

# TOZ OLUŞUMUNU ETKİLEYEN FAKTÖRLER

TevfikGÜYAGÜLER(\*)

## ÖZET

*Yeraltında oluşan tozların zararlı etkilerini azaltmak içinff.alışan yerlerdeki ocak hasmın toz içeriğini azaltmak gerekir. Yani toz konsantresi müsaade edilebilir miktardan fazla olmamalıdır.*

*Tozla mücadele, bugüne kadar daha ziyade toz oluştuktan sonra bunların çalışma yerinden uzaklaştırılması, değişik yöntemlerle bastırılması, belirli yerde izole edilmesi veya konsantrasyonu azaltmak yolu ile yapılmaktaydı.*

*Ancak son zamanlarda tozla mücadele, toz daha oluşmadan, oluşmasına mani olacak yönde yapılmaktadır. Bunun içinde kayaçların tozlanabilme özellikleri önem kazanmaktadır. Tozun oluşması çeşitli etkenlerin bir araya gelmesiyle mümkündür. Bu etkenlerin analizi ise kayaçların tozlanmasını formüle etmeye obnak tanıyacaktır.*

*Bu çalışma tozun oluşumunu etkileyen bazı faktörlerin analizim içermektedir.*

## SUMMARY

*To reduce the harmful effect of dust, it is necessary to provide a relatively dust free working atmp here. That is, the dust concentration at the working area should be lower than the maximum allowable or the specified rock or ore.*

*So far the well known techniques in mines, regarding dust control, focuses on reducing the amount of airborne dust after it has actually been formed. Removal, suppression, isolation and dilution, in this respect are the main techniques used to reduce the amount of airborne dust in the mine air.*

*Rcently, however the attention is given to avoiding the dust before it has actually been formed. The dustability characteristics of the rocks involved in mines are regarded as a guide in this respect.*

*The process of the dust formation is the resultant effect of set of elementary factors. The analysis of these factors could subs quently lead to the development and formulation of dust formation.*

*This paper includes the analysis of various factors effecting the dust formation in mines.*

(\*) Dr. öğretim Görevlisi, Maden ve Petrol Müh. Böl. O.D.T.Ü. ANKARA.

## 1- GİRİŞ

Yeraltı işletmeciliğinde tozun değişik yönlerde zararları vardır. Bunlardan en önemlisi solunum sonucu insan sağlığına verdiği zarardır. Kömür tozlarının oluşturduğu kömür tozu patlamaları ise önemli ölçüde can ve mal kayıplarına neden olmaktadır. Bunlara ilâveten tozlu hava görüş mesafesini azaltır, morali kötü yönde etkiler, çalışma koşullarını zorlaştırır, mekanik ve elektronik aletlerin aşınmasına, bozulmasına neden olur. Bu etkilerin doğal sonuçları ise kazaların artması, üretim kayıplarının çoğalması, fazladan bakım ve tamirat giderlerinin artması gibi işletme giderlerini arttıran etkenlerin oluşmasıdır.

Yer altında bu denli önemli olan toz, madencilikte üzerinde çok durulması gereken bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Toz ile mücadelede şimdiye kadar yapılan tüm çalışmalar tozun herhangi bir işlem sonucu oluşmasından sonra, bu tozların zararsız hale getirilmesi veya zararının en aza indirilmesi yönünde olmuştur. Ancak son zamanlarda yapılan araştırmalar tozun daha başlangıçta oluşmasına mani olacak yönde olmaktadır. Bu yönde bir mücadelenin yapılması için ise, ancak toz oluşturan maddenin değişik işlemler altında tozlanabilme karakteristiklerinin çok iyi bilinmesi ile mümkün olacaktır. Bu çalışmaya ışık tutabilecek "tozun oluşum nedenlerinin analizi" hakkında ise yapılan çalışmalar sınırlıdır. Tozun oluşum nedenleri, başka bir deyişle bir maddenin tozlanabilme karakteristiklerinin bilinmesi tozla mücadelede başlangıç noktası olmalıdır.

## 2- TOZ OLUŞUMU

Tozun oluşumunda değişik etkenlerin çeşitli etkilerinin olduğu açıktır. Bu etkenlerin analizi, oluşacak olan tozun miktarını tahmin edebilmede veya oluşacak tozu formüle edebilme açısından önemlidir.

