

Kömür Tozu Patlaması

Coal Dust Explosion

Vedat DİDARİ (*)

ÖZET

Bu yazıda, kömür tozu patlamasının oluşması ve gelişmesi ile ilgili kısa bilgi verilmektedir. Tozun patlayabil iri için i etkileyen bazı önemli faktörler tartışılmakta ve özellikle patlayıcı tozla savaşım çalışmalarının yönlendirilmesinde yardımcı olabilecek bazı güvenilir kriterler açıklanmaktadır. Ayrıca, patlayıcı tozla savaşımında alınacak önlemler ana çizgileriyle tanıtılmaktadır.

ABSTRACT

A brief information about the mechanism of coal dust explosions is given. Some of the important factors affecting the explosibility of the dust are discussed and some reliable criteria which can be helpful in coping with the explosive dust are explained. Also the main aspects of the preventive measures against the coal dust explosions are introduced.

(*) Dr., Maden Yük. Müh., H.Ü. Mühendislik Fak. Maden Müh. Böl., ZONGULDAK.

1. GİRİŞ

Kömür ocaklarında oluşan patlamaların nedenleri arasında kömür tozunun tek başına patlaması ya da başlamış bir patlamaya katılması şeklindeki olaylar, ilk sıraları almaktadır. Özellikle, boyutları büyük olan kazalara yol açan patlamaların ilk akla gelen nedeni toz patlamasıdır.

22 Ekim 1984 tarihli Resmi Gazete'de yayınlanmış olan yeni Maden ve Taş Ocakları İşletmelerinde ve Tünel Yapımında Alınacak İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Önlemlerine İlişkin Tüzüğün 9. bölümünde eski Nizamnameye benzer olarak, patlayıcı tozla savaşım konusu yer almaktadır. Tüzüğün 194. maddesi fenni nezaretçiye bir ocakta patlamaya elverişli kömür tozu bulunup bulunmadığını saptama ve buna göre gereken önlemleri alma yükümlülüğünü getirmektedir. Bu maddeyi izleyen diğer maddelerde de patlamaya elverişli kömür tozu varsa yapılması gereken çalışmalar yer almaktadır. Ayrıca, taş tozu serpme işlemi ve taş tozu oranlarını saptama konusu keza, ocak yetkililerinin sorumluluğuna bırakılmıştır (1).

Bir kömür endüstrisine sahip olan ülkelerin hemen tümünde yukarıda sözü edilen konularda yoğun araştırma ve uygulamalar yürütülmekteyken ülkemizdeki çalışmalar oldukça yetersiz bir düzeyde bulunmaktadır. Zonguldak Taşkömür Havzasında çeşitli damarların tozlarının patlayıcı niteliği, daha önceki yıllarda saptanmış bulunmakla (2) birlikte, patlayıcı tozlarla savaşım konusunda bugüne değin herhangi bir çalışma yapılmamıştır.

Bu çok önemli eksikliğin başlıca nedenlerinden biri, ülkemizde bugüne değin ocaklarda oluşan patlamaların ardından güvenilir analizlerin yapılmamış oluşu ve patlamaların yol açtığı kazalarda tozun olaya katılıp katılmadığı konusunun bugün bile tartışılabilir oluşudur.

Bu yazının amacı, konuya bir açıklık getirilmesine ve patlayıcı tozla savaşım çalışmalarının hız kazanmasına bir ölçüde katkıda bulunmaktır.

2. OLAYIN MADENCİLİK GÜNDEMİNE GELİŞİNE VE BOYUTLARINA KISACA BİR BAKIŞ

Kömür ocaklarında olagelen patlamaların tümü, uzunca bir süre metan gazına bağlanmış,

kömür tozunun patlaması olayını madenci, çek geç kabullenmiştir. Toz patlamaları üzerine ciddi araştırmalar, ancak dünyanın en büyük maden felaketlerinden biri olan Courriers ocağı patlamasından (10 Mart 1906 - Kuzey Fransa) sonra başlamıştır. Fransa'da başlatılan öncü araştırmalar, Pplonyalı ve Sovyet bilim adamlarınca izlenmiş olup bugün bir kömür endüstrisi olan ülkelerin tümünde toz patlamaları üzerinde çalışan kurumlar bulunmaktadır (3), (4).

