

**T.C.  
HARRAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**AÇIK MADEN OCAKLARINDAKİ TOZ İMİSYONLARININ  
EKOLOJİK ETKİLERİ**

**Ahmed Arif ÇELİK**

**ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ŞANLIURFA  
2018**



**T.C.  
HARRAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**AÇIK MADEN OCAKLARINDAKİ TOZ İMİSYONLARININ  
EKOLOJİK ETKİLERİ**

**Ahmed Arif ÇELİK**

**ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ŞANLIURFA  
2018**

Doç. Dr. Güzel YILMAZ danışmanlığında, Ahmed Arif ÇELİK'in hazırladığı “**Açık Maden Ocaklarındaki Toz İmisyonlarının Ekolojik Etkileri**” konulu bu çalışma 25/05/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Doç.Dr. Güzel YILMAZ .....

Üye : Prof.Dr. Sinan UYANIK .....

Üye : Dr.Öğr. Üyesi Adem YURTSEVER .....

**Bu Tezin Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüzün Kurullarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.**

**Prof. Dr. Halil Murat ALĞIN**

**Enstitü Müdürü**

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

# İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	v
SİMGELER DİZİNİ .....	vi
1. GİRİŞ .....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	2
2.1. Madencilik .....	2
2.2. Yerüstü Madencilik .....	4
2.3. Açık Maden Ocakları .....	6
2.4. Açık Ocaklarda Toz Sorunu .....	8
2.4.1. Tozun tanımı .....	9
2.4.2. Toz çeşitleri .....	10
2.4.3. Tozun yapısı .....	10
2.4.4. Solunabilir tozlar .....	11
2.4.5. Tozun fizyolojik etkilerine göre sınıflandırılması .....	12
2.4.6. Açık maden ocaklarında oluşabilecek toz kaynakları .....	13
2.4.7. Açık maden ocaklarında tozla mücadele uygulamaları .....	15
2.5. Açık Maden Ocak Faaliyetlerinde Oluşan Toz İmisyonu .....	15
2.5.1. Stoklama depolama .....	16
2.5.2. Eleme ve kırma sistemleri .....	18
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	21
3.1. Materyal .....	21
3.2. Yöntem.....	23
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA .....	39
4.1. Açık Ocaklarda Toz Koşullarının İstatiksel Analizi.....	39
4.2. Açık Maden Ocaklarında Toz Dağılımının Bir Bilgisayar Yazılımı İle Değerlendirilmesi .....	39
4.2.1. Bilgisayar yazılımında kullanılan dağılım hesaplamaları.....	41
4.2.2. Açık maden ocaklarında toz dağılımı için bilgisayar yazılımı .....	42
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	45
5.1. Sonuçlar.....	45
5.1.1. Sonuçların karşılaştırılması .....	48
5.2. İmisyonun Ekolojik Etkileri .....	59
5.2.1. İnsanlar üzerindeki etkileri.....	50
5.2.2. Bitkiler üzerindeki etkileri.....	50
5.2.3. Hayvanlar üzerindeki etkileri .....	52
5.2.4. Suya etkileri.....	52
5.3. Öneriler .....	54
KAYNAKLAR .....	59
ÖZGEÇMİŞ .....	61

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### AÇIK MADEN OCAKLARINDAKİ TOZ İMİSYONLARININ EKOLOJİK ETKİLERİ

Ahmed Arif ÇELİK

Harran Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Güzel YILMAZ  
Yıl: 2018, Sayfa:61

Bu çalışmada, açık maden ocaklarının üretimleri sırasında atmosfere bırakılan toz imisyonların nasıl kontrol altına alınacağını; insanı ve çevresini hava alıcı ortamındaki kirlenmelerden doğacak tehlikelerden nasıl koruyacağını; hava kirlenmeleri sebebiyle ekoloji de ortaya çıkan olumsuz etkileri nasıl giderileceği ve bu etkilerin ortaya çıkmamasını sağlamak, olumsuz etkileri kaynağında azaltma yöntemlerini belirlemek amacıyla araştırmalar yapılmıştır.

**ANAHTAR KELİMELEER:** imisyon, açık ocak, taş ocağı, maden, hava kirliliği

**ABSTRACT**

**MSc Thesis**

**THE ECOLOGICAL EFFECTS OF DUST EMISSIONS  
BY OPEN PIT MINES**

**Ahmed Arif ÇELİK**

**Harran University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Environmental Engineering**

**Supervisor: Assoc.Prof.Dr. Güzel YILMAZ**

**Year: 2018, Page: 61**

In this study, dust emissions released into the atmosphere during production in open pit Mines is used to control; people and the environment how to protect from the danger of pollution arising from the air receiver in the environment; air pollution due to their Ecology and how to resolve the adverse effects resulting from these impacts does not occur and to ensure that adverse effects were surveyed in order to determine the methods of reduction at source.

**KEY WORDS:** immision, open pit, quarry, mining, air pollution

## TEŞEKKÜR

Bu tezi hazırlamamda bana yol gösterip çalıőmalarımda yardımcı olan çok değerli danıőmanım Sayın Doç. Dr. Güzel YILMAZ'a ve hayatım boyunca hiçbir zaman benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme, teőekkürü bir borç bilirim.



## ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 2.1. Yerüstü maden örnekleri .....	5
Şekil 2.2. Açık maden işletmeciliği.....	7
Şekil 2.3. Açık maden ocağı çalışma örneği .....	8
Şekil 2.4. Yerüstü madencilğinde uygulanan temel faaliyetler ve toz kaynaklar .....	14
Şekil 2.5. Kırma ve eleme tesisi .....	19
Şekil 2.6. Nem içeriği ve rüzgar hızı.....	20
Şekil 3.1. <i>Güneydoğu Anadolu Bölgesi</i> .....	21
Şekil 3.2. PM <sub>10</sub> boyutunun insan saçı ve plaj kumu ile karşılaştırılması.....	24
Şekil 3.3. Partikül maddelerin akciğere olan etkileri.....	25
Şekil 3.4. Pm <sub>10</sub> başlığı .....	27
Şekil 3.5. Pm <sub>10</sub> ölçüm.....	27
Şekil 3.6. TSE 2342 standardına göre çöken toz aparatı .....	33
Şekil 4.1. Bilgisayar modelinin akım şeması .....	42
Şekil 4.2. Yazılımın bilgisayar ekranında görüntüsü .....	44
Şekil 4.3. Program ekran görüntüsü .....	44
Şekil 5.1. Biktiller üzerindeki olumsuz etkileri .....	51
Şekil 5.2. Kapalı kırma-eleme sistemi.....	56
Şekil 5.3. Stok sahası sulama sistemi .....	56
Şekil 5.4. Branda ile örtülen kamyon .....	57
Şekil 5.5. Tesis içi yolların sulanması .....	57
Şekil 5.6. Galeri usulü patlatma .....	58
Şekil 5.7. Basamaklı açık maden ocağı .....	58

## ÇİZELGELER DİZİNİ

### Sayfa No

Çizelge 2.1. Tozun fizyolojik etkilerine göre sınıflandırılması .....	13
Çizelge 2.2. Kırma eleme sistemleri için imisyon faktörleri .....	19
Çizelge 3.1. Madencilik faaliyetleri için imisyon faktörleri.....	26
Çizelge 4.1. Havada bulunan partikül maddelerin çökelme hızları .....	41
Çizelge 5.1. Pm <sub>10</sub> filtre ilk ve son tartım sonuçları.....	46
Çizelge 5.2. Çöken toz filtre ilk ve son tartım sonuçları .....	47
Çizelge 5.3. Tesiste tapılan toz ölçüm (Pm <sub>10</sub> ) sonuçlarının karşılaştırılması .....	48
Çizelge 5.4. Tesiste yapılan toz ölçüm (Çöken Toz) sonuçlarının karşılaştırılma .....	48

## SİMGELER DİZİNİ

AB	Avrupa Birliği
ATDM	Ali Terrain Dispersion Models
ATM	Atmosfer Basıncı
BGAM	Breeze Air Graphics Models
C	Santigrat
ÇED	Çevresel Etki Değerlendirme
Dk	Dakika
EPA	Environmental Protection Agency
ISCM	Industrial Source Complex Dispersion Models
K	Kelvin
KVS	Kısa Vadeli Süre
Mg	Miligram
Mm	Milimetre
M <sup>2</sup>	Metrekare
M <sup>3</sup>	Metreküp
N	Normalite
N.Ş	Normal Şartlar
Pm <sub>10</sub>	10 Mikro Metreden Küçük Partiküller
Pdv	Ortam Basıncı
Pstd	Standart Basıncı
SKHKKY	Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrol Yönetmeliği
Tdv	Ortam Sıcaklığı
Tstd	Standart Sıcaklık
UVS	Uzun Vadeli Süre
Qa	Çekilen Debi

## 1.GİRİŞ

Yüzyıllardan beri insanlığın önemli ihtiyaçlarını karşılayan sektörlerin içerisinde yer alan madencilik her zaman en önde gelmiştir. Madencilik yeryüzündeki sektörlerin içinde çalışan işçi başına en fazla yatırım gerektiren uzun bir planlama ve üretim sonucunu da kapsayan çok geniş bir alanı olan birçok sektörü üretime teşvik eden başlıca sektörlerden bir tanesidir.

Madencilik sektöründe en önemli faktörlerden birisi işçi sağlığı ve güvenliğidir. Bununla ilgili olarak da sektörde faaliyette bulunan her firma gerekli önemi göstermek zorundadır. Bu zorunluluk hem bağlı bulunulan kurumlar olarak hem de yürürlükte bulunan tüzüklerle ayrıntılı bir biçimde açıklanmıştır.

İşçi sağlığı ve güvenliğini, bitkileri, hayvanları ve en önemlisi ekolojii en fazla tehdit eden etkenlerden birisi tozdur. Gerek yurdumuzda gerekse AB topluluğunda bu konuyla ilgili olarak çalışmalar devamlı bir şekilde sürmektedir. AB uyum sürecinde bulunan ülkemizde de toz ve toz konsantrasyonları ile ilgili çalışmalar yapılmakta olup, işletmeler tarafından düzenli olarak ölçülüp değerlendirilmesi gereken önemli bir çevresel problemdir. Tozluluğun düzenli olarak ölçülmesi tozla mücadele işi ile ilgili olarak gerekli yöntemlerin tespit edilmesine ışık tutması bakımından da önemlidir.

Bu çalışmanın amacı, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde bulunan söz konusu olan açık maden ocaklarından kaynaklanan partikül madde kaynaklarının ekolojiye verdiği etkileri, oluşan etkilerin nedenleri, etkilerin çözümü için alınması gereken önlemlerin belirlenmesi ve belirlenen bu önlemlerin yerine getirilmesiyle toz emisyonlarını en aza indirmek amacıyla yapılmıştır.

## 2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

### 2.1. Madencilik

Madencilik yer kabuğundaki minerallerin elde edilmesi sonucunda oluşan ürünlerin üretimi olarak adlandırılmaktadır. Mineraller, belirli kimyasal ve fiziksel özelliklere sahip elementlerdir Maden rezervleri birden fazla elementin çeşitli volkanik ve doğa faaliyetleri sonucunda yer altında veya yer üstünde önemli değerler taşıyan birikimli oluşumlardır.

Cevherler temel kullanım alanlarına ve özelliklerine göre metalik, metalik olmayan ve enerji verebilen cevherler olarak üç sınıfa ayrılmaktadır. Metalik cevherler; ferro metaller, temel metaller, önemli metaller ve radyoaktif metallerden oluşurlar. Metalik olmayan mineraller fosfat, kil, tuz sülfür, kum, çakıl, gibi endüstriyel cevherleri barındırır. Enerji verebilen mineraller ise kömür, petrol, linyit, doğal gaz, gibi cevher kaynaklarından oluşmaktadır.

Bir madenin oluşumundan arazi içerisinde bulunmasına ve çalışma alanından götürülmesine kadar geçen madencilik süresi 5 ana aşamadan meydana gelmektedir (Dizdar,1993). Bunlar;

- Prospeksiyon,
- Arama,
- Geliştirme,
- Üretim
- İyileştirme

*Prospeksiyon:* Maden rezervlerinin nitel incelemesi, gerekli olan jeolojik çalışmalar, imisyon olay fotoğrafları, jeofizik, topoğrafyama ve jeokimya gibi yöntemlere tespit edilmeye çalışılması adına prospeksiyon denir.

Prospeksiyon sonucunda tespit edilen maden yatağının ekonomik ve kullanım biçimi hakkında kapsamlı bilgileri bir sonraki aşama olan aramada elde edilmesi için çalışmalar başlatılır.

Birbirleriyle bağlantılı olan prospeksiyon ve arama aşamaları; tespit edilen ve kesin olarak bulunan maden rezervlerine ulaşmada kullanılacak materyalleri ve madeni üretim yerüstüne çıkarılması hakkında ve madenin işleme metodunu da belirlemektedir. Tespit edilen tüm bilgi birikimleri yardımıyla maden rezervlerinin maden üretimi boyunca getireceği ekonomik karlar tespit edildikten sonra arama aşamasında belirlenen yöntemlerle gerekli olan hazırlık çalışmaları yapılmalıdır.

Hazırlık çalışmaları madenin üretileceği ve işleneceği bölgede gerekli çalışmalar yapılarak, tesis için gerekli olan yerüstü inşası, bölge rehabilitasyonu, iş ve işçi güvenliği koşullarının sağlanması, üretilen madenin satış yapılacağı iç ve dış piyasanın oluşturulması ve istihdam sağlanarak oluşturulan tüm faaliyetleri içeren bir aşamadır.

Hazırlık aşaması tamamlandıktan sonra madenin bulunduğu yerden ekip ve ekipmanlar yardımıyla çıkarılarak birincil kırıcı, ikincil kırıcı gibi maden kırma elemanlarıyla istenilen boyutlara getirilmesiyle elde edilen ürünün oluşturulmasıdır.

Yeraltı madenciliğinde tespit edilen maden cevherleri için gereği yeraltında kuyu veya galeri sistemleri oluşturularak çıkarılırken, yerüstünde bulunan maden rezervleri yeraltı madenciliğinde yapılan galeri usulü çalışmalara göre açık alanlarda gerçekleştirilir bundan dolayı çevreye, canlı hayata ve görsel etkilerinden dolayı daha fazla kirlilik etkisine sahiptir.

Yeraltı ve yerüstü madenciliklerinden hangisinin etkileri daha fazla olduğunu tespit etmek amacıyla oluşturulacak tez ve dokümanlarda yerüstü madenciliği dikkatle incelenmelidir.

## 2.2.Yerüstü Madencilik

Yerüstü madenciliği, yer yüzeyine yakın bir şekilde bulunan ve bunların çeşitli yöntemlerle işlenebilirliği için gerekli ekipman yardımıyla yüzeyde bulunan bitki örtüsünün kaldırılarak bulunan cevherlerin ekonomik bir şekilde çıkarılması ve işlenmesi işlemidir. Yer yüzeyine yakın olan madenlerin oluşum ve birikme şekilleri farklı olacağından dolayı yerüstü madenciliğinin de çeşitli olmasına neden olmaktadır. Maden rezerv türlerinin başlıca sebep olduğu ve madenlerin üretim sırasından cevherler için kullanılan ekip ve ekipmanların farklılığından dolayı madenlerin rezervlerden çıkarılış şekilleri değişmektedir. Maden rezervlerinin çıkarılış şekillerine göre 5 kısımda incelenebilir.

- Derin Yataklarda
- Yatay Konumlu
- Sıyırma Yöntemli
- Meyilli Yataklarda Sıyırma
- Tesviyeli Sıyırma Madencilik (Şekil 2.1.)

Yukarıda belirtilen maden işleme yöntemlerinin daha iyi akılda kalabilmesi için örnek resim aşağıda Şekil 2.1.'de verilmiştir. Yer üstünde tespit edilen ve çıkarılması gereken maden rezervlerinde kömür gibi kaynakların yatay yönde ilerleyen ve büyük miktarda kazı işlemi gerektiren durumlarda ekskavatör veya kepçe kullanılırken taş ocakları ve metal maden ocakları gibi maden rezervlerinin bulunduğu yerler dar alanlarda çalışıldığından dolayı malzeme çıkarımı ekskavatör ve damperli kamyon aracılığıyla gerçekleştirilmektedir (Ayvazoğlu, 1984).