Bu etkenler o maddenin özellikleri (mekanik, fiziksel v.b.) çevre koşulları ve tozu oluşturan işlemler olarak sıralanabilir.

### 2.1. Maddenin özellikleri

Her maddenin aynı koşullar altında eşit miktarda toz oluşturmadıkları açıktır. Bazı maddeler kolaylıkla toz oluştururlar. (Kok kömürü, tebeşir gibi), bazıları ise zorlukla toz meydana getirebilirler (linyit gibi). Bunun nedeni her maddenin özelliklerinin farklı olmalarındandır. Ancak tozlanabilme, hangi özelliğin ne derece etki ettiği araştırma konusudur.

Bu konuda sınırlı araştırmalardan daha sonra söz edilecektir.

### 2.2. Çevre koşulları

Oluşan toz miktarında çevre koşullarının etkisinin oldukça önemli yeri vardır. Derinlik, sıcaklık, tabaka basıncı, ocağın kuru veya nemli olması ve havalandırmanın etkisi çevre koşulları olarak sıralandırılabilir.

Derinlik arttıkça çevre basıncı artır ve bunun sonucu olarak maddenin gevrekliği azalır. Aynı etki fazla derinliklerde yüksek sıcaklıktan dolayı da görülebilir ve maddenin gevrekliği sıcaklık arttıkça azalır. Bu nedenle zararlı tozlanabilirlik derinlik arttıkça azalabilir. Sıcaklığın artışı aynı zamanda o kayacın mukavemetinin azalmasına da neden olacaktır. Kayacın veya çevrenin nemliliği ise oluşan tozun havaya karışmasını değişik yönlerden azaltacaktır.

Ancak kayacın nemliliği aynı zamanda o kayacın mukavemetini azaltacaktır.

Havalandırmanın etkisi ise, hava hızının çok fazla olduğu hallerde çökelmiş tozun içinde dağılmasını kolaylaştıracak yönde olacaktır.

Bazı araştırmacılar, çevre koşullarının kayanın mekanik - fiziksel özelliklerinin etkileri nedeni ile kayacın mekanik ve fiziksel özellikleri ile beraber düşünülmesi gerekliliğine inanmışlardır.

### 2.3. Toz oluşturan işlemler

Üretim için gerekli olan işlemlerin hemen hemen hepsi toz oluşturmaktadır. Delme, kesme, kırma, öğütme, patlatma, yükleme - boşaltma toz oluşturan işlemlerin başlıcalarıdır. Delme işleminde uç, kaya yüzeyine devamlı uygulanan basma ve burmanın etkisi ile ileriye doğru hareket eder. İlerleme mekanizması kısaca makaslama ve sürtünme işlemleri ile ilgilidir. İlerleyen ucun makaslama hareketi kaya parçacıkları oluşturdukları halde sürtünme uç ve kaya arasında aşınmaya neden olur. Başka bir deyişle, uygulanan kuvvet kayanın mukavemetinden fazladır. Durum kesme, patlatma işlerinde de aynıdır.

Kullanılan aletlerin keskinliği kaya üzerinde kesilen veya delinen kısmın küçülmesini sağlayacak ve daha az toz üretilenektir. Keskin delici ucun, keskin olmayana oranla daha az toz oluşturmaya buna bir örnektir.

Mrma işleminde kayanın parçalara ayrılması, uygulanan kuvvetin kayanın mukavemetini geçtiği zaman mümkündür.

Kırılma ise yüzeye dik olarak uygulanan sıkıştırma ( basma ) ve çarpma dahil bazı mekanizmalar sonucu oluşmaktadır. Kırılmada diyagonal kuvvetlerin veya aşınmanın etkisi vardır.

Sonuç olarak uygulanan kuvvet kayanın mukavemetinden büyük olmalıdır.

Yükleme boşaltma işleminde ise, toz miktarı boşaltılan maddenin düşme yüksekliği ile maddenin kırılabilirliğine bağlıdır. Eğer düşme yüksekliği, maddenin kırılmasına neden olacak kadar yüksek değil ise antrasit gibi çok gevrek ve kırılabilir olan maddeler bile toz üretmeyeceklerdir.

