

T.C.  
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

128884

YERALTINDA ALINAN TOZ ÖLÇÜMLERİNİN  
İSTATİSTİKSEL ANALİZİ - ORTA ANADOLU  
LİNYİTLERİ UYGULAMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman

Prof. Dr. Cem ŞENSÖĞÜT

Hazırlayan

Fikret TÜFEKÇİOĞLU

128884

KONYA - 2002

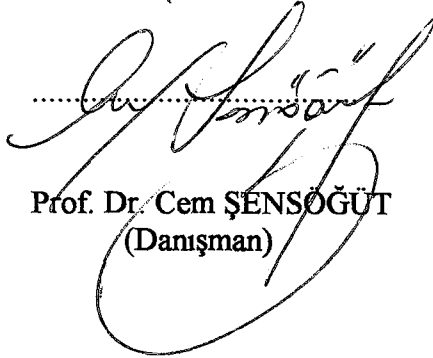
T.C.  
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

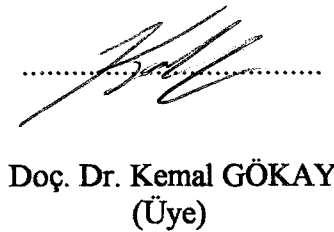
YERALTINDA ALINAN TOZ ÖLÇÜMLERİNİN  
İSTATİSTİKSEL ANALİZİ - ORTA ANADOLU  
LİNYİTLERİ UYGULAMASI

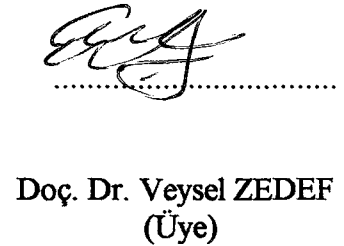
Fikret TÜFEKÇİOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez 24./.9./ 2002 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

  
Prof. Dr. Cem ŞENSÖĞÜT  
(Danışman)

  
Doç. Dr. Kemal GÖKAY  
(Üye)

  
Doç. Dr. Veysel ZEDEF  
(Üye)

TC. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANLASYON BİRİMİ

## ÖZET

Yeraltı madenciliğinin en önemli sorunlarından birisi, maden içindeki solunabilir toz konsantrasyonunun yönetmeliklerde belirtilen limitlerin altına indirilmesidir. Toz insan sağlığı açısından tehlikeli olabildiği gibi patlamalara da yol açmasından dolayı dikkatle izlenmelidir. Bu nedenle toz ölçümü ve kontrollerinin önemi her geçen gün artmaktadır.

Ülkemizde de yeraltı ve yerüstü madenlerinde meydana gelen kazalar ile çalışma koşullarının nedeni olduğu meslek hastalıkları halen önemini sürdürmektedir. Özellikle kömür madenciliğinde yeraltı çalışma koşullarının neden olduğu meslek hastalıkları ihmal edilmeyecek kadar önem taşımaktadır. Çalışanların meslek hastalıklarına karşı korunması, rahat ve güvenli çalışma ortamı oluşturacak, hastalık sonucu ortaya çıkan işgücü kaybını azaltacak ve dolayısıyla üretim artışını da beraberinde getirecektir.

Toz oluşumunu etkileyen bir çok faktör vardır. Toz konsantrasyonu, müsaade edilebilir maksimum miktardan fazla olmamalıdır. Tozla mücadelede; toz oluşuktan sonra bunların çalışma yerinden uzaklaştırılması, değişik yöntemlerle bastırılması ve belirli yerlerde izole edilmesi gibi yöntemler kullanılmaktadır. Bu çalışmada; toz ölçümlerinin alındığı işletmeye ait bilgiler, yeraltı işletmelerinde karşılaşılan toz sorunu, toz örnekleyici aygıtlarının tanıtımı, Orta Anadolu Linyitleri (OAL) işletmesinde 1997-2001 yılları arasında yapılmış ve kaydedilmiş olan havadaki toz konsantrasyonu ölçümleri istatistiksel olarak yorumlanmıştır. Bu amaca yönelik olarak öncelikle tüm veriler çalışma yerlerine göre sınıflandırılmış, veri grubu istatistiksel analize sokularak, Varyans Analiz değerleri ve aylara göre toz yoğunluk grafikleri çıkartılmış, çalışma yeri ve işçilik gruplarına göre ocağın uzun süreli solunabilir toz koşulları belirlenmiştir.

Tüm verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi sonucunda; üst taban yolundaki toz yoğunluğu  $4.7499 \pm 0.1465 \text{ mg/m}^3$ , alt taban yolundaki toz yoğunluğu  $1.5382 \pm 0.2387 \text{ mg/m}^3$ , tavan ayaktaki ortalama toz yoğunluğu  $4.3521 \pm 0.1643 \text{ mg/m}^3$ , taban ayaktaki ortalama toz yoğunluğu  $4.5021 \pm 0.1837 \text{ mg/m}^3$ , hazırlık bacasındaki ortalama toz yoğunluğu  $3.5341 \pm 0.3221 \text{ mg/m}^3$ , taban ayak operatörlerinin maruz kaldığı toz yoğunluğu  $3.9486 \pm 0.2341 \text{ mg/m}^3$ , tavan ayak operatörlerinin maruz kaldığı toz yoğunluğu  $3.7148 \pm 0.2297 \text{ mg/m}^3$ , hazırlık bacası operatörlerinin maruz kaldığı ortalama toz yoğunluğu  $4.4728 \pm 0.2093 \text{ mg/m}^3$  olarak bulunmuştur.

## ABSTRACT

It is high of importance to reduce the respirable dust concentrations in underground mining under the maximum allowable limits set by the legislation. As the dust poses a danger to the life of miners as well as it causes explosions, it should be observed carefully. Therefore, the importance of dust measurement and its control increases day by day.

Industrial accidents and occupational diseases encountered in underground and open pits in Turkey still keeps its touchiness. Especially, occupational disease caused by the working conditions in coal mining has a considerable attention. Prevention of the miners from occupational disease will result in a comfortable working condition as well as an increase in the production capacity.

There are many parameters affecting the formation of dust. Dust concentrations should not be higher than maximum allowable limit set by the law. In order to struggle with dust, the formation of dust should firstly be stopped, however after the constitution of dust, it should be removed or suppressed from the mine environment as rapid as possible. In this work, the working conditions in Middle Anatolia Lignite Enterprise (MAL) related to dust are given together with the statistical evaluation of dust concentrations measured between the years 1997 and 2001. As a result, the working places are classified according to their respirable dust concentrations.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde değerli katkıları bulunan aşağıdaki kişi ve kuruluşlara teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Görüş, öneri ve katkılarıyla yol gösteren danışmanım Prof. Dr. Cem ŞENSÖĞÜT; Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyeleri; Selçuk Üniversitesi İstatistik Bölüm Başkanı Yrd. Doç. Dr. Aşır GENÇ; İstatistik Bölümü Araştırma Görevlileri Coşkun KUŞ, Buğra SARACOĞLU, Neslihan İYİT, Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Araştırma Görevlisi İsmail KESKİN, OAL Müessesesi Hazırlık Servisi Teknik Elemanları, Park Teknik Elektrik Madencilik Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi Üretim Müdürü Yakup KAYGUSUZ, Tozla Mücadele Mühendisi Sıtkı ALBUZ ve manevi desteğini sürekli sağlayan ailem.

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
İÇİNDEKİLER .....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	viii
1. GİRİŞ .....	1
2. GENEL BİLGİLER .....	2
2.1. Çalışmanın Yapıldığı İşletmeye Ait Bilgiler .....	2
2.1.1. İşletmenin adı .....	2
2.1.2. İşletmenin yeri .....	2
2.1.3. İklim koşulları .....	2
2.1.4. Yıllık üretim planı .....	2
2.1.5. Kömür damarının ortalama kimyasal özelliği .....	2
2.1.6. Havzanın jeolojisi .....	3
2.1.6.1. Jeolojik durum .....	3
2.1.6.2. Tektonik durum .....	6
2.1.6.3. Rezerv durumu .....	6
2.1.7. İşletme yöntemi .....	7
3. YERALTI İŞLETMELERİNDE TOZ SORUNU .....	10
3.1. Tozun Tanımı .....	10
3.2. Toz Hastalıklarının Tarihçesi .....	11
3.3. Pnömokonyoz Oluşumu .....	12
3.3.1. Müsaade edilebilir azami toz sınır değeri .....	12
3.3.2. Tozun sağlığa etkisi .....	13
3.3.2.1. Tozların tane sayısı ve boyutları .....	14
3.3.2.2. Akciğerlerde kalan toz miktarı .....	14

3.3.2.3. İnsan bünyesinin direnişii.....	15
3.3.2.4. Tozun fiziksel, kimyasal ve minerolojik karakteri.....	16
3.3.2.4.1. Tozun fiziksel yapısı.....	16
3.3.2.4.2. Tozun kimyasal yapısı .....	16
4. TOZLA MÜCADELE .....	17
4.1. Tozla Mücadelenin Yakın Tarihi.....	17
4.2. OAL İşletmesinde Kullanılan Tozla Mücadele Yöntemleri .....	18
5. TOZ OLUŞAN İŞYERLERİ .....	21
5.1. Yeraltında Toz Oluşan İşyerleri .....	21
5.1.1. Kömür kazı esnasında tozun oluşumu .....	21
5.1.2. Yeraltına giren temiz havanın tozlu olması .....	22
5.1.3. Giriş hava yolu üzerinde birçok toz kaynağının olması.....	22
5.1.4. Ayaklarda ramble esnasında tozun oluşumu .....	22
5.1.5. Ayaklarda arka göçmesi esnasında tozun oluşumu.....	22
5.1.6. Deliklerin delinmesinde tozun oluşumu .....	22
5.1.7. Ateşlemeler .....	23
5.1.8. Yükleme ve boşaltma noktaları .....	23
5.1.9. Nakliyat sistemleri .....	23
5.2. Yerüstünde Toz Oluşan İşyerleri .....	24
5.2.1. Boşaltma yerleri.....	24
5.2.2. Elekler.....	24
5.2.3. Sınıflama ve ayıklama bantları .....	25
5.2.4. Kıırma tesisleri.....	25
5.2.5. Nakliyat sistemleri .....	25
5.2.6. Silolar.....	25
6. ÖLÇMELERDE KULLANILAN AYGIT VE YÖNTEMLERİN TANITIMI .....	26
6.1. MRE 113 A Tipi Gravimetrik Toz Örnekleycisi .....	27
6.2. AFC 123 IS Tipi Gravimetrik Toz Örnekleycisi .....	28

6.3. Örneklemede Dikkat Edilecek Hususlar .....	29
6.4. Kullanılan Diğer Aygıt ve Malzemeler .....	29
6.5. Toz Örnekleme İşlemi .....	29
6.6. Toz Örneklerinin Değerlendirilmesi .....	30
6.7. Toz Ölçüm İstasyonları .....	31
6.7.1. Üretim panosu toz ölçüm istasyonları.....	31
6.7.2. Hazırlık bacası toz ölçüm istasyonları.....	32
7. OCAK HAVASINDA İZİN VERİLEN TOZ SINIR DEĞERLERİ.....	34
8. İSTATİKSEL ÇALIŞMALAR.....	37
9. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	41
10. KAYNAKLAR.....	47
EKLER.....	49

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Yer bulduru haritası.....	3
Şekil 2.2. Genelleştirilmiş stratigrafik kesit .....	5
Şekil 2.3. OAL yeraltı hazırlık ve havalandırma planı.....	8
Şekil 2.4. Üretim yönteminin kesit görünüşü .....	9
Şekil 3.1. Akciğerlerde tutulan tozun yoğunluğa göre dağılımı.....	10
Şekil 3.2. Solunum sırasında tutulan değişik tane büyüklüğündeki tozların oranı .....	15
Şekil 4.1. Ayak kuyruklarına ilave edilen fisketelerin görünüşü .....	19
Şekil 4.2. Ayak başlarına ilave edilen fisketelerin görünüşü.....	20
Şekil 5.1. Kazı alanında toz kaynakları .....	21
Şekil 6.1. MRE 113 A tipi gravimetrik toz örnekleyicisi .....	26
Şekil 6.2. AFC 123 IS tipi gravimetrik toz örnekleyicisi .....	26
Şekil 6.3. MRE 113 A tipi gravimetrik toz örnekleyicisinin şematik diyagramı.....	27
Şekil 6.4. AFC 123 IS tipi gravimetrik toz örnekleyicisinin insan üzerindeki görünüşü..	29
Şekil 6.5. Mekanize üretim panolarında toz ölçüm istasyonları.....	32
Şekil 6.6. Hazırlık galerilerindeki toz ölçüm istasyonları .....	33

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Tozun fizyolojik etkilerine göre sınıflaması.....	13
--	----



## 1. GİRİŞ

Yeraltı kömür ocaklarında en önemli çevre sorunlarından birisi, ocak havasındaki tozluluktur. Tozlu havayı çalışma vardiyası boyunca teneffüs eden işçilerde, 10-15 senelik meslek hayatı sonunda, genel anlamda “pnömokonyoz” olarak nitelenen akciğer meslek hastalıkları oluşabilmektedir. Bu soruna karşı alınabilecek önlemlerden birincisi, yeraltındaki tozla mücadele çalışmaları ve ikincisi de klinik önlemlerdir. Tozla mücadele yöntemleri, çok çeşitli ve sistematik çalışmaları kapsar. Bu çalışmaların havadaki toz konsantrasyonlarını azaltma açısından başarılarını denetlemek için ise, sistematik şekilde toz ölçümlerinin yapılması ve yorumlanması gerekir.

Türkiye'nin önemli linyit üreticilerinden olan OAL İşletmesi, yeraltında mekanize yöntemlerle çalışmaktadır. Çalışma şartları gereğince, kayaç veya cevheri aşırı ufalayarak, oldukça fazla toz çıkaran mekanize kazı araçlarının neden olduğu toz oluşumunu azaltmak için, çeşitli yöntemler de uygulanmaktadır. Tozla mücadele çalışmalarına destek vermek, solunabilir toz koşullarını ölçümlerle belirlemek amacıyla, işletmede bir toz laboratuvarı da oluşturulmuştur. Bu laboratuvarıda görev yapan toz ölçme ekibi, gravimetrik prensibe göre çalışan AFC123 IS ve MRE 113A tipi toz toplama cihazlarını kullanarak yeraltındaki belirli ölçme istasyonlarında periyodik ve sistematik olarak havadaki toz konsantrasyonu ölçümleri yapmaktadır. Cihazlar, havadaki tozu istenen süre kadar çalışarak bünyelerindeki bir filtre üzerinde toplamakta, bu filtre yeryüzünde laboratuvarıda cihazdan çıkartılarak, gerekli kurutma ve tartım işlemleri sonucunda ölçüm değeri hesaplanmaktadır. Tozun cinsi ve içindeki silis içeriği de belirlenmek istendiğinde, toz numuneleri özel membran filtreler üzerinde toplanmaktadır (Çetin, 1995). Ölçüm sonuçları kaydedilmekte ve belirli sürelerle de ilgili resmi kuruluşlara rapor edilmektedir.

Bu çalışmada, işletmede toz ölçüm çalışmalarının başladığı 1997 yılından bu yana ölçülen ve kaydedilen, birikmiş toz ölçüm değerlerinin istatistiksel bir yaklaşımla yorumlanması ve toz koşullarının belirlenmesi hedeflenmiştir.

## **2. GENEL BİLGİLER**

### **2.1. Çalışmanın Yapıldığı İşletmeye Ait Bilgiler**

#### **2.1.1. İşletmenin adı**

Çalışmanın yapıldığı işletme; Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu Genel Müdürlüğü'ne bağlı OAL İşletme Müdürlüğü'dür.

#### **2.1.2. İşletmenin yeri**

OAL İşletme Müdürlüğü, Ankara ilinin Nallıhan ve Beypazarı ilçeleri arasında kurulmuştur. Ankara'ya 25 km uzaklıkta ve Ankara-Nallıhan asfaltı üzerinde bulunmaktadır. Ankara-Nallıhan asfaltı yaz kış ulaşım elverişli olup ulaşım yönünden herhangi bir problem yoktur. İşletmenin yer bulduru haritası ise Şekil 2.1.'de verilmiştir.

#### **2.1.3. İklim koşulları**

Yanında bulunduğu Sarıyar Baraj Gölü nedeniyle, yöreye tipik karasal iklimin daha yumuşak bir şekli hakimdir. Yağışlar, kış ve ilkbahar aylarında görülür. Sıcaklık ortalaması, Ankara'dan yüksektir.

#### **2.1.4. Yıllık üretim planı**

OAL İşletme Müdürlüğü, "OAL Yeraltı Linyit İşletme Projesi" çerçevesinde çalışmalarını sürdürmektedir. Projenin ana amacı, 2x150 MW gücündeki Türkiye Elektrik Kurumu (TEK) Termik Santralının ve bölgenin kömür gereksinimini karşılamak üzere Beypazarı kömür havzasından yılda 3.000.000 ton/yıl kömür üretmektir. Projenin ilk aşamasında 2.200.000 ton/yıl linyit üretimi planlanmaktadır (Aydın, 1986).

#### **2.1.5. Kömür damarının ortalama kimyasal özelliği**

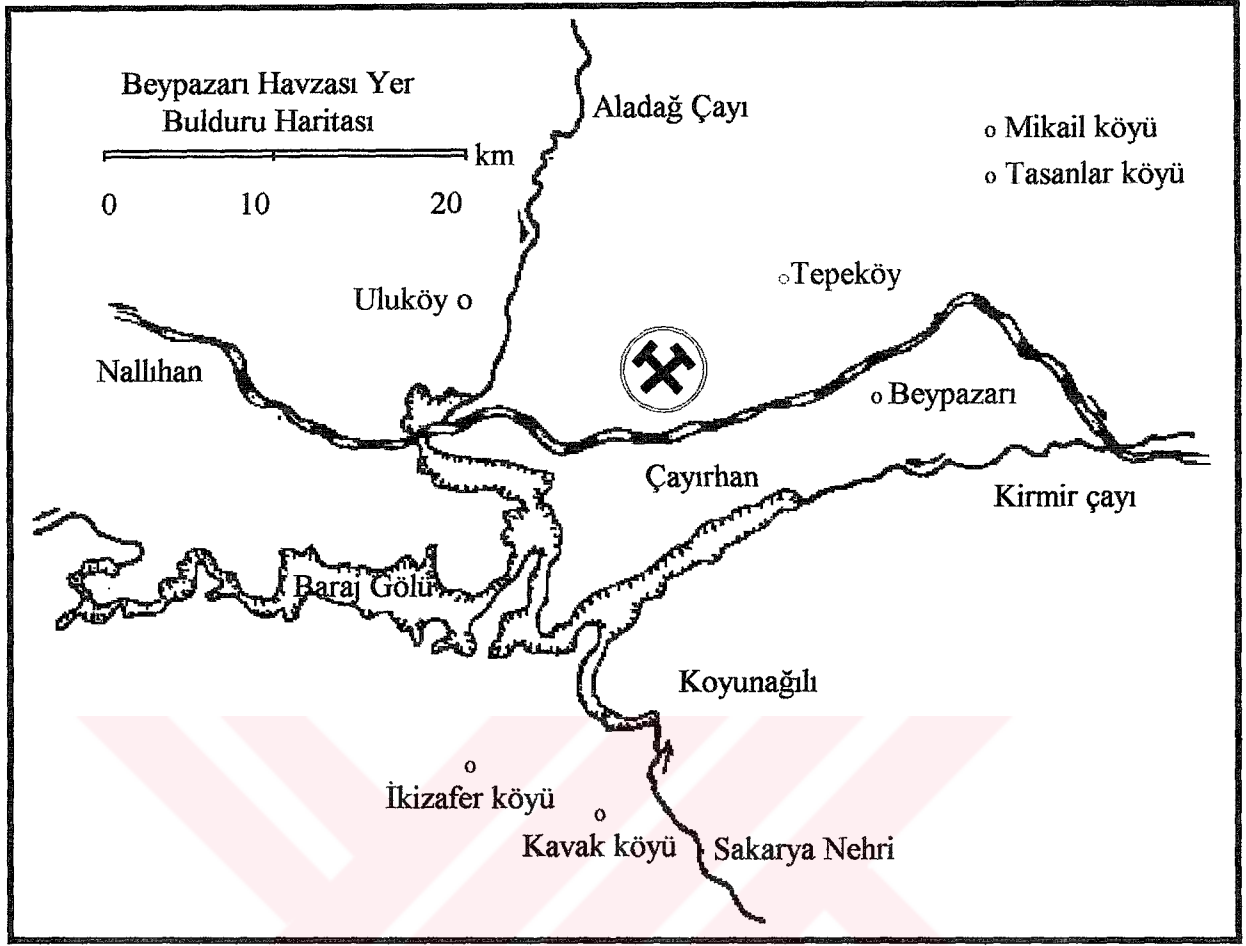
İşletmeden üretilen kömürlerin kısa analizi aşağıda verilmiştir.

Alt ısı değeri 2800 Kcal/Kg

Nem % 30

Kül % 27,5

Kükürt % 4,65



Şekil 2.1. Yer bulduru haritası

## 2.1.6. Havzanın jeolojisi

### 2.1.6.1. Jeolojik durum

Beypazarı'dan Nallıhan'a kadar uzanım gösteren Neojen havzası, kuzeyden batı Ponditleri oluşturan dağ kuşağı ile çevrilidir. Ponditlerin bu bölümü, yaşları Paleozoik ile Tersiyer arasında değişen metamorfik, volkanik ve tortul kayaç birimlerinden yapılıdır. Başlıca metamorfik, asit plütonik ve ultrabazik kayalardan oluşan ve orta Sakarya kıtası olarak adlandırılan masif havzayı güney-doğudan kuşatır. Havza, kuzey doğudan geniş yayımlı Tersiyer yaşlı volkanik kayaçlar, batıdan Paleosen kırıntılı kayaçlar ile sınırlanır (Yağmurlu ve Ark., 1988).

Havzadaki seriler, litolojik olarak dört bölüme ayrılmışlardır (Şekil 2.2).

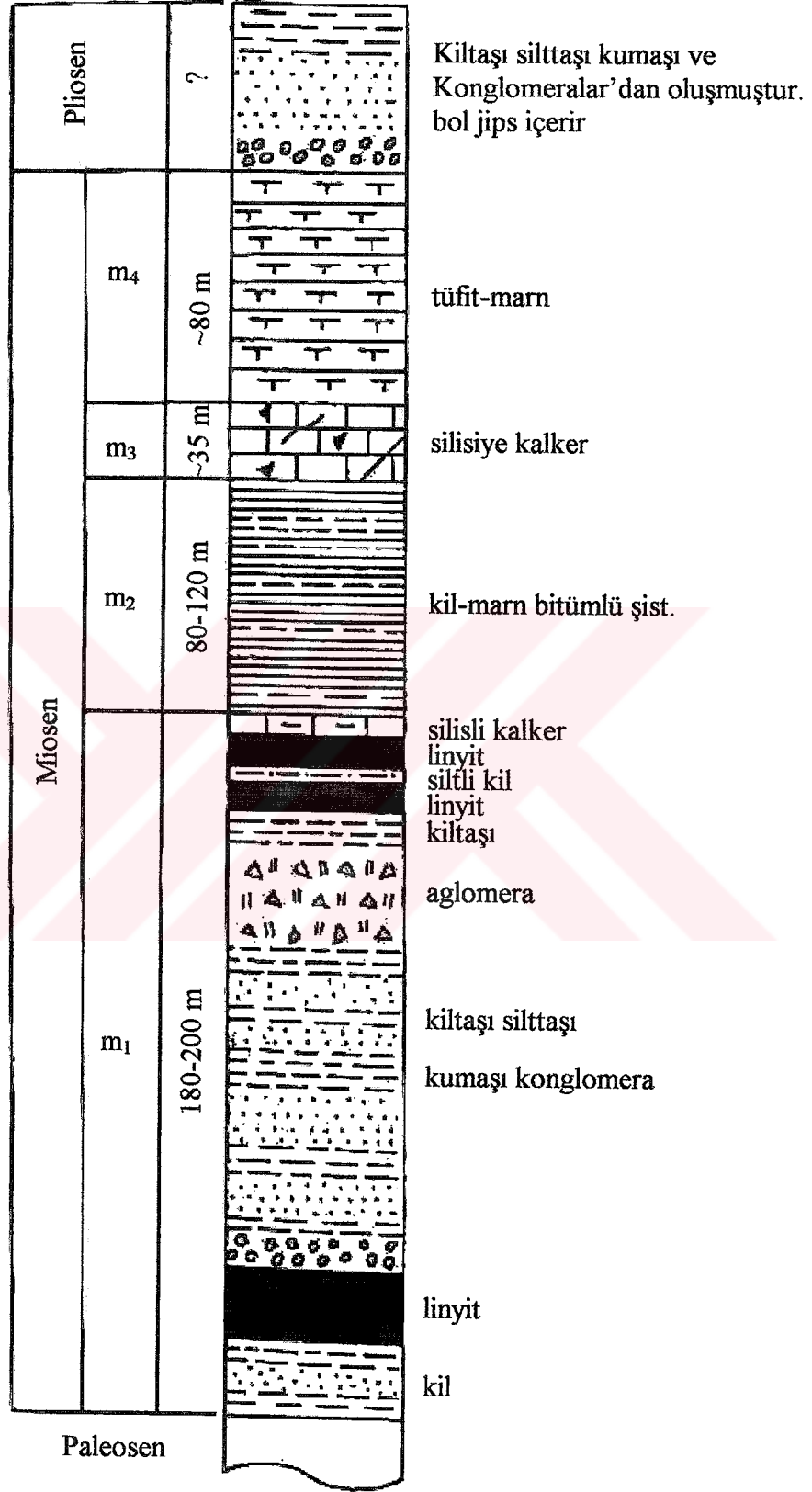
M 4 Serisi: Genelde sahanın büyük bölümü, bu formasyonla kaplıdır. Gri-yeşil, kırmızı ve bej renkli tüfitlerden oluşmuştur. Genel olarak sert bir yapıya sahiptirler.

