

6 İş güvenliği ve işçi sağlığı

Tamburlu Kesicilerde Solunabilir Toz ve İnce Tane Oluşumunun Laboratuvar ve Yeraltı Deneyleriyle Araştırılması

O.Z. Hekimoğlu

Dicle Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır, Türkiye

B. Tiryaki

Hacettepe Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye

M. Ayhan

Dicle Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır, Türkiye

ÖZET: Solunabilir toz ve ince malzeme oluşumu uygun şekilde tasarlanmış tamburlar ile önemli ölçüde giderilebilir. Bu alanda çeşitli araştırmaların yapılmasına karşın, uygulamada tambur tasarımlarının yetersizliğinden dolayı toz ile ilgili halen önemli sorunlarla karşılaşmaktadır. Ayrıca bu alanda ayrıntılı laboratuvar çalışmaları ile desteklenmiş geniş kapsamlı uygulamalı araştırmalara rastlanılmamıştır. Makine imalatçıların büyük olasılıkla bu nedenlerden ötürü birbirleriyle çelişen farklı tambur tasarım parametrelerini kullanmaları, bu alanda önemli bir eksikliğin olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Bu bildiride tambur tasarımında ardışıklı keski düzeni açısından aynı koşullarda değişiklik yapıldığı zaman solunabilir toz ve ince malzeme oluşumunun önemli ölçüde düşürüldüğü anlatılmaktadır. Bunun için keskinin gerçek kesme hareketinin benzetişimini temel alan laboratuvar deneyleri ve OAL İşletmesinde uzun vadeli ve geniş kapsamlı yeraltı çalışmaları yapılmış, elde edilen bulgular ve öneriler sunulmuştur.

ABSTRACT: Properly designed shearer drums, can help to reduce respirable dust and fines to a considerable level. Though numerous research investigations were carried out in this field, dust-related problems still exist due to poorly-designed shearer drums. Furthermore, no comprehensive in-situ investigations coupled with extensive laboratory studies have currently been found on the effects of drum design on respirable dust and fines. It is probably for this reason that machinery manufacturers employ controversial drum lacing patterns on the current shearer drums, thus indicating a need for such a comprehensive investigation. This paper shows how respirable dust and fines were minimized under near-uniform conditions, when drum lacing was changed with respect to tracking cutter arrangement. A series of laboratory trials simulating, in full-scale, the practical action of cutter tools, was then followed by extensive long-term underground investigations, during the production operations at OAL Mine in Turkey. The results are presented and discussed, and relevant recommendations are given.

1 GİRİŞ

Madencilik ve tünel açma çalışmalarında solunabilir toz ve ince tane oluşumu sağlıklı ve verimli çalışma koşullarını tehdit eden çok önemli bir konudur. Solunabilir toz, işçi sağlığı ve işyeri güvenliği açısından insan ve makineler üzerinde ciddi sorunlar yaratırken, ince taneler ise özellikle kömür yıkama işlemlerinde önemli zorluklara neden olmaktadır. Bu nedenle solunabilir toz ve ince tane oluşumunun sürekli olarak güvenli düzeylerde tutulması gerekmektedir.

Mekanik kesici olarak adlandırılan, galeri açma makineleri (GAM), tamburlu kesici-yükleyiciler ve benzeri tipteki makinelerle kazı yapılırken ciddi ölçüde solunabilir toz ve ince tane oluşumu söz konusu olmaktadır. Kayaç ve kömürler mekanik yolla kesilirken, solunabilir toz ve ince tanelerin

önemli bir kısmı materyalin parçalanmasından çok, öğütülmesi sırasında oluşmaktadır. Bu durum bazı faktörlerin yanı sıra, özgül enerji olarak bilinen ve kesme verimliliğini tanımlayan kavram ile de açıklanmaktadır. Genel olarak, yüksek kesme derinliğinde iri tane oluşumuna bağlı olarak özgül enerji azalırken, sıg kesme derinliğinde ise artan ince tane ve toz oluşumu ile birlikte özgül enerji önemli ölçüde yükselir. Yani sıg kesme derinliğinde, kesme enerjisi parça koparmak yerine toz ve ince parça oluşumuna neden olan öğütme gibi verimsiz işleme harcanmaktadır. Bu nedenle mekanik kesme yapan kazı makinelerinin tasarımında derin kesme ilkesi göz önüne alınır. Uygulamada tamburlu kesicilerde uzun keskinler kullanılarak yüksek 'tork' değerinde ilerleme hızının artırılması ve tambur dönme hızının azaltılmasıyla derin kesmenin yapılması hedeflenir. Ancak bu tip makinelerde

kesme derinliği, saykloidal (cycloidal) hareketten dolayı sürekli olarak değişmekte ve bu nedenle toz ve ince tane oluşumu yine de kaçınılmaz olmaktadır.

Günümüzde mekanik kesme yapan kazı makinelerinden kaynaklanan solunabilir toz ve ince tane oluşumu ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Daha çok laboratuvar ölçekli olan bu çalışmalar genel olarak keski arası uzaklığın kesme derinliğine olan oranı (s/d oranı) üzerinde yoğunlaşmaktadır (Evans & Pomeroy 1973, Roxborough & Rispin 1972). Bunun yanı sıra etkin bir kesme işlemi için tambur yada kesici kafa üzerinde bir kesme hattına karşılık tek bir keskinin gelmesinin gerekli olduğu vurgulanmıştır (Hurt 1981, Hekimoğlu 1984). Buna karşın uygulamada farklı keski dizilim düzenlemesine sahip ve her bir kesme hatında ardışıklı olarak fazla sayıda keski bulunan ve birbirleriyle çelişen tamburların imal edilip kullanıldığı görülmektedir. Ayrıca keskinin tambur yada kesici kafa üzerindeki dizilim şekillerinin kesme kinematiği açısından solunabilir toz ve ince tane oluşumunu ne ölçüde etkilediği konusunda, laboratuvar çalışmaları ile desteklenen ayrıntılı ve geniş kapsamlı bir uygulamalı araştırmaya da bugüne değin rastlanmamıştır. Uygulamada solunabilir toz ve ince tane oluşumu ile karşılaşılan ciddi sorunlar bu konuda önemli bir araştırmanın eksikliğini açıkça vurgulamaktadır.

Bu çalışmada farklı keski dizilim düzeninin solunabilir toz ve ince tane oluşumu üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan ayrıntılı ve geniş kapsamlı laboratuvar ve yeraltı araştırmaları verilmektedir. Laboratuvar çalışmaları, yeraltında denenen tamburların pratikte gerçekleştirdikleri kesme hareketlerinin ince malzeme oluşumu açısından benzetişimini kapsamaktadır. Daha sonra OAL İşletmesindeki (Çayırhan) üretim çalışmaları sırasında, farklı keski dizilim düzenine sahip tamburlar tasarlanıp imal edilerek solunabilir toz ve ince tane oluşumu açısından uzun vadeli ve geniş kapsamlı yeraltı denemeleriyle araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar ve bulgular sunulmuş ve bu konuda en uygun tambur keski dizilimi verilmiştir.

