

TTK KARADON MÜESSESİ OCAKLARINDA SOLUNABİLİR  
TOZLARIN KUVARS İÇERİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Study of the Quartz Content of the Respirable Dust in the Mines of TTK Karadon District

Melihat GEBEDEK (KARALI)<sup>(1)</sup>  
Vedat DİDARİ<sup>(\*\*)</sup>  
Alaaddin ÇAKIR<sup>(\*\*\*)</sup>

Anahtar Sözcükler: Kömür, Toz, Pnömkonyoz, Spektroskopi, Kuvars

## ÖZET

Bu çalışmada, toz ve pnömkonyoz sorunları ile ilgili kısa bilgi verilmiş, kullanılan örnekleme ve analiz işlemleri ayrıntılı olarak tanıtılmıştır. Sonuçlar, genelde kabul edilmiş olan kritik değerlere göre yorumlanmıştır. Karadon Müessesesi ocaklarındaki ortalama kuvars içerikleri (% 14,98-9,95 ve 0,66-0,14 mg/m<sup>3</sup>) kritik değerlerin üstündedir.

## ABSTRACT

In this study, a brief explanation about dust and pneumoconiosis problems in mines has been given, the sampling and analysing procedures used have been described in detail. The results have been interpreted in accordance with the commonly accepted critical values. Average quartz contents in Karadon District Mines (14.98-9.95 % and 0.66-0.14 mg/m<sup>3</sup>) are beyond the critical values.

<sup>(1)</sup> Maden Yük. Müh., Zonguldak

<sup>^</sup> Prof. Dr., ZKÜMF Maden Müh. Böl., Zonguldak

<sup>(\*\*\*)</sup> Arş. Gör., ZKÜMF Maden Müh. Böl., Zonguldak

## 1. GİRİŞ

Solunabilir toz içinde 0,2-5 /i aralığında boyuta sahip olan toz tanecikleri akciğer alveollerine" ulaşmakta ve burada fagositler tarafından zararsız hale getirilmektedir. Ancak solunan toz miktarının ve soluma süresinin yüksek olması durumunda akciğerde biriken bu tozlar, tedavisi mümkün olmayan pnömokonyoz hastalıklarına neden olmaktadır. Solunabilir tozun cinsine göre farklı adlarla tanımlanan pnömokonyoz hastalıkları içinde yer alan kömür işçileri pnömokonyozu, zamanında ve yeterli önlem alınmaması durumunda ölümlerle sonuçlanan bir seyir izlemesi nedeniyle işçi sağlığı açısından özel önem taşımaktadır. Yapılan araştırmalar, solunabilir kömür tozu içindeki kuvars miktarının yükselmesinin hastalığın oluşum ve seyir hızını artırdığını ortaya koymaktadır.

Bu çalışma, Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) Karadon Müessesesi Kilimli ve Gelik İşletmeleri'ne ait 15 ayrı işyerinden alınarak hazırlanan toplam 60 adet solunabilir toz numunesinin içindeki kuvars miktarlarının, kırmızı ötesi spektroskopi tekniği ile belirlenmesi çalışmalarını kapsamaktadır.

## 2. KÖMÜR MADENCİLİĞİNDE TOZ VE PNÖMOKONYOZ PROBLEMİ

Yeraltı kömür üretim faaliyetlerinin güvenli ve verimli bir şekilde sürdürülebilmesi için işyeri koşullarının mümkün olan en iyi durumda tutulması, işçi sağlığı ve iş güvenliği çalışmalarının ana hedefidir. Gerekli olan hava, gaz, toz, karanlık, nem ve sıcaklık gibi çalışma ortamının sağlıklılığını doğrudan etkileyen etmenler içinde, pnömokonyoz hastalığının ve kömür tozu patlamalarının ana nedeni olarak bilinen toz, bireysel ve kitlesel ölümlere neden olabilecek gelişmelerin önlenmesi amacıyla büyük bir dikkatle izlenmeli ve denetlenmelidir.

İşçi sağlığını tehdit eden tozlar biyolojik etkileri açısından altı ana grup altında toplanmaktadır. Solunum sistemine zarar vererek pnömokonyoza neden olabilen kuvars, kristobalit ve tridimit tozları 'fibrojenik tozlar' olarak adlandırılmakta ve bu tozların neden olduğu pnömokonyoz hastalıkları toplam içinde çok yüksek oranlara ulaşmaktadır. Çeşitli organlar üzerinde kalıcı veya geçici biçimde zehirli etki yaratabilen 'toksik tozlar' (kurşun, krom, kadmiyum vb.), kansere yol açabilen 'kanserojen tozlar' (asbest, berilyum, nikel, vb.), hücre ve dokularda zarara ve genetik bozukluklara neden olabilen 'radyoaktif tozlar' (uranyum, toryum, zirkonyum, vb.), değişik kişiler üzerinde değişik tepkilere neden olabilen 'allerjik tozlar' (un, kereste, vb.) ve vücutta birikebilen fakat belli bir hastalık oluşturmayan 'nötr tozlar' (demiroksit, magnezyumoksit, vb.) ise diğer grup tozları oluşturmaktadır (Baysal, 1979).

### 2.1. Pnömokonyoz

İş yerlerinde çeşitli işlemler sonucu oluşan ve havada askıya geçen tozları uzun süre soluyan işçilerde çeşitli akciğer hastalıkları görülmektedir. Tozun neden olduğu bu tür meslek hastalıklarının tümüne birden 'pnömokonyoz' adı verilmektedir. Pnömokonyoz, hastalığa neden olan tozun cinsine göre adlandırılmaktadır. Örneğin, kömür tozunun solunması ile antrakoz, kuvars içeren tozların sokulmasıyla silikoz, demir tozlarının sokulmasıyla sideroz, asbest tozlarının solunması ile asbestoz olarak adlandırılan rahatsızlıklar oluşmaktadır (Ataman, 1973). Kömür ocaklarında havada askıda bulunan ve genellikle düşük oranlarda kuvars içeren karışık tozların solunması ile kömür işçileri pnömokonyozu (antrakosilikoz) oluşabilmektedir (Didari, 1983.a).

Pnömokonyoz hastalan, akciğer röntgen filmlerinde görülen lekelere göre sınıflandırılmaktadır. Hastalığın ilk

devrelerinde 2 mm'den küçük olan lekeler, önlem alınmadığında büyümekte ve sonuçta akciğerin büyük bir bölümünü kaplayarak son derece ciddi sağlık problemleri yaratmaktadır. AlveoUerde, tozun zararsız hale getirilmesini sağlayan fagositler, tozlu çalışma ortamlarında bütün tozu dışarı atamazlar. Akciğerde biriken bu tozlar, tepkisel bağ dokusu (fibrozis) oluşumuna neden olurlar ve akciğer alveolleri ile etrafındaki damarların görevini yapmasını önleyerek iltihap merkezleri yaratırlar. Zamanla ağ şeklinde bağ dokuları ortaya çıkar. Oluşan bu dokular, yumrucuklara, ileri aşamada da nodüllere dönüşür. Çok ilerlemiş aşamalarda bağ doku oluşumu artarak sert yumrular oluşmakta ve bunların parçalanmalarıyla akciğer loblarında ağır yaralanmalar meydana gelmektedir (Didari, 1983.a).