Taş ocaklarında ve metal maden ocaklarında damperli kamyon kullanılmasındaki amaç dar alanda yeterli çalışma yeri oluşturulabilmesi için çıkarılan malzemenin başka bir yere taşınmasında kullanılır. Türkiye'de mevcut maden ocaklarında kömür yeraltından çıkarılırken agrega, kum, taş tozu örnekleri açık maden ocaklarıyla temin edilmektedir.



Şekil 2.1. Yerüstü maden örnekleri

Yerüstü madenciliklerinin işletilmesinde çevresel sorunları etkileyen maden rezervlerinin bulunduğu alanlarda yapılan çalışmalar madenin aranması, işletmenin geliştirilmesi, işletilmesi ve kapama-rehabilitasyon etapları olmak üzere dört temel aşamadan meydana gelmektedir. Her bir etapta yapılan veya yapılacak olan çalışmalar daha önceden hazırlanmış olan fizibilite çalışmalarıyla birlikte belirlenmekte ve çevresel etkilerinin olup olmadığı tespit edilmektedir.

Yerüstü madenciliklerin çevreye olan etkilerinin değerlendirilmesi çalışmalarında öngörülen faaliyetler çerçevesinde uygulanacak olan maden işletmeciliğinin çevreye sorun yaratacak etkileri önceden belirleyerek ve bu sorunları ortadan kaldırmak veya en aza indirebilmek için gerekli olan tasarımın bu yönde geliştirilmesi ve uygulanmasında etkili olacaktır.

Mevcut veya işletilmesi tasarlanan bir yerüstü maden cevherinin çevreye verebileceği etkileri göz önüne alındığı zaman aşağıdaki temel sorunları şu şekilde açıklayabilir:

- Yer altında ve yer yüzeyinde bulunan su kütlelerine etkileri
- Havaya olan etkileri
- Toprak kirliliğine etkileri
- Gürültü oluşumuna etkileri
- Canlı çevreye etkileri
- İnsan çevresine olan etkileri
- Ekonomik yönden etkileri

### 2.3. Açık Maden Ocakları

Yeraltında veya yerüstünde olduğu belirlenmiş ya da tespit edilen maden cevherlerinin ekonomik yönden, yerin altına inilmeden yer yüzeyinde bulunan örtü tabakasının ortamdaki uzaklaştırılarak madenlerin işletilmesi işlemine adını veren madenciliktir.

Açık maden ocaklarının işletilmesi için ekonomik yönden uygun bulunan maden cevherlerinin derine inmeden veya üzerindeki bitki örtüsünün kaldırılması işlemiyle açılan ve bu açılan yerlerden çıkan rezervlerin işletilerek ürün elde edilmesi işlemi olarak da adlandırılır. Mevcut sistemde dünya da kurulu olan maden ocaklarında üretilen madenlerin %70'lik kısmı açık maden ocak işletmeciliği yöntemiyle yapılmaktadır (Dizdar,1993).

Ayrıca açık maden ocaklarında kömür madenin 1/3'ü, metal madenlerin yarısı ve metal olmayan madenlerin tamamı açık maden ocak işletmeciliği yöntemiyle çıkarılıp üretilmektedir. Şekil 2.2.'de açık maden işletmeciliğine ait örnekler gösterilmiştir (Dizdar,1993).

Metalik madenler içerisinde sadece bakır madenin açık madende üretim payı Birleşik Devletlerde %74 Dünyada bu oran ise %40 olarak bilinmektedir. Demir madenin üretilmesi oranları ise %90 ve %50 oranlarında gerçekleşmektedir. Açık ocak madenciliğinde yapılan işlemler sırasıyla aşağıda belirtilmiştir;

- Yer yüzeyinde bulunan bitki tabakası ve toprağı kaldırarak yüzeyi hazır hale getirmek,
- Yer yüzeyinden kaldırılan bitki örtüsünü kamyonlar aracılığıyla ortamdan kaldırmak/uzaklaştırmak,
- Mevcut büyük kütleli kaya tabakaları patlayıcılarla parçalamak ve kırıcı ile kırmak,
- Çıkarılan madeni çalışma alanından uzaklaştırma.



Şekil 2.2. Açık maden işletmeciliği

#### 2.4. Açık Ocaklarda Toz Sorunu

Açık ocak kömür madenciliği çevresel açıdan yeraltı madenciliğine göre daha önemli sorunlar oluşturabilir. Bu sorunların başında madencilik faaliyetleri sonucu oluşan tozluluk gelir. Hava kalitesinin bozulmasına neden olan tozluluk, hem madencilik çalışmalarının yapıldığı alanı, hem de çevresel alanları etkiler (Ghose, 2001).Şekil 2.3. Açık maden çalışma örneği gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Açık maden ocağı çalışma örneği

### 2.4.1. Tozun tanımı

Toz; cisimlerin parçalanmaları, kırılmaları, ezilmesi esnasında oluşan ve cisimlerin özelliklerini taşıyan çapı 1 mm'den daha küçük ve hava kütlesi içerisinde askıda kalabilen ve belli bir zaman aralığında çökelebilen küçük parçacıklardır. Yeraltı ve yerüstü madencilikte hazırlık, patlatma, parçalama, kırma, doldurma, boşaltma, nakliye, stoklama gibi çalışmaları sırasında cevherden ve işletmeden kaynaklanan sebeplerden dolayı toz oluşmaktadır. Oluşan toz zerrecikleri genel olarak 3 gruba ayrılır:

- 1) 10 mikrondan büyük tanecikler, yer çekimi kanuna göre artan bir hızla havada serbest düşme yaparlar.
- 2) 0,1–10 mikron arasındaki tanecikler, Stokes yasası tarafından hesaplanabilen sabit bir hızla aşağıya doğru hareket ederler.
- 3) 0,01–0,1 mikron arasındaki tanecikler ise sürekli olarak havada kalabilen taneciklerdir (Akpınar,2000).

Maden işletmelerinde meydana gelen tozlar sağlığa zararlı (solunabilir toz) veya patlayıcı (patlayabilir toz) olabilirler ve gerek insan hayatı gerekse de madenlerdeki donanımların tahribine yol açması bakımından sorun oluştururlar. Bu nedenle, tozu meydana getiren sebepleri belirlemek için yapılacak çalışmalar, hem işçi sağlığı hem de makine randımanının korunması açısından önemli bir yer tutmaktadır.

Tozun yüksek bir potansiyel ile oluştuğu dikkate alınırsa, açık ocaklarda tozluluk koşullarının değerlendirilmesinde aşağıdaki olaylar ile ilgili bilgi edinilmesi gerekmektedir (Güyağüler, 1982).

- Kaynak madenin jeolojik, fiziksel ve kimyasal yapısı ve parça boyutu,
- Nem oranı, yağmur ve buharlaşma,
- Rüzgâr hızı

### 2.4.2. Toz çeşitleri

#### **Kömür tozu**

Kömürlerde tane boyutu 0,3 mm'nin altında bulunan toz zerreciklerine "kömür tozu" denir. Kömür tozundan daha küçük toz zerreciğine sahip olan tozlara ise "ince toz" olarak tanımlanır. İnce tozlar 0,075 mm'nin altındadır.

Bu oran, tozun uçucu olması ve bu tozların patlayıcı özellikte olması nedeniyle önemlidir. Bununla beraber, kömürden oluşan tozun antrakoz isimli madenci hastalığına sebep olması bakımından da önem taşımaktadır.

#### **Taş tozu**

Taştan oluşan tozun önemi, insan ve canlı sağlığına zarar vermesinden dolayı ileri gelmektedir. Taş tozu silikoz isimli meslek hastalığına neden olmaktadır. İnsanlar tarafından solunan taş tozunun büyük bir kısmı nefes alış verişi sırasında burun ve boğazda tutularak tekrardan dışarıya atılır.

Burun ve boğazlarda tutulamayan taş tozlarının geri kalan ve çoğunun 0,5 mm'nin altında kalan tozlar ise akciğerde alveollere ulaşır ve akciğerde rahatsızlıklar meydana getirir (İpekoğlu,2001).

### 2.4.3. Tozun yapısı

Parçalanmış ve ezilen maddeden oluşan tozun şekli, cismin yapısına uyumlu olarak, amorf, köşegen veya elips şeklinde olabilir.

Günümüzde hastalık oluşumunda rol oynayan toz zerreciklerinin yapısı amorf veya köşegenli yapıya sahip olan toz zerrecikleri olduğu ve hastalık yaptığı görülmektedir.

Parçalama işlemine maruz kalan maddenin yapısı değiştiği gibi de maddenin yapısıyla birlikte maddeden ortaya çıkan tozun kimyasal özelliği de değişmektedir. Ortaya çıkan tozun yapısı genellikle bazik, asidik veya nötr halde olabilir. Bunun

yanında hava ortamında oksijenle, nemle birleşebilir özelliklere sahip olduklarından dolayı canlılar da biyolojik aktiflik etkisi yaratabilir ( Ghose,2001).

#### 2.4.4. Solunabilir tozlar

İşyerlerinde toz rahatsızlığı adı verildiğinde, bu tozların tane büyüklüğü 2 Tm'den iri tozlar olarak akıllara gelmektedir. Fakat bu büyüklüğe sahip tozlar özellikle bulunduğu ortamlarda yüksek hızlarda hareket ettiklerinde canlılarda gözlerin yaralanmasına ve bununla birlikte görme yeteneğinde kayıplara neden olabilmektedir. Ortamda yoğun bir miktarda bu tozlarda bulunması halinde kaza tehlikesi meydana getirmekle birlikte görme yeteneğini azaltmaktadır.

Mevcut ortamda bulunan solunabilir tozlar önce üst solunum yollarından geçerek, 5 Tm' den büyük olan tozlar burun ve bronşlar tarafından tutulurlar. Burada tutulan toz zerrecikler mukozada bulunan tüyler tarafından öksürük ve aksırık yoluyla vücuttan dışarıya atılmaktadır. Havada askıda kalan ve toz boyut büyüklüğü bronş ve burunlardan tutulmayacak kadar küçük olarak geçenler akciğerde bulunan alveollere kadar ulaşabilmektedir. Canlılar da üst solunum yoluyla vücut içerisine giren toz zerreciklerin %5'i akciğer hava keseciklerine geri kalan %95'lik kısmı ise mukoza tarafından bronş ve burunlarda tutulur. Tutulan bu toz zerrecikleri solunum ile birlikte dışarıya atılır. (ILO, 2000).

Akciğerde bulunan hava keseciklerine kadar giden toz zerrecikleri ögütücü hücreler tarafından parçalanarak bulunduğu ortamdan temizlenir. Ögütücü hücreler tarafından gerçekleştirilen işlem çok yavaş işlemekte olup bu işlem haftalar hatta aylar kadar sürebilmektedir. Akciğere ulaşan başka toz zerreciklerinin, canlının bulunduğu ortamda yoğun ve çok olması halinde vücudun bu ögütücü hücreleri tarafından parçalama işlemi yetersiz kalmasıyla birlikte vücut koruyucu mekanizmasını kaybeder ve bu toz zerrecikleri hava keseciklerinde biriktirerek akciğerde bulunan bağ dokularda fibroz hastalığına neden olur. Bu sürede zarfında oluşan fibroz hastalığı çok uzun bir süre sonra ortaya çıkar.(Davies, 1987).

Meslek hastalıklarında tazminat hakkına sahip olabilmek için ortamla 25 yıl gerekmektedir. Meslek hastalıklarının tehlikesi uzun yıllar sonra ortaya çıktığından dolayı tozun yoğun olduğu ortamlarda çalışma yapanlar tarafından ciddiye alınmaz. Meslek hastalıklarında özellikle madenciler bu konuda bilgilendirilmelidir (Papila,1995).

İnsanlar yaptıkları meslekler gereği birçok meslek hastalığına maruz kalmaktadır. Meslek hastalıkları canlı üzerinden verdiği etkilerden dolayı ciddiye alınması gereken bir durumdur.

Vücudun yaşamsal faaliyetlerini devamını getirebilmesi için besin maddeleri tüketmektedir. Alınan besin maddelerin hazmedilebilmesi için vücut içerisinde yeterli miktarda ve sürekli olarak oksijen alması gerekmektedir. Alveollerde biriken tozlardan dolayı akciğere oksijen girişini etkilemektedir. Yeterli miktarda alınamayan oksijen sonucu vücuttaki kan dolaşımı etkilenir ve bazı organların işlevlerini yerine tam getirememesi durumu ortaya çıkar.

Vücutta oluşabilecek herhangi bir sağlık tehlikesi tozun yoğunluğu, miktarı, yapısı ve şekli belirler. (ILO, 2000).

#### **2.4.5. Tozun fizyolojik etkilerine göre sınıflandırılması**

Yer altı ve yer üstünde bulunan maden ocaklarında havanın tozluluğu, 1 m<sup>3</sup> hava içindeki tozun miligram cinsinden ağırlığı ve 1 cm<sup>3</sup> havanın içindeki tozun sayım yöntemi ile iki farklı bir biçimde tanımlanır. Mevcut tozun fizyolojik etkilerine Göre sınıflandırılması Çizelge 2.1.'de verilmiştir (Sengupta, 1990).

Çizelge 2.1. Tozun fizyolojik etkilerine göre sınıflandırılması

<b>Fibrojenik Tozlar</b> (Solunum sistemine zararlı olanlar)	Silis (kuvars) Kalay cevheri Silikatlar (asbest, talk, mika) Bazı demir cevherleri Berilyum Cevheri Kömür (antrasit, bütümlü kömürler)
<b>Kansorejen Tozlar</b>	Radyum, Asbest, Arsenik
<b>Zehirli Tozlar</b> (Organları, dokuyu vb. zehirleyen tozlar)	Berilyum, Arsenik, Kursorun, Uranyum, Radyum, Toryum, Vanadyum, Krom, Nikel, Civa, Kadmiyum, Antimuan, Manganez, Tungsten, Gümüş
<b>Radyoaktif Tozlar</b> (Alfa ve beta radyasyonu yayanlar)	Uranyum, Radyum, Toryum
<b>Az Zararlı Tozlar</b> (İnsan üzerinde etkisi az olanlar)	Jips, Kaolen, Kalker

#### 2.4.6. Açık maden ocaklarında oluşabilecek toz kaynakları

Açık maden ocaklarında bulunan kayaçların toz oluşturabilme özellikleri mekanik, sertlik, darbe dayanımı, gevreklik ve birçok fiziksel özelliklerine göre araştırmalar yapılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda kayaçalarda en önemli fiziksel özelliklerinden olan sertliklerinin artmasına bağlı olarak toz oluşturma miktarlarının da bunlara bağlı olarak doğru oranda arttığı gözlemlenmiştir. (Guyaguler, 1982).

Açık maden ocaklarında tozun oluşmasına neden olan iki farklı kaynak bulunmaktadır:

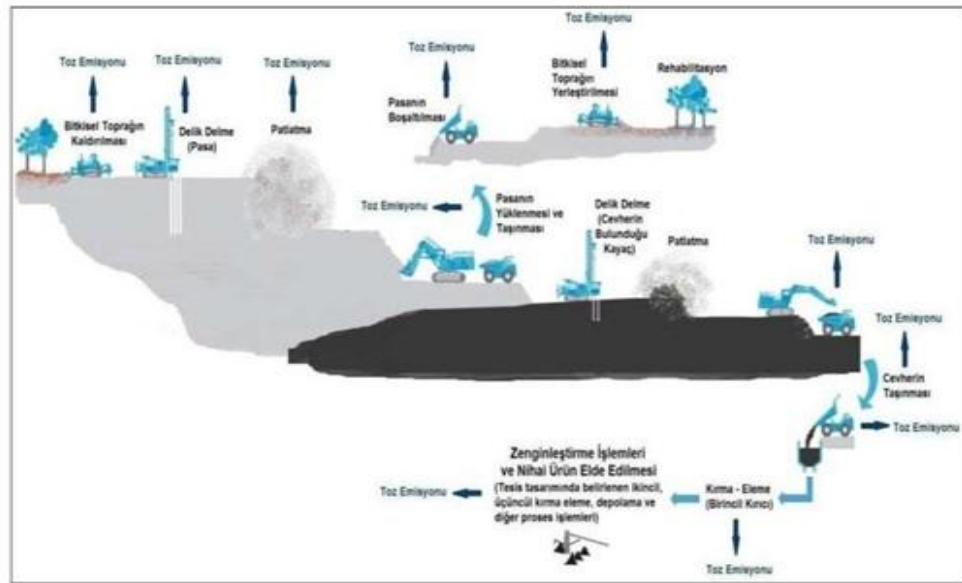
*Birincil Kaynakları:* Açık maden ocaklarında taşın veya madenin bulunduğu yerden çıkarılması amacıyla yapılan ateşleme, delme, kazma ve patlatma gibi işlemler sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu işlemler sonucunda ortaya çıkan toz miktarı işleme tabi tutulan madenin yapısına, parçalanma miktarına, malzemenin yüklenmesi ve boşaltılması gibi işlemlere bağlı olarak değişmektedir.