Yapılan tüm yoğun çalışmalara karşın bugün dünyanın çeşitli yerlerinde patlamalar olmakta ve büyük maden felaketleri hâlâ madencilik endüstrisinin gündemindeki önemli bir sorun olarak yerini korumaktadır. Ciddi istatistiksel veri biriktiren ülkelerde patlamalar içinde kömür tozuna bağlı olanlar ilk sıraları almaktadır (3).

3. KÖMÜR TOZU PATLAMASI VE GELİŞMESİNİN KISACA AÇIKLAMASI

Bir toz patlamasının olması için havada asıya geçmiş bir toz bulutunun bir ateşleyici kaynakla temasa geçmesi gerekmektedir. Araştırmalar ocaklarda metan-hava karışımlarını patlatabilecek her türlü kaynağın bir toz bulutunu da patlatabileceğini göstermektedir. Ancak, ocakların en tozlu yerlerinde bile askıdaki tozlar patlayıcı bir toz bulutu oluşturamazlar. Patlama için önemli olan tavan, taban ve yan duvarlarda birikmiş (çökmüş) olan toz olup bunun bir darbe etkisiyle gırdaplanarak havaya karışması gerekmektedir. Yani, bir patlamanın olabilmesi için çökmüş tozu havalandıracak bir etken ile bu bulutu ateşleyecek bir etkenin bir araya gelmesi gerekmektedir. Bu koşulun jn kolay olduğu durumlar grizu patlamaları ve patlayıcı maddelerle yapılan ateşlemeler olmaktadır.

Yerel bir grizu patlamasında yanma sonucu oluşan sıcak gazların genişlemesiyle güçlü bir hava darbesi oluşmakta olup eğer çökmüş toz uygun durumdaysa bu darbe kolayca bir toz bulutu yaratabilmektedir. Yanmakta olan metan ise bu bulutu ateşleyebilmektedir.

Patlayıcı maddelerin patlaması sırasında arında bir darbe dalgası oluşmakta ve patlama sonrası gazlarıyla birlikte bir hava darbesi bunu izlemektedir. Bu darbeye bir toz bulutu oluşabil-

mekte ve eğer kullanılan patlayıcı madde yeterince güvenli değilse patlama alevi, bu toz bulutunu ateşleyebil mektedir.

Ateşlenen ilk toz bulutu birdenbire bir ısı enerjisinin açığa çıkmasına yol açacaktır. Kömür tozu taneciklerinin yanmasıyla oluşan yüksek sıcaklıktaki gazlar, genişleyerek hemen yakında yeni bir toz bulutunun oluşmasına yol açacaktır. Böylece ilk toz bulutundaki yanma, yeni buluta atlayacak ve daha da güçlenen bir darbe etkisiyle bir üçüncü bulut oluşacaktır. Bir ocak kesiminde yer alan çökmüş toz uygun durumda olay süreklilik kazanacak ve toz patlaması böylece gelişecektir.

Kömür tozu patlamalarıyla ilgili denemeler, yanma sonucunda oluşan hava darbesinin hemen her zaman alevin önünde seyrettiğini göstermektedir (3). Yani, olayda bir çabuk yanma (deflagration) söz konusudur (5).

Yangınlar sırasında barajlanan sahalar içinde oluşan yangın sonrası gazlarının neden olabileceği yerel patlamaların da toz patlamalarının başlayıp gelişmesine yol açabileceği ve en sağlam barajların dahi yıkılabileceği göz önünde tutulması gereken bir konudur (5), (6).