O halde değişik operasyonlar için değişik miktarda kuvvet uygulanması gerekmektedir. Bu kuvvetin miktarı ise, maddenin yapısal (mekanik, fiziksel) özelliklerine bağlı olup kayacın mukavemetine eşittir.

### 3- TOZUN ZARARINI BELİRLEYEN FAKTÖRLER

Tozun sağlık açısından verdiği zararın derecesi gene! olarak tozun konsantresi yanında kompozisyonu ve tane büyüklüğüne bağlıdır. Bu nedenle tozlanabilirliğin yanı sıra tozun kompozisyonu ve oluşan tozların tane boylan belirlenmelidir. Tozun silika içeriği ve 0.2-5 mikron arasındaki tozların miktarı tozun vereceği zararı belirler. Bunun için kayacın tozlanabilirlik karakteristikleri ile birlikte yukarıda adı geçen özelliklerin de ölçülmesi gerekmektedir. Örneğin % 10 dan fazla serbest silika içeren kömür tozunun izin verilebilir konsantresi  $2\text{mg}/\text{m}^3$  iken % 10 dan az serbest silika içerenin  $4.0\text{ mg}/\text{m}^3$ , hiç serbest silika içermeyenin ise  $10.0\text{ mg}/\text{m}^3$  dür.

Değişik işlemlerde oluşan toz miktarlarının değişikliği yanı sıra oluşan tozların tane büyüklükleri dağılımında her işlem için farklıdır.

Ocaklarda delme işlemleri en çok toz oluşturan işlem olarak belirmektedir. Buna ilâveten delme aynı zamanda sağlığa en zararlı tane büyüklüğü miktarının en fazla olduğu işlemdir.

Tipik bir metal madeninde oluşan tozların, %85 i delme işleminden, %10 yatımlardan, %5 i ise diğer işlemlerden gelmektedir.

Kömür madenlerinde ise önemli toz kaynağı kesici-yükleyicilerdir.

Metal madeninde vurmali delici ile yapılan kuru delme işleminde oluşan tozların büyüklüklerine göre dağılımı şöyle ölçülmüştür.

2 mikrona kadar % 52.6, 4 mikrona kadar % 24.1, 6 mikrona kadar % 10.2, 10 mikrona kadar % 8.9 daha-büyükler ise % 3.45 e kadardır. Bu değerlerden görüldüğü gibi delme işleminde oluşan tozların yaklaşık % 87 si sağlığa zararlıdır.

Yukarıda anlatılan nedenlerle tozlanabilirlik daima tozların kompozisyonu ve tane büyüklüğü dağılımı ile düşünülmalıdır.

### 4. KAYAÇLARIN VE KÖMÜRÜN TOZLANABİLİRLİĞİ

Daha önceki açıklamaların ışığı altında çevre koşullarının ve işlemlerde uygulanan kuvvetin kayacın mukavemetine bağlı olduğu, bu nedenle tozlanabilirliğin kayacın mekanik ve fiziksel özelliklerinin bir fonksiyonu olarak ifade edilebileceği mümkün görülmektedir.

Bu esas içinde kömür ve kayalar üzerinde yapılan çeşitli araştırmalar ilginç sonuçlar vermiştir.

#### 4.1. Kayaçların Tozlanabilirliği

Tozlanabilme karakteristiğine ilişkin olarak kayanın mekanik ve fiziksel özelliklerinden; sertlik, gevreklik, darbe dayanımı, ufalanabilirlik gibi, bazıları değişik araştırmalara konu olmuştur. Yapılan araştırmalar gevrekliğin tozlanabilmeye önemli bir etken olduğunu ve bu özelliğin artması, toz oluşumunun artmasına neden olduğunu göstermiştir.

Diğer önemli bir özellik ise kayaların sertlik derecesidir. Sertliğin artması oluşan toz miktarının artmasına neden olmaktadır. Ayrıca sert kayaların herhangi bir işlem sonucu oluşturdukları tozların çoğunluğunun tane büyüklüğü 0-10 mikron arası olmaktadır (özellikle delme işleminde). Bu konuda tortul kayaçlar üzerinde yapılan "bir araştırmada kayaçların tozlanabilmelerinin gevreklik, darbe dayanımı ve sertlik cinsinden ifade edilebileceği gösterilmiştir.