*İkincil Kaynakları:* Açık maden ocaklarında işlemler sonucunda çökerek hava olayları veya araçların hareket etmesiyle tekrardan çökeldiği yerden havada askıda kalmasına neden olan kaynaktır (Baysal, 1979).

Kömür ocaklarında kömür tozu hakkında yapılan çalışmalarda;

Kömür yaşlarının genç ve kömürleşme süresi az ise içerisinde bulunan su miktarının fazla olduğu ve bu fazlalıktan dolayı kömür ocaklarında oluşabilecek toz miktarlarının az olduğu tespit edilmiştir (Saltoğlu, 1970). Kömürleşme süresi çok olan yaşlı kömürler, genç kömürlere göre daha az su içerdiklerinden dolayı ortama verecekleri toz miktarları bir o kadar fazla olmaktadır (Saltoğlu, 1970).

Kömür içerisinde bulunan uçucu ve yanıcı gaz miktarlarının yüzdelere artması kömürlerde toz oluşturma kapasitesini artırmaktadır. Bu oran 2 katına çıkması halinde ve diğer şartlar aynı olmak koşulu sağlandığından oluşan toz miktarının da artış gösterdiği gözlenmiştir. Ayrıca kömür içerisinde bulunan karbon miktarının artmasıyla birlikte kömürün oluşturacağı toz miktarı da artış gösterecektir (Güyağüler, 1982).



Şekil 2.4. Yerüstü madenciliğinde uygulanan temel faaliyetler ve toz kaynaklar

Kömür içerisinde bulunan nem miktarı toz oluşmaması yönünden önemli bir etkidir. Yani kömür içerisinde bulunan nem miktarı artış gösterdikçe kömür tozlanabilirlik özelliği de azalma gösterecektir.

Kaya türlerinde olduğu gibi kömür türlerinden sertliğin artmasıyla birlikte toz oluşturabilme kapasiteleri artış gösterecektir (Güyağüler, 1982).

Bazı araştırmacılar kömür yoğunluğunun toz oluşturmayı pozitif yönde etki ettiğini kabul etmiştir. Kömürde sertlik derecesi de toz oluşturma yeteneğine etki ettiği belirlenmiştir (Ayvazoğlu, 1984).

#### **2.4.7. Açık maden ocaklarında tozla mücadele uygulamaları**

Açık madenci ocak işletmelerinde ortaya çıkan tozun kontrol altına alınması nedenleri,

- 1- Tesisten kaynaklanan tozun doğaya verdiği zararları önlemek,
- 2- Açık maden ocaklarında çalışanlar için uygun çalışma ortamı yaratmak,
- 3- İşlemlerde kullanılan cihazların yıpranmasını engellemek,
- 4- Çalışma alanındaki görüş mesafesinde iyileştirme yapmak.

Açık maden ocaklarında oluşan tozu kontrolde tutabilmek için iki yöntem tercih edilir. Bu yöntemlerden birincisi tozu kaynağında bastırma ikinci yöntem ise tozu tutmadır. Tozu bastırma işleminde toz kaynakta yok edilmeye çalışılır toz tutma ise tozun meydana geldiği yerlerde sulama yapılarak tozun su zerreciklerine tutunarak zemine inmesi sağlanır.

#### **2.5. Açık Maden Ocak Faaliyetlerinde Oluşan Toz İmisyonu**

Açık maden ocaklarında taşıma işleminin işletme sisteminin en önemli parçası olduğu bilindiği gibi malzemelerin kamyonlar aracılığıyla bir yerden başka bir yere taşınması sırasında maden sahasında toz oluşturabilme potansiyelinin en yoğun olduğu durum olarak tespit edilmiştir.

Madenlerin çıkarılması için yer yüzeyinden kaldırılan bitki örtü tabakasının taşınması, maden ocağından çıkarılan malzemelerin stoklama ve depolama alanlarına veya konkasör hatlarına götürülmesi işlemi kamyonlar tarafından yapılmaktadır. Ayrıca belli ebatlarda oluşturulan veya işlenen malzemelerin taşınması işlemi de kamyonlar ile sağlanmaktadır.

Maden içi tesis yolları genellikle bulunan yüzeyin silindirler yardımıyla sıkıştırılması veya üzerlerine mıcır gibi bağlayıcı malzemeler dökülerek oluşturulmaktadır. Maden tesis yolları stabilize olması durumunda sıcak asfalt yollara göre toz oluşturabilme özelliği daha fazladır. Stabilize yoldan geçen araçların tekerlekleri sayesinde yüzey kısma basınç uygulayarak bağlayıcı maddelerin fiziksel olarak parçalanması sebep olarak toz zerreciklerinin ortaya çıkmasına neden olur. Dolayısıyla tesis yolundan ne kadar çok araç geçerse yoldan kaynaklanabilecek toz miktarı da bir o kadar çoğalacaktır. Ayrıca açık maden ocaklarında kullanılan araçlar ağır sınıfına girdiklerinden dolayı nakliye ve tesis yolu olarak kullanılan yolların sık sık bozulacağı ve bu bozulmayla kaçak tozların çoğalacağı bilinmektedir.

### 2.5.1. Stoklama depolama

Açık maden ocakları işletmelerinin çoğunda madenlerin çıkarılması amacıyla öncelikle ekonomik olmayan kayaçların temizlenmesi ve alınan bu malzemelerin uygun bir alana götürülerek daimi veya belli bir süreliğine depolanması gerekmektedir (Dizdar,1993).

Ekonomik olmayan kayaçlar ayrı olarak düşük tenörlü cevher ve proses atığı da yerüstü madencilğinde geçici depolanabilen diğer malzemeler olup önemli miktarda kaçak toz emisyonu oluşturmamaktadır.

Depolama yöntemine benzeyen diğer bir faaliyet olan stoklama ise madenin proses işlemlerinin sürekliliğini sağlayabilmesi için akıcı bir şekilde aktarılması amacıyla malzemenin geçici olarak bir yığın halinde getirilerek proste işlenmesi için biriktirilmesidir.

Geçici olarak arazide veya başka bir ortamda stoklanan malzeme ayrı bir maliyet gerektirdiğinden dolayı yani taşıma, yükleme ve boşaltma işlemine ihtiyaç duyduğundan dolayı sistemin akışında herhangi bir zorunluluk oluşturmadığı sürece stoklama tercih edilmemektedir.

Özellikle kışları yoğun olarak yağışlı ve soğuk geçen iklime sahip olan bölgelerde kurulu olan açık maden ocaklarında kullanılan malzemeler kapalı ortamlarda stoklanıp daha sonra kullanılmaktadır.

Bu yöntem bazı maden ocaklarında oluşan tozun tesiste toz oluşmasını engellemek için kullanılmaktadır. Açık alanda depolama ve stoklama durumunda imisyona neden olan kaynaklar şöyle sıralanabilir:

- Stok alanına malzeme boşaltımı
- Stok alanında araçların hareket etmesi
- Stok alanında rüzgâr erozyonu

Stoklanan malzemenin prosese dâhil edilmek üzere tekrardan araçlara yüklenmesi (Dizdar,1993).

Depolama işleminin gerçekleştirildiği alanlarda yeterli miktarda ağaçlandırma yapılarak bölge rehabilite edilir, açıkta kalan yüzey alanları ise rüzgâr erozyonuna maruz kalarak depolanan veya stoklanan malzemenin toz oluşmasına neden olur.

Bitki yoğunluğunun çok olduğu bölgelerde toprağın çıkarılması işleminde kaldırılan verimli toprak tepelerinin üzerinde çökme görülene dek rüzgâr erozyonlarına maruz kalarak toz oluşmasına neden olabilmektedir. Stoklanan malzemenin oluşturabilecek toz imisyon miktarı ise stoklama çerçevesinde hacmine bağlı olarak stok tepelerinin bekletilme sürelerine, malzemenin içerisindeki neme ve kırılmış malzemenin boyutuna bağlıdır.

Birincil veya diğer kırıcılardan yeni parçalanan malzemedan oluşabilecek imisyon potansiyeli en yüksek olduğundan dolayı ince partiküller rahatça ayrışabilmekte ve başka bir konuma araçlar yardımıyla taşınması veya kuvvetli rüzgâr erozyonları sayesinde atmosfere yayılmaktadır.

### **2.5.2. Eleme ve kırma sistemleri**

Açık maden ocaklarından çıkarılan madenler taşıyıcılarla taşınarak doğrudan kırma-eleme işleminin ilk basamağı olan, kaba taşların kırılması işleminin gerçekleştirildiği birincil kırıcıya aktarılır.

Birincil kırıcı işlemi bitiminde hedeflenen maden boyutlarının sağlanabilmesi için ihtiyaca göre elek sistemleri, ikincil ve üçüncül kırıcılar ve akabinde diğer fiziksel veya kimyasal proses işlemleri uygulanabilmektedir. Kırma işlemi sırasında imisyon miktarını etkileyen çeşitli malzeme, ekipman ve operasyonel faktörler kırılan malzemenin cinsi, kırıcıya besleme boyutu ve dağılımı, nem içeriği, üretim miktarı, boyut küçültme oranı ve ince malzeme içeriğidir. Kırma eleme sistemleri için imisyon faktörleri Çizelge 2.2.'de gösterilmiştir.

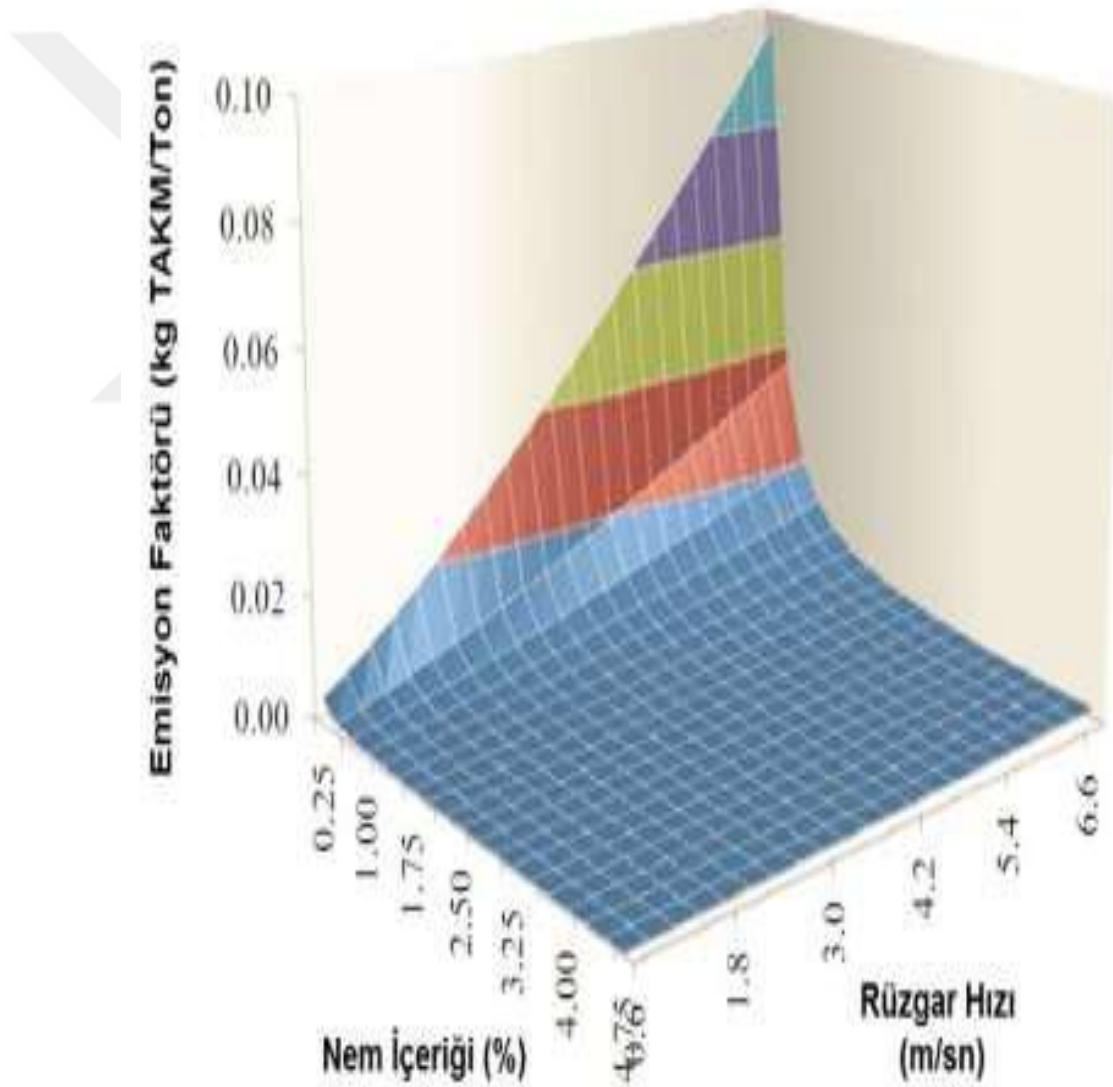


Şekil 2.5. Kırma ve eleme tesisi

Çizelge 2.2. Kırma eleme sistemleri için emisyon faktörleri (SKHKKY, 2008)

Faaliyet	Yüksek Nem İçerikli Cevher (kg/ton)			Düşük Nem İçerikli Cevher (kg/ton)		
	TAKM	PM10	PM10/TAKM	TAKM	PM10	PM10/TAKM
Birincil Kırıcı	0,01	0,004	0,4	0,2	0,02	0,1
İkincil Kırıcı	0,03	0,012	0,4	0,6	ND	0,06
Üçüncül Kırıcı	0,03	0,01	0,33	1,4	0,08	0,9
Islak Öğütme	Önemsiz	Önemsiz		Önemsiz	Önemsiz	
Kuru Öğütme (hava akımı yoluyla ayırım yapılması koşuluyla)	14,4	13	0,9	14,4	13	0,13
Kuru Öğütme (hava akımı yoluyla ayırım yapılmadan)	1,2	0,16	0,13	1,2	0,16	0,6
Kurutma (titanyum ve zirkonyum kumu hariç tüm mineraller)	9,8	5,9	0,6	9,8	5,9	0,5
Döner kepçeli ekskavatör dahil transfer, konveyör ile aktarma	0,005	0,002	0,4	0,06	0,03	0,75
Eleme	-	-	-	0,08	0,06	-
Boksit/Alumina	-	-	-	0,6	ND	-

Madenden çıkarılan kayalar kırıldıkça malzemenin yüzey alanı daha da artmaktadır. Linyit kömürü gibi nem içeriği yüksek olan cevherin kırılması sırasında yeni oluşan yüzeyler nemli olduğundan toz oluşturmamaktadır. Ancak nem içeriği düşük olan kayaların kırılması havada taşınabilen toz üretme potansiyelini arttırmaktadır. Şekil 2.6.'da gösterilmiştir. Prosesin akışına göre malzemenin konveyörle ikincil kırıcı ve eleklerle taşınması kırılma anında oluşan yeni yüzeyler daha da kuruma eğilimi göstermektedir. Cevher ne kadar çok kuru yapıda ve ince kırılırsa proses içinde toz oluşumu daha fazla olacaktır (Güyağüler, 1982).

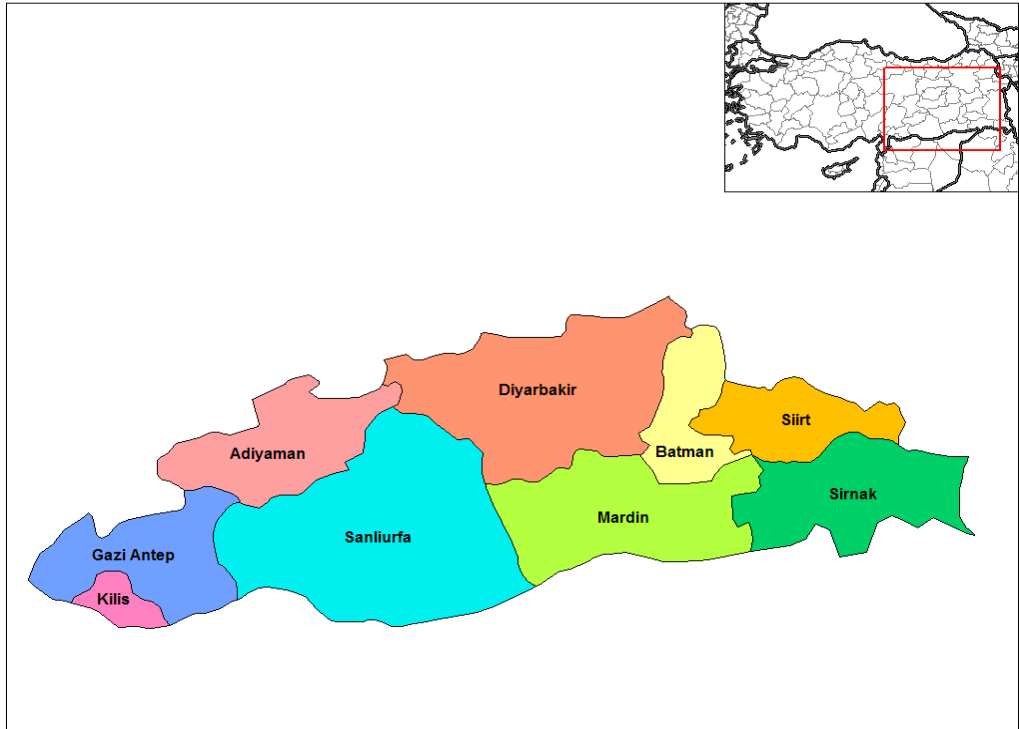


Şekil 2.6. Nem içeriği ve rüzgar hızı

### 3.MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1.Materyal

Güneydoğu Anadolu Bölgesi, ülkemizin %8'lik bölümüne sahip olup yüzölçümü bakımından en küçük olan bölgedir. Kuzeyinde bir yay şeklinde uzanan Güney Toroslardan, güneyde Suriye ve Irak sınırlarına kadar uzanır. Bölge ova ve platolarla kaplıdır. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Gaziantep, Şanlıurfa, Adıyaman, Siirt, Mardin, Batman, Diyarbakır ve Şırnak illeri bulunmaktadır (Şekil 3.1). Bölgenin ortalama yükseltisi 900-1100 m arasındadır. Orta kısımda yükselen Karacadağ sönmüş volkanı ile Mardin Mazıdağı yöresinin en engebeli kısımlarını oluşturur. Bölgede, yazları kurak ve sıcak, kışları ılık ve yağışlı olan tipik Akdeniz ikliminin bozulmuş şekli görülür.



Şekil 3.1. Güneydoğu Anadolu Bölgesi

Bölgede başlıca çıkarılan madenler; petrol, fosfat, kömür ve asfaltittir. Bunlarla birlikte bölgede bulunan sönmüş volkan olan Karacadağın etkilerinden dolayı bölgede yoğun miktarda bazalt, kalker, mıcır, mermer, kireçtaşı, killi kireçtaşları da bulunmaktadır. Bu çalışmada, açık maden ocaklarından kaynaklanabilecek olan toz imisyonlarının değerlendirilebilmesi için ağırlıklı olarak bazalt, kalker, mıcır ve mermer ocaklarında çalışmalar yapılmıştır.



### 3.2. Yöntem

#### Partikül madde

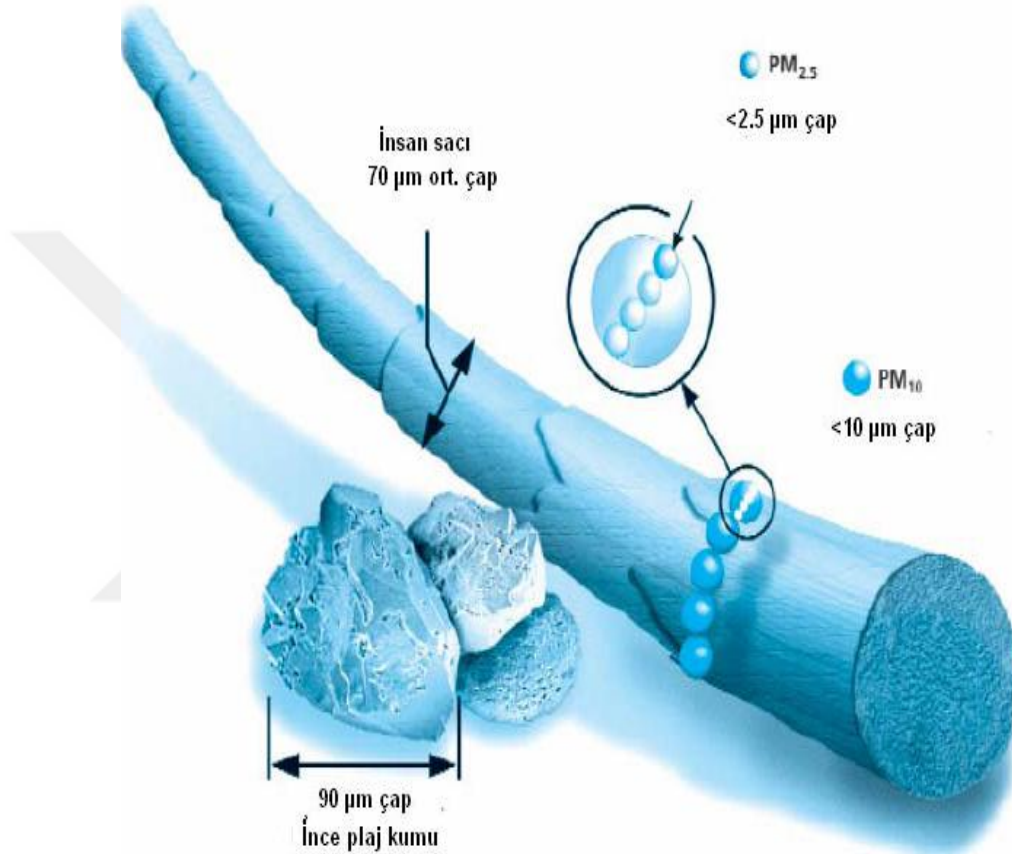
Atmosferde bulunan hava içerisinde partikül maddeler, katı ve sıvı damlacıklar halinde olan zerreciklerin birbirleriyle karışmasından meydana gelen kirliliktir. Bazı partikül maddeler ise meydana geldikleri yerlerin sistemde mevcut olan bacalarından direk olarak atmosfere bırakılmaktadır. Diğer partikül maddeleri ise kendiliğinden atmosferde oluşmaktadır.

Canlı sağlığı yönünden boyutları  $10\ \mu\text{m}$ 'den düşük olan partikül maddeler çok önemlidir. Boyutlar  $10\ \mu\text{m}$ 'den düşük olan toz zerrecikleri solunum organlarından biri olan akciğere kadar ulaşabilirler Akciğere kadar ulaşabilen partiküller sağlık yönünden tehlike oluşturmaktadır. Sağlık yönünden tehlikeli olan partikül maddelerin boyutları  $\text{PM}_{10}$  ve  $\text{PM}_{2.5}$  'dır.  $\text{PM}_{10}$ , insan saçının çapından 5 kat,  $\text{PM}_{2.5}$  insan saçından 20 kat daha incedir (Şekil 3.2).Çapları  $2.5\ \mu\text{m}$ 'den küçük partiküllere ince partiküller denir. Bu partiküller gözle görülmeyecek kadar küçüktürler ki elektronik mikroskop ile belirlenebilmektedir.  $\text{PM}_{2.5}$  kaynakları, yakma/yanma tesislerinden kaynaklanmaktadır. Orman yangınları, inşaat sanayi, ısınma tesisleri gibi tesisler önemli toz kaynaklarıdır. Çapları  $\text{PM}_{10}$  ve altında olan partikül maddeler doğa faaliyetler ve açık maden ocaklarında ki çalışmalar sonucu taşınmaktadırlar.

Havada bulunan partikül maddeler canlı sağlığını olumsuz yönde etki eden önemli maddelerdendir. Havada asılı kalabilen madde çapları küçüldükçe canlı sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri de bir o derece artmaktadır.  $10\ \mu\text{m}$ 'den daha küçük boyuta sahip olan PM canlı sağlığı üzerine olan olumsuz etkileri oldukça büyüktür.Çapları çok küçük olan partikül maddeler akciğere kadar ulaşabilir. Bazıları ise kana bile karışabilir.

Havada askı da halde bulunan toz zerreciklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri canlı sağlığı yönünden çok önemlidir. Canlı sağlığı açısından ağır metaller oldukça zehirlidir. Kanser yapıcı organik kimyasal maddeler içeren toz zerrecikleri sağlık açısından çok tehlikeli saçmaktadır. Birden fazla elementlerden meydana

gelmiş olan partikül maddeler akciğerde bulunan nem ile birleşerek aside dönüşmektedir. Duman bileşenlerinde bulunan çinko amonyum sülfat, akciğerde sülfürik aside dönüşmektedir. Egzoz imisyon partikülleri kanser yapıcı maddeler içerdiklerinden dolayı bunların bulunduğu ortamlarda fazla süre durulması halinde kanser yaptığı tespit edilmiştir.

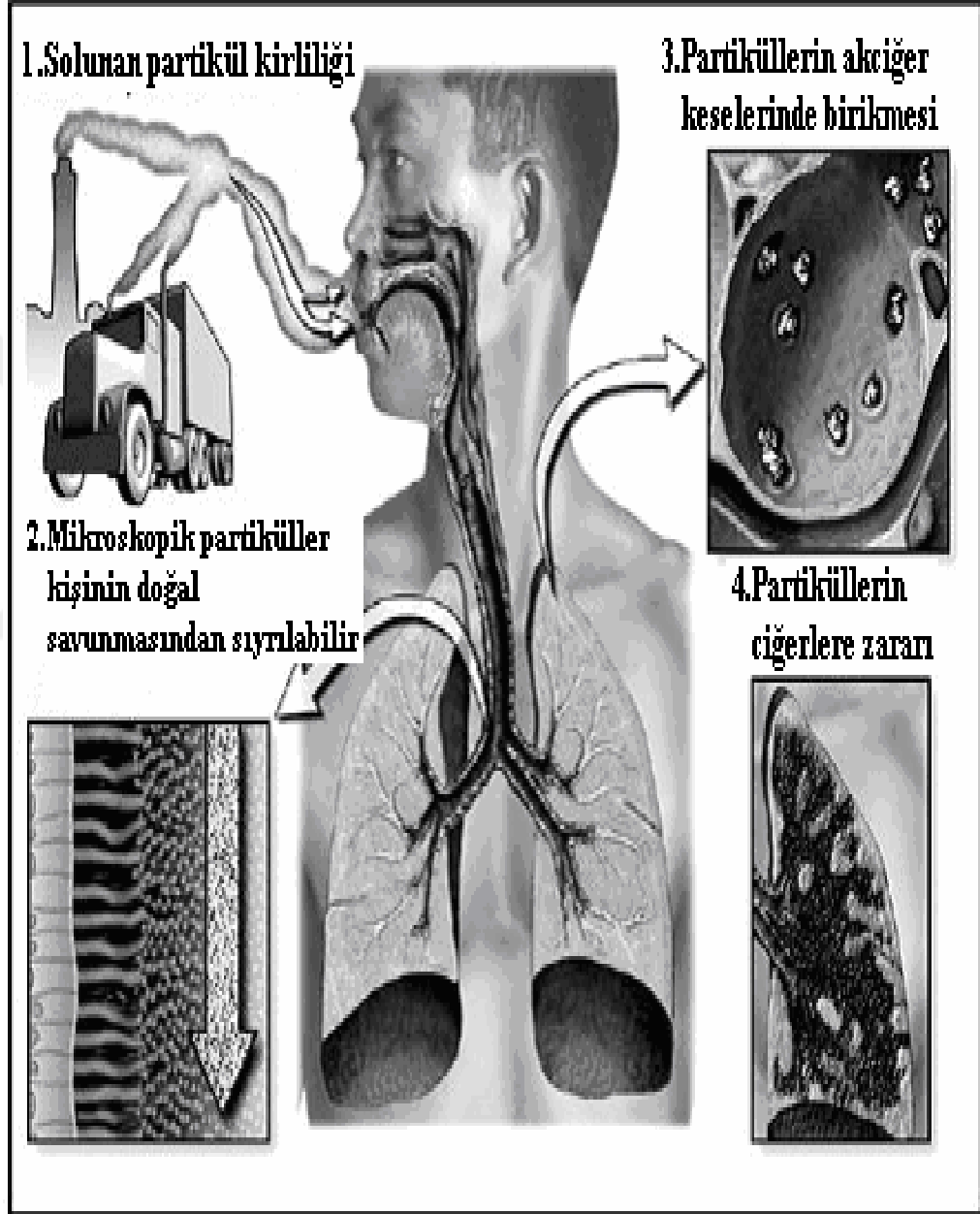


Şekil 3.2. Pm<sub>10</sub> boyutunun insan saçı ve plaj kumu ile karşılaştırılması

PM<sub>10</sub>, akciğerdeki alveollere kadar ulaşır, kanın içinde bulunana karbondioksitin oksijene dönüşmesini yavaşlattığından dolayı canlıda nefes darlığında neden olmaktadır.

Canlı nefes darlığı yaşadığından dolayı vücut içerisindeki oksijen kaybının en aza indirilebilmesi için kalp daha fazla çalışarak kalbin normal çalışmasından daha fazla baskı oluşturmaktadır.

Toz zerreciklerinin sağlık üzerine etkileri akut than çok daha kroniktir. Uzun süre toz imiyon kirliliğine maruz kalındığında akciğerde partikül birikmesi sonucu sağlık problemleri görülmektedir. Partikül maddelerin akciğer üzerinde yaptığı tahribat Şekil 3.3.'de verilmiştir.



Şekil 3.3. Partikül maddelerin akciğere olan etkileri

Çizelge 3.1. Madencilik faaliyetleri için imisyon faktörleri

Parametre	Değer (g/Mg mineral)	%95 Güven Aralığı	
		En Düşük	En Yüksek
TAKM	102	50	200
PM10	50	25	100
PM2,5	5	2,5	10

Toz imisyon kirliliğinin yüksek olduğu bölgelerde özellikle yaşlıların hastaneye müracaatlarında, kalp ve akciğer hastası yaşlıların ölümlerinde artışlar olmaktadır. Özellikle toz imisyonlarının yoğun olduğu bölgelerde ve trafiğin yoğun olduğu yerlerde yürüyüş veya koşu yapılmamalıdır. Çünkü bu bölgelerde yapılan yürüyüş ve koşu sırasında canlı vücudu normalden daha fazla nefes alıp verdiği için vücut içerisine girecek olan kirletici partikül madde miktarı artış gösterir. Bu durumda kirletici maddeler kolayca akciğerlere kadar ulaşır.

### Partikül madde tayini

Çevre havasında 10 ug'dan küçük partikül maddelerin örneklenmesi ve miktarının gravimetrik olarak tayininin yapılmasıdır. Ölçüm prensibi, Çevre havasından toz örnekleme cihazı yardımıyla PM<sub>10</sub> başlığı kullanarak, standartlara göre belirli bir hacimle (1m<sup>3</sup>/saat veya 2.3m<sup>3</sup>/saat) 24 saat boyunca partikül maddeler çekilerek filtre üzerinde biriktirilmesi ve çekilen debi içerisinde biriken partikül miktarlarının tespit edilmesidir.

### Cihaz ve ekipmanlar

- Zambelli Marka Toz Örnekleme Cihazı (Şekil 3.5)
- PM10 Başlık (Şekil 3.4) (Şekil 3.5)



Şekil 3.4.  $PM_{10}$  başlığı



Şekil 3.5.  $PM_{10}$  ölçüm

**Ölçüm öncesi ön hazırlık**

Deney öncesi laboratuarda 47 mm'lik filtreleri deneye hazır hale getirmek için ortam şartları 72 saat boyunca;

- Sıcaklık oranı: 15-30 °C
- Sıcaklık kontrolü: ±3
- Nem oranı: %20-45 RH
- Nem Kontrolü: ± %5 olacak şekilde dengelenir.

Ortam şartları uygun hale getirilir. Ölçüm noktasındaki kaynak sayısına göre örnekleme amaçlı kullanılacak filtrelerin 24 saat öncesinde uygun hale getirilmiş ortama bırakılarak dengelenmesi sağlanır. Bekleme süresini tamamlamış olan filtre kâğıtları petri kabı tartılarak darası, ortam nem ve sıcaklığı kayıt altına alınır.

Darası alınan petri kabına 1'den başlayarak numara verilir ve saha kullanımı için uygun numune taşıma muhafaza çantasına yerleştirilir. Numuneyi alacak olan cihazın, numune alma girişini ve numunenin alınacak yerin yakınındaki hava akışını etkileyecek hiçbir engel (balkon, ağaç, düşey yüzeyler ) olmamalıdır. Numune alma girişleri bulunan zeminden 1,5 ile 4 metre yükseklikleri arasında kurulmalıdır.

Numune alma cihazının numune girişleri etraftaki diğer emisyon etkeni oluşturabilecek baca dumanlarından korunmak için bu kaynaklardan yeterli uzaklıkta kurulmalıdır. Numune alma cihazın kurulacak olan yüzeyi tespit edildikten sonra; deney yerlerinin seçiminde özellikle altyapı ve işletim özelliği gibi birçok faktörler göz önünde tutularak seçilmelidir. Numune alma işlemi gerçekleşirken çevreden etki edebilecek etkenler nitel gözlemler ile birlikte ölçüm üzerinde etki etmesi beklenen durumlar tespit edilir bu durumlar hakkında kayıtlar tutulmalıdır.

**Numune alma işlemleri**

Yer tespiti yapıldıktan sonra numune alma cihazı kurulur ve numune alma başlığında bulunan meme kapatılır ve numune alma cihazı çalıştırılarak cihazda sızıntının olup olmadığı tespiti yapılır. Numune alma cihazı, doğrudan bir filtre taban malzemesi ve ayarlanmış akış cihazı ile bağlantılı bir PM<sub>10</sub> numune girişinden meydana gelir. Daha sonra filtre üzerinde toplanan PM<sub>10</sub> kütlesi gravimetrik olarak tayin edilir.

Uygun deney yeri seçildikten sonra numune alma cihazı kurulup daha önceden darası alınmış filtre kâğıdı PM<sub>10</sub> başlığında filtre yuvasına yerleştirilir. Cihazın kontrolleri yapılarak bağlantılarının uygun olup olmadığı tespit edilir.

Zambelli Marka Toz Örnekleme Cihazı Kullanım ve Bakım Talimatına göre çalıştırılarak ortam örnekleme moduna getirilir. Cihazın emiş debisi 1 m<sup>3</sup>/saat'e ayarlanarak numune alma işlemine geçilir.

Numune alma işlemi için 24±1 saat seçilir. Numune alma işlemi tamamlandıktan sonra filtre kâğıdı yuvasından çıkarılarak petri kabına konur. Petri kabına numune alma yeri kaydedilir ve numune muhafaza çantasına konularak laboratuvara taşınır.

**Numunelerin taşınması, nakli, muhafazası ve atılması**

Ölçümü gerçekleştiren PM<sub>10</sub> örnekleme sırasında alınan numune, numune saklama kabına koyulur, ağzı hava almayacak şekilde kapatılır, numunenin alındığı tarih ve filtre numarası numune saklama kabının üzerine yazılır.

Numunelerin laboratuara taşınması sırasında ıslanması, güneş ışığından ve sarsılmasını engelleyecek şekilde tasarlanan özel numune saklama çantasına koyularak tartımın veya analizin yapılacağı laboratuara getirilir.

Numunelerin birbirleriyle laboratuarda karışmalarını engelleyecek bir şekilde "ölçüme hazır filtre, ölçüm sonrası filtre, atılacak filtre" şeklinde ayrılmış ve

sıcaklık, güneş ışığından vb. fiziksel faktörlerden etkilenmesini engelleyecek özel bölümlerde korunmalıdır. Laboratuara getirilen  $PM_{10}$  numuneleri, yerlerine yerleştirildikten sonra daha önceden belirtilen analiz yöntemlerine uygun olarak tartılırlar.

Kâğıt filtreler üstüne toplanan toz partiküllerinden oluşan numuneler, tartım işlemi gerçekleştirildikten sonra laboratuarda atılacak numuneler için ayrılmış ayrı bir kapta biriktirilir ve ardından atılır.

### **Örneklenen numunelerin gravimetrik olarak kütle derişimin hesaplanması**

Örnekleme yapılan toz numunelerinin gravimetrik analizi amacıyla; örnekleme öncesi süzgeç kâğıdı ve numune kapları, numune alma sonrası ise söz konusu süzgeç kâğıdı ve kapları tartım öncesi şartlandırılarak 0,1 mg hassasiyetinde terazide tartılarak gravimetrik olarak kütle derişimi hesaplanır. Laboratuvar ortamına getirilen numune 72 saat öncesinden ön hazırlık işlemlerinin yapıldığı tartım odasına getirilerek deney numunesi  $24 \pm 1$  saat bekletilip dengelenmesi sağlanır.

Dengelenen numune analitik terazi doğrulaması yapılarak tartılır. Tartım sonucu Ortam Havasında Toz  $PM_{10}$  örnekleme formuna, tartım odası sıcaklık ve nemi ise tartım odası ortam koşulları kayıt formuna işlenerek kayıt altına alınır.

Filtre,  $\pm 0,1$  mg hassasiyetine sahip elektronik terazi üzerinde tartım işlemi yapılır. Tartım sonuçları Ortam Havasında Toz ( $PM_{10}$ ) örnekleme formu kaydedilir.

Herhangi bir tartımı gerçekleştirmeden önce, analizi yapan kişi tartma işlemlerini doğrulamalıdır. Referans ağırlıklar kullanılarak terazi doğrulaması yapılarak referans ağırlık tartım kayıt formuna kaydedilir. Odanın iklim şartları (nem, sıcaklık) tartım odası ortam koşulları formuna kaydedilir.

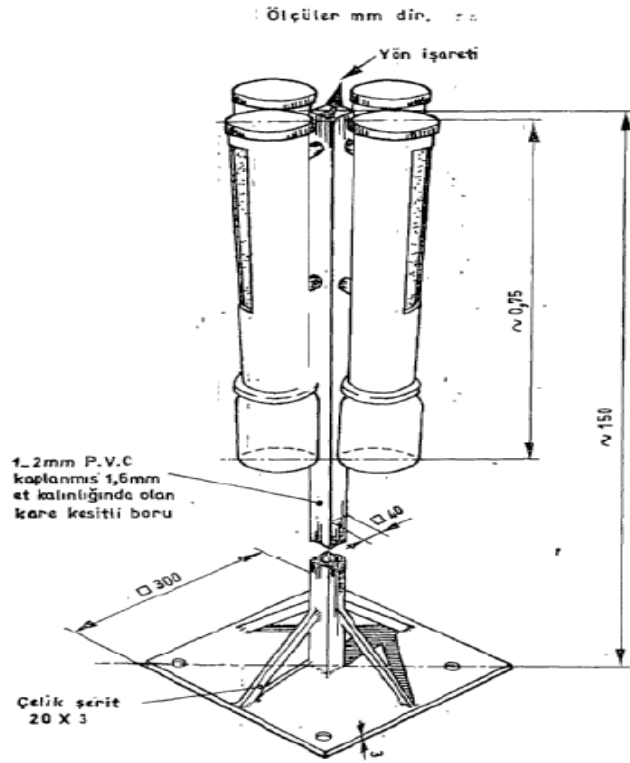
**Ölçüm hesaplamaları**

- V: Örneklenen Toplam hava hacmi, m<sup>3</sup>, (mevcut sıcaklık ve basınçta)
- Q: Ortalama akış hızı, m<sup>3</sup>/dk (mevcut sıcaklık ve basınçta)
- t: Örnekleme süresi, dakika
- V=Q.t formülünden örnekleme süresi boyunca toplam hava hacmi hesaplanır.
- mson: örneklemeden sonraki filtre ağırlığı
- milk: başlangıçtaki filtre ağırlığı
- m: PM<sub>10</sub> un toplam konsantrasyonu ug/m<sup>3</sup>
- $m = (m_{son} - m_{ilk}) \cdot 106 / V$  formülünden ug/m<sup>3</sup> cinsinden PM<sub>10</sub> konsantrasyonu hesaplanır.
- $Q_{std} = Q_a \times (P_{dv} / T_{dv}) \times (T_{std} / P_{std})$  formülünden V=Q.t formülündeki Q ortam koşullarına göre normalize edilerek hesaplamalarda kullanılır.
- Qa:Çekilen Debi
- Pdv:Ortam Basıncı
- Tdv:Ortam Sıcaklığı
- Tstd:Standart Sıcaklık (N.Ş. 25 °C+273 °K)
- Pstd:Standart Basınç

**Çöken Toz**

Açık maden ocaklarının ve sanayi tesislerinin çalışmaları sonucunda atmosfere yayılan buhar, toz, duman, gaz ve aerosol halinde bulunan emisyonları kontrol altına alarak canlı ve çevresinde hava ortamındaki kirlenmelerinden oluşabilecek tehlikelerden korumak; hava kirlenmesi nedeniyle etrafta ortaya çıkan ekolojiye zarar verebilen etkileri yok etmek ve bu olumsuzlukların ortaya çıkmasına neden olan gözle görülebilir toz zerrecikleridir. Açık maden ocaklarında üretim işlemleri aşamasında belirli bir miktarda toz zerrecikleri oluşmakta ve hava olaylarına bağlı olarak etrafa dağılmaktadır.

Sanayi işletmelerine ait emisyon limitleri çevre yönetmeliklerinde belirtilmiş olup, bütün maden işletmelerinin bu emisyon limitlerini baz alarak toz kaynaklarını kontrol altında alarak en az duruma getirmek zorundadırlar.



Şekil 3.6. TSE 2342 standardına göre çöken toz aparatı

**Destek**

Numune toplama başlıkları ağırlık oluşturacağından dolayı taşıyıcı sistem tahtadan veya metalden yapılmış bir destekle sağlanmalıdır. Destek çubuğunun, yerden olan yüksekliği  $1,5 \pm 0,1$  metre olacak biçimde toprağa sabitlenmeli veya üzerinde durduğu yüzeye gömülme durumu olmaması halinde ağırlık koyularak sabit hale getirilmelidir.

Çakılacak olan çubuk ağaçtan yapılmış budaksız ve kusursuz olmalı, kesiti dairesel ise çap 75 mm den kare ise kenar uzunluğu 75 mm den az olmamalıdır. Metal boru kullanılmışsa çapı yaklaşık 50 mm veya kesit yüzeyi 40 mm<sup>2</sup> ve et kalınlığı en az 1,6 mm olmalıdır. Çubuğun kolayca çakılmadığı sert zeminlerde destek üç veya dört ayakla tutturulmalıdır. Bu ayaklar 20 mm, x 3 mm.'lik çelik şerit veya ağaçtan yapılmalı veya bunlara eşdeğer dayanıklılıkta metal boru kullanılmalıdır. Sehpa ayakları esas gövde ile birleştiği yerde 45°lik açılar yapmalı ve çubuğun üst düzeyi yerden 150 mm yükseklikte olmalıdır. Sehpa ayakları, yerden 50 mm yükseklikte çubuklarla birbirlerine tutturulmalı veya bir taban levhasına bağlanmalıdır.

Cihazın, hızı 40 m/sn ye kadar varabilen rüzgârlarda 'devrilmemesi için sehpa ayaklarına veya ayakların tutturulduğu düz levhaya konulacak yeterli ağırlık 40 kg, zeminin asfalt, beton gibi düz yapıda olması durumunda sehpanın kaymasını önlemek için 80 kg olmalıdır. Bunlardan ayrı olarak sehpa ayakları buldukları yere cıvata veya uzun çivilerle tutturulabilir. Desteğin koruyucu bakımı yalnızca korozyona engel olmak için değil fakat korozyon sonucu oluşacak maddelerin cihaza girerek tayini bozmasını önlemek için gereklidir.

**Toplama başlıkları**

Numune toplama başlıkları kimyasal maddelere oldukça dayanıklı olan PVC gibi, uygun bir plastik malzemedен yukarıda verilen Şekil 3.6'daki boyutlara uygun bir şekilde yapılmış olmalıdır. Bulunan dört adet numune toplama başlıkları kendisine komşu olan toplama başlıklarıyla doksan derecelik açı yapacak şekilde ağaç çubuğa veya metal desteğe sıkıca sabitlenmelidir.

Kuşların sebep olabileceği hatalar için önleyici tedbirler alınabilir fakat bu tedbirler havayı kirleten maddelerin, doğal çökmesini önlememelidir.

### **Silecek**

Silecek, 12 mm çapında 800 mm uzunluğunda alüminyumdan yapılmış çubuğun bir ucuna 35 - 50 mm çapında 3-5 mm kalınlığında alüminyum bir disk, kaynakla veya uygun bir yapıştırıcı ile bağlanır. Bu disk'e 3 mm kalınlığında 75 + 1 mm çapında ve 150° lik açı ile kesilmiş daire dilimi şeklindeki lastik yapıştırılır.

### **Yıkama Şişesi**

Yıkama şişesi kimya laboratuvarlarında kullanılan türdendir. Piset, içine, konan damıtık su(saf su) ile toplama başlıklarında toplanan tozu toplama şişesine veya toplama şişesindeki maddeleri fotometrik ölçme işlemi için aktarıırken yıkama işlemlerinde kullanılır.

### **Cihazın yerleştirilmesi**

Yönlendirilebilir çöken toz cihazının kurulacağı alanın çevresi açık ve dik bir şekilde yerleştirilerek sabitlenmelidir. Sabitleme için sehpa kullanılmış ise, sehpanın sabitlenmiş ayakları oynamayacak, çöken tozların toparlanacağı yüzeylerin daha önceden seçilmiş yönleri değişmeyecek şekilde belirlenmelidir isteniyorsa cihaz, yukarda belirtilen açıklamalara uyularak, toprak düzeyinden daha yüksek bir yere de yerleştirilebilir. Havayı kirleten kaynağın oluşturduğu kirlenmeyi saptamak için bir veya birden çok cihaz hem kaynağın olduğu yere hem de kaynaklan belirli yön ve uzaklıklara yerleştirilebilir.

### **Başlama**

Seçilmiş bir yerde, ayın ilk gününde işleme başlanmalıdır. Herhangi bir nedenle aynı ilk gününde işleme başlanmazsa bu durum raporda belirtilmelidir. Mikroorganizmaların ve ya mantarların çoğalmasına izin vermemek için temiz toplama başlıkları içerisine bir engelleyici (inhibitör) koyulmalıdır.

Toplama şişelerine inhibitör olarak her toplama başlığı içerisine 10 ml 0,02 N Bakır Sülfat çözeltisi ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , 2.50 gram/litrelik) eklenmeli ve eklenen çözelti hesaplamalar kısmında hesaplamalara dâhil edilmelidir.

### **Bitirme**

İşleme başlanılan ayı izleyen ayın ilk gününde çöken toz toplama başlıkları içerisine girmiş olan tozlar bir fırça yardımıyla ilgili toplama şişesine numune miktarının kaybını önleyecek bir şekilde dikkatle saf su yardımıyla alınmalıdır. Gerekli durumlarda cihaz yeniden kurulur, temiz toplama şişeleri kullanılarak işlem toplama başlıklarında toz kaymayacak şekilde tekrarlanır.