Toz patlamalarının oluşum mekanizması henüz tamamiyle açıklanamamaktaysa da hemen tüm araştırmacılar, kömürün içerdiği uçucu maddelerin çok hızlı olarak ortama salınmasının ve tutuşmasının olayın temel nedeni olduğunda görüş birliğindedirler (7). Patlamaların gelişmesi üzerinde yapılan denemelerde, basınçlar ve toz bulutunun türbülanslı karakteri nedeniyle, çökmüş toz yoğunluklarının çok düşük olduğu durumlarda dahi - havalanan tozun daha yoğun bir bulut oluşturabildiği ve - patlamanın yayılabilirdiği görülmüştür (3).

4. KÖMÜR TOZUNUN PATLAYABİLİRLİĞİ VE ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Ocaklarda çökmüş olan tozun patlayabilirliği pek çok faktöre bağlıdır. Bir özel kesime ya da damara ait tozun zararlılığını saptamasının tek güvenilir yolu doğrudan patlatma denemeleri yapmaktır. Bu denemeler ya küçük ölçekte laboratuvar araçlarıyla ya da büyük ölçekte deneme galerileri ve ocaklarında yapılmaktadır. Deneme-

lerin temeli, incelenecek tozun yerleştirilmesi, havalandırılması ve bir ateşleyiciyle (900-1000°C) karşı karşıya getirilmesi veya dinamit ya da barut patlatılarak bunların alevine değiştirilmesidir. Ateşleyici olarak metan-hava karışımları da sık sık kullanılmaktadır.

Tozun patlayabilirliği, genel olarak, o tozu patlamaz duruma getirmek için katılması gereken taş tozunun miktarı ile ya da oluşacak kömür toz-taş tozu karışımındaki yanmaz madde yüzdesi cinsinden açıklanmaktadır.

Çeşitli ülkelerde yürütülen çalışmalar sonucunda patlayabilirliği etkileyen bazı temel parametrelerin rolü açıklık kazanmıştır.

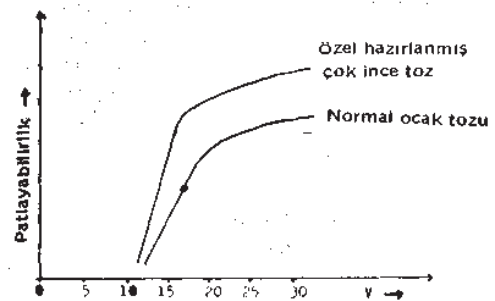
4.1. Uçucu Madde İçeriği

Kural olarak, kömür tozunun uçucu madde içeriği ne denli çoksa toz, o denli kolay tutuşur. Kömür tozunun uçucu madde içeriği, tozun 850 - 900°C de 7-8 dakika ısıtılmasından önceki ve sonraki tartımları arasındaki farktır. Uçucu madde içeriği, genellikle, kuru ve külsüz kömür malzemesi temel alınarak hesaplanmakta ve bu değer tozun patlayabilirliği üzerinde büyük önemi bulunmaktadır.

Denemeler, çok ince ve kuru kömür tozları ve güçlü ateşleyiciler söz konusu olduğunda, % uçucu madde (V) değerinin 10'u geçmemesi durumunda tozun patlamaz olduğunu göstermektedir (3), (4). Bu değer güvenilir bir sınır değer olarak alınabilir:

$$V = \frac{\% \text{uç. mad.} \times 100}{100 - (\% \text{ kül} + \% \text{ nem})}$$

V = 18-20 değerlerine kadar patlayabilirlik hızla artmakta, daha yüksek değerlerde ise yavaş artışlar olmaktadır. Pratik olarak V = 25 değerinden sonra tozun patlayabilirliği pek değişmemektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Uçucu madde içeriğinin patlayabilirlik üzerindeki etkisi (3)

Taşkömürler genelde, % 10'dan fazla uçucu madde içermektedirler. Çizelge 1 'de Zonguldak taşkömürleri üzerinde yapılan bir çalışmadan elde edilen değerler yer almaktadır (2). Çizelge 2 ise uçucu maddenin bileşimine tipik bir örnek oluşturmaktadır (3).

Çizelge 1 — Zonguldak Taşkömürlerinin Uçucu Madde İçeriği (2)

| Damar | Nem% | Kül% | Uç. Mad. % |
|--------------------|------|------|------------|
| Kozlu, Acılık | 1,2 | 12 | 29,9 |
| Kozlu, Çay | 1,2 | 14 | 29,9 |
| Kozlu, Sulu | 1,5 | 17,5 | 29,6 |
| Gelik, Sulu | 1,4 | 44,7 | 35,8 |
| Kandilli, Büyük | 1,9 | 6,2 | 36,9 |
| Kozlu, Doğal | | | |
| Ocak Tozu | 1,2 | 15,1 | 30,8 |

Çizelge 2 — Polonya (Y. S3ezya)'dan Tipik Bir Kömür Uçucu Maddenin Bileşimi (3)

| Bileşen | % |
|----------------------|-------|
| Hidrojen | 18,39 |
| Karbonmonoksit | 73,40 |
| Karbon dioksit | 2,80 |
| Metan | 4,38 |
| Etan | 0,32 |
| Propan | 0,08 |
| İzobütan ve propilen | 0,33 |
| Hidrojen sülfür | 0,30 |

4.2. Tozun İnceliği

Genel olarak, tozun patlayabilirliği, incelikle artmaktadır. Bir çok deneme, patlamalarda yer alan tozun 0,75-1 mm'den daha küçük boyutlarda olduğunu ve en dikkate değer tane boyutunun 75 mikron dolayında olduğunu göstermiştir. Polonyalı araştırmacılar 75 mikrondan küçük taneceklerin çok tehlikeli olduğunu, Sovyet araştırmacılar metrik 80 No. elekten geçebilen tozların (66 -100 mikron) önemli olduğunu kabul etmektedirler (3), (4). ABD'de ise -20 mesh fraksiyonu (850 mikrondan küçük) etkili olarak kabul edilmekte (9) ve — 65 mesh (yaklaşık 200 mikron) toz, analizlerde kullanılmaktadır (8).

Daha iri tozlar (özellikle 750 - 800 mikrona kadar olanlar) ilk patlama sonucunda parçalanmak suretiyle olaya katılmaktadırlar. Öte yandan en ince tozlar (10 mikrondan küçük), çeşitli nedenlerle daha az patlayabilir niteliktedirler (4).

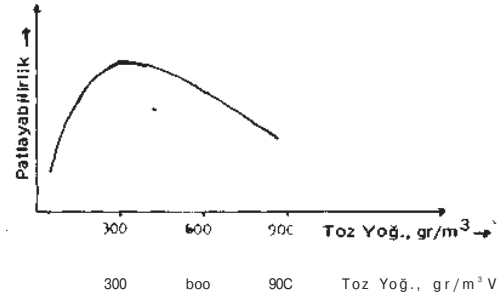
Tozun inceliğinin patlayabilirliği üzerindeki açık etkisi Şekil 1 'de görülmektedir.

4.3. Tozun Miktarı

Tozu havalandırabilecek darbenin saptanması zor olduğundan bir patlayabilirlik alt sınırı belirlemek çok güçtür. % 25 - 30 uçucu madde içeren ince tozlarla yapılan çeşitli denemelerde, iş yeri hacmi içinde çökmüş toz miktarı 100-120 gr/m³ olan ocakların tehlikeli ve 300-400 gr/m³ olan ocakların ise yüksek derecede tehlikeli kabul edilebilecekleri görülmüştür (4).

Üst patlama sınırı olarak 2000 - 3000 gr/m³ verilmekte ise de çökmüş tozun havalanabilecek kısmı önemli olduğundan bu değer pratik bir anlamı bulunmamaktadır (4).

Şekil 2 bu konuda fikir verici niteliktedir.



Şekil 2. Tozun miktarının patlayabilirliğine etkisi (4).

Yapılan araştırmaların önemli bir bulgusu da koruyucu taş tozu katkısıyla tozun yanmaz malzeme içeriğinin (higroskopik nem + kül) % 50'yi aşması sağlandığında alt patlama sınırlarında hızla düşme sağlandığı yönündedir (3). Polonyalı araştırmacılara göre üst patlama sınırı, uçucu madde içeriği ve incelikten pek fazla etkilenmemekte olup 1000 gr/m³ kadardır (3).

4.4. Doğal Ocak Tozunun Higroskopik Nem ve Kül İçeriği

Ocaklarda karşılaşılan tozun higroskopik nem içeriği ile gerek kömürün bünyesinden ve gerekse yan taşların ufalanmasından kaynaklanan kül içeriği ocak tozunun yanmaz malzeme içeriğini oluşturmaktadır.

Yanmaz malzeme, patlama alevinden radyasyon yoluyla yayılan ısıyı yutarak ve kömür tozu taneciklerine bir çeşit siper görevi yaparak patlamaların gelişmesini engellemektedir. Ancak, yapılan çeşitli denemelerde yanmaz malzeme içeriğinin % 80 gibi büyük oranlarda olması durumunda dahi patlamaların gelişebildiği görülmüştür (3).

Ayrıca, yanmaz malzemenin 10 mikrondan daha küçük boyutlarda olan kısmı, tanecikler arasında artan iç sürtünme nedeniyle havalanamayarak görevini yapamamaktadır. Bu yüzden koruyucu taş tozunun bu boyutlardaki tanecikleri çok az miktarlarda içermesi gerekmektedir.

Bugün koruyucu toz olarak en etkin malzemenin tuz olduğu ancak pahalı oluşu nedeniyle kalkerin daha uygun olacağı bilinmektedir (4), (8).

4.5. Doğal Ocak Tozunun Serbest Nem İçeriği

Ocaklarda çökmüş olan toz, genellikle serbest nem içermekte olup bunun patlayabilirlik üzerinde önemli bir etkisi bulunmaktadır. Bu etki higroskopik nem içeriğine göre daha büyüktür.

Nem, tozun dağılılırlığını (dispersibilitesini) engelleyen ve yeterli miktarda bulunduğu patlayıcı bir oluşuma da olanak vermeyen bir unsurdur. Ayrıca alevin sıcaklığını yutma niteliği vardır.

Pratik olarak üflendiğinde havalanmayan ya da avuçta sıkıldığında ıslaklık duygusu veren ve toplanan tozlar dağılılırlığı zayıf tozlardır (3).

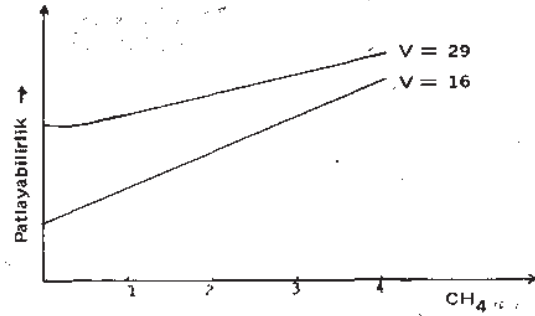
Denemeler, nem oranındaki çok küçük oynamalarla patlamaz nitelikteki tozların patlayabilir duruma geçebildiğini ya da tersine durumların oluşabildiğini göstermiştir (3). Çok güçlü ateşleyicilerle çamurun dahi patlayabileceği görülmüştür.

Özellikle, oldukça fazla hem içeren ocak kısımları, kuru toz içeren kısımlara komşu iseler dikkatli olunması gerekmektedir. Kuru kısımlarda başlayabilecek bir patlama karşısında ıslak kısımların pek önemli bir engel olamayacağı ve patlamanın gelişebileceği bilinmelidir (3). Diğer bir deyişle, ıslaklık koşulları tüm bir bağımsız ocak kesiminde uniform olmadıkça yerel ıslaklıklar, toz patlaması açısından bir anlam taşımamaktadır.

4.6. Metan

Metanın çok az miktarlarda bulunmasının dahi toz patlayabilirliğini büyük ölçüde etkilediği çoktandır bilinen bir konudur. Son yıllardaki araştırmalar da bu etkiyi vurgulamakta ve grizulu ocaklarda toz patlamalarına karşı çok daha duyarlı olunması önerilmektedir (10). Şekil 3, metanın etkisini göstermektedir.

Kural olarak, grizulu ocaklarda metanın her artan oranı için koruyucu toz katkısını belli bir oranda arttırmak gerekir. Pratik olarak, havasında % 1-2 kadar metan bulunan ocaklarda, diğer parametrelere göre toz patlamaz karakterde bulunsa da, her zaman için tozun patlayabileceğini kabul edilerek önlemlerini almak çok uygun bir yaklaşımdır.

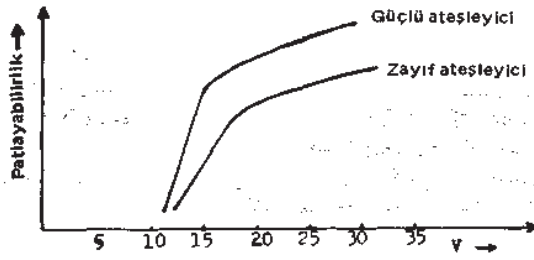


Şekil 3. Metanın tozun patlayabilirliğine etkisi (4)

4.7. Ateşleme Kaynağı

Toz patlamalarını başlatan en önemli kaynak grizu patlamalarıdır. Daha sonra hatalı patlayıcı maddelerle yapılan ateşlemeler gelir. Keza, yangınlar sonrasında oluşan karışık gaz patlamaları da olaya neden olabilen kaynaklardır. Bu sayılanlar, hem tozu havalandıran ve hem de ateşleyebilen unsurları birleştirdikleri için daha önemlidirler. Öte yandan herhangi bir nedenle havada asıya geçmiş bir toz bulutunun ateşlenmesi için ocakta grizuyu ateşleyebilen tüm kaynaklar uygun olabilmektedir.

Ateşleme kaynağının gücünün patlamalar üzerindeki etkisi Şekil 4'de görülmektedir.



Şekil 4. Ateşleme kaynağının tozun patlayabilirliğine etkisi (3'den)

4.8. Tozun Ocakta Dağılımı, İşyerinin Boyutları, Dönemeçler, Daralmalar, Diğer İşyerleriyle Bağlantılar vb.

Bu faktörler bilhassa toz patlamasının gelişme hızı ve şiddeti üzerinde önemli etkiler yapmaktadır.

5. KÖMÜR TOZU PATLAMALARINA KARŞI ALINACAK ÖNLEMLER

Toz patlamalarına karşı alınabilecek önlemler, birkaç aşamadan oluşan bir bütündür. Bu önlemler bütününe hiç bir aşamada ödün verilmeksizin uygulanmasının yaşamsal önemi vardır. Tersine davranışlar, büyük afetleri göze almak demektir.

Toz patlamalarına karşı alınabilecek önlemler sırasıyla şu aşamalardan oluşmaktadır:

- Tozun oluşmasını, havaya karışmasını ve birikmesini önlemek
- Tozun ateşlenmesini önlemek
- Toz patlamasının gelişmesini önlemek
- Gelişen toz patlamalarını diğer ocak kısımlarına yayılmadan durdurmak

Bu bölümde her bir aşamada yapılabilecekler kısaca anlatılacaktır.

5.1. Toz Oluşmasını, Havaya Karışmasını ve Ocakta Birikmesini Önlemek

Ocakta solunabilir tozla savaşım konusundaki önlemlerin, patlayıcı toz açısından da büyük değeri vardır. Fisketelerle, çeşitli aşamalarda ıslatma, sulama, arına su empenyesi gibi çalışmalar patlayıcı tozu da bağlar. Islatılmak yoluyla bağ-

lanmış olan tozun havalanarak bir toz bulutu oluşturma özelliği, büyük ölçüde azalacaktır. Ancak, ıslatmanın tüm ocak kesimlerinde -arