.

## TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tez çalışmalarında değerli katkı ve yönlendirmelerinden dolayı bana sonsuz anlayış ve sabır gösteren danışman hocam Prof. Dr. Suphi URAL’a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Dr. Öğretim Üyesi Nil YAPICI’ya, Prof. Dr. Ahmet M. KILIÇ’a teşekkür ederim.

Sürekli yanımda olan, bana manevi desteklerini esirgemeyen ve bu tezi bitirme konusunda benden umutlarını kesmeyen uzun bir isim listesi oluşturabileceğim bütün arkadaşlarıma, hocam Dr. Öğretim Üyesi M. Özgür KESKİN’e teşekkür ederim.

Ayrıca bugüne kadar bana maddi manevi hiçbir desteği esirgemeyen ve daima destek olan çok değerli aileme, özellikle sonsuza dek kalbimde yaşayacak olan babam SELİM MİÇOOĞULLARI’na minnet ve şükranlarımı sunmayı borç bilirim.

## İÇİNDEKİLER

## SAYFA

|                                             |      |
|---------------------------------------------|------|
| ÖZ.....                                     | I    |
| ABSTRACT .....                              | II   |
| GENİŞLETİLMİŞ ÖZET .....                    | III  |
| TEŞEKKÜR .....                              | V    |
| İÇİNDEKİLER.....                            | VI   |
| ÇİZELGELER DİZİNİ.....                      | VIII |
| ŞEKİLLER DİZİNİ .....                       | X    |
| SİMGELER KISALTMALAR .....                  | XII  |
| 1. GİRİŞ.....                               | 1    |
| 1.1. Çalışmanın Amacı .....                 | 1    |
| 1.2. Taş Ocağı İşletmeciliği.....           | 5    |
| 1.3. Tozun Tanımı .....                     | 7    |
| 1.4. Pnömokonyoz .....                      | 11   |
| 1.5. Tozun Çeşitleri .....                  | 17   |
| 1.5.1. Solunabilir Tozlar .....             | 17   |
| 1.5.2. Trokal Tozlar .....                  | 17   |
| 1.5.3. Alveollere Ulaşan Tozlar .....       | 17   |
| 1.6. Tozların Sınıflandırılması.....        | 17   |
| 1.6.1. Yapılarına göre Kimyasal Tozlar..... | 17   |
| 1.6.2. Biyolojik Etkenli Tozlar .....       | 18   |
| 1.6.2.1. Fibrojenik Toz.....                | 18   |
| 1.6.2.2. Radyoaktif Tozlar .....            | 18   |
| 1.6.2.3. Kanserojen Tozlar .....            | 18   |
| 1.6.2.4. Alerjik Tozlar.....                | 19   |
| 1.6.2.5. Toksik Tozlar.....                 | 19   |
| 1.6.2.6. İnert Toz.....                     | 19   |
| 1.7. Tozun Yapısı .....                     | 20   |



|                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.7.1. Tozun Fiziksel Yapısı .....                                                             | 20 |
| 1.7.2. Tozun Kimyasal Yapısı .....                                                             | 20 |
| 1.7.3. Tozun Mineralojik Yapısı .....                                                          | 21 |
| 1.8. Açık Ocaklardaki Toz Kaynakları ve Oluşumu .....                                          | 22 |
| 1.8.1. Birincil Toz Kaynakları .....                                                           | 28 |
| 1.8.2. İkincil Toz Kaynakları .....                                                            | 30 |
| 2. ÖCEKİ ÇALIŞMALAR .....                                                                      | 31 |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM .....                                                                    | 39 |
| 3.1. Materyal .....                                                                            | 39 |
| 3.2. Yöntem .....                                                                              | 42 |
| 3.2.1. Solunabilir Toz Numunelerinin Alınması .....                                            | 43 |
| 3.2.2. Kimyasal Analiz Yöntemi .....                                                           | 51 |
| 3.2.3. Kantitatif Faz XRD Analizi Yöntemi .....                                                | 52 |
| 3.2.4. Petrografik (Mikroskop) Analiz Yöntemi .....                                            | 53 |
| 4. ARAŞTIRMA BULGULARI .....                                                                   | 57 |
| 4.1. Toz Örnekleme Çalışmaları .....                                                           | 57 |
| 4.2. Toz Örneklerinin Analizi .....                                                            | 59 |
| 4.2.1. Kimyasal Analiz .....                                                                   | 59 |
| 4.2.2. Kantitatif X-ışını Kırınımı Analizi .....                                               | 60 |
| 4.2.3. Petrografik (Mikroskop) Analiz .....                                                    | 63 |
| 4.2.4. Mineral Miktarlarının Yasal Maruziyet Sınır Değerlerine Göre<br>Değerlendirilmesi ..... | 65 |
| 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....                                                                  | 69 |
| 5.1. Sonuçlar .....                                                                            | 69 |
| 5.2. Öneriler .....                                                                            | 70 |
| KAYNAKLAR .....                                                                                | 73 |
| ÖZGEÇMİŞ .....                                                                                 | 79 |

## ÇİZELGELER DİZİNİ

## SAYFA

|              |                                                                                         |    |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Çizelge 1.1. | Tozun fizyolojik etkilerine göre sınıflandırılması.....                                 | 11 |
| Çizelge 1.2. | Pnömonokonyoza neden olan tozların sınıflandırılması .....                              | 14 |
| Çizelge 3.1. | Ruhsat sınır koordinatları .....                                                        | 41 |
| Çizelge 4.1. | Toz örneklerin kimyasal analiz sonuçları.....                                           | 60 |
| Çizelge 4.2. | Bir (1) no'lu toz numunesinin kantitatif faz analizleri .....                           | 60 |
| Çizelge 4.3. | Bir (2) no'lu toz numunesinin kantitatif faz analizleri .....                           | 60 |
| Çizelge 4.4. | Bir (3) no'lu toz numunesinin kantitatif faz analizleri .....                           | 61 |
| Çizelge 4.5. | Toz numunelerinin mineralojik analizleri ile sınır değerlerinin karşılaştırılması ..... | 63 |
| Çizelge 4.6. | Toz numunelerinin kantitatif faz analiz sonuçları .....                                 | 68 |



## ŞEKİLLER DİZİNİ

## SAYFA

|            |                                                                                                 |    |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 1.1. | Akciğerlerde tutulan tozun yoğunluğuna göre dağılımı.....                                       | 15 |
| Şekil 1.2. | Yerüstü madenciliğinde uygulanan temel faaliyetler ve toz kaynakları.....                       | 23 |
| Şekil 1.3. | Malzemenin stok alanına ve stok alanından nakliyesi sırasında ortaya çıkan toz.....             | 24 |
| Şekil 1.4. | Stok alanında yapılan doldurma, boşaltma işlemlerinin meydana getirdiği toz konsantrasyonu..... | 24 |
| Şekil 1.5. | Bunkerlerden araçlara dolum yaparken ortaya çıkan toz konsantrasyonu .....                      | 25 |
| Şekil 1.6. | Elek altı (atık) malzemenin döküm alanında oluşturduğu toz konsantrasyonu .....                 | 25 |
| Şekil 1.7. | Tesis içerisindeki toz konsantrasyonuna sebep olan makine ve cihazlar.....                      | 26 |
| Şekil 1.8. | Tesis içerisindeki toz konsantrasyonuna sebep olan makine ve cihazlar.....                      | 27 |
| Şekil 3.1. | Yer bulduru haritası .....                                                                      | 40 |
| Şekil 3.2. | IOM örnekleyici.....                                                                            | 44 |
| Şekil 3.3. | Siklon başlık.....                                                                              | 45 |
| Şekil 3.4. | Toz örnekleme pompası.....                                                                      | 46 |
| Şekil 3.5. | Örnekleme pompası ve örnekleme başlığı .....                                                    | 47 |
| Şekil 3.6. | Elektronik piston kalibratörü .....                                                             | 48 |
| Şekil 3.7. | İnce kesit hazırlanırken kullanılan yapıştırıcı, hızlandırıcı ve basınç cihazı.....             | 55 |
| Şekil 4.1. | Tesisin uygun malzeme ile kaplanması .....                                                      | 58 |
| Şekil 4.2. | Tesis içerisindeki 1 no'lu ölçüm .....                                                          | 58 |
| Şekil 4.3. | Taş ocağı- delme patlatma alanındaki 2 no'lu ölçüm .....                                        | 59 |
| Şekil 4.4. | X ışını kırınımı patterni ve kalitatif faz analizi sonucu.....                                  | 62 |

|            |                                     |    |
|------------|-------------------------------------|----|
| Şekil 4.5. | Aragonit ve kalsit kristalleri..... | 64 |
| Şekil 4.6. | Limonit kristali.....               | 64 |



## SİMGELER VE KISALTMALAR

|                   |                                                                      |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------|
| %                 | : Yüzde                                                              |
| SiO <sub>2</sub>  | : Kuvars                                                             |
| CaCO <sub>3</sub> | : Kireçtaşı-Kalker                                                   |
| TiO <sub>2</sub>  | : Titanyum dioksit                                                   |
| CaO               | : Kalsiyum oksit                                                     |
| FeO               | : Demir oksit                                                        |
| ÇSGB              | : Çalışma ve sosyal Güvenlik Bakanlığı                               |
| Yrd               | : Yardımcı                                                           |
| µm                | : Mikron metre                                                       |
| Mg                | : Magnezyum                                                          |
| m <sup>3</sup>    | : Metre küp                                                          |
| Ca                | : Kalsiyum                                                           |
| Na                | : Sodyum                                                             |
| Ni                | : Nikel                                                              |
| P                 | : Potasyum                                                           |
| ÇLİ               | : Çan Linyitleri İşletmesi                                           |
| YLİ               | : Yeniköy Linyitleri İşletmesi                                       |
| İSGÜM             | : İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü Müdürlüğü                        |
| ÇED               | : Çevre Etki Değerlendirmesi                                         |
| km <sup>2</sup>   | : Kilometre kare                                                     |
| NE                | : Kuzeydoğu                                                          |
| SSW               | : Güney-Güneydoğu                                                    |
| IOM               | : Institute of Occupational Medicine                                 |
| PEL               | : Permissible Exposure Limit (Müsaade Edilen Etkilenme Sınır Değeri) |
| REL               | : Recommended Exposure Limit (Tavsiye Edilen Etkilenme Sınır Değeri) |

|          |                                                                                                                  |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| VLE      | : Voleur Limite d'Exposition (Etkilenme Sınır Değeri)                                                            |
| TLV      | : Threshold Limit Value (Eşik Sınır Değer)                                                                       |
| MAC      | : Maximal Aavaarde Concenratie (İşyeri Azami Toz Konsantrasyonu)                                                 |
| WEL      | : Work place Exposure Limits (İşyeri Maruziyet Sınır Değeri)                                                     |
| MAK      | : Maximale Arbeitsplatz-Konzentration (İşyeri Azami Toz Konsantrasyonu)                                          |
| STEL     | : Short Therm Exposure Limits (Kısa Süreli Maruziyet Sınır Değeri)                                               |
| OSHA     | : Occupational Safety and Health Administration (İş Sağlığı ve Güvenliği İdaresi)                                |
| NIOSH    | : National Institute for Occupational Safety and Health (Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü)               |
| COSHH    | : Control of Substances Hazardous to Health Regulations (Sağlık Yönetmeliklerinde Tehlikeli Maddelerin Kontrolü) |
| MDHS     | : Methods of Determination of Hazardous Substances (Tehlikeli Maddelerin Tayini Yöntemleri)                      |
| ZAOD/TWA | : Zaman Ağırlıklı Ortalama Değer                                                                                 |
| ESD      | : Eşik Sınır Değer                                                                                               |
| TMK      | : Tozla Mücadele Komisyonu                                                                                       |
| ILO      | : Uluslararası Çalışma Örgütü                                                                                    |
| WHO      | : Uluslararası Sağlık Örgütü                                                                                     |
| TKİ      | : Türkiye Kömür İşletmeleri                                                                                      |
| OAL      | : Orta Anadolu İşletmeleri                                                                                       |
| TÜSAD    | : Türkiye Solunum Araştırma Derneği                                                                              |
| TSE      | : Türk Standartları Enstitüsü                                                                                    |
| DDT      | : Dikloro Difenil Trikloroethan                                                                                  |
| ICRP     | : International Commission on Radiological Protection (Uluslararası Radyolojik Korunma Komisyonu)                |

E.K.İ. : Ereğli Kömür İşletmesi  
XRD : X-Ray Diffraction (X-Işını Kırınımı)  
XRF : X-Ray Fluorescence (X-Işını Floresans)  
TTK : Türkiye Taşkömürü Kurumu  
T.M.Y. : Tozla Mücadele Yönetmeliği







## 1. GİRİŞ

### 1.1. Çalışmanın Amacı

Yüzyıllardan beri yaşamın en önemli ihtiyaçlarını karşılayan sektörlerin en başında madencilik sektörü gelmektedir. Madencilik, bütün sektörler içerisinde bir çalışan başına en fazla yatırımı gerektiren, uzun bir planlama ve üretim sürecini kapsayan sektördür. Oldukça geniş kapsama alanı olan birçok iş kolunu da üretime teşvik eden başlıca iş alanından yalnızca bir tanesidir.

Günümüzde dünya maden üretiminin yaklaşık %30'u yeraltı üretimi şeklinde yapılırken, geri kalan üretim şeklide açık işletmecilik yöntemleriyle yapılmaktadır. Açık işletmecilik, ekonomik olarak uygun bulunan maden yataklarının, mostra verilerinin doğrudan kazılarak üretilmesi ya da üzerindeki örtü tabakasının kazılarak üretilmesi şeklinde yapılan işletme yöntemi olarak tanımlanmaktadır. Metalik cevherlerin yarısı, kömürün 1/3'ü ve metal dışı yapı malzemelerinin tamamı açık ocak işletmeciliği ile üretilmektedir. Ancak madenin yapısı ve rezervi dikkate alındığında, madenin yüzeye olan yakınlığı da değerlendirilerek yeraltı madenciliği de uygulanan bir diğer maden çıkarma yöntemidir. Bu uygulama, yeraltında açılan tüneller zincirinde yapıldığından toprak katmanının jeolojik yapısına göre diğer yöntemlerden çok daha fazla iş gücü, emek ve yoğun çalışma saatleri gerektirmektedir. Bunlarla beraber yeraltında çalışan işçilerin asgari yaşam koşullarını sağlamak açısından büyük öneme sahiptir (Bulgurcu ve ark., 2015).

Gerekli olan bu yaşam koşullarının sağlanabilmesi için bu sektördeki en önemli faktörlerden birisi işçilerin beden ve ruhsal sağlığı ile iş güvenliğidir. Gelişmiş ülkelerde işverenler bu duruma daha hassas yaklaşmaktadır. İnsan hayatına ve güvenli çalışma şartlarının sağlanması gerekliliğine sahip olma bilincinin yanında kaza önleme maliyetlerinin kazadan sonraki düzeltme maliyetlerden daha uygun olduğunun farkında olup, gerekli önlemler maksimum düzeyde alınmaktadır.

Geçmiş yıllarda ülkemizde yaşanan kazalar neticesinde, işverenlerin bu konuya göstermeleri gereken hassasiyetin yeterli olmadığı görülmektedir. Bu konudaki yükümlülükleri gerek Maden Kanunun da gerekse 20/06/2012 tarihli ve 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu kapsamında net bir şekilde açıklanmış olup, işçilerin sağlıklı ve güvenli bir ortamda çalışmaları için gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Bu zorunluluktan dolayı duyarlı ve işin bilincinde olan işverenler bu konuyla alakalı ciddi yatırımlar yapmaya başlamıştır.

Bu yatırımlar madenin cinsine ve üretim şekline bağlı olarak oluşturduğu tehlikenin şekline ve boyutuna göre değişik alanlarda ve değişik maliyetlerde olmaktadır. Ancak ister yeraltı işletmesi olsun ister açık işletme olsun neredeyse bütün maden ocaklarında işçilerin sağlığını ve işin verimini etkileyen en büyük sorunlardan bir tanesi hiç şüphesiz ki toz faktörüdür. Bu süreçte toz, işveren tarafından rutin olarak ölçülmesi ve değerlendirilmesi gereken en mühim çevresel problemdir. Tozların rutin olarak ölçülmesi tozla mücadele konusunda gerekli yöntemlerin tespit edilebilmesi açısından büyük bir önem teşkil etmektedir. Bu konu ile alakalı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununun 30 uncu maddesine dayanılarak düzenlenen Tozla Mücadele Yönetmeliği; İş Sağlığı ve Güvenliği Kanuna kapsama giren işyerlerinde; çalışanların yaptıkları işlerden dolayı toz maruziyetinin olabileceği işyerlerinde uygulanır. Amacı açık bir şekilde, işyerlerinde tozun sebep olduğu risklerin önüne geçilebilmesi amacıyla tozla mücadele etmektir. Ayrıca bu ortamlarda çalışan işçileri tozun zararlı etkilerinden korumak için iş sağlığı ve güvenliği yönünden alınması gerekli tedbirlere dair usul ve esasları belirlemektir, şeklinde ifade edilmiştir (T.M.Y., 2013).

Toz, işçilerin nefes alıp vermeleri sonucu solunarak akciğerlere kadar ulaşan ve orada birikerek hastalık yapan bunun yanı sıra iş ortamında yoğunlaşarak toz bulutu oluşturan ve görüş mesafesini etkileyen, zamanla makinaların üzerinde ve oynar aksamalarında birikerek makinalarda arıza verme ve yavaşlatma gibi birçok probleme sebebiyet vermektedir. Bu sorunların önlenmesi için öncelikle tozu kaynağında yok etmeye çalışmak gerekmektedir. Böyle bir durum mümkün

değil ise meydana geldiği çalışma alanları ve prosesler de oluşumunu yok edebilecek veya minimuma indirecek yöntemler uygulamak gerekmektedir. Çalışma şartlarının ve var olan tesis düzeninin böyle bir yöntemi uygulama alanına elverişli olmaması durumunda ise o ortamda oluşan tozu ortama daha fazla dağılmadan emici bir sistemle ortamdan uzaklaştıracak bir çalışma gerekmektedir. Bütün bu toz yok etme ve önleme çalışmalarına rağmen tozu yok edilemiyor ve ortama dağılması önlenemiyorsa meydana gelen bu tozun ölçümü sık sık yapılmalıdır. Bu ölçüm sonucunda tozun miktarı, tozun çeşidi, işçinin sağlığına kısa ve uzun vadede etkisi, işçinin iş verimine etkisi ve makinalardan ve iş ortamından kaynaklı işe yaptığı etki belirlenmelidir.

Belirlenen bu etkinin tamamen ortadan kaldırılması ve yok edilmesinin mümkün olmadığı durumlarda kabul edilebilir risk seviyesine indirilecektir. Bu risk seviyesi, Zaman Ağırlıklı Ortalama Değer (ZAOD/TWA): Günlük 8 saatlik zaman dilimine göre ölçülen veya hesaplanan zaman ağırlıklı ortalama değeri, ifade eder. (T.M.Y., 2013)

Bu işlemlerin ve ölçümlerin aşamaları ve sonuçları ne olursa olsun, ocak sınırlarına geçen bütün işçilerin kişisel koruyucu donanımları eksiksiz olarak verilmeli ve çalışanlar bunları kullanmak zorunda olduklarının bilincinde olmalıdırlar.

Çalışanların sağlığını riske atan bu tozların ölçümü için ortam havası içerisinde farklı toz ölçüm cihazları ile toz ölçümlerinin yapılması gereklidir. Toz ölçümünde kullanılan cihazlar gravimetrik ve tane sayma yöntemi ile çalışmaktadır. Örneklemenin verimli yapılabilmesi için uygun ölçüm noktaları seçilmelidir. Ölçümler çalışanların solunum seviyesi yüksekliğinde ve ortamın toz yoğunluğuna göre uygun ölçüm cihazları ile örnekleme yapılmalıdır. Yapılan bu ölçümlerle çalışanların soluduğu toz miktarı öğrenilmiş olup, bu tozun yönetmelikte belirtilen maruziyet sınır değerleri içerisinde olup olmadığı belirlenmiş olacaktır.

**Toz ölçümü:** Tozla Mücadele Yönetmeliğine göre işyeri ortam havasındaki toz miktarının gravimetrik esasa veya lifsi tozlarda lif sayısına göre belirlenmesi, olarak ifade edilir (T.M.Y., 2013)

**Lifsi toz:** Uzunluğu beş  $\mu\text{m}$ 'den daha büyük, eni üç  $\mu\text{m}$ 'den daha küçük ve boyu eninin üç katından büyük olan parçacıkları ifade eder. Maruziyet sınır değerleri içerisinde olsa dahi işçilerin soluduğu tozun kristal yapısındaki  $\text{SiO}_2$  miktarını belirlemek için Kuvars içerikli Analitik Yöntemler kullanılmalıdır.

**Kristal yapıda  $\text{SiO}_2$ :** Kuvars, tridimit ve kristobaliti dir. Bunlar en yüksek fibrojenik etkiyi yapmaktadır. Toz tanecikleri içerisinde bulunan kuvars miktarı ne kadar fazla ise hastalık yapma riski o kadar fazladır.