Bir ay önce başlatılan çöken toz ölçümü sonunda cihazdan alınan örneklerin bulunduğu toplama şişelerinin ağzı sıkıca kapatılarak mühürlenir. Mühürleme sırasında şişedeki numunenin kirlenmemesine dikkat edilmelidir ve üzerlerine birer etiket yapıştırılır. Bu etiketlere aşağıdaki bilgiler okunaklı ve silinmez bir şekilde yazılmalıdır.

- Bölgenin adı,
- Bölgenin özellikleri (denizden yüksekliği, ormanlık, düzlük, vb.),
- Numune toplama sureti,
- Çökeltinin miktarını ve özelliğini etkileyebilecek nitelikte olağan dışı olaylar.

### **Ayrıntılı analiz**

Belli bir yörede hava kirliliğini oluşturan maddelerin niteliği ve miktarı gibi absorpsiyon ölçmeleriyle elde edilemeyen bilgiler istenirse aşağıdaki tayinlerin biri veya tümü yapılabilir.

- A. Toplanan sıvının pH değeri
- B. Maddelerin toplam kuru ağırlığı
- C. Çözünmemiş maddenin kimyasal analizi
- D. Çözünmemiş maddenin yanmasıyla elde edilen külün ağırlığı

Mantar veya benzeri mikroorganizmaların üremesini engelleyici madde katılan durumlarda gerekli düzeltme yapılmalıdır. Gravimetrik yöntemle yapılan hesaplamalarda, yasal mevzuatlarda çöken toz miktarı  $\text{mg}/\text{m}^2$ .gün olarak verilmiştir.

### **Maddelerin toplam kuru ağırlığı**

Deneyler ve numune alma işlemleri, Çöken Toz Örneklem Aparatı Kullanma ve Bakım Talimatı belirtilen esaslara göre yapılır. Deneyi yapan kişi ölçüm yapılırken, ölçüm aralıkları dışına çıkmamalıdır.

Deneyi yapan kişi, çöken toz tayini için kırılmaz nitelikteki numune kabını alır, numune kabı kapatır, kabın üzerine numunenin alındığı tarih ve kaynak adı numune alma kabının üzerine yazılır ve numunelerin karışmaması için mümkün olduğu kadar gayret ve dikkat göstererek laboratuvara getirir.

Kurulu tesislerden getirilen toplama kapları içerisinde biriken partikül maddeler saf su yardımı ile kaba filtre üzerinde toplanır. Daha önce  $120^\circ\text{C}$ 'de kurutulduktan ve soğutulduktan sonra darası alınmış olan filtrenin neminin alınması için  $120^\circ\text{C}$  sıcaklığa kadar ulaşan bir etüvde 1 saat kurutulur. Desikatör içinde sabit tartıma gelinceye kadar bekletilir, tartılır ve tartım sonuçları Çöken Toz Örneklem Kayıt Formuna kaydedilir. Kaydedilen filtrelerin etüvde ve desikatörde bekletme süreleri, filtrelerin ilk tartımdaki süreleriyle aynı olmalıdır.

Ön işlemlerden geçirilen 47 mm çapındaki filtreler, ilk ve son tartımları yapılarak arasındaki fark  $\text{mg}$  cinsinden kaydedilir. Aynı ayrı elde edilen tartım farkları Çöken Toz Cihazında bulunan her bir çöken toz aparatının kesit alanına ( $\text{m}^2$ ) ve bekletilen gün sayısına (1 aylık periyod için 30 gün) bölünür.

Numunelerin analizleri sonuçları yasal mevzuatlarda UVS ve KVS cinsinden  $\text{mg}/\text{m}^2$ .gün olarak belirtilen sınır değerlerle karşılaştırılır. Tartım sırasında ortamın sıcaklık, nem ve basınç değerleri kayıt formlarına yazılmalıdır.

Tartıma başlamadan her ölçüm öncesinde terazi referans ağırlıkları ile terazinin kalibrasyonu kontrol edilir. Referans ağırlıklar kullanılarak terazi doğrulaması yapılır. İlk ve son tartımlarının oldukları tarihlerdeki sıcaklık, nem ve basınç durumları kontrol edilerek gerekli düzeltmeler yapılmalıdır.

Ortam Havasında çöken toz ölçümü için kullanılan cihazlara ve metotlara ait oluşabilecek uygunsuzluklar aşağıda verilmiştir. Çöken toz aparatının toplama kaplarından bir tanesi, tesisi tam karşıdan görecekt şekilde yerleştirilmelidir. Çöken toz aparatının yeri hâkim rüzgâr yönü doğrultusunda olmalıdır.

### **Kayıtlar**

Deney işlemleri sırasında gerekli veriler ve toz numunesi tartım sonuçları kaydedilir. Çöken toz ölçümleri sonrasında, ölçüm sonuçlarının hazırlanması için yapılması gereken hesaplamalar, bir bilgisayar programı vasıtasıyla gerçekleştirilir.

## 4.ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

### 4.1. Açık Ocaklarda Toz Koşullarının İstatistiksel Analizi

Ölçme işlemlerinde kullanılan çeşitli araçlar ve çeşitli değerlendirme yöntemleri vardır. Sağlıklı bir ölçüm yapılması için bazı kurallara uyulması gereklidir. Bu kurallara uyularak yapılan ölçümlerin neticesinde alınan verilerin değerlendirilmesi istatistiksel olarak uygun görülen bir yöntemle yapılabilir.

Bu çalışmada; ülkemizde açık maden ocakları işletme yöntemi ile çalışan T.K.İ. kurumlarından elde edilen toz ölçüm değerlerine iki faktörlü varyans analizi uygulanarak, işletmeler ve alt birimleri arasında bir değerlendirme yapılabilir. Ayrıca Tukey testi ile çoklu kıyaslama yapılarak en fazla tozluluğa sahip olan işletme ve alt birimler saptanır. Ayrıca yürürlükte bulunan Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne göre tozluluk koşulları yorumlanabilir.

### 4.2. Açık Maden Ocaklarda Toz Dağılımının Bir Bilgisayar Yazılımı İle Değerlendirilmesi

Kurulması düşünülen bir maden ocağının veya tesisin kurulacağı bölgede, normal açık maden işletme şartlarına bağlı olarak tesisin çalışırken oluşturabileceği kirliliğinin atmosferi hangi koşullarda etkileyeceğini, atmosfere bırakılan kirleticilerin atmosferin koşullarında nasıl dağılacağı ve hangi durumlarda bu etkilerin ortaya çıkacağını belirlemek amacıyla gerçekleştirilebilecek tek durum modelleme yapmaktır.

Modelleme bir bilgisayar programı yardımıyla doğa koşullarının laboratuvar ortamında bire bir benzetilmesi işlemiyle hazırlanarak fiziksel veya maden ocağının üretim ve tüketim kapasitesine bağlı olarak matematiksel veriler elde ederek uygulanması işlemidir. Modelleme yöntemlerinde en çok kullanılan sistem

matematiksel verileri oluşturarak en uygun sonuçları verebilecek modelleme Gauss Modelidir. (Demirci, 1998; Kalafatoğlu, 1995),

Bilgisayar yardımıyla toz dağılımlarının hesaplanması matematiksel verilerin bilgisayar yazılımıdır. Fakat uluslar arası kullanımlarda bilgisayar programı yerine bilgisayar modeli adını almaktadır.

Bilgisayar modelleri arasında, Amerika Çevre Koruma Ajansı (EPA Environmental Protection Agency) tarafından geliştirmiş olan Endüstriyel Kaynak Dağıtım Modelleri (Industrial Source Complex Dispersion Models-ISC modelleri), Bölgesel Dağılım Modelleri (Ali Terrain Dispersion Models-ATDM), Rüzgar Dalga Modelleri (Breozewake Models), Rüzgara Göre Hava Grafik Modelleri (Breeze Air Graphics Models-BAGM) yaygın olarak kullanılan modellerdendir. Ancak, atmosferik taşınım olaylarının son derece karmaşık olması, çok sayıdaki katsayının belirlenmesindeki güçlükler, model kurma ve veri derlemede ortaya çıkan sorunlar nedeniyle bilgisayar yazılımlarının kullanımında sorunlar çıkmaktadır. Bu nedenle, evrensel bir model elde edilmesi mümkün olmamaktadır. Buna karşın, temel model yaklaşımlarının uygulama yapılacak kaynak ve bölgenin özelliklerine bağlı olarak çeşitli kabul ve sadeleştirmelerle ele alınması daha yaygındır (Demirci, 1998).

Dünya genelinde ve ülkemizde, tesislerden ve işletmelerden kaynaklanan kirleticilerin (emisyonların) dağılım hesaplamaları için, Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı tarafından geliştirmiş olan ISC modelleri tercih edilmektedir. Açık ocaklarda toz dağılımının hesabı için ISC Modellerinden, ISCST3 modelinin alansal kaynak model sürümü kullanılmaktadır. ISCST3 alansal kaynak modeli, Gauss noktasal kaynak dağılım eşitliğinin rüzgâra karşı ve rüzgâr doğrultusu üzerinde sayısal entegralinden ibarettir (Anonim, 1997). Ancak, yaygın olarak kullanılmakla birlikte bu modellerin ülkemizde uygulanmasında, başta modelin temelini oluşturan meteorolojik verilerinin doğrudan kullanılamaması olmak üzere bazı sorunlar ortaya çıkmaktadır.

Türkiye’de meteorolojik verilerinin kullanılmamasının nedeni, ISC modelleri geliştirilirken Amerika'daki meteorolojik ölçüm yöntemlerine göre elde edilen verilerin kullanılmasıdır. ISC Modellerinde kullanılan meteorolojik verilerden; "Atmosferik Karışık Yüksekliği" verilerinin Türkiye'nin bütün illerinde ölçümü yapılmamakta, ayrıca Amerika'da 32 yönlü rüzgâr hızı ölçümü yapılırken ülkemizde 16 yönlü rüzgâr hızı ölçümü yapılabilmektedir. Bu nedenlerle ISC modellerinin ülkemizde kullanılabilmesi için öncelikle mevcut meteorolojik verilerin modelde kullanılacak şekle dönüştürülmesi gerekmektedir.

#### 4.2.1.Bilgisayar yazılımında kullanılan dağılım hesaplamaları

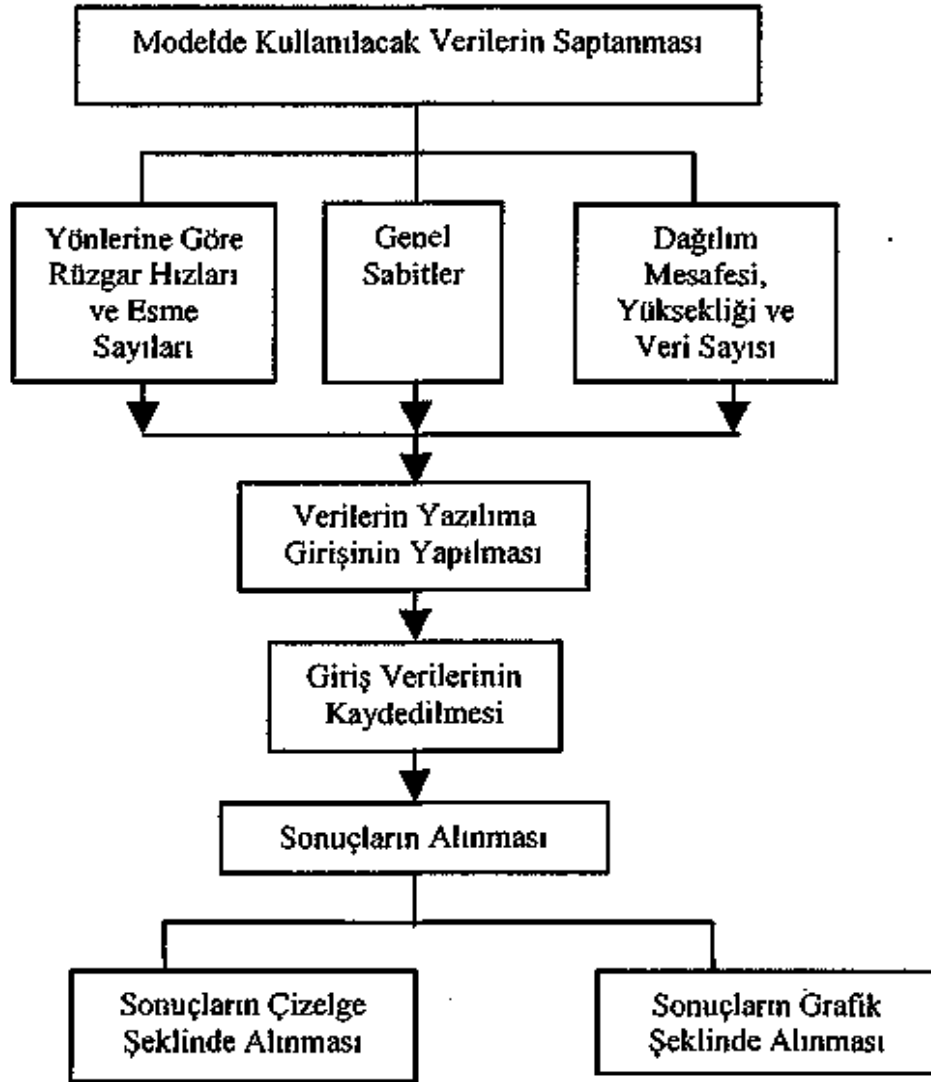
Bir maden ocağından kaynaklanacak hava kirliliğinin yayılımını ve yayılım sonrası doğaya olan etkileri belirlemek ve bu yayılımı belirlemek amacıyla gerekli olan modelleme oluşturularak gerekli eşitlikler sağlanır. Bu eşitliklerin sağlanabilmesi için daha önceden belirtilen değerlerin modelleme de belirtmek gerekmektedir. Bu değerler havada bulunan partikül maddelerin tane büyüklüklerine bağlı olarak çökme hızları olarak sınıflandırılması gerekmektedir. Tane büyüklükleri ve çökme hızlarının sınıflandırılması daha önce ki çalışmalardan olan Hava Kalitesi Koruma Yönetmeliğinde belirtilmiş ve sınıflandırılmıştır.(Çizelge 4.1.)

Çizelge 4.1. Havada bulunan partikül maddelerin çökme hızları

İntf	Tane Büyüklüğü (Hm)	Alçalma Hızı, (m/sn)	vd
1=1	5'den küçük	0,001	
1=2	5-10	0.01	
1=3	10-50	0,05	
1=4	50'den büyük	0,1	

#### 4.2.2. Açık maden ocaklarında toz dağılım için bilgisayar yazılımı

Açık maden ocaklarındaki toz dağılımını belirlemek için daha önceden belirlenmiş olan eşitlikler kullanılarak bilgisayar programları yardımıyla modellemeler oluşturulmaktadır. Modellemenin nasıl kullanılacağı aşağıdaki Şekil 4.1.'de detaylı bir şekilde gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Bilgisayar modelinin akım şeması

**a) Bilgisayar programlamasında kullanılan değerler**

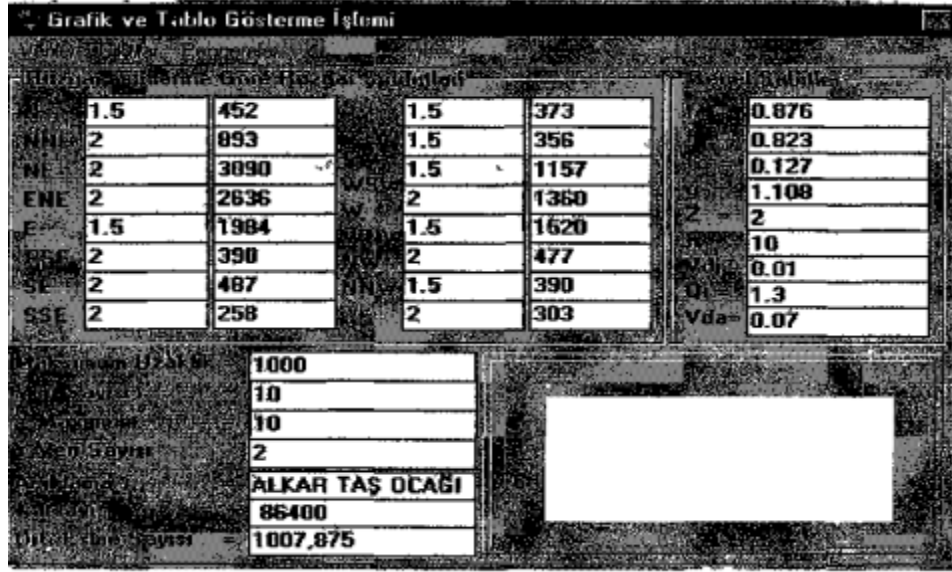
Modellemede kullanılacak/kullanılan veriler, rüzgar hızlarına, sabit yerler ve maksimum uzaklık olarak üç temek grupta gösterilir. Modelleme ile ilgili ekran görüntüsü Şekil 4.2 ve Şekil 4.3’de gösterilmiştir.