Maluliyet ve iş görmezliğe neden olan ve hatta ölümlü sonuçlanan (silikoz, asbestoz, vb.) şekilleri yanında, hiç bir klinik belirti vermeden tamamen zararsız sayılabilecek şekilde devam eden (sideroz, baritoz vb.) pnömokonyoz türleri de mevcuttur (Ilıcak, 1988).

### **2.1.1. Pnömokonyoza Neden Olan Tozun Boyutu ve Miktarı**

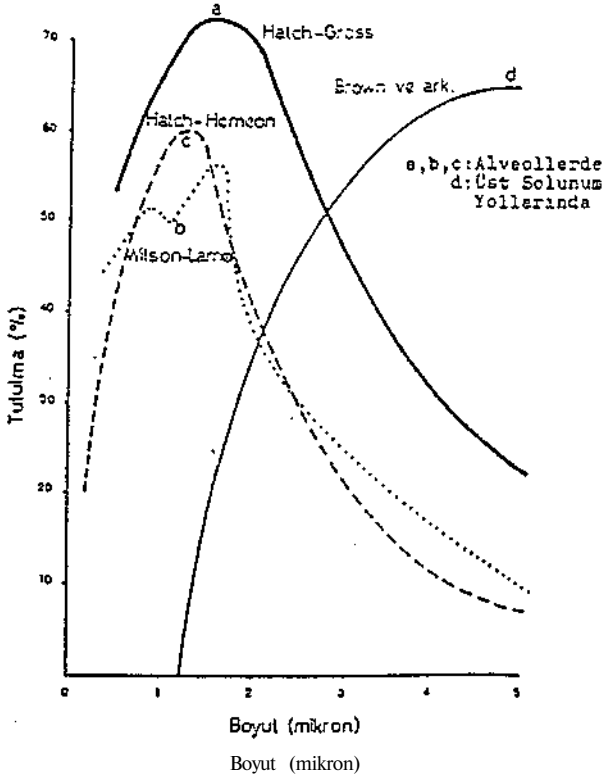
Pnömokonyoz hastalığının meydana gelmesinde önemli olan tozun çapıdır. Çapları 5 jx'dan büyük tozlar alveollere kadar gidmeden üst solunum yollarında tutulurlar. Pnömokonyoz için daha az önemli olan bu büyük partiküller üst solunum yolu hastalıkları için tehlikelidir. Çapı 0,2 uMan küçük tozlar ise alveol yüzeyine ulaşmadan nefes verme havası ile dışarı atılırlar. Yapılan araştırmalar, pnömokonyoza neden olan tozların üst solunum yollarından geçerek akciğerin alveollerine kadar varabilen 0,2-5 \ı arasındaki tozlar olduğunu ortaya çıkarmıştır. Yalnız 5 |i'dan daha büyük taneciklerin üst solunum yollarında süzüldüğü ve alveollere kadar ulaşmadığı konusunda çoğu araştırmacılar

ortak düşüncede olmalarına rağmen, akciğerde tutulmaksızın .solunumla geriye atılan en küçük toz boyutu üzerinde böyle genel bir anlaşma yoktur. Tozun alveollerde tutulan boyutlarıyla ilgili olarak araştırmacıların hemen hemen hepsi Hatch'm eğrisini benimsemektedir (Şekil 1). Brown ve Hatch yaptıkları araştırmada solunabilen tozun ancak % 2-4'ün akciğerde devamlı olarak biriktiğini ve bu oranın kişiden kişiye değiştiğini göstermişlerdir (Didari, 1983.a).

Pnömokonyoz üzerine yapılan araştırmalarda, sistemli bir şekilde gerçekleştirilen toz ölçüm sonuçları ile düzenli aralıklarla alınan röntgen filmi bulguları birlikte değerlendirilmekte ve kabaca, birinci grupta etki ikinci grupta ise tepki ölçülmektedir. Günümüzde bu şekilde yapılmış olan en uzun süreli ve en güvenilir araştırmalar İngiliz ve Alman pnömokonyoz araştırmalarıdır. İngiliz ve Alman araştırmacılar, bireyin pnömokonyoza yakalanma olasılığını, çalışılan ortamlardaki toz yoğunlukları ortalamaları ile bu ortamlardaki çalışma sürelerinin çarpımlarının toplanması ile elde edilen 'Birikimli Toz Etkilenmesi (BTE)'nin bir fonksiyonu olarak ele almışlardır. Yapılan araştırmalar, elde edilen BTE değerleri ile pnömokonyozun oluşumu ve gelişimi arasında net ilişkiler bulunduğunu ortaya koymaktadır. Aynı etkiye karşı bireylerin gösterdikleri tepkilerin farklı oluşu ve çevresel koşullardaki farklılıklar ve değişimler, bu tür ilişkilerin istatistiksel olarak açıklanmasının daha doğru olacağını göstermektedir (Didari, 1983.b).

1988 Cenevre Sınıflandırması'na göre, pnömokonyoz olasılığının hemen hemen sıfır olduğu 2 mg/m<sup>3</sup> ortalama toz yoğunluk değeri 'zararsız' toz durumlarını temsil etmekte, sözü edilen olasılığın % 5'in altında kaldığı 4 mg/m<sup>3</sup> ortalama toz yoğunluk değeri ise 'normal' toz durumlarını temsil eden bir değer olarak kabul edilmektedir (Didari, 1983.a).

Çakır vd. (1994) tarafından gerçekleştirilen, TTK'da 1981-1991 yılları arasındaki 11 yıllık



Şekil 1. 5 n'dan küçük taneciklerin alveollerde ve üst solunum yollarında tutulma yüzdeleri (Didari, 1983.a).

süreçte belirlenmiş 2086 adet pnömokonyoz şüphelisi işçiye ait verilerin esas alındığı istatistiksel bir çalışmanın sonuçlarına göre:

Tozla ve pnömokonyozla mücadele konusunda sürdürülmekte olan iyileştirme çalışmalarının olumlu sonuç verdiği görülmekle beraber, 1990 yılından itibaren çok daha ayrıntılı teşhis olanağı sağlayan 35x35 cm'lik standart film uygulamasına başlanması ile 1991 yılına ait pnömokonyoz şüphelisi sayılarında dramatik bir artış gözlemlendiği,

- Çalışan işçi sayılarına oranlama yapıldığında, en kötü durumda bulunan Amasra Müessesesi'ni, sırasıyla, Karadon, Kozlu, Armutçuk ve Üzülmüş Müesseselerinin izlediği,
- Büyük çoğunluğunu, sırasıyla, kazmacı, tabancı ve nezaretçilerin oluşturduğu

pnömokonyoz şüphelilerinin 15-19 yıllık çalışma süreleri arasında yoğunlaştığı

vurgulanmaktadır.

Bugünün koşullarında, kömür tozu pnömokonyozunu tedavi edecek bir yöntem bulunmamakta, toz oluşumunun azaltılması ve hastalığı belli bir aşamaya ulaşmış işçilerin daha az tozlu ortamlarda çalıştırılması gibi önlemlerle hastalığın oluşumu ve ilerlemesi denetim altında tutulmaya çalışılmaktadır.

### 2.1.2. Solunabilir Tozdaki Kuvars ile Pnömokonyoz İlişkisi

Kömür damarının taban ve tavanını oluşturan yan taşlar ile damar içinde yer alan ara kesmeler bol miktarda silis içeren kayalardan meydana gelmektedir. Taş içinde yolların açılması, damarın kazısı veya ayak arkasının göçertilmesi sırasında bu kayaların kırılma ve parçalanmasıyla oluşan ve işyeri havasına karışan bu tozlar çalışan işçiler tarafından solunmaktadır.