Bu çalışmanın amacı; Hatay yöresi Kuruyer Mevkiinde bulunan taş ocağında yapılan ölçüm ve alınan toz örneklerinin içerisindeki minerallerin çeşitlerini ve bulunan minerallerin yüzdelik oranlarını belirlemek için analizlerinin yapılarak, içerisindeki solunabilir toz konsatrasyonunu belirlemek ve bu konsatrasyonun miktarının belirlenmesiyle toza maruziyet süresi (TWA) göz önünde bulundurulacaktır. Elde edilen sonuçların kabul edilebilir sınır içerisinde olup olmadığına bakılarak işçinin sağlığı ve iş güvenliği açısından risk düzeyi belirlenecektir. Risk oluşturması durumunda alınacak önlemler, yukarıda da belirtildiği gibi öncelikli olarak tehlikenin yerinde yok edilmesine yönelik olup bu durumun sağlanamaması durumunda yapılacak olan en uygun koruyucu çalışmalar belirlenecektir

Bu nedenle; çalışmamızın yapılacağı sahada öncelikle var olan bitki örtüsünün kaldırılması, kamyonlara yüklenerek döküm alanına nakliyesi sağlanmaktadır. Ardından patlatma için delik delinecek yerlerin belirlenmesi, delme ve patlatma, büyük blokları kırıcı ile ufalama takip eder. Yükleme, tesise nakliyesi ve konkasöre boşaltmanın ardından aşamalı olarak kırma-eleme işlemleri uygulanır. Sınıflandırılıp bunkerlere dökülen malzeme stok alanına nakledilir. Yapılan bütün işlemlerde oluşan toz kaynaklarının yanı sıra nakliye yolları ve işçilerin yürümelerinde etrafa çökmüş tozların hava hareketi ile tekrar işyeri

havasına karışması ve temizlik işleri sırasında oluşan tozlanmalar da dikkate alınarak ölçümler yapılacaktır.

## 1.2. Taş Ocağı İşletmeciliği

Maden işletmeciliğinde bilinen en eski üretim yönteminin açık ocak işletmeciliği olduğu bilinmektedir. Genel olarak, yerin yüzeyinde bulunan, sondaj ve benzeri yöntemlerle saptanmış ekonomik derinlikteki maden yatakları ile mostra vermiş madenin, yeraltına inilmeden üzerindeki örtü tabakasının kaldırılarak, iş makinaları ile kazılması, yüklenmesi ve taşınması ile yapılan tüm çalışmalara açık işletme madenciliği denir. Günümüzde dünya maden üretiminin %30'u yeraltı üretimi şeklinde olup geri kalan üretimde açık işletmecilik yöntemleriyle yapılmaktadır. Açık ocak işletmeciliği düşük derinlikteki madenlerde gerek maliyet açısından gerekse emniyet açısından kapalı ocak işletmeciliğine oranla çok daha verimli olduğundan öncelikli tercih edilmektedir. Madencilik faaliyetleri dünyanın en eski endüstrilerinden biridir. Gelişen teknolojiye paralel olarak madencilik faaliyetleri de gelişmektedir. Ve üretim zor şartlar altında dahi kolaylıkla aşılmaktadır. Madenlere olan talebin artmasıyla madencilik alanlarında da bir genişleme, işletmeler açısından ciddi bir büyüme gözlenmiştir (Madencilik Politikaları, 2015).

Türkiye'de işletilebilir maden üretiminin %60'ını taş ocağı kapsamındaki kalker, kum, çakıl, tras, marn ve kil gibi daha çok inşaat sektörünün kullandığı maden üretiminden oluşmaktadır. Pazar değerinde kömür, petrol ve doğalgaz üretimi dördünce sırada yer alırken, %58 pay oranı ile kalker üretimi birinci sırada yer almaktadır. Kimyasal bileşiminde en az %90  $\text{CaCO}_3$ , mineralojik bileşiminde ise %90'a kadar  $\text{CaCO}_3$  içeren kayalara kalker ya da kireçtaşı denilmektedir. Dünyada kalker ürünleri kadar çeşitli kullanım amacı olan başka maden mevcut değildir. Tüketilen kalker miktarının yıllık ortalama 4,5 milyar ton civarında olduğu tahmin edilmektedir. Bugün ülkemizde tüketilen kalker miktarı 235 milyon ton/yıl civarındadır. Ülkelerin büyük bir kısmında kalker %40-70 oranında inşaat

ve yapı malzemesi olarak kullanılmaktadır. Bu amaç için kullanılacak olan kalker; temiz, kuru, yüksek aşınma dayanımına ve sertliğine sahip ve kübik formda olmalıdır. Daha ince (75 µm -5 mm) arasındaki kumlar ise inşaat ve beton harcında kullanılmaktadır. Yapı ve inşaat sektöründe kullanılan yıllık agrega miktarı dünyada yaklaşık 1,5 milyar ton/yıl; ülkemizde ise yaklaşık 180 milyon ton/yıl civarındadır. Bu değer ülkemizdeki toplam üretimin %74'üne karşılık gelmektedir (Kocaman, 2006). Kalkerin diğer kullanım alanları ise; kireç üretimi ve çimento, eczacılık, metalurji, tarım, baca gazı arıtımı ve cam, gübre endüstrisinde, soda, şeker rafinasyonunda, kâğıt, lastik-plastik, kauçuk sanayilerinde, boya üretiminde, kömür tozu alevlerinin söndürülmesinde, asitli yağmur sularının nötrleştirilmesi yoluyla çevre problemlerinin çözülmesinde gibi çeşitli endüstriyel alanlarda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Türkiye'de taş ocağı işletmeciliğinde birinci sırada Marmara, ikinci sırada Ege bölgesinden sonra Akdeniz bölgesi üçüncü sırada yer almaktadır. Kalker gibi metalik olmayan madenler genellikle yüzeye mostra veren maden yatakları olduğundan yerüstü madencilik metoduyla çıkartılmaktadırlar. Kalkerin sertlik derecesi düşük olduğundan, homojen bir oluşum bulunan bölgelerde doğrudan kazımak yeterli olabilmektedir. Daha sert olan bölgelerde ise patlatma yöntemi ile üretimi gerçekleştirilmektedir. Kalın bir örtü tabakasına sahip kalker sahaları fazla dekapaj maliyeti gerektirdiklerinden dolayı işletmeye uygun olmamaktadır. Bu nedenle dekapajın kazıma ve kalker in patlatma yöntemi ile üretilmesine daha sık rastlanılmaktadır.

Açık işletmelerde üretim derinliği arttıkça kaldırılacak olan örtü tabakasının miktarının artmasıyla birlikte açık işletme yönteminin ekonomikliği azalacaktır. Bu nedenle bu yöntem belli bir derinliğe kadar uygulanabiliyor. Dünyada açık işletme madencilğinde ekskavatör-kamyon kazı sistemi, döner kepçeli kazı sistemi ve kombine sistemler kullanılmaktadır. Açık işletmelerde delme-patlatma, kazı-yükleme, nakliye ve dökme olmak üzere beş temel işlem yapılmaktadır. Ocak planlamasında, jeoloji, jeoteknik ve hidrojeolojik koşullar

rezerv yayılımı, topografya, takım nakliyat sistemleri, enerji temini, ekonomik faktörler ve maliyet, cevher çeşidi, ocak ve basamak şev açıları, basamak yükseklikleri, yol eğimleri, cevher zenginleştirme ve pazarlama olanakları vb. parametreler dikkate alınmaktadır (Dumlu, 2014).

Bu konu ile alakalı 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinin 30. Maddesine dayanılarak Maden İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği çıkarılmıştır. Maden ve maden üretim yöntemleri ile ilgili tanımlar, dayanaklar, işverenler ile çalışanların görev ve sorumlulukları ve Yerüstü Maden İşlerinin yapıldığı işyerlerinde uygulanacak olan asgari hükümler açık bir şekilde belirtilmiştir.

### 1.3. Tozun Tanımı

20 Haziran 2012 tarihli ve 6331 sayılı İş sağlığı ve İş Güvenliği kanunu kapsamına giren işyerlerinde; çalışanların yaptıkları işten dolayı toz maruziyetinin olabileceği yerlerde 5 Kasım 2013 tarihli Tozla Mücadele Yönetmeliği hazırlanmıştır. Bu yönetmelik 19.09.2013 tarih ve 28770 sayılı resmî gazetede yayımlanan Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği kapsamında da uygulanmaktadır. Bu yönetmelikler kapsamında yönetmelikte bulunan toz ve toz ölçümleri ile alakalı bazı tanımlamalar;

**Toz:** İşyeri ortam havasına yayılan veya yayılma potansiyeli olan parçacıklar olarak tanımlanır. Başka kaynaklardaki farklı tanımlamalar ise; tozun, cisimlerin parçalanmaları, ezilmeleri, kırılmaları sebebi ile meydana gelen ve cisimlerin özelliklerini taşıyan, tane büyüklükleri 100 µm altında olan katı parçacıklardır.

Dünya Sağlık Örgütünün tanımına göre; havada bulunması veya oluşumu kaynağına, fiziksel karakteristiğine ve hava koşullarına bağlı olan, boyutları 1 µm ile 100 µm arasında değişen katı partikülleri toz olarak tanımlanmaktadır (WHO, 1999). Toz, oluştuğu kayacın cinsine, tane büyüklüğüne, şekline, hava basıncına ve havanın nemine bağlı olarak havada askıda kalır. Havada askıda kalan tozun



akciğer alveollerinde yerleşebilen 0,5µm -5µm boyutundaki kısmına '**solunabilir toz**' ya da '**ince toz**' denir (Didari, 1983a).

**Toz Ölçümü:** Ortam havasındaki toz miktarının gravimetrik esasa veya lifsi tozlarda lif sayısına göre belirlenmesini,

**Toz Ölçüm Cihazı:** İşyeri ortamı havasındaki solunabilir tozları ölçmeye ve tozu toplamaya yarayan cihazı,

**Toz Patlaması:** Havada asılı olan oksijence zengin toz partiküllerinin bir tutuşturucu ile karşılaşması sonucunda meydana gelen hızlı yanma sonucu oluşan enerji boşalımını,

**SFT:** Solunum Fonksiyon Testini,

**PİB:** İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü ve İSGÜM personellerinden oluşan ve Pnömokonyoz İzleme Biriminin kısıltılmış halini,

**Kristal yapıda SiO<sub>2</sub>:** Kuvars, tridimit ve kristobalittir.

**Tozla Mücadele Komisyonu (TMK):** bu yönetmelik çerçevesinde çalışma hayatında tozla ilgili konularda ihtiyaç ve öncelikleri belirleyerek teknik ve tıbbi açıdan görüş ve öneri hazırlamak amacı ile Bakanlıkça oluşturulan komisyonu,

**Pnömokonyoz (Akciğer Toz hastalığı):** Akciğerlerde tozun birikmesi sonucu ortaya çıkan doku reaksiyonu ile oluşan hastalığı,

**Standart akciğer radyografisi:** En az 35\*35 cm ebatlarında ILO Uluslararası Pnömokonyoz radyografileri sınıflandırması ölçütlerine göre değerlendirilebilir akciğer radyografisini veya dijital akciğer radyografisini,

**ILO:** Uluslararası Çalışma Örgütü'nü,

**Kademe:** Açık işletmelerde belirli aralık, kot ve eğimlerle meydana getirilen basamak şeklindeki çalışma yerlerini,

**Ateşleme:** Kazı işlerinde deliklere doldurulmuş olan patlayıcı maddelerin patlatılmasını,

**Kanun:** 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununu, ifade eder.

Madencilikte toz; kayacın ocakta sökülerek elde edilmesi için geçen çalışma sürecinde, tesise taşınmasında, tesis içerisinde boyutlandırılmasında ve stok alanına taşınıp orada stoklandığı zamana kadar olan bütün işlemlerde oluşmaktadır. Bu oluşumda teknik etkenlerin ve dış etkenlerin yanında cevherin ve yan taşının özellikleri büyük ölçüde etkilidir.

Toz taneciklerini genelde boyutlarına göre 3 sınıfta incelenir:

- 10  $\mu$ 'dan büyük tanecikler, yer çekimi kanununa göre artan bir hızla havada serbest düşme yaparlar.
- 0.1-10  $\mu$  arasındaki tanecikler, Stokes yasası tarafından hesaplanabilen sabit bir hızla aşağıya doğru hareket ederler.
- 0.01-0.1  $\mu$  arasındaki tanecikler ise sürekli olarak havada kalabilen taneciklerdir (Sengupta, 1990).

Maden işletmelerinde meydana gelen tozlar solunabilir, sağlığa zararlı veya patlayıcı olabilirler. Bu durumda gerek çalışanların hayatlarını gerekse madenlerdeki donanımların tahribine yol açması bakımından sorun oluştururlar. Tozun yüksek bir potansiyel ile oluştuğu dikkate alınırsa, açık ocaklarda tozluluk koşullarının değerlendirilmesinde aşağıdaki olaylar ile ilgili bilgi edinilmesi gerekmektedir (Ersoy, 2000).

- Mevcut madenin kimyasal, fiziksel ve jeolojik yapısı ve parça boyutu,
- Çalışılan bölgedeki nem oranı, buharlaşma miktarı ve yağış miktarı
- Bölgedeki rüzgârın hızı.

Tozlar genel olarak görünmezler fakat havada daima bir miktar toz vardır. Doğal olarak toz miktarı arttıkça toz bulutu görülebilir hatta görüş alanını daraltır. Havadaki toz parçacıklarının çoğu çok küçüktür, çıplak gözle görünemezler ve

mikron cinsinden ölçülürler (Madencilik Dergisi, TKİ, OAL İşletmelerinde Toz Problemleri).

Toz daima rahatsız edici bir unsurdur. Çalışanların görüş kabiliyetini azaltır, sinirli yapar. Gerginliğe neden olup kazaya sebebiyet verir. Makine ve mekanik aletler için de büyük tehlikeye sebep olabilir. Makine aksamlarında hasara ve arızaya neden olur, buna bağlı kaza oluşma riski oluşur, iş ve zaman kaybına neden olur.

İnsan tarafından solunan tozun bir kısmı boğaz ve burun da tutulur ve tekrar vücuttan dışarı atılır. Geri kalan ve çoğunlukla 0.5 µm ile 5 µm arasındaki 'solunabilir toz' olarak adlandırılan tozlar akciğerlerin alveollerine kadar ulaşabilmekte ve akciğer fibrozu meydana getirmektedir (Tonguç,1992). İşyeri ortam havasında yer alan ve işçi sağlığı konusunda ciddi bir sorun teşkil eden, solunum yoluyla akciğerlere ulaşan ve akciğer fibrozu oluşturan tozların oluşturduğu hastalıkların tümüne verilen genel isim pnömokonyozdur.

Toz birçok iş kolunda meydana gelmektedir. Özellikle endüstri alanı ile maden üretim ve zenginleştirme alanlarında, solunabilir toz konsantrasyonu oluşur ve bu konsantrasyon çalışma şartlarına bağlı olarak düşer veya yükselebilir.

Çalışma ortamlarındaki toz oluşumu çalışanların sağlığında ve çalışma verimlerinde istenmeyen sonuçlar meydana getirebilir. Bu nedenle bu toz konsantrasyonun yapılabiliriyorsa ortamdaki yok edilmesi veya minimum maruziyet sınırları altına düşürülmesi şarttır.

Bu arada her çalışma yerinde tozun cinsine bağlı olarak maksimum düzeyde müsaade edilebilir toz konsantrasyonu ortaya çıkar. Bazı hekim ve mühendisler yüksek olan bu toz faktörünün her konsantrasyonunu azaltmak gibi genel bir mücadeleye girerler. Aslında insan bünyesi doğal olarak her cins toza karşı ayrı bir direnme gücü göstererek mücadele eder. Bu nedenle tozlar çeşitlerine göre sınıflandırılırlar. Tozun fizyolojik etkilerine göre sınıflandırılması Çizelge 1.1'de gösterilmektedir.

Çizelge 1.1. Tozun fizyolojik etkilerine göre sınıflandırılması (Didari,1981)

|                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Fibrojenik Tozlar (Solunum sistemine zararlı olanlar)<br>-Silis<br>-Silikatlar (Asbest, Talk, Mika)<br>-Berilyum cevheri<br>-Kalay cevheri<br>-Demir cevherlerinin bazıları<br>-Kömür (Antrasit, Bitümlü kömürler) |
| 2. Kanserojen Tozlar<br>-Radyum, Asbest, Arsenik                                                                                                                                                                      |
| 3. Zehirli Tozlar (Organları, dokuyu vb. zehirleyenler)<br>-Berilyum, Arsenik, Kurşun, Uranyum, Radyum, Toryum, Vanadyum, Cıva, Kadmiyum, Antimuan, Manganez, Tungsten, Nikel, Gümüş cevherleri vb.                   |
| 4.Radyoaktif Tozlar (Alfa ve Beta radyasyonu yayanlar)                                                                                                                                                                |
| 5. Patlayıcı Tozlar (Havada süspansiyon halinde iken yanabilen tozlar)<br>-Metalik Tozlar (Magnezyum, Alüminyum, Çinko, Kalay, Demir)<br>-Kömür (Bitümlü kömür ve Linyit)<br>-Piritli cevher<br>-Organik tozlar       |
| 6. Az Zararlı Tozlar (İnsana hayatı üzerinde etkisi az olanlar)<br>-Jips, Kaolen, Kalker                                                                                                                              |

#### 1.4. Pnömokonyoz

Pnömokonyoz terimi, eski Yunanca Pneumo (akciğer) ve konis (toz) kelimelerinden türetilmiştir. Pnömokonyoz, ince taneli kömür ve taş tozlarının kimyasal ve fiziksel yollarla akciğerlerdeki alveollere ulaşarak yerleşmeleri sonucu akciğerlerde yarattığı tahribatlarla meydana gelen, madenci hastalığı da denilen bir hastalıktır (Eyüboğlu ve ark., 2017). Hastalığa neden olan tozun cinsine göre aynı

dilde adlandırılmıştır. Örneğin, kömür tozu solunmasıyla meydana gelen antrakoz, kuvars içeren tozların solunmasıyla silikoz, demir tozlarının solunmasıyla sideroz, asbest tozlarının solunması ile asbestoz, pamuk tozu solunmasıyla oluşan bisinoz olarak adlandırılan solunum hastalıkları oluşmaktadır. Kömür ocaklarındaki ortamda bulunan solunabilir toz içinde genelde kömür tozuyla birlikte mika, kuvars ve kaolen gibi mineral tozları da vardır. Bu nedenle kömür ocaklarının da çalışan işçilerin hastalıklarına ‘kömür pnömokonyozu veya ‘antrako silikozis’ adı verilmektedir (Erol, 2012).

Günümüz şartlarında pnömokonyozun kalıcı tedavisinin olanaksız olması nedeni ile birlikte yapılabilecek koruyucu çalışmalar mümkündür. Bu nedenle çalışma koşullarının iyileştirilmesi ve pnömokonyoz şüphelerinin ortadan kaldırılması gerekmektedir. İşyerleri; toz sınır değerlerinin müsaade edilen solunabilir toz limitlerini aşmamaya hassasiyet göstererek hastalığın oluşmasına engel olabilir. Bunu sağlamak için; solunabilir toz numunelerinin alınarak mineralojik ve kimyasal özelliklerinin incelenmesi ve çıkan sonuç göz önünde bulundurularak en iyi koruma yöntemlerinin belirlenmesi konuları büyük önem kazanmaktadır. Tarım, madencilik ve madencilikle ilgili sektörler, kum ve taş ocağı işletmeleri, çimento, inşaat sektörü, demir çelik ve cam endüstrisi, döküm sanayi, plastik ve lastik imalathaneleri, kuyumculuk atölyeleri ve diş laboratuvarları silikoz tehlikesi taşıyan iş kollarıdır. Ülkemiz genelinde 2.251.270 kişi silikoz hastalığı riski taşıyan işyerlerinde çalışmakta olup 770.000 kişinin bu riskle karşı karşıya olduğu tahmin edilmektedir (Ural, 2007).

Her iş kolunda ve her bireyde hastalık görülme riski aynı değildir. Vücudun tozdan korunma mekanizması, bazı toz cinslerinin uzun süre ve fazla miktarda solunmasıyla yavaşlamakta veya bir süre sonra etkisizleşmektedir. Bu süreçte fagositler tarafından tutulan tanecikler akciğer yapısına yapışmaktadır. Etkilenme süresinin uzaması sarılmış olan bu toz taneciklerinin sayısının artmasına neden olmakta ve fibroz olarak adlandırılan bağ dokularının oluşumuna neden olmaktadır. Bugün için kabul edilen teori, bağ dokularının yaygınlaşması

sonucunda oluşan nodüllerin ağır seyreden uzun bir süreç sonunda tedavisi mümkün olmayan ciddi akciğer hastalıklarına yol açtığıdır. Özellikle kuvarsın akciğere yerleşme yatkınlığı bilinmektedir. Fakat bu tutulma mekanizmasının sebebi henüz net bir şekilde açıklanmış değildir. Kuvars taneciklerinin köşeli oluşundan kaynaklı dokuları yırtma etkisinin yanında, kuvarsın biyolojik sıvı içerisinde eridiği ve bu esnada oluşan asitlerin bu tahribatı oluşturduğu görüşüne sahip teoriler mevcuttur. Akciğer dokusunda kuvars taneciğinin etrafında iltihap oluşmakta ve bu iltihabın etrafındaki dokuyu olumsuz etkilediği düşünülmektedir. Dokudaki bu yaralanma hastalığın nedeni olmaktadır. Akciğerin sınırlı bir yerinde meydana gelen bu durum, miktar ve süreye bağlı olarak yoğun bir tozdan etkilenme sürecinde artmaktadır. Bağ dokusu oluşumu fazlalaşmakta ve yaygınlaşmaktadır. Hastalığın bu gelişim sürecini etkileyen faktörler, tozun cinsi, boyutu, yoğunluğu, maruziyet süresinin uzun olması, kötü havalandırma koşullarının olduğu ortamda çalışma ve çalışanın maruziyet yaşına bağlı olarak değişim göstermektedir. Bu değişim birkaç yıldan (silikoz) 15-20 yıla (kömür işçileri) kadar uzanabilmektedir (Didari, 2008). Silikoz hastalığının solunum sistemini bozup klinik belirtileri ortaya çıkarması 20-30 yıl gibi uzun bir süre çalışmayı gerektirmektedir. Sinsi bir hastalık olduğu için işten ayrıldıktan bir süre sonrada ortaya çıkmaktadır.