**b) Yönlere göre rüzgâr hızlarının ve esme sayılarının yazılıma veri olarak girişi**

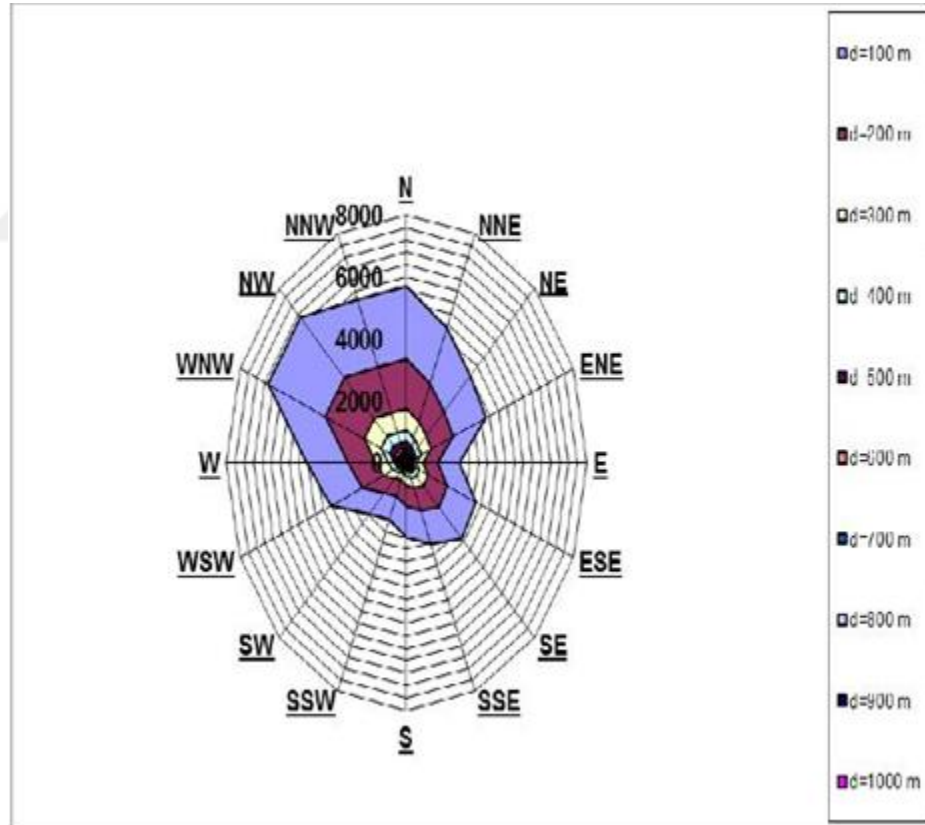
Modelleme ekranının da gösterilen yönlerin Program ekranında belirtilen yönlerin karşısındaki ilk sütuna, belirtilen meteorolojik veriler ve eşitlikler kullanılarak hesaplanan rüzgâr hızları (Uh), ikinci sütuna da esme sayıları veri olarak kaydedilmektedir

**Yayılma sınıfları**

Yayılma sınıfları, her tam saat rüzgar hızları, bulutluluk derecesi, için ölçülen bulut cinsi, ay ve günün kesimleri ile Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü verileri dikkate alınarak Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği Ek 2 (Hava Kirliliği Seviyesinin Ölçümü ve Tespiti) 6.9 maddesinde yer alan çizelgedeki sınıflamaya göre saptanmaktadır. Bu saptama Şekil 4.3.’de verilmiştir.



Şekil 4.2. Yazılımın bilgisayar ekranında görüntüsü



Şekil 4.3. Program ekran görüntüsü

## 5.SONUÇLAR ve ÖNERİLER

### 5.1. Sonuçlar

Şanlıurfa İli, Bozova ilçesinde bulunan mıcır ve bazalt ocağında yapılan imisyon toz ölçümü sonuçları;

#### **Pm<sub>10</sub> Ölçümü**

$$Q_{std}=Q_a \times (P_{dv}/T_{dv}) \times (T_{std}/P_{std}) \quad (5.1)$$

Formülünden  $V=Q.t$  formülündeki  $Q$  ortam koşullarına göre normalize edilerek hesaplamalarda kullanılmıştır.

**Q<sub>a</sub>:** Çekilen Debi

**P<sub>dv</sub>:** Ortam Basıncı

**T<sub>dv</sub>:** Ortam Sıcaklığı

**T<sub>std</sub>:** Standart Sıcaklık (N.Ş. 25 °C+273<sup>0</sup>K )

**P<sub>std</sub>:** Standart Basıncı (1013 atm)

$$Q_{std}=481 \times (936/304) \times (293/1013)$$

$$=428$$

$$\text{Çekilen Debi} = Q_{std}/1000$$

$$\text{Çekilen Debi} = 428/1000$$

$$= \underline{\underline{0,428 \text{ m}^3}}$$

**Pm<sub>10</sub> toz hesabı**

Çizelge 5.1. Pm<sub>10</sub> filtre ilk ve son tartım sonuçları

KAYNAK	Filtre ilk (mg)	Filtre Son (mg)	Çekilen Debi (m <sup>3</sup> )
Tesis Yolu	99,1	100,1	0,428
Stok Sahası	98,3	99,3	0,428
Silo Yanı	99,4	100,3	0,428
Bant Yanı	98,9	99,5	0,428
Konkasör Yanı	97,2	98,3	0,428

**Tesis Yolu**

$$\begin{aligned} \text{Toz Ağırlığı (mg/Nm}^3\text{)} &= (\text{Filtre İlk Ağırlığı} - \text{Filtre Son Ağırlığı}) / \text{Çekilen Debi} \\ &= (100,1 - 99,1) / 0,428 \\ &= \underline{\underline{2,07 \text{ mg/Nm}^3}} \end{aligned}$$

**Stok Sahası**

$$\begin{aligned} \text{Toz Ağırlığı (mg/Nm}^3\text{)} &= (\text{Filtre İlk Ağırlığı} - \text{Filtre Son Ağırlığı}) / \text{Çekilen Debi} \\ &= (99,3 - 98,3) / 0,428 \\ &= \underline{\underline{2,34 \text{ mg/Nm}^3}} \end{aligned}$$

**Silo Yanı**

$$\begin{aligned} \text{Toz Ağırlığı (mg/Nm}^3\text{)} &= (\text{Filtre İlk Ağırlığı} - \text{Filtre Son Ağırlığı}) / \text{Çekilen Debi} \\ &= (100,3 - 99,4) / 0,428 \\ &= \underline{\underline{2,10 \text{ mg/Nm}^3}} \end{aligned}$$

**Bant Yanı**

$$\begin{aligned} \text{Toz Ağırlığı (mg/Nm}^3\text{)} &= (\text{Filtre İlk Ağırlığı} - \text{Filtre Son Ağırlığı}) / \text{Çekilen Debi} \\ &= (99,5 - 98,9) / 0,428 \\ &= \underline{\underline{1,40 \text{ mg/Nm}^3}} \end{aligned}$$

**Bunker Yanı**

$$\begin{aligned} \text{Toz Ağırlığı (mg/Nm}^3\text{)} &= (\text{Filtre İlk Ağırlığı} - \text{Filtre Son Ağırlığı}) / \text{Çekilen Debi} \\ &= (98,3 - 97,2) / 0,428 \\ &= \underline{\underline{2,57 \text{ mg/Nm}^3}} \end{aligned}$$

**Çöken toz hesabı (1. ve 2. Tur Noktalar)**

Çizelge 5.2. Çöken toz filtre ilk ve son tartım sonuçları

KAYNAK	Filtre ilk (mg)	Filtre Son (mg)	Kesit Alanı (m <sup>2</sup> )
Ç 01 (1.Tur 1.Nokta)	95,0	115,1	0,0146
Ç 01 (2.Tur 1.Nokta)	97,1	114,4	0,0146
Ç 02 (1.Tur 2.Nokta)	96,3	114,1	0,0146
Ç 02 (2.Tur 2.Nokta)	95,7	115,8	0,0146

**Ç 05 1. Nokta Çöken Toz Hesabı (Tur-1)**

$$\text{Toz Ağırlığı (mg/m}^2\text{)} = (\text{Filtre Son Ağırlığı} - \text{Filtre İlk Ağırlığı}) / \text{Kesit Alanı}$$

$$= (115,1 - 95,0) / 0,0146 = 1383,5616 \text{ mg/m}^2$$

Ölçüm süresi 1 ay olduğundan, 1 günde biriken değeri bulabilmek için  
 $1383,5616 \text{ mg/m}^2 / 30 \text{ gün} = \underline{\underline{42,81 \text{ mg/m}^2 \text{ gün}}}$

**Ç 05 1. Nokta Çöken Toz Hesabı (Tur-2)**

$$\text{Toz Ağırlığı (mg/m}^2\text{)} = (\text{Filtre Son Ağırlığı} - \text{Filtre İlk Ağırlığı}) / \text{Kesit Alanı}$$

$$= (114,4 - 97,1) / 0,0146 = 1184,9315 \text{ mg/m}^2$$

Ölçüm süresi 1 ay olduğundan, 1 günde biriken değeri bulabilmek için;  
 $1184,9315 \text{ mg/m}^2 / 30 \text{ gün} = \underline{\underline{39,50 \text{ mg/m}^2 \text{ gün}}}$

**Ç 06. Nokta Çöken Toz Hesabı (Tur-1)**

$$\text{Toz Ağırlığı (mg/m}^2\text{)} = (\text{Filtre Son Ağırlığı} - \text{Filtre İlk Ağırlığı}) / \text{Kesit Alanı}$$

$$= (114,1 - 96,3) / 0,0146 = 1219,1781 \text{ mg/m}^2$$

Ölçüm süresi 1 ay olduğundan, 1 günde biriken değeri bulabilmek için;  
 $1219,1781 \text{ mg/m}^2 / 30 \text{ gün} = \underline{\underline{40,64 \text{ mg/m}^2 \text{ gün}}}$

**Ç 06 2. Nokta Çöken Toz Hesabı (Tur-2)**

$$\text{Toz Ağırlığı (mg/m}^2\text{)} = (\text{Filtre Son Ağırlığı} - \text{Filtre İlk Ağırlığı}) / \text{Kesit Alanı}$$

$$= (115,8 - 95,7) / 0,0146 = 1383,5616 \text{ mg/m}^2$$

Ölçüm süresi 1 ay olduğundan, 1 günde biriken değeri bulabilmek için;  
 $1383,5616 \text{ mg/m}^2 / 30 \text{ gün} = \underline{\underline{46,12 \text{ mg/m}^2 \text{ gün}}}$

### 5.1.1. Sonuçların karşılaştırılması

Çizelge 5.3. Tesiste yapılan toz ölçüm ( $Pm_{10}$ ) sonuçlarının karşılaştırılması

Ünite	Ölçümler	Sınır Değer
Tesis Yolu	2,07	3
Stok Sahası	2,34	3
Silo Yanı	2,10	3
Bant Yanı	1,40	3
Konkasör Yanı	2,57	3

Çizelge 5.4. Tesiste yapılan toz ölçüm (*Çöken Toz*) sonuçlarının karşılaştırılması

Çöken Toz Cihazı	Günlük Çökme ( $mg/m^2$ gün)	Ortalama ( $mg/m^2$ gün)	S.K.H.K.K.Y. Ek-1 Gereğince
Ç01	1.Tur	46,12	450 $mg/m^2$ gün
	2.Tur	39,50	
Ç02	1.Tur	40,64	
	2.Tur	46,12	
		42,81	
		43,38	

Yapılan çalışma sonucunda çıkan sonuçların Çizelge 5.3. ve Çizelge 5.4.'te gösterildiği gibi 2009 yılın da yürürlüğe giren SKHKKY(Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrol Yönetmeliği)de belirtilen değerler ile karşılaştırıldığında sınırı aşmadığı tespit edilmiştir. Bu çalışma alanında mevcutta kullanılan toz imisyonu önleyici sistemler 81 ilde kullanılarak toz imisyonlarının değerleri en aza indirilebilir.

## 5.2. İmisyonun Ekolojik Etkileri

Yer altı ve yerüstünden çeşitli yöntemlerle çıkarılan maden rezervleri, içerisinde bulunan mineral atıklarıyla birlikte çıkarıldıkları için mineral dokusunun yoğun olduğu kısma varılıncaya kadar gerekli olan parçalama kırma ve ufalama işlemlerine devam edilir. İstenilen boyutlarda elde edilmesi gereken malzemeler belirli boyutlardaki eleklerden geçerek üretilen malzemeler stok sahalarında veya silo alanlarında depolanır. Bu aşamaya kadar gerçekleştirilen tüm işlemler diğer maden ocaklarında da aynen uygulanır. Açık maden ocaklarında gerçekleştirilen üretim sonucu oluşan toz miktarının azaltılması için sulama sistemiyle bu atıklardan temizlenir.

Çeşitli türlerde yer yüzeyinde ve yeraltında bulunan maden cevherlerini zenginleştirmek için farklı metotlar uygulanır. Zenginleştirme işlemine örnek olarak demir madenin yüksek ısıda oluşur. Zenginleştirme işleminde yer altı ve yer üstünde çıkarılan madenleri fiziksel ve kimyasal olarak işlemlere tabi tutularak madenini içerisinde bulunan kullanıma elverişli olmayan minerallerden arındırılmasıdır. Zenginleştirme işlemi için su gerekmekte olup, kullanılan sudan kaynaklanan atıkların sızdırma yapmayan havuzlarda biriktirilmesi gerekmektedir.

Açık maden ocaklarında meydana gelen faaliyetler sonucunda oluşan toz imisyonlarının, en başta insan sağlığını, bitkileri, hayvanları ve ekolojide bulunan diğer canlıları etkilemektedir. Açık maden ocaklarında yapılan çalışmalar sırasında meydana gelen araç yakıtları da toz imisyonlarının oluşmasında etkilidir. Açık maden ocaklarından kaynaklanan toz imisyonları tarihi ve sanatsal niteliği taşıyan yapılarda tahribatlar yaptığı ve bunların yapılarında bozukluğuna neden olmaktadır.

### 5.2.1. İnsanlar üzerindeki etkileri

İnsanlar üzerinde etkili olan imisyon kaynakları solunum ile vücut içerisine alınan havada bulunan ince partiküller nefes alış veriş sırasında yutulur ve akciğerlere kadar ulaşır.

Partikül madde konsantrasyonuna maruz kalma süresi arttıkça vücudun önemli organlarının foksiyonlarını önemli derecede olumsuz etkiler. Bölgede oluşabilecek partikül madde fazlalığından dolayı buralarda yaşayan kalp ve akciğer hastaları daha fazla etkilenmektedir.

Partikül madde miktarlarının artış göstereceği bölgelerde, bölgede bulunan hastanelere başvuru sayılarında artış görünecektir. Akciğer ve kalp rahatsızlığı olan bireyler bu ortamlarda fazla durması halinde ölümlerine neden olabilmektedir.

Partikül madde yoğunluğunun yüksek olduğu bölgeler kısa süre kalan bireylerde akciğer hastalıklarında artış görülür. Kalp hastalığı taşıyan bireyler de kalp atışlarının hızlandığı belirlenmiştir.