2 MEKANİK KAZIDA SOLUNABİLİR TOZ VE İNCE PARÇA OLUŞUMU

Kömür ve kayaların keskinlerle kazısı sırasında kesme hareketinin ve malzemenin doğal yapısından dolayı sürekli olarak solunabilir toz ve ince tane oluşumu söz konusudur. Bu anlamda keski geometrisi, keski aşınması ve kesme derinliği önemli tasarım ve çalışma parametreleri olarak öne çıkmaktadır. Kesme derinliğinin artırılması durumunda solunabilir toz ve ince tane oluşumu azalmakta kesme performansı artmaktadır. Bu nedenle kayaç ve kömür kazı makineleri yüksek kesme derinliğinde kesim yapabilecek şekilde

tasarlanırlar. Mekanik kazı makinelerinde solunabilir toz ve ince tane oluşumunun temeli konusunda bugüne değin yapılan çalışmaların ayrıntıları çeşitli kaynaklarda verilmiştir (Roxborough & Rispin 1972, Jones & Kuti 1979, Roepke 1984, Zipf & Bieniawski 1989).

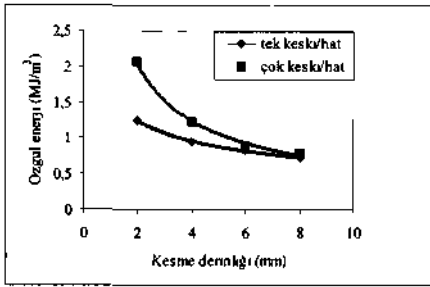
Tamburlu kesiciler ve benzeri kazı makinelerinde kesme derinliğinin sıfırdan başlayarak en yüksek değere kadar sürekli değiştiği saykloidal kesme hareketi söz konusudur. Bu sürekli değişim haliyle 's/d' oranının optimum değerinde sürekli değişimine neden olmakta ve teorik olarak kesme performansı sadece anlık olarak ortaya çıkan maksimum kesme derinliğinde oluşmaktadır. Başka bir deyimle tamburlu kesicilerdeki saykloidal hareket nedeniyle sürekli bir toz ve ince malzeme oluşumu söz konusudur. Bu durum aynı zamanda keskinin ardışıklı düzeni yada bir kesme 'hat'ındaki keski sayısı ile ilişkili olabilir. Çünkü tek keski/hat düzeninde oluşan 'rölyef kesme' şeklinin sığ derinlikte de etkin olmasından dolayı iri parçaların artışı ve toz miktarının düşüşü söz konusudur. Buna karşın birden fazla keskinin bir kesme 'hat'ında ardışıklı olarak dizildiği durumda ise malzemenin öğütülmesi nedeniyle toz ve ince parça oluşumu artmaktadır. Bir kesme 'hat'ındaki keski sayısının (veya ardışıklı keski düzeninin) saykloidal harekette ortaya çıkan sığ kesme derinliğindeki etkisi üzerinde bugüne değin herhangi bir ayrıntılı çalışma yapılmamıştır. Bu konuda yapılacak geniş kapsamlı bir çalışma mekanik kazıda ciddi sorunlar oluşturan solunabilir toz ve ince tane oluşumunun en az düzeye indirilmesi konusunda önemli bulgular kazandıracaktır.

3 LABORATUVAR DENEYLERİ

Laboratuvarda yapılan kesme deneylerinde farklı tasarıma sahip iki tamburun pratikteki kesme hareketinin benzetişimi yapılmıştır. Tasarım farkı Çayırhan'daki üç spiralli tamburlar dikkate alınarak hat başına düşen keski sayısı temeline dayanmaktadır. Buna göre bir kesme 'hat'ında tek keski ve üç keski bulunan üç spiralli bir tamburun uygulamadaki gerçek kesme hareketi dikkate alınarak, bunlarla ilgili kesme sırasında oluşan keski kuvvetleri, özgül enerji ve kazılan malzemenin tane boyu dağılımı ölçülmüştür. Bu kesme deneylerinin ayrıntıları daha önceki çalışmalarda verilmiştir (Hekimoğlu 1984, Ayhan 1998). Yapılan deneysel çalışmanın amacına uygun olarak homojen, izotropik ve tek eksenli basınç dayanımı 5 MPa olan kalker numunesi ve keski ağız uzunluğu 50 mm olan radyal keskinler kullanılmıştır.

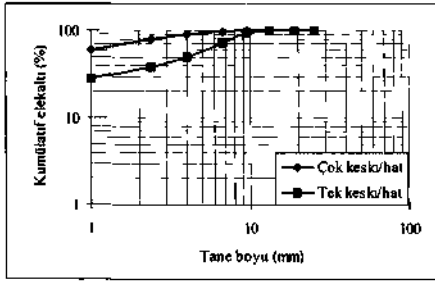
Her bir keski dizilim düzenlemesi için ölçülen özgül enerjinin kesme derinliğine bağlı değişimi Şekil 1 'de görülmektedir. Sığ kesme derinliklerinde tek 'keski/hat' için elde edilen özgül enerji

değerlerinin 'üç keski/hat' düzenlemesinden daha düşük olduğu ve optimum s/d değerinde ise birbirlerine eşitlenme eğiliminde oldukları görülmüştür.

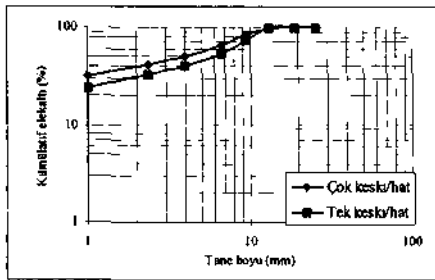


Şekil 1 İki keski dizilim düzenlemesi için özgül enerji değerlerinin karşılaştırılması

Elde edilen malzemenin tane boyu dağılımı her bir tasarım için Şekil 2'de verilmektedir. Buna göre sığ kesme derinliklerinde tek keski/hat için kazılan malzemenin kümülatif elek altı değerinin üç keski/hat düzenlemesinden daha az olduğu ortaya çıkmıştır. Bu farkın optimum s/d oranı değerinde de sürme eğiliminde olduğu gözlenmiştir.



a) 2 mm kesme derinliği



b) 4 mm kesme derinliği

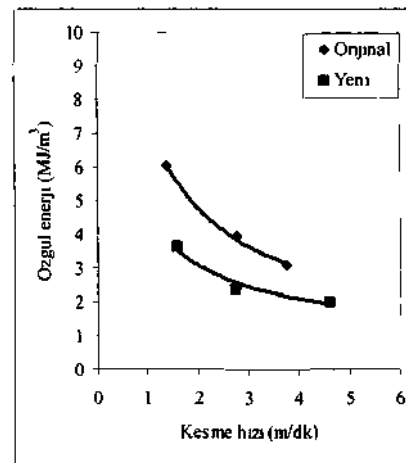
Şekil 2. İki keski dizilim düzenlemesi için farklı kesme derinliklerinde kesilen ürünün elek analizi

4 YERİNDE YAPILAN DENEYLER

Keskilerin tambur üzerindeki ardışıklı dizilim şeklinin solunabilir toz ve ince malzeme oluşumu üzerindeki etkilerinin incelenmesi amacıyla TKI'ye bağlı OAL işletmesi (Çayırhan) kömür havzasında uzun vadeli ve geniş kapsamlı yerinde çalışmalar yapılmıştır. Bunun için önce işletmede bulunan Eickhoff EDW-230 modeli çift tamburlu kesicilerin 3 keski/hat şeklinde tasarlanmış tamburları ile üretim çalışmaları sırasında deneyler yapılmıştır. Daha sonra aynı tamburlar, boyutları ve diğer tasarım özelliklerine dokunulmadan bu makalenin birinci yazarı tarafından tek keski/hat yöntemine göre yeniden tasarlanmış ve yeraltında denemelere tabi tutulmuştur. Bu tamburların özellikleri daha önceki çalışmalarda verilmiştir (Hekimoğlu 1997, Hekimoğlu & Tiryaki 1998).