Çalışma ortamındaki şartlar göz önünde bulundurulduğunda, pnömokonyoza en fazla yakalanma riski olan yeraltı kömür madeni işçilerinin baca kısmında çalışan işçiler, nakliyeciler, patlatma ekibi, tabancı ve taramacılar, lavvar tesisindeki işçilerin ve bakım- onarımcıların maruz kaldığı düşünülmektedir (Eyüboğlu, 2017)

Klinik olarak; başlangıçta hastada bir şikâyet olmayabilir. Önce kuru öksürük, yorgunluk, sırtta ve göğüste ağrı şikâyetleri söz konusu olur. Daha sonra vücudun zorlandığı durumlarda görülen nefes güçlüğü, kalp ritmi bozukluğu zamanla normal hallerde de görülmeye başlar. Bu aşamalarda bile teşhis güçtür. Röntgensiz tanı mümkün olmasa da röntgenle kesin tanı koymak her zaman

mümkün değildir. En önemli klinik belirtisi nefes darlığı olup, hastanın işi ve özgeçmişine bakılarak ileri tetkiklerle hastalığın mevcut durumu hakkında bilgi sahibi olunur.

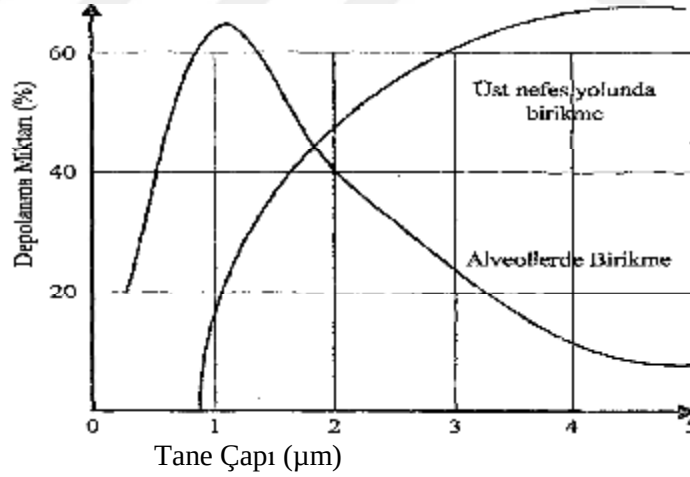
İş görmezlik ve maluliyete sebep olan ve maalesef çoğu zaman ölümle sonuçlanan (silikoz, asbestoz vb.) hastalık çeşitleri yanında çoğu zaman belirti bile göstermeden tamamen zararsız sayılabilecek şekilde devam eden (sideroz, baritoz vb.) pnömokonyoz türleri mevcuttur (Ilıcak,1988). Pnömokonyoza neden olan organik ve inorganik olarak ayrılıp Çizelge 1.2.'de verilmiştir.

Çizelge 1.2. Pnömokonyoza neden olan tozların sınıflandırılması (Yaprak, 1988)

| İNORGANİK TOZLAR                                                                                                                                                               |                                                                           | ORGANİK TOZLAR                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SİLİSYUM OKSİTLERİ<br>İÇEREN<br>MİNERALLER                                                                                                                                     | SİLİSYUM OKSİTLERİ<br>İÇERMEYEN MİNERALLER                                | Pamuk Tozları<br>Tahıl Tozları<br>Deterjan Tozları<br>Mayalama<br>Hammaddeleri<br>Lifli Şeker kamışı<br>artıkları |
| Kristalize Silisler ( $\text{SiO}_2$ )<br>Kuars<br>Kristobalit<br>Tridimit                                                                                                     | Beril<br>Klihalit<br>Böhmit<br>Grafit                                     |                                                                                                                   |
| Kristalize Silikatlar<br>( $\text{SiO}_4$ , $\text{SiO}_3$ , $\text{Si}_2\text{O}_5$ ,<br>$\text{Si}_3\text{O}_8$ , $\text{SiO}_4$ ve bir<br>katyon)<br>Asbestoz, talk, kaolen | Hematit Sert Metal Mineralleri<br>(Sülfidler, Arsenikler,<br>Tellüritler) |                                                                                                                   |
| Karışık Tozlar<br>(Silisyum silikatlar vd.)<br>Kuars+Kömür<br>Kuars+Demiroksitler                                                                                              |                                                                           |                                                                                                                   |

Akciğerlerde tutulan tozun yoğunluğa göre (Şekil 1.1) dağılım grafiği verilmiştir. Bu dağılım grafiğine göre;

- 0,85  $\mu\text{m}$ 'den daha büyük tanecikler üst solunum yolunda tutulur.
- Alveollerde tutulma olasılığı en yüksek olan parçacıklar 1  $\mu\text{m}$  boyutundadır. 0,25 $\mu\text{m}$ -1 $\mu\text{m}$  arasındaki parçacıklarla 1-5  $\mu\text{m}$  arasındaki parçacıkların alveollerde tutulma oranları birbirine eşittir.
- Tane boyutu ile toz birikimi arasındaki ilişki solunum modeli ile değişmektedir. Solunum sıklığının azalması ile tutulma artar. Soluma sıklığındaki bu azalmadan en çok 1-5  $\mu\text{m}$  boyutundaki parçacıklar etkilenirler.
- Burunun etkinliği 5  $\mu\text{m}$ 'dan büyük parçacıklar için %70 iken boyutun azalması ile etkinliği de azalarak 1  $\mu\text{m}$  civarında %20'lere düşer.
- Birikimin oluşturduğu etki, boyutun azalması ile artar (Güyağüler, 1991).



Şekil 1.1. Akciğerlerde tutulan tozun yoğunluğuna göre dağılımı (Vidinel, 1981)

Bu grafiğe göre, toz taneciklerinin çalışanlarda Pnömonyoz hastalığını oluşturma riskinde aşağıdaki etkenler önemli rol oynamaktadır



- a) **Tozların Çapları:** Ortamda bulunan tozların çapları 5  $\mu\text{m}$ 'dan küçük ise akciğerlere girme ve birikme ihtimali artar.
- b) **Tozların Terkibi (bileşimi):** Tozların terkibi, hastalığın ortaya çıkmasında önemli olan ikinci etkindir. Örneğin silikoz olabilmesi için tozun yapısında kristal halde silis bulunması gerekir.
- c) **Tozların Miktarı:** Hastalığın meydana gelmesindeki üçüncü faktör alınan dozdur. Alınan doz, çalışanın ortamda geçirmiş olduğu süreye bağlıdır. Tozlu ortamda ne kadar uzun süre kalınırsa akciğere giden tozun miktarı o derecede artar.
- d) **Akciğerde Kalan Toz Miktarı:** Tozun önemi, insan sağlığına zararlı olan silikoz hastalığını oluşturmamasından meydana gelmektedir. İnsan tarafından solunan tozun bir miktarı boğaz ve burun da tutulur tekrar dışarı atılır. Geri kalan ve 5  $\mu\text{m}$ 'un altındaki tozlar akciğer alveollerine ulaşır ve akciğer fibrozunun meydana gelmesine yol açar (Tonguç,1992).
- e) **Kişisel Özellikler:** İnsan bünyesinin direnişi, kendini tozdan koruma mekanizması vardır. Bu mekanizma solunum sistemini bozan bazı sebepler sonucunda düzgün işleyemez. Mesela aşırı tütün maddeleri içenlerde, daha önceden başka zehirli gazlarla karşılaşmış olanlarda, vücut direnci zayıflamış ve zedelenmiştir. Normal şartlarda da hasta olma riski daha da yükselmiştir. Bu kimsenin pnömokonyoz olma riski daha fazladır (Sirer H.)

İnsan bünyesindeki tozun zararları,

- Anorganik mineral tozları, Pnömokonyoz'a sebep olur.
- Metalik tozlar, solunum yetersizliği yapar.
- Tarımsal tozlar, solunum yetersizliği ve alerji yapar.
- Tozlar, kansere sebep olur.

- Tozlar, zehirlenmeye sebep olur, şeklindedir.

### 1.5. Tozun Çeşitleri

Tozlar, mesleki sağlık açısından aerodinamik tane çaplarına göre üç ayrı grupta incelenmektedir (TSE, 1996).

#### 1.5.1. Solunabilir Tozlar

%50'sinin aerodinamik çapı 80-100  $\mu\text{m}$  altında kalan, trokal ve alveollere ulaşan tozları da içeren, maruz kalındığında ise tüm solunum sisteminin etkileyen tozlardır. Burun ve ağız yoluyla alınan, havada asılı kalan tüm parçacıkların kütlesi şeklinde de tanımlanmaktadır.

#### 1.5.2. Trokal Tozlar

%50'sinin aerodinamik çapı 10  $\mu\text{m}$ 'un altında kalan, alveollere ulaşan tozları da içeren, maruz kalındığında alt solunum yollarını etkileyen ve akciğere kadar ulaşabilen tozlardır

#### 1.5.3. Alveollere Ulaşan Tozlar

%50'sinin aerodinamik çapı 4  $\mu\text{m}$ 'un altında kalan ve maruz kalındığında alveollere kadar ulaşabilen tozlardır (TSE, 1996).

### 1.6. Tozların Sınıflandırılması

Çalışma ortamı ve iş güvenliği açısından tozları kimyasal köklerine ve biyolojik etkilerine göre iki başlıkta inceleyebiliriz.

#### 1.6.1. Yapılarına göre Kimyasal Tozlar

##### a) Organik tozlar;

- Bitkisel kökenli tozlar: Pamuk, tahta, un, saman, bitki tohumları v.b.

- Hayvansal kökenli tozlar: Tüy, saç, deri, vs.
- Sentetik bileşenlerin tozları: DDT, plastik, reçine, lastik, v.b.

**b) İnorganik tozlar;**

- Metalik tozlar: Demir, bakır, alüminyum, çinko, Pb, v.b.
- Metalik olmayan tozlar: Kükürt, v.b.

**c) Kimyasal bileşenlerin tozları:** Çinko oksit, magnezyum oksit, cam, v.b.

**d) Doğal bileşenlerin tozları:** Mineraller, killeri, maden cevheri v.b.

### 1.6.2. Biyolojik Etkinli Tozlar

Tozlar biyolojik etkilerine göre altı grupta toplanır (Erol, 2007).

#### 1.6.2.1. Fibrojenik Toz

Solunumla akciğere ulaşarak biriken ve bunun sonucunda dokusal değişim oluşturarak akciğerlerde fonksiyonel bozukluk yapan tozları ifade eder.

#### 1.6.2.2. Radyoaktif Tozlar

Çok sayıda olmamakla birlikte en önemlileri, Uranyum, Toryum, Seryum ve Zirkonyum bileşikleri, Trityum ve Rodyum tuzlarıdır. Hava içerisinde toz ve gaz halinde bulunan radyoaktif maddeler için müsaade edilebilir en yüksek konsantrasyon değerinde ‘‘Uluslararası Radyasyondan Korunma Komisyonu, ICRP’’ tarafından öneriler şeklinde alınan kararlar esas alınır. İşyerlerinin değerlendirilmesinde, söz konusu maddenin radyoaktivite düzeyleri esas alınır.

#### 1.6.2.3. Kanserojen Tozlar

Bu tozlar insanda kansere yol açabilen tozlar olup, Asbest, Arsenik, Berilyum, Kromatlar (Ca, P, Na) ve Ni tozlarıdır. Kanserojen tozlar için Mak-Değer, verilmesi uygun görülmeyp kullanımı mümkün olduğunca minimum seviyeye indirilmelidir.

**1.6.2.4. Alerjik Tozlar**

Bu tozlar bütün çalışanlarda alerji yapmasa da bazı işçiler üzerinde alerji yapabilen, astım ve egzama gibi hastalıkların oluşmasına neden olabilen tozlardır. Örneğin; un tozu ve kereste tozu.

**1.6.2.5. Toksik Tozlar**

Vücuda alındıklarında çeşitli organlar üzerinde (sinir sistemi, karaciğer, böbrekler, mide ve bağırsaklar, solunum organları, kan yapıcı organlar gibi), kronik veya akut zehirlenme etkisi yapan tozlar ‘toksik tozlar’ olarak adlandırılır. Bunlar arasında en başta gelenleri; kurşun, krom, kadmiyum, mangan ve vanadyum gibi ağır metal tozlarıdır. Bunların sebep olduğu hastalıkların büyük bir kısmı meslek hastalığı olarak bilinmektedir.

**1.6.2.6. İnert Toz**

Solunumla akciğerlere ulaşmalarına rağmen akciğerlerde herhangi bir fonksiyonel bozukluğa neden olmayan bu tür tozların herhangi bir meslek hastalığına yol açmadığı düşünülmektedir. Herhangi bir meslek hastalığına sebep olduğu ispat edilememiştir. Bu tozlara örnek verecek olursak; demir oksit tozu, titan dioksit tozu, magnezyum oksit tozu, tütün tozu, alçı taşı tozu, mermer tozu gibi tozlardır. Prensip olarak bütün gazlar zararlı olarak görüldüğü için inert tozlar için de MAK-değerler belirlenmiştir. Bunun için daha önce toplam toz konsantasyonu esas alınırken, bugün ise ince tozlar söz konusudur. İnert tozlar için öngörülen MAK-değeri  $8 \text{ mg/m}^3$  tür. İnert tozların ortamda fazla olması lenfaktiklerde tıkanmaya yol açabilir. Bu tip tozların zararsız olduğu ve sınırsız solunabileceği algısı oluşmamalıdır. Ortamdaki toz tipine ve yoğunluğuna göre gerekli önlemler alınmalıdır (Baysal, 1979).

**1.7. Tozun Yapısı**

Toz bulguları yapıları itibarı ile fiziksel, kimyasal ve mineralojik farklılıklarıyla sınıflandırılırlar. Genellikle sonuçlar yabancı bünye tipini gösterir. Serbest silika ve silikat tozları alveollerde genellikle fibroz oluştururlar. Kristalin silika, bu yüzden çok tehlikelidir. Amorf silika fibroza sebep olmayıp inert reaksiyonlarla, batarak yabancı bünye oluşturur. Asbest ve talk fazla silika ihtiva ederler. Kobalt vanadyum tozları gibi bazı tozlar akciğer enfeksiyonları, nebati tozlar ise alerjik ve astım hastalıklarını doğurur.

**1.7.1. Tozun Fiziksel Yapısı**

Parçalanmış ve ezilen maddeden oluşan tozun şekli, cismin yapısına uyumlu olarak, köşeli, yuvarlak veya amorf şekilde olabilir. Bu yapıdaki tozlardan keskin köşeli ve amorf yapıdaki toz taneciklerinin akciğerlerde birikerek hastalığa sebep olduğu görüşü daha belirgin olsa da alveollerde tozun nüfuzunda yuvarlak tozların daha avantajlı olduğunu savunan karşı görüşlerde vardır (Didari, 1981).

Tozun fiziksel özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir:

- Toz tanesinin büyüklüğü,
- Farklı çaplardaki toz tanesinin ağırlığı,
- Toz tanelerinin görülebilme durumları,
- Toz taneciklerinin havada askıda kalma özelliği,
- Ocak içerisinde tozun taşınması,
- Elektrostatik yük.

**1.7.2. Tozun Kimyasal Yapısı**

Parçalanmış maddenin, cismin yapısına uygun olarak tozun kimyasal yapısı da değişim gösterir. Genel olarak asidik, bazik veya nötr bir cisimden oluşabilirler

veya oksijenle, klorla inert veya biyolojik aktif olabilirler. Hatta zehirli, alerjik yahut fibrobalastik (doku büyümesi etkili) toz olabilirler. Örneğin kömür tozu 50'den fazla maddeden meydana gelmektedir. Mineral içeriği tozun tane iriliğine ve kömür damarına bağlı olmaktadır.

Work Place Health and Safety'ye (2004) göre, genel olarak kömür tozlarından bulunan mineraller; kaolin, illit, kalsit, pirit ve kuvarstır (silika).

Yalçın ve Gürgen (1999) ise, tozun kimyasal yapısının işçi sağlığına etkisini şöyle belirtmiştir.

Parçalanan malzemenin yapısına uygun olarak tozun kimyasal yapısı değişir. Genel olarak asidik, bazik veya nötr bir cisimden oluşabilirler veya oksijenli klorla, havayla, nemle karşılaştıklarında böyle bir ortam oluşturabilirler.

Kimyasal özelliklerinden dolayı zehirli, alerjik veya fibrohalastik etki gösterirler. Tozun kimyasal yapısı, özellikle meslek hastalıkları bakımından önem taşır. Serbest silika veya silikat tozları alveollerde genellikle fibroz oluştururlar.

Amorf silika fibroza neden olmayıp, inert reaksiyonlara yol açar. Asbest ve talk fazla silika içerir. Kobalt ve vanadyum tozları akciğer fonksiyonlarına sebep olur.

### 1.7.3. Tozun Mineralojik Yapısı

Bu analiz yöntemi, optik mikroskoplar kullanılarak kayaçları oluşturan minerallerin tanımlanması ve dokusal ilişkilerinin belirlenmesi mineralojik çalışmaların temelini oluşturmaktadır. Kayaç örneklerinin ince kesitler halinde hazırlanarak uygun mikroskoplar ve analizler gerçekleştirilmektedir.

Bütün kayaç örnekleri alttan aydınlatmalı polarize mikroskoplar ile incelenmekte, kayaçları oluşturan mineraller kalitatif; içerisinde var olan minerallerin ne olduğuna kantitatif; var olan mineraller % olarak tanımlanmakta ve kayaçlar uluslararası sınıflandırmalara ve standartlara uygun olarak sınıflandırılmaktadır. Böylece çalıştığımız ortamdaki kayaçların ne olduğu ve

içerdikleri mineral yüzdelikleri ve bunlara bağlı olarak oluşabilecek ortam riskleri hakkında daha fazla bilgi edinmiş olup bu bilgiler neticesinde ortamı koruma ve risklerden korunma amaçla yapılabilecek çalışmalar hakkında daha hızlı sonuca ulaşabiliriz.

### 1.8. Açık Ocaklardaki Toz Kaynakları ve Oluşumu

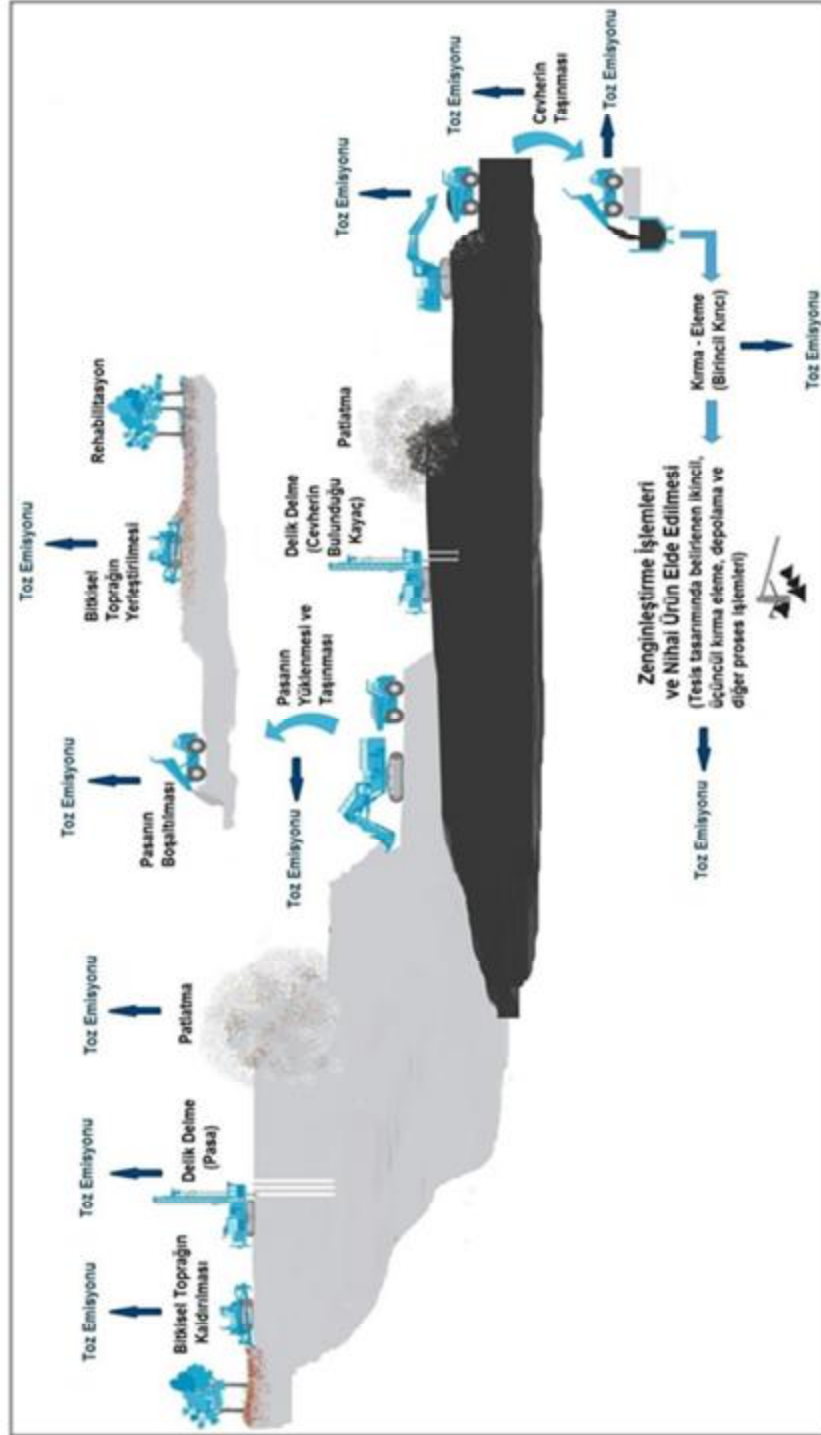
Üretim için gerekli olan işlemlerin hemen hemen hepsi toz oluşturmaktadır. Tozun bir bölümü, cevher ve yan kayaçların mekanik işlemler sonucunda küçük parçacıklar haline dönüşmesiyle, bir kısmı da ocakların havalandırılması sırasında tozun ocak içerisinde taşınmasıyla oluşmaktadır.

Yeraltı madenciliğinde toz, özellikle kuru, gevşek ve parçalanmaya uygun olan yumuşak maden yataklarında oluşmaktadır (Saltoğlu, 1979). Tozlar kaynağına göre doğal ve antropojenik olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Doğal olarak oluşan toz tanecikleri volkanlar, deniz spreyleri, otlak yangınları, çöl tozu ve polen, bakteri, mantar sporları, bitki ve hayvan organizmalarının parçalanması gibi çeşitli biyolojik kaynaklardan oluşmaktadır.

Antropolojik kaynaklı toz tanecikleri ise araçlarda ısınma amaçlı elektrik santralleri ve endüstriyel tesislerde yakıt yakılması gibi insan kaynaklı aktiviteler sonucunda ortaya çıkmaktadır.

Test çalışmamız olan Açık Ocak Madenciliği faaliyetlerindeki toz emisyonları antropojenik toz parçaları arasında yer almaktadır. Tipik bir yer üstü madenciliğinde toz oluşumuna neden olan temel faaliyetler Şekil 1.2 de gösterilmiştir. Bunun yanında tez çalışmamızın yapıldığı ocak içerisinde stok alanı ve malzeme nakliyesine ait, toz oluşumuna neden olan birkaç kesit gösterilecektir (Şekil 1.3, Şekil 1.4, Şekil 1.5, 1.6 ve 1.7).



Şekil 1.2. Yerüstü madencilğinde uygulanan temel faaliyetler ve toz kaynakları (mining and the environment, 2015)





Şekil 1.3. Malzemenin stok alanına ve stok alanından nakliyesi sırasında ortaya çıkan toz



Şekil 1.4. Stok alanında yapılan doldurma, boşaltma işlemlerinin meydana getirdiği toz konsantrasyonu



Şekil 1.5. Bunkerlerden araçlara dolum yaparken ortaya çıkan toz konsantrasyonu



Şekil 1.6. Elekt altı (atık) malzemenin döküm alanında oluşturduğu toz konsantrasyonu

Yukarıdaki şekilde, elek altı (bay pas) atık malzemenin oluk yardımı ile toplama- yükleme alanına döküm işlemi gösterilmekte olup, tesisin en yoğun toz konsantrasyonu oluşturduğu açık alandır.



Şekil 1.7. Tesis içerisindeki toz konsantrasyonuna sebep olan makine ve cihazlar.

1 no'lu alan tesisin sekonder kırıcısına dışardan malzeme takviyesi yapıldığı alan olup malzeme dökümü sırasında o alanda toz konsantrasyonu oluşmaktadır.

3 no'lu makine, tesisin sekonder kırıcısı olup, bantlardan dökülen malzemenin döküm esnasında ve kırıcının kırma işlemi esnasında toz konsantrasyonu meydana gelmektedir.

2 no'lu makina kübikser; malzemenin en ince boyutta kırıldığı makina olup, eleklerden çıkan malzemenin taşıyıcı bantlar vasıtasıyla bu makinaya döküldüğü ve öğütülerek, eleklerden geçip sınıflandırılarak tekrar taşıyıcı bantlar

sayesinde bunkerlere taşınması esnasında toz konsantrasyonu meydana gelmektedir.

4 ve 5 no'lu taşıyıcı bantlar ise farklı boyutlardaki malzemelerin taşınmasında, bantların sürtünmesi ve malzemenin de sürtünmesi etkisiyle toz oluşumunu meydana getirmektedir. Bunun yanında tesisin çalışma hızına bağlı olarak bantların fazla malzeme yüklenmesinden dolayı, bantlardan yere malzeme dökülürken toz konsantrasyonu meydana gelmektedir.

Aşağıdaki (Şekil 1.8) tesisin farklı bir açıdan görünümü olup; aynı şekilde toz konsantrasyonu oluşturan makina ve bantları göstermiştir.



Şekil 1.8. Tesis içerisindeki toz konsantrasyonuna sebep olan makine ve cihazlar.

1 no'lu makina; çeneli kırıcı olup malzemenin kamyonlardan dökülürken oluşturduğu toz konsantrasyonu yanında, kırma işlemi esnasında oluşan toz konsantrasyonunda meydana gelmektedir.

3 no'lu makina; elek olup, taşıyıcı bantların naklettiği malzemeyi içerisine dökerken ve eleme işleminden sonra tekrar boyutlandırılmış malzemenin bantlara dökümü sırasında toz konsantrasyonu oluşmaktadır.

2 no'lu makina kübikser (kum makinası) olup,  
4, 5, 6 ve 7 olarak numaralandırılmış makinalar ise daha öncede gösterilen taşıyıcı bantlardır.

### 1.8.1. Birincil Toz Kaynakları

Aşağıdaki şekilde de görüldüğü gibi açık ocaklarda toz oluşumunu meydana getiren birincil toz kaynakları;

- Delik delme işleri
- Patlayıcı madde kullanımı ve patlatma işlemi
- Ateşlemeden sonra kırıcı ile boyutu küçülten malzeme
- Tesise taşınacak malzemenin yüklenmesi
- Konkasörde kırma işlemi
- Malzemeyi taşıyan bantlarda ki toz oluşumu
- Silolardan malzemenin kamyonlara yüklenmesi
- Malzemenin stok alanına taşınması (Erol, 2007).

Bu işlemlerin yanı sıra yer altında yapılan üretimlerde;

- Delik delme işlemleri,
- Patlayıcı madde kullanılan işler,
- Ateşlemeden sonra tabanın temizlenmesi,
- Martopikör, kazıcı ve kesici makineler ile çalışma,
- Kırma işleri,
- Doldurma işleri,
- Kazılmış malzemelerin doldurulması veya boşaltılması,
- İşçilerin galeride yürümeleri,
- Eski ocaklarda meydana gelen göçükler,

- Kömür tozu ve grizu patlamalarına karşı şantiyelerin taş tozu ile toplanması işlemi,
- Nakliyat işleri
- Tavanın alçalması ve çökmesi
- Tahkimat işlerinde
- Galeri kesitinin genişletilmesi işlerinde
- Tamburların sürtünmesinden
- Vagon ile nakliyatlarda, sallantılı oluklarda, taşıyıcı bantlarda vb. işlemlerde toz oluşmaktadır (Erol, 2007).

Tozlanabilme kayacın karakteristiğine ilişkin olarak mekanik ve fiziksel özelliklerinden; sertlik, darbe dayanımı, ufalanabilirlik gibi durumlara bağlıdır. Bu durum da değişik araştırma bulgularına konu olmuştur. Yapılan araştırmalarda gevrekliğin tozlanabilmede önemli bir etken olduğu ve bu özelliği ile toz oluşumunun artmasına sebep olduğu kanıtlanmıştır.

Başka bir önemli özelliği ise kayacın sertliğidir. Kayaç ne kadar sert ise toz oluşturma oranı da o derece yüksektir. Özellikle delme işleminde sert kayaların oluşturdukları tozların çoğunluğunun tane boyutu 0-10  $\mu\text{m}$  arasında olmaktadır. Bununla beraber meydana gelen tozluluk oranında taşın yapısına ve sertliğinin yanında havanın etkisi büyük rol oynadığı kadar kullanılan aletlerin keskinliği ve makinaların gücüne bağlı olarak daha az toz üretilecektir. Keskin delici ucun, keskin olmayana oranla daha az toz oluşturmaya buna bir örnektir. Yükleme boşaltma işleminde ise, toz miktarı boşaltılan maddenin düşme yüksekliğine, maddenin kırılganlığına ve boyutuna bağlıdır. Eğer düşme yüksekliği, maddenin kırılmasına neden olacak kadar değil ise çok gevrek ve kırılgan maddeler bile toz üretmeyecektir (Güyağüler, 1991).

### 1.8.2. İkincil Toz Kaynakları

İki çeşit toz kaynağı mevcut olup, yukarıda birincil toz kaynakları dışında, aşağıda sıralanan ikincil toz kaynakları solunabilir toz miktarına etki etmektedir:

- Çökmüş olan tozun nakliye sırasında tekrar havalanması,
- Stok sahasındaki malzemelerin girdaplar oluşturup tekrar toz kütlesi meydana getirmesi,
- İşçilerin yürümesi sonucunda çöken tozun tekrar havalanması,
- Bozulan yolların düzeltilmesi sırasında yola malzeme serilmesi,
- Tesis temizliği,
- Rehabilitasyon aşamasında bitkisel toprağın yerleştirilmesi, toz oluşturan kaynaklardır.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

COSHH (Control of Substances Hazardous to Health Regulations), silis tozunun maruziyet sınırlarını kapsayan bir sağlık kuruluşudur. Bunun yanında örnekleme için uyulması gereken kuralları içermektedir. Bu kurallar iş yerinden bulunan personelin ilerde yaşayabilecekleri sorunları önüne geçmek amacıyla hazırlanmış olup bu sağlanamıyor ise sürekli kontrol etme esası almıştır. COSHH aynı zamanda işyerlerinde çalıştırılan personellerin tehlike riski olan solunabilir toz ile ilgili bilgilerin işveren tarafından bilgilendirilmesini sağlamaktadır. Aynı zamanda işverenler bu belgelerde geçen prosedürlerin sorumluluklarını yerine getirdiğinden emin olmak zorundadırlar.

MDHS (Methods of Determination of Hazardous Substances), işyeri havasındaki solunabilir toz kontrasyonlarının ölçülmesine yardımcı olmayı amaçlayan bir metottur. Bu dökümanlar diğer Avrupa ve Uluslararası standartlarına uyumunu göz önünde bulundurarak en iyi performansa sahip metodun ortaya konulmasını amaçlamıştır. Sürekli olarak toplanan örneklerde ilave analizlere gerek duyulduğu takdirde MDHS metod sayfası referans verilmelidir.

IOM (Institute of Occupational Medicine), Bu Enstitüsü Toz Örneklemelemleri ile ilgili birçok yöntem geliştirmiştir. Bu yöntemlerde  $\pm 5$  %'den daha az sapma olabileceği ancak diğer yöntemlerde (örneğin çoklu yarık veya konik örnek toplama yöntemi) bu sapma daha çok işyerinin ortamına bağlı olduğu gösterilmiştir. Sapmaların negatif yönde olmalarının nedeni havada bulunan partiküllerin yoğunluğu ve ortamda bulunan şiddetli rüzgâr ve giriş çıkış kapılarıdır. Ancak en önemli faktör partiküllerin sayısı olarak belirlenmiştir ki bu da  $\pm 10$  %'lik bir konsantrasyon farkına neden olur. Fakat işyerinde aynı ortamda bulunan personelin etrafında aynı biçimde olmayan bir toz bulutunun konsantrasyonu mevcuttur ki bunun için bazı işyerleri bilinmeyen toz konsantrasyonu saptamak için örnekleme yöntemleri kullanmıştır ve bu konu ile ilgili çalışmaları devam etmektedir.



Bumsted (1973) yaptığı araştırmaya göre hava yoluyla solunabilen tozların içinde bulunan  $\alpha$ -kuvars tanelerinin X-Ray ışınlarının dağılma tekniği sayesinde analiz edilmesinin mümkün olduğu saptanmıştır. Hazırlık aşamasından sonra, kuvars taneciklerinin ince dokulu gümüş filtrelerle depolanıp yapıştığı gözlemiştir. Bu +filtreler, X-Ray cihazı içerisinde çevrilerek analiz edilmekte ve bu analiz sayesinde kuvars taneciklerinin dağınık yapısı daha net gözlenmiştir. Analizler hem daha kolay yapılmış olup filtrelerle yapışan örnekler üzerinde yaklaşık  $\pm$  %30 oranında kuvars tespit edilmiştir (0,005 miligram).

Didari (1983) yapmış olduğu çalışmasında kütleli gravimetrik toz ölçme yöntemini genel ayrıntılarıyla anlatmıştır. Bu yöntem ile ülkemizde yapılan ve tartışmalara sebep olan uygulamalara açıklık getirmiştir. Kitleli olarak saptanmış toz yoğunluklarına bağlı olarak işyeri ortamlarındaki toz durumunun nasıl değerlendirilmesi gerektiğini açıklamıştır. Ülkemizde pnömokonyoz araştırmaları ve yasal tozla savaşma yönetmelikleri üzerinde herhangi bir çalışma olmadığından, uluslararası yapılan araştırmalar ve elde edilen bulgulardan faydalanılmıştır.

Didari (1983) E.K.İ. Kozlu bölgesinde seçilen iki kazı panosunda yapılmış 100 kadar toz ölçüm sonuçları verilerine göre bu panoların kazı ve tahkimat vardiyalarında oluşan toz yoğunluklarının nedenlerini araştırmıştır. Bu araştırma yaklaşık olarak 3 ay sürmüş olup, sonucunda;

1. Toz yoğunluklarının çalışılan ayak boyu uzunluğuna paralel olduğu,
2. Çalışma ve havalandırma koşullarında düzensizlikler arttıkça toz miktarında artışın olduğu,
3. Ayak arkasında yapılan çalışmalarda orada bulunan kömürün göçertilmesi esnasında ve kömür kazındıktan sonra kürenirken artan bir toz yoğunluğunu gözlenmiştir. Bu yoğunluk artışlarının yanında;
4. Örnekleme süresinin uzamasıyla toz yoğunluklarında düşüşlerin başladığı gözlenmiştir.

5. Çalışma alanı içerisine giren temiz hava miktarlarındaki artış ve sulama işlemlerinin rutin ve tertipli bir biçimde yapılmasıyla toz yoğunluklarında düşüşler gözlenmiştir.

Güyağüler (1986) yaptığı çalışmada Zimbabwe'deki kömür madeninde oluşan tozun pnömokonyoz üzerine olan etkilerini araştırmıştır. Bu çalışma ile birlikte müsaade edilebilir toz yoğunluğunun belirlenmesini de amaçlanmıştır. Uygulanmakta olan toz standardı ile maruz kalınan toz yoğunluğunu karşılaştırılmıştır. Kömür madeninde çalışan işçiler için  $700 \text{ mg/m}^3$  toplam toz miktarı güvenilir sınır değeri olarak önerilmiş ve uygulanan toz standardının hastalığı önlemede yeterli olacağı sonucuna varılmıştır.

Yaprak (1988) TTK Geli İşletmesi ocaklarından alınan toz örnekleri Kızılötesi spektrofotometrik yöntemle analiz edilmiştir. Toz örnekleme işlemleri MRE 113A ve TBF 50 gravimetrik toz ölçme cihazları kullanılarak yapılmıştır. Nasıfoğlu damara ait ortalama  $5,94 \text{ mg/m}^3$  toz yoğunluğu, kül içeriği %17,04, kuvars içeriği %5,98 dir. Acun damara ait ortalama  $3,03 \text{ mg/m}^3$  toz yoğunluğu, kül içeriği %20,34 kuvars içeriği %5,59 dur. Sulu damara ait ortalama  $5,28 \text{ mg/m}^3$  toz yoğunluğu, kül içeriği %20,69, kuvars içeriği %5,63 olup Eşik Sınır Değerlerinin üstündedir.

Didari (1991) TTK 1980-1989 yılları arasında TTK bağlı Müesseselerinde solunabilir toz yoğunlukların ve koşullarının ayrıntılı bir değerlendirilmesi yapılmıştır. Asma İşletmesindeki mevcut ayaklarda  $1,08\text{-}1,96 \text{ mg/m}^3$  solunabilir toz yoğunluklarını tespit etmiştir.

Çakır, Karali ve Didari'nin Türkiye Taşkömür Kurumu'nda 1981-1991 yılları ile ilgili pnömakonyoz verilerine dayalı olarak yaptıkları istatistiksel bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışma sonucunda; son yıllarda pnömakonyozlu işçi sayısının arttığını gözlemiş olup özellikle Amasra ve Karadon müesseselerinde ayrıntılı incelemelere gereksinim duymuşlardır. Bu çalışmalarında esas olarak TTK İşçi Sağlığı Daire Başkanlığı'nın dokümanlarından yararlanmış, noksan olan

verilerin bir kısmını TTK Araştırma, Planlama ve Koordinasyon Daire Başkanlığında bulunan ana bilgisayar kayıtlarından ve bir kısmını da doğrudan dosyaları tarama sonucu tamamlamamışlardır. Topladıkları verileri 1981-1991 yılları arasındaki peryotta TTK müesseselerinde çalışan tüm işçiler ile pnömokonyoz şüphesi bulunan işçiler hakkında, sayısal bilgilerini içeren çizelgelere döküp, grafikler hazırlamışlardır. Daha sonra şüpheli işçilerin çalışma sürelerini esas alarak bir sınıflandırma yapmışlardır. En son olarak ta pnömokonyoz şüphelilerinin çalıştıkları işlere göre sınıflandırmışlardır. Ancak bu çalışmalarında verilerin güvenilir olmaması sebebi ile 1981-1985 yıllarını içermektedir.

Bu çalışmalarının sonucunda, Karadon Müessese 1989, 1990 ve 1991 yıllarında, Kozlu ve Amasra Müesseseleri ise 1991 yılında yüksek sayılarda pnömokonyoz şüphesine sahip olduğu gözlenmiştir. Bu durum 1991 yılında TTK genelinde pnömokonyoz şüphelilerinin sayısında çok ciddi bir derece de artış olduğunu göstermiştir. En kötü durumda olan Amasra Müessesesini Karadon, Kozlu ve Üzülmaz müesseseleri takip etmektedir. Ve bu müesseselerdeki iş grubunda 15-19 yıllık çalışma geçmişleri olan tabancılarla kazmacıların en riskli iş grubunu oluşturduklarını belirlemişlerdir (Çakır, Karalı, Didari, 1991).

Yalçın (1992) bu çalışmasında Amasra Taşkömürü işletmesinde yapılan toz ölçüm sonuçlarına göre çalışma yerlerinin tozluluk derecesini araştırmıştır. Farklı toz konsantrasyonlarına maruz kalan işçilerin sayılarını belirlemiştir. Çalışma yerlerinin büyük çoğunluğu I. ve II. risk sınıfına girmektedir

Gebdek ve ark (1999) pnömokonyoza neden olan tozların oluşumundan ve zararlarından bahsetmişlerdir. Kuvars yoğunluklarının belirlenmesinde kızıl ötesi (Infrared) spektroskopi metodu açıklanmıştır. Elde edilen sonuçlar, genelde kabul edilmiş olan kritik değerlere göre yorumlanmıştır. Karadon Müessesesi ait Kilimli işletmesine ait ortalama toz yoğunluğu  $4,20 \text{ mg/m}^3$ , kuvars içeriği % 14,98 olup tozun kuvars yoğunluğu  $0,66 \text{ mg/m}^3$  olarak tespit edilmiştir. Bu sonuç, kabul edilebilen Eşik sınır değerlerinin üstündedir. Gelik işletmesine ait ortalama 1,5

mg/m<sup>3</sup> toz yoğunluğu, %9,95 kuvars içeriği, 0,14 mg/m<sup>3</sup> tozun kuvars yoğunluğu olup bu işletme değerleri de Eşik sınır değerlerinin üstündedir.

Mannetje ve Ark. (2002) Bu çalışmalarında 6 meslek grubuna göre kristal silika ve silikoz arasındaki tepki ve maruz kalınması durumunda ölüm oranları incelenmiştir.

Solunabilir silis tozunun müsaade edilebilir eşik sınır değeri 0,1 mg/m<sup>3</sup> olan çalışma alanlarında ölüm riski 1000'de 13 iken 0,05 mg/m<sup>3</sup> eşik sınır değeri uygulanan işyerlerinde ölüm riskinin 1000'de 6'ya düştüğü tespit edilmiştir.

Öztürk ve ark. (2004) 1985'ten 2004 yılına kadar Zonguldak Taşkömüründe süren bu çalışmada, işçilerin Pnömokonyoza yakalanma sıklığı %3,04 olarak saptanmıştır. 1999 yılında pnömokonyoz sıklığı (Prevalans) değeri ise %6,23'e kadar çıkmıştır. Üzülmöz Bölgesinde yapılan toz ölçümlerinin yoğunluk ortalaması 1,20 mg/m<sup>3</sup> olarak tespit edilmiştir.

Erol (2007) TTK Kozlu Müessesesi ayak işyerlerinden alınan toz numunelerinin toz yoğunlukları ve kuvars miktarlarının araştırılması konulu çalışmasında sonuçlar elde etmiş ve elde edilen sonuçların daha sonra yapılacak olan çalışmalara ışık olabilmesi çeşitli önerilerde bulunmuştur. İlk analizlerinde teknik sorunlar nedeniyle olumlu sonuç alamasa da 3. analizlerini Yıldız Teknik Üniversitesi Laboratuvarları'nda gerçekleştirmiş ve makul sonuçlar almıştır. Erol TTK Kozlu Müessesine yönelik Çay 2, Büyük 1 ve Büyük 2 no'lu analizleri gerçekleştirmiştir. Elde ettiği sonuçlara göre; Çay panosu 2 no'lu numune, 1,46 mg/m<sup>3</sup> toz yoğunluğuna karşılık %2,69 kuvars, B1. no'lu numune 1,62 mg/m<sup>3</sup> toz yoğunluğuna karşılık %7,24 kuvars ve B2. no'lu numuneye ait 1,74 mg/m<sup>3</sup> toz yoğunluğuna karşılık %2,26 kuvars değerleri elde etmiştir.