Serbest silis mineralleri ve silikatların ciddi pnömokonyoz hastalıklarının başlıca etkeni olduğu bilinmektedir. Akciğerde 10-30 gr kömür tozu birikmiş olan kömür madeni işçisinin hiç bir şikayeti olmayabileceği gibi, 3 gr silis tozu birikmesi ciddi sonuçlar doğurabilmektedir (Ilıcak, 1988). Kural olarak toz tanecikleri serbest silis bakımından ne kadar zengin ise hastalık yaratma tehlikesi o denli fazla olarak kabul edilir (Saltoğlu, 1975).

Konu üzerinde yapılmış bir çok araştırmaya karşın, kömür işçileri pnömokonyozunun gelişiminde kuvarsın rolü hala tartışma konusudur. Görüşlerin birbirinden ayrı oluşunun nedeni, pnömokonyozu neden olan etmenlerin birbirinden ayırt edilememesidir. Kişisel yatkınlık bir yana bırakılırsa; ortalama toz yoğunluğu, parçacık boyutu ve kuvarsın dışındaki diğer minerallerin davranışı ile geçirilmiş ya da bağışıklık kazanılmış bulaşıcı

hastalıklar gibi bir çok etmenin olayda rolü vardır. Bu etmenlerin her biri kuvarsın oynadığı rolü maskeleyen ve onun özgün davranışının anlaşılmasını zorlaştırmaktadır (Yaprak, 1988).

Almanya gibi birçok ülkede, solunabilir toz içindeki kuvars miktarı % 5'i aştığında tozun kuvars bileşeninin ağırlığı önem kazanmakta ve 0,10 mg/m<sup>3</sup> kuvars tozu yoğunluğunun 'zararsız', 0,15 mg/m<sup>3</sup> yoğunluğun ise 'normal' toz durumlarını temsil ettiği kabul edilmektedir. Aynı şekilde yine birçok ülkede solunabilir toz içindeki kuvars oranının % 5'i aşması durumunda zararsız ya da normal kabul edilen solunabilir toz yoğunluk sınırları aşağı çekilmektedir (Didari, 1983.a).

Solunabilir tozdaki kuvars miktarının belirlenmesi için 3 temel yöntemden yararlanılmaktadır. Bunlar, solunabilir toz numunelerine uygulanan bir dizi çözünürlük işleminin ardından arda kalan serbest silisin belirlenmesini esas alan 'kimyasal yöntemler', kırılma indisi bilinen silisin immersiyonla renklendirme yöntemiyle tanınmasını esas alan 'mineralojik yöntemler' ve ısı farkları analizi, X-ışın kırınımı ve kırmızı ötesi spektroskopisi olmak üzere 3 farklı tekniğin geliştirildiği 'fiziksel yöntemler' olarak sınıflandırılmaktadır (Baran, 1997). Bu çalışmada, fiziksel yöntemlerden biri olan kırmızı ötesi spektroskopisi yöntemi kullanılmış olup, adı geçen yöntem aşağıda kısaca tanıtılmaktadır.

### 2.1.3. Kırmızı Ötesi Spektroskopi Yöntemi

Kırmızı ötesi spektroskopisi, mineral analizinde oldukça yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biridir. Yöntem ilk olarak 1953 yılında Haccuria ye arkadaşları tarafından silikatların, 1956 yılında ise ocak tozlarının analizinde kullanılmış olup, günümüzde gelişen teknolojinin de desteği ile bu yöntemle son derece hassas ölçümler yapılabilmektedir. Her maddenin, üzerine düşürülen farklı dalga

boylarındaki ışıklardan ancak bazılarını soğurması ilkesinden yola çıkılarak geliştirilen spektrofotometre cihazları yardımıyla, dalga sayılarına karşılık gelen soğurma veya geçirgenlik değerleri sayısal ve grafiksel olarak belirlenmekte ve yorumlanmaktadır (Baran, 1997).

Belirli niteliklere sahip ışınlar bir madde üzerine düşürüldüğünde o maddeyi oluşturan moleküllerin titreşmesine neden olurlar. Molekül içindeki atomların titreşimi esnasında atomlar arası bağlar uzayıp kısalmakta ve iki atom arasında bir elektromanyetik alan oluşmaktadır. Moleküllerin titreşmesine neden olan ışınlar ait elektromanyetik alan ile titreşim halindeki molekülün yaratmış olduğu elektromanyetik alan değerlerinin eşdeğer olması durumunda soğurma olayı gerçekleşir. Soğurma spektroskopisi tekniklerinin kullanıldığı dalga boylan yaklaşık 100 nm ile 1000000 nm (=1 mm) aralığında yer almaktadır. Bu teknikler arasında yer alan kırmızı ötesi spektroskopi yönteminde genellikle dalga boylan 2500-25000 nm arasında değişen ışıklardan yararlanılmakta olup, bu ışınlar çoğunlukla dalga sayı ile tanımlanmaktadır. Yöntem, özel hücresine yerleştirilmiş bir numuneye giren ve çıkan ışınların şiddetinin karşılaştırılması ve dalga sayılarına göre grafiğe geçirilmesi esasına dayanmaktadır (Yıldız ve Genç, 1993; Gündüz, 1994).

Homonükleer moleküller (N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, vb.) hariç, bütün moleküller kırmızı ötesi ışınlar soğurmakta ve kırmızı ötesi spektrum vermektedir. Molekül yapısının belirlenmesi ve atomlar arasındaki bağ uzunluklarının ve açılarının bulunması gibi birçok uygulama alanına sahip olan kırmızı ötesi spektroskopi yöntemi ile katı, sıvı veya gaz halinde numuneler kolaylıkla incelenebilmeleridir. Sıvı ve gaz numunelerin özel hücreler içinde spektrumları alınmakta, katı numuneler ise, ya özel mineral yağlan içinde asılı hale getirilerek veya potasyum bromür (KBr)