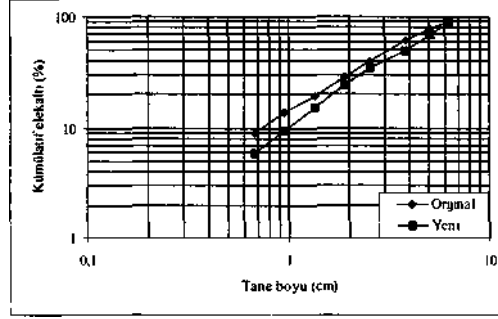
Orijinal ve yeni geliştirilen keski dizilim düzenlemesine sahip tamburların kesme performansları, tamamen benzer koşullardaki yeraltı deneyleriyle karşılaştırılmıştır. Bunun için kesme hızlarına karşı gelen farklı kesme derinlikleri değerlerinde, solunabilir toz ve ince tane oluşumu ile özgül enerji ölçümleri yapılmıştır (Tiryaki 1998). Solunabilir toz ölçümlerinde 0.5 nm-5 (im boyut aralığı) içindeki tozları 50 mg/m³'e kadar örnekleylebilen ve 2.5 lt/dak hava emebilen gravimetrik toz toplama cihazı kullanılmıştır. Bunun yanı sıra iki tamburun kazdığı ürünün tane boyu dağılımının karşılaştırılması için kesim sonrası arında oluşan kömür yığınlarından alınan örnekler yaş elek analizine tabi tutulmuştur.

Kesici tamburların benzer kesme hızlarında ve arına 60 cm gömülme derinliğindeki özgül enerji değerleri Şekil 3'de görülmektedir.



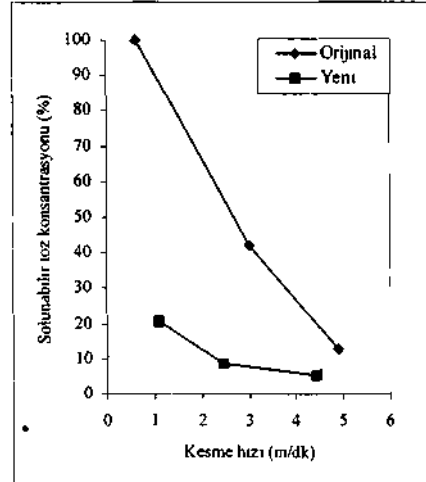
Şekil 3 Kesici tamburların 60 cm gömülme derinliğinde özgül enerjinin kesme hızı ile değişimi

Sığ kesme derinliğine karşı gelen düşük kesme hızlarında, tek keski/hat düzenlemesine sahip olan yeni tamburlar için ölçülen özgül enerji değerlerinin çok keski/hat düzenlemesine sahip orijinal tamburlara oranla daha az olduğu görülmektedir. Orijinal ve yeniden tasarlanan kesici tamburların 3.4 m/dak kesme hızında oluşturdukları kazı ürünlerinin tane boyu dağılımlarının karşılaştırılması Şekil 4' de verilmiştir.



Şekil 4. Kesici tamburlarla kazılan ürünlerin yaklaşık 3.4 m/dk kesme hızındaki elek analizi

Burada yeni tamburlar tarafından yapılan kazıda iri boyutlu kömür yüzdesinin daha fazla ince boyutlu yüzdesinin ise daha az olduğu görülmektedir. Her iki tambur için 50 cm gömülme derinliğinde 1 ton kömür üretimine karşı gelen solunabilir toz konsantrasyonunun kesme hızı ile değişimi de Şekil 5'de verilmiştir.



Şekil 5. Kesici tamburların 50 cm gömülme derinliğinde hesaplanan özgül solunabilir toz konsantrasyonunun kesme hızı ile değişimi.

Böylece sığ kesme derinliğinde solunabilir toz konsantrasyonunun yeni tamburlarda önemli derecede azaldığı ve her iki tamburda da kesme hızı arttıkça özgül solunabilir toz konsantrasyonunun azaldığı görülmüştür.

5 TARTIŞMA

Mekanik kazı makinelerinin tasarımında derin kesme ilkesinin kullanımına karşın saykloidal kesme hareketiyle oluşan 'sığ derinlikteki kesme' nedeniyle yine de solunabilir toz ve ince tane oluşumu söz konusu olmaktadır. Kazı mekaniğinde toz ile ilgili bilinen faktörlerin yanı sıra tambur yada kesici kafa tasarımı olarak adlandırılan keskinin dizilim şekilleri de bu alanda çok önemli olarak ortaya çıkmaktadır.

Bu bildiriye sunulan laboratuvar ve yeraltı çalışmaları, sığ derinlikte kazı yapılırken aynı koşullarda tek keski/hat düzenine göre tasarlanmış tamburlar ile daha az solunabilir toz ve ince tanenin oluştuğunu göstermiştir. Bu sonuç, anılan tamburlardan elde edilen düşük özgül enerji değerleri ile ayrıca doğrulanmıştır. Her iki keski düzenlenmesindeki bu farklılık keskinin kesme konumları ile açıklanabilir. Tek keski/hat düzeninde keskinin, birbirlerini ardışık olarak izlemeyip 'rölyef kesme' olarak adlandırılan komşu keskinin arasında kalan alanları keserler. Bu tür kesme şeklinde kesilecek alanlar daha çok keski ucunu ortalamaya eğilimli ve sığ derinliklerde de belirgin olabilen geniş kareler şeklindedir. Çok keski/hat düzeninde ise bunun tersine keskinin birbirlerini ardışık olarak izleyerek 'oluk derinleştirme' olarak adlandırılan ve keski ucundan uzaklaşma eğiliminde olan ince ve uzun dikdörtgen kesitli alanları keserler. Sığ derinliklerde bu alanlar belirginliklerini yitirerek toz ve ince tane oluşumuna neden olurlar.

6 SONUÇ

Bu çalışmada sunulan geniş kapsamlı deneyler, tek keski/hat temeline göre tasarlanmış tamburlar ile kazı yapıldığında çok keski/hat düzenlemesine sahip tamburlara göre solunabilir toz ve ince tane oranının azaldığını ve kazılan üründeki iri tane boyutunun arttığını, açıkça göstermiştir. Dünyada ileri gelen makine ve tambur üreticilerinin çok keski/hat düzenlemesini halen ısrarla sürdürdüğü gerek çeşitli ülkelerde ve gerekse Türkiye'de kullanılan tamburlardan anlaşılmaktadır. Bu çalışmada verilen tek keski/hat temeline göre tasarlanmış tamburların kullanılması ile kazı mekaniğinde her zaman çok ciddi sorun oluşturan solunabilir toz ve ince tane oluşumu önemli ölçüde önlenecektir.