Elde edilen veriler incelendiğinde, toz yoğunluklarının kabul edilebilir sınırlar içerisinde olmasına rağmen, toz içindeki kuvars yüzdeleri incelendiğinde, Büyük 1 numaralı örneğe ait %7,24 kuvars değeri bulunmuştur. Elde edilen bu sonucun %5'lik kritik değeri aştığı görülmüştür. Bu sonuç için ESD: 25/7.24= 3,45 mg/m<sup>3</sup> olarak hesaplamıştır. Fakat 1,62 mg/m<sup>3</sup> olan toz yoğunluğunun ESD'nin

oldukça altında olduğunu görmüştür. Bu çalışmasında Toz Yönetmeliğindeki toz yoğunluk değerleri açısından 3 örneğin de temsil ettiği iş yerlerinin ‘tozsuz ortamlar olarak değerlendirilmesinin mümkün olduğunu belirtmiştir. Böylece TTK Kozlu Müessesinde yürütülen tozla mücadele çalışmalarının başarılı olduğu sonucuna varılmıştır.

Yiğit (2007) Açık Ocaklarda Toz Koşullarının İstatistiksel analizine TKİ ve ÇLİ tozluluk oranları açısından yaptığı istatistiksel çalışmada TKİ’ye bağlı işletmeler arasında en yüksek toz konsantrasyonuna sahip olan işletmenin Yeniköy Linyit İşletmeleri (YLİ) olduğu saptanmış olup bu durumun sebepleri:

- Üretilen madenin parça boyutu ile fiziksel, kimyasal ve jeolojik, yapısı,
- Nem oranı, buharlaşma hızı yağmur miktarı
- Bölgedeki rüzgarın hızı olarak belirlenmiştir.

Bununla birlikte TKİ’ye bağlı işletmelerin alt birimleri arasında (dekapaj döküm harmanı, dekapaj makine aynası ve kömür makine aynasında) toz konsantrasyonları arasında bir farklılık olmadığı gözlenmiştir.

Ancak ÇLİ’ne bağlı alt birimler arası toz konsantrasyon değerlerinde farklılık olduğu gözlenmiş olup en yüksek toz konsantrasyonuna sahip olan alt birimin delik delme makinası olduğu saptanmıştır.

ÇLİ toz konsantrasyon değerlerinin yıllar bazında incelendiğinde farklılık olduğu gözlenmiştir. ÇLİ’den alınan toz numunelerinin Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İşçi sağlığı ve İş Güvenliği Merkezi (İSGÜM) tarafından yapılan kuvars analizleri neticesinde solunabilir. SiO<sub>2</sub> konsantrasyonu %1 olarak tespit edilmiştir. Böylece mevcut Yönetmelikteki Eşik Sınır Değeri (ESD) olarak kabul edilen %5 olan SiO<sub>2</sub> konsantrasyonunu aşmadığı ve toz konsantrasyonu açısından bir sakınca oluşturmadığı görülmüştür.

Eyüboğlu ve ark. (2017), Yeraltı kömür madenciliğinde solunabilir tozların önlenmesi hakkındaki çalışmalarında; yeraltı kömür madenciliğinde yapılan üretim faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan toz kaynaklarını araştırmış, tozun zararlı etkilerini belirtmiştir. Pnömokonyoz hastalığına en çok yakalanma riski olan çalışma grubunu ve bu hastalığın ilk tanı belirtilerinden bahsetmiştir. Bu çalışma sonucunda hem çalışanların hem de üretimde kullanılan makine ve ekipmanların en büyük sorunu olan tozun yeraltı işletmeleri açısından en büyük sorun olduğunu bu nedenle; çalışma alanında İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği kapsamında, ocak içerisindeki çalışmalar esnasında toz çıkışını engellemek, solunabilir toz miktarını yönetmelik gereğince yetkili birimlere ölçtürmek-takibini yapmak, tozu bastırmak için teknik tedbirler almak, düzenli sağlık kontrolleri yaparak ocak içerisindeki tozdan kaynaklı meydana gelebilecek meslek hastalıklarından çalışanlarını korumak ve daha da iyi çalışma koşulları sağlamak için iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini güncel tutma zorunluluğu üzerinde durulmuştur.



### 3. MATERİYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

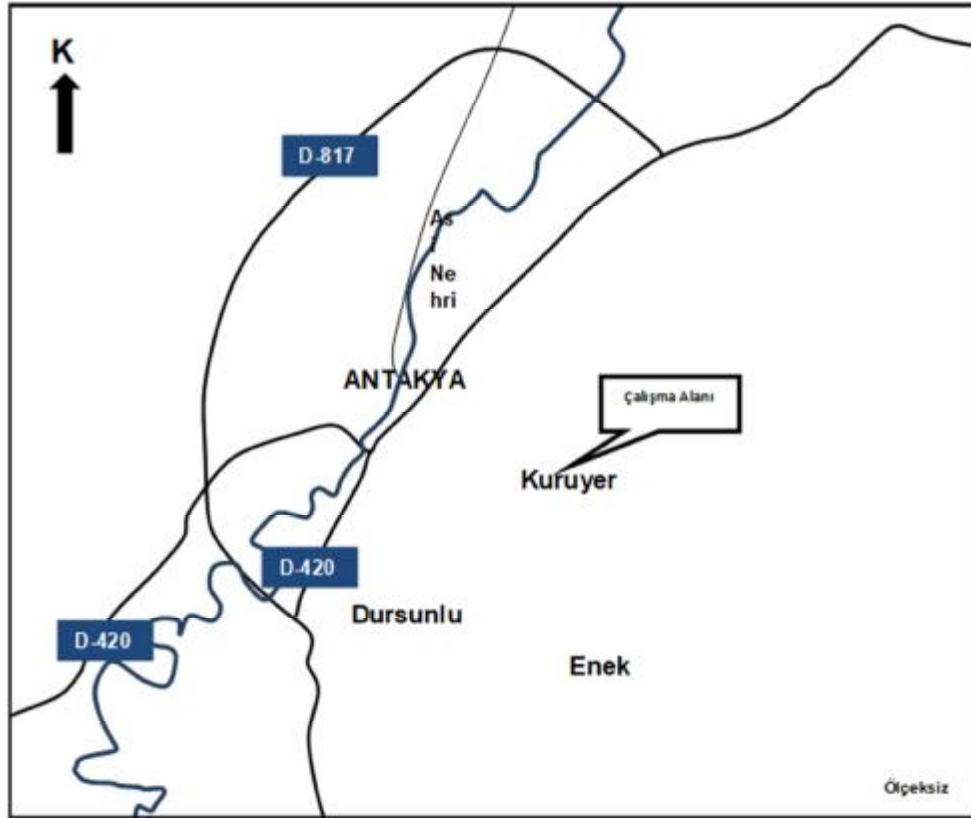
Hatay ilinin Antakya İlçesine bağlı Kuruyer Mevkiinde bulunan özel bir firmaya ait olan Taş Ocağından alınan solunabilir toz örnekleri kimyasal analizde kullanılmak üzere alınmıştır. Ayrıca ince kesit için ocaktan yaklaşık 15\*15\*15 cm'lik kayaç numunesi ve mikroskopik inceleme için 0-5 mm boyutundaki toz numuneleri alınmıştır. Çalıştığımız Ocak 1974 yılında eski madencilik yöntemlerinin ağır ve yorucu beden gücü ve zaman kaybı ile kazma, kürek sallayıp ve el arabası yöntemlerinin madencilikle işe başlamıştır. Zamanla ilerleyen teknolojiye ayak uydurup çalışma alanını geliştirmiş ve çalışma şartlarını kolaylaştırmıştır. Bölgenin sayılı taş ocağı işletmelerinden biri olup 98 hektarlık Ruhsat alanı ve 35 hektarlık işletme çalışma alanına sahiptir. Basamak şeklindeki üretim yöntemine sahip olan ocakta 10 basamak bulunmaktadır. Basamak yükseklikleri bazı basamaklarda 20 metre yüksekliğe sahip ve çoğu yerde basamaklar diktir. Bu nedenle ocakta basamak düzeltme çalışmaları yapılmaktadır.

Ocaktaki üretim yönteminin ilk aşaması olan yüzey temizleme çalışmasından sonraki aşama, planlanan patlatma geometrisine göre deliklerin yeri belirlenip delik delme makinesi ile delinir. Delinen deliklerin içerisine patlatma geometrinde belirlenen miktarda patlayıcı madde, amonyum nitrat (anfo) ve sıkılama malzemesi doldurularak patlatma gerçekleştirilir. Ocağın yerleşim alanından fazla uzak olmaması olması sebebi ile patlatmalar yapılırken özellikle yaz aylarından havanın esme yönü ve esme şiddeti dikkate alınmaktadır. Bunun yanı sıra ÇED (Çevre Etki Değerlendirme) raporu çerçevesinde alınan izinler, maksimum 98 delik, 10 metre delik derinliği, 2700 kg anfo ve 30 kg dinamit kullanma yönünde olup, Emniyet Müdürlüğüne haftada 4 gün, jandarma ve ocağın nezaretçisi nezaretinde patlatma yapılabilmesine izin verilmektedir.

Patlatmadan sonra elde edilen malzemede bulunan iri boyuttaki kayaçlar kırıcı ile parçalanıp istenilen boyuta getirildikten sonra ekskavatör yardımı ile



kamyonlara yüklenip tesise nakledilmektedir. Burada piyasanın talebi doğrultusunda kırıcılardan ve eleklerden geçirilen malzeme istenilen boyuta getirilmektedir. Silolardan kamyonlarla stok alanına taşınan malzeme boyutları, 0-2 mm (ince kum), 0-3 mm (kum), 0-5 mm (kum), 4-16 mm (mucur), 0-22 mm (briketlik) ve 0-70 mm (kalın elek altı) ve ince elek altı olmak üzere 8 çeşit malzeme üretilmektedir. Tesisin günlük kapasitesi 3000 ton olup bu kapasitenin yaklaşık %65'i oranında üretim yapılmaktadır. Ocağın yer bulduru haritası Şekil 3.1.de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Yer Bulduru Haritası

Çalıştığımız taş ocağının Ruhsat sınır koordinatları aşağıdaki çizelgede (Çizelge 3.1) verilmiştir. Toplam 98 hektardır. İşletme sınır koordinatları 11

noktadan oluşmakta ve 35 hektardır. Bu alanın %70' i fiili olarak üretim faaliyetlerinde işletilmektedir.

Çizelge 3.1. Ruhsat sınır koordinatları

|    | Y      | X       |
|----|--------|---------|
| R1 | 244573 | 4007433 |
| R2 | 244627 | 4007731 |
| R3 | 244950 | 4006778 |
| R4 | 245134 | 4006529 |
| R5 | 245627 | 4006828 |

Bu tez kapsamında alınan toz numuneleri ve yapılan deneylerin yanı sıra konuyla alakalı yapılmış olan ve bu konuya ışık olabilecek, daha önce yapılmış olan bilimsel çalışmalar, web siteleri, kitap, dökümanlardan faydalanılmıştır.

Antakya ile Altınözü ilçeleri arasında yer alan Kuruyer Mevkii'nin jeolojik yapılanması ve bölgenin coğrafi yapısından bahsedilecek olursa;

Bölgede Mezozoik, Senozoik ve Kuvarterner yaşlı çökeller ile miyosen yaşlı çökel birimleri ile Kuvartener yaşlı alüvyonlar yer alır. Yerleşim yaşı Kretase olan allokton birim Kızıldağ Ofiyolit serisi ultrabazik ve bazik kayaç topluluklarından oluşur. Seri Kuzeydoğu ve Güneybatı uzanımı 720 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kapsar. Bu temel birim üzerinde ise volkano sedimanterler oluşan ve içerisinde değişik kayaçların bloklarını içeren karmaşık seri yer alır. Mezozoik birimler üzerine yaşlı kumtaşı-killi kireçtaşı, Eosen yaşlı, kireçtaşı-kumlu kireçtaşı-çötrlü kireçtaşı, miosen yaşlı, konglomera-kumtaşı, kumtaşı-killi kireçtaşı- marn kilaşı, kumtaşı-killi kireçtaşı-marn kilaşı olarak temsil edilir. Kuvarterner sedimentlerden oluşur. Ofiyolit seri, üst monto ve okyanus kabuğu kökenli bazik ve ultrabazik kayaçlardan oluşan Kızıldağ Ofiyolitleri ve ofiyolitinin en üst seviyesinin volkano sedimentlerden oluşur.

Ofiyolitler üzerine tektonik dokanaklı gelen ve içerisinde volkana sedimentler ile ultra bazik kayaç blokları ve değişik boyutlardaki kireçtaşı bloklarından ile kırmızı rekliradyolaritler, bazalt bileşimli volkanik kayaçlar ve tüflerden oluşan karmaşık seri inceleme alanında Antakya güneyinde Yayladağı civarında geniş dağılım sunar. Kırmızı ve yeşil rengi ile kolayca ayırt edilebilir. Konglomera heterojen bir konglomera olup çakılları iyi yuvarlanmış ve çimentosu kalsiyum karbonattır.

Bölge kahverengi orman topraklarıyla kaplıdır. Bu toprakların özelliği yüksek derecede kireç muhtevasına sahip ana madde üzerinde gelişmesidir. Bulunduğu bölgelerin zonal topraklarına nazaran çok zayıf gelişmiş horizonlara sahiptir. Tabii vejetasyon yaprağını döken ağaçlar ve çalılardır.

Bölgenin yıllık güneşlenme süresi ortalama 3000 saattir. Bu süre kış aylarında günlük ortalama 3 saate düşerken yazın bu süre yaklaşık 12 saate kadar çıkabilmektedir. En sıcak aylar ağustos ve Eylül aylarıdır.

Rüzgar yönü doğal değişkenliğe sahip olup; kış aylarında kuzeydoğu (NE), yaz aylarında güney-güneybatı (SSW) olarak esmektedir. Yaz rüzgarlarının bu bölge için serinletici etkisi vardır.

İlkbahar mevsimi yer rüzgarları güneybatıdan 3600 saat esmekte, kuzeydoğudan da 1500 saat esmekte olup, ortalama hızı 0,2-10,7 m/sn arasındadır.

Sonbahar mevsimi yer rüzgarları Güney- Güneybatıdan 5400 saat, kuzey doğudan- doğudan 2100 saat esmekte olup, ortalama hızı 0,2-10,8 m/sn'dir. Kış mevsimi kuzeydoğu yönlerinde esmektedir. Hızı 0,2 m/sn'dir ve bölge genel olarak incelendiğinde rüzgâr enerjisinden faydalanmak için oldukça elverişlidir.

### 3.2. Yöntem

Çalışma yapılan taşocağında, çalışma alanlarından alınan toz ve kayaç örnekleriyle yapılan analizlerde ve işyeri ortamında yapılan ölçümlerde daha sağlıklı ve güvenilir sonuçlar elde etmek, çalışma yaptığımız işyerinde toz ile alakalı olası bir risk ihtimalinde daha verimli çözümler üretebilmek için kullanılan; işyeri ortamında kişisel toz ölçüm yöntemi, kimyasal analiz yöntemi, kantitatif faz

analiz yöntemi ve petrografik analiz yöntemlerinden ve kullanılan ekipmanlardan bahsedilecektir. Bu çalışmamızı yaparken, işyeri çalışma ortamında bulunan ve çalışanlarının sağlık ve güvenliğini riske atacak, tozlardan kaynaklanan olumsuz etkileri belirlemek üzere 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ve 29/12/2012 tarihli ve 28512 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği hükümlerine dikkat edilecektir.

Toza maruz kalan işyerlerinde bu değerlendirme yapılırken;

- Çalışma ortamında var olan tozun çeşidi belirlenmelidir,
- İşyeri ortamında ki tozun, sağlık ve güvenlik yönünden tehlike ve zararları
- Maruz kalınan tozun düzeyi, maruziyet süresi ve sıklığı,
- Yönetmelikte yer alan mesleki maruziyet sınır değerleri bilinmelidir,
- Örneklemeye çalışmaları bittikten sonra ölçüm sonuçları,
- Koruma çalışmalarının devamlılığına, ortamda oluşacak toz için alınması gereken önleyici tedbirler ve mevcut ise daha önce yapılmış olan sağlık gözetimlerinin sonuçlarının, dikkate alınması gerekmektedir.

Böylece daha düzenli ve daha sağlıklı sonuçlar elde edebiliriz (İSG Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği, 2012)

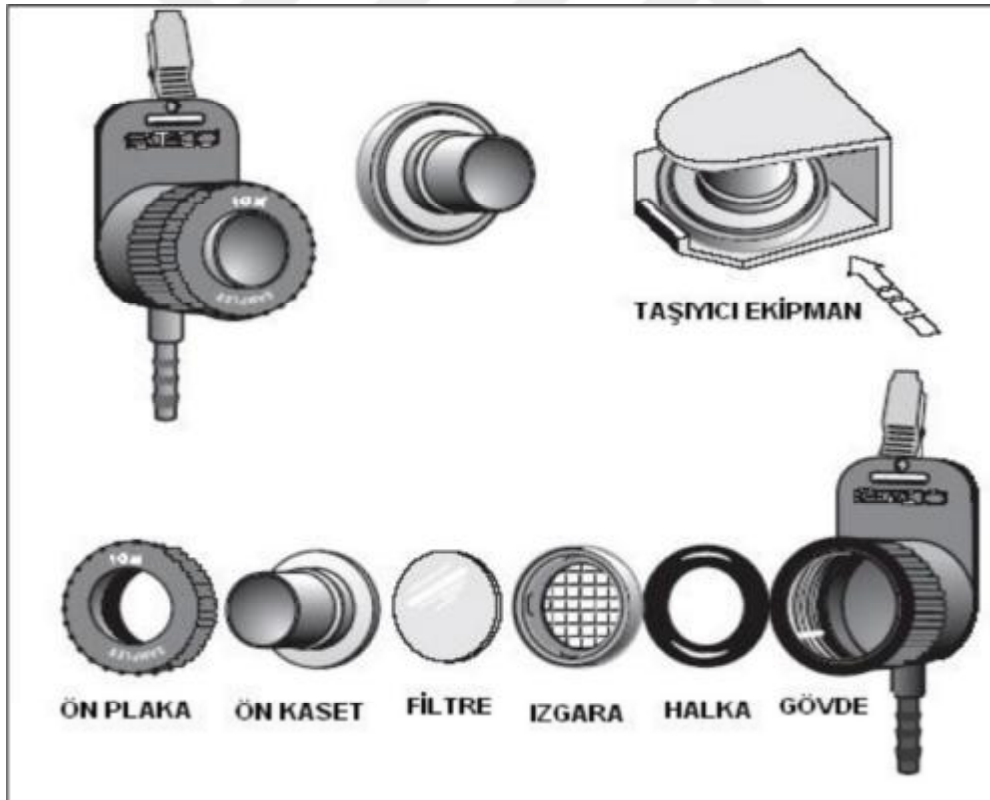
### 3.2.1. Solunabilir Toz Numunelerinin Alınması

Bu çalışma kapsamında seçilen işletmenin proseslerindeki çalışan işçilerin kişisel toz maruziyetlerinin belirlenebilmesi için ölçümler, MDHS 14/3 ‘Solunabilir Tozların Gravimetrik Analizi ve Örneklemesi için Genel Metotlar’ prosedürlerine uygun biçimde gerçekleştirilmiştir. Bu metota göre kullanılacak örnekleyiciler, toplanacak tozların, toplam toz ve solunabilir toz olarak belirlenmektedir. Ölçüm için kullanılacak pompa, ölçüm boyunca aynı hızda ve kesintisiz olarak çalışabilecek kapasitede olmalıdır. Solunabilir toz genellikle

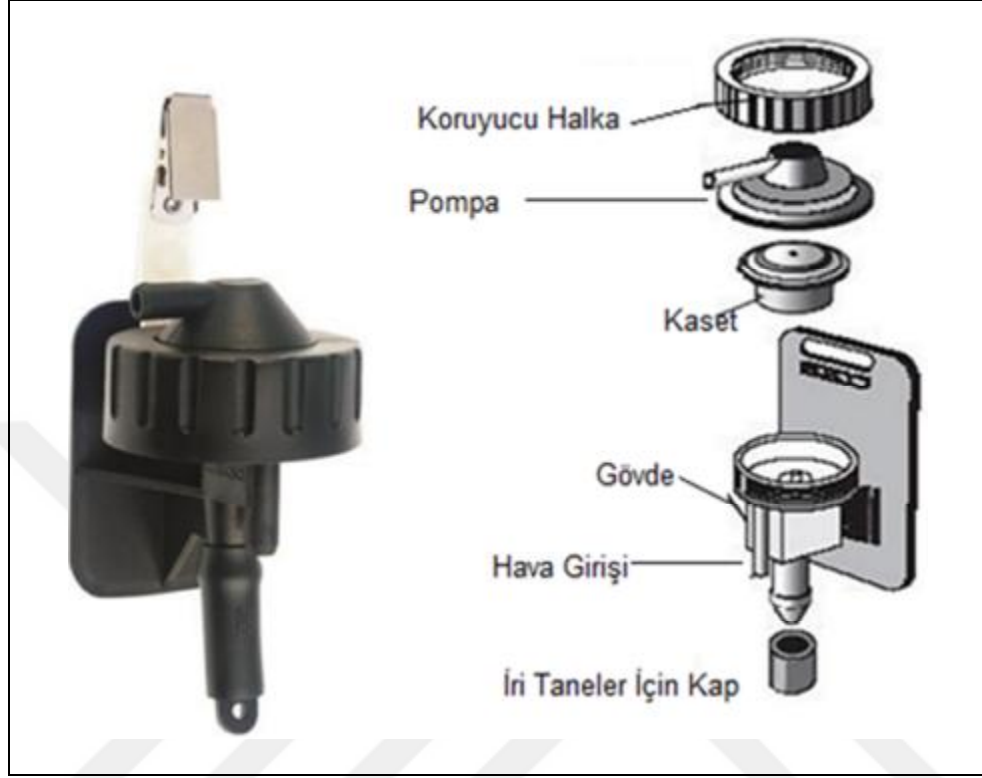
siklon başlık ile toplanmaktadır. Çeşitli siklon tiplerindeki örnekleyiciler kullanılabilir. Çalışmamızda 2 litre/dakika akış hızıyla çalışan (IOM) kişisel toz ölçüm cihazı kullanılmaktadır (Şekil.3.2.).