Ancak su ile temaslarında ayrışır. Bu nedenle, yeryüzünde 15-20 cm lik bölümleri kırıntı halindedir. Bu formasyonun kalınlığı, yaklaşık 800 m olup alt seviyelerinde 5-10 cm'lik silis bantları mevcuttur.

M 3 Serisi: Sahanın en sert formasyonu olup, bej renkli silisifiye kalkerlerden oluşmuştur. Kalınlığı 30-35 m arasında değişmektedir. Sahada akifer özelliği taşıyan en önemli formasyondur. Alt seviyelerinde bol miktarda çatlak ve mağaralar mevcut olup bu boşluklarında su taşmaktadır.

M 2 Serisi: 80-120 m arasında kalınlık gösteren bu formasyon genel olarak kil ve marnlardan oluşmuştur. Alt ve üst seviyelerinde 20'şer m kalınlıkta iki adet bitümlü şist tabakası mevcuttur. Sahanın etüdü sırasında detaylı olarak incelenen bitümlü şistlerin ortalama kalori değerleri 1000-1200 Kcal/kg olarak tespit edilmiştir. Kömür havzasının doğusunda bulunan trona (soda) da bu formasyon içinde yer almaktadır.

M 1 Serisi: Havzadaki kömür damarları, bu formasyon içinde yer almaktadır. Üstte 5-6 m kalınlığında açık kahve renkli silisli bir kalker tabakasından sonra bir ara kesme ile birbirinden ayrılan, iki adet kömür damarı mevcuttur. Kömür damarlarının hemen altında da 15-20 m'lik bir volkanik breş tabakası bulunmaktadır (Çetin, 1995).



Şekil 2.2. Genelleştirilmiş stratigrafik kesit (Çetin, 1995).

### 2.1.6.2. Tektonik durum

OAL İşletmesinin faaliyet gösterdiği saha, normal atımlı iki büyük fayın etkisi altında kalmıştır. Sahayı kuzey-doğu ve güney-batı yönünde kateden Davutoğlan ve Kuzey fayları kuzeye doğru eğilimli olup, 80-100 m atım göstermektedir. Aralarında 1.5-2 km uzaklık vardır. Bu iki büyük fayın etkisi ile sahada fazla miktarda küçük faylar olmuştur. Fleksür tipi monoklinal kıvrımlar, genellikle doğu-batı uzanımlı olup, güneydeki kanatlar yüksek eğimlenme gösterirler. Bunun yanısıra doğu-batı uzanımlı ve asimetrik özellikteki antiklinal ve senklinaler bölgede en çok rastlanılan kıvrım türleridir (Aydın, 1986).

### 2.1.6.3. Rezerv durumu

Kömür havzası, jeolojik çalışmaların öncelik sırası nedeniyle A, B ve Koyunağılı sektörü olarak üçe ayrılmıştır. OAL İşletmesinin faaliyet gösterdiği A sektöründe, 1974 yılından bu yana yapılan jeolojik, jeofizik etüt ve sondajlı çalışmalar sonucunda belirlenen rezerv; (1993 yılı) sonu itibarı ile;

Görünür	156.908.000 ton
Muhtemel	9.000.000 ton
Mümkün	15.000.000 ton
Hazır	3.295.000 ton
Toplam	184.203.000 ton

Maden Tektik Arama (MTA) Enstitüsünce yapılan çalışmalar sonucunda B sektöründe;

Görünür	107.058.000 ton
Muhtemel	62.942.000 ton
Toplam	170.000.000 ton

Koyunağılı sektöründe ise MTA Enstitüsü tarafından yapılan çalışmalar sonucunda 85.000.000 ton görünür kömür rezervi belirlenmiştir. Buna göre havzada yaklaşık olarak toplam 440.000.000 ton kömür varlığı saptanmıştır (Çetin, 1995; Aydın, 1986).

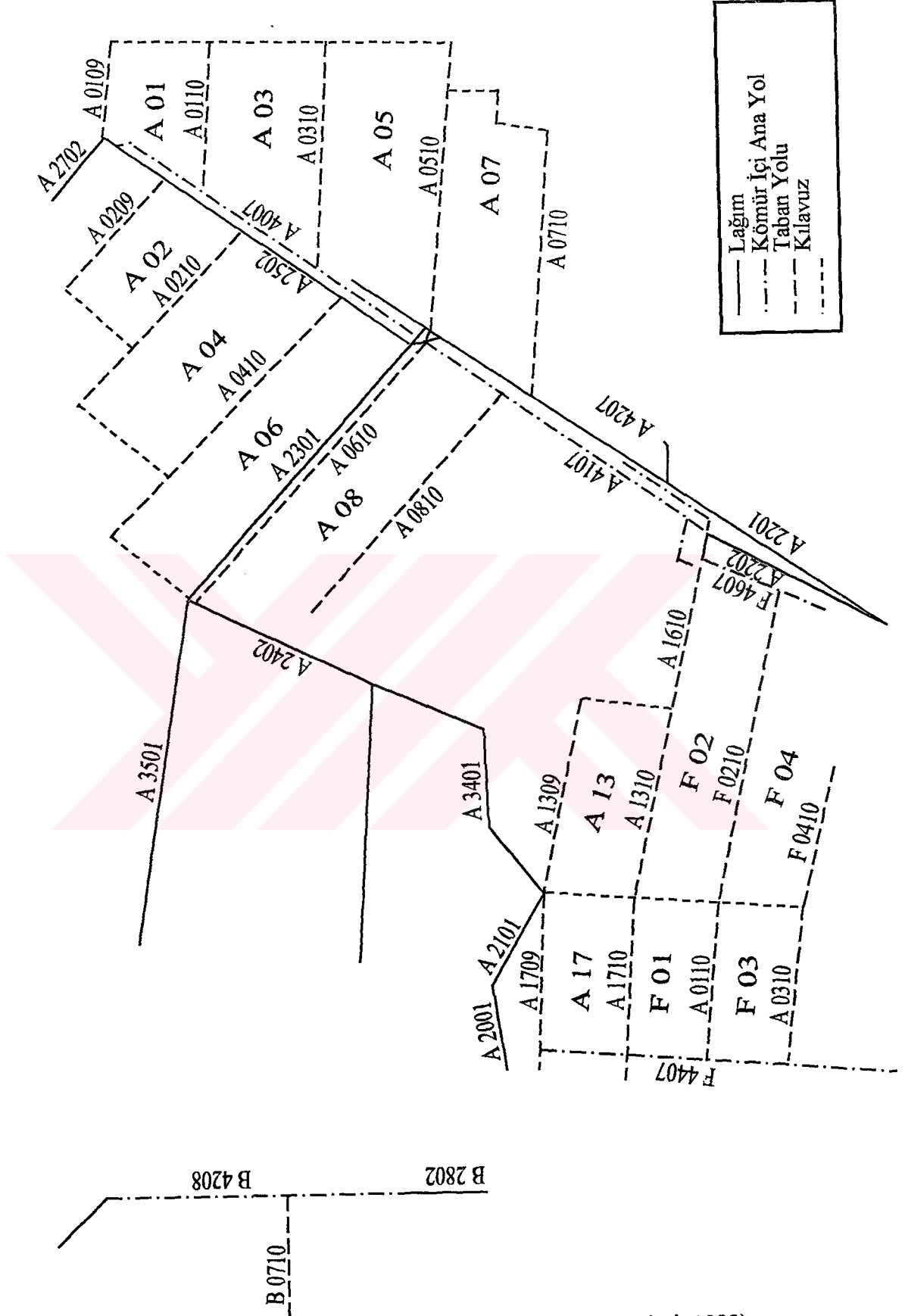
### 2.1.7. İşletme yöntemi

Bölgede kömür yüzeye yakın olarak bulunduğundan (ortalama 150-200 m), yeraltına girişler yeryüzünden düz veya meyilli galerilerle yapılmaktadır. Yüzeyden girilen galeri ile kömürün kesilmesinden sonra ana yolların sürülmesine başlanmaktadır. İki veya daha fazla panonun aynı yerde çalışabilmesi için, bu panoların iki ana yolla bağlantısının olması gereklidir. Bu ana yolların sürülmesinde, her iki ana yolunda kömür için de sürülmesi ilkesine bağlı kalınmıştır (OAL Projesi, 1988).

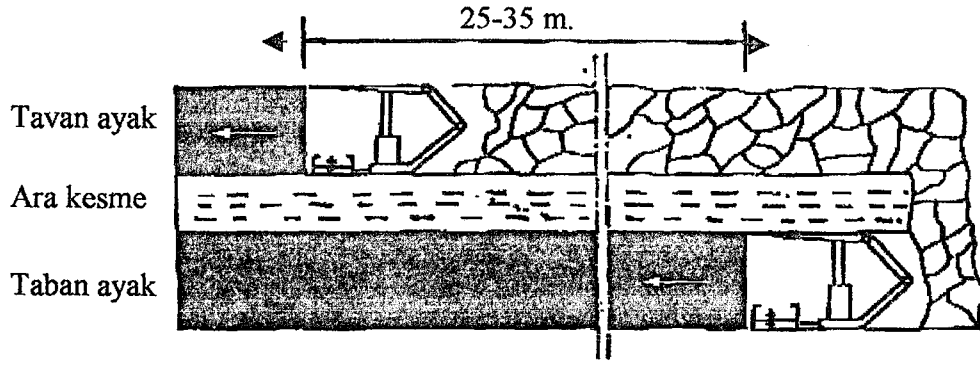
Damar eğiminin bant nakliyatını olanaklı kılmayacak değerde olması durumunda, 2. anayolun kömürün altından, taban taşı içinde bant nakliyesine olanak verecek eğimde sürülmesi düşünülmüştür.

Ana yolların sürülmesinden sonra taban yolları sürülmektedir. Pano, geri dönüşlü çalışacak şekilde planlanmaktadır. Her iki pano için tek taban yolu sürülmekte, yol önce birinci panoya hava giriş yolu (ana nakliye yolu) olarak hizmet vermekte, daha sonra ikinci panoya hava dönüş yolu olarak hizmet vermektedir (Şekil 2.3).

Bölgede oluşturulan mekanize panoların boyları, 700-1500 m arasında seçilmektedir. Ayak boyları ise 220 metredir. Ayak başlangıç kılavuzlarının açılmasından sonra pano montaja hazır duruma gelmektedir. Pano, mekanizasyon ünitelerinin montajının yapılmasıyla üretime hazır duruma gelmektedir. Ayak içinde çift tamburlu kesici yükleyici, ayak içi konveyörü ve yürüyen tahkimatlar kullanılmaktadır (Şekil 2.4).



Şekil 2.3. OAL yeraltı hazırlık ve havalandırma planı (OAL Projesi, 1988)



Şekil 2.4. Üretim yönteminin kesit görünüşü (Çetin, 1995)

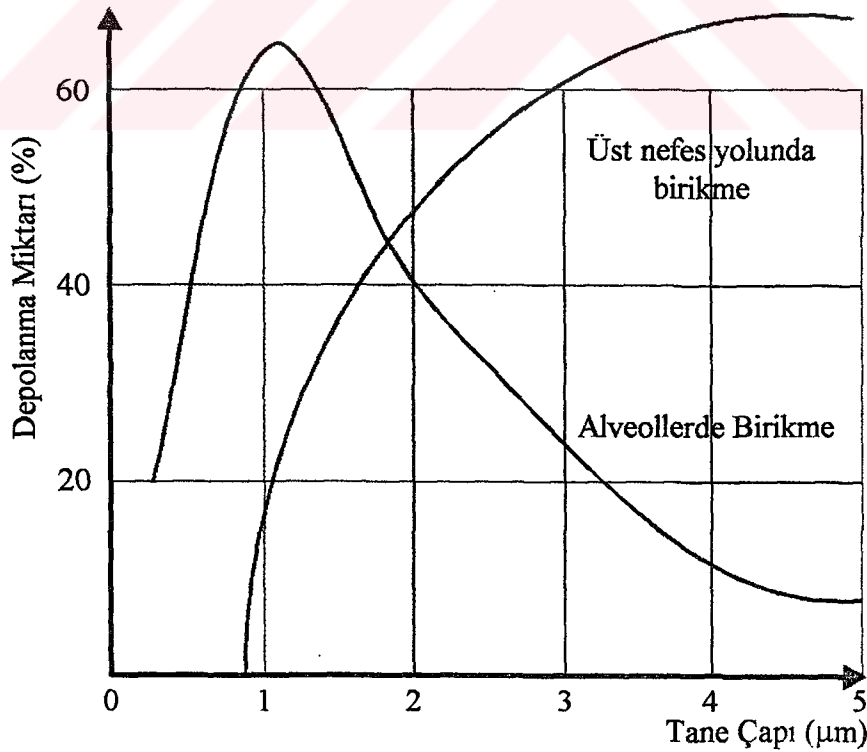
### 3. YERALTI İŞLETMELERİNDE TOZ SORUNU

#### 3.1. Tozun Tanımı

Cisimlerin parçalanmaları, kırılmaları ve ezilmeleri sırasında o cismin özelliklerini taşıyan küçük parçacıklar oluşur. Bu parçacıklar toz diye adlandırılır; işyerlerinde oluşup, işyeri havasında yer alarak işçi sağlığı konusunda önemli bir sorun olan Pnömkonyoz hastalığını meydana getirirler.

Pnömkonyoz latin dili kökenli, solunum yoluyla akciğerlere alınan tozlardan oluşan hastalıkların genel adıdır. Tozun cinsine göre yine aynı dil kökenli olarak, hastalıkların sınıflandırılması da yapılmış, demir tozlarından sideroz, alimünyum tozlarından aliminoz, silis tozlarından silikoz, pamuk tozlarından psiloz, asbest tozundan asbestoz ve kömür tozundan antrokoz adlarını alan sınıflara ayrılmışlardır.

Bugüne kadar yapılan araştırmalarda, Pnömkonyoza sebep olan tozun solunum yoluyla alınabilen, süzülemeden akciğerlere taşınan ve yine solunumla geriye verilmeyen  $0.5-5 \mu$  ebatlarında olduğu ortaya çıkmıştır. Her ne kadar pnömkonyozlardan ölenlerin akciğerlerinde yapılan otopsilerde lifli mineral tozlarının daha büyük ebatlarına rastlanmışsa da ( $100 \mu$  kadar), özellikle  $0,2$  ve  $5 \mu$  arasındaki tozlar pnömkonyozun genel sebebidir. Akciğer alveollerinde tutulan tozun yoğunluğa göre dağılımı Şekil 3.1.'de görülmektedir.



Şekil 3.1. Akciğerlerde tutulan tozun yoğunluğa göre dağılımı (Vidinei, .....)

Akciğerlerde tutulan tozun yoğunluğa göre dağılım grafiğine göre bulgular şu şekilde sıralanabilir.

- 0,85  $\mu$ ' dan büyük tanecikler tümüyle üst solunum yolunda tutulurlar.
- Alveollerde tutulma olasılığı en yüksek olan parçacıklar 1  $\mu$ . boyutundadır. 0.25-1  $\mu$  arasındaki parçacıklarla 1-5  $\mu$  arasındaki parçacıkların alveollerde tutulma oranları birbirine eşittir.
- Tane boyutu ile toz birikimi arasındaki ilişki solunum modeli ile değişmektedir. Solunum sıklığının azalması ile tutulma artar. Solunum sıklığındaki bu azalmadan en çok 1-5  $\mu$  boyutundaki parçacıklar etkilenirler.
- Burunun etkinliği 5  $\mu$ 'dan büyük parçacıklar için % 70 iken boyutun azalması ile etkinliği de azalarak 1  $\mu$  civarında %20'lere düşer.
- Birikimin oluşturduğu etki, boyutun azalması ile artar (Güyağüler, 1991).

### 3.2. Toz Hastalıklarının Tarihçesi

Toz hastalıklarının tarihçesi, çok eski çağlara dayanır. Milattan önceki yıllardan kalan mumyalarda, Pnömokonyozlu akciğerlere rastlanmıştır. Eski Yunanda toz ve hastalık tarif olunmuştur. Önceleri metal, daha sonraları enerji üretiminde gerekli kömür üretimi çalışmalarında belirgin bir fonksiyon halini alan bu durum, çağımızda meslek hastalıklarına ödenen tazminatlar ve erken çalışılmaz duruma gelen işçiler nedeniyle en önemli sorun halinde bulunmaktadır. Kömür madenlerinde toz sorunlarının, işçi sağlığı ve iş güvenliği açısından vardığı bugünkü aşamasına artık herkesçe bilinen bu tarihi gelişmenin son yıllarda hızlanan çalışmaları ile ulaşılmıştır. Son otuz yılın demokratik yönetim koşulları, sendikalaşan ve güç kazanan işçi kuruluşlarının soruna çare aramaları, temel endüstrilerde kalifiye iş gücünün bu hastalık nedeniyle kayıplara uğramaları ve işverenlerin telafi çabaları bu hızlanma çabalarının en önemli unsurlarıdır.

19. asrın sonlarında kesin olarak sebebi anlaşılmış, nasıl oluştuğu bulunmuş ve ne şekilde korunulacağı hususunda önlemler belirlenmiş olmasına karşın, işyerlerinde bu önlemlerin alınması zorunluğu ancak son yirmi beş yılda gelişmiş ve yasallaşmıştır.

Ortaya çıkan bir asırlık gecikmenin en önemli bir sorumluluğu da diğer sorumluluklar yanında, teknolojiyi geliştiren elemanların bu konuda yeterli bilgiye

sahip olmamalarında ve sağlık kuruluşlarıyla yeterli diyalog kuramamalarında aranmalıdır.

### **3.3. Pnömkonyoz Oluşumu**

Pnömkonyoza sebep olan tozun, solunum yolu ile alınabilen, süzülmeden akciğerlere taşınan ve yine solunumla geri verilmeyen 0,5-5 µ ebatlarında olduğu ortaya çıkmıştır. Burada çalışanların akciğerlerinde oluşan toz miktarı hakkında yaklaşımlar yapılacaktır.

#### **3.3.1. Müsaade edilebilir azami toz sınır değeri**

Birçok önemli endüstri kolu ve madencilik çalışma yerlerinde, solunabilir ince toz konsantrasyonu oluşur ve yüksek konsantrasyonlara ulaşır. Bu çalışma yerlerinden madencilik, yapı malzemeleri endüstrisi, mineral öğütme işlemleri, çimento, ateş tuğlası, cam ve porselen imalatı, temizlik malzemeleri üretimi, demir sanayii, tekstil, pamuk, deri ve tütün imalathaneleri sayılabilir.

Çalışma ortamındaki toz oluşumunun çalışanların sağlığında istenmeyen durumlara sebebiyet vermesinden, eğer oluşumu muhakkak bir zaruretse konsantrasyonun azaltılması, belirli bir sınırın altında tutulması şartı doğal bir sonuçtur.

Bu arada tozun cinsine bağlı özellikleri de her çalışma yerinde ayrı bir maksimum müsaade edilebilir toz konsantrasyonu ortaya çıkarır. Bazı hekim ve mühendisler bu faktörü, her yüksek toz konsantrasyonunu azaltmak gibi genel bir mücadele prensibi içinde düşünerek hata yaparlar. Aslında insan bünyesi doğal olarak her cins toza karşı ayrı bir direnme gücü göstererek mücadele eder. Bu nedenle, hastalık sebepleri ve toz cinslerine göre sınıflandırılmalıdır. Tozun fizyolojik etkilerine göre sınıflaması Çizelge 3.1'de görülmektedir. İnsan bünyesinde tozun zararları aşağıda sıralandığı gibi görülür.

- Anorganik mineral tozları, Pnömkonyoza sebep olur.
- Metalik tozlar, solunum yetersizlikleri doğurur.
- Tarımsal tozlar, solunum yetersizlikleri ve alerji yapar.
- Tozlar, kansere sebep olur.
- Tozlar, zehirlenmeye sebep olur.

Tozlardan oluşan etkiler aşağıda sıralanan özelliklerden ileri gelir.

- Tozların tane sayısı ve boyutları,
- Akciğerde kalan toz miktarı,
- İnsan bünyesinin direnişi (sağlık şartları, bünyenin direnci),
- Tozun fiziksel, kimyasal ve mineralojik karakteri,

Konunun açıklanması bakımından biraz daha detaya inilmek isterirse;

Çizelge 3.1. Tozun fizyolojik etkilerine göre sınıflaması (Didari, 1981).

1. Fibrojenik Tozlar (Solunum sistemine zararlı olanlar) <ul style="list-style-type: none"><li>– Silis (kuvars)</li><li>– Silikatlar (asbest, talk, mika)</li><li>– Berilyum cevheri</li><li>– Kalay cevheri</li><li>– Demir cevherlerinin bazıları</li><li>– Kömür (antrasit, bitümlü kömürler)</li></ul>
2. Kanserojenik Tozlar <ul style="list-style-type: none"><li>– Radyum, Asbest, Arsenik</li></ul>
3. Zehirli Tozlar (Organları, dokuyu vb zehirleyen) <ul style="list-style-type: none"><li>– Berilyum, Arsenik, Kurşun, Uranyum, Radyum, Toryum, Krom, Vanadyum, Cıva, Kadmiyum, Antimuan, Manganez, Tungsten, Nikel, Gümüş cevherleri vb.</li></ul>
4. Radyoaktif Tozlar (Alfa ve beta radyasyonu yayanlar) <ul style="list-style-type: none"><li>– Uranyum, Radyum, Toryum cevherleri vb.</li></ul>
5. Az Zararlı Tozlar (İnsan üzerinde etkisi az olanlar) <ul style="list-style-type: none"><li>– Jips, Kaolen, Kalker</li></ul>

### 3.3.2.1. Tozların tane sayısı ve boyutları

İri tozlar üst teneffüs yollarında; burun, boğaz ve bronşlarda tutulurlar. Burada tutulan tozlar, gerek tuttuğunu dışa doğru iteleyen tüyler ve gerekse öksürük aksırık yoluyla bünye dışına itilirler, atılırlar. Solunabilir ince tozlar, akciğerlere ve alveollere kadar yol bulabilirler. Solunum yollarında tutulan değişik tane büyüklüğündeki tozların oranı Şekil 3.2'de görülmektedir (Ayvazoğlu, 1986; Hartman 1982).

3  $\mu$ 'dan büyük iri tozların % 90'ı burun içindeki süzülmeden kurtulup boğaza geçemez; buna rağmen 1  $\mu$  ebadından küçük tozların tamamı alveollere geçer. İstisna olarak asbest gibi lifli minerallerin 20-50  $\mu$  boyunda 0,5 mikron çapında olanları da akciğerlere geçebilmektedir.

Burundan geçen iri tozların yarısı boğazda diğer yarısı da bronşlarda alıkonur. Ancak en ince ebadın (5-7  $\mu$ ) % 2 kadarı akciğerlere solunabilirler. Bu arada bir kısım ince tozda bu yollarda takılır. Kalan ince tozun % 80'i alveollere girer ve alveol duvarlarına çarpar veya 50-110 saniye kadar alveol içinde kalarak, bu esnada Brown yasası uyarınca gaz gibi hareket içinde olduklarından alveol duvarlarına çarpma şansına sahip olduklarından batabilme olanağını bulurlar.

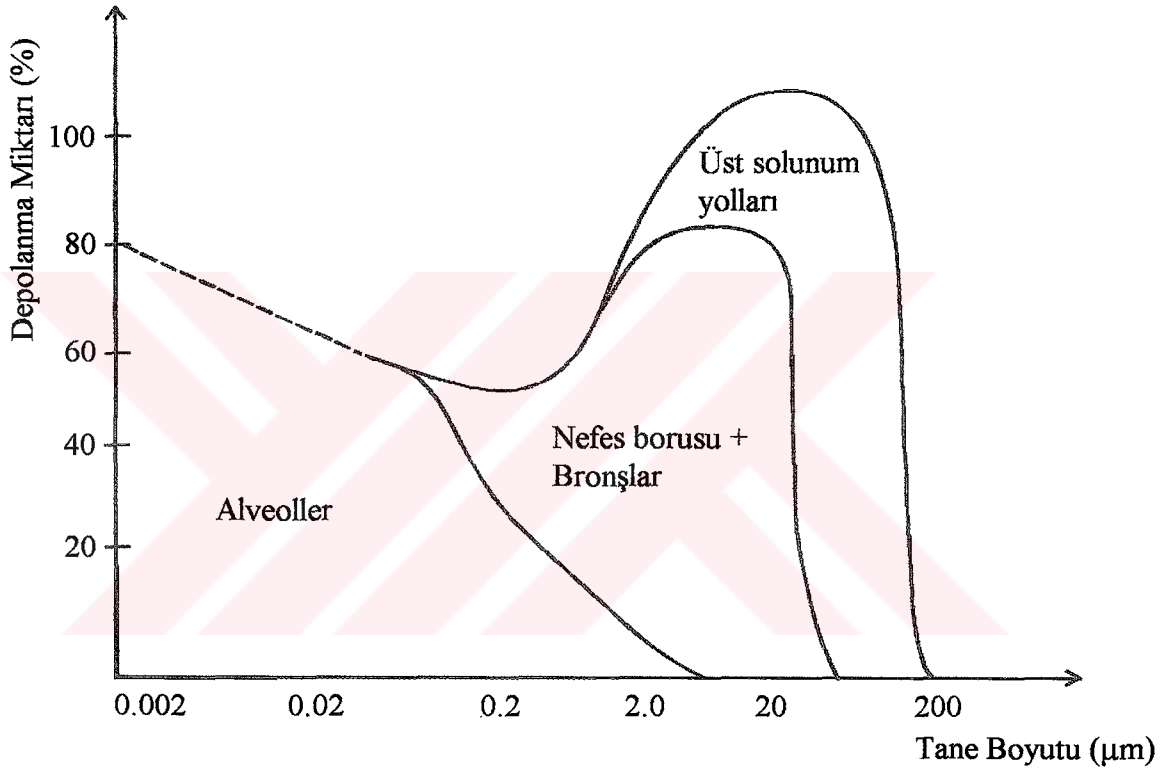
Araştırmalar, akciğerlerde yapılan otopsiler 0.25  $\mu$  tozlardan % 5'inin alveollerde kalabildiğini göstermiştir. Elektronik mikroskoplarla yapılan araştırmalar ise 1  $\mu$ 'dan daha küçük tozların % 80-85'inin akciğerlere ulaştığını ortaya çıkarmıştır. 0.25-3  $\mu$  boyutundaki toz tanecikleri en tehlikeli tozlardır. 5  $\mu$ 'dan büyük olanlar ise asbet tozları dışında daha az tehlikelidirler. Üst solunum yolları rahatsızlıkları 3-5  $\mu$  boyutundaki tozlardan oluşur.