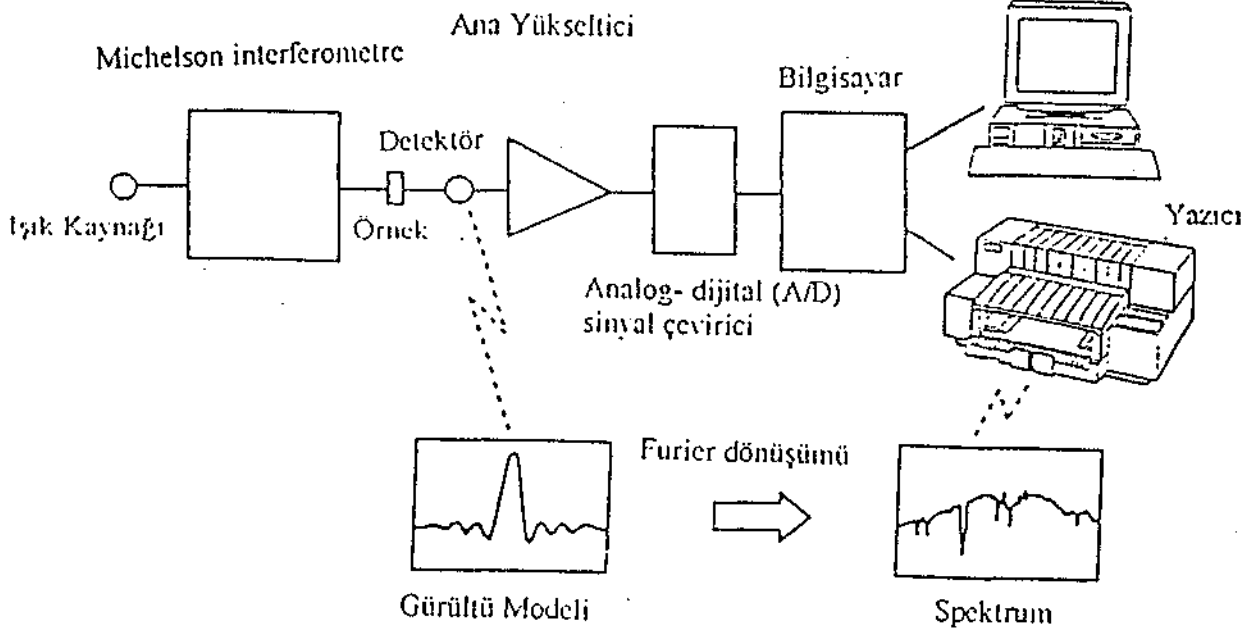
kullanılarak hazırlanmış tabletler halinde incelenmektedir (Pekel, 1978).

Bu çalışmada kullanılan Jasco marka Fourier dönüşümlü kırmızı ötesi spektrofotometrenin teknik özellikleri aşağıda sunulmakta, yapısal akım şeması ise Şekil 2'de verilmektedir.

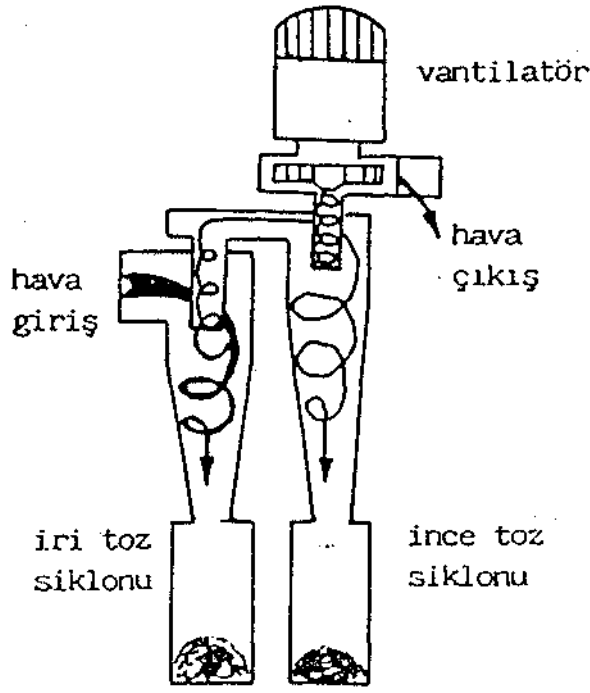
Dalga Sayısı Aralığı	: 7000-400 $\text{cm}^{-1}$
Çözünürlük	$1\text{cm}^{-1}$
Numune Bölümü	210x330x180 mm
Numune Haznesindeki	
Işık Demeti Çapı	14 mm
Işık Kaynağı	Özel
Sinyal/Gürültü Oranı	2000:1
Detektör	DLATGS
Tarama Sayısı	16

### 3. KARADON MÜESSESESİ OCAKLARINDA SOLUNABİLİR TOZLARIN KUVARS İÇERİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Bu çalışmada kullanılan Müller firması yapımı TBF50 gravimetrik toz örnekleme cihazı; birbirine seri olarak bağlı, kalın ve ince tozların ayrı ayrı çökelediği iki siklondan ibaret ana ünite ile 50 lt/dk'lık hava akışı sağlayan yardımcı bir üniteden oluşmaktadır. Cihazın birinci siklonunda toplanan 5-10 jx boyuta sahip kaim tozlar üst solunum yollarında biriken tozları, ikinci siklonunda toplanan 0,2-5  $\mu$  boyuta sahip ince tozlar ise akciğerlerde çökelebilen boyuttaki ince tozları örneklemektedir. TBF50 cihazının yapısal şeması Şekil 3'de verilmektedir.



Şekil 2. Jasco 300 E Fourier dönüşümlü kırmızı ötesi spektrofotometrenin yapısal şeması (Jasco, 1994).



Şekil 3. TBF 50 gravimetrik toz örnekleme cihazının yapısal şeması (Müller, 1973).

### 3.1. TTK Karadon Müessesesi'nin Tanıtımı

TTK Genel Müdürlüğü'ne bağlı olarak, Zonguldak il merkezinin 12 km doğusunda yaklaşık 32km<sup>2</sup>'lik bir sahada yer alan Karadon Müessesesi, -160/-260, -260/-360 ve -360/-460 katlarında, ortalama kalınlıkları 0,70 ile 3,66 m arasında değişen ve tamamı koklaşabilir nitelikte 16 adet kömür damanında üretim faaliyetlerini sürdürmekte ve üretilen kömür Çatalağzı Lavvarı'nda zenginleştirilerek piyasaya verilmektedir. Müessese, kömür üretimini Kilimli ve Gelik olmak üzere 2 işletmede gerçekleştirmektedir. Bu işletmelerde üretim yöntemi olarak, biri Kilimli İşletmesi'ne ait ve kazı işleminin yüksek basınçlı hava ile yapıldığı ara katlı, Çizelge 1. Karadon Müessesesi Kilimli ve Gelik İşletmelerine Ait Tanıtıcı Bilgiler (TTK, 1998).

dönümlü ve göçertmeli ayak ile diğeri Gelik İşletmesi'ne ait çelik sarmalı, hidrolik direkli ilerletimli ve göçertmeli uzun ayak dışında, tüm damarlarda ağaç tahkimatlı, ilerletimli ve göçertmeli uzun ayak yöntemi uygulanmaktadır. Bu ayakların tamamında ayak içi nakliyat aracı olarak sabit oluk kullanılmakta, Gelik İşletmesi'ne ait eğimi düşük damarlarda ise sabit oluğa ek olarak tek zincirli oluk kurulmaktadır. Karadon Müessesesi ile Kilimli ve Gelik işletmelerine ait tanıtıcı bilgiler Çizelge 1 'de sunulmaktadır.

### 3.2. Numune Alma Çalışmaları

Solunabilir toz içindeki kuvars miktarının belirlenmesi amacıyla numune alınacak işyerlerinin belirlenmesi konusunda Karadon Müessesesi'nden alınan bilgiler doğrultusunda, Kilimli İşletmesi'ne ait 9 ve Gelik İşletmesi'ne ait 5 ayak ile -460 Kömür Tumbası bu çalışma için uygun işyerleri olarak seçilmiştir. Bu 15 işyerinin herbirinden 2'şer numune alınmış olup, bu numuneler üzerinde, ince ve kaim tozlar için ayrı ayrı olmak üzere, toplam 60 ölçüm gerçekleştirilmiştir. Numune alınan ayakları tanıtıcı bilgiler Çizelge 2'de sunulmaktadır.