#### 4.2. Kömürün Tozlanabilirliği

Bu konuda yapılan araştırmalardan ilginç sonuçlar elde edilmiştir. Tozlanabilirliğe etki eden yukarıda adı geçen faktörlere ek olarak kömürün elemanları olan karbon, uçucu-yanıcı madde, kül ve nemin etkileri incelenmiş ve tozlanabilirlik ile bu elemanlar arasında bağlantılar bulunmaya çalışılmıştır.

Konu ile ilgili yapılan araştırmalardan şu bulgular çıkartılmıştır.

- Kömürün uçucu-yanıcı % sinin artması tozlanabilirliği arttırmaktadır. Şöyleki uçucu-yanıcı miktarı % 10 dan % 20 ye yükseldiğinde ve diğer koşullar aynı kaldığında, oluşan tozun yaklaşık İki kat olduğu saptanmıştır.
- Kömürün karbon içeriğinin ise tozlanabilirlikle çok iyi bir korelasyon gösterdiği, başka bir deyişle karbon içeriği arttığında tozlanmanın da arttığı saptanmıştır.
- Kömür içinde var olan kül değişik tozlanma karakteristiklerine sahip olabilir. Bu nedenle mineraller kömür içerisinde kömürün tozlanabilmelerini etkileyebilirler.
- Nem miktarı ise kömürün tozlanabilirliğinde aksi etki yapar.
- Kayalarda olduğu gibi kömürlerde de sertlik arttıkça tozlanabilirlik artmaktadır.
- Kömürün yoğunluğunun da tozlanabilmede pozitif yönde etki ettiği bazı araştırmacılar tarafından kabul edilmiştir.
- Kömürün tozlanabilirliğinin kömürün yapısal özellikleri cinsinden formülize edilmek istenen bir araştırmada, toz oluşumunda gevrekliğin önemli rolü olduğu saptanmıştır.

#### 5. SONUÇ

Son zamanlarda ortaya atılan tozlanabilirlik kavramı yer altı madenciliğinde tozla mücadelede önem kazanmaya başlamıştır.

Ancak bu aşamada tozlanabilirliğin kayanın veya kömürün özelliklerine bağlı olarak ifade edilebildiği daha tam bir kesinlik kazanamamıştır.

Çünkü adı geçen çalışmalarda toz oluşturan işlemler ve toz tane büyüklükleri kesin olarak belirlenmemiştir, örneğin konuya ilişkin bir çalışmada öğütülebilirlik tozlanabilirlik yerine alınmıştır. Bu nedenle konuyu daha iyi araştırmak için gerçek toz oluşturan işlemler sonucu toz ölçümleri yapılmalıdır. Ayrıca toz tane büyüklüğü insan sağlığına zarar veren 0-7 mikron arası olarak sınırlanmalıdır.

Sonuç olarak kömürün diğer bazı özellikleri belirlenirken en önemli iki tanesi olan tozlanabil iri ik ve gaz soğurma kapasitelerinin tayinleri de göz önünde tutulmalıdır.

Bu iki özellik ocak içinde toz ve gazla mücadelede bilinmesi gereken önemli etkenlerdir.

#### KAYNAKLAR

1. Baafi, E.Y. ve Ramani, R.V., "Rank and Macera! Effects on Coal Dust Generation". Int.J. rock mecht. and geomech, abstr. V.16.S. 107-115, 1979.
2. Cummins, G., SME mining engineering handbook, New York, Port city press, V.I, 1973.
3. Das, B., "Formation of Dust". Colliery Guardian, s. 146-149, Apr. 1973.
4. GÜyagüler, T., "Toz Oluşumu". Seminer, Maden ve Petrol Müh. BI. ODTU, 1978.
5. GÜyagüler, T., "Toz". Madencilik Dergisi V. 13, No: 6, s.13-18, Eylül, 1974.
6. Skochinsky, A., ve Kamarov, V., Mine Ventilation, Moskova, Mir Publishers, 1969.