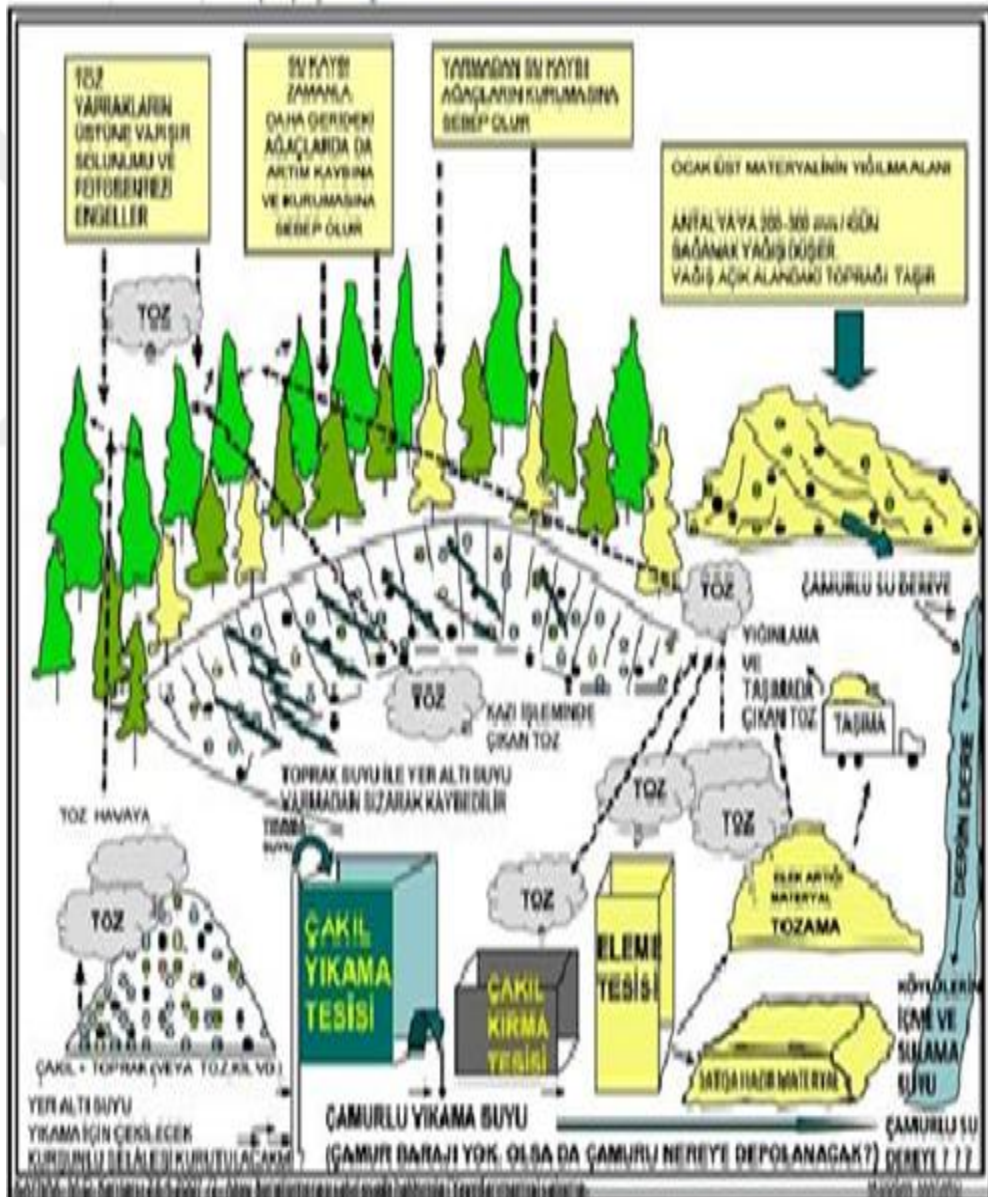
### 5.2.2. Bitkiler üzerindeki etkileri

Sanayileşmenin yoğun olduğu bölgelerde bulunan fabrika bacalarından, yerleşim alanlarında bulunan konutların bacalarından çıkan imisyon ve en önemlisi olan açık maden ocaklarının faaliyet gösterdiği bölgelerde yüksek miktarda partikül madde bulunmaktadır. Bu partikül maddeler uzun sürelerce atmosferde kalmakta ve bölgede bulunana bitki örtüsü üzerine çökelmektedir.

Bu çökme bitkilerde solunum organı olan yaprakların üzerine çökerek bitkinini gaz alışverişini engelleyerek bitkinin yeterli miktarda solunum ve taşıma işlemi engellemektedir.Partikül maddelerin bu olumsuz etkileri sonucunda; bitki içerisinde ki su dengesini ve suyu özümleme kapasitesini bozmaktadır.

Bu bozulmayla birlikte bitkinin verim ve kalitesinde azalmalara neden olmaktadır. Ayrıca açık maden ocaklarının işletilmesi sırasında ortaya çıkan ağır metaller atmosfere yayılarak yağış ile yer yüzeyine düşmektedir.

Yer yüzeyine düşen ağır metaller bitkilerin kök, gövde de yaprakları tarafından depolanmaktadır. Bununla birlikte bitkide fotosentez başta olmak üzere fiziksel olarak birçok yönden olumsuz etkiler. Ağır metaller baklagillerde birikerek canlı yaşamı için önemli olan azot miktarının azalmasına neden olmaktadır.



Şekil 5.1. Bitkiler Üzerindeki Olumsuz Etkileri

### 5.2.3. Hayvanlar üzerindeki etkileri

Açık maden ocaklarından kaynaklı olan toz imisyonları ekolojide bulunan hayvanların üzerine olan olumsuz etkileri fazladır. Toz imisyonlarının insanlarda yarattığı etkilerin birçoğu hayvanlar üzerinde de gözükmektedir.

Temiz hava kalitesinin mevcut olduğu bölgelerde açık maden ocaklarından meydana gelen toz imisyonları atmosferde yayılarak hayvanlarda solunum yollarına, gözlere ve hatta kemik yapılarına kadar etki etmektedir.

Geçmiş yıllarda yapılan gözlemler sonucunda atmosferde bulunan toz imisyonların hayvanların ölümlerine neden olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca toz imisyonlarının çökmesiyle bitki türlerinde azaltma meydana getirirken hayvanların besin zincirlerini etkileyerek hayvanlarda açlıktan kaynaklı ölümlerin artışı belirlenmiştir.

Açık maden ocaklarında oluşan atıkların eğimi yüksek arazilerden bırakıldığı ve bu yığınların belli bir zaman sonra aşağıya doğru yuvarlanarak oluşturdukları tozlar eğimli arazilerin bitiminde bulunan dere ve su kütlelerinde yaşayan balıkların solungaçlarını tıkayarak ölümlerine sebep vermektedir.

### 5.2.4. Suya etkileri

Açık maden ocaklarında madenlerin çıkarılması sonucunda arta kalan çukurlar arazide bulunan yer altı suyunun akış hızını ve yönünü etki ettiği için suyun kalitesine zarar vermektedir. Açılan bu çukurlar bitki örtüsüyle kapatılmadığından dolayı insanlar tarafından lağım atıklarıyla, çöp ve diğer atıklar ile doldurulmaktadır. Atıklarla doldurulan bu çukurlarda atıkların suları sızarak arazide bulunan yer altı sularına karışarak içme sularını etki etmektedirler.

Yeraltı sularına doğrudan etki ettiklerinden dolayı bu boş açık maden ocaklarının çukurları kademeli olarak temiz malzemelerle kapatılıp, bitki örtüsüyle donatılmalıdır.

Açık maden ocaklarında oluşan toz imisyonları atmosfere karışarak yağış olarak tekrardan yer yüzeyine inmektedir. Yer yüzeyine inen partikül maddeler temiz içme suyu kaynaklarına ulaşarak suyun kalitesini düşürmektedir.



### 5.3. Öneriler

Açık maden ocaklarının faaliyetleri sonucunda ekolojiye etki eden imisyon miktarlarının düşürülmesi için tesis yetkilerinin ve yetkili kuruluşların gerekli önlemleri alması gerekmektedir. Açık maden ocaklarında meydana gelen toz imisyon miktarlarını düşürebilmek için:

- Tesis içi yollar asfalt veya beton olmalıdır. Ayrıca bu yollar düzenli olarak sulanmalı ve süpürülmelidir.
- Kamyonların üzeri açık sevk edilmemelidir.
- Kamyonların üzeri brandalar ile kapatılmalı ve malzeme nemlendirilmelidir.
- Tasnif edilmiş malzeme önlem alınmadan depolanmamalıdır.
- Taşıyıcı bantların üzeri ve bağlantıları kapatılmalıdır.
- Taşıyıcı bantların üzerine sulama sistemi yerleştirilmelidir.
- Eleklerin üzeri kapatılmalı ve sulama sistemleri bulunmalıdır.
- Kırıcıların üzerleri kapatılmalı, varsa aşınan kısımlar tamir edilmeli ve sulama sistemi yerleştirilmelidir.
- Bunkerin üzeri kapatılmalıdır.
- Madenlerin üst kısımları %10 nemli olmalıdır.
- Savurma yapılmadan yükleme yapılmalıdır.
- Galeri usulü patlatma gerçekleştirilmemelidir.
- Gecikmeli patlatma yapılmalıdır.
- Açık arazide stoklama yerine silolalarda depolama tercih edilmelidir.
- Tesis yolundan geçen araçların dikkatli ve yavaş geçmesi hakkında uyarılmalıdır.
- Taşıyıcıların ve diğer işletme araçlarının birbirleriyle olan bağlantılı kısımları kapatılmalıdır.
- Açık maden ocaklarında çalışanlara tozla mücadele hakkında bilgi verilmelidir.

- Depolama işlemleri tamamlanan sahalar toprakla örtülüp üstü yeşillendirilmelidir.
- Personellere bu konular hakkında seminerler ve bilgiler verilmelidir.





Şekil 5.2. Kapalı kırma-eleme sistemi



Şekil 5.3. Stok sahası sulama sistemi



Şekil 5.4. Branda ile örtülen kamyon



Şekil 5.5. Tesis içi yolların sulanması



Şekil 5.6. Galeri usulü patlatma



Şekil 5.7. Basamaklı açık maden ocağı

## KAYNAKLAR

- ACAR, D., 2007. Türkiye’de Açık Ocak Kömür Madenciliği Sonrası Peyzaj Onarım Çalışmalarının İrdelenmesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara,129s.
- ANONİM, 1997. Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği, Çevre Bakanlığı, Ankara.
- AKPINAR, N., 2000. Taş Ocaklarının Çevresel Etkileri ve Bu Alanların Onarımı 2000’li Yıllarda Yaşadığımız Çevre ve Peyzaj Mimarlığı Sempozyum Kitabı, Ankara.
- ATMACA M., 2001.Afşin-Elbistan Termik Santrali Açık İşletme Alanının Madencilik Sonrası Olası Alan Kullanım Alternatiflerinin Değerlendirilmesi. Çukurova Üniversitesi,Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 205s.
- AYVAZOĞLU, E., 1984. Madenlerde Havalandırma ve Emniyet. İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi Yayını No:13, İstanbul.
- BAYSAL, F., 1979. İşyerlerinde Toz Sorunu. VI. Türkiye Madencilik, Bilimsel ve Teknik Kongresi, TMMOB Yayını, Ankara.
- CARTER, R. A., 1999. Cut Costs by Controlling Dust, Coal Age, Vol. 104, No.12, pp 19-21
- DAVİES, C., 1987. The Effects of Abnormal Physical Conditions at Work.
- DEĞERLİ, E., 2001. Açık Ocaklarda Toz Dağılımının Bir Bilgisayar Yazılımı İle Hesaplanması. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 157s.
- DEMİRCİ, E., 1998. Samsun’da Hava Kirliliğinin Matematiksel Modellerle İncelenmesi ve Modellerin Karşılaştırılması. Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Samsun, 166s.
- DİLEKÇİ, T., 2010. TTK Kozlu Müessesesi Ocakları Havalandırma Şebekesinin Kazemaru Havalandırma Programı Kullanarak Çözümlemesi. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak,142s.
- DİZDAR, Y., 1993.Açık Maden Alanlarının İmarı. Tabiat ve İnsan, 4: 32-33.
- ERSOY, A., 2000. Madencilik ve Çevre. Çukurova Üniveritesi Mühendislik Mimarlık Fakültes Yayınları, Adana.
- GHOSE, M.K.,2001. Opencast Coal Mining in India Analyzing and Addressing The Air Environmental Impacts, Environmental Quality Management, s71-87.
- GÜYAGÜLER, T., 1974. Toz. Madencilik Dergisi, 6: 13-18.
- GÜYAGÜLER, T., 1982. Toz Oluşumunu Etkileyen Faktörler. Türkiye 3.Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı,Zonguldak.
- ILO,2000. Encyclopedia of Occupational Health and Safety.
- İPEKOĞLU, İ., 2001. Kömür Ocaklarının Çevreye Verdiği Zararların Giderilmesinde Kullanılan Yöntemler Ve Teknikler. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- KALAFATOĞLU, E., TIRIS, N., GÖZMEN, T., ERENCEK,E., ŞİREK, A., 1995. Hava Modellemesi ve Hava Kalitesi Modellemesi Kursları Notları, Çimento ve Toprak Sanayi Genel Müdürlüğü, Ankara.

- KARPUZCU, M., 1988. Çevre Mühendisliğine Giriş. İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul, 146s.
- KATIRCIOĞLU, Y. Z., ve İREN, S., 1988. Çimento Fırın Tozlarının Elma ve Fasulye Bitkilerinin Fotosentezine Olan Olumsuz Etkileri. Çevre 6: 31-34.
- KOCADAĞIŞTAN, M., 2007. Çayeli Yöresi Bakır Cevherlerinin Biyoliçi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Erzurum, 156s.
- KÖSE, H. F. Şimşir, A.Güney, 1993. Açık Maden işletmelerinde Rekültivasyon ve Rekreasyon.Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No: 236
- ÖCAL, M., 1993.Madencilik Ülkemizdeki Yeri ve Önemi.Türkiye 2.Madencilik Şurası, Komisyon Raporu, Ankara, 99s.
- PAPİLA, F., 1995. Türk Kömür Madencilğinde Çevre Koruması Açısından Karşılaşılan Sorunlar ve Alınan Tedbirler. İstanbul Teknik Üniversitesi ve Kimya Metalürji Fakültesi ve Berlin Üniversitesi Sempozyum, İstanbul.
- SARAÇ, S., ŞENKOL, S., 1982. GLİ Ömerler Sahalarının Havalandırılması.Türkiye 8. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı, Ankara,s.123-134.
- SALTOĞLU, S., 1970. Maden İşletmelerinde Toz ve Silikozla Mücadele. İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi Yayını, İstanbul.
- SCOTT, D.R., and HUDSON, R.F., 1953. An Automatic Analogue Computer for the Solution of Mine Ventilation Networks, Journal of Scientific Instruments, Volume 30 (6) : , 185-188.
- TURANOĞLU, N., 2000. Isclt-3 Hava Kirliliği Modellesi Çalışmaları. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bursa, 62s.

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı** : Ahmed Arif ÇELİK  
**Uyruğu** : T.C.  
**Doğum Yeri ve Tarihi** : Şanlıurfa 22/05/1991  
**Telefon** : 0507 863 63 08  
**Faks** : ----  
**e-mail** : aarifcelik@gmail.com

### EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	:Hacı Sabiha Özlek Lisesi, Merkez, Şanlıurfa	2009
Üniversite	:Harran Üniversitesi, Merkez, Şanlıurfa	2013
Yüksek Lisans	:Harran Üniversitesi FEN Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Merkez, Şanlıurfa	2018

### İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2013-2018	Pak Arıtma Analiz Çevre Laboratuvarı	Çevre Mühendisi
208	Naspa Plastik Geri Dönüşüm	Çevre Mühendisi

### UZMANLIK ALANI

Çevre Mühendisliği alanında; Laboratuar, Arıtma Tesisleri, Geri Dönüşüm

### YABANCI DİL

İngilizce-Orta Düzey