Numune alımında kullanılan TBF 50 gravimetrik toz örnekleme cihazı, üretim vardiyasının başlangıcında, çalışılan son sarmadan sonra üst taban yolu yönünde yaklaşık 10 m mesafede, hava giriş ağız hava gelişine açık olacak şekilde konumlandırılmış ve tüm işyerleri için, işyerindeki çalışmanın başladığı andan itibaren, ortalama çalışma süresi olarak belirlenen 3,5 saat süreyle çalıştırılmıştır. Vardiya sonunda yerüstüne

	İŞÇİ SAYILARI		ÇALIŞAN AYAK SAYISI (Ağustos 1998)	HAZIRLANAN AYAK SAYISI (Ocak 1999)	ORTALAMA GÜNLÜK ÜRETİM (ton/gün)	
	Yeraltı	Yerüstü			Tüvenan	Satılabilir
Müessese	479	51	-	-	-	-
Kilimli	1653	324	13	5	2165	1760
Gelik	1600	303	9	3	997	837
Toplam	3732	678	22	8	3162	2597

Çizelge 2. Numune Alman Ayakları Tanıtıcı Bilgiler (TTK, 1998).

a. Kilimli İşletme'ne ait ayaklar için.

Çalışılan Ayak Adı	Damar Kalınlığı (m)	Ara Kesme Kalınlığı (m)	Eğim O	Ayak Boyu (m)	Tavan Taşı	Taban Taşı
-360/-460 Kartal	1,50	0,90	45	140	ince taneli kumtaşı	
-360/-460 Büyük Batı	3,00	0,40	47	100	ince taneli kumtaşı	
-360/-460 Büyük Doğu	3,00	0,40	53	110	ince taneli kumtaşı	
-360/-460 Domuzcu	2,50	0,30	45	20	ince taneli kumtaşı	
-360/-460 Çay	3,00	0,15	45	140	iri taneli kumtaşı	İnce taneli kumtaşı
-46Ö/-360 Akalın	1,30	0,20	45	115	Kumtaşı	ince taneli kumtaşı
-360/-460 Acente	1,50	0,30	45	115	İri taneli kumtaşı	ince taneli kumtaşı
-360/-460 Sulu	2,50	0,30	43	120	iri taneli kumtaşı	İnce taneli kumtaşı
-303/-360 Akdağ	2,00	0,30	35	160	ince taneli kumtaşı	

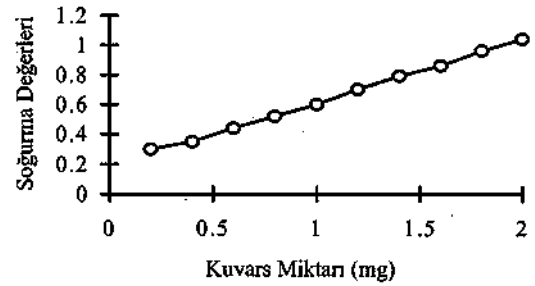
b. Gelik İşletme'ne ait ayaklar için.

Çalışılan Ayak Adı	Damar Kalınlığı (m)	Ara Kesme Kalınlığı (m)	Eğim (°)	Ayak Boyu (m)	Tavan Taşı	Taban Taşı
-260/-360 Çay	3,00	-	40	130	İnce taneli kumtaşı	
-334/-360 Kurul	3,00	0,30	12	100	ince taneli kumtaşı	
-260/-360Tb. Acılık	2,00	0,70	25	160	İnce taneli kumtaşı	
-260/-360TV. Acılık	1,30	0,25	25	200	ince taneli kumtaşı	
-150/-260 Sulu	2,00	eski	27	200	ince taneli kumtaşı	

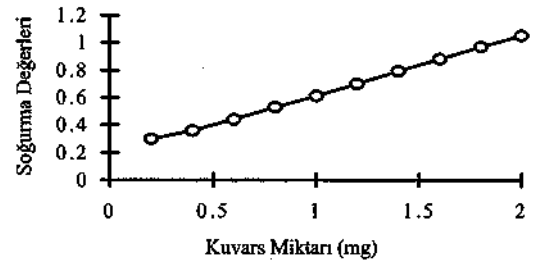
çıkarılan cihazın birinci siklonunda biriken 5-10 jö. boyutundaki kaim toz numuneleri ile ikinci siklonda biriken 0,2-5  $\mu$  boyutundaki ince toz numuneleri ayrı ayrı plastik kaplara alınmış ve bu kaplar etiketlenerek laboratuvara taşınmıştır.

3.3. Laboratuvar Çalışmaları

Laboratuvar çalışmalarına öncelikle solunabilir kömür tozu numunelerindeki kuvars miktarının belirlenmesine esas teşkil edecek kalibrasyon denklemleri için kalibrasyon doğrularının çizilmesi ile başlanmıştır. Bunun ardından, numunelerin yoğunlukları ve kül yüzdeleri belirlenmiş, son olarak da, numunelere ait sabit miktarda kül ile KBr karışımından hazırlanan tabletlerin spektrumları alınarak elde edilen veriler kalibrasyon denklemlerinde yerine konmuş ve kuvars değerleri hesaplanmıştır (Şekil 4).



a) 796 cm<sup>-1</sup> için.



b) 779 cm<sup>-1</sup> için.

Şekil 4. Kalibrasyon doğruları (Gebdek, 1998).



Şekil 4.a ve 4.b'de elde edilen doğruların denklemleri aşağıda verilmektedir.

$$y = 0,422X + 0,1913 \dots \dots \dots (1)$$

$$y = 0,427X + 0,1933 \dots \dots \dots (2)$$

### 3.3.1. Toz Yoğunluğunun Hesaplanması

Plastik kaplarla laboratuvara taşınan 5-10 u. boyutundaki kaim toz numuneleri ile 0,2-5 µ boyutundaki ince toz numuneleri, daha önce daraları belirlenmiş olan krozelere konularak etüvde kurutulmuş, kurutma işlemi tamamlanan krozeler hassas terazide tartılarak numunelerin ağırlıkları hesaplanmıştır: Kilimli İşletmesi -360/-460 Sulu ayağından alınan 0,2-5 µ, boyutlarında ince toz numunesi için toz yoğunluğu (TY; mg/m<sup>3</sup>); toplanan toz miktarı (TM; mg), cihazdan geçen hava miktarı (HM; m<sup>3</sup>/dak) ve cihazın çalışma süresi (ÇS; dak) verileri kullanılarak yapılan hesaplama örnek olarak aşağıda verilmiş olup, tüm işyerlerine ait toz yoğunluk değerleri Çizelge 4'de yer almaktadır.

$$TY = TM / (HM \times \text{ÇS}) \dots \dots \dots (3)$$

$$TY = 38,9 / (0,05 \times 210) \rightarrow TY = 3,7 \text{ mg/m}^3$$

### 3.3.2. Kül Yüzdesinin Hesaplanması

Ağırlığı bilinen numune Lenton marka firma konulmuş ve bu fırında ilk aşamada 500 °C sıcaklıkta 1 saat ve ardından 850 °C sıcaklıkta 2 saat bekletilerek numunenin yakılması işlemi gerçekleştirilmiştir. Soğuyan krozeler tekrar hassas terazide tartılarak arda kalan külün ağırlığı hesaplanmış, yakma işlemine giren numunenin ağırlığı ile yakma işleminden çıkan külün ağırlığının birbirine oranlanması sonucunda numunenin kül yüzdesi elde edilmiştir. Kilimli İşletmesi -360/-460 Sulu ayağından alınan 0,2-5 µ, boyutlu ince toz numunesi için kül yüzdesi (KY; %), yakma işleminden çıkan kül miktarı (KM; mg) ve yakma işlemine giren toz miktarı (TM; mg)

verileri kullanılarak yapılan hesaplama örnek olarak aşağıda verilmiş olup, tüm işyerlerine ait kül yüzdeleri Çizelge 4'de yer almaktadır.

$$KY = (KM \times 100) / TM \dots \dots \dots (4)$$

$$KY = (6 \times 100) / 38,9 \rightarrow KY = \%15,42$$

### 3.3.3. Kuvars Değerlerinin Hesaplanması

Numunenin yakılması sonucu arda kalan külden alınan 1,5 mg kül ile 100 mg KBr agat havanda iyice karıştırılarak homojen hale getirilmiş, ardından prese yerleştirilen bu karışıma kademeli olarak artan biçimde maksimum 10 ton basınç uygulanmıştır. Bu basınç altında 10 dakika bekletilerek hazırlanan tablet, kırmızı ötesi spektrofotometre cihazına yerleştirilmiş ve cihaza bağlı bilgisayar yardımıyla 600 cm<sup>-1</sup> ile 900 cm<sup>-1</sup> aralığı taranarak kuvarın pik verdiği 796 cm<sup>-1</sup> ile 779 cm<sup>-1</sup> dalga sayılarındaki soğurma değerleri elde edilmiştir. Elde edilen bu değerler, kalibrasyon doğrularına ait doğru denklemlerinde yerine konularak herbir dalga sayısı için kuvars miktarları ayrı ayrı hesaplanmış, bu miktarların ortalaması alınarak o numune için kuvars miktarı değerlerine ulaşılmıştır. Kilimli İşletmesi -360/-460 Sulu ayağından alınan 0,2-5 µ boyutlu ince toz numunesi için kuvars değerleri kullanılarak yapılan hesaplama örnek olarak aşağıda verilmiş olup, bu numuneye ait kırmızı ötesi spektrum Şekil 5'de, tüm işyerlerine ait kuvars değerleri ise Çizelge 4'de sunulmaktadır.

Spektrofotometre Cihazından Okunan Soğurma Değerleri:

$$796 \text{ cm}^{-1} \text{ için } y = 0,79$$

$$779 \text{ cm}^{-1} \text{ için } y = 0,80$$

$$0,79 = 0,422X + 0,1913$$

$$X = 1,42 \text{ mg}$$

$$0,80 = 0,427X + 0,1933$$

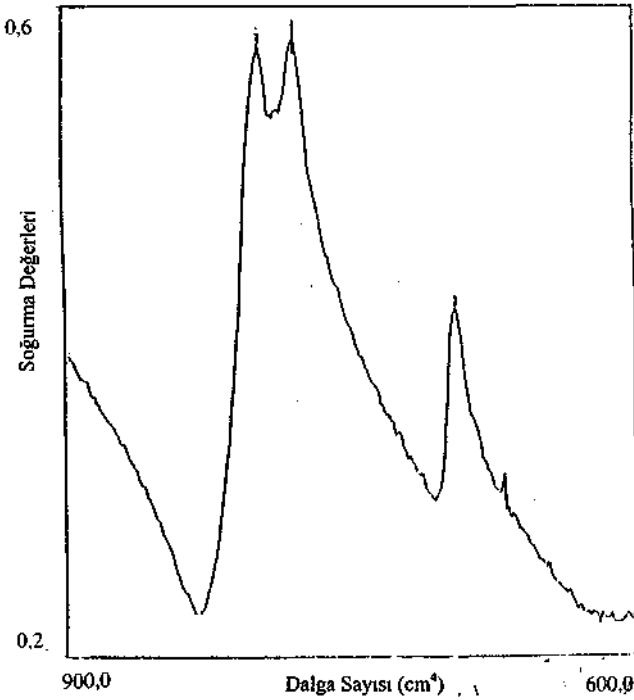
$$X = 1,44 \text{ mg}$$

1,5 mg Küldeki Ortalama Kuvars Miktarı:  
 $(1,42+1,44)/2 = 1,43$  mg

Toplam Küldeki Kuvars Miktarı:  
 $(6 \times 1,43) / 1,5 = 5,7$  mg

Toplam Tozdaki Kuvars Yoğunluğu:  
 $5,7 / (0,05 \times 210) = 0,52$  mg/m<sup>3</sup>

Toplam Tozdaki Kuvars Yüzdesi:  
 $(5,72 \times 100) / 38,9 = \% 14,70$



Çizelge 5. Kilimli İşletmesi -360/-460 Sulu ayak toz numunesine ait kırmızı ötesi spektrum (Gebdek, 1998).

### 3.4. Ölçüm Sonuçları

Bu çalışmada incelenen toplam 60 numuneye ait toz miktarları ve toz yoğunlukları ile kül ve kuvars değerleri 0,2-5 µ boyutundaki ince toz numuneleri için Çizelge 4'de, 5-10 µ boyutundaki kaim toz numuneleri için ise Çizelge 5'de sunulmaktadır. Pnömonyozaya neden olan 0,2-5 µ boyutundaki ince toz

numuneleri için ortalama değerler Çizelge 4'e ilave edilmiştir.

## 4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

TTK Karadon Müessesesi Kilimli ve Gelik işletmelerinden alınan toplam 60 adet toz numunesine ait ortalama toz yoğunluklarının ve içerdikleri kuvars miktarlarının belirlenmesini konu alan bu çalışmada ulaşılan sonuçlar ve bundan sonraki çalışmalara ışık tutabilecek öneriler aşağıda sıralanmaktadır. Yorumlarda, Bölüm 2.1.1 ile Bölüm 2.1.2'de verilen bilgiler ve kritik değerler esas alınmıştır.

a) Kilimli İşletmesi için; ortalama toz yoğunlukları 1,24-7,87 mg/m<sup>3</sup>, solunabilir toz içindeki kuvars değerleri ise % 10,62-18,96 arasında değişmekte olup, toz yoğunluğu bakımından problemler ayaklar -360/-460 Büyük Doğu (6,33 mg/m<sup>3</sup>), -360/-460 Büyük Batı (7,87 mg/m<sup>3</sup>) ve -360/-460 Domuzcu (6,78 mg/m<sup>3</sup>) olarak bulunmuştur (Çizelge 4.a).

Aynı zamanda bu ayakların solunabilir toz içindeki kuvars değerlerinin birbirine yakın olduğu ve işletmenin en yüksek değerlerini oluşturduğu görülmektedir. Bu ayaklar için hesaplanmış kuvars değerleri oldukça yüksektir. Kilimli İşletmesi'nde hesaplanan en düşük değerin -360/-460 Çay için % 10,62 olduğu dikkati çekmektedir. Kilimli İşletmesi'ne ait ortalama toz yoğunluğu 4,20 mg/m<sup>3</sup>, solunabilir toz içindeki kuvars değeri de ortalama % 14,98 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 6).

b) Gelik İşletmesi için; ortalama toz yoğunlukları 1,25-1,91 mg/m<sup>3</sup>, solunabilir toz içindeki kuvars değerleri ise % 6,88-12,82 arasında değişmektedir (Çizelge 4.b). Gelik İşletmesi'nde toz yoğunlukları normal değerlerin çok altındadır. Buna karşın çalışılan ayaklar için hesaplanmış tüm kuvars

Çizelge 4. 0,2-5 (i, Boyutundaki İnce Toz Numunelerinin Analiz Sonuçları

a. Kilimli İşletmesi'nden Alınan Numuneler İçin.

Numunenin Alındığı Yer	Örnek No	Toz Miktan (mg)	Toz Yoğunluğu (mg/m <sup>3</sup> )	Kül		Kuvars			Ortalama						
				(mg)	(%)	(mg)	(mg/m <sup>3</sup> )	(%)	Kül		Kuvars				
									(mg)	(%)	(mg)	(mg/m <sup>3</sup> )	(%)		
-360/-460 Sulu	1	38,9	3,70	6,0	15,42	5,7	0,52	14,70	36,6	3,47	5,4	14,73	4,6	0,42	12,45
	2	34,2	3,24	4,8	14,03	3,5	0,32	10,19							
-360/-460 Kartal	1	27,4	2,61	8,4	30,66	4,3	0,39	15,62	31,3	2,99	8,3	26,95	4,1	0,37	13,29
	2	35,3	3,36	8,2	23,23	3,9	0,35	10,96							
-360/-460 Büyük Doğu	1	85,8	7,15	27,3	31,82	18,7	1,69	21,85	76,0	6,33	19,6	24,84	14,7	1,33	18,96
	2	66,1	5,51	11,8	17,85	10,6	0,96	16,07							
-360/-460 Büyük Batı	1	76,0	7,24	15,8	20,26	13,2	1,20	17,42	82,6	7,87	19,9	18,66	15,2	1,38	18,27
	2	89,2	8,50	23,9	26,79	17,1	1,55	19,11							
-360/-460 Çay	1	40,0	3,81	8,7	21,75	5,4	0,49	13,38	31,1	2,96	5,8	17,21	3,6	0,33	10,62
	2	22,1	2,10	2,8	12,67	1,7	0,15	7,86							
-360/-460 Domuzcu	1	78,6	7,48	17,3	22,01	8,7	0,79	11,01	71,3	6,78	18,0	25,64	12,2	1,10	17,70
	2	63,9	6,08	18,7	29,26	15,6	1,41	24,39							
-360/-460 Akalın	1	29,5	2,81	6,1	20,65	4,4	0,40	14,75	32,4	3,08	4,5	14,45	3,6	0,33	11,30
	2	35,2	3,35	2,9	8,24	2,8	0,25	7,85							
-360/-460 Acente	1	15,6	1,48	3,2	20,51	2,7	0,24	16,47	13,1	1,24	3,2	25,02	2,3	0,21	17,75
	2	10,5	1,00	3,1	29,52	1,9	0,17	17,43							
-303/-360 Akdağ	1	16,4	1,56	1,9	11,58	1,8	0,16	11,20	19,3	1,84	2,4	12,13	2,3	0,21	11,85
	2	22,1 <sup>*</sup>	2,11	2,8	12,67	2,8	0,25	12,50							
-460 Kömür Tumbası	1	46,7	4,44	8,7	18,71	8,6	0,78	18,46	57,3	5,45	10,3	18,06	10,0	0,91	17,58
	2	67,8	6,46	11,8	17,40	11,3	1,02	16,71							

b. Gelik İşletmesi'nden Alman Numuneler için

Numunenin Alındığı Yer	Örnek No	Toz Miktan (mg)	Toz Yoğunluğu (mg/m <sup>3</sup> )	Kül		Kuvars			Ortalama						
				(mg)	(%)	(mg)	(mg/m <sup>3</sup> )	(%)	Kül		Kuvars				
									(mg)	(%)	(mg)	(mg/m <sup>3</sup> )	(%)		
-260/-360 Çay	1	14,9	1,43	1,5	10,00	1,1	0,10	7,36	15,7	1,50	1,5	9,00	1,1	0,10	6,88
	2	16,4	1,57	1,4	8,00	1,1	0,10	6,39							
-260/-360 Kurul	1	12,4	1,17	1,5	14,48	1,4	0,13	10,92	14,2	1,34	2,0	15,24	1,9	0,17	12,82
	2	15,7	1,50	2,5	16,00	2,3	0,21	14,72							
-260/-360 Tb. Acılık	1	21,5	2,05	2,0	9,28	1,8	0,16	8,30	20,1	1,91	1,9	9,48	1,7	0,15	8,31
	2	18,6	1,77	1,8	9,67	1,6	0,14	8,32							
-150/-260 Sulu	1	13,9	1,32	1,8	13,64	1,6	0,14	11,22	13,1	1,25	1,6	12,84	1,3	0,12	9,34
	2	12,2	1,17	1,4	12,04	0,9	0,08	7,46							
-260/-360 Tv. Acılık	1	16,6	1,59	2,5	15,07	2,2	0,20	14,16	15,4	1,48	2,1	13,42	1,9	0,17	12,40
	2	14,2	1,36	1,6	11,76	1,5	0,14	10,64							

Çizelge 5. 5-10 (i Boyutundaki Kaim Toz Numunelerinin Analiz Sonuçları.

a) Kilimli İşletmesi'nden Alınan Numuneler İçin.

Numunenin Alındığı Yer	Numune No	Toz Miktarı (mg)	Toz Yoğunluğu (mg/m <sup>3</sup> )	Kül		Kuars	
				(mg)	(%)	(mg)	{%}
-360/-460 Sulu	1	721,9	68,75	134,5	18,63	125,53	17,39
	2	332,4	44,32	51,3	15,43	46,85	14,10
-360/-460 Kartal	1	770,8	73,41	282,3	36,62	257,83	33,45
	2	250,5	23,85	50,9	20,32	43,43	17,34
-360/-460 Büyük Doğu	1	256,0	24,38	72,4	28,28	65,64	25,64
	2	708,4	67,47	261,9	36,97	247,93	35,00
-360/-460 Büyük Batı	1	476,9	45,42	178,7	37,47	160,83	33,72
	2	503,3	47,93	188,6	37,47	135,79	26,98
-360/-460 Çay	1	725,9	69,13	69,38	9,56	47,65	6,56
	2	517,3	49,26	56,57	10,94	35,09	6,78
-360/-460 Domuzcu	1	860,4	71,70	352,4	40,96	213,79	24,85
	2	765,2	72,88	340,7	44,52	227,33	29,68
-360/-460 Akalın	1	994,0	94,67	242,19	24,37	184,07	18,52
	2	207,1	19,71	51,3	24,77	48,56	23,45
-360/-460 Acenta	1	211,4	20,13	62,9	29,75	43,19	20,43
	2	352,1	33,53	65,6	18,63	47,67	13,54
-303/-360 Akdağ	1	34,9	3,32	11,9	34,10	11,74	33,64
	2	42,6	4,05	4,6	34,27	14,12	33,13
-460 Kömür Tumbası	1	519,8	49,51	105,6	20,32	95,04	18,28
	2	640,5	61,00	142,9	22,31	106,70	16,66

b) Gelik İşletmesi'nden Alınan Numuneler İçin.

Numunenin Alındığı Yer	Numune No	Toz Miktarı (mg)	Toz Yoğunluğu (mg/m <sup>3</sup> )	Kül		Kuars	
				(mg)	(%)	(mg)	(%)
-260/-360 Çay	1	54,6	5,20	10,6	19,41	8,62	15,79
	2	39,8	3,79	5,9	14,82	4,21	10,57
-260/-360 Kurul	1	40,6	3,87	10,3	25,12	7,41	18,26
	2	52,3	4,98	14,9	28,49	13,11	25,07
-260/-360 Tb. Acılık	1	374,6	35,68	49,6	13,24	42,99	11,47
	2	286,7	27,30	35,2	12,28	30,97	10,80
-150/-260 Sulu	1	28,3	2,69	4,9	17,31	3,85	13,62
	2	12,1	1,15	2,5	20,66	1,66	13,77
-260/-360 Tv. Acılık	1	160,4	15,28	36,5	22,76	34,31	21,39
	2	245,7	23,40	43,8	17,83	41,46	16,87

Çizelge 6. Müesseseye Ait Genel Durum (Gebedek, 1998).

	Ortalama		
	Toz Yoğunluğu (mg/m <sup>3</sup> )	Kuars Oranı (%)	Kuars Yoğunluğu (mg/m <sup>3</sup> )
Kilimli İşi.	4,20	14,98	0,66
Gelik İşi.	1,50	9,95	0,14
Müessese	2,85	12,47	0,40

değerlerinin % 5'in üzerinde olduğu görülmektedir. Özellikle -260/-360 Kurul için (% 12,82) ve -260/-360 Tv. Acılık için (% 12,40) kuvars değerleri çok yüksektir. Dolayısıyla bu iki ayak başta olmak üzere Gelik İşletmesindeki ayaklarda toz yoğunluklarının büyük bir dikkatle izlenmesi gerekmektedir. Bu işletmede ölçü yapılan ayaklara ait ortalama toz yoğunluğu

1,50 mg/m<sup>3</sup>, solunabilir tozdaki kuvars değeri de ortalama % 9,95 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 6).

c) Kilimli İşletmesi'ne ait ortalama 4,20 mg/m<sup>3</sup> toz yoğunluğu, % 14,98 kuvars içeriği için tozun kuvars yoğunluğunun 0,66 mg/m<sup>3</sup> olduğu görülmektedir. Bu da 'zararlı' toz koşullarına karşılık gelmektedir. Kilimli İşletmesi'nde hem toz yoğunluklarının hem de kuvars oranlarının yüksek olması tozla mücadele çalışmalarının süratle artırılmasını gerekli kılmaktadır. Yetersiz kalan bu çalışmaların geliştirilerek, mevcut şartların olumlu yönde değiştirilmesi ve çalışanlar için daha uygun şartların sağlanması gerekli görülmektedir.

d) Gelik İşletmesi'nde çalışılan ayaklarda toz yoğunlukları konusunda problem olmamasına rağmen yüksek kuvars oranları saptanmıştır. Almanya'da geçerli olan yönetmeliklere göre, Gelik İşletmesi'nde ortalama 1,5 mg/m<sup>3</sup> toz yoğunluğu, % 9,95 kuvars içeriği dikkate alındığında tozun, kuvars miktarının 0,14 mg/m<sup>3</sup> olduğu görülmektedir. Bu da 'normal' toz koşullarına karşı gelmektedir. Buna rağmen kuvars oranlarının % 5'i aşması nedeniyle tozla mücadele çalışmalarında daha düşük toz yoğunluklarının hedeflenmesinin gerekli olduğu düşünülmektedir.

e) Bu değerlendirmelerin ışığı altında; Karadon Müessesesi'nde çalışılan ayaklarda, solunabilir tozdaki kuvars bakımından sorunlar bulunmaktadır. Bu nedenle toz yoğunluklarının düşük düzeylerde tutulması için çaba harcanmalıdır. Daha etkin toz mücadelesi için fiskete kullanımı ve riskli panolara daha fazla hava şevkini hedefleyen düzenlemeler düşünülmelidir.

## TEŞEKKÜR

Yazarlar, bu çalışmadaki spektroskopik analizlerin gerçekleştirilmesindeki katkıları

için Doç. Dr. Yakup Baran (ZKU) ve örnekleme işlemlerindeki katkılarından dolayı TTK Karadon Müessesesi İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Şube Müdürlüğü elemanlarına teşekkürü bir borç bilirler.

## KAYNAKLAR

Ataman, T., 1973; "Madencilerin Mesleki Hastalığı Pnömonyoz", 11. Türk Tüberküloz Kongresi, Bursa, s. 337-351.

Baran, Y., 1997; "Ders Notları", ZKÜ Fen ve Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, Zonguldak, 83 s.

Baysal, F., 1979; "İşyerlerinde Toz Sorunu", T. Madencilik Bilimsel ve Teknik 6. Kongresi Bildiriler Kitabı, TMMOB MMO, Ankara, s. 8-25.

Çakır, A., Karali, M. ve Didari, V., 1994; "Türkiye Taşkömürleri Kurumu'nda Pnömonyoz Sorununun İstatistiksel Değerlendirilmesi", T. 9. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı, TMMOB MMO Zonguldak Şubesi, Zonguldak, s. 39-50.

Didari, V., 1983.a; "EKİ Kozlu Bölgesi Yeraltı Ocaklarında Toz Yoğunluklarının Ölçülmesi ve Ölçme Tekniğinin Geliştirilmesi", Doktora Tezi, İTÜ Maden Fakültesi, İstanbul, 117 s.

Didari, V., 1983.b; "Toz Durumlarının Kitlesel (Gravimetrik) Toz Ölçme Yöntemleriyle Belirlenmesi", Madencilik, TMMOB MMO Yayın Organı, Ankara, Cilt 22, Sayı 1, s. 27-32.

Gebdek (Karali), M., 1998; "TTK Karadon Taşkömür İşletme Müessesesi'nde Çalışan Ayaklardaki Solunabilir Tozların Kuvars İçeriklerinin Kırmızı Ötesi Spektroskopi Yöntemi İle Araştırılması", Yüksek

Mühendislik Tezi, ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak, 58 s.

Gündüz, T., 1994; "instrumental Analiz", AÜ Fen Fakültesi Kimya Bölümü, Ankara, s. 1-17 ve s. 122-160.

Ilıcak, Ş., 1988; "Akciğer Meslek Hastalıkları", İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Ankara, s. 471-475.

Jasko Co., 1994; "300 E Instruction Manuel", 48 s.

Müller Co., 1973; "Description and Instructions for the Operation, Testing and Maintenance of the TBF 50 Gravimetric Dust Sampler", 10 s.

Pekel, T., 1978; "Denel Organik Kimya Reaksiyonları", AÜ Fen Fakültesi Organik Kimya Araştırma Enstitüsü, Ankara, s. 779-792.

Saltoğlu, S., 1975; "Madenlerde Havalandırma ve Emniyet İşleri", İTÜ Matbaası, İstanbul, 316 s.

TTK, 1998; "Karadon Müessesesi Faaliyet Raporu", Karadon Müessesesi Etüd ve Tesis Şube Müdürlüğü, Zonguldak, 170 s.

Yaprak, S., 1988; "TTK Gelik İşletme Ocaklarında Rastlanan Solunabilir Tozların Kuvars İçeriklerinin Araştırılması", Yüksek Mühendislik Tezi, HÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Zonguldak Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Zonguldak, 51 s.

Yıldız, A. ve Genç, Ö., 1993; "Enstrümantel Analiz", HÜ Yayınları, Ankara, s. 97-114.