KAYNAKLAR

- Ayhan, M 1998 *Kesici tombulların ve kesici kafaların bilgisayar yardımıyla tasarımı* Doktora Tezi Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara 238 s (Yayınlanmamış)
- Evans, I & Pomeroy, C D 1973 *The strength fracture and workability of coal* London Pergamon Press Ltd
- Hekimoğlu O Z 1984 *Studies in the excavation of selected rock materials with mechanical tools* Ph D Thesis University of Newcastle Upon Tyne, 342 p (Unpublished)
- Hekimoğlu, O Z 1997 Impact of drum design on the performance of coal shearers *Journal of Mines and Fuel* 15 (9&10) 286-291
- Hekimoğlu, O Z & Tiryaki B 1998 In-situ Investigations on shearer drum design *CİM Bulletin* 91(1018) 225 228
- Hurt, KG & McAndrew, KM 1981 *Roadheader cutting heads How many tools per line?* MRDE Report No 96 England (Unpublished)
- Jones, E H & Kutu, J 1979 Dust and its effect on longwall mining *Mining Congress Journal* August 47-53
- Roepke, WW 1984 General methods of primary dust control during cutting *Mining Engineering* June 636 644
- Roxborough, F F & Rispin, A 1972 The mechanical cutting characteristics of the lower chalk *Report to TRRL* Dept of Mining Engineering, University of Newcastle Upon Tyne, England 45 67
- Tiryaki, B 1998 *Tamburlu kesicilerde keski dizilim parametrelerinin optimizasyonu* Doktora Tezi Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 264 s (Yayınlanmamış)
- Zipf, RK & Bieniawski, ZT 1989 A fundamental study of respirable dust generation in coal *Mining Science and Technology* 9 87 99

İ.G. Ediz, Ş.Yuvka & S.Beyhan

Maden Mühendisliği Bölümü, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya, Türkiye

R. Çolpan

Garip Linyitleri İşletmesi, Tunçbilek, Kütahya, Türkiye

ÖZET: Kömür madenciliğinin son yıllarda teknolojik açıdan önemli gelişmeler göstermesi, birçok yeraltı kömür ocağının mekanize kazıya geçmesine olanak sağlamıştır. Konvansiyonel kömür madenciliğinde olduğu gibi mekanize kazıda da toz, önemli bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Yeraltı madenciliğinde toz, görüş mesafesini azaltmakta, makine ve teçhizata zarar vermekte, iş verimini düşürmekte, patlayıcı karışımlar meydana getirmekte ve insan sağlığını olumsuz etkileyen meslek hastalıklarının oluşmasına neden olmaktadır. Bu makale, GLİ Tunçbilek - Ömerler bölgesi yeraltı ocağında mekanize ayakta yapılan toz ölçüm sonuçları ile, tozla mücadelede alınan önlemler verilmiş ve sonuçlar değerlendirilerek, öneriler getirilmiştir.

ABSTRACT: Most of underground coal mines have recently employed mechanized production methods due to developments in mining technology. Dust is an important problem in mechanized mining as in conventional mining. In underground, dust reduces visibility, productivity, machinery life and increases maintenance costs, creates explosive mixture as well as adversely affecting human life causing serious professional diseases. In this paper, results of underground dust measurements carried out at GLI-Tunçbilek Ömerler district and the measures taken against dust problem are summarised. Some recommendations are also given by discussing the results.

1 GİRİŞ

Toz, günümüzde işçi sağlığı ve iş güvenliği açısından endüstride ve madencilik sektöründe önemli bir yer tutmaktadır. Tozlu hava bir yandan işçi sağlığına zarar verirken diğer yandan iş verimini düşürerek maliyeti arttırmakta ve ekonomikliliği etkilemektedir. Ayrıca pnömokonyoz yapıcı etkisi olan tozlar da kronik akciğer dokusu hasarı ve solunum fonksiyonu kayıplarına neden olmaktadır.

Yeraltı kömür ocaklarında, kazı, delme-patlatma, yükleme-boşaltma ve nakliye toz oluşturan ana kaynaklardır. Mekanizasyonun artması üretimi ve çalışma şartlarını kolaylaştırırsa da, toz oluşumuna ve bunun sonucu gelişen zararlı etkilere engel olunamamaktadır.

Tozla etkin mücadelede ilk adım, tozun kaynağında oluşumunun engellenmesi olmalıdır. Ancak toz oluşumunun tam olarak önlenmesi teorik açıdan mümkün olamamaktadır. Mekanize kazıda kesici tamburlar ve arka kömürün alınması toz oluşturan ana kaynaklardır. Ayrıca nakliye ve yükleme - boşaltma da kömür parçacıklarının

ufalanmasına ve toz oluşumuna neden olmaktadır. Aşın hava akımı ve işçilerin galerilerde yürümleri çökmüş olan tozun tekrar ocak havasına karışmasına neden olmaktadır.

İnsan gözüyle görülebilen en küçük toz partikülleri yaklaşık 50µm'dir. Dolayısıyla havada asılı halde bulunan zararlı tozlar görsel olarak farkedilemez. Maden havasında solunabilen tozun yaklaşık %80'i 1 µm'den küçük ve yalnızca %4 kadarı 4 µm'den büyüktür (Cronje vd. 1997).

Ocakta yapılan tek bir toz ölçümü ile saptanan toz yoğunluğu her zaman anlamlı olamamaktadır. Ancak belli bir süre boyunca yapılan ölçümlerle belirlenen toz yoğunluklarının ortalama değeri, o işyerinin toz durumunu gerçeğe yakın bir şekilde açıklayabilmektedir (Didari 1983).

Çalışma süresi boyunca bir madencinin maruz kalacağı ortalama solunabilir toz düzeyinin 2 mg/m³'ten fazla olmaması gerekmektedir. Ayrıca, solunabilir havada %5'den fazla silika bulunduğu silikanın %10'u kadar daha düşük solunabilir toz düzeyi olmalıdır. (Mohamed vd. 1996).

Bu çalışmada, GLİ Ömerler mekanize yeraltı ocağında son 4 yılın toz ölçümleri ile tozluluk belirleme çalışması sonuçları verilmiş ve işçilerin toz konsantrasyonuna bağlı olarak maruz kaldıkları risk yüzdeleri hesaplanmıştır. Ayrıca ocak içerisinde tozluğa azaltıcı öneriler getirilmiştir.

2 YERALTI MADENCİLİĞİNDE TOZ VE TOZ KONTROL YÖNTEMLERİ

2.1 Tozun tanımı ve risk derecesi

Toz, genel anlamda çapı 1 mm'den küçük hava içinde asılı kalabilen ve zamanla çökelen parçacıklardır (Güyağüler ve Durucan, 1985). Endüstriyel anlamda toz olarak adlandırılan parçacıkların tane boyutları genellikle 300 µm'nin altındadır. Özgül ağırlığı hafif olan tozlarda ise tane boyutu 1 mm'ye kadar çıkabilir. Solunabilen tozların tane boyutu ise 60 µm'nin altındadır. Solunum yoluyla alveollere kadar ulaşan ve pnömokonyoz adı verilen akciğer toz hastalıklarını oluşturan tozlara "ince tozlar" denir. Bu tozların tane boyutlarının 0.5-5 µm arasında olduğu saptanmıştır (Baysal, 1979).