### 3.3.2.2. Akciğerlerde kalan toz miktarı

Akciğerlerde kalan toz miktarı, toz taneciği çapı ve tozun akciğerlere giren hava içindeki konsantrasyonu ile orantılıdır. Toz taneciği boyutu sabit olduğunda, konsantrasyon artıkça kalan toz miktarı artar.

Bu sırada oluşan olaylar bütün açıklığıyla henüz belirtilmemiştir. Buna rağmen 0.5-30  $\mu$  boyutundaki toz konsantrasyonu azaldığında, Pnömokonyoz olasılığının azaldığı bulunmuştur.

Meslek hastalığı bakımından gerek toz ölçmelerinde bulunan  $\text{mg}/\text{m}^3$  miktarlarının, gerekse Kuvarsın/yüzde miktarlarının yanında, tozun içinde bulunan 3  $\mu$  altı yüzdesinin önemi daha büyüktür. 3  $\mu$ 'dan büyük tozlar da üst solunum yolları rahatsızlıkları doğururlar.



Şekil 3.2. Solunum sırasında tutulan değişik tane büyüklüğündeki tozların oranı (Ayvazoğlu 1986, Hartman 1982)

### 3.3.2.3. İnsan bünyesinin direnişi

Solunum yoluyla akciğerler ve alveollere kadar giren ince tozlar, alveol duvarlarında fakosit denen, bünyenin yabancı cisme direncini oluşturan hücrelerle karşılaşılır. Alveol duvarlarına batan toz fakositlerle birleşir, fakositlerin çoğu birleştikleri tozu yabancı cisme davranışı ile üst solunum yollarına, bronşçuklara, bronşlara doğru iterler. Bu devamlı bir konveyör, çalışmasına benzetilebilir. Hızı 5-15 mm/dakika olan bu konveyör adeta taşıdığı toz taneciğini alveol dışına ağırlığına

bağımlı olarak değişik hızlarla sevk eder. Örneğin, aynı ağırlıktaki cam, çinko veya başka bir toz aynı hızla dışarı itilir.

Pnömokonyozu önleyici en önemli faktör, alveollerin fakositler vasıtasıyla kendi kendini temizleyebilme özelliğidir. Örneğin; günde 7 1/2 saat süreyle 65 mg/m<sup>3</sup> tozlu bir havayı soluyan, 280 çalışma günü olan bir işçi yılda 6.800 gr. tozu emmiştir. Bunun yarısı alveollere ulaşacaktır. Buna rağmen Pnömokonyozlu akciğerlerde yapılan otopsilerde, ortalama çalışma hayatı boyunca 3-67 gram toz bulunabildiği saptanmıştır. Bu sonuç bünyenin kendini temizleme özelliğinin ne kadar büyük başarıya ulaştığını göstermektedir.

Fakositlerin temizlenmesinden kurtulan ince tozlar, duvarlara batarak kireçlenme, enfeksiyon, iltihaplanma, asit oluşması etkileriyle giderek hücrenin ölmesine sebep olurlar.

#### **3.3.2.4. Tozun fiziksel, kimyasal ve minerolojik karakteri**

İşçi sağlığı hekimliğinde toz bulguları; fiziksel, kimyasal ve minerolojik farklılıklarıyla ayrılır ve sınıflandırılır.

Ekseri bulgular 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 allerjik ve astım hastalıklarını doğururlar.

##### **3.3.2.4.1. Tozun fiziksel yapısı**

Parçalanmış ve ezilen maddenin, cismin yapısına uyumlu olarak, tozun yapısı da köşeli, yuvarlak ve amorf olabilir.

Pnömokonyozlarda, keskin köşeli tozlar ile amorf yapı daha belirgin rol oynayarak hastalığa sebep olur. Yine de alveollerde tozun nüfuzunda yuvarlak tozların daha avantajlı olduğunu savunan karşı düşünceler de vardır (Didari, 1981).

##### **3.3.2.4.2. Tozun kimyasal yapısı**

Parçalanmış maddenin, cismin yapısına uygun olarak tozun kimyasal yapısı da değişir. Genel olarak asidik, bazik veya nötr bir cisimden oluşabilirler veya nötr bir cisimden oluşabilirler veya oksijenle, klorla, havayla, rutubetle birleştiklerinde böyle bir ortam yaratabilirler. İnsan organizmasına göre inert veya biyolojik aktif olabilirler. Hatta zehirli, allerjik yahut fibroblastik (doku büyümesi etkili) toz olabilirler.

## 4. TOZLA MÜCADELE

### 4.1. Tozla Mücadelenin Yakın Tarihi

Son yirmi beş yılda işçiler, sağlığı koruyan müesseselerden özellikle tozdan ileri gelen hastalıklardan daha iyi korunmalarını istemişlerdir. 1950'ler Avrupa'sında ince tozun etkisinin tozun cinsinden çok, miktarı ile ilgili olduğu; bu nedenle cinsine bağlı bulunacak sonuçlara nazaran miktarıyla ilgili sonuçların durumu daha kesinlikle ortaya çıkardığı anlaşılmıştır. Bu yıllarda en ileri yöntem olarak tinalometrik toz ölçmeleri kullanılmaktaydı. Bu şekilde planlı bir toz ölçmesi de başlamıştır. Aynı zamanda hekimlerde 1-3 sene aralıklarla yeni işe giren ve çalışmakta olan işçileri kontrol altına almışlardır. 1954'lerde her işçi için akciğerlerde tutulan toz ağırlığı ve toz durumu belirlenmiş bulunuyordu.

1957 yılından itibaren Pnömkonyoza hassas olan genç işçiler ve az miktarda Pnömkonyoza maruz kalan işçiler belirlenmiş, çalışma yerlerinde toz kademeleri tesbit olunarak, bu gibi işçilerin özel korunma şartları sağlanmıştır.

1960 yılı başlarında, ince tozun içinde Kuvars yüzdesini bulmak için usuller geliştirilmiş, 1965 yılından itibaren de ince toz konsantrasyonu içindeki Kuvars yüzdesine bağlı olarak silikoz dereceleri ve kademeleri tesbit edilmiştir. Bunu takiben tozlu yerlerde çalışan silikozlu işçilerin çalışma süreleri sınırlandırılmış, toz konsantrasyonlarının belirli sınırı aştığı yerlerde çalışılması yasaklanmıştır.

Gravimetrik ölçme usulünün gelişmesi, 1974'de ince toz konsantrasyonunun içindeki Kuvars yüzdesine bağlı toz kademeleri sınır değerlerinin azaltılmasına sebep olmuştur.

Bugün, işyerlerinde pnömkonyoz araştırmalarına dayalı olarak daha geniş tedbirler alınmak suretiyle pnömkonyozlu işçilerin çalıştırılabilemleri mümkün olabilmektedir. 1971 yılında İşçi Sağlığı Müesseseleri, Çalışma Bakanlıkları, Araştırma Enstitüleri ve İşçi Sendikaları tarafından oluşturulan komisyonlarda gravimetrik ölçmelere bağlı konsantrasyon değerleri göz önüne alınarak, çalışma yerlerinde toz sınır değerleri ve silikozlu işçilerin çalışma şartları yeniden tesbit edilmiştir. Araştırma bulguları İngiliz ve Alman Kömür Madencilğinde elde edilen sonuçlara benzer sonuçlar verilmiştir.

## 4.2. Orta Anadolu Linyitleri İşletmesinde Kullanılan Tozla Mücadele Yöntemleri

OAL'de mekanize kazı esnasında çıkan yüksek toz konsantrasyonu ile mücadele, birkaç koldan devam etmektedir. Toz numunesi alma işlemi, çalışmanın en yoğun olduğu 4 saatlik sürelerde gerçekleştirilmektedir. İşletmedeki tüm iş yerlerinde periyodik olarak toz ölçümü yapılmaktadır. Ancak toz konsantrasyonunun yüksek olduğu durumlarda, önleme ölçümleri yapılarak toz yoğunluğu düşürülünceye kadar ölçümlere devam edilmektedir. Tozla mücadele gereği, üretim panolarının ve nakliyat galerilerinin genelinde fiskete düzenekleri kurularak gerekli çalışmalar yapılmaktadır. Yeraltı ve yerüstü işletmesinde toz oluşumunu önlemek için, gidiş-geliş yolları sürekli ıslatılmakta tahkimat üzerine birikmiş tozlar yıkanmaktadır.

Kazıcı makinalar, yeraltındaki çeşitli üretim ve kazı işleri sırasında oluşan solunabilir tozların ana kaynaklarından birini oluştururlar. Kesici uç kullanarak mekanize kazı yapan tamburlu kesiciler ve galeri açma makinaları gibi kazıcılar, çalışmaları süresince önemli miktarda solunabilir toz oluşumuna neden olurlar. Etkili bir toz kontrolü için, bu makinaların çalışması ve dizaynı ile toz oluşumu arasındaki ilişkinin iyi bilinmesi gerekmektedir.

Yeraltında; ayaklarda kazı yapan tamburlu kesicilerle, hazırlık galerilerinde çalışan galeri açma makinasının (GAM) kesim yaparken arına devamlı su püskürtmesi, toz bastırılmasında en önemli kısmı teşkil etmektedir. Tamburlu kesicilerde elektrik motorlarını soğutmak amacıyla kullanılan suyun bir kısmı, tamburlar üzerindeki su fisketeleri vasıtası ile kesici ucun kazı yaptığı noktaya püskürtülürken, kalan kısmı konveyörle taşınan malzemenin ıslatılması amacı ile kullanılmaktadır. GAM'daki su sistemi de kesici makinadaki benzeridir. Ancak bu makinalardaki sistem, özel bir pompadan değil ocak içindeki su şebekesinden beslenmekte ve GAM kolu üzerine monte edilmiş su fisketeleri tarafından arına püskürtülmektedir. Yine GAM'larda da, soğutma devresinden çıkan suyun bir kısmı makinanın zincirli konveyörüne verilerek, kazılan malzemenin ıslatılması mümkün olmaktadır.

Bununla beraber, kılavuz açma esnasında çıkan tozu bastırmak için, ilave olarak kazı arınına insan eli yardımıyla değişik konumlarda "V" tipi fisketeler kullanılarak

yapılan su püskürtme işlemi toz miktarını önemli ölçüde düşürmektedir. Kıza arınından sonra toz bastırma çalışmaları konveyör döküş noktalarında yapılmaktadır. Toz yoğunluğunun arttığı bu noktalarda, düğmecilerin kontrol ettiği fisketele ile toz bastırma yapılmaktadır (Dalbudak, 1999).

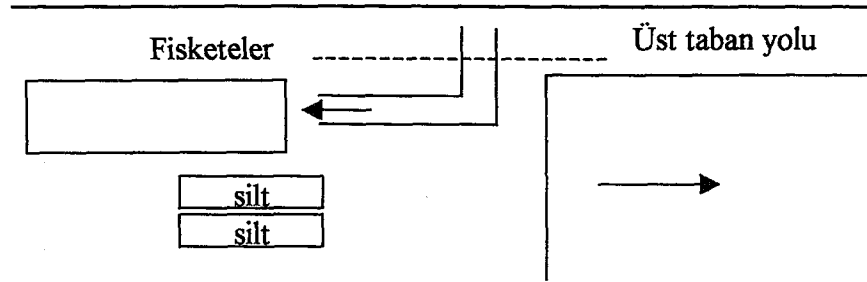
Su fisketelerinin kullanıldığı diğer yerler: Tüm panolarda ayak kuyruklarında, üst taban yollarında ve hazırlık galerilerinde sis tipi fisketelerle su perdesi oluşturulmaktadır. Bu perdelerin, toz bastırma çalışmalarında büyük yararları görülmektedir.

Su hortumu ile; yeniden kurulan fiskete düzeneklerinin kontrolü ve açılıp kapanması, düğmeciler tarafından yaptırılmak suretiyle tozla mücadeleye devam edilmektedir.

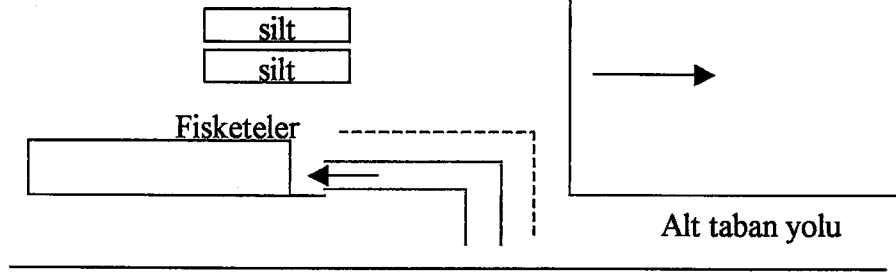
Kurulan fiskete düzenekleri ile, ayak içlerinde ve arınlarda oluşan ve yerinde bastırılmayan tozları, sis tipi fisketeler yardımı ile zararlı seviyelerin altında tutma çalışmaları devam etmektedir. Tüm yeraltı yollarında, 12 değişik yerde kurulan bu fiskete düzenekleri, toz bastırmada önemli yararlar sağlamaktadır.

Panolardaki kazıcı-yükleyicilerin zamanla tıkanan tambur fisketelerinin yeniden açılması ve makinaya, ilave yeni su fisketeleri yerleştirilerek yapılan çalışmalar, toz oranlarını büyük ölçüde azaltmış bulunmaktadır.

Üretim panolarındaki diğer önemli bir toz kaynağı ise pnömatik ramble yapılırken oluşan tozlardır. Bunlarla mücadele de; hem ramble alım esnasında boruların içinde var olan fisketeye yeni bir tane daha ilave ederek, hem de son ramble borusunun üzerine yerleştirilen düzeneklere ilave fisketeler takılarak yapılmaktadır. Buna rağmen kaçan tozları bastırmak için, ayak kuyruklarında Şekil 4.1, ayak başlarında Şekil 4.2)deki gibi yerleştirilen fiskete düzeneklerinden faydalanılmaktadır.



Şekil 4.1. Ayak kuyruklarına ilave edilen fisketelerin görünüşü



Şekil 4.2. Ayak başlarına ilave edilen fisketelerin görünüşü.

Herşeye rağmen bastırılmayan tozlardan çalışanları korumak amacıyla, OAL İşletmesinde 1998 yılından beri EN 49 FFP1S normunda, % 80-90 toz tutma kapasitesine sahip toz maskeleri dağıtılarak tozla mücadeleye devam edilmektedir. Park teknik şirketi tarafından işletilen OAL linyitlerinde tozla mücadele ekipmanlarının kullanımı, yeraltı çalışanları için zorunludur. İşyerinde çalışan personel yeraltına inerken, toz maskesi alır ve ocağa bu şekilde iner.

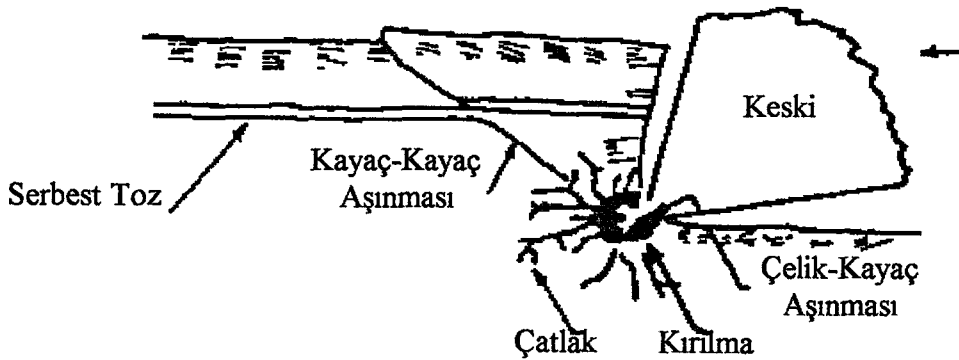
## 5. TOZ OLUŞAN İŞYERLERİ

Genel olarak tozla mücadele yöntemleri yeraltı ve yerüstü tesislerinde ayrı ayrı düşünülür. Aslında teknolojik gelişmeler aynı düşüncelerden kaynaklanır. Örneğin; bir uzun ayak işçisinin temiz havayı arkadan ve yukarıdan alması gerekiyorsa bir dökümhane işçisi de aynı temel prensip ve işyerlerine uygulanacak usullerle korunmalıdır. İş yerlerinde tozla mücadele yöntemleri, bu nedenle ayrı ayrı düşünülmesi ve uygulanması gerekirse de, aşağıda sıralanan işyerlerinde tozla mücadele yöntemleri temel prensipleri, teoriler ışığında ayrı ayrı incelenecektir.

### 5.1. Yeraltında Toz Oluşan İşyerleri

#### 5.1.1. Kömür kazısı esnasında tozun oluşumu

Kazı esnasında oluşan toz, üretim yerlerinin en önemli sorunlarından biridir. Kesme sırasında oluşan toz kaynakları Şekil 5.1. de görülmektedir. Dönen tambur, kesme işlemine başladığı andan itibaren toz oluşumu söz konusudur. Tozun ana kaynağı, keski etrafındaki kırılma zonunda oluşur. Buradaki toz oluşumu, kesme derinliği ile değişmemekte, ancak keski geometrisi ile değişmektedir. Toplam toz, kesme derinliği ile artacaktır. Ancak bu artış, kırılma zonunda oluşan toz ile karşılaştırıldığında oldukça küçüktür ve serbest yüzeyi değiştiren çatlak uzunluğuna bağlı olarak değişir (Didari, 1981).



Şekil 5.1. Kazı alanında toz kaynakları

Kömür; ayaklar, bacalar gibi çalışma yerlerinden üretilir. Buralarda kesme, kırılma, parçalanma, yuvarlanma nedeniyle solunabilir toz oluşur. Toz, çalışanları solunum yoluyla etkiler.

Solunabilir toz miktarına, kömür ve taşın cinsi etki eder. Kömür veya taşın plastikliği toz miktarını azaltır. Bu nedenle killi kesmeli, yumuşak kömürler ve tavan, taban taşları daha az toz oluştururlar. Kırılğan, sert, kristalize kömürler ve taşlar daha fazla toz oluştururlar. Minerallerin kırılma yüzeyli kristal yapıları, iri ve daha az toz meydana getirir.

#### **5.1.2. Yeraltına giren temiz havanın tozlu olması**

Bu duruma hava giriş yolu üzerine konan fiskete düzeni ile toz bastırılabilir. Direnci az, toz tutma kabiliyeti yüksek kumaşlarla toz süzücü kapılar tesis olunabilir. Yardımcı havalandırma tesisi içerisine toz tutucu tertibat yapılarak, gelen havanın % 90'ı bu tesis içerisinden süzülerek geçirilebilir (Çakır ve Ark, 1991).

#### **5.1.3. Giriş hava yolu üzerinde birçok toz kaynağının olması**

Giriş hava yolu üzerindeki toz kaynağı ilerletimli sistemlerde damara ait taban yolundan geliyorsa genellikle üfleyicilerle yapılan havalandırma sulu delik delme, postayı ıslatma, ateşleme de fisketelerin açık bırakılması hususlarına dikkat edilmelidir (Didari, 1981).

#### **5.1.4. Ayaklarda ramble esnasında tozun oluşumu**

Müessesede kullanılan ramble malzemeleri, genellikle kömür hazırlama tesislerinden temin olunan, yıkama sonu ayrılan şistlerdir. Bu nedenle ıslaktırlar. Tumba edildikleri ayak başlarından sabit oluklarla veya zincirli konveyörlerle doldurma yerlerine gelinceye kadar genellikle toz oluşumuna sebep olmazlar. Ocakta yardımcı kırıcılarla, ocak içinde ocak malzemesiyle yapılan ramblelerde malzemeyi ıslatma ihmal olunmamalıdır. Pnomatik ramblelerde, ramble malzemelerinin boşaltma yeri çıkış ağzında fisketeler tesis olunmalı, boşaltma yerinin ihtiyacını karşılayacak şekilde düzenlenmelidir.

#### **5.1.5. Ayaklarda arka göçmesi esnasında tozun oluşumu**

Yürüyen tahkimatların arına doğru sürülmesinden belli bir süre sonra, tavan basıncından dolayı ayak arkası göçer ve bu göçme esnasında toz oluşur.

#### **5.1.6. Deliklerin delinmesinde tozun oluşumu**

Delikler delinmesi sırasında kullanılan burgu ucunun yeniliği ve keskinliği, her darbeye kesilen taş miktarına ve bu kesiklerin ebatlarına etki eder. Keskin burgular, daha iri toz oluşturarak tehlikeli solunabilir toz miktarını azaltır. Gerek darbelerin

yeterli basınçlı hava ile çarpması, gerek kesiklerin yeterli basınçlı hava ile çarpma yerinden uzaklaşması, toz taneciklerinin büyük boyutlarda oluşmasıyla birlikte ezilme ve öğünmeyle tekrar solunabilir ebatta toz oluşumunu engeller.

#### **5.1.7. Ateşlemeler**

Ateşlemeler sırasında yeraltında önemli oranlarda toz oluşur. Ayrıca ateşleme yapılan yerde oluşan toz bu yerler için çalışma vardiyasının 10-15 dakikalık bir bölümü için söz konusudur. Yeterli önlem alınarak giderilmez ise hava dolaşımına bağlı olarak bütün iş yerlerini tehdit eder (Yaprak ve Ark, 1990).

#### **5.1.8. Yükleme ve boşaltma noktaları**

Pek çok uzun ayakta, yükleme noktalarının fazla miktarda solunabilir toz oluşmasına sebep oldukları görülmüştür. Bu yüzden yükselen konsantrasyon, bütün ayakta çalışanları etkisi altına alır.

Bu toz kaynaklarında alınacak önlemleri; fisketeleri usulüne uygun yerleştirme, toz oluşan yerlerde toz bölmeleri meydana getirme, yuvarlanma ve düşmeyi, kayma olayına dönüştürme, mümkünse silo ve bunkerleri dolu tutma, yerden yüklemelerde iyi ıslatma gibi sıralanabilir. İşyerine en uygun olan sistem veya birleşik sistemler denemelere dayanarak uygulama prensipleri yerleştirilmeli, çalışmaların bu prensipleri aksatmadan devam ettirmeleri dikkatle izlenmelidir.

#### **5.1.9. Nakliyat sistemleri**

Kömür nakliyatı, ana yükleme istasyonlarından yatay olarak, bant veya lokomotif vagonları ile düşey olarak helezon, kuyu ve skip gibi sistemlerle sevk olunur. Sistem geçişlerinde boşaltma yerleri, tumbalar vardır. Bu yerler aynı zamanda genellikle hava giriş ana yollarıdır. Bir birine ters olan bu iki nakliyat yeraltında önemli toz oluşumuna neden olur. Kömür nakliyatına aksi istikamette hızlı bir hava nakliyatı bantlarda, vagonlarda, skip ağızlarından ve tumba yerlerinde toz oluşumunu artırır.

Dolu arabaların ana nakliyat yoluna çıkmadan fisketeler altından geçirilerek ıslatılması, fazla doldurulmaması, bantlarda tozu bastırarak fiskete düzeni, tumbaların toz oluşan bunkerlerin üst kesiminde tozlu havayı emici ve temizleyici sistemler, skip ağızlarında kapalı havalandırma devreleri ve toz tutucu sistemler tesis olunması alınan önlemlere örnek olarak sayılabilir. Temizleyici ve toz tutucu sistemler toz tutucu kumaşlarla çöktürme odaları prensibiyle veya uygun bir sulu emici sisteminde olabilir.

## **5.2. Yerüstünde Toz Oluşan İşyerleri**

Uzun yıllardır yeraltı çalışmalarında tozun etkili tesirlerini de bilinmekte ve mücadele yapılmaktadır. Kömür işletmelerinin yerüstü tesislerinde de tozun zararlı tesirlerini ve mücadele yöntemlerini bilinenlere katmak gerekir. Bazen genç işçi ve kadın işçi kullanıldığından tehlike daha da büyük değerlere ulaşabilir. Sağlık kontrolleri ve çare bulunması bakımından daha çok güçlükler ortaya çıkabilir.

Bu nedenle, yerüstü tesislerinde toz ölçülmesi, toplanması ve bastırılması konularında aşağıdaki hususlarda belirtilen koruyucu çalışmalar gereklidir.

### **5.2.1. Boşaltma yerleri**

Boşaltma yerleri genellikle büyük boyutlu yerlerdir. Kömürün arabalardan, bantlara, yükleyicilere alındığı bu yerlerde genellikle oluşan tozu alıp sevk edecek bir hava akımı da vardır. Bizzat kömürün boşaltılması, toz oluşumuna ve aynı zamanda onu dağıtan bir hava akımına sebep olur.

Normal olarak, tozun oluştuğu alt seviyelerden emildiği boşaltma yerleri, üstünden atmak müsait olduğu şartlarda tozun en iyi toz giderme yönetimi de belirlenmiş olur. Eğer çalışmalara engel olmuyorsa, boşaltma yerlerinde tozun dağılabileceği açıklıklar, lastik perdelerle kapatılmalıdır.

Daha ileri bir yöntem olarak, boşaltma aralıklarında boşaltma yeri üstünde toz olan kısma otomatik olarak emici başlık uzanır ve yükselen tozu emerek giderir. Yeni araba tumba olunmadan önce otomatik olarak geri çekilir. Eğer kömür, boşaltma yerlerinden direkt olarak bunkerlerin içine ulaşıyorsa, emici ve toplayıcı ağızlar kapalı kısımların üst seviyelerinde tesis olunmalıdır. Bu taktirde emici ağızlarının kömürle dolmayacak şekilde yerleştirilmelerine dikkat edilmelidir.

### **5.2.2. Elekler**

Eğer elekler boşaltma ağızlarından hemen sonra tesis olunmuşsa, toz büyük konsantrasyonlara ulaşabilir. Bu durumda, bütün tesisi kaplamak ve kısmi bir emiş temin olunarak tozu gidermek. Elekler kapalı durumda değilse, uygun yerlere toz emici başlıklar tesis olunmalıdır. Eleme kademelerinde kapalı devre vakum toz emilmelerine veya yoksa uygun yerlerde toz emici başlıklar tesisine dikkat edilmelidir.

Elekler bunker altlarına yerleştirilmişse, ortama emici sistemler tesis olunabilir. Emme güçleri üretime, oluşan toz miktarına ve kömürün bunker içinde düşme, kırılma

olaylarına bağlı olarak artırılmalıdır. Bunker ve silo altındaki sallantılı ve titreşimli elekler daha fazla emiş gücü gerektirirler.

### **5.2.3. Sınıflama ve ayıklama bantları**

Eleklerde iyi kapatılmıő bir sistemden veya iyi emici baőlıklarla donatılmıő bir sistemden kurtulan toz ayıklama bantlarına boőalıır. Toz, toplanma noktaları meydana getirerek buralarda birikir. En iyisi, bu noktalarda emici başlıklar tesis olunarak tozun giderilmesidir. Bir miktar toz da ağağ, kömür ve atık üzerinde ayıklama kısımlarına ulaşır. Islatma, böyle yerlerde iyi bir koruyucu sistemdir. Ayıklama bantları, boşaltma yerlerinden uygun kapatma veya emici sistemlerle korunmalıdır.

### **5.2.4. Kırma tesisleri**

Kırıcılara ulaşan kömürün ve tesislerin giriş ve çıkış noktalarında oluşan toz bastırılmalıdır. Bazı kırıcılarda toz sadece çıkıőta oluőabilir. Kırıcılarda oluşan toz emici baőlıklarla giderilebilir.

### **5.2.5. Nakliyat sistemleri**

Kömür hazırlama tesislerinde farklı işlemlere, kısımlara geçiş sırasında oluşan tozun toplanması ve bastırılması çok önemlidir. Kısmi konveyörler, elavatörler, oluklar gibi kepçeli elavatörlerin yükleme ve boşaltma yerlerinde kapalı toz emici devreler tesis olunmalıdır. Malzeme nakli; açıda, yükseklikte ve miktarda farklı olarak sevk olunduğu için kırılmadan dolayı toz oluőturması önlenmelidir. Bunun için düşme ve yuvarlanmaları, kayma olayına dönüőtürecek şekilde boşaltma yerlerine kaydırma plakaları konulmalıdır. Sistemler kapalı devrelerle hasıl olan tozu emerek giderecek tesislerle donatılmalıdır. Yükseklik farkları azaltılmalı, mümkünse materyale su zarfi içine alacak fiskete tesis edilmelidir. Bütün bu transfer noktaları, kolay hareket edebilir lastik perdelerle kapatılmalıdır. Bu perdeler kullanılmış eski bantlardan yapılabilir.

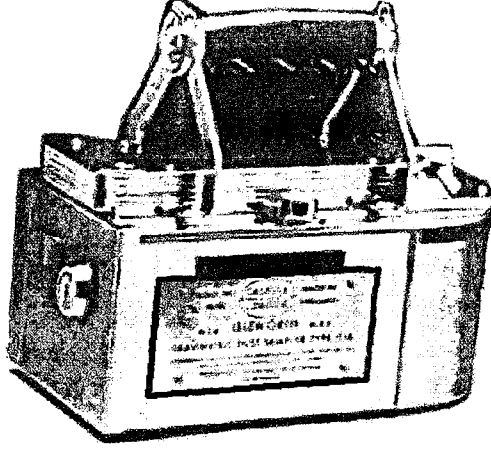
### **5.2.6. Silolar**

Silolarda toz, düşme esnasında husule gelir ve üst kısımlarda toplanır. Eğer otomatik olarak silo kapalı tutulabiliyorsa emilmesi gereken tozlu hava miktarını fazla tutmamak faydalıdır. Aksi taktirde boşaltma ağızlarında hava emiői ile toz miktarı daha da artacaktır.

Siloların toz emici baőlıkları; arabaların veya doldurmanın alt seviyesinde olmalıdır. Malzeme ile tıkanmaması için tedbir alınmalıdır. Boşaltma ağızları, kapalı emici devreler, toz tutucu perdeler ile donatılmalıdır. Bazı tesislerde olduğu gibi hemen leğe veya kırıcı tesise ulaşlıyorsa ortak toz tutucu sistemler uygulanmalıdır (Didari, 1981).

## 6. ÖLÇMELERDE KULLANILAN AYGIT VE YÖNTEMLERİN TANITIMI

MRE 113 A tipi (Şekil 6.1.) ve AFC 123 IS tipi (Şekil 6.2.) toz toplayıcı olmak üzere iki tip gravimetrik toz toplayıcılar ile çalışılmıştır. Gravimetrik yöntemde,  $1 \text{ m}^3$  hava içerisindeki tozun miligram cinsinden ağırlığı belirtilmektedir.



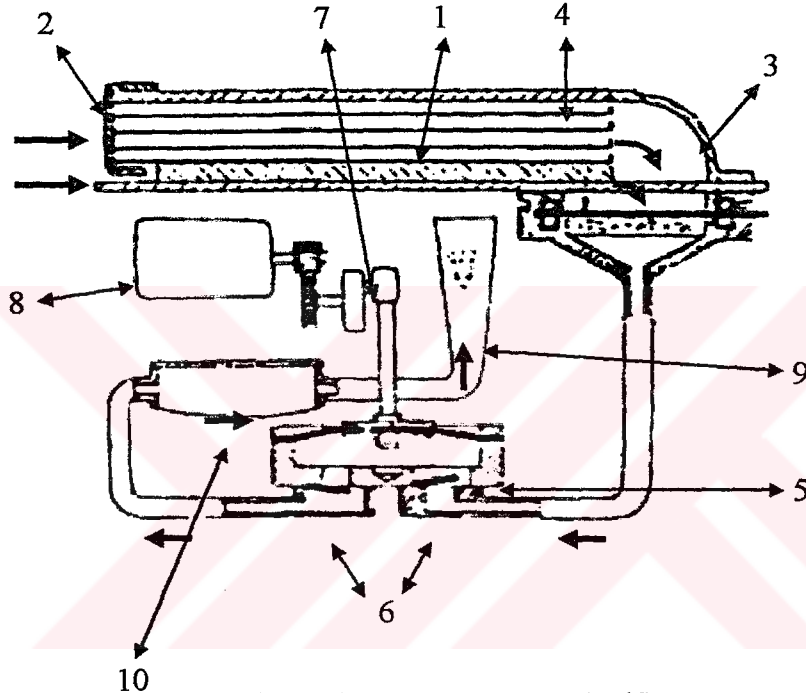
Şekil 6.1. MRE 113 A tipi gravimetrik toz örnekleyicisi



Şekil 6.2. AFC 123 IS tipi gravimetrik toz örnekleyicisi

### 6.1. MRE 113 A Tipi Gravimetrik Toz Örnekleyicisi

İngiliz kömür işletmelerinin araştırma birimlerinde geliştirilmiş olan bu örnekleyici, madenlerde ve diğer işyerlerinde solunabilir tozdan ağırlıksal olarak örnek alınmasında kullanılan, bağımsız güç kaynaklı ve taşınabilir niteliktedir. Bir vardiya boyunca kesintisiz olarak çalışarak 1-30 mg örnek toplayabilmektedir. Şekil 6.3'de aygıtın şematik diyagramı görülmektedir.



1. Boyut seçici düzenek
2. Sınırlandırıcı plaka
3. Geçiş başlığı
4. Süzgeç
5. Diyafram tipi pompa

6. Valfler
7. Ayarlanabilir mil
8. Elektrik motoru
9. Hava emiş hızını gösteren düzenek
10. Hava akımını düzgünleştiren düzenek

Şekil 6.3. MRE 113A tipi gravimetrik toz örnekleyicisinin şematik diyagramı (MRE 113 A, .....

Şarj edilebilir özellikte olan pil, motor ve pompayı harekete geçirerek 2.5 lt/dk'lık kapasite ile tozlu havanın boyut seçici kanaldan geçmesini sağlamaktadır. Filtre üzerinde toplanan örnek, bir terazide tartılarak işyerlerindeki toz yoğunluğu saptanmaktadır. Filtre ayrıca çeşitli analiz yöntemleri için de kullanılabilir (MRE 113 A, .....). Aygıtın toplam ağırlığı 4 kg olup, temel olarak, bir boyut seçici

düzenek, filtre bölümü ve bir pompadan oluşmaktadır. Boyut seçici düzenek çok kanallı yapıda, yatay ayırıcılı ve duyarlı bir sistemdir. Aygıt, örneklemenin yapılacağı yere yatay olarak ve hava geliş yönüne karşı olacak şekilde, tavandan bir ip veya tel vasıtası ile asılmalıdır. Eğer hava hızı 4-5 m/sn'den büyükse hava geliş yönüne dik olacak şekilde asılmalıdır. Örnekleme işleminden sonra düzgün bir şekilde çarpmalardan korunarak taşınır ve daha sonra temiz bir ortamda ya da laboratuvarında aygıt civarındaki tozlar temizlenerek filtre dışarı alınır ve tartıma hazırlanır. Ayrıca ölçme tamamlandığı anda sayaç okuması yapılarak kaydedilmelidir. Hangi tip filtre olursa olsun, filtreler aygıtta çerçevelere yerleşmiş olarak konulmalıdır. Ayrıca ölçmelerin daha hassas olması için, filtreler kullanılmadan önce etüvde 105 °C'de bir saat bekletilerek mevcut nem uzaklaştırılır. Bu işlemden sonra filtreler yarım saat kadar desikatörde bekletilir ve sonra tartıma alınır. Ölçme tamamlandıktan sonra toz yüklü filtreler, ölçme öncesi yapılan işlemlere tabii tutularak hata payı en aza indirilir.

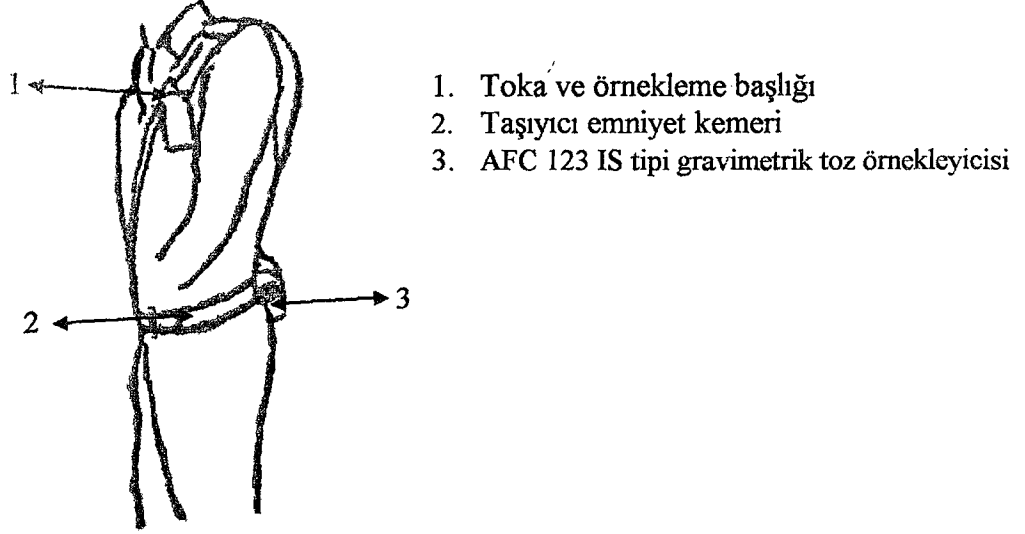
Normal olarak kullanılan filtreler, 5.5 cm çaplı Whatman's GF/A cam elyaf filtrelerdir. Alternatif olarak, organik kaynaklı Alman Tip 500 membran filtreler veya mikrokarbon polystyrene elyaf malzemeden filtreler kullanılmaktadır. Araştırmada hem cam elyaf hem de membran filtreler kullanılmıştır.

## **6.2. AFC 123 IS Tipi Gravimetrik Toz Örnekleycisi**

Bağımsız güç kaynaklı taşınabilir kişilerin üzerine monte edilebilen ve 10 saat dayanabilen şarjlı Nikelkadmiyum batarya tarafından beslenen AFC motoru, çalıştırıldığı pompa aracılığı ile 2 lt/dk'lık kapasite ile emme sağlar (AFC 123 IS, .....).

Bütün tehlikeli konsantrasyonlar ya da bütün analizleri için uygun olan ideal veya uluslararası bir filtre yoktur. Uygun olan tip ön denemelere ve elde edilen tecrübeye göre belirlenmelidir. Küçük sıvı kabarcıklarının pompaya geçişini önlemek için pompa ile kabarcık tüpü arasında T1 3090 aktiflenmiş karbon filtre kullanılmaktadır. Aygıtın toplam ağırlığı 1 kg civarındadır. Pompayı ve örnekleme başlıklarını taşımamanın en güvenilir yolu, bir emniyet kemeri ile kullanmaktır. Örnek alma başlığını solunum bölgelerine yakınlaştırmak için toka kullanılmaktadır. İnsan üzerindeki görünüşü Şekil 6.4.'de görülmektedir.

0-5 µ büyüklüğündeki hava içerisinde solunabilir tozları ölçmektedir. Personelin kesitinde maruz kaldığı solunabilir toz konsantrasyonu saptanır.



Şekil 6.4. AFC 123 IS tipi gravimetrik toz örnekleycisinin insan üzerindeki görünüşü

### 6.3. Örneklemede Dikkat Edilecek Hususlar

Bataryanın tamamen şarj edilmiş olduğunun garanti altına alınması, örnekleme başlığının doğru olarak ve hiçbir kaçak olmaksızın yerleştirildiğine dikkat edilmesi, aletlerin her 10 vardiyada çalışmasından önce verimliliğinin basit testler uygulayarak kontrol edilmesi gerekir. Bu testlere başlamadan önce yeni şarj olmuş bir batarya ile yeni bir filtrenin takılması gereklidir. MRE 113A tipi alet yatay durumda tutulmalı ve asılmalıdır. Taşıma esnasında düz tutmaya dikkat edilmelidir. Her iki alette çarpma ve sarsıntıya maruz bırakılmamalıdır. Aletler mümkün olduğu kadar temiz bir odaya alınmalı ve dışındaki kirler temizlenmelidir. Filtreler zorlanmadan ve sarsmadan çıkarılmalı, tartmak için saklanmalıdır.

### 6.4. Kullanılan Diğer Aygıt ve Malzemeler

Filtrelerin ağırlıklarının saptanmasında ve toz örneklerinin değerlendirilmesinde Park Termik Madencilik ve Elektrik Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi Toz laboratuvarı ve laboratuvarlarına ait etüv, desikatör ve elektronik teraziler kullanılmış olup gereken çeşitli sarf malzemeleri temin edilmiştir.

### 6.5. Toz Örnekleme İşlemi

Örnekleme aygıtları, özel omuzdan askılı çantaya yerleştirilerek vardiya başında ocağa gidilerek örnekleme noktasına gelindiğinde çantadan çıkarılarak MRE113A tipi

gravimetrik toz toplayıcı tel veya ip vasıtası ile yatay olacak şekilde asılmakta, AFC123 IS tipi gravimetrik toz toplayıcı ise emniyet kemeri kullanılarak örnekleyicinin üzerine monte idelmekte ve solunum bölgelerine yakınlaştırmak için ise elbiseye tutturmada kullanılan tokası yardımı ile ağız seviyesine yakın yakasının üst kısmına sabitlenmektedir. İşletmenin toz ile mücadele biriminde bütün cihazlar için tam çalışma ortamında 4 saatlik periyotlar halinde yapılmaktadır. Örnekleme tamamlanınca, aygıtlar sarsmadan asıldığı yerlerden alınarak çantalarına konulmakta ve sarsmadan tünel dışına taşınmaktadır. Ölçme sonrası özel kutularına konulan filtreler, tartım ve diğer analiz işlemleri için saklanmaktadır. Her filtre, ayrı ayrı numaralandırıldığı ve hangi filtrenin hangi noktaya ait olduğu bilindiği için filtrelerin karışması gibi bir durum söz konusu değildir. Boş filtre ve yedek batarya yerine takıldıktan sonra aygıt yeniden örneklemeye hazır duruma getirilmektedir. Bu arada boş bataryanın şarj işlemi yapılmaktadır.

#### 6.6. Toz Örneklerinin Değerlendirilmesi

Boş ve temiz filtre cihaza takılmadan önce etüvde 105 °C'de yarım saat veya 65 °C'de bir saat şartlandırılır. Daha sonra desikatörde yirmi dakika bekletilip ve hassas terazide ağırlığı tartılı ve sonuç kayıt edilir.

Madenlerdeki ölçümlerden sonra özel muhafazalarında laboratuvara getirilen dolu filtreler, burada tekrar etüv, desikatör ve tartım işlemlerinden geçilerek ağırlıkları kaydedilmektedir. Daha sonra aşağıdaki formüle göre toz yoğunluğu hesaplanmaktadır (Çetin, 1995):

$$C_y = \frac{Ed - Mb}{\text{Ş}} \times 1000$$

Burada,

$C_y$  : Toz yoğunluğu ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )

$Ed$  : Dolu filtre ağırlığı (mg)

$Mb$  : Boş filtre ağırlığı (mg)

$\text{Ş}$  : Emilen hava miktarı (lt) olarak belirtilmiştir.

Örneğin herhangi bir filtre örneklemeden önce 0,0297 gr ve örneklemeden sonra 0,0319 gr olarak tartılmış ve örneklenen hava miktarı 520 lt olarak kaydedilmiş olsun. Toz yoğunluğu;

$$C_y = \frac{31,9 - 29,7}{520} \times 1000 = 4,23 \text{ mg}/\text{m}^3 \text{ olarak hesaplanır.}$$

## 6.7. Toz Ölçüm İstasyonları

### 6.7.1. Üretim panosu toz ölçüm istasyonları

Üretim panosu toz ölçüm istasyonları aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

1. Üst taban yolu (hava dönüş yolu) iki ayak önü tavan ayaktan ~ 70 m ileride
2. Tavan ayak içi tavan kuyruktan ~ 20 m içeride
3. Taban ayak içi taban kuyruktan ~ 20 m içeride
4. Tavan ayak operatörü
5. Taban ayak operatörü
6. Alt taban yolu (hava giriş yolu) tavan ayağın ~ 20 m ilerisi (Şekil 6.5)

Üretim panosu toz ölçüm istasyonlarının yerlerinin seçimindeki gerekçeler aşağıya çıkarılmıştır.

1 No'lu İstasyon: Ocakları terk eden havadaki nihai toz konsantrasyonunu saptamak amacı ile seçilmiştir. Malzemeci, monaraycı, monorayda gidip gelen kişiler düğmecici bakımcı ve elektrikçi bu istasyon civarında toza maruz kalmaktadırlar.

2 No'lu İstasyon: Tavan ayak içinde işçiler çalışmaktadır. Tavan kuyruk tahkimatçıları, elektrikçi, bakımcı, temizlikçi, şiltçi, çavuş, nezaretçi ve mühendis olmak üzere yaklaşık 15-20 kişi çalışmaktadır. Bu personelin maruz kaldıkları toz miktarlarını ölçmek için seçilmiştir.

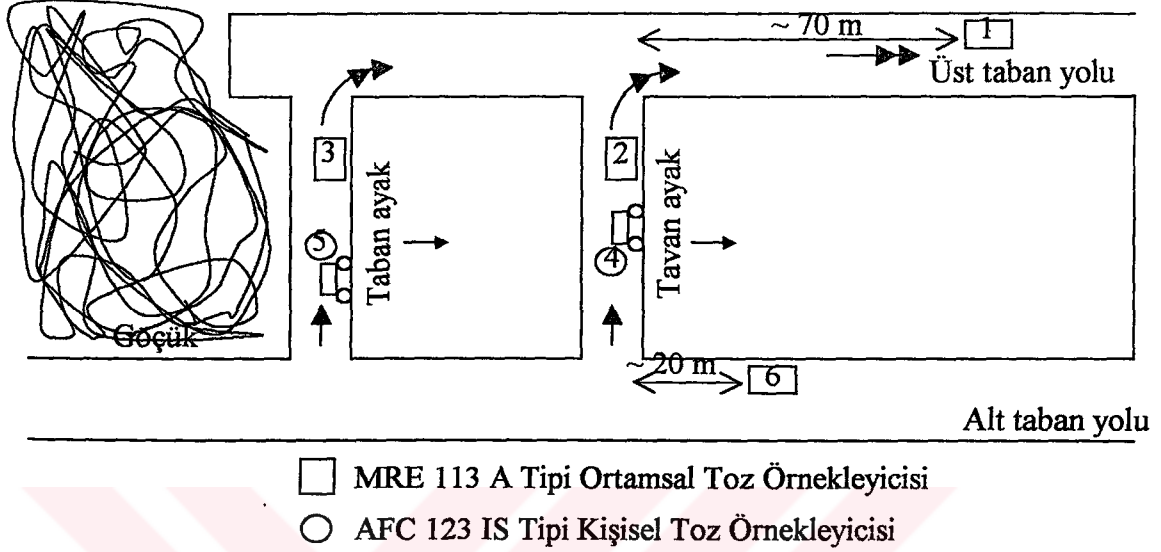
3 No'lu İstasyon: Taban ayak içinde taban ayağı terkeden havanın toz yoğunluğunu ve bu noktada çalışan işçilerin maruz kaldıkları toz miktarlarını özellikle taban kuyruk tahkimatçıların maruz kaldıkları toz miktarlarını ölçmek için seçilmiştir.

4 ve 5 No'lu İstasyonlar: Tavan ayakta ve taban ayakta üçer tane operatör olmak üzere altı tane operatör çalışmaktadır. Çalışma esnasında operatörlerin maruz kaldığı toz miktarlarını ölçüm amacıyla seçilmiştir. Operatöre takılan portatif kişisel toz örnekleyici kullanılmıştır.

6 No'lu İstasyon: Ayaklara giren havadaki toz miktarı konusunda bilgi edinmek amacı ile seçilmiştir.

Bazı ölçüm istasyonlarında uygulanan mesafeler, (tavan ayak içi tavan kuyruktan ~20 m içeride, taban ayak içi taban kuyruktan ~20 m içeride, alt taban yolu tavan ayağının ~20 m ilerisi, üst taban yolu iki ayak önü tavan ayaktan ~70 m ileride ve

üfleyci vantilatörün kazı arındaki ağzının ~20 m gerisi olarak alınan ölçüm istasyonlarındaki mesafeler) İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Merkezinde (İSGÜM) yapılan seminerlerde alınan kararlarla tespit edilmiştir (Albuz, 2000).



Şekil 6.5. Mekanize üretim panolarında toz ölçüm istasyonları

#### 6.7.2. Hazırlık bacası ölçüm istasyonları

1. Operatörler

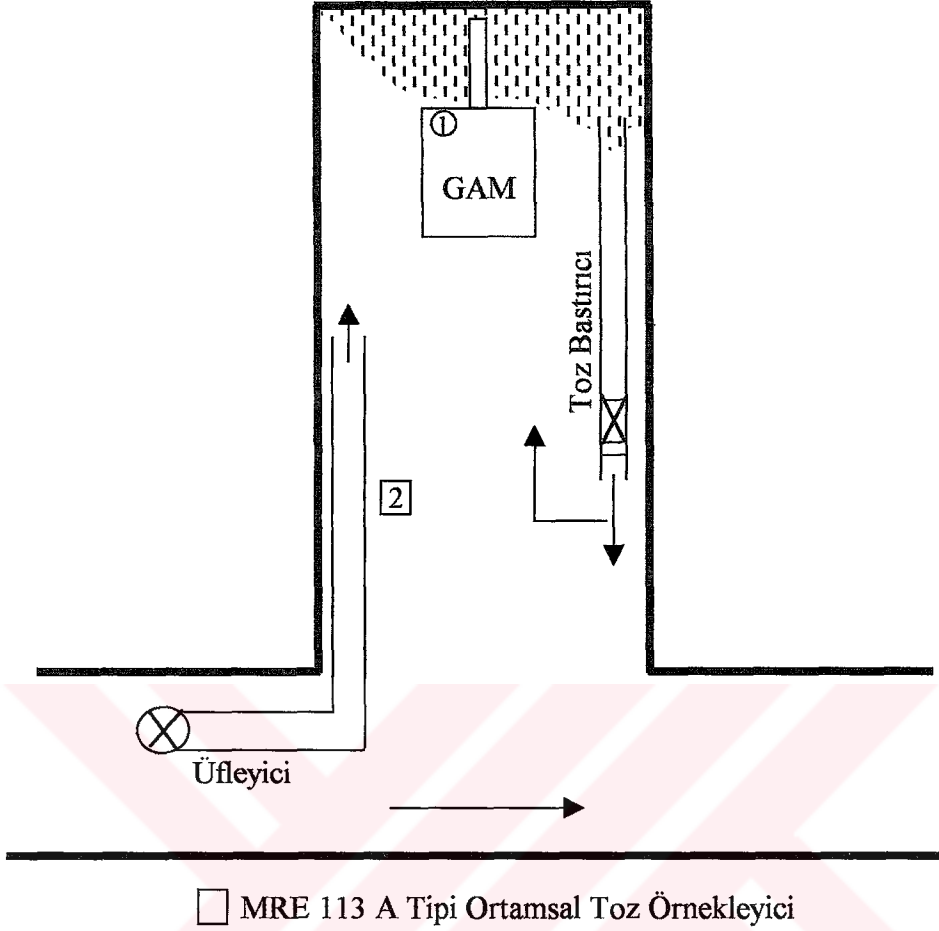
2. Üfleyci vantilatörün kazı arındaki ağzının (vantüp arının) ~ 20 m gerisi

(Şekil 6.6)

Hazırlık bacası toz ölçüm istasyonlarının yerlerinin seçimindeki gerekçeler aşağıya çıkarılmıştır.

1 No'lu İstasyon: GAM operatörünün kazı sırasında maruz kaldığı toz miktarının ölçümü amacıyla seçilmiş ve örneklemede operatöre takılan portatif kişisel AFC 123 IS tipi toz örnekleyici kullanılmıştır.

2 No'lu İstasyon: Galeriye terk eden havadaki nihai toz konsantrasyonunun saptanması amacıyla düşünülmüştür. Yeri vantüp arınının (üfleyci vantilatörün kazı arındaki ağzının) 20 m gerisindedir. Hazırlık bacalarında arına vantüp vasıtası ile hava verilmektedir. Bu hava ise kazı arına belli bir hızla çarpmakta ve arında toz sirkülasyonuna yol açmaktadır. Böyle bacalarda toz ölçümlerinin üfleyci vantilatörün kazı arındaki ağzının 20 m gerisinden alınması uygun görülmüştür. Toz ölçme noktalarında dikkat edilecek önemli hususlardan birisi de havanın türbülans yapmadığı yerlerin seçilmesidir.



□ MRE 113 A Tipi Ortamsal Toz Örnekleyici

○ AFC 123 IS Tipi Kişisel Toz Örnekleyici

Şekil 6.6. Hazırlık galerindeki toz ölçüm istasyonları (Şensöğüt, 1994)

## 7. OCAK HAVASINDA İZİN VERİLEN TOZ SINIR DEĞERLERİ

İşçi sağlığı ve iş güvenliğinin sağlanabilmesi için, devlet, işveren ve işçinin yasalarda belirtilen esaslara göre birlikte çalışmaları gerekmektedir. Bu üçlüden birisi veya bir kaçının üzerine düşen yükümlülüğü yerine getirmemesi söz konusu ise, o iş yerinde iş güvenliği sağlanmış sayılmaz.

Her işveren, iş yerinde personelin sağlığını ve iş güvenliğini sağlamak için gerekli olanı yapmak ve bu husustaki araçları noksansız bulundurmakla yükümlüdür.

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından 23976 sayılı ve 26 Şubat 2000 tarihli resmi gazetede yayımlanan, Maden ve Taş Ocakları İşletmelerinde ve tünel yapımında tozla mücadeleyle ilgili yönetmelik maddelerinden bazıları aşağıya çıkarılmıştır.

“Madde 1 – Yönetmeliğin amacı; maden ve taş ocakları işletmelerinde ve tamamlayıcı tesislerinde çalışan işçilerde toz hastalığına neden olacak toz oluşumunu önlemektir.”

“Madde 2 – Yönetmelik maden ve taş ocakları ile tünel yapımında ve tamamlayıcı tesislerinde tozun kontrolü için uyulması gereken teknik yöntemler ile çalışanların tıbbi kontrol muayenelerini kapsar.”

“Madde 4 – Bu yönetmelikte geçen;

Bakanlık: Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığını

Toz: Maden ve taş ocaklarında, tünel yapımında ve tamamlayıcı tesislerinde işyeri havasına yayılan mineral ve kayaç parçacıklarını,

Solunabilir Toz: Aerodinamik eşdeğer çapı 0-5  $\mu$  büyüklüğünde kristal veya amorf yapıda toz ile çapı 3  $\mu$ 'dan küçük, uzunluğu çapın en az 3 katı olan lifsel tozları,

Pnömokonyoz (Akciğer Toz Hastalığı): Akciğerlerde toz birikmesi ve buna karşı dokusal tepkime sonucu oluşan akciğer hastalığını,

Toz Ölçümü: Ortam havasında gravimetrik esasa veya lifsel tozlarda lif sayısına göre toz miktarını belirlemeyi,

Tozsuz İşler: Ortam havası eşik sınır değeri (ESD) 0 mg/m<sup>3</sup> olan işleri,

Tozla Mücadele Birimi (TMB): Maden ve taş ocaklarında, tünel yapımında ve tamamlayıcı tesislerinde, Yönetmelik hükümlerini uygun biçimde tozla mücadele işlevini üstlenecek birimi,

Toz Kontrol Mühendisi: Toz kontrolü konularında eğitim veya kurs görmüş ve daimi olarak işyerlerinde görevli olan maden veya jeoloji mühendisini, birden fazla işletmesi olan işverenlerin işletmelerinden birinde veya Genel Müdürlük merkezinin bulunduğu yerde ikamet eden maden veya jeoloji mühendisini,

Toz Laboratuvar Sorumlusu: Laboratuvarda toz değerlendirmeleri konusunda eğitim görmüş jeoloji, maden ve kimya mühendisi veya kimyageri,

Örnekçi: Maden ve taş ocaklarında, tünel yapımında ve tamamlayıcı tesislerinde çalışma ortamından örnek alma konusunda eğitim görmüş işçi ve teknisyeni,

Tozla Mücadele Komisyonu (TMK): Yönetmelikle ilgili konularda alınacak kararlara esas olmak üzere, teknik ve tıbbi açıdan görüşler hazırlamak amacıyla oluşturulan komisyonu,

İSGÜM: Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Merkezi ve bu merkezin bölge laboratuvar şefliklerini,

ILO: Ulusları Çalışma Örgütünü,

Eşik Sınır Değeri (ESD): Uzun süre ve olağan çalışma saatlerinde sağlık açısından herhangi bir sorun oluşturmayan günlük aşılmaması gereken değeri,

Toz Örnekleme Cihazı: Ortam havasındaki solunabilir tozları örneklemeye yarayan cihazı ve kişisel toz toplama cihazını,

ifade eder.”

“Madde 8 – Toplam işçi sayısı 300 ve daha fazla olan işletmeler TMB kurmakla yükümlüdür. İşçi sayısı 300’den az olan işyerleri, üretim kapasitesi, İSGÜM ölçüm sonuçlarına dayanarak tozun niteliği ve yoğunluğuna göre Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı iş müfettişinin veya İSGÜM’ün teklif edeceği işyerleri, TMK’nın uygun görmesi durumunda TMB kurmak zorundadır. Yönetmelik kapsamına giren ve aynı il sınırları dahilinde veya 100 km. çaplı alan içindeki işyerleri ortaklaşa Tozla Mücadele Birimi kurabilirler. Bir TMB kurmuş olan işveren, aynı tozla mücadele birimi ile farklı illerde ve diğer işletmelerindeki tozla mücadele işlemlerini yürütebilir.”

“Madde 9 – Tozla Mücadele Birimi, bir toz kontrol mühendisi, toz laboratuvar sorumlusu, yeterli sayıda örnekçi, örnek alma cihazı ve laboratuardan oluşur.”

“Madde 16 – Kristal yapıda SiO<sub>2</sub> içeriği % 5’ten az olduğu takdirde ESD 45 mg/m<sup>3</sup> olarak kabul edilir.”

“Madde 17 – Toz yoğunluğu ESD’nin üstünde olan işyerlerinde üretime yönelik olarak işçi çalıştırılmaz. Bu gibi işyerlerinde toz oluşumunun önlenmesi veya tozun bastırılması yöntemleri ile toz yoğunluğunun ESD’nin altına düşürülme çalışmaları yapılır. Toz bastırma çalışmaları sonucunda toz ölçümü yenilenir, toz yoğunluğu ESD’nin altına düştüğü tespit edildiğinde çalışmalara izin verilir.”

“Madde 25 – Tozla mücadele toz oluşumunu önlemek, kaynağında tozu bastırmak uygun havalandırma ile toz yoğunluğunu seyreltmek ve öngörülen ESD düzeyi altında tutmak esastır. Tozlu ortamda çalışma sırasında kişisel koruyucu toz maskesi, maskenin toz süzme özelliği tam olarak belirmiş olması, yüze tam yoğunluğunun ve düzenli bakımının sağlanması şartı ile kısa süreli bir vardiyada toplam bir saati geçmeyen tozlu çalışmalarda mekanik tozla mücadele önlemlerine yardımcı araç olarak kullanılabilir.”

“Madde 27 – Yönetmelik kapsamına giren işyerlerinde üretimde çalışan işçilerin işe girişte ve çalışma süresince en az iki yılda bir kez standart göğüs filmleri alınarak radyolojik muayeneleri yapılır. Bu radyolojik muayenelerin düzenli olarak yerine getirilmesinden işveren sorumludur.”

“Madde 31 – Tozla Mücadele Biriminde görev alacak kişiler ile pnömokonyoz değerlendirmesinde görev alacak hekimler için eğitim seminerleri düzenlenir. Bu seminer programları, İSGÜM koordinasyonunda üniversiteler, ilgili kurum ve kuruluşlar tarafından hazırlanır ve uygulanır.”

“Madde 33 – Bu Yönetmelik hükümlerini Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanı yürütür.”

Yönetmelikte de açık bir şekilde belirtildiği gibi ocak havasında izin verilen toz sınır değeri 5 mg/m<sup>3</sup> olarak öngörülmüştür. Park Teknik’te toz kontrol mühendisi, toz laboratuvar sorumlusu, yeterli sayıda örnekçi ve laboratuardan oluşan bir tozla mücadele birimi vardır. Bu birimin toz kontrolü için uyguladığı teknik ve yöntemler sonucunda ölçülen toz yoğunlukları ESD’nin altındadır. Bu da toz ile mücadele açısından sevindiricidir.

## 8. İSTATİSTİKSEL ÇALIŞMALAR

Ölçümler değişik vardiyalarda 1997 – 1998 – 1999 - 2000 ve 2001 yıllarında farklı şekillerde OAL işletmesi ve Park Teknik Madencilik, Elektrik Sanayi Anonim Şirketi tozla mücadele mühendislerinin almış oldukları ölçümlere 19.06.2000 - 29.06.2000 tarihleri arasında ve 10.08.2001 - 25.08.2001 tarihleri arasında bu tezin yazarı tarafından alınmış olan toz ölçümleri de eklenerek sunulmuştur.

Bu istatistiksel çalışmada veri olarak, işletmede 1997 - 2001 yılları arasında yapılmış olan toplam 3440 adet toz ölçüm değerleri kullanılmıştır. Her bir ölçüm için; ölçüm alınan istasyon numarası ve ölçüm tarihi veri olarak toplanmıştır. Ölçüm süreleri sabit olup bütün cihazlar için tam çalışma ortamında dört saatlik periyotlar halinde yapılmaktadır. Elde edilen veriler çalışma yerlerine göre sınıflandırılmıştır.

Çalışma yerlerine göre sınıflama; alt taban yolu, üst taban yolu, tavan ayak içi, taban ayak içi, alt taban yolu operatör, üst taban yolu operatör olarak yapılmış, hazırlık bacalarında ise GAM operatörü ve vantüp arınının 20 m gerisidir. Her sınıf ayrı ayrı istatistiksel değerlendirmeye alınarak çalışma yerlerine göre toz koşulları belirlenmiştir.

Ortalama toz değerleri belirlendikten sonra, sulanabilir toz koşulları 2 Şubat 2000 tarih 23976 sayılı resmi gazetede yayınlanan “Maden ve taş ocakları işletmelerinde ve tünel işletmelerinde ve tünel yapımında tozla mücadeleyle ilgili yönetmelik” hükümlerinde yer alan eşik sınır değeri (ESD) esas alınarak yorumlanmıştır.

Eşik Sınır Değeri (ESD)  $5 \text{ mg/m}^3$ 'ün üstünde olan iş yerlerinde üretime yönelik olarak işçi çalıştırılmaz. Bu gibi işyerlerinde toz oluşumunun önlenmesi veya tozun bastırılması yöntemleri ile toz yoğunluğunun ESD'nin altına düşürülme çalışmaları yapılır. Toz bastırma çalışmaları ESD'nin altına düştüğünde çalışmalara izin verilir.

Yeraltı çalışma yerlerine göre yapılan toz ölçüm sonuçları, aylara göre bölümlerin ortalama toz yoğunluk grafikleri, yeraltı çalışma yerlerine göre yapılan istatistiksel hesaplamaların toplu sonuçları tezin ekler kısmında verilmiştir. Yapılan istatistiksel çalışmalarda iki grubu karşılaştırmak için T-testi, ikiden fazla grubu karşılaştırmak için Varyans Analizi ve grup ortalamaları arasındaki farkın önem kontrolü işlemi için Duncan testi uygulanmıştır. Ortalama toz değerlerinden, toz

yoğunluk grafikleri çıkartılmıştır. Bu işlemler yapılırken SPSS, Excel ve Minitab istatistik paket programları kullanılmıştır.

Üretim panosu ölçüm istasyonları ile hazırlık bacası ölçüm istasyonları için yapılan Varyans Analizinde, noktalara göre tarihler arasında farklılık olup olmadığı, incelenmiş, ayrıca her iki birimde bulunan operatörler arasında, tavan ayak kuyruk ile taban ayak kuyruk arasında, üst taban yolu ile alt taban yolu arasındaki ilişkiler, son beş yıl (1997 - 2001) baz alınarak tavan ayak operatörleri, taban ayak operatörleri, hazırlık bacası operatörleri, tavan ayak kuyruk yolu ve üst taban yolundan alınan toz ölçümleri istatistiksel analize tabii tutularak, yıllara göre grup ortalamaları ve grup ortalamaları arasındaki farklar tesbit edilmiştir. Geçerliliği olasılık esaslarına göre araştırılabilen ve bir karar verebilmek için öne sürülen varsayımlara istatistikte “Hipotez” denir. Bu hipotezler, kontrol edilmeleri sonucunda anlam kazanır. Hipotezlerin örneklem yardımıyla incelenmesine “Önem Kontrolü ya da Hipotez Testi” denir. Bilgisayarlarda kullanılan istatistik paket programlarındaki hipotez testlerinde genellikle bir olasılık hesaplanır. Örneğin;  $P = 0.04$  olduğunda  $\alpha = 0.05$  ise  $P < \alpha$  olduğu için  $H_0$  hipotezi reddedilir.  $\alpha = 0.01$  ise  $P > \alpha$  olduğu için  $H_0$  hipotezi kabul edilir. Herhangi bir şeyin doğruluğunu kontrol edebilmek için, karşıtının bulunması gerekir. Bir hipotez testi yapıp  $H_0$  hipotezinin kabulüne ya da reddine karar verildiğinde aşağıdaki iki durumdan birisi söz konusu olacaktır (Apaydın ve ark., 1997).

- 1-  $H_0$  gerçekte doğrudur ve kabul edilmiştir.
- 2-  $H_0$  gerçekte yanlıştır ve reddedilmiştir.

Tüm verilere uygulanan Varyans Analizi sonucunda noktalara göre tarihler arasında farklılık olup olmadığı incelenmiş ve hatalar sırası ile  $4.375 \times 10^{-2}$ ,  $4.836 \times 10^{-3}$   $5.638 \times 10^{-2}$  olarak bulunmuştur. Bu hata oranı çok düşüktür. Önem seviyesi  $< \alpha = 0,05$  olduğunda  $H_0$  hipotezi red edilir. Noktalara göre tarihler arasında fark tesbit edilmiştir. Aynı zamanda noktalar ile tarihler arasında önemli bir ilişki bulunmaktadır.

Üretim panosu ve hazırlık bacasında bulunan operatörleri için yapılan istatistiksel analizler sonucunda (Ek 17) grup ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir. Çünkü uygulanan Duncan testi sonucunda farklı harflerle bu farklar belirtilmiştir. Burada tavan ayak operatörleri için ortalama  $3.6944 \pm 0.2105 \text{ mg/m}^3$ , taban ayak operatörleri için ortalama  $3.9051 \pm 0.2688 \text{ mg/m}^3$  ve hazırlık bacası operatörleri için ortalama  $4.5313 \pm 0.1906 \text{ mg/m}^3$  olarak bulunmuştur. Bulunan bu

değerler ışığında hazırlık bacası operatörleri üretim panosunda çalışan operatörlere göre daha yüksek toz konsantrasyonuna maruz kaldığı tesbit edilmişti. Ayrıca taban ayak operatörlerinin, tavan ayak operatörlerine göre daha fazla tozlu ortamda çalıştıkları ortalamalardan görülmektedir.

Tavan ayak operatörlerinin yıllara göre maruz kaldığı toz ortalamaları (Ek 20) 1997 yılı için;  $3.6944 \pm 0.2105 \text{ mg/m}^3$ , 1998 yılı için  $3.8227 \pm 0.1913 \text{ mg/m}^3$  ve 2001 yılı için  $3.6893 \pm 0.2030 \text{ mg/m}^3$  olarak bulunmuştur. Yapılan Duncan testi sonucunda 1998 yılı “a” ve diğer yıllar (1997, 1999, 2000 ve 2001 yılları) “b” olarak bulunmuştur. Buradan 1997, 1999, 2000, 2001 yılları arasındaki farkların istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur. Fakat 1998 yılı diğer yıllardan farklıdır. Bulunan değerlere göre tavan ayak operatörleri son beş yıl içinde (1997, 1998, 1999, 2000 ve 2001 yılları içinde), 1998 yılında diğer yıllara göre daha tozlu bir ortamda çalışmışlardır. Tavan ayak operatörlerinin maruz kaldığı toz yoğunluklarında bir iyileşme sağlanamamıştır.

Taban ayak operatörlerinin yıllara göre maruz kaldığı toz ortalamaları Ek 21’de görülmektedir. Burada 1997 yılı için  $3.9051 \pm 0.2688 \text{ mg/m}^3$ , 1998 yılı için  $3.9252 \pm 0.2669 \text{ mg/m}^3$ , 1999 yılı için  $3.9467 \pm 0.3075 \text{ mg/m}^3$ , 2000 yılı için  $3.9962 \pm 0.2207 \text{ mg/m}^3$ , 2001 yılı için  $3.9634 \pm 0.2473 \text{ mg/m}^3$  bulunmuştur. Yapılan Duncan testi sonucunda yıllara göre grup ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir. Toz yoğunluklarında yıllara göre önemli bir değişiklik olmamıştır. Ayrıca yapılan Varyans Analizi sonucunda önem seviyesi 0,258 olarak bulunmuştur. Önem seviyesi  $< \alpha = 0.05$  olduğundan  $H_0$  hipotezi kabul edilir. Yani noktalara göre tarihler arasında fark yoktur.

Hazırlık bacası operatörlerinin yıllara göre maruz kaldığı toz ortalamaları Ek 22’de görülmektedir. Burada 1997 yılı  $4.531 \pm 0.1906 \text{ mg/m}^3$  ortalama ile son beş yılda hazırlık bacası operatörlerinin maruz kaldığı en tozlu yıl olup ESD değerinin altındadır. Hazırlık bacasında 1997 yılı ile 1998 yılı baz alındığında belirgin bir iyileşme söz konusudur. Yine hazırlık bacası operatörleri için 1997, 1998, 1999, 2000 ve 2001 yılları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir. Önem seviyesi 0.072 olarak bulunduğundan noktalara göre tarihler arasında fark yoktur.

Tavan ayak kuyruk kısmında çalışan personel ile taban ayak kuyrukta çalışan personellerin maruz kaldıkları toz yoğunluklarını karşılaştırmak için T-testi uygulandı. Tavan ayak kuyruk için ortalama  $4.3123 \pm 0.1545 \text{ mg/m}^3$  ve taban ayak kuyruk için ortalama  $4.4352 \pm 0.1643 \text{ mg/m}^3$  bulunmuştur (Ek 18) Buradan taban ayak kuyruk kısmında çalışan işçilerin daha tozlu bir ortamda çalıştıkları görülmektedir.

Üst taban yolunda çalışan personel ile alt taban yolunda çalışan personellerin maruz kaldığı toz ortalamaları Ek 19'da görülmektedir. Üst taban yolu  $4.6971 \pm 0.1520 \text{ mg/m}^3$  ve alt taban yolu  $1.4991 \pm 0.2405$  olarak bulunmuştur. Buradan temiz havanın alt taban yolundan girip üst taban yolundan çıktığı sırada ne kadar toz içermeye başladığı belirlenmiştir.

Tavan ayak kuyruk kısmında ölçülen değerlerin sonucuna göre yapılan Varyans Analizi ve Duncan testi sonuçları Ek 23'de görülmektedir. Burada 1997, 1998, 1999, ve 2001 yıllar "b", 2000 yılı ise "a" olarak bulunmuştur. Ortalamalar ise, 1997 yılı için  $4.3123 \pm 0.2545 \text{ mg/m}^3$ , 1998 yılı için  $4.3322 \pm 0.1642 \text{ mg/m}^3$ , 1999 yılı için  $4.3092 \pm 0.1283 \text{ mg/m}^3$ , 2000 yılı için  $4.4677 \pm 0.1893 \text{ mg/m}^3$ , 2001 yılı için  $4.3524 \pm 0.2646 \text{ mg/m}^3$  bulunmuştur. Buradan 2000 yılı diğer yıllardan farklı ve yüksektir. Diğer yıllar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz olmakla birlikte 1999 yılı  $4.3092 \pm 0.1283 \text{ mg/m}^3$  ortalama ile en tozsuz yıl olduğu tesbit edilmiştir.

Taban ayak kuyruk kısmında ölçülen değerlerin sonucuna göre yapılan istatistiksel analizlerin sonuçları Ek 24'de görülmektedir. Buradan 1997 ve 2001 yılları "b" ve 1998, 1999 ve 2000 yıllar "a" olarak bulunmuştur 1997 yılı  $4.4352 \pm 0.1643 \text{ mg/m}^3$  ortalama ile en tozsuz ve 2000 yılı ise  $4.5560 \pm 0.1849 \text{ mg/m}^3$  ortalama ile en tozlu yıllardır.

Üst taban yolu iki ayak önünde alınan toz ölçümlerine uygulanan istatistiksel analizlerin sonuçları Ek 25'de görülmektedir. Burada 1997 yılı ile 1998 yılı toz ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir. 1999 ve 2001 yılı ise  $4,8315 \pm 0,1232 \text{ mg/m}^3$  ortalama ile son beş yıl için en tozlu yıldır.

Alt taban yolu ve hazırlık bacası gerisinden değerler sonucuna göre yapılan istatistiksel analizlerin sonuçları Ek 26-27'de görülmektedir. Önem seviyeleri sıra ile 0.361 ve 0.202 olarak bulunmuştur. Bu değerler  $\alpha = 0.01$  değerinden büyük ( $P > \alpha$ ) olduğu için  $H_0$  hipotezi kabul edilir. Yani noktalara göre tarihler arasında fark yoktur denir. Yapılan Duncan testi sonucunda da bütün yıllar "a" olarak bulunduğu için, ortalamalar birbirine çok yakın ve istatistiksel olarak önemsizdir.

Aylara ait bölümlerin ortalama toz yoğunluk grafikleri Ek 6 - 10'da verilmiştir. Bu grafiklerde de görüldüğü üzere toz yoğunlukları 26 Şubat 2000 tozla mücadele yönetmeliğinde belirtilen eşik sınır değerinin altında muhafaza edilmiş tozla mücadele açısından sevindiricidir. 3440 adet verinin tümünün istatistiksel olarak değerlendirilmesi sonucunda elde edilen şekil ve çizelgeler tezin ekler bölümünde, yorumlar ise sonuç ve öneriler bölümünde verilmiştir.

## 9. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tozla Mücadele çalışmalarında inanç en gerekli unsurlardan biridir. Yapılanın kendisine ve beraber çalışıklarına yararlı olduğuna inanmayan bir işçi, uygulaması gerekenleri tam uygulayamaz, noksan ve hatalı sistemler kurar. Bu da genellikle koruyucu hiçbir yarar sağlamaz. Tozla mücadelede güçlükler ortaya çıkarır.

Karşılaşılan güçlüklerden bazıları şunlardır:

Kömür nakliye dönüşlerinde kurulan, toz bastırıcı su fisketeleri konveyörlerden kömür gelmediği zaman özellikle lastikli konveyörleri ıslatmakta ve bu fisketelerin açma ve kapamasından sorumlu olan düğmeci, kömürün gelişine göre vanada ayarlama yapmaz ise lastik bantlarda kayma diye tabir edilen durum söz konusu olmaktadır. Bu olay sonucu da düğmeci döküş fisketesini kapatmakta eğer işine gerekli özeni göstermez ise açmamaktadır. Bu sonucu önlemek için birkaç noktada paletli ayaklı fisketeler (kömür akışına göre kendiliğinden açılıp, kapanabilen fisketeler) kullanılmaktadır. Bütün kömür nakliye döküşlerinde paletli ayaklı fisketeler kullanılabilir.

Kazı esnasında ortama fazla miktarda su püskürtülür ise tabanın yumuşamasına, direncinin düşmesine ve taban kabarmasına yol açmaktadır. Ara kesme; tavan ayağın taban taşı ve taban ayağın tavan taşı olduğu için bu ara kesmenin mümkün olduğunca dayanıklı olması gerekir. Ayrıca taban kabarması zincirli konveyörlerin paletlerinin, sıkışmasına ve makinanın arıza yapmasına sebebiyet vermektedir. Bunun sonucunda siltlerin tavan kapelerine kurulan fisketeler kapatılmaktadır.

Fazla beden gücü ile çalışan işçiler terleme ve daha fazla nefes alma ihtiyaçlarından dolayı toz maskelerini çıkarmaktadırlar. Bu işçilerin istedikleri kadar toz maskesi almaları sağlanmaktadır. Tutuculuğunu kaybeden toz maskelerini yenisi ile değiştirmeleri gerekmektedir.

GAM'ların gövdesine su çekilip bağımsız olarak su fisketeleri konulmuştur. GAM'ların fisketelerinin arının taraması bittikten sonra bakımı yapılmalıdır. Ayrıca ayaklardaki kesici yükleyicilerin, tamburlarındaki fisketelerinde her vardiya içerisinde belli aralıklarla bakımı yapılmalıdır.

Toz örnekleyici cihazların çok az veya çok fazla süre ile çalıştırılmaları istenmez. Bu cihazların 400-600 litre arasında hava emdirilecek şekilde toz ölçümleri

yapılmalıdır. Eğer bu sınırların altında veya üstünde olur ise sağlıklı bir toz ölçümü yaptığımız söylenemez. Cihazın 200-300 litre hava emmesi (cihazın 1-2 saat çalıştırılması) 7,5 saatlik üretim çalışmasına göre düşük bir rakamıdır. Gerçek toz yoğunluğunu vermez. Cihazın 700-900 litre hava emmesi (cihazın 6-7 saat çalıştırılması) ise filtrelerin radımanını düşüreceği, pilini de zayıflatacağından, cihazların fazla miktarda hava emdiği hesaplanacak, bu da oranımızdaki paydayı büyüteceğinden toz yoğunluğu düşük çıkacak ve sağlıklı hesaplanamayacaktır. En uygun çalışma saati işletmede uygulanan bütün cihazlar için tam çalışma ortamında 4 saatlik bir periyodu kapsamalıdır.

Sadece kazı yapılırken toz ölçümü alınır ise toz ölçüm değeri yüksek çıkacak, sadece bağ atma esnasında toz ölçümü alınması, toz ölçüm cihazlarının pilinin tam şarj edilmeden takılmış olması sonucu toz ölçüm değeri düşük çıkacaktır. Cihazın çalışıp çalışmadığı kontrol edilmeli ve tam çalışma ortamında kullanılmalıdır.

Kötü niyetli işçilerin toz ölçüm cihazlarının filtrelerini açarak içlerine toz doldurması veya cihazda bir arıza olduğunu toz örnekleyicisinin fark etmemesi sonucu, yapılan çalışma, cihazları hazırlamak için harcanan zaman ve onca emeğin boşa gitmesine yol açar (Albuz, 2001). Ancak iyi düzenlenmiş eğitim ve seminerler bütün bu aksaklıkları giderir. Müessesenin film arşivinde tozla mücadele ile ilgili bir film vardır. Zaman zaman konferans ve seminerlerde bu film kullanılmaktadır. Film eski olmasına rağmen olumlu etkiler bırakmaktadır. Yeni öğretici filmlerin temini ve daha iyisi kendi olanakları içinde, yeni filmlerin hazırlanıp uygulanmasında yararlı sonuçlar alınacağı anlaşılmaktadır.

Tozla mücadele konularında yol göstermek, ikaz etmek amaçlı sloganlar düzenlenerek, işçinin müessese içinde bulunduğu, oturduğu, dolaştığı, yemekhane, lambahane, tertip ve soyunma odası gibi yerlere asılan bu yazılardan bazıları aşağıda sıralanmıştır.

“Toz seni yavaş yavaş öldürebilecek sinsi bir düşmandır, onu küçük görme.”

“Tozla dolu bir akciğer çok zor taşınabilen bir yükür.”

“Çalışan kendini tozdan korumaz ise onu hiç kimse koruyamaz kendini korumasını öğren ve öğret.”

“Bilinçli mücadele Pnömonyoz etkisini yok eder.”

“Bir işyeri ortamında, havadaki solunabilir toz  $5 \text{ mg/m}^3$ ’ün ve içindeki serbest Kuvars %15 üstünde çıkmazsa orada bir işçinin çalışma ömrü 35 yıldır.”

“Pnömonyozdan korunmak, kendimize, ailemize ve yurdumuza borcumuzdur.”

“Suyu iyi kullanmak tozla mücadelenin temelidir.”

Bu sloganlar yenilenmeli, tipik çalışmalarla şekillendirilmeye çalışılmalıdır. Müessesedeki çalışmalar, Türkiye kömür madenciliği alanında yapılması gereken bu konudaki çalışmalara ışık tutacak duruma gelmelidir. Bu nedenle, önümüzdeki yıllarda, başarılı sonuçlar veren mücadele yöntemleri ilginç araştırma ve denemeleriyle bu alanda katkılı olma çabası içerisinde olduklarıdır.

“Kömür tozunun kimyasal yapısı kullanılan suya yapışmasını ve çökmesini zorlaştırmaktadır. Su ile tozun tam olarak birbirine yapışıp çökmesini sağlamak amacı ile bir yabancı firma ile malzeme takviyesi için görüş alışverişi yapılmış ve suya insan sağlığına zararlı olmayan, aynı zamanda makinaların çalışma düzenini bozmayacak, yıpratmayacak kimyasal madde kullanılmasının düşünüldüğü belirtilmektedir.” (Albuz, 2000) Bu çalışmalar araştırma ve hazırlık aşamasındadır. Bunun amacı ise suya karıştırılması düşünülen kimyasal maddenin fisketelerden püskürtülmesi ve tozun su zerreciklerine yapışarak çökmesini kolaylaştırmaktır. İşletmenin ramble sistem pnömatik (basınçlı hava yardımı ile) ramblelidir. Ramble püskürtülürken malzemenin harç şekline gelip donması için su püskürtülmektedir. Fakat yinede basınçlı havanın etkisi ile toz açığa çıkmaktadır. Bu tozu bastırmak için cam suyu (özel çubuk dondurucu) ile sertleştirme kullanılabilir veya ramblenin taşıdığı boru çapı düşürülebilir. Kullanma suyunun temizliği tozla mücadele önemli konulardan biridir genellikle yeraltı suyunun taşıdığı tozlar nedeni ile dinlendirilerek kullanılması gerekir. Bu nedenle birçok bölümlerde gerekli yerlere ikili üçlü dinlendirme havuzları inşa edilmeli, suyun islahında gerekirse kömür, kum, çakıl kompartımanları bulunan sandıklardan geçirilerek süzme ve temizleme sağlanan suyun toz tutucu özelliğinin artırılması için gerekirse bu özellikleri fazla olan tuz veya kalsiyum ve magnezyum tuzları suya belirli oranlarda ilave olunabilir.

İşçilerin 6 ayda bir periyodik muayenelerinin yapılması meslek hastası olduğu tespit edilecek işçilerin tozsuz yerlerde istihdamı yapılarak korumaya alınması, ayakların üretiminin mümkün olduğunca farklı vardiyalara çevrilmesi, hava dönüş

yollarında en az kişi istihdam edecek şekilde çalışılması, tozla mücadeledeki başarı oranını yükseltecektir.

Toz tamamen bertaraf edilse bile bununla mücadele tedbirlerinden kaçınılması icap eder. Tozla mücadele ve korunmak için aşağıdaki hususlara da dikkat etmek gerekir.

Tozu kaynağında bastırmak, meydana geliş kaynağını kesmek ve süspansiyon haline geçiş ile hava akımına karışımı önlemek, tane büyüklüğü 5 µ altındaki ince tozu bilhassa azaltmak, çökmüş olan tozun tekrar girdaplanmasına mani olmak, havada süspansiyon halinde olan tozun tesirini mümkün mertebe az tutabilmek için işçinin işini hafifletmek ve bu suretle de daha az hava, dolayısıyla daha az toz teneffüs etmesini sağlamak, personelin toz maskesi kullanmasını sağlamak ve kontrol etmek, tozlu yerlerde toza karşı büyük direnci olan işçileri çalıştırmak, genç işçileri buralardan almak ve mümkün mertebe tozu az olan emici hava akımında çalıştırmalı, iyi bir hava akımı sağlanmalı, az hava hızında süspansiyon halinde olan toz çabucak sevk edilemez ve bu suretle de mevzii zenginleşmeleri meydana gelebilir. Yüksek hızda ise toz uzak yerlere dağılır çökmez. Çok küçük taneciklerin zararlı ve çıplak gözle görülmemesinden dolayı tedbirlerin başarısı çıplak gözle tespit edilmemeli, periyodik olarak ölçülerek gelişimi takip edilmelidir. Yerüstü ve yeraltı işletmeleri kamyon nakliye yolları ve insan yürüyüş yolları belli aralıklarla ıslatılmalı, tahkimatın üzerine birikmiş tozlar yıkanmalıdır (Saltoğlu, 1970).

Yeni tozluluk sınıflandırma sistemine göre eşik sınır değeri (ESD) 5 mg/m<sup>3</sup> olarak kabul edilmiştir. Buna göre alınan toz ölçüm sonuçlarının tamamı ESD'nin altındadır. Toplam toz seviyelerinin sınır değerinin altında oluşu, çalışma yerlerinde işçilerin büyük çoğunluğunun tozsuz veya az tozlu ortamlarda çalışacak şekilde istihdam edilmeleri tozla mücadele açısından sevindiricidir. Elde edilen toz sonuçlarının bir kısmı ESD değerine çok yakındır. Genelde OAL ocaklarında toz probleminin olmadığını söylemek mümkün değildir. İşletmede tozla mücadele konusunda hiçbir mücadele yapılmadığı zaman yüksek oranda toz mevcuttur. Bu nedenle toz oluşumunun önlenmesi veya toz bastırma yöntemlerinin geliştirilmesi ve uygulanmasına itina ile devam edilmelidir. Madencilik, tıp, istatistik ve bilgisayar gibi konuyla ilgili uzmanlık disiplinleri arasında eşgüdüm sağlanması, bu riski daha da azaltmak için tozla mücadelede etkin önlemlere başvurulması gerekmektedir.

Elde edilen 3440 adet verinin tamamı 1997 - 2001 yıllarına ait veriler olmak üzere üç alt sınıfa ayrılmış, tüm hesaplamalar SPSS, Excel, Minitab istatistik paket programları kullanılarak yapılmıştır. Tüm verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi sonucunda, üst taban yolundaki ortalama toz yoğunluğu  $4.6971 \pm 0.1545 \text{ mg/m}^3$  ve alt taban yolundaki toz yoğunluğu  $1.2991 \pm 0.2405 \text{ mg/m}^3$  olarak bulunmuştur. Üst taban yolundaki toz yoğunluğu alt taban yoluna göre çok daha yüksek olduğu, bu da alt taban yoluna giren temiz havanın ayak içlerinde kirlenerek üst taban yolundan çıktığını göstermektedir. Taban kuyrukta çalışan işçilerin tavan kuyrukta çalışan işçilere göre daha tozlu ortamlarda çalıştıkları alınan ölçümlerle tesbit edilmiştir. Ayrıca ortalama toz yoğunları Ek 17'de tavan ayak operatörleri için  $3.6944 \pm 0.2105 \text{ mg/m}^3$ , taban ayak operatörleri için  $3.9051 \pm 0.2688 \text{ mg/m}^3$ , hazırlık bacası operatörleri için  $4.5313 \pm 0.1906 \text{ mg/m}^3$  olarak ölçülmüştür. Burada taban ayak operatörlerinin tavan ayak operatörlerine göre daha fazla toza maruz kaldıkları, hazırlık bacası operatörlerinin bütün operatörler arasında en fazla toza maruz kalan operatörler olduğu tespit edilmiştir. Tavan ayak kuyruk çalışanlarının, taban ayak kuyruk çalışanlarına göre daha tozsuz ortamda çalıştıkları tesbit edilmiştir.

İşletmede en çok toz meydana getiren ortamların kazıcılar ve bant aktarma yerleri olduğu gözlemlenmiştir. Maruz kaldıkları toz oranları açısından hazırlık bacalarında kazı arınında en yakın noktada çalışan GAM operatörü ve arın ustası daha tozlu bir çalışma ortamındadırlar tozlu hava hareketi geriden arına doğrudur. Hazırlık bacalarında toz bastırıcı veriminin yüksek olması tozla mücadele başarısı için önemlidir. Toz bastırıcı ünitenin direnç oluşmayacak şekilde düz bir hat izlemesinin sağlanması ve arına olan uzaklığının özenle takibi gerekmektedir. Klasik sistemde üfleyici vantüp ağzının arına uzaklığı önemlidir vantüp arına yaklaştıkça toz bastırıcıya girmeden galeri gerisine kaçan toz miktarı artmaktadır. Optimum uzaklık 15 - 20 metre dolayındadır (Albuz, 2000).

Yukarıda sıralanan ve olumlu neticeleri görülen çalışmaların devam edebilmesi için; öncelikle bunları kullanan personel ile diğer çalışanların, toz bastırma düzeneklerini koruma ve kollamada tozla mücadele birimine yardımcı olmaları gerekmektedir. Aksi takdirde, yapılan bunca çalışmaya rağmen, tozla mücadelede yeterli sonuç elde edilmesi güçleşmektedir.

Genel olarak kabul edilebilir kriterler ışığında son beş yıl içinde, ocakların tozluluk koşulları normal olarak yorumlanabilir. Son beş yıllık dönem birer yıllık dilimler olarak ele alındığında, tozla mücadelede belirgin bir iyileşme sağlanamadığı görülmektedir.

## 10. KAYNAKLAR

- AFC 123 IS Tipi Gravimetrik Toz Örnekleyicisi El Kitabı, OAL İşletmesi, Çayırhan, Ankara.
- ALBUZ, S., 2000, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Merkezinde Düzenlenen Seminer Notları, Ankara.
- ALBUZ, S., 2001, Park Teknik Elektrik ve Madencilik Anonim Şirketi, Tozla Mücadele Maden Mühendisi, Kişisel Görüşmeler.
- APAYDIN, A., KUTSAL, A. ve ATAKAN, C., 1997, Uygulamalı İstatistik, Ankara.
- AYDIN, Y., 1986, Beypazarı Tevsi Projesi, TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayın Organı, Cilt: 26, Sayı:2, Ankara.
- BAYSAL, F., 1979, İşyerlerinde Solunabilir Toz Sorunu, 6. Bilimsel Teknik Kongre, Zonguldak.
- ÇAKIR, A. ve DİDARİ, V., 1991, TTK İşyerlerinde Solunabilir Toz Koşullarının Ayrıntılı Değerlendirilmesi, Madencilik Dergisi, Aralık, Cilt 30, Sayı 4, Sayfa 21-8.
- ÇETİN, O., 1995, OAL İşletmesinde Mekanize Galerilerinde Toz Kontrolü, Osman Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- DALBUDAK, A., 1999, Toz Raporu, OAL İnsan Gücü Eğitim Müdürlüğü.
- DİDARİ, V., 1981, EKİ, Kozlu Bölgesi Yeraltı Ocaklarında Toz Yoğunluklarının Saptanması ve Ölçü Tekniğinin Geliştirilmesi, Doktora Tezi, İTÜ Maden Fakültesi.
- DİDARİ, V., 1983, Toz Durumlarının Kitlesel Toz Ölçme Yöntemi ile Belirlenmesi, TMMOB MMO Yayını, Sayfa 27-33, Ankara.
- GÜNEY, M., 1971, Zonguldak Havzası Kolu Acılık Damarında Tozlama Üzerine Bir Etüd, 2. Türkiye Madencilik Teknik ve Bilimsel Kongresi.
- GÜYAGÜLER, T., 1991, Ocak Havalandırması, TMMOB, MMO Yayını.
- İKİZ, F., PÜSKÜLCÜ, H. ve EREN, A., 1996, İstatistiğe Giriş, 4. Baskı, Ege Üniversitesi Yayınları, İzmir.
- KARACELEBİ, A.S., 1980, Toz Raporu, EKİ İnsan Gücü Eğitim Müdürlüğü.
- MARSAL, D., 1990, Yerbilimciler İçin İstatistik, Hacettepe Üniversitesi Yayını
- MRE 113 A Tipi Gravimetrik Toz Örnekleyicisi El Kitabı, OAL İşletmesi, Çayırhan, Ankara.

OAL MÜESSESESİ, 1988, Yeraltı Projesi, Çayırhan, Ankara.

ÖCAL, M., GÜNGÖR, G. ve GÖK, M.Ş., Madencilik Terimler Sözlüğü.

ÖNCE, G. ve GÜNGÖR, S., 1986, Madenlerde Havalandırma, Anadolu Üniversitesi  
Yayımları

RESMÎ GAZETE, 2000, Maden ve Taş Ocakları İşletmelerinde ve Tünel Yapımında  
Tozla Mücadele Yönetmeliği, 26 Şubat, Sayı 23976.

SALTOĞLU, S., 1970, Maden İşletmelerinde Toz ve Silkozla Mücadele, İ.T.Ü.,  
Yayımları, İstanbul.

ŞENSÖĞÜT, C., 1994, Klasik ve Kontrollü Kısa Devre Havalandırma İle Uzun  
Hazırlık Galerilerinde Toz Kontrolü, Madencilik Dergisi, Cilt 32, Sayı 1.

SERPEN, Ö., 1986, Uygulamalı İstatistik, İstanbul.

ŞENSÖĞÜT, C. ve SARAÇ, S., 1990, Kısa Devre Havalandırma Yeni Bir Alternatif,  
Türkiye 7. Kömür Kongresi

ÜNVER, Ö. ve CAMGAN, H., 1999, Uygulamalı İstatistik Yöntemleri, 3.Baskı.

VIDİNEL, İ., Akciğer Hastalıkları, Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Yayınları, İzmir.

YALÇIN, E. ve GEDİKOĞLU, R., 1992, TTK Amasra Taşkömürü İşletmesi 1989 Yılı  
Toz Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi, Madencilik Dergisi, Cilt 31,  
Sayı 3.

YAPRAK, S., DİDARİ, V. ve TÖZÜN, A., İ., 1988, Solunabilir Ocak Tozlarının  
Kuars İçerikleri, 6. Kömür Kongresi, Zonguldak.

YAPRAK, S. ve DİDARİ, V., 1990 TTK Ocaklarında Solunabilir Toz Koşullarının  
İstatistiksel Bir Değerlendirilmesi, Türkiye T. Kömür Kongresi Bildiriler  
Kitabı, Sayfa 221-232.

## EKLER

Ek 1: 1997 yılına ait toz ölçümleri (değerler mg/m<sup>3</sup> cinsindedir.)

Tarih	A	B	C	D	E	F	Tarih	H	L
03.01	4,55	1,25	4,11	4,36	3,71	4,15	02.01	4,72	3,78
04.01	4,63	1,82	4,13	4,27	3,68	4,22	04.01	4,36	3,49
05.01	4,89	1,78	4,38	4,4	3,36	4,05	07.01	4,48	3,52
07.01	4,4	1,36	4,47	4,55	3,84	4,12	12.01	4,63	3,69
15.01	4,49	1,43	4,25	4,3	3,48	4,36	15.01	4,26	3,35
19.01	4,79	1,13	4,56	4,6	3,72	3,98	19.01	4,44	3,57
24.01	4,56	1,18	4,38	4,42	3,56	3,79	24.01	4,3	3,28
03.02	4,95	1,7	4,18	4,25	4,05	3,85	27.01	4,25	3,32
07.02	4,63	1,48	4,19	4,3	3,84	4,15	04.02	4,18	3,42
10.02	4,87	1,69	4,29	4,45	3,69	4,36	08.02	4,01	3,15
14.02	4,78	1,56	4,58	4,62	3,72	4,42	14.02	4,5	3,56
16.02	4,69	1,37	4,63	4,73	3,59	4,18	16.02	4,49	3,62
20.02	4,93	1,48	4,25	4,38	3,48	4,27	20.02	4,72	3,84
24.02	4,72	1,73	4,32	4,39	4,08	4,19	24.02	4,8	3,91
04.03	4,56	1,84	4,15	4,2	3,86	4,29	26.02	4,68	3,72
06.03	4,48	1,3	4,24	4,31	3,37	3,92	06.03	4,89	3,96
09.03	4,75	1,72	4,05	4,1	3,48	3,98	09.03	4,55	3,6
11.03	4,86	1,15	4,53	4,58	3,25	3,72	11.03	4,42	3,47
12.03	4,87	1,12	4,42	4,35	3,56	3,68	12.03	4,29	3,34
24.03	4,79	1,36	4,27	4,47	3,39	3,96	24.03	4,36	3,41
27.03	4,43	1,47	4,18	4,28	4,01	4,15	27.03	4,67	3,72
01.04	4,68	1,54	4,33	4,6	3,85	3,97	29.03	4,56	3,63
09.04	4,77	1,72	4,46	4,56	3,48	3,56	07.04	4,8	3,26
11.04	4,83	1,36	4,27	4,3	3,56	3,57	11.04	4,82	3,92
15.04	4,48	1,08	4,13	4,18	3,67	3,58	15.04	4,76	3,86
19.04	4,63	1,19	4,32	4,39	3,73	3,59	19.04	4,39	3,79
25.04	4,9	1,29	4,25	4,42	3,85	3,6	25.04	4,62	3,42
28.04	4,87	1,85	4,36	4,35	3,62	3,95	28.04	4,38	3,75
30.04	4,68	1,63	4,48	4,68	3,9	4,27	02.05	4,45	3,45
04.05	4,56	1,75	4,67	4,56	3,88	3,95	05.05	4,27	3,52
08.05	4,67	1,56	4,35	4,72	4,1	3,64	08.05	4,68	3,34
10.05	4,74	1,32	4,58	4,8	3,66	3,65	10.05	4,56	3,72
16.05	4,49	1,44	4,1	4,33	3,38	3,66	16.05	4,73	3,59
21.05	4,79	1,73	4,18	4,62	3,84	4,15	21.05	4,29	3,34
23.05	4,56	1,84	4,33	4,73	3,69	4,22	23.05	4,36	3,41
27.05	4,95	1,3	4,46	4,38	3,72	4,05	27.05	4,67	3,72
30.05	4,63	1,72	4,27	4,39	3,59	4,12	30.05	4,56	3,63
02.06	4,87	1,15	4,13	4,2	3,48	4,36	03.06	4,8	3,26
06.06	4,78	1,12	4,32	4,31	4,08	3,98	06.06	4,82	3,92
11.06	4,69	1,36	4,25	4,1	3,86	4,29	11.06	4,76	3,86
15.06	4,93	1,7	4,36	4,58	3,25	3,92	15.06	4,39	3,79
18.06	4,83	1,48	4,11	4,35	3,56	3,98	18.06	4,62	3,32

Ek 1: 1997 yılına ait toz ölçümleri (devamı)

25.06	4,48	1,69	4,13	4,36	3,39	3,72	25.06	4,38	3,42
27.06	4,63	1,56	4,38	4,27	4,01	3,68	27.06	4,45	3,15
29.06	4,9	1,37	4,47	4,4	3,85	4,15	01.07	4,56	3,56
01.07	4,87	1,48	4,25	4,55	3,48	3,97	03.07	4,8	3,62
05.07	4,68	1,19	4,56	4,3	3,56	3,56	05.07	4,82	3,84
12.07	4,56	1,29	4,38	4,6	3,67	3,57	12.07	4,76	3,91
15.07	4,67	1,85	4,18	4,42	3,73	3,58	15.07	4,39	3,72
25.07	4,74	1,63	4,24	4,25	3,85	3,59	22.07	4,62	3,96
02.08	4,56	1,75	4,05	4,58	3,39	3,6	26.07	4,38	3,6
04.08	4,48	1,56	4,53	4,35	4,01	3,61	06.08	4,45	3,47
09.08	4,75	1,25	4,42	4,47	3,85	4,05	09.08	4,27	3,34
15.08	4,86	1,82	4,27	4,28	3,48	3,63	15.08	4,68	3,41
23.08	4,87	1,78	4,18	4,6	3,56	3,72	23.08	4,56	3,72
29.08	4,79	1,36	4,33	4,56	3,67	3,68	28.08	4,73	3,63
03.09	4,43	1,43	4,63	4,3	3,73	3,96	03.09	4,29	3,26
05.09	4,68	1,13	4,25	4,62	3,85	4,15	05.09	4,36	3,92
11.09	4,77	1,18	4,32	4,73	3,62	3,97	08.09	4,67	3,34
13.09	4,56	1,44	4,15	4,38	3,9	3,56	13.09	4,56	3,72
17.08	4,67	1,73	4,24	4,39	3,88	4,25	17.08	4,39	3,59
22.09	4,74	1,84	4,05	4,2	4,1	4,22	22.09	4,62	3,34
27.09	4,49	1,3	4,53	4,31	3,66	3,59	24.09	4,38	3,41
30.09	4,79	1,72	4,42	4,55	3,38	3,6	03.08	4,45	3,72
08.10	4,56	1,15	4,27	4,3	3,84	3,61	08.10	4,62	3,63
11.10	4,95	1,12	4,18	4,6	3,67	3,62	11.10	4,38	3,26
17.10	4,63	1,36	4,33	4,42	3,73	3,63	17.10	4,45	3,92
18.10	4,89	1,7	4,56	4,25	3,85	4,22	18.10	4,27	3,56
21.10	4,4	1,85	4,38	4,58	3,62	4,05	21.10	4,68	3,62
25.10	4,49	1,63	4,18	4,35	3,9	4,12	25.10	4,56	3,84
28.10	4,79	1,75	4,24	4,47	3,88	4,36	26.10	4,73	3,91
04.11	4,56	1,56	4,05	4,28	4,1	3,98	03.11	4,29	3,72
07.11	4,95	1,25	4,53	4,6	3,66	4,29	07.11	4,36	3,96
19.11	4,56	1,44	4,42	4,56	3,38	3,92	19.11	4,67	3,6
24.11	4,67	1,73	4,27	4,3	3,56	3,98	24.11	4,56	3,26
26.11	4,74	1,84	4,27	4,62	3,67	3,72	26.11	4,8	3,92
28.11	4,56	1,3	4,32	4,73	3,73	3,68	01.12	4,82	3,86
03.12	4,48	1,72	4,15	4,56	3,85	4,15	03.12	4,76	3,79
05.12	4,75	1,15	4,24	4,3	3,39	3,97	06.12	4,39	3,32
09.12	4,63	1,12	4,05	4,62	4,01	3,56	09.12	4,62	3,41
13.12	4,9	1,36	4,53	4,73	3,85	3,57	13.12	4,76	3,72
17.12	4,87	1,7	4,42	4,38	3,48	3,58	17.12	4,39	3,63
20.12	4,68	1,85	4,27	4,39	3,56	3,59	19.12	4,62	3,26
21.12	4,56	1,63	4,18	4,2	3,67	3,6	21.12	4,38	3,63
27.12	4,67	1,75	4,33	4,31	3,56	3,61	23.12	4,45	3,26
28.12	4,74	1,56	4,46	4,55	3,67	3,77	25.12	4,27	3,15

Ek 2: 1998 yılına ait toz ölçümleri

Tarih	A	B	C	D	E	F	Tarih	H	L
01.01	4,89	1,26	4,32	4,56	3,49	3,82	02.01	4,13	3,18
04.01	4,67	1,38	4,27	4,37	3,77	3,94	05.01	4,85	3,9
07.01	4,78	1,19	4,43	4,42	3,82	4,01	08.01	4,23	3,26
12.01	4,73	1,33	4,15	4,58	4,1	4,17	12.01	4,56	3,59
15.01	4,85	1,47	4,19	4,65	3,35	3,44	15.01	4,62	3,72
19.01	4,69	1,58	4,6	4,27	3,27	3,45	19.01	4,29	3,31
28.01	4,36	1,72	4,52	4,82	3,56	3,72	25.01	4,36	3,42
01.02	4,49	1,84	4,27	4,83	3,82	3,94	08.02	4,15	3,27
07.02	4,78	1,92	4,09	4,76	3,97	3,72	11.02	4,39	3,44
12.02	4,85	1,63	4,13	4,65	3,89	3,95	12.02	4,22	3,36
14.02	4,93	1,51,	4,11	4,2	3,68	4,05	14.02	4,55	3,59
16.02	4,68	1,4	4,36	4,43	3,57	4,3	16.02	4,82	3,87
20.02	4,79	1,18	4,33	4,82	4,02	4,12	20.02	4,61	3,62
01.03	4,48	1,7	4,27	4,3	4,1	4,11	25.02	4,09	3,23
04.03	4,56	1,65	4,58	4,25	3,77	3,92	02.03	4,29	3,39
06.03	4,69	1,84	4,32	4,4	3,92	4,15	07.03	4,56	3,65
09.03	4,72	1,89	4,16	4,62	3,56	3,66	09.03	4,37	3,46
11.03	4,84	1,92	4,27	4,56	3,87	3,79	11.03	4,28	3,24
12.03	4,65	1,57	4,15	4,35	4,2	4,38	12.03	4,45	3,52
23.03	4,56	1,48	4,43	4,42	4,11	3,97	23.03	4,39	3,48
27.03	4,71	1,25	4,59	4,27	4,03	3,9	26.04	4,2	3,31
06.04	4,83	1,36	4,7	4,75	3,92	4,17	03.04	4,1	3,14
09.04	4,59	1,84	4,65	4,86	4,32	4,1	08.04	4,62	3,66
11.04	4,48	1,72	4,36	4,45	3,79	4,13	10.04	4,67	3,78
15.04	4,63	1,56	4,15	4,6	3,82	4,42	15.04	4,82	3,91
19.04	4,89	1,4	4,25	4,29	3,93	4,36	19.04	4,36	3,42
25.04	4,82	1,2	4,39	4,5	4,09	4,21	20.04	4,69	3,73
28.04	4,76	1,5	4,18	4,53	3,92	4,13	22.04	4,75	3,86
30.04	4,43	1,44	4,47	4,62	4,16	4,25	26.04	4,59	3,62
02.05	4,81	1,58	4,62	4,75	3,97	3,79	05.05	4,85	3,89
08.05	4,75	1,82	4,28	4,36	3,83	4,1	07.05	4,3	3,37
10.05	4,42	1,34	4,32	4,48	3,36	4,15	10.05	4,48	3,56
16.05	4,65	1,13	4,21	4,4	3,67	3,82	16.05	4,19	3,25
21.05	4,69	1,58	4,6	4,27	3,27	3,45	21.05	4,29	3,31
23.05	4,36	1,72	4,52	4,82	3,56	3,46	23.05	4,36	3,42
27.05	4,49	1,84	4,27	4,83	3,82	3,47	24.05	4,15	3,27
28.05	4,78	1,92	4,09	4,76	3,97	4,15	29.05	4,39	3,44
30.05	4,85	1,63	4,13	4,65	3,89	3,95	02.06	4,22	3,36
04.06	4,93	1,51,	4,11	4,2	3,68	4,05	08.06	4,55	3,59
11.06	4,68	1,4	4,36	4,43	3,57	4,3	11.06	4,82	3,87
15.06	4,68	1,4	4,36	4,43	3,57	4,3	15.06	4,82	3,87
18.06	4,79	1,18	4,33	4,82	4,02	4,12	18.06	4,61	3,62

Ek 2: 1998 yılına ait toz ölçümleri (devamı)

24.06	4,48	1,7	4,27	4,3	4,1	3,86	25.06	4,09	3,23
27.06	4,69	1,84	4,32	4,4	3,92	4,15	27.06	4,56	3,65
02.07	4,72	1,89	4,16	4,62	3,56	3,66	30.06	4,37	3,46
06.07	4,84	1,92	4,27	4,56	3,87	3,79	07.07	4,28	3,24
09.07	4,65	1,57	4,15	4,35	4,2	4,38	10.07	4,45	3,52
12.07	4,56	1,48	4,43	4,42	4,11	3,97	12.07	4,39	3,48
15.07	4,71	1,25	4,59	4,27	4,03	3,9	15.07	4,2	3,31
26.07	4,82	1,2	4,39	4,5	4,09	4,21	26.07	4,69	3,73
04.08	4,76	1,5	4,18	4,53	4,25	4,13	29.07	4,75	3,86
06.08	4,43	1,44	4,47	4,62	4,16	3,86	05.08	4,59	3,62
09.08	4,81	1,58	4,62	4,75	3,97	3,79	09.08	4,85	3,89
15.08	4,75	1,89	4,28	4,36	3,83	4,1	15.08	4,3	3,37
19.08	4,42	1,92	4,32	4,48	3,36	4,15	24.08	4,48	3,56
28.08	4,65	1,57	4,21	4,4	3,67	3,82	28.08	4,19	3,25
03.09	4,69	1,58	4,6	4,27	3,27	3,45	30.08	4,29	3,31
05.09	4,36	1,72	4,52	4,82	3,56	3,46	07.09	4,36	3,42
11.09	4,49	1,84	4,27	4,83	3,82	3,47	11.09	4,15	3,27
13.09	4,78	1,92	4,09	4,76	3,97	3,72	13.09	4,39	3,44
17.09	4,85	1,63	4,13	4,65	3,89	3,95	17.09	4,22	3,36
22.09	4,93	1,51,	4,36	4,2	3,36	4,05	22.09	4,55	3,59
27.09	4,68	1,4	4,33	4,43	3,67	4,3	24.09	4,82	3,87
28.09	4,79	1,18	4,27	4,82	3,27	4,12	29.09	4,61	3,62
02.10	4,48	1,4	4,32	4,43	3,56	4,3	07.10	4,82	3,87
09.10	4,56	1,18	4,33	4,82	3,82	4,12	11.10	4,61	3,62
17.10	4,48	1,7	4,27	4,3	3,97	3,86	17.10	4,09	3,23
18.10	4,56	1,65	4,58	4,25	3,77	3,92	18.10	4,29	3,39
21.10	4,69	1,84	4,32	4,4	3,82	4,15	21.10	4,56	3,65
25.10	4,72	1,89	4,16	4,62	3,97	3,66	25.10	4,37	3,46
28.10	4,84	1,92	4,27	4,56	3,89	3,79	26.10	4,28	3,24
04.11	4,65	1,57	4,15	4,35	4,2	4,38	29.10	4,45	3,52
07.11	4,56	1,48	4,43	4,42	4,11	3,97	07.11	4,39	3,48
19.11	4,71	1,25	4,59	4,27	4,03	3,9	19.11	4,2	3,31
24.11	4,56	1,48	4,43	4,42	4,11	3,97	22.11	4,39	3,48
26.11	4,71	1,25	4,59	4,27	4,03	3,9	26.11	4,2	3,31
28.11	4,82	1,2	4,39	4,5	4,09	4,21	27.11	4,69	3,73
30.11	4,65	1,13	4,21	4,4	3,67	3,82	03.12	4,19	3,25
04.12	4,69	1,58	4,6	4,27	3,27	3,45	06.12	4,29	3,31
09.12	4,36	1,72	4,52	4,82	3,56	3,46	09.12	4,36	3,42
13.12	4,49	1,84	4,27	4,83	3,82	3,47	13.12	4,15	3,27
17.12	4,78	1,92	4,09	4,76	3,97	3,72	17.12	4,39	3,44
19.12	4,85	1,63	4,13	4,65	3,89	3,95	19.12	4,22	3,36
21.12	4,93	1,51,	4,11	4,2	3,68	4,05	21.12	4,55	3,59
27.12	4,68	1,4	4,36	4,43	3,57	4,3	24.12	4,82	3,87
30.12	4,79	1,18	4,33	4,82	4,02	4,12	26.12	4,61	3,62

Ek 3: 1999 yılına ait toz ölçümleri

Tarih	A	B	C	D	E	F	Tarih	H	L
06.01	4,88	1,8	4,16	4,2	3,42	3,68	05.01	4,36	3,42
10.01	4,79	1,72	4,32	4,63	3,54	4,02	07.01	4,28	3,37
12.01	4,68	1,53	4,47	4,56	3,68	3,84	08.01	4,19	3,26
13.01	4,85	1,1	4,2	4,48	3,75	4,03	11.01	4,32	3,34
15.01	4,76	1,57	4,25	4,27	3,29	3,82	15.01	4,56	3,62
19.01	4,79	1,72	4,36	4,2	3,38	3,9	19.01	4,75	3,78
22.01	4,59	1,49	4,15	4,25	3,63	3,75	29.01	4,83	3,97
27.01	4,68	1,32	4,19	4,36	3,79	3,88	04.02	4,4	3,42
06.02	4,47	1,26	4,32	4,62	3,81	4,49	09.02	4,33	3,39
12.02	4,93	1,17	4,45	4,74	3,97	4,37	12.02	4,62	3,75
14.02	4,96	1,19	4,63	4,83	3,85	3,72	15.02	4,27	3,51
16.02	4,87	1,32	4,36	4,77	4,12	3,84	16.02	4,39	3,45
20.02	4,83	1,22	4,39	4,56	4,07	3,95	22.02	4,85	3,81
24.02	4,68	1,43	4,48	4,82	3,82	3,96	27.02	4,82	3,92
28.02	4,57	1,38	4,27	4,48	3,56	3,62	04.03	4,56	3,57
05.02	4,72	1,79	4,1	4,39	3,65	3,97	05.03	4,39	3,48
09.03	4,83	1,82	4,18	4,84	3,3	3,45	07.03	4,27	3,37
12.03	4,74	1,85	4,38	4,25	3,23	3,56	10.03	4,32	3,29
12.03	4,36	1,56	4,15	4,7	3,49	3,75	12.03	4,16	3,25
23.03	4,48	1,63	4,26	4,62	3,75	3,84	24.03	4,24	3,32
28.03	4,62	1,75	4,67	4,56	3,39	3,92	28.03	4,11	3,1
01.04	4,77	1,93	4,56	4,43	3,68	3,84	03.04	4,49	3,54
09.04	4,39	1,89	4,36	4,48	3,71	3,34	06.04	4,82	3,92
11.04	4,78	1,96	4,24	4,38	3,56	3,75	08.04	4,67	3,75
15.04	4,89	1,85	4,32	4,72	3,84	3,92	15.04	4,75	3,78
19.04	4,92	1,7	4,35	4,63	3,27	3,48	19.04	4,53	3,56
25.04	4,78	1,36	4,53	4,36	3,72	4,12	25.04	4,59	3,62
28.04	4,36	1,05	4,2	4,49	4,12	4,24	28.04	4,36	3,39
30.04	4,95	1,4	4,18	4,65	3,63	3,95	30.04	4,77	3,72
04.05	4,68	1,92	4,37	4,7	3,56	4,36	07.05	4,32	3,36
07.05	4,82	1,65	4,26	4,55	3,62	4,27	09.05	4,49	3,54
10.05	4,87	1,37	4,23	4,3	3,74	4,3	11.05	4,38	3,49
16.05	4,78	1,73	4,14	4,43	3,85	4,15	16.05	4,15	3,26
21.05	4,89	1,85	4,32	4,72	3,84	3,34	21.05	4,75	3,78
25.05	4,92	1,7	4,35	4,63	3,18	3,48	23.05	4,53	3,56
27.05	4,78	1,36	4,53	4,36	4,3	4,12	27.05	4,59	3,62
29.05	4,36	1,05	4,2	4,49	4,06	4,24	28.05	4,36	3,39
02.06	4,95	1,4	4,18	4,65	3,75	3,95	30.05	4,77	3,72
09.06	4,89	1,85	4,32	4,72	3,84	4,12	07.06	4,75	3,78
11.06	4,92	1,7	4,35	4,63	3,53	3,48	11.06	4,53	3,56
15.06	4,78	1,36	4,53	4,36	3,82	4,12	15.06	4,59	3,62
18.06	4,36	1,05	4,2	4,49	4,12	4,24	18.06	4,36	3,39

Ek 3: 1999 yılına ait toz ölçümleri (devamı)

25.06	4,93	1,17	4,45	4,74	3,97	4,37	25.06	4,62	3,75
27.06	4,96	1,19	4,63	4,83	3,85	3,72	28.06	4,27	3,51
29.06	4,87	1,32	4,36	4,77	4,12	3,84	03.07	4,39	3,45
04.07	4,68	1,92	4,37	4,7	3,56	4,36	08.07	4,32	3,36
06.07	4,82	1,65	4,26	4,55	3,62	4,27	12.07	4,49	3,54
12.07	4,87	1,37	4,23	4,3	3,74	4,3	15.07	4,38	3,49
15.07	4,78	1,73	4,14	4,43	3,85	4,15	21.07	4,15	3,26
26.07	4,89	1,85	4,32	4,72	3,84	3,34	28.07	4,75	3,78
28.07	4,92	1,7	4,35	4,63	4,18	3,48	02.08	4,53	3,56
30.07	4,78	1,36	4,53	4,36	4,3	4,12	06.08	4,59	3,62
04.08	4,95	1,4	4,18	4,65	4,23	3,95	09.08	4,77	3,72
13.08	4,68	1,92	4,37	4,7	3,56	4,36	15.08	4,32	3,36
21.08	4,82	1,65	4,26	4,55	3,62	4,27	24.08	4,49	3,54
24.08	4,87	1,37	4,23	4,3	3,74	4,3	27.08	4,38	3,49
27.08	4,88	1,8	4,16	4,2	3,42	3,68	02.09	4,36	3,42
04.09	4,79	1,72	4,32	4,63	3,54	4,02	05.09	4,28	3,37
09.09	4,68	1,53	4,47	4,56	3,68	3,84	11.09	4,19	3,26
13.09	4,85	1,1	4,2	4,48	3,75	3,7	14.09	4,32	3,34
17.09	4,76	1,57	4,25	4,27	3,29	3,36	18.09	4,56	3,62
22.09	4,79	1,72	4,36	4,2	3,38	3,9	27.09	4,75	3,78
27.09	4,59	1,49	4,15	4,25	3,63	3,75	02.10	4,83	3,97
29.09	4,68	1,92	4,37	4,7	3,56	4,36	04.10	4,32	3,36
04.01	4,82	1,65	4,26	4,55	3,62	4,27	08.10	4,49	3,54
08.01	4,87	1,37	4,23	4,3	3,74	4,3	11.10	4,38	3,49
13.01	4,88	1,8	4,16	4,2	3,42	3,68	17.10	4,36	3,42
18.01	4,79	1,72	4,32	4,63	3,54	4,02	18.10	4,28	3,37
21.01	4,68	1,53	4,47	4,56	3,68	3,84	21.10	4,19	3,26
25.01	4,78	1,96	4,24	4,38	3,56	3,75	25.10	4,67	3,75
28.01	4,89	1,85	4,32	4,72	3,84	3,34	01.11	4,75	3,78
02.11	4,92	1,7	4,35	4,63	4,18	3,48	03.11	4,53	3,56
05.11	4,78	1,36	4,53	4,36	4,3	4,12	07.11	4,59	3,62
12.11	4,36	1,05	4,2	4,49	4,12	4,24	19.11	4,36	3,39
17.11	4,95	1,4	4,18	4,65	4,23	3,95	24.11	4,77	3,72
21.11	4,68	1,92	4,37	4,7	3,56	4,36	26.11	4,32	3,36
24.11	4,82	1,65	4,26	4,55	3,62	4,27	03.12	4,49	3,54
27.11	4,87	1,37	4,23	4,3	3,74	4,3	05.12	4,38	3,49
05.12	4,95	1,4	4,18	4,65	4,23	3,95	07.12	4,77	3,72
08.12	4,68	1,92	4,37	4,7	3,56	4,36	09.12	4,32	3,36
13.12	4,82	1,65	4,26	4,55	3,62	4,27	10.12	4,49	3,54
16.12	4,87	1,37	4,23	4,3	3,74	4,3	12.12	4,38	3,49
19.12	4,88	1,8	4,16	4,2	3,42	3,68	14.12	4,36	3,42
23.12	4,79	1,72	4,32	4,63	3,54	4,02	18.12	4,28	3,37
25.12	4,74	1,85	4,38	4,25	3,23	3,56	20.12	4,32	3,29
27.12	4,36	1,56	4,15	4,7	3,49	3,75	24.12	4,16	3,25

Ek 4: 2000 yılına ait toz ölçümleri

Tarih	A	B	C	D	E	F	Tarih	H	L
03.01	4,85	1,82	4,3	4,6	3,38	3,84	02.01	4,36	3,31
05.01	4,83	1,56	4,12	4,27	3,49	4,07	06.01	4,13	3,2
07.01	4,89	1,43	4,27	4,43	3,72	4,36	08.01	4,42	3,56
12.01	4,92	1,34	4,56	4,36	3,56	3,72	11.01	4,58	3,65
14.01	4,85	1,28	4,48	4,72	3,64	3,94	14.01	4,29	3,24
19.01	4,78	1,72	4,39	4,54	3,7	4,08	21.01	4,19	3,2
26.01	4,93	1,83	4,07	4,25	3,36	3,82	26.01	4,38	3,41
04.02	4,96	1,87	4,52	4,6	3,47	3,69	05.02	4,82	3,89
08.02	4,87	1,68	4,4	4,36	3,58	3,85	08.02	4,78	3,76
12.02	4,68	1,56	4,35	4,47	3,84	3,59	12.02	4,64	3,65
13.02	4,59	1,51	4,26	4,56	3,92	4,11	14.02	4,36	3,47
16.02	4,73	1,83	4,37	4,62	3,75	4,36	16.02	4,49	3,58
20.02	4,85	1,74	4,48	4,5	3,69	4,27	18.02	4,69	3,72
24.02	4,93	1,72	4,72	4,83	4,01	3,8	24.02	4,12	3,15
01.03	4,85	1,56	4,56	4,48	3,86	3,67	01.03	4,28	3,34
03.03	4,56	1,24	4,36	4,64	3,87	3,89	03.03	4,39	3,47
06.03	4,69	1,32	4,18	4,2	3,88	4,1	06.03	4,56	3,62
09.03	4,87	1,42	4,48	4,35	3,89	4,18	10.03	4,12	3,21
14.03	4,78	1,55	4,55	4,48	3,9	4,36	20.03	4,25	3,36
21.03	4,69	1,63	4,7	4,62	3,86	3,9	22.03	4,34	3,49
24.03	4,38	1,78	4,45	4,29	3,27	3,85	24.03	4,08	3,14
03.04	4,82	1,49	4,26	4,73	3,65	4,03	07.04	4,87	3,82
05.04	4,88	1,36	4,57	4,65	3,56	4,38	12.04	4,85	3,9
08.04	4,98	1,63	4,73	4,82	3,89	4,13	16.04	4,72	3,85
15.04	4,95	1,1	4,68	4,75	3,48	3,72	25.04	4,56	3,77
16.04	4,9	1,12	4,53	4,66	3,62	3,96	27.04	4,84	3,86
20.04	4,89	1,24	4,47	4,49	3,75	4,5	29.04	4,37	3,49
28.04	4,85	1,56	4,75	4,72	3,86	4,05	30.04	4,48	3,75
29.04	4,91	1,48	4,63	4,69	3,48	3,87	01.05	4,69	3,84
04.05	4,96	1,09	4,47	4,57	3,84	4,12	05.05	4,72	3,2
07.05	4,79	1,8	4,69	4,7	3,82	4,05	07.05	4,36	3,48
10.05	4,88	1,82	4,55	4,83	3,79	4,27	15.05	4,24	3,15
13.05	4,75	1,67	4,62	4,68	3,65	4,43	18.05	4,9	3,92
21.05	4,85	1,82	4,3	4,6	3,38	3,84	20.05	4,36	3,31
23.05	4,83	1,56	4,12	4,27	3,49	4,07	23.05	4,13	3,2
25.05	4,85	1,43	4,27	4,43	3,72	4,36	25.05	4,42	3,56
28.05	4,83	1,34	4,56	4,36	3,56	3,72	28.05	4,58	3,65
03.06	4,85	1,28	4,48	4,72	3,64	3,94	04.06	4,29	3,24
06.06	4,78	1,72	4,39	4,54	3,7	4,08	07.06	4,19	3,2
11.06	4,93	1,83	4,07	4,25	3,36	3,82	10.06	4,38	3,41
13.06	4,96	1,87	4,52	4,6	3,47	3,69	13.06	4,82	3,89
16.06	4,98	1,63	4,73	4,82	3,89	4,13	16.06	4,72	3,85

Ek 4: 2000 yılına ait toz ölçümleri (devamı)

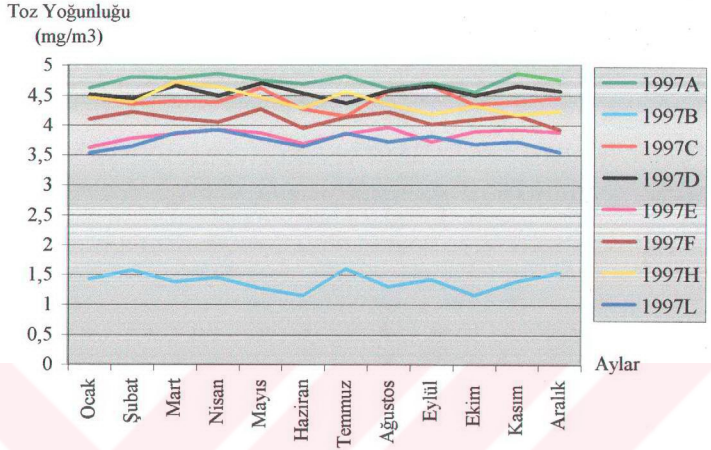
19.06	4,95	1,1	4,68	4,75	3,48	3,72	19.06	4,56	3,77
20.06	4,9	1,12	4,53	4,66	3,62	3,96	20.06	4,84	3,86
21.06	4,85	1,32	4,56	4,48	3,86	3,67	21.06	4,28	3,34
22.06	4,85	1,48	4,75	4,72	3,86	4,05	22.06	4,48	3,75
23.06	4,91	1,48	4,63	4,69	3,48	3,87	23.06	4,69	3,84
24.06	4,96	1,09	4,47	4,72	3,84	4,12	24.06	4,72	3,2
25.06	4,79	1,8	4,69	4,54	3,82	4,05	25.06	4,36	3,48
26.06	4,59	1,51	4,26	4,25	3,92	4,11	26.06	4,36	3,47
27.06	4,73	1,83	4,37	4,6	3,75	4,36	27.06	4,49	3,58
28.06	4,85	1,74	4,48	4,82	3,69	4,13	28.06	4,69	3,72
29.06	4,93	1,72	4,72	4,83	4,01	3,72	29.06	4,12	3,15
04.07	4,85	1,56	4,56	4,48	3,86	3,96	08.07	4,28	3,34
11.07	4,56	1,24	4,36	4,64	3,87	3,67	14.07	4,39	3,47
15.07	4,69	1,32	4,18	4,2	3,88	4,1	18.07	4,56	3,62
26.07	4,85	1,82	4,3	4,6	3,38	3,84	25.07	4,36	3,31
03.08	4,83	1,56	4,12	4,27	3,49	4,07	04.08	4,13	3,2
10.08	4,78	1,43	4,27	4,43	3,72	4,36	06.08	4,42	3,56
12.08	4,92	1,34	4,56	4,36	3,56	3,72	09.08	4,58	3,65
16.08	4,85	1,28	4,48	4,72	3,64	3,94	17.08	4,29	3,24
21.08	4,88	1,36	4,57	4,65	3,56	4,38	22.08	4,85	3,9
26.08	4,98	1,63	4,73	4,82	3,89	4,13	27.08	4,72	3,85
28.08	4,95	1,63	4,68	4,75	3,48	3,72	29.08	4,56	3,77
04.09	4,92	1,78	4,56	4,36	3,56	3,72	03.09	4,58	3,65
06.09	4,85	1,56	4,48	4,72	3,64	3,94	05.09	4,29	3,24
11.09	4,78	1,82	4,39	4,54	3,7	4,08	09.09	4,19	3,2
12.09	4,93	1,56	4,07	4,25	3,87	3,82	12.09	4,38	3,41
15.09	4,96	1,82	4,52	4,6	3,88	3,69	14.09	4,82	3,89
20.09	4,98	1,63	4,73	4,82	3,38	4,13	21.09	4,72	3,85
23.09	4,95	1,1	4,68	4,43	3,49	3,72	27.09	4,56	3,77
01.10	4,9	1,12	4,53	4,36	3,72	3,96	02.10	4,84	3,86
03.10	4,89	1,43	4,27	4,72	3,56	4,36	03.10	4,42	3,56
07.10	4,69	1,63	4,7	4,62	3,86	3,9	08.10	4,34	3,49
11.10	4,38	1,78	4,45	4,29	3,27	3,85	12.10	4,08	3,14
14.10	4,82	1,49	4,26	4,73	3,65	4,03	15.10	4,87	3,82
17.10	4,88	1,36	4,57	4,65	3,56	4,38	17.10	4,85	3,9
26.10	4,98	1,63	4,73	4,82	3,89	4,13	23.10	4,72	3,85
05.11	4,56	1,24	4,37	4,64	3,87	3,89	06.11	4,39	3,47
07.11	4,69	1,32	4,48	4,2	3,88	4,1	08.11	4,56	3,62
11.11	4,85	1,82	4,72	4,6	3,38	3,84	12.11	4,36	3,31
17.11	4,83	1,56	4,27	4,27	3,49	4,07	16.11	4,13	3,2
24.11	4,85	1,82	4,7	4,6	3,38	3,84	24.11	4,36	3,31
06.12	4,83	1,56	4,45	4,27	3,49	4,07	07.12	4,13	3,2
14.12	4,85	1,82	4,26	4,6	3,38	3,84	15.12	4,36	3,31
22.12	4,79	1,8	4,12	4,7	3,82	4,05	21.12	4,36	3,48

Ek 5: 2001 yılına ait toz ölçümleri

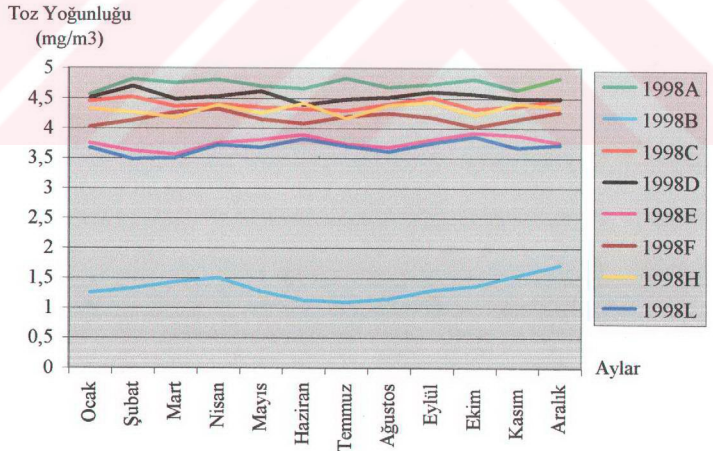
Tarih	A	B	C	D	E	F	Tarih	H	L
03.01	4,48	1,7	4,27	4,3	4,1	4,19	06.01	4,09	3,23
05.01	4,88	1,8	4,16	4,2	3,42	3,68	08.01	4,36	3,42
07.01	4,89	1,78	4,38	4,4	3,36	4,05	13.01	4,48	3,52
12.01	4,4	1,36	4,47	4,55	3,84	4,12	15.01	4,63	3,69
15.01	4,78	1,56	4,58	4,62	3,72	4,42	23.01	4,5	3,56
23.01	4,69	1,37	4,63	4,73	3,59	4,18	27.01	4,49	3,62
27.01	4,56	1,18	4,38	4,42	3,56	3,79	06.06	4,3	3,28
06.02	4,95	1,7	4,18	4,25	4,05	3,85	09.02	4,25	3,32
09.02	4,63	1,48	4,19	4,3	3,84	4,15	13.02	4,18	3,42
11.02	4,87	1,69	4,29	4,45	3,69	4,36	15.02	4,01	3,15
15.02	4,78	1,56	4,58	4,62	3,72	4,42	17.02	4,5	3,56
17.02	4,69	1,37	4,63	4,73	3,59	4,18	19.02	4,49	3,62
19.02	4,93	1,48	4,25	4,38	3,48	4,27	22.02	4,72	3,84
23.02	4,72	1,73	4,32	4,39	4,08	4,19	25.02	4,8	3,91
28.02	4,89	1,26	4,32	4,56	3,49	3,82	02.03	4,13	3,18
03.03	4,67	1,38	4,27	4,37	3,77	3,94	05.03	4,85	3,9
05.03	4,78	1,19	4,43	4,42	3,82	4,11	07.03	4,23	3,26
07.03	4,73	1,33	4,15	4,58	4,1	4,27	14.03	4,56	3,59
15.03	4,85	1,47	4,19	4,65	3,35	3,63	16.03	4,62	3,72
16.03	4,69	1,58	4,6	4,27	3,27	3,56	21.05	4,29	3,31
22.03	4,36	1,72	4,52	4,82	3,56	3,87	23.03	4,36	3,42
24.03	4,49	1,84	4,27	4,83	3,82	4,01	25.03	4,15	3,27
25.03	4,78	1,92	4,09	4,76	3,97	4,16	27.03	4,39	3,44
26.03	4,85	1,63	4,13	4,65	3,89	3,95	29.03	4,22	3,36
27.03	4,93	1,51,	4,11	4,2	3,68	4,05	01.04	4,55	3,59
04.04	4,68	1,4	4,36	4,43	3,57	4,3	05.04	4,82	3,87
08.04	4,79	1,18	4,33	4,82	4,02	4,12	10.04	4,61	3,62
12.04	4,48	1,7	4,27	4,3	3,76	3,86	13.04	4,09	3,23
14.04	4,88	1,8	4,16	4,2	3,42	3,68	14.04	4,36	3,42
16.04	4,79	1,72	4,32	4,63	3,54	4,02	20.04	4,28	3,37
19.04	4,68	1,53	4,47	4,56	3,68	3,84	21.04	4,19	3,26
21.04	4,85	1,1	4,2	4,48	3,75	3,95	22.04	4,32	3,34
22.04	4,76	1,57	4,25	4,27	3,29	3,36	26.04	4,56	3,62
26.04	4,79	1,72	4,36	4,2	3,38	3,9	27.04	4,75	3,78
28.04	4,59	1,49	4,15	4,25	3,63	3,75	29.04	4,83	3,97
30.04	4,68	1,32	4,19	4,36	3,79	3,88	03.05	4,4	3,42
01.05	4,47	1,26	4,32	4,62	3,81	4,49	04.05	4,33	3,39
03.05	4,93	1,17	4,45	4,74	3,97	4,37	07.05	4,62	3,75
05.05	4,96	1,19	4,63	4,83	3,85	3,72	08.05	4,27	3,51
08.05	4,87	1,32	4,36	4,77	3,56	3,84	10.05	4,39	3,45
11.05	4,83	1,22	4,39	4,56	3,69	3,95	15.05	4,85	3,81
16.05	4,68	1,43	4,48	4,82	3,82	3,96	18.05	4,82	3,92

Ek 5: 2001 yılına ait toz ölçümleri (devamı)

18.05	4,57	1,38	4,27	4,48	3,56	3,62	19.05	4,56	3,57
19.05	4,72	1,79	4,1	4,39	3,65	3,69	23.05	4,39	3,48
23.05	4,85	1,82	4,3	4,6	3,38	3,84	24.05	4,36	3,31
26.05	4,83	1,56	4,12	4,27	3,49	4,07	28.05	4,13	3,2
28.05	4,89	1,43	4,27	4,43	3,72	4,36	29.05	4,42	3,56
30.05	4,92	1,34	4,56	4,36	3,56	3,72	02.06	4,58	3,65
02.06	4,85	1,28	4,48	4,72	3,64	3,94	05.06	4,29	3,24
06.06	4,78	1,72	4,39	4,54	3,7	4,08	09.06	4,19	3,2
07.06	4,93	1,83	4,07	4,25	3,36	3,82	10.06	4,38	3,41
12.06	4,96	1,87	4,52	4,6	3,47	3,69	14.06	4,82	3,89
17.06	4,87	1,68	4,4	4,36	3,58	3,85	20.06	4,78	3,76
23.06	4,68	1,56	4,35	4,47	3,84	3,59	21.06	4,64	3,65
25.06	4,59	1,51	4,26	4,56	3,92	4,11	25.06	4,36	3,47
27.06	4,73	1,83	4,37	4,62	3,75	4,36	27.06	4,49	3,58
28.06	4,85	1,74	4,48	4,5	3,69	4,27	30.06	4,69	3,72
30.06	4,93	1,72	4,72	4,83	4,01	3,8	01.07	4,12	3,15
01.07	4,85	1,56	4,56	4,48	3,86	3,67	03.07	4,28	3,34
03.07	4,56	1,24	4,36	4,64	3,87	3,89	07.07	4,39	3,47
07.07	4,69	1,32	4,18	4,2	3,88	4,1	09.07	4,56	3,62
09.07	4,87	1,42	4,48	4,35	3,89	4,18	14.07	4,12	3,21
11.07	4,92	1,78	4,56	4,36	3,56	3,72	15.07	4,58	3,65
14.07	4,85	1,56	4,48	4,72	3,64	3,94	16.07	4,29	3,24
16.07	4,78	1,82	4,39	4,54	3,7	4,08	17.07	4,19	3,2
17.07	4,93	1,56	4,07	4,25	3,87	3,82	22.07	4,38	3,41
23.07	4,96	1,82	4,52	4,6	3,88	3,69	25.07	4,82	3,89
24.07	4,98	1,63	4,73	4,82	3,38	4,13	27.07	4,72	3,85
28.07	4,95	1,1	4,68	4,43	3,49	3,72	02.08	4,56	3,77
04.08	4,9	1,12	4,53	4,36	3,72	3,96	05.08	4,84	3,86
10.08	4,89	1,43	4,27	4,72	3,56	4,36	10.08	4,42	3,56
11.08	4,76	1,57	4,25	4,27	3,29	3,36	11.08	4,56	3,62
12.08	4,79	1,72	4,36	4,2	3,38	3,9	12.08	4,75	3,78
13.08	4,59	1,49	4,15	4,25	3,63	3,75	13.08	4,83	3,97
14.08	4,68	1,32	4,19	4,36	3,79	3,88	14.08	4,4	3,42
15.08	4,47	1,26	4,32	4,62	3,81	3,97	15.08	4,33	3,39
16.08	4,87	1,68	4,4	4,35	3,58	3,85	16.08	4,78	3,76
17.08	4,68	1,38	4,35	4,48	3,84	3,59	17.08	4,64	3,65
18.08	4,85	1,19	4,48	4,39	3,64	3,94	18.08	4,29	3,24
19.08	4,78	1,33	4,39	4,07	3,7	4,08	19.08	4,19	3,2
20.08	4,93	1,47	4,07	4,11	3,87	3,82	20.08	4,38	3,41
21.08	4,93	1,58	4,11	4,2	3,68	4,05	21.08	4,55	3,59
22.08	4,68	1,72	4,36	4,43	3,57	4,3	22.08	4,82	3,87
23.08	4,79	1,84	4,33	4,82	4,02	4,12	23.08	4,61	3,62
24.08	4,85	1,92	4,48	4,5	3,69	4,27	24.08	4,69	3,72
25.08	4,96	1,82	4,52	4,6	3,88	3,69	25.08	4,82	3,89

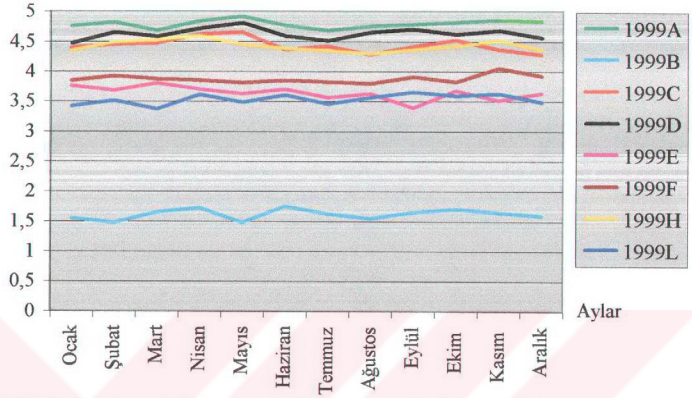


Ek 6: 1997 yılında aylara ait bölümlerin ortalama toz yoğunluğu grafiği



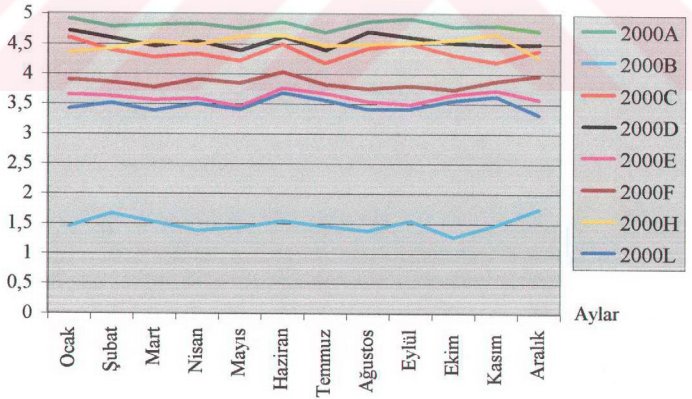
Ek 7: 1998 yılında aylara ait bölümlerin ortalama toz yoğunluğu grafiği

Toz Yoğunluğu  
(mg/m<sup>3</sup>)



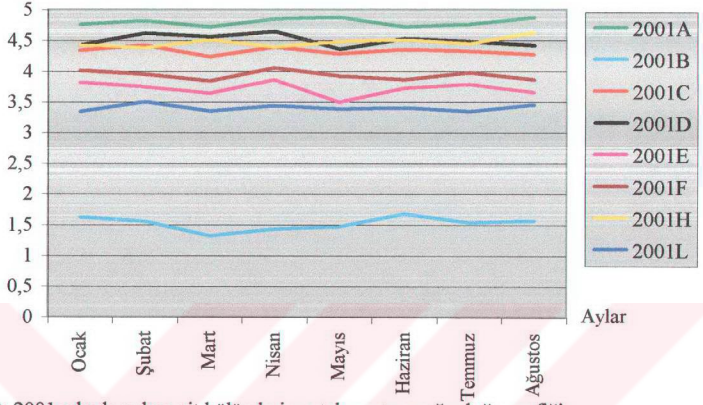
Ek 8: 1999 yılında aylara ait bölümlerin ortalama toz yoğunluğu grafiği

Toz Yoğunluğu  
(mg/m<sup>3</sup>)



Ek 9: 2000 yılında aylara ait bölümlerin ortalama toz yoğunluğu grafiği

Toz Yoğunluğu  
(mg/m<sup>3</sup>)



Ek 10: 2001 yılında aylara ait bölümlerin ortalama toz yoğunluğu grafiği

Çizelgeler ve şekillerde geçen,

A: Üst taban yolu,

B: Alt taban yolu,

C: Tavan ayak kuyruk,

D: Taban ayak kuyruk,

E: Tavan ayak operatörleri,

F: Taban ayak operatörleri,

H: Hazırlık bacası operatörleri,

L: Hazırlık bacası gerisi olmak üzere toz ölçüm istasyonları olarak belirtilmiştir.

Ek 11: Üretim panosu ölçüm istasyonları için betimsel istatistikler

Tarih	Nokta	Ortalama	Standart sapma	Örnek hacmi
1997	A	4,6971	,1520	86
	B	1,4991	,2405	86
	C	4,3123	,1545	86
	D	4,4352	,1643	86
	E	3,6944	,2105	86
	F	3,9051	,2688	86
	Toplam	3,7572	1,0829	516
1998	A	4,6794	,1510	86
	B	1,5585	,2405	86
	C	4,3322	,1642	86
	D	4,5170	,2017	86
	E	3,8227	,2613	86
	F	3,9552	,2669	86
	Toplam	3,8108	1,0737	516
1999	A	4,7667	,1603	86
	B	1,5674	,2590	86
	C	4,3092	,1283	86
	D	4,5212	,1834	86
	E	3,7167	,2738	86
	F	3,9467	,3075	86
	Toplam	3,8047	1,0839	516
2000	A	4,8315	,1232	86
	B	1,5377	,2306	86
	C	4,4677	,1893	86
	D	4,5560	,1849	86
	E	3,6700	,1913	86
	F	3,9962	,2207	86
	Toplam	3,8432	1,1165	516
2001	A	4,7752	,1459	86
	B	1,5281	,2231	86
	C	4,3524	,1646	86
	D	4,4813	,1990	86
	E	3,6893	,2030	86
	F	3,9634	,2473	86
	Toplam	3,7983	1,0933	516
Toplam	A	4,7500	,1565	430
	B	1,5382	,2392	430
	C	4,3548	,1710	430
	D	4,5021	,1907	430
	E	3,7186	,2356	430
	F	3,9533	,2642	430
	Toplam	3,8028	1,0896	2580

Ek 12: Üretim panosu ölçüm istasyonları için Varyans Analizi

Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	Test istatistiği	Önem Seviyesi
Düzeltilmiş Model	2950,575	29	101,744	2325,780	,000
Kesim noktası	37310,853	1	37310,853	852894,306	,000
Tarih	1,959	4	,490	11,197	,000
Nokta	2945,180	5	589,036	13464,862	,000
Tarih * Nokta	3,435	20	,172	3,926	,000
Hata	111,553	2550	4,375E-02		
Toplam	40372,980	2580			
Düzeltilmiş Toplam	3062,128	2579			

Ek 13: Hazırlık bacası ölçüm istasyonları için tanımlayıcı istatistikler

Tarih	Nokta	Ortalama	Standart Sapma	Nokta Sayısı
1997	H	4,5313	,1906	86
	L	3,5826	,2287	86
	Toplam	4,0569	,5200	172
1998	H	4,4365	,2223	86
	L	3,5026	,2122	86
	Toplam	3,9695	,5160	172
1999	H	4,4683	,1995	86
	L	3,5235	,1899	86
	Toplam	3,9959	,5120	172
2000	H	4,4744	,2334	86
	L	3,5274	,2538	86
	Toplam	4,0009	,5335	172
2001	H	4,4724	,2290	86
	L	3,5343	,2309	86
	Toplam	4,0034	,5233	172
Toplam	H	4,4766	,2168	430
	L	3,5341	,2246	430
	Toplam	4,0053	,5206	860

Ek 14: Hazırlık bacası ölçüm istasyonları için Varyans Analizi

Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	Test istatistiği	Önem Seviyesi
Düzeltilmiş Model	191,695	9	21,299	440,419	,000
Kesim noktası	13796,664	1	13796,664	285280,885	,000
Tarih	,698	4	,174	3,606	,006
Nokta	190,991	1	190,991	3949,212	,000
Tarih * Nokta	6,705E-03	4	1,676E-03	,035	,998
Hata	41,107	850	4,836E-02		
Toplam	14029,467	860			
Düzeltilmiş Toplam	232,802	859			

Ek 15: Operatörlerin bulunduğu istasyonlar için tanımlayıcı istatistikler

Tarih	Nokta	Ortalama	Standart Sapma	Örnek Hacmi
1997	E	3,6944	,2105	86
	F	3,9051	,2688	86
	H	4,5313	,1906	86
	Toplam	4,0436	,4212	258
1998	E	3,8227	,2613	86
	F	3,9552	,2669	86
	H	4,4365	,2223	86
	Toplam	4,0715	,3637	258
1999	E	3,7167	,2738	86
	F	3,9467	,3075	86
	H	4,4683	,1995	86
	Toplam	4,0439	,4104	258
2000	E	3,6700	,1913	86
	F	3,9962	,2207	86
	H	4,4744	,2334	86
	Toplam	4,0469	,3947	258
2001	E	3,6893	,2030	86
	F	3,9634	,2473	86
	H	4,4724	,2290	86
	Toplam	4,0417	,3961	258
Toplam	E	3,7186	,2356	430
	F	3,9533	,2642	430
	H	4,4766	,2168	430
	Toplam	4,0495	,3972	1290

Ek 16: Operatörlerin Bulunduğu İstasyonlar İçin Varyans Analizi

Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	Test istatistiği	Önem Seviyesi
Düzeltilmiş Model	131,516	14	9,394	166,614	,000
Kesim noktası	21154,122	1	21154,122	375192,833	,000
Tarih	,159	4	3,976E-02	,705	,008
Nokta	129,483	2	64,742	1148,270	,000
Tarih * Nokta	1,874	8	,234	4,154	,000
Hata	71,887	1275	5,638E-02		
Toplam	21357,526	17290			
Düzeltilmiş Toplam	203,403	1289			

Ek 17: Operatörler arası uygulanan Varyans Analizi

Kaynaklar	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Önem Seviyesi
Gruplararası	2	32,5885	16,2943	0,000
Gruplar içi (hata)	255	12,9992	0,0510	
Toplam	257	45,5877		

\*\* :  $p < 0,01$

Ölçüm Yeri	Örnek Sayısı	Ortalamalar
E	86	3,6944 ± 0,2105 c
F	86	3,9051 ± 0,2688 b
H	86	4,5313 ± 0,1906 a

a, b, c: Her bir aşama içinde, aynı sütunda farklı harfler taşıyan gruplararası fark önemlidir.

Ek 18: Tavan ayak kuyruk ile taban ayak kuyruk arasında uygulanan T-testi

Ölçüm Yeri	Nokta	Ortalama	Standart Hata	T-değeri	Önem Seviyesi
C	86	4,3123 ± 0,1545	0,0167	-6,46	0,000
D	86	4,4352 ± 0,1643	0,0177		

Ek 19: Üst taban yolu ile alt taban yolu arasında uygulanan T-testi

Ölçüm Yeri	Nokta	Ortalama	Standart Hata	T-değeri	Önem Seviyesi
A	86	4,6971 ± 0,1520	0,0164	103,14	0,000
B	86	1,4991 ± 0,2405	0,0259		

Ek 20: Tavan ayak operatörleri arası uygulanan Varyans Analizi

Kaynaklar	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Önem Seviyesi
Gruplararası	4	1,2590	0,3148	0,000
Gruplar içi (hata)	425	22,5589	0,0531	
Toplam	429	23,8179		

\*\* : p<0,01

Ölçüm Yeri	Örnek Sayısı	Ortalamalar
1997 E	86	3,6944 ± 0,2105 b
1998 E	86	3,8227 ± 0,2613 a
1999 E	86	3,7167 ± 0,2738 b
2000 E	86	3,6700 ± 0,1913 b
2001 E	86	3,6893 ± 0,2030 b

a, b: Her bir aşama içinde, aynı sütunda farklı harfler taşıyan gruplararası fark önemlidir.

Ek 21: Taban ayak operatörleri arası uygulanan Varyans Analizi

Kaynaklar	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Önem Seviyesi
Gruplararası	4	0,3704	0,0926	0,258
Gruplar içi (hata)	425	29,5685	0,0696	
Toplam	429	29,9389		

Ölçüm Yeri	Örnek Sayısı	Ortalamalar
1997 F	86	3,9051 ± 0,2688 a
1998 F	86	3,9552 ± 0,2669 a
1999 F	86	3,9467 ± 0,3075 a
2000 F	86	3,9962 ± 0,2207 a
2001 F	86	3,9634 ± 0,2473 a

a: Her bir aşama içinde, aynı sütunda gruplararası fark önemsizdir.

Ek 22: Hazırlık bacası operatörleri arası uygulanan Varyans Analizi

Kaynaklar	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Önem Seviyesi
Gruplararası	4	0,4032	0,1008	0,072
Gruplar içi (hata)	425	19,7597	0,0465	
Toplam	429	20,1629		

Ölçüm Yeri	Örnek Sayısı	Ortalamalar
1997 H	86	4,5313 ± 0,1906 a
1998 H	86	4,4365 ± 0,2223 a
1999 H	86	4,4683 ± 0,1995 a
2000 H	86	4,4744 ± 0,2334 a
2001 H	86	4,4724 ± 0,2290 a

a: Her bir aşama içinde, aynı sütunda gruplararası fark önemsizdir.

Ek 23: Tavan ayak kuyruk kısımları arası uygulanan Varyans Analizi

Kaynaklar	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Önem Seviyesi
Gruplararası	4	1,4741	0,3685	0,000
Gruplar içi (hata)	425	11,0674	0,0260	
Toplam	429	12,5415		

\*\* :  $p < 0,01$

Ölçüm Yeri	Örnek Sayısı	Ortalamalar
1997 C	86	4,3123 ± 0,1545 b
1998 C	86	4,3322 ± 0,1642 b
1999 C	86	4,3092 ± 0,1283 b
2000 C	86	4,4677 ± 0,1893 a
2001 C	86	4,3524 ± 0,1646 b

a, b: Her bir aşama içinde, aynı sütunda farklı harfler taşıyan gruplararası fark önemlidir.

Ek 24: Taban ayak kuyruk kısımları arası uygulanan Varyans Analizi

Kaynaklar	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Önem Seviyesi
Gruplararası	4	0,7224	0,1806	0,000
Gruplar içi (hata)	425	14,8833	0,0350	
Toplam	429	15,6056		

\*\* :  $p < 0,01$

Ölçüm Yeri	Örnek Sayısı	Ortalamalar
1997 D	86	4,4352 ± 0,1643 b
1998 D	86	4,5170 ± 0,2017 a
1999 D	86	4,5212 ± 0,1834 a
2000 D	86	4,5560 ± 0,1849 a
2001 D	86	4,4813 ± 0,1990 b

a, b: Her bir aşama içinde, aynı sütunda farklı harfler taşıyan gruplararası fark önemlidir.

Ek 25: üst taban yolu kısımları arası uygulanan Varyans Analizi

Kaynaklar	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Önem Seviyesi
Gruplararası	4	1,3194	0,3299	0,000
Gruplar içi (hata)	425	9,1860	0,0216	
Toplam	429	10,5054		

\*\* :  $p < 0,01$

Ölçüm Yeri	Örnek Sayısı	Ortalamalar
1997 A	86	4,6971 ± 0,1520 c
1998 A	86	4,6794 ± 0,1510 c
1999 A	86	4,7667 ± 0,1603 b
2000 A	86	4,8315 ± 0,1232 a
2001 A	86	4,7752 ± 0,1459 b

a, b, c: Her bir aşama içinde, aynı sütunda farklı harfler taşıyan gruplararası fark önemlidir.

Ek 26: Alt taban yolu kısımları arası uygulanan Varyans Analizi

Kaynaklar	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Önem Seviyesi
Gruplararası	4	0,2493	0,0623	0,361
Gruplar içi (hata)	425	24,2887	0,0571	
Toplam	429	24,5380		

Ölçüm Yeri	Örnek Sayısı	Ortalamalar
1997 B	86	1,4991 ± 0,2405 a
1998 B	86	1,5585 ± 0,2405 a
1999 B	86	1,5674 ± 0,2590 a
2000 B	86	1,5377 ± 0,2306 a
2001 B	86	1,5281 ± 0,2231 a

a: Her bir aşama içinde, aynı sütunda gruplararası fark önemsizdir.

Ek 27: Hazırlık bacası gerisindeki istasyonlar arası uygulanan Varyans Analizi

Kaynaklar	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Önem Seviyesi
Gruplararası	4	0,3010	0,0753	0,202
Gruplar içi (hata)	425	21,3478	0,502	
Toplam	429	21,648		

Ölçüm Yeri	Örnek Sayısı	Ortalamalar
1997 L	86	3,5826 ± 0,2287 a
1998 L	86	3,5026 ± 0,2122 a
1999 L	86	3,5235 ± 0,1899 a
2000 L	86	3,5274 ± 0,2538 a
2001 L	86	3,5343 ± 0,2309 a

a: Her bir aşama içinde, aynı sütunda gruplararası fark önemsizdir.