Gereken filtrenin çapı, kullanılan örnekleme cihazına bağlı olarak MDHS 14/3 tarafından tanımlanan cihazlar için, 25 mm veya 37 mm filtre çapı gerekmektedir. Küçük çaptaki filtreler daha düşük dala ağırlığına, büyük çaptakiler daha düşük dirence sahiptir (Health and Safety Executive, UK, 2000).

Siklon başlık içerisinde havanın hızlı sirkülasyonu tozların çaplarına göre ayrılmasını sağlamaktadır. Böylece belirlenmiş boyutlardaki tozlar filtrelerde toplanırken, belirlenmiş boyutlardan daha büyük olan tozlar hava akımının dışına itilerek, iri tozların biriktiği kısma düşmekte ve devre dışı kalmaktadır (Şekil 3.3.).



Şekil 3.2. IOM örnekleyici (MDHS 14/3)



Şekil 3.3. Siklon başlık (MDHS 14/3)

Toz ölçümlerinde kullanılan pompanın da önemi göz ardı edilmemelidir. (Şekil 3.4.) Kullanılacak olan pompa en az;

- Basıncın değişmesi halinde, volümetrik akış hızını  $\pm 0.1\text{lt/dk.}$ 'da sabitlemeyi sağlayan otomatik akış kontrolüne,
- Ölçüm esnasında hava akışının azalması veya yarıda kesilmesi, cihazın durması gibi ölçüm sonucunu etkileyen faktörleri belirtecek arıza sayacına,
- Akış hızı ayarlama kolaylığı'na

sahip olması gerekmektedir (Health and Safety Executive, UK,2000).



Şekil 3.4. Toz örnekleme pompası (MDHS 14/3)

Cihazın kalibrasyonu ölçüm işlemine başlamadan önce yapılmış olmalıdır. Hava örneklerinin alınması konusunda birçok yöntem mevcut olup en çok tercih edilen filtrenin bir pilli pompaya bağlanması ile yapılan ölçümdür. Bu örnekleme pompası 8 saat sürecektir olan ölçüm boyunca havada asılı kalan tozları ölçebilecek kapasiteye, soğuğa ve ısıya karşı dayanıklı olmalıdır. Her ölçümün 8 saatlik bir yapılması gerektiği ve her ölçümün bütün ortam için sadece temsili bir örnekleme olduğu unutulmamalıdır. Kısaca yapılan ölçümler, işletme atmosferinin hepsini içerdiği anlamına gelmez.

Bir hava örneğinin üç ana içeriği bulunmaktadır. Bunlar;

- 1- Toplanan kirleticilerin miktarı
- 2- Filtreden geçen hava miktarı
- 3- Bu örnekleme için geçen zaman/süre

Bütün maruziyet limitleri, kişisel maruziyetler baz alınarak belirlenmiştir. Eğer bir ortamda bulunan işçinin kirlenmelere karşı maruziyetleri tespit edilecekse kişisel örnekleme yapılması daha uygun olacaktır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Örnekleme Pompası ve Örnekleme Başlığı (Yılmaz, 2015)

Rotametre, arzu edilen volümetrik akış hızını 0,1 lt/dk aralığıyla ölçebilecek kapasitede olmalıdır. Birincil kalibratör yardımı ile 2,0 lt/dk olacak şekilde akış hızı ayarlanan toz pompalarının sahada ölçüm öncesi ve sonrasında rotametre yardımı ile tekrar akış hızı kontrol edilmelidir.

Örnekten geçen akışkan miktarı için oldukça önemli bir işlem olan kalibrasyon her ölçümden önce mutlaka yapılmalıdır (Şekil 3.6.). Genel olarak kullanılan akışkan ölçüm yöntemi; yüksek akışkan miktarlarının ölçülmesinde Rotametre (değişken alan akışkan ölçer) ve dakikada 2 litrelik solunabilir toz



geçen; dakikada 1,9 litre solunabilir toz olursa bu cihaz kullanılmaktadır. Akışkanın cam tüp içerisinde bulunan flatör tarafından okunmaktadır. Elektronik kalibratör; pistondan geçen havayı ve zamanı elektronik (otomatik) olarak kendiliğinden ölçer ve bir LCD ekran yardımı ile ölçülen akışkanı göstermektedir. Dakikada 10-5000 mililitre akışkan ölçme özelliğine sahip olup daha çok tercih edilmektedir.



Şekil 3.6. Elektronik Piston Kalibratörü (Gökdoğan, 2009)

**MDHS 14/3'e göre toz ölçümü öncesi yapılması gerekenler;**

- Ölçüm malzemeleri kullanılmadan önce iyice temizlenmelidir. Toz ile etkileşimi olan parçalar sökülmeli, yıkanmalı, durulanmalı ve kurutulmalıdır daha sonra takılmalıdır (üretici firmanın talimatlarına dikkat edilmelidir).
- Uygun laboratuvar koşullarında tartılmış kasetler örnekleyicilere yerleştirilmeli ve karışmaması için etiketlenmelidir.

- Volumetrik akışkan ayarı hijyenik bir ortamda yapılmalı ve yüklenmiş her bir parça ölçüm pompasına bağlanarak bağlantı noktalarında temassızlık olmamasına dikkat etmek gerekmektedir. Koruyucu çıkarılmalı, ölçüm pompası açılmalı, örnekleyicinin giriş kısmındaki akışı ölçebilsin diye kalibre edilmiş debi ölçer takılmalıdır. CIP örnekleyicilerinde üreticinin talimatlarını baz alan farklı bir prosedür uygulanması gerektiği unutulmamalıdır. Pompanın ölçümden önce stabilize olduğundan emin olunmalıdır ve akış hızı ayarlanmalıdır. Akış hızı gereken değerin  $\pm 0.1$  litre/dakika olacak şekilde ayarlanmalıdır. Kalibrasyon sonrasında pompa kapalı konuma getirilmelidir. Ölçüm cihazının kalibre edildiği ortam ile ölçümün yapıldığı ortam arasında basınç ve sıcaklık farkı olmamasına dikkat edilmelidir. Ortamın farklı olması durumunda, volümetrik akış hızı değişmekte, bu nedenle örnekleme öncesinde akış hızının rotametre ile tekrar ayarlanması gerekmektedir.
- Hazırlanan her bir onlu filtre grubundan, bir tane çalışır durumda, kullanılmayan filtreli kaset kör numune olarak kullanılmalıdır. En az üç kör numune daima saklanmalıdır. Kör numunelere ulaşım ve örnekleme yeri ile ilgili olarak örneklemede kullanılanlarla aynı şekilde davranılmalıdır. Dikkat edilmesi gereken husus; kör numunelerin üzerine direkt hava teması olmamasına dikkat edilmelidir.
- Ölçüm başlığı, çalışanın solunum bölgesinden 30 cm'yi geçmeyecek yarıçap mesafesinde (göğüs hizasına ağız-burun mesafesinden 30 cm'yi geçmeyecek) mesafede takılmalıdır. Çalışana minimum seviyede rahatsızlık verecek şekilde takılmalı. Pompaya bağlı olan hortumun duruşunu bozmayacak (kırılma, bükülme gibi) şekilde, işçinin beline bağlanmalıdır.
- Ölçüm cihazının konumunun nerede olacağına karar verirken, çalışan tarafından yapılan işin gerekliliğini ve bunun solunum bölgesindeki toz

konsantrasyonunda farklılığa neden olup olmayacağına dikkat edilerek takılmalıdır.

- Ölçüme hazır olunduğunda, başlık kutusundan çıkarılmalı ve pompa çalıştırılmalıdır. Örneklem periyodu başlangıcında zaman ve volümetrik akış hızı kaydedilmelidir. Pompa üzerinde zaman sayacı var ise, sıfırlanmalıdır. Başlık ve pompanın, çalışıp çalışmadığı, tekrar bir ölçüme gerek olup olmadığı veya akış hızının ayarlanmasının gerekliliğinin anlaşılması amacı ile örneklem esnasında periyodik bir biçimde kontrolü gerçekleştirilmelidir.
- Ölçüm bitiminde, ölçüm ekipmanını çalışandan, cihazı mekanik şoka uğratmayacak şekilde dikkatlice çıkarılmalıdır. Kullanılan ölçüm ekipmanı dikkatlice ölçüm hazırlık aşamasında olduğu gibi temiz, tozsuz bir alana taşınmalıdır. Siklonlar filtre çıkarılana kadar, pompa kapalı iken dik tutulmalıdır. Volümetrik akış hızı kalibre edilmiş debi ölçer kullanarak, tekrar ölçülmelidir. Akış hızı ve örneklem zamanı kayıt altına alınmalı, ölçüm süresi hesaplanmalıdır. Eğer pompada zaman sayacı var ise, gösterilen süre ile hesaplanan sürenin aynı olup olmadığı kontrol edilmelidir. İki ölçüm süresi arasındaki farklılık %5'ten daha fazla olur ise ölçümün geçersiz olduğu düşünülmelidir. Aradaki bu fark, pompanın kesintisiz olarak çalışmadığını göstermektedir.
- Ölçüm ile ilgili bütün bilgiler kayıt altına alınmalıdır. Solunabilir ölçüm için, iki akış hızı arasındaki farkın 0,1 lt/dk'dan veya %5'ten büyük olduğu durumlarda örneğin geçersiz olduğu düşünülmelidir. Örnek geçerli olduğunda, ortalama akış hızının önerilen akış hızıyla birebir aynı olduğu kabul edilmelidir.
- Tozu sadece filtre üzerine toplayan örnekleyiciler için, filtreler her bir örnekleyiciden pens yardımıyla alınmalı, etiketlenmiş bir taşıma kabına konulmalı ve bir kapakla kapatılmalıdır. Aşırı dolu filtrelerden tozun

yerinden çıkmaması için özel itina gerekmektedir. CIS veya çoklu gözenekli örnekleyici tiplerini kullanırken, filtreler çıkarılmadan önce dolu örnekleyicilere özen gösterilmesi gerektiği unutulmamalıdır. İdeali, filtrelerin örnekleme başlığındaki sıkıca tutunmamış maddelerin hareketini engellemek için uzaktaki laboratuvara taşınmadan önce çıkarılmasıdır. Eğer bu yapılmaz ise, örnekleme sapmasına neden olabilecek başka maddeler örnekleyici içine düşebilmektedir.

- İçinde kaset bulunan örnekleyicilerde, kasetler her bir örnekleyiciden çıkartılmalı ve taşıma klipsi ile tutturulmalıdır.
- Örnekler laboratuvara bir kutu içerisinde taşınma esnasında zarar görmeyecek şekilde iletilmeli ve uygun nakliye için etiketlenmelidir. Sıkı tutunmamış maddelerin filtrelerden çıkmaması için kutulara dikkatlice nezaret edilmelidir. Kayıplardan şüphelenildiği durumlarda, kullanılan örnekleyiciler için özel taşıma prosedürleri geliştirilmesi önemlidir. (MDHS, 2000)

### 3.2.2. Kimyasal Analiz Yöntemi

X-ray Fluorescence (XRF) analizi, katı, toz ve sıvı numunelerinin içerdiği elemanların nitel ve nicel analizlerini yapmak için kullanılmaktadır. XRF, berilyumdan uranyuma kadar olan elementlerin ppm seviyesinden %100'e kadar ölçümleri yapılabilmektedir. X-ışınları floresans spektroskopisi yöntemi ile toz (kül) örneklerinin analizi yapılmaktadır. XRF analizleri için kullanılacak örneklerin 200 µm'den küçük parçacıklar (pudra) halinde olması gerekmektedir. bu parçacıklardan tablet hazırlanmaktadır. Bunun için 10 gr pudra üzerine %5'lik polivinilpirolidon (bağlayıcı malzeme) çözeltisinden 10 damla damlatılarak homojenlik sağlanana kadar karıştırılmalıdır. Daha sonra alüminyum kapsüle konulmaktadır. Hidrolik pres içerisinde 10-12 tonluk basınç uygulanarak tablet haline getirilmektedir. Bu tabletler 40-50 °C'de etüv'de birkaç saat bekletildikten sonra analize hazır duruma getirilir ve standart kullanılarak Rigaku model X- ışıını

floresans spektrometresi ile doğrudan derişim değerleri saptanabilmektedir (İAL, 2013).

### 3.2.3. Kantitatif Faz XRD Analizi Yöntemi

Solunabilir tozdeki kuvars miktarını tespit etmek için X- ışını Difraksiyonu (XRD) analizi yapılmıştır.

XRD çekimi Rigaku difraktometre ile Cu ve Ka tüple 5°- 75° arasında, 0,02°/dk. Ganyometre hızında yapılmış ve sonuçlar sayısal olarak bir dosyada kaydedilmiştir. Bu dosya SIROQUANT bilgisayar yazılımına tanıtılarak kristal haldeki mineraller ve bu minerallerin miktarları belirlenmiştir.

Rietveld (Rietveld,1969) en küçük kareler yöntemi kullanarak, XRD grafiğinin herhangi bir noktasında bir mineralin şiddetini (intensity) hesaplayabilen bir formül geliştirmiştir. Taylor (1991) bir karışımdaki 50 farklı mineralin miktarlarını belirleyebilen Rietveld temelli SIROQUANT yazılımını hazırlamıştır. Örneklerde varlığı öngörülen her bir mineral faz için Rietveld formatında XRD veri dosyaları hazırlandıktan sonra elde edilen kristal formdaki minerallerin ağırlıkça yüzdeleri elde edilmiştir (Ural, 2009).

SIROQUANT yazılımı kullanılarak amorf faz miktarı da hesaplanabilmektedir. SIROQUANT, her fazın toplam kristal formdaki mineraller içerisindeki ağırlıkça oranını, yine her faz için Rietveld ölçek faktörüne göre hata oranını ve orijinal XRD grafiği ile modellenen XRD grafiği arasındaki uygunluk değerini ( $X^2$  bölünmesi) vermektedir.  $X^2$  değerinin 1,0 olması orijinal XRD grafiği ile modellenen XRD grafiği arasındaki uygunluğun tam olarak sağlandığını göstermektedir. Bu yöntem kömür, kil ve kül numunelerinin mineral madde içeriklerinin kalitatif olarak belirlenmesinde halen yaygın olarak kullanılmaktadır (Gupta, 2007).

Kristal malzemelerin atomlarının geometrik düzeni ve aralarındaki mesafe hakkındaki bilgilerin çoğu doğrudan kırınım çalışmalarıyla tayin edilmiştir. Ayrıca bu tür çalışmalar polimerik malzemelerin, metallerin ve diğer katıların fiziksel

özelliklerinin çok daha iyi anlaşılmasını sağlamıştır. Bu analiz son dönemlerde stereoidler, vitaminler ve antibiyotikler gibi karmaşık doğal maddelerin yapılarının çözülmesinde önemli bir rol oynamaktadır. X- ışını toz kırınım analizi ise, katı bir maddede bulunan bileşikler hakkında kalitatif ve kantitatif bilgi sağlayabilen tek analitik yöntemdir.

X-ışını kırınım yöntemi (XRD), her bir kristalin fazın kendine özgü atomik dizilimlerine bağlı olarak X-ışınları karakteristik bir düzen içerisinde kırması esasına dayanır. Her bir kristalin faz için bu kırınım profilleri bir nevi parmak izi o kristali tanımlar. Bu metot, analiz esnasında numuneyi tahrip etmez ve numuneye zarar vermez. Bundan dolayı çok az miktarda numunelerin bile (katı, sıvı, kristal ve ince film halindeki) analizlerin yapılmasını sağlar. X- ışını kırınım cihazıyla ince filmlerin, kayaçların, polimerlerin ve kristalin malzemelerin, nicel ve nitel incelemeleri yapılabilmektedir (İAL,2013).

**X- Işınları difraksiyon teknikleri ile X- Işınları spektrometresi arasındaki fark:** X-ışınları difraksiyon tekniği, numunede bulunan değişik fazlar ve bileşikler ortaya çıkarırken (faz, kristal yapı ve/veya bileşim bakımından farklı olan bölgelere denir), X-Işınları spektrometresi tekniği ile element analizi yapılır. Ancak elementlerin bileşik halinde olup olmadığı veya numunede bulunan faz hakkında bilgi vermez.

#### 3.2.4. Petrografik (Mikroskop) Analiz Yöntemi

Bu analiz yönteminde optik mikroskoplar kullanılarak kayaçları oluşturan minerallerin tanımlanması ve dokusal ilişkilerinin belirlenmesi, mineralojik çalışmaların temelini oluşturmaktadır. İnceleme alanından alınan kayaç örneklerinin ince kesitler halinde hazırlanarak uygun mikroskoplarda inceleme çalışmaları gerçekleştirilmektedir.

Bütün kayaç örnekleri alttan aydınlatmalı polarize mikroskoplar ile incelenmekte, kayaçları oluşturan mineraller kalitatif; içerisinde var olan minerallerin ne olduğu ve kantitatif; var olan mineraller % olarak tanımlanmaktadır. Kayaçlar uluslararası

sınıflandırmalara ve standartlara uygun olarak sınıflandırılmaktadır. Böylece çalıştığımız ortamdaki kayaçların ne olduğu ve içerdikleri mineral yüzdelikleri ve bunlara bağlı olarak oluşabilecek ortam riskleri hakkında daha fazla bilgi edinmiş olup bu bilgiler neticesinde koruma ve korunma amaçlı yapılabilecek çalışmalar hakkında daha hızla sonuca ulaşabiliriz.

Çalışma yaptığımız araziden aldığımız kayaç numunelerini hazırlık aşamasında kesici çarklar yardımıyla kibrit kutusu ebatlarına getirildi. Daha sonra döner disk yardımıyla düzgün yüzeyler elde ettik. Elde ettiğimiz yüzeyin daha pürüzsüz olmasını sağlamak için sırasıyla 400, 600, 800 ve 1000 kum SiC tozlarıyla tepleme işlemi yapıldıktan sonra örnek yaklaşık 2 saat kurumaya bırakılmıştır. Kurutma işleminden sonra Lam ve numune örneğini yapıştırmak için Epoxy marka yapıştırıcı ve hızlandırıcılar kullanılmıştır. Yapıştırma işleminden sonra maksimum yapışmayı sağlayabilmek için numune sıkıştırıcı ile yaklaşık 8 saat basınç altında bırakılmıştır (Şekil 3.7).





Şekil 3.7. İnce kesit hazırlanırken kullanılan yapıştırıcı, hızlandırıcı ve basınç cihazı

8 saatten sonra numune alınıp ince kesit aleti ile kırılıp zarar görmeyecek şekilde minimum bir incelikte kesilmiştir. Kesilen ince kesiti 0,1 mm inceliğe getirilebilmek için tekrar aşındırma tozları kullanılıp inceltilmiştir. Bu işlem kesit ideal bir kesit kalınlığına gelene kadar tekrarlanıp, incelemeye hazır hale getirilmiştir.





**4. ARAŞTIRMA BULGULARI****4.1. Toz Örnekleme Çalışmaları**

Tez çalışması kapsamında kullanılan toz numuneleri Hatay'ın Antakya İlçesinin Kuruyer Mevkiinde bulunan taş ocağı işletmesinden alınmıştır. Bu ocak Kuruyer Mevkiindeki pilot ocak olarak seçilmiş ve çevredeki diğer ocakları temsil ettiği düşünülmüştür. Bu işletmede üretim süreci, delme, patlatma, yükleme, nakliyat, kırma, eleme, stok alanına nakliyat ve stoklama aşamalarından oluşmaktadır. İşletmede 3 ayrı noktada IOM kişisel toz ölçüm cihazı ile ölçüm yapılmıştır. Her ölçüm noktasında sekiz saatlik vardiya boyunca ölçüm yapılmış ve ölçümde siklon başlık kullanılmıştır. İşletme kendi çalışma koşullarında tesis içerisinde vardiya boyunca kesintisiz olarak eleman bulundurmamaktadır. Bunun nedeni; daha önce Çevre ve Orman Bakanlığı yetkilileri tarafından yapılan incelemeler sonucunda tesisteki bantların, kırıcıların ve bunkerlerin üstlerinin tek tek kapatılması istenmiştir. Ancak her makine ve bant için, oluşabilecek arızaların giderilmesinde bu durumun sıkıntı ve zaman kaybı yaratacağı kararına varılmış olup, bu uygulamadan vazgeçilmiştir. Yerine alternatif olarak tesisin tavanına çatı yapılmak üzere bütün etrafı uygun malzemeye kapatılmıştır (Şekil 4.1.). Toz kaynaklarındaki tozu bastırmak için gerekli görülen yerlere su fışkiyeleri yerleştirilmiştir. Çevre kanunları gereği Çevre ve Ormancılık Bakanlığı tarafından belirlenen ve 2 senede bir yapılmak zorunda olan gürültü ve toz ölçümleri sonucunda değerler sınırın altında ancak sınıra yakın bulunmuştur. Bu nedenle bu alanda mecburi bir durum olmadığı sürece uzun süreli işçi bulundurulmamaktadır. Ancak ölçümümüzde sağlıklı bir sonuca varmak için, ölçüm yapılan gün çalışan vardiya boyunca tesiste bulunmuştur. Ölçümlerden elde edilen sonuçların, işletmedeki bütün çalışanların maruz kaldığı toz değeri olarak algılanmaması gerekmektedir. Sadece örnek oluşturabilecek toz miktarı ve riskleri hakkında bilgi sağlamaya yardımcı olmaktadır. Ölçümlerde siklondan geçerek filtre üzerinde toplanan 0,2 – 5 µm boyutundaki toz miktarı;

- 1 no'lu numune için (kırma-eleme tesisinde) 4,51 mg, cihazın ortalama hava emme debisi 2,2 L/ dk. ve TWA 4,42 mg/m<sup>3</sup> (Şekil 4.2),
- 2 no'lu numune için (delme –patlatma alanı) 2,22 mg, cihazın ortalama hava emme debisi 2,2 L/dk. ve TWA 2,18 mg/m<sup>3</sup> (Şekil 4.3.),
- 3 no'lu numune için (stok alanındaki işaretçi) 3,92 mg, cihazın ortalama hava emme debisi 2,2 L/dk. ve TWA 3,25 mg/m<sup>3</sup> tür.



Şekil 4.1. Tesisin uygun malzeme ile kaplanması



Şekil 4.2. Tesis içerisindeki 1 no'lu ölçüm



Şekil 4.3. Taş ocağı- delme patlatma alanındaki 2 no'lu ölçüm

Delme patlatma alanında yapılan ölçüm, toz konsantrasyonunun en yüksek olacağı patlatma günü seçilmiştir. Son deliklerin delinmesinin ardından, gelen patlayıcı malzemenin dolumu, sıkılama malzemesinin kürekle doldurulup deliklerin sıkılaştırılması ardından, düzeneğin bağlanıp, patlatmanın yapılmasına ve ardından saha kontrolünün gerçekleştirilmesine kadar olan süreç boyunca gerçekleşmiştir.

#### 4.2. Toz Örneklerinin Analizi

##### 4.2.1. Kimyasal Analiz

Örneklerin kimyasal analiz (XRF) tekniği ile yapılmış ve sonuçları Çizelge 4.1'de verilmiştir. Örneklerdeki CaO oranı %49,90 ile %52,32 aralığında değişirken, SiO<sub>2</sub> içermediği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1. Toz Örneklerin Kimyasal Analiz Sonuçları

| Num. No | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO   | FeO  | K <sub>2</sub> O | MgO  | MnO  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | SiO <sub>2</sub> | TiO <sub>2</sub> | Kız. Kay. | Top. (%) |
|---------|--------------------------------|-------|------|------------------|------|------|-------------------------------|------------------|------------------|-----------|----------|
| 1       | 0,66                           | 52,32 | 0,22 | 0,06             | 0,53 | 0,01 | 0,02                          | -                | 0,02             | 43,56     | 97,40    |
| 2       | 2,02                           | 51,26 | 0,46 | 0,18             | 1,01 | 0,02 | 0,02                          | -                | 0,08             | 42,90     | 97,95    |
| 3       | 0,58                           | 53,20 | 0,15 | 0,06             | 0,65 | 0,01 | 0,00                          | -                | 0,02             | 43,97     | 98,63    |
| 4       | 0,95                           | 50,85 | 0,90 | 0,05             | 0,14 | 0,01 | 0,01                          | -                | 0,05             | 44,77     | 97,72    |
| 5       | 0,83                           | 49,90 | 2,16 | 0,09             | 4,36 | 0,01 | 0,01                          | -                | 0,05             | 40,30     | 98,07    |

#### 4.2.2. Kantitatif X-ışını Kırınımı Analizi

Toz numunesinde varlığı kalitatif faz analizi ile tespit edilen her bir mineral fazı için Rietveld formatında XRD veri dosyaları hazırlandıktan sonra, kristal formdaki minerallerin ve amorf fazın ağırlıkça yüzdeleri hesaplanmıştır (Çizelge 4.2., Çizelge 4.3. ve Çizelge 4.4.).

Çizelge 4.2. Bir (1) no'lu toz numunesinin kantitatif faz analizleri

| Kantitatif Faz Analiz Sonuçları |                      |          |
|---------------------------------|----------------------|----------|
| Mineral                         | Miktar (ağırlıkça %) | Hata (%) |
| Kalsit<br>(CaCO <sub>3</sub> )  | 92,30                | ±0,10    |
| Amorf faz                       | 7,70                 | ±0,28    |
| TOPLAM                          | 100,00               |          |

Çizelge 4.3. Bir (2) no'lu toz numunesinin kantitatif faz analizleri

| Kantitatif Faz Analiz Sonuçları |                      |          |
|---------------------------------|----------------------|----------|
| Mineral                         | Miktar (ağırlıkça %) | Hata (%) |
| Kalsit<br>(CaCO <sub>3</sub> )  | 93,2                 | ±0,40    |
| Amorf faz                       | 6,8                  | ±0,18    |
| TOPLAM                          | 100,00               |          |

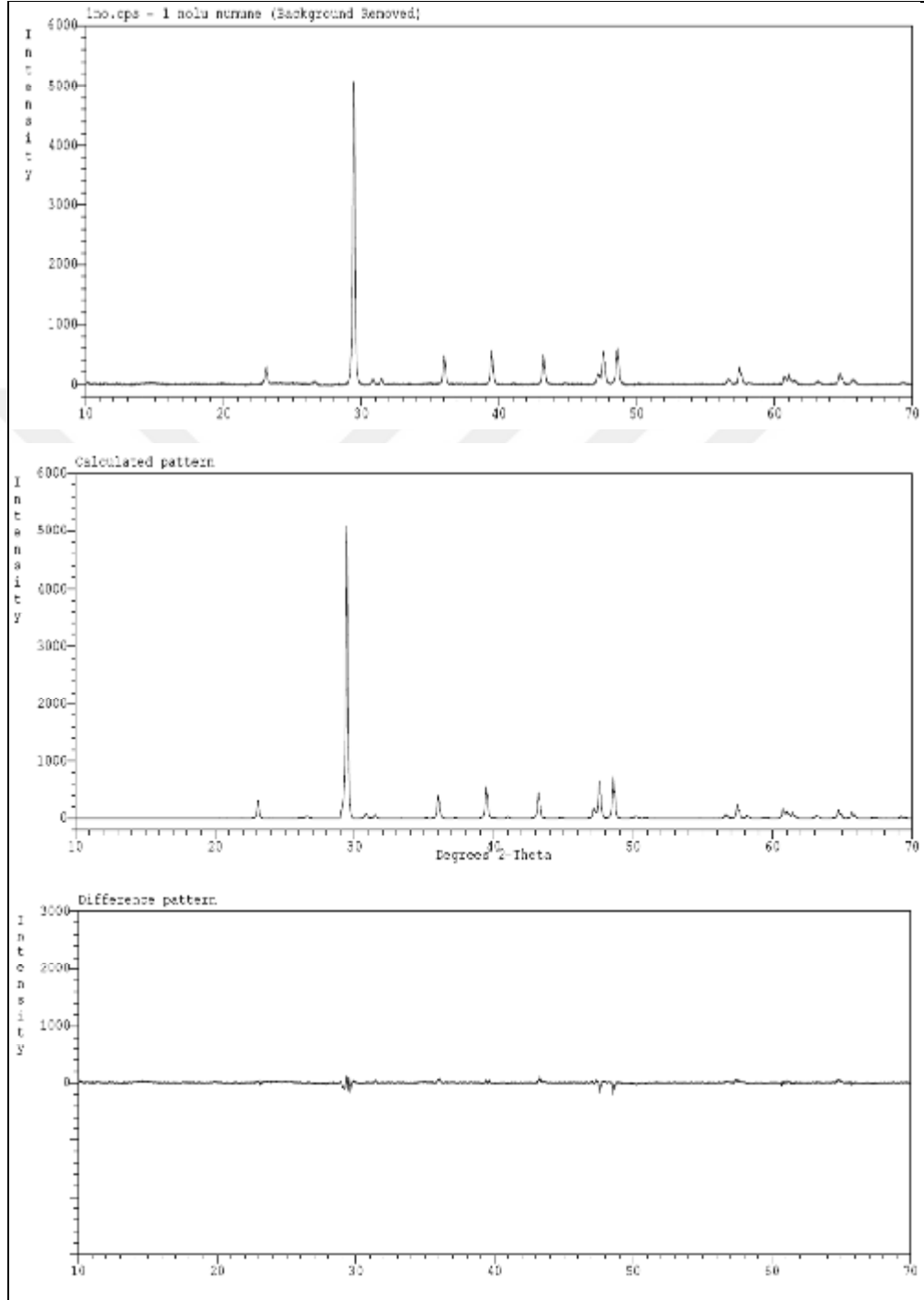
Çizelge 4.4. Bir (3) no'lu toz numunesinin kantitatif faz analizleri

| Kantitatif Faz Analiz Sonuçları |                      |          |
|---------------------------------|----------------------|----------|
| Mineral                         | Miktar (ağırlıkça %) | Hata (%) |
| Kalsit (CaCO <sub>3</sub> )     | 94,8                 | ±0,10    |
| Amorf faz                       | 5,2                  | ±0,26    |
| TOPLAM                          | 100                  |          |

SIROQUANT her fazın toplam kristal formdaki mineraller içerisindeki ağırlıkça oranını, yine her faz için Rietveld ölçek faktörüne göre hatasını ve orijinal XRD grafiği ile modellenen XRD grafiği arasındaki uygunluk değerini ( $\chi^2$  bölünmesi) vermektedir.  $\chi^2$  değerinin 1,0 olması orijinal XRD grafiği ile modellenen XRD grafiği arasındaki uyumluluğunun tam olarak sağlandığını göstermektedir (Ural, 2004). Toz numunesinin SIROQUANT yazılımından elde edilen orijinal XRD grafiği ile modellenen iki grafik arasındaki çok az bir fark görülmektedir (Şekil 4.4) ve  $\chi^2$  değeri 2,08 olarak hesaplanmıştır.

Kalitatif mineral faz analiz sonuçlarına göre örneklerde, kristal fazda, sadece kalsit minerali bulunmaktadır. Sonuç olarak, elde edilen ilk bulgulara göre, toz örnekleme yapılan taşocağı işletmelerinde silikoz riski oluşturabilecek bir kuvars tozu konsantrasyonu belirlenememiştir. 4.2.4. no'lu konu başlığında ayrıntılı bir biçimde açıklanacak olan her ülkenin kendi koşulları dikkate alınarak hazırlanan İşyeri Maruziyet Sınır Değerleri belirlenmektedir.

Elde ettiğimiz mineralojik analizler sonuçları İngiltere'deki (WEL) sınır değerleri ile Ülkemizde 05 Kasım 2013 tarihinde Resmî Gazetede Yayımlanan Tozla Mücadele Yönetmeliği'ne göre müsaade edilen sınır değerleri ile karşılaştırılacaktır (Çizelge 4.5).



Şekil 4.4. X ışını kırınımı patterni ve kalitatif faz analizi sonucu

Çizelge 4.5. Toz numunelerinin mineralojik analizleri ile sınır değerlerinin karşılaştırılması

| Numunelerin Mineral Aralığı |     | Uluslararası Fiili ve İzin Verilen Sınır Maruziyet Değerleri | Tozla Mücadele Yönetmeliğine Göre TWA | Toz Ölçüm sonuçları                  |
|-----------------------------|-----|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| Mineral (Kireçtaşı)         | (%) | WEL (mg/m <sup>3</sup> )                                     | Solunabilir Toz (mg/m <sup>3</sup> )  | Solunabilir Toz (mg/m <sup>3</sup> ) |
| 1. Numune                   | 100 | 5                                                            | 5                                     | 4,51                                 |
| 2. Numune                   | 100 | 5                                                            | 5                                     | 2,22                                 |
| 3. Numune                   | 100 | 5                                                            | 5                                     | 3,92                                 |

#### 4.2.3. Petrografik (Mikroskop) Analiz

Mikroskopta inceleme için elde ettiğimiz ince kesitin mikroskop incelemeleri sonucunda;

Mikrokristalen kalsit kristalleri matrix minerali olarak görülmüştür. Farklı orjinli fosil halkaları yer yer ileri derecede kalsitleşmiş olarak ana parajenezde çoğunluğu tespit edilmektedir.

Opak mineraller öz şekilsiz formda az oranda bulunmaktadır. Az oranda sipari kalsitler ikincil dolgularda gözlenmiştir. Dolomit mineraline rastlanmamıştır. Kayaç mineralojik bileşimine göre biyomitritik kireç taşıdır. Kuvars mineralize olmamıştır. Kil mineraline rastlanmamıştır.

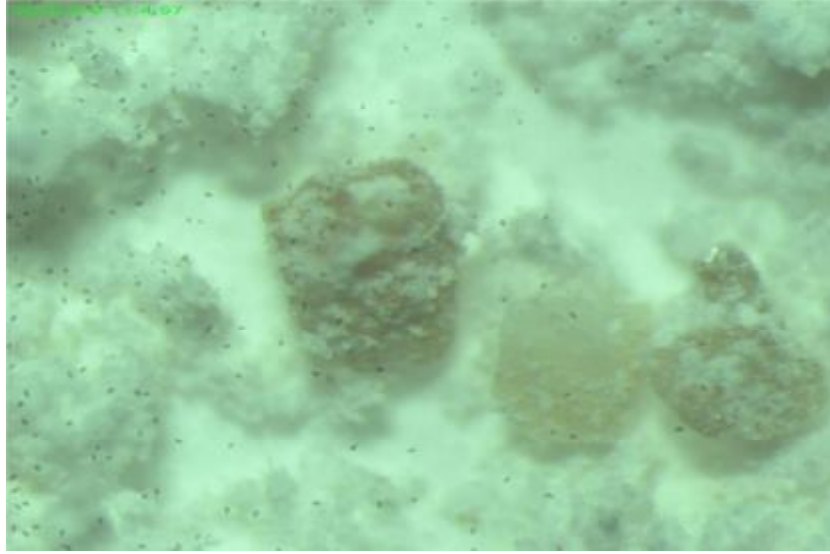
Araziden alıp öğütüp kum boyutuna getirdiğimiz kayacın stereo mikroskop açıklaması;

Kayaç ana parajenezi kalsit ve aragonit minerallerinden oluşmaktadır. Kalsit yüzdesi kayaç içerisinde %92-%95 aralığında aragonit %3-%5 aralığında bulunmaktadır (Şekil 4.5). Kalsitler kristalli kristalen boyutta olup kayaç içerisinde makro fosile rastlanmamıştır. Ferro magnezyen mineral olarak %1-2 oranında Fe

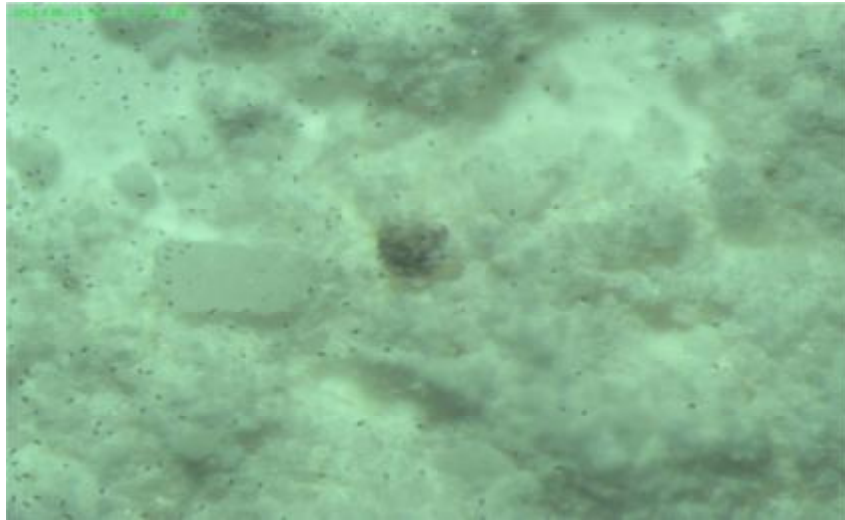


kirlenmesi söz konusudur. Daha çok limonit, hematit bileşiminde bulunmaktadır (şekil 4.6.).

Kil, kil minerali mikroskobik boyutta gözlenmemiřtir. Kayaç hidroklorik asite şiddetli oranda tepki vermiřtir.



şekil 4.5. Aragonit ve kalsit kristalleri



şekil 4.6. Limonit kristali

**4.2.4. Mineral Miktarlarının Yasal Maruziyet Sınır Değerlerine Göre Değerlendirilmesi**

İşyeri Maruziyet Sınır Değerleri, minimum sekiz saatlik vardiya süresi içerisinde ve rutin çalışma koşullarında, sağlık açısından herhangi bir sorun teşkil etmeyecek günlük aşılmaması gereken değerdir. Her ülke kendi koşullarını dikkate alarak, her işin çalışma koşullarını göz önünde bulundurularak çalışanlar için maksimum koruyuculuğu sağlayacak İşyeri Maruziyet Sınır Değerleri geliştirmekte ve bu sınır değerleri ortaya koyarken, gerekli yasal düzenlemeleri yapmaktadır.

İşyeri maruziyet sınır değerleri için farklı ifadeler kullanılabilmektedir.

- PEL, İş Güvenliği ve Sağlığı İdaresi (Occupational Safety and Health Administration-OSHA) tarafından Permissible Exposure Limit,
- REL, Amerikan Ulusal İş Güvenliği ve Sağlığı Enstitüsü (National Institute for Occupational Safety and Health- NIOSH) tarafından Recommended Exposure Limit,
- VLE, Fransa’da Valeur Moyenned’Exposition ve VLE, Valeur Limite d’Exposition,
- TLV, American Conference of Governmental Industrial Hygienists- ACGIH tarafından Threshold Limit Value,
- MAK, Almanya’da Maximale Arbeitsplatz-Konzentration
- MAC, Hollanda’da Maximaal Aanvaarde Concentratie,
- WEL, İngiltere’de Sağlık ve Güvenlik Komisyonu (Health and Safety Commission Work place Exposure Limits
- Ülkemizde, Tozun maruziyet sınır değerlerinin belirlenmesinde toplam toz ve solunabilir toz miktarında TWA/ZAOD değerleri belirlenmiştir.

Maruziyet Sınır Değerlerini belirlemek için kısa ve uzun vadeli ölçümler yapılmaktadır.

- I. STEL, Kısa Dönem Maruziyet Sınır Değeri (Short term exposure limits): 15 dk. süreyle maruziyet konsantrasyonunu belirlemek üzere yapılan ölçümleri ifade ederken,
- II. TWA, Zaman Ağırlıklı Ortalama (Time Weighed Average): En az sekiz saat ve olağan çalışma koşullarında, işçinin maruz kaldığı toz konsantrasyonunu olarak tanımlanmaktadır.

Amerika Birleşik Devletleri (OSHA), Belçika, Danimarka, Firlandiya, Norveç, Portekiz, İsveç, Yunanistan, İspanya ve Fransa’da solunabilir tozlardaki kristalin yapıda SiO<sub>2</sub> miktarının sınır değeri Kuvars, Tridimit ve Kristobalit için ayrı ayrı belirlemiştir.

Maruziyet sınır değeri (OSHA), Kuvars için 0,1 mg/cm<sup>3</sup>, Kristobalit ve Tridimit için 0,05 mg/cm<sup>3</sup> olarak belirlenen maruziyet sınır değerleri uygulayan ülkeler Danimarka, Yunanistan, Norveç, Belçika, İsveç, Fransa ve Portekiz’dir.

İngiltere, İtalya, Lüksemburg, Avusturya, İsviçre, Hollanda ve Avustralya’da ise kristalin yapıda SiO<sub>2</sub> miktarı için Kuvars, Tridimit ve Kristobalit minerallerinin solunabilir tozlardaki toplamı dikkate alınmaktadır. Ülkelerdeki WEL değerleri,

İngiltere-0,1 mg/m<sup>3</sup>  
İrlanda-0,05 mg/m<sup>3</sup>  
İtalya-0,05mg/m<sup>3</sup>  
Lüksemburg- 0,15mg/m<sup>3</sup>  
Avusturya – 0,15mg/m<sup>3</sup>  
İsviçre – 0,05mg/m<sup>3</sup>  
Hollanda – 0,075 mg/m<sup>3</sup>

Avustralya – 0,1 mg/m<sup>3</sup>’ tür. NIOSH ise solunabilir tozlardaki kristalin SiO<sub>2</sub> miktarı için REL değerini 0,05 mg/m<sup>3</sup> olarak önermektedir. Kuruluş, önerilen

bu REL konsantrasyonun pnömokonyoz riskini tamamen önleyemediğini, ancak, halen toz örnekleme ve kristalin yapıda  $\text{SiO}_2$  miktarını belirlemek üzere kullanılmakta olan yöntemlerin de REL'in  $0,05 \text{ mg/m}^3$  değerinden daha aşağıya çekilmesine olanak vermediğini belirlemektedir. (Kathleen, 2002).

Ülkemizde, 05.11.2013 tarihli Tozla Mücadele Yönetmeliği kapsamına giren işyerlerinde, ortam havasında kristal yapıda  $\text{SiO}_2$  içeriği %5'ten az olduğu takdirde Maruziyet Eşik Sınır Değerleri (TWA)  $2,4 \text{ mg/m}^3$  olarak kabul edilmektedir. %5'ten fazla  $\text{SiO}_2$  içeren solunabilir toz değeri ise  $(10 \text{ mg/m}^3) / (\% \text{SiO}_2 + 2)$  eşitliği yardımıyla bulunmaktadır. Solunabilir Kuvars değeri ise  $\text{TWA} = (10 \text{ mg/m}^3) / (\% \text{SiO}_2 + 2)$ , toplam Kuvars değeri de  $(30 \text{ mg/m}^3) / (\% \text{SiO}_2 + 2)$  eşitliği yardımı ile bulunabilmektedir (T.M.Y., 2013). IOM kişisel toz örnekleme yöntemi sonucunda numunelerin 8 saatlik ölçüm sonuçları;

1. ölçüm için  $4,51 \text{ mg/m}^3$ ,
2. ölçüm için  $2,22 \text{ mg/m}^3$ ,
3. ölçüm için  $3,92 \text{ mg/m}^3$ , tür.

Bu durumda, yönetmelik kapsamındaki işyerlerinde, tamamen kristal yapıda  $\text{SiO}_2$  içeren solunabilir tozlarda uzun süre ve olağan çalışma koşullarında sağlık açısından herhangi bir sorun oluşturmayaacağı öngörülen  $\text{TWA} = 2,4 \text{ mg/m}^3$  olmaktadır. Çizelge 4.1.'de görüldüğü gibi kantitatif faz analizi yapılan toz numunesinde solunabilir kireçtaşı tozu konsantrasyonunda silis tozuna rastlanmamıştır. Bunun yanında yapılan XRF analizi ve mikroskop incelemelerinde de silise rastlanmamıştır. Bu nedenle ölçüm yaptığımız taş ocağından aldığımız numunelerin bütün analiz sonuçları, solunabilir toz içeriği açısından WEL ve TWA standartları tarafından kabul edilen sınır değerin altında kabul edilmektedir.

Çizelge 4.6. Toz numunelerinin kantitatif faz analiz sonuçları

| Kantitatif Faz Analiz Sonuçları |                                |                                |                                |
|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Mineral                         | (1)<br>Miktar<br>(ağırlıkça %) | (2)<br>Miktar<br>(ağırlıkça %) | (3)<br>Miktar<br>(ağırlıkça %) |
| Kalsit ( $\text{CaCO}_3$ )      | 92,30                          | 93,2                           | 94,8                           |
| Hata                            | $\pm 0,10$                     | $\pm 0,40$                     | $\pm 0,10$                     |
| Kuvars ( $\text{SiO}_2$ )       | -                              | -                              | -                              |
| Amorf Faz                       | 7,7                            | 6,8                            | 5,2                            |
| Hata                            | $\pm 0,28$                     | $\pm 0,18$                     | $\pm 0,26$                     |
| Toplam                          | 100                            | 100                            | 100                            |

**5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER****5.1. Sonuçlar**

Antakya- Kuruyer Mevkiindeki taşocağından alınan solunabilir toz örneklerinin, kimyasal, kantitatif mineralojik faz analizleri ile mikroskopik analizi yapılarak elde edilen sonuçlar şu şekildedir;

- Solunabilir toz ölçümü yapılan inceleme alanından alınan 1. numunenin toz konsantrasyonu  $4,53 \text{ mg/m}^3$  olup, Tozla Mücadele Yönetmeliğinde belirtilen Müsaade Edilebilen Solunabilir Toz Maruziyet Sınır Değeri (TWA)  $5,0 \text{ mg/m}^3$  sınır değerinin altındadır.
- 2. numunenin toz ölçüm sonucu  $2,22 \text{ mg/m}^3$  olup Yönetmeliğin müsaade ettiği Maruziyet Sınır Değeri (TWA)  $5,0 \text{ mg/m}^3$  sınır değerinin altındadır.
- 3. numunenin de toz ölçüm sonucu da  $3,92 \text{ mg/m}^3$  olup, Yönetmelikte belirtilen (TWA) değerinin altındadır.
- Örneklerdeki CaO oranı %49,90 ile %53,20 arasında değişim gösterirken,  $\text{SiO}_2$  içeriği bulunmamaktadır.
- Kalitatif mineral faz analizi yapılan toz numunesinde de sadece kireçtaşı mineraline rastlanmıştır.
- Her üç numunede solunabilir silis tozu bulunmadığından her iki standarda (TWA, WEL) göre de kabul edilebilen sınır değerin altındadır.
- Amerika Birleşik Devletleri'nde ve Avrupa ülkelerindeki birçok ülkede solunabilir kuvars tozu için müsaade edilen üst sınır değer  $0,1 \text{ mg/m}^3$  düzeyinde olmakla birlikte, bu ülkelerde kuvars tozundan kaynaklı meydana gelen meslek hastalıkları şikayetleri devam etmektedir.
- Tozla Mücadele Yönetmeliğinde belirtilen solunabilir  $\text{SiO}_2$  tozu için müsaade edilen üst sınır değer %5 ve  $\text{SiO}_2$  içeren solunabilir toz  $2,4 \text{ mg/m}^3$  dir.

- Ülkemiz, Yönetmelikte müsaade edilebilen,  $\text{SiO}_2$  içeren, solunabilir toz değeri ( $2,4 \text{ mg/m}^3$ ) açısından; madencilik konusunda gelişmiş ülke standartlarının üzerindedir. Bu nedenle yürürlükteki mevzuatın tekrar kontrol edilip, güncellenmesi gerekmektedir.
- Pnömokonyozla etkin mücadele açısından, solunabilir tozların mineralojik özelliklerinin doğru olarak belirlenmesi büyük önem arz etmektedir. Bu kapsamda, kantitatif X-ışını kırınımı yöntemi, en az, halen kullanılmakta olan yöntemler kadar güvenilir sonuç verebilmektedir.
- Pnömokonyoz hastalığının tedavisi olanaklı olmadığından ve henüz geçerli olan işyeri maruziyet sınır değerleri ile tam olarak tatmin edici sonuçlar alınmadığı için, silikozla mücadele, işyerinde önceden belirlenmiş solunabilir toz maruziyet sınır değerinin aşılmamasına özen gösterilerek, işyeri çalışma şartlarını iyileştirerek ve pnömokonyoz şüphelilerini riskli ortamdan uzaklaştırarak yapılmalıdır.

## 5.2. Öneriler

Tozla mücadele çalışmalarında eğitim en önemli unsurlardan biridir. Çalışan, yapılan çalışmaların kendisinin ve beraberinde çalışanların yararı ve sağlığı için olduğuna inanmadığı sürece uyması gereken kurallara tam uymaz ve zincirleme eksiklikler şeklinde devam eder. Böyle bir durumda kullanılan koruyucular hiçbir yarar sağlamaz. Yapılmaya çalışılan mücadelede güçlükler ortaya çıkar.

Bu tez kapsamında yapılan tüm analizlerde, solunabilir tozlar kireçtaşı minerallerinden oluşmaktadır. Pnömokonyoz oluşturabilecek herhangi bir minerale rastlanmadığı yukarıda da belirtilmiştir. Bu durum tozla mücadele için yapılan çalışmaların devamlılığını etkilememelidir. Kireçtaşı minerallerinden oluşan bu tozlar inert toz olarak tanımlanmakta olup, ocakta toplam toz konsantrasyonunun  $15 \text{ mg/m}^3$  ve solunabilir toz konsantrasyonunun  $5 \text{ mg/m}^3$  değeri aşmaması için, bu

çalışma alanı dahil bütün çalışma alanlarında yapılması gereken önleme çalışmaları;

- Tozun çıkışını önlemek için uygulanmakta olan bütün yöntemlerin kullanımına devam edilmelidir.
- Tozla mücadele konularında yol göstermek, ikaz etmek amaçlı sloganlar düzenlenerek, işçinin müessese içinde bulunduğu, oturduğu, dolaştığı, yemekhane, tuvalet, soyunma odaları gibi yerlere uyarıcı- ikaz edici yazılar yerleştirilmelidir.
- Bu sloganlar yenilenmeli, klasik çalışmalarla şekillendirilmeye çalışılmalıdır.
- İşçilerin altı ayda bir periyodik muayenelerinin yapılması, meslek hastası olduğu tespit edilecek kişilerin tozsuz ortamlarda istihdamı sağlanarak, koruma altına alınmaları gerekmektedir.
- Toz tamamen yok edilse veya çalışanlar tarafından solunmasının önüne geçilse bile bununla mücadele tedbirlerine devam edilmesi icap eder. Tozla mücadele ve korunmak için aşağıdaki hususlara da dikkat etmek gerekir:

- Ø Tozu kaynağında bastırma,
- Ø Meydana geliş kaynağını kesmek,
- Ø Hava akımına karışımını önlemek,
- Ø Tane büyüklüğü 5 µm'nin altındaki ince tozu azaltmak,
- Ø Çökmüş olan tozun tekrar girdaplaşmasına mâni olmak,
- Ø Havada süspansiyon halindeki tozun tesirini mümkün olduğunca az tutabilmek için, işçinin işini hafifletme,
- Ø Tozlu yerlerde toza karşı direnci yüksek olan işçiler çalıştırmak,



- Ø Çok küçük taneciklerin zararlı ve çıplak gözle görülmesinden tedbirlerin başarısı, çıplak gözle tespit edilmemeli, periyodik olarak ölçülüp gelişimi takip edilmelidir.
- Ø Kamyon nakliye yolları ve insan yürüyüş yolları belirli aralıklarla ıslatılmalı, birikmiş tozların tekrar havalanıp ortama karışması önlenmelidir.
- Ø Personelin toz maskesi kullanmasını sağlamak, kontrol etmek,
- Ø Fazla beden gücü ile çalışan işçiler terleme ve daha fazla nefes alma ihtiyaçlarından dolayı, toz maskelerini çıkartmaktadırlar. Bu işçilere istedikleri kadar toz maskesi verilmeli ve tutuculuğunu kaybeden toz maskelerini yenisi ile değiştirmeleri gerekmektedir.
- Ø Gözün tozun zararlarından korunması için kişisel iş gözlüğü kullanılmalı,
- Ø Gelişen teknoloji ile daha iyi koruma sağlayacak ikame yöntemlerinin kullanılması gerekmektedir.
- Ø Riski kaynağında önlemek için uygun iş organizasyonlarının yapılması ve sürekli yenilenmesi.
- Ø Tesis içerisinde emici filtreler takılmalı,
- Ø Olası bir durumda alınan önlemlerin yeterli olmadığı durumlarda çalışanlara uygun kişisel koruyucu donanımlarının verilmesi,
- Ø Alınan önlemlerin yeterli olması ve sürekliliğinin devamı olması için, sürekli kontrol, denetim ve gözetim yapılması gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- Algan, R., ve Özkan, O., 1988. Toz. İşçi sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Daire Başkanlığı, Ankara, s.494-498
- Altınok, A., 2016. Agregada Üretiminde İş Sağlığı ve Güvenliğinin Değerlendirilmesi. ÇSGB, İSGGM, Uzmanlık Tezi, [www.csgb.gov.tr/media/5009/aysegulaltinok.pdf](http://www.csgb.gov.tr/media/5009/aysegulaltinok.pdf), Erişim, 6.08.2018.
- Ataman, T., 1973. Madencilerin Mesleki Hastalığı Pnömokonyoz, Onbirinci Türk Tüberküloz Kongresi, Bursa, 337-351 s.
- Baran, Y., 1997. Ders Notları, ZKÜ Fen- Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, Zonguldak.
- Baysal, F., 1979. İşyerlerinde Toz Sorunu. Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 6. Kongresi Bildiriler Kitabı, TMMOB MMO, Ankara, 8-25.
- Bilir, N., Ve Yıldız, A, N., 2004. Ders Notları, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Bölümü, Ankara.
- Breuer. H., 1978. Syntesis Report on Resarch in the 3<sup>nd</sup> Programme. Industrial Health and Safety, CEC Publication, Luxemburg.
- Brown, J.H., Cook, K.M., Ney, F.C., Tatch,T., 1950. Influence of Particle Size Upon The Retention Of Particulate Matter in The Human Lung, Am.J. Of Pub. Health
- Bulgurcu, H., Gültek, S., Olgun, B., 2015. Yeraltı Maden Ocaklarında Havalandırma Kriterleri, Teskon 2015 Bildiriler Kitabı, s.71.
- Çakır, A., Karalı, M., Didari, V., 1994. Türkiye Taşkömürleri Kurumu'nda Pnömokonyoz Sorunun İstatiksel Değerlendirmesi, T. 9. Kömür Kongresi Bildirileri Kitabı, TMMOB MMO Zonguldak Şubesi, Zonguldak. 39-50s.
- Çakır, A., Didari, V., 1991. TTK Yeraltı İşyerlerinde Solunabilir Toz Koşullarının Değerlendirilmesi, Madencilik Cilt: XXX, Sayı.4, s.29.

- Çimento Sektöründe Tozla Mücadele Rehberi. Çalışma ve Sosyal güvenlik Bakanlığı, 2014. İSG Genel Müdürlüğü, Seri No:1, Ankara.
- Didari, V., 1981a. EKİ Kozlu Bölgesi Yeraltı Ocaklarında Toz Yoğunluklarının Ölçülmesi ve Ölçme Tekniğinin Geliştirilmesi. Doktora Tezi, İTÜ. Maden Fakültesi, İstanbul, 76s.
- Didari, V., 1983b. Toz Durumlarının Kitlesel (Gravimetrik) Toz Ölçme Yöntemleriyle Belirlenmesi. Madencilik, Cilt:22, Sayı:1 TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayını, s. 27-33
- Dumlu, S., 2014. Açık İşletmelerde Şev Açısı, Basamak Yüksekliği ve Genişliğinin Belirlenmesi ve İş Güvenliği Açısından Önemi. ÇSGB. İş Teftiş Kurulu, İş Müfettişliği Etüdü, Bursa, s.3.
- Endüstriyel Kullanım Açısından Karbonat Kayaçları, 1996. I. Ulusal Kırmataş Sempozyumu, İstanbul, Erişim: 15.05.2015. [http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/d191ef6e236bd1b\\_ek.pdf](http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/d191ef6e236bd1b_ek.pdf),
- Enkhtaivan, N., 2013, Termik Santral Küllerinin İz Element İçeriklerinin Araştırılması. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul s.93-96
- Erdik, E., 1998. Organik Kimyada Spektroskopik Yöntemler. Baran Ofset, Ankara, 531s.
- Ersoy, A., 2000. Madencilik ve Çevre, Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Yayınları. Adana.
- Erol, İ., 2012. Türkiye Taşkömürü Kurumu Ocaklarında Solunabilir Toz İçindeki Kül Ve Kuvars Miktarlarının Sistematiik Olarak Ölçülmesi Ve İstatistiksel Değerlendirilmesi. ZKÜ. Fen Bil. Ens. Maden Müh. Anabilim Dalı Doktora Tezi. Zonguldak.
- Eyüboğlu, A.K., Kanbur S., 2017. Yeraltı Kömür Madenciliğinde Solunabilir Tozların Önlenmesi ve Tıbbi Gözetim, Uluslararası Maden İşletmelerinde İSG Sempozyumu, Adana, s. 160-165.
- Fiziksel Risk Etmenleri, <http://slideplayer.biz.tr/slide/1901318/> 4 Mayıs 2016

- Gökdoğan, T., 2009. Taşocaklarında Solunabilir Tozlardaki Kristalin SiO<sub>2</sub> Miktarının Belirlenmesi. Ç.Ü. Mad. Müh. Anabilim Dalı, YL. Tezi, Adana.
- Güyağüler, T., 1991 Ocak Havalandırması, TMMOB, MMO Yayını.
- Güyağüler, T., 1978 Toz Oluşumunu Etkileyen Faktörler, ODTÜ, Ankara
- İAL, 2013, İÜ İleri Analizler Laboratuvarı, <http://www.istanbul.edu.tr/merkezler/itl/>
- İlcak, Ş., 1988. Akciğer Meslek Hastalıkları. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Daire Başkanlığı, Ankara, s. 471-475.
- İnorganik Tozların ve Partikül Maddelerin Ölçüm ve Analiz Yöntemleri, <https://www.slideserve.com/talia/norgan-k-tozlarin-ve-part-k-l-maddeler-n-l-m-ve-anal-z-y-ntemler>, Erişim: 13.07.2018.
- İş Sağlığı ve Güvenliği Mevzuatı, 2015, <https://tr.scribd.com/document/336307963/5232b35d12ffe68-ek>, 06.08.2018.
- Kocaman, F., 2006. Doğal Taş Sektörü ve Pazarlama Startejileri. Dumlupınar Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, s. 10-12.
- Mavruk, A., 2005. Yüreğir ve Seyhan (Adana) İlçelerinde Ana Arterlerdeki Toz ve Gürültü Dağılım Haritalarının Hazırlanması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Mining and the Environment, Common Activities in Surface Coal Mining, [http://www.miningandtheenvironment.com/res\\_artwork.aspx?index=C](http://www.miningandtheenvironment.com/res_artwork.aspx?index=C). (January 2015).
- Madencilik Politikaları, (2015), TC. Kalkınma Bakanlığı, 10. Kalkınma Planı, Özel İhtisas Komisyon Raporu, ANKARA, s 13
- MDHS 143, 2000. General Methods for sampling and gravimetric analysis of respirable and inhalable dust. HSE Books.

- Gebrek M. Didari V. akır, A., 1999. TTK Karadon Müessesesi Ocaklarında Solunabilir Tozların Kuvars İçeriklerinin Araştırılması. Madencilik Dergisi, Cilt:38, Sayı 1, TMMOB Maden Mendisleri Odası Yayını, s. 31-35
- Gupta, R., (2007) Advanced Coal Characterization: A review. Energy and Fuels. 21(2), 451–460.
- Rietveld, H.M., 1969. A Profile Refinement Method for Nuclear and Magnetic Structures. Journal of Applied Crystallography 2, 65–71.
- SENGUPTA, M., 1990. "Mine Environmental Engineering", 1, CRC Press, 304
- şışman, İ., 2006. CdS, CdSe ve CdTe Bileşik Yarı İletken İnce Filmlerinin Aynı Çözeltiden Elektrokimyasal Olarak Au (111) Elektrodu Üzerinde Büyütülmesi ve AFM, STM, XRD ve UV-VIS Spektroskopisi ile Karakterizasyonu, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Erzurum.
- Taylor, J.C., 1991. Computer Programs For Standardless Quantitative Analysis of Mineral Using The Full Powder Diffraction Profile. Powder Diffraction 6, 2–9.
- Toz Bilimi, (2009) tozbilimi.blogspot.com/2009/ Erişim 8 Temmuz 2018.
- Tekstil Sektöründe Tozla Mücadele Rehberi, ÇSGB, İSGGM, Ankara [www.csqb.gov.tr/media/4075/tekstilsektorundetozlamucadele.pdf](http://www.csqb.gov.tr/media/4075/tekstilsektorundetozlamucadele.pdf), Erişim, 26.03.2018.
- Ural, S., 2004. Kömürün Mineral Madde İçeriğinin Belirlenmesi, Türkiye 14. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı, Zonguldak, s.104-106.
- Ural, S., 2007. Solunabilir Tozların Kristal Yapıda SiO<sub>2</sub> İçeriklerinin Kantitatif X-İşını Kırınımı Yöntemi ile Belirlenmesi. İSG İř Sağlığı ve Güvenliği Dergisi, 33: s.39-46.

- Ural, S. ve Demirdüzen, T., 2009. Taşocağı İşletmelerinde Solunabilir Tozların Kristalin Silika (SiO<sub>2</sub>) İçeriklerinin Kantitatif X-Işını Kırınımı Yöntemi İle Analizi. Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Sempozyumu, 2009, Adana, s. 189-195. Erişim, 11.05.2015
- TS EN 481, 1996. İşyeri Atmosferi-Havadaki partikül Ölçümleri için Boyut Fraksiyonu Tarifleri.
- Tozla Mücadele Yönetmeliği, (2013) ÇSGB, 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, Ankara.
- Tüfekçioğlu, F., 2002. Yeraltında Alınan Toz Ölçümlerinin İstatistiksel Analizi-Orta Anadolu Linyitleri Uygulaması. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s.10-15, Konya.
- Vidinel, İ., 1981. Akciğer Hastalıkları, Ege Üniversitesi tıp Fakültesi Yayınları, İzmir.
- Yaprak, S., 1988. TTK Gelik İşletme Ocaklarında Rastlanan Solunabilir Tozların Kuvars İçeriklerinin Araştırılması. Yüksek Mühendislik Tezi (yayımlanmamış), HÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Zonguldak Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Zonguldak, s.51.
- Yalçın, E., ve Gürgen. S., 1999. Madenlerde Havalandırma. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi, s.276
- Yılmaz, E., 2015. Çalışanların Toz Maruziyet Tespitine Yönelik Çalışmalarda Dikkat Edilecek Hususlar. ÇSGB, İSG, AR-GE Enstitüsü Başkanlığı. Ankara.
- World Health Organization., 1999. Hazard Prevention and Control in the Work Environment: Airborne Dust. 17.04.2005, <http://www.who.int/>.



## ÖZGEÇMİŞ

Ayten MİÇOOĞULLARI 1981 yılında Hatay'ın Samandağ ilçesinde doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini aynı şehirde tamamladı. Liseden mezun olduktan sonra 2001 yılında Çukurova Üniversitesi Mimarlık Mühendislik Fakültesinde Maden Mühendisliği Bölümü'ne girdi. 2005 yılında mezun olduktan sonra Karaisalı Kaksan Kireç Fabrikası'nda şantiye mühendisi olarak işe başladı. 2008 yılında çeşitli firmalarda Teknik Nezaretçilik olarak devam ettiği mesleğini Daimi Nezaretçi olarak sürdürmektedir.