Sağlığa zararlı toz bulunan yeraltı işyerleri; ortam havasındaki toz miktarı ve toz niteliklerine göre I, II, III, IV olarak belirlenen toz risk dereceleriyle sınıflandırılır. Toz risk derecesi, kuvars içeren solunabilir toz ve solunabilir kuvars tozu içeriğine göre Çizelge 1'de verilmiştir (Tozla Mücadele Yönetmeliği, 1990).

| Toz Risk Derecesi | Kuvars İçeren Solunabilir Toz Yoğunluğu (mg/m ³) | Solunabilir Kuvars Toz Yoğunluğu (mg/m ³) |
|-------------------|--|---|
| I | 0-2.5 | 0-0.125 |
| II | 2.6-6 | 0.130-0.25 |
| III | 6.1-10 | 0.27 - 0.50 |
| IV | >10 | >0.50 |

Sınıflandırmada kuvars içeren solunabilir toz ve solunabilir kuvars tozu verilerine göre farklı toz risk dereceleri ortaya çıkarsa, yüksek risk derecesi esas alınmaktadır. Toz yönetmeliğine göre; toz risk derecesi IV olan işyerlerinde, tozla mücadele işinden başka işte işçi çalıştırılmaz. Bu işyerlerinde tozu bastırma işlerini takiben ölçme yenilenir ve toz riski derecesi düşürülmüş ise çalışmaya izin verilir. Toz riski derecesi III olan yeraltı işyerlerinde, işçinin birbirini takip eden aralıksız 5 çalışma yılında en fazla 500 vardiya çalışmasına izin verilir. İlk 5 yıllık süre içinde toz riski derecesi III olan bir işyerinde, 500 vardiya çalıştırılmış bir işçi bu süre sonunda ancak toz riski derecesi I ve II olan işyerlerinde çalıştırılabilir. İkinci bir 5 yıllık çalışma süresi sona erince, tıbbi kontrolde pnömokonyoz bulunmadığı

taktirde toz kademesi III olan işyerinde tekrar çalıştırılabilir (Tozla Mücadele Yönetmeliği, 1990).

2.2 Toz kontrolü

Özellikle yeraltı madenciliğinde önemli sorunlara yol açan toz ile mücadelede çeşitli yöntemler uygulanır. Bu yöntemleri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz (Mohamed vd. 1996, Vutukuri 1986, Hartman 1982, The Mine Vent. Soc. of S.A. 1989):

- Tozun kaynağında oluşumunu ve havada dağılımını mümkün olduğunca en aza indirmek.
- Tozluğun havalandırma ile seyreltilmesi.
- Tozlu bölgelerin veya toz kaynaklarının izole edilmesi.
- Toz tutma ve tozdan korunma tekniklerinin uygulanması.

Tozla mücadelede, tozun kaynağında oluşumunun en aza indirilmesi ve oluşan tozun da mümkün olduğunca dağılımının önlenmesi son derece önemlidir. Bu amaçla kazı, nakliye, delik delme, patlatma vs. gibi madencilik işlemlerinde, işlem öncesi veya esnasında su kullanılır. Havada dağılı tozların bastırılmasında ise suyun çok ince zerreler halinde spreyleneceği gerekmektedir. Bu işlem çok iyi tasarlanmış bir sprey sistemi ile gerçekleştirilir. Tozla mücadele amacıyla suyun kullanılmasındaki en önemli kısıt, çalışma ortamının ve ocak ikliminin olumsuz etkilenenbilmesidir.

Suyun toz bastırmada etkinliğinin artırılması amacıyla son yıllarda suya belirli oranlarda karıştırılarak kullanılan kimyasallar geliştirilmiştir (sülfaktanlar). Bu maddelerin temel özelliği, suyun yüzey gerilimini azaltarak daha iyi iletmesini ve daha uzun süreli etkinliğini sağlamasıdır (Kim 1997; Kim & Tien 1994; Ediz vd. 1998).

Havadaki toz konsantrasyonunun havalandırma ile seyreltilmesi ve güvenli sınırlara indirilmesi mümkündür. Ancak bu konuda toz konsantrasyonunun yüksekliği ile bunu seyreltmek için gerekli havanın miktarı önemlidir. Çünkü gerekli hava miktarını sağlamak amacıyla, hava hızlarının belirli limitlerin üzerine çıkarmanın (>4 m/sn) toz konsantrasyonunu azaltmak yerine, çökeltmiş tozları da havalandırabileceği unutulmamalıdır.

Havada asılı tozların konsantrasyonunun azaltılmasında çeşitli seperasyon yöntemleri kullanılabilir. Bu yöntemler aşağıda özetlenmiştir (Vutukuri 1986);

- gravite yöntemi,
- santrifüj yöntemi,
- filtrasyon,
- yaş skruberler,
- elektrostatik çökticiler

Maden çalışanlarının kısa süreli ve yüksek toz konsantrasyonlarına maruz kalmaları durumunda toz maskeleri kullanmaları oldukça yaygın ve etkin bir yöntemdir. Modern toz maskeleri kullanım açısından oldukça rahat, nefes alma zorluğu yaratmayan ve belirli bir süre için %95'in üzerinde solunan tozu filtre etme özelliğine sahiptir. Özellikle patlatma sonucu oluşan yüksek toz konsantrasyonu durumlarında ise, çalışanların havalandırma ile bölgenin temizlenmesine kadar uzaklaştırılması en uygun tozla mücadele yöntemi olmaktadır.

3 GLİ ÖMERLER YERALTI OCAĞI

Ömerler yeraltı ocağı 1985 yılında üretime açılmıştır. Çalışılan damar 8-10 m olup, kömür damarı kil taşı formasyonları ile çevrilidir. Bu formasyonlar 3 ana grupta tanımlanmıştır. Bunlar; kömür damarının hemen üzerinde bulunan ve kalınlığı 25-50 cm arasında değişen yumuşak kil taşı, bu formasyonun üzerinde ana tavan kayacı tavan kil taşı ve kömür damarının altında bulunan taban kil taşı formasyonlarıdır. Damar içinde ise 3 adet 20-30 cm kalınlığında ara kesmeler bulunmaktadır.

Yeraltı ocağında kömür ve çevreleyen kayaların fiziksel ve jeomekanik parametreleri için gerekli çalışmalar yapılmıştır (GLİ, 1994). Bu çalışmalarda kömürün tek eksenli basınç direnci 100-120 kg/cm² ve taban kil taşı için ise 230-250 kg/cm² olarak belirlenmiştir.

Saha tektonik bakımdan sakindir. Sahada genel olarak kuzeydoğu-güneybatı yönünde kesilen 40-60 m atımlı ana faylar bulunmaktadır. Panolarda küçük faylar bulunmakta olup, mekanizasyon çalışmasına engel değildir.

Ömerler yeraltı ocağındaki kömür 2600-2800 kCal/kg'lık alt ısı değerine sahiptir. Kömürün içerdiği % 2-3 civarındaki kükürt kendiliğinden yanmayı kolaylaştırmaktadır.

Yapılan etütler sonucunda, damar yapısına ve jeolojik koşullara uygunluk açısından mekanize ayakların çalışacağı panolar mevcut Ömerler projesindeki A, B ve C bölümleri olarak planlanmıştır. Sürülmekte olan büyük hazırlık galerisine en yakın pano olması açısından, hazırlık A bölümündeki M-1 panosundan başlatılmıştır. Bu panoya uygun olarak belirlenen mekanize sistem ve teknik özellikler doğrultusunda başlangıçtan 140 m'lik bölümün alt dilimli yöntem (taban-tavan ayak), geri kalan bölümün ise tek dilimli yöntem (taban ayak) olarak çalışması planlanmıştır.

Mekanize ayak ile ilgili teçhizatın montajı 20.5.1997 tarihinde tamamlanmış, 22.5.1997 tarihinde ilk yol verme gerçekleştirilmiştir. 02.9.1997 tarihinden itibaren de M-1 panosunda

Ömerler personeli ile çalışmaya başlanmıştır. Bu çalışma ile günde ortalama 1,66 m/gün ayak ilerleme hızı ve %93 arka kömür kazanım oranı elde edilmiş, arka kömüre taş karışma oranı %11-12 civarında olmuştur.

GLİ Tunçbilek-Ömerler yeraltı ocağında ayna kömür kazısı ve yüklemesinde çift tamburlu kesici makine kullanılmaktadır. Kesici makine, ayak konveyörü üzerine monteli, zincirsiz çekme sistemine sahiptir. Çizelge 2'de kesici makine ile ilgili teknik özellikler verilmiştir.

Cizelge 2 Kesici makinenin teknik özellikleri

| Tıp | EDW-150 ² L |
|----------------------------------|------------------------|
| Gövde Yüksekliği | 1500 mm |
| Kesici Kol Uzunluğu | 1635 mm |
| Tambur Çapı | 1800 mm |
| Kesme Derinliği | 700 mm |
| Maksimum Kesme Yüksekliği | 3570 mm |
| Konveyörün Altını Kesme Mesafesi | 300 mm |
| Taşıma Hızı | 0-12m/dk |
| Maksimum Taşıma Kuvveti | 268 kW |
| Motor | 150 kW |
| Ağırlık | 25000 kg |

Ömerler yeraltı ocağında üretilen kömür 800 t/saat kapasiteli baştan ve kuyruktan tahrikli, ortadan çift sıra zincirli, 90 m uzunluğunda ayak içi konveyörü ile toplayıcı konveyöre aktarılmaktadır. Toplayıcı konveyör, 800 t/saat kapasiteli ve 40 m uzunluğundadır. Buradan kömür 800 t/saat kapasiteli 1000 mm genişliğindeki bant konveyöre aktarılarak, kelebeye dökülmekte ve oradan da ocak dışına ihraç edilmektedir.

3.1 GLİ Ömerler yeraltı ocağında toz ölçümünde kullanılan cihazlar

Ölçümlerde GLİ işçi Sağlığı ve İş Güvenliği biriminde mevcut olan ve ocak içi ölçümlerinde kullanılan 1 adet MRE 113 A tipi gravimetrik toz örnekleyici ve 1 Adet AFC 123 IS tipi portatif hava örnekleyicisi kullanılmaktadır. MRE 113 A tipi toz ölçüm cihazı 1-30 mg arasında toz toplayabilmektedir. Cihaz genel olarak pompa ve filtre olmak üzere 2 kısımdan meydana gelmektedir. Filtre yatay kanallardan meydana gelmiş olup, tane büyüklüğüne göre hassas olarak ayırım yapabilmektedir ve cihazın üzerine monte edilmiştir. Çapraşık hava akımlarına mani olmak için uç kısmına, üzerinde yarıklar bulunan bir plaka yerleştirilmiştir. Ayrıştırıcı filtrenin uçları herhangi bir sarsıntı esnasında çökelmiş tozların hava akımına karışmaması için yukarı doğru kıvrılmıştır. Ayrıştırıcı filtre ile kağıt filtre iki vida ile tutturulan transfer borusuyla irtibatlandırılmıştır. Bu borunun çıkartılması suretiyle ayrıştırıcı ve filtre tutucu temizlenebilmektedir. İki tip ayrıştırıcı mevcuttur.

Birinci tip %50 performansla çalışan ve çökeltme hızı 5 µm çapındaki küreciklerin hızına eşit olan tanecikler içindir ve dört kanaldan ibarettir. İkinci tip sekiz kanaldan meydana gelen %50 performans ile çalışan çapları 3,5 µm olan küreciklerin çökeltme hızına eşit olan tanecikleri çökeltir.

Tam mekanize kömür panosunda kömür üretimi iki aşamada gerçekleşmektedir. Bunlar ayna kesimi ve tavan kömürünün göçettilmesidir. Ayna kesimi esnasında kesici makine tarafından üretilen tozu ölçmek üzere MRE 113 A tipi ölçüm cihazı ayak içinde hava dönüş yolundan yaklaşık 10 m içeriye ve AFC 123 IS tip ölçüm cihazı kesici makine operatörü üzerine takılmaktadır.

Kesici makine üzerinde toz bastırma için fiskete su sistemi bulunmaktadır. Kesici makineye su besleyen pompa makineye 108 lt/dk su sağlamaktadır. Bu su motorların soğutulmasında ve kesici tamburlar üzerindeki fisketeler yoluyla oluşan tozun bastırılmasında kullanılmaktadır. Kesici makinenin üzerinde bulunan debi sınırlayıcı valfler nedeniyle bu toz bastırma suyunun miktarının artırılması mümkün olamamaktadır.

Tavan kömürünün alınması esnasında oluşan toz MRE 113 A tip ölçüm cihazı ayak içine hava dönüş yolundan yaklaşık 10 m içeriye ve AFC 123 IS tip ölçüm cihazı tahkimat kullanıcı üzerine takılarak ölçülmektedir. Tahkimatlar üzerinde de toz bastırma için su püskürtme sistemi mevcuttur. Ancak bu sistem işçilerin ıslanmasını önlemek amacıyla kullanılmamaktadır.

GLİ Tunçbilek-Ömerler yeraltı ocağında M-3 nolu mekanize ayakta havalandırma sistemi kuyruk yolundan motor başına doğru olmaktadır. Kuyruk yolundan giren hava motor başından çıkarak nakliyat yolunu takip ederek nefesliğe gitmektedir. Ayak başından nefesliğe kadar olan bu nakliyat yolunda çalışan işçiler baretli toz maskeleri kullanılmaktadırlar.

3.2 Toz ölçüm cihazlarının hazırlanması ve örneklerin değerlendirilmesi

Toz ölçüm cihazlarının ölçümden önce şarj edilmesi ve filtrelerin hazırlanması gerekmektedir. Bu işlemler GLİ'de mevcut bulunan toz laboratuvarında yapılmaktadır. Cihazlar içine yerleştirilen filtreler, kullanımdan önce toz laboratuvarlarında bulunan etüv fırınında 105°C'de kurutulmakta, ağırlığı ölçülüp, cihaza takılmaktadır. Ölçüm sonrasında bu filtreler tekrar etüv fırınında 105°C'de kurutulup ağırlıkları hassas terazide belirlenmektedir. Bu işlemler sonucu toz miktarları aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmaktadır (Atakuru, 2000):

$$T_y = [(W_p - W_b) / q] \times 1000$$

burada;

T_y = toz yoğunluğu (mg/m^3),
 W_D = dolu filtre ağırlığı (mg),
 W_b = boş filtre ağırlığı (mg),
 Q = emilen hava miktarı (lt),

Tam mekanize panoda merkezi gözlem ve kontrol sistemi bulunması nedeniyle hava hızı, nem ve ocak sıcaklığı gibi diğer çevresel parametreler de ölçülüp, değerlendirilmeye alınmaktadır.

3.3 Toz ölçümleri

GLİ Tunçbilek-Ömerler Bölgesi mekanize üretimde 1997-2000 yıllarına ait toz ölçüm sonuçları Çizelge 4-7'de verilmiştir.

4 TOZ ÖLÇÜM SONUÇLARI

GLİ Tunçbilek Ömerler yeraltı mekanize ayakta 1997 yılından 2000 yılına kadar yapılan toz ölçüm sonuçlarına göre çalışma yerlerinin büyük çoğunluğunun II. ve III. risk derecesi sınıfına girdiği görülmektedir (Çizelge 3).

Üretime başlanan 1997 yılında toz konsantrasyonları III. risk derecesini göstermektedir. 1998 yılı ölçümleri II. ve III. Risk derecesini göstermektedir. 1997 ve 1998 yıllarında yapılan ölçümlerin oldukça yetersiz olduğu söylenebilir. Ancak bu tarihten itibaren yapılan ölçümler tozlu tozlu belirlenmesi açısından önemli bir yere sahiptir.

Çizelge 3 Yıllara göre toz risk dereceleri

| Yıllar | Çalışma Yeri | Toz Risk Derecelen* |
|--------|--|---------------------|
| 1997 | Motor başı Sabit boyu | III |
| | Ayak içi | |
| 1998 | Ayak kuyruğu Kuyruk yolu | II |
| | M-2 ayak kuyruğu M-2 ayak içi | III |
| 1999 | Kelebe üstü | II |
| | M-3 hazırlık bacası (kuyruk) M-3 hazırlık bacası (orta) | II |
| | M-2 ayak kuyruğu M-2 ayak içi | .. |
| 2000 | Kelebe üstü | II |
| | M-3 ayak içi M-3 ayak kuyruğu | |
| | M-3 hazırlık bacası (kuyruk) M-3 hazırlık bacası (orta) | .. |
| | | |

* 14.09.1990 tarihli Toz Yönetmeliğine göre

Çizelge 4. 1997 yılı toz ölçüm sonuçları.

| Ölçüm Yeri | Servis | Ölçüm Tarihi | Ölçüm Cihazı | Toz Miktarı (mg/m ³) |
|------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------------|
| Motor başı | Ömerler Y.A. | 1997 | Casella | 8.0 |
| Sabit boyu | Ömerler Y.A. | 1997 | Casella | 10.0 |

Çizelge 5. 1998 yılı toz ölçüm sonuçları.

| Ölçüm Yeri | Servis | Ölçüm Tarihi | Ölçüm Cihazı | Toz Miktarı (mg/m ³) |
|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------------|
| Ayak içi | Ömerler Y.A. | 11.01.1998 | Casella | 3.4 |
| Ayak kuyruğu | Ömerler Y.A. | 11.01.1998 | Casella | 3.2 |
| Kuyruk yolu | Ömerler Y.A. | 14.07.1998 | Casella | 3.9 |
| Ayak içi | Ömerler Y.A. | 14.07.1998 | Casella | 4.1 |

Çizelge 6. 1999 yılı toz ölçüm sonuçları (toz miktarı mg/m³ olarak ölçülmüştür).

| İstasyon | Ölçüm Yeri | Servis | Ölçüm Tarihi | Ölçüm Cihazı | Toz Miktarı |
|----------|------------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| 7 | M-2 ayak kuyruğu | Ömerler Y.A. | 21.04.1999 | Casella | 14.27 |
| 8 | M-2 ayak içi | Ömerler Y.A. | 25.04.1999 | Casella | 17.38 |
| 9 | Kelebe üstü | Ömerler Y.A. | 27.04.1999 | Casella | 3.44 |
| 10 | M-3 hazırlık bacası (kuyruk) | Ömerler Y.A. | 29.04.1999 | Casella | 3.15 |
| 11 | M-3 hazırlık bacası (orta) | Ömerler Y.A. | 30.04.1999 | Casella | 2.85 |
| 7 | M-2 ayak kuyruğu | Ömerler Y.A. | 22.06.1999 | Casella | 8.50 |
| 8 | M-2 ayak içi | Ömerler Y.A. | 24.06.1999 | Casella | 5.33 |
| 9 | Kelebe üstü | Ömerler Y.A. | 26.06.1999 | Casella | 3.28 |
| 10 | M-3 hazırlık bacası (kuyruk) | Ömerler Y.A. | 28.06.1999 | Casella | 3.02 |
| 11 | M-3 hazırlık bacası (orta) | Ömerler Y.A. | 30.06.1999 | Casella | 2.75 |
| 7 | M-2 ayak kuyruğu | Ömerler Y.A. | 23.08.1999 | Casella | 4.42 |
| 8 | M-2 ayak içi | Ömerler Y.A. | 25.08.1999 | Casella | 6.15 |
| 9 | Kelebe üstü | Ömerler Y.A. | 27.08.1999 | Casella | 3.17 |
| 10 | M-3 hazırlık bacası (kuyruk) | Ömerler Y.A. | 28.08.1999 | Casella | 3.25 |
| 11 | M-3 hazırlık bacası (orta) | Ömerler Y.A. | 29.08.1999 | Casella | 3.05 |

Çizelge 7. 2000 yılı toz ölçüm sonuçları (toz miktarı mg/m³ olarak ölçülmüştür).

| İstasyon | Ölçüm Yeri | Servis | Ölçüm Tarihi | Ölçüm Cihazı | Toz Miktarı |
|----------|------------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| 7 | M-2 ayak kuyruğu | Ömerler Y.A. | 24.01.2000 | Casella | 3.29 |
| 8 | M-2 ayak içi | Ömerler Y.A. | 26.01.2000 | Casella | 3.45 |
| 9 | Kelebe üstü | Ömerler Y.A. | 28.01.2000 | Casella | 2.42 |
| 10 | M-3 hazırlık bacası (kuyruk) | Ömerler Y.A. | 31.01.2000 | Casella | 3.25 |
| 11 | M-3 hazırlık bacası (orta) | Ömerler Y.A. | 02.02.2000 | Casella | 2.65 |
| 7 | M-2 ayak kuyruğu | Ömerler Y.A. | 21.03.2000 | Casella | 3.57 |
| 8 | M-2 ayak içi | Ömerler Y.A. | 23.03.2000 | Casella | 4.04 |
| 9 | Kelebe üstü | Ömerler Y.A. | 27.03.2000 | Casella | 2.36 |
| 10 | M-3 hazırlık bacası (kuyruk) | Ömerler Y.A. | 29.03.2000 | Casella | 3.76 |
| 11 | M-3 hazırlık bacası (orta) | Ömerler Y.A. | 31.03.2000 | Casella | 2.38 |
| 22 | M-2 ayak kuyruğu | Ömerler Y.A. | 21.08.2000 | Casella | 4.12 |
| 23 | M-2 ayak içi | Ömerler Y.A. | 23.08.2000 | Casella | 4.35 |
| 9 | Kelebe üstü | Ömerler Y.A. | 25.08.2000 | Casella | 2.25 |
| 22 | M-3 ayak kuyruğu | Ömerler Y.A. | 13.09.2000 | Casella | 4.29 |
| 23 | M-3 ayak içi | Ömerler Y.A. | 15.09.2000 | Casella | 4.58 |
| 22 | M-3 ayak kuyruğu | Ömerler Y.A. | 17.10.2000 | Casella | 4.16 |
| 23 | M-3 ayak içi | Ömerler Y.A. | 19.10.2000 | Casella | 4.36 |

1999 yılının nisan, haziran ve ağustos aylarında yapılan toz ölçüm sonuçlarına göre ocakta önemli bir toz sorunu bulunmaktadır. Bu yılda yapılan ölçümlerden çalışma yerlerinin II. ve III. risk derecesine girdiği görülmektedir. Özellikle M-2 ayak içi bölgesi çalışanlar için risk teşkil etmektedir. 2000 yılı ölçüm sonuçları ise II. risk derecesini belirlemektedir. Burada da M-2 ayak kuyruğu ve ayak içinde çalışanlar için risk söz konusudur. 1999 yılının nisan ayında yapılan ölçümlerin çok yüksek çıkması hatalı ölçüm ve gerekli hassasiyetin gösterilmemesi ile açıklanmaktadır. Son 4 yılın toz ölçüm sonuçlarının genel bir değerlendirilmesi yapıldığında, ayak içi ve ayak kuyruğu haricindeki yerlerde tozluğun daha düşük sınırlarda kaldığı ancak yine de uzun süreli çalışma ortamları için öngörülen 2 mgW'ten fazla olduğu görülmektedir. Tozluğun yüksek olduğu bölgelerde toz kaynaklarının azaltılması ve oluşan tozun bastırılması için uygulanan tekniklerin geliştirilmesi gerekmektedir. Münferit toz ölçümleri ile saptanan toz konsantrasyonlarına dayanılarak ortam tozluğunun hakkında karar verilmesi güvenilir değildir. Uzun süreli ve sistemli olarak yapılan ölçümlerle belirlenen toz konsantrasyonlarının ortalama değerleri, ortam tozluğunun hakkında gerçeğe daha yakın bilgi verebilir. Bu nedenle özellikle ölçüm istasyonlarının yerlerinin çok iyi tespit edilmesi ve istasyonlarda yapılan ölçüm sayılarının artırılarak, sistematik olarak yapılması gerekmektedir.

5 SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, GLİ Tunçbilek-Ömerler yeraltı ocağı mekanize üretimdeki tozluluk incelenmiş, toz ölçüm sonuçları ile alınan önlemlere dayanılarak aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

1. Mekanize üretim bölgesinde yapılan ölçümler sonucunda çalışma yerlerinin büyük çoğunluğunun II. risk derecesi sınıfına girdiği görülmektedir. Ancak özellikle ayak içi ve ayak kuyruğu bölgelerinde daha yüksek ve kritik toz konsantrasyonları görülmektedir (III. risk derecesi). Dolayısıyla bu bölgelerde tozluğun azaltılması için uygulanan tekniklerin geliştirilmesi ve çalışanların toz maskeleri takmasının mutlak sağlanması gerekmektedir.

2. Az sayıda yapılan toz ölçümleri ile saptanan toz konsantrasyonlarına dayanılarak ortamın tozluğunun belirlenmesi güvenilir değildir. Uzun süreli ve sistematik olarak yapılan ölçümlerle belirlenen toz konsantrasyonlarının ortalama değerleri, ortamın tozluğunun hakkında gerçeğe yakın

bilgi verebilir. Bu nedenle özellikle ölçüm istasyonlarının yerlerinin çok iyi tespit edilmesi ve istasyonlarda yapılan ölçüm sayılarının artırılarak sistematik hale getirilmesi gerekmektedir.

3. Kısa süreli yüksek toz konsantrasyonuna maruz kalan işçilerin toz maskesi kullanmaları tozdan korunmada önemli bir uygulamadır. Ancak toz maskesi kullanımı işyeri tozluğunun azaltılması veya tozla mücadele yöntemlerinin zorunluluğunu ortadan kaldırmaz.

4. Toz bastırma verimini artırmak amacıyla özellikle tamburlu kesicilerde fiskete suyuna katılan ve Amerika Birleşik Devletleri'nde yaygın olarak uygulanan, yüzey aktif maddelerin (surfaktan) kullanılması düşünülmelidir.

6 KAYNAKLAR

- Atakuru, T., 2000 GLİ işçi Sağlığı ve İş Güvenliği, Kişisel Görüşme.
- Baysal, F., 1979 işyerlerinde toz sorunu, *Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 6 Kongresi*, 8/2-8/3, Ankara
- Didari, V., 1983. Toz durumlarının kitlesel (Gravimetrik) toz ölçme yöntemiyle belirlenmesi, *Madencilik Dergisi* M Cilt, Sayı No-i, 27-33.
- Ediz, I.G., Seyfettinoğlu M.A. & Dixon-Hardy D W, 1998 Suppression of coal dust using surfactants in combatting coal dust explosions. *Proceedings of the fifth International Symposium on Environmental Issues and Waste Management in Energy and Mineral Production, SWEMPV8*, Ankara, 375-379
- GLİ, 1994. Ömerler yeraltı işletmesi tabaka kontrolü yük ve konverjans ölçümleri", DEÜ Maden Mühendisliği Fakültesi
- Güyagüler, T. & Durucan, Ş., 1985 Ocak tozları, *Yeraltı Kömür Madenciliğinde Çevre Sorunları ve Kontrol Yöntemleri Seminer El Kitabı*, 57-60.
- Hartman, H L, 1982. Mine ventilation and air conditioning, Second Edition, John Wiley&Sons Publication", 115-127
- Hu, O , Polat, H.& Chander S , 1992. Effect of surfactant in dust control by water spray". *Emerging Process Technologies for a Cleaner Environment*, 269277
- Kim, J, 1997 The economic assessment of surfactant applications for coal dust control in USA mines", *Mining Technology*, 79, 133-136
- Kim, J & Tien. J C , 1994 The effect of added base on coal wetting ability of nonionic surfactant solutions used for dust control", *Mining Engineering*, Vol. 154, 149-155
- Maden ve Taşocakları İşletmelerinde ve Tünel Yapımında Tozla Mücadeleyle ilgili Yönetmelik, 1990 *Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı*, Resmi Gazete, Sayı. 20635, 12-14
- Mohamed M A K , Mutmanský J.M & Jankowski, R A , 1996 Overview of proven low cost and high efficiency dust control strategies for mining operation", *Mining Technology*, Vol 78,141-148
- The Mine Ventilation Society of South Africa, 1989 Environmental engineering in South African Mines, 379-394
- Vutukun, V S & Lama R D., 1986 Environmental engineering in mines", Cambridge University Press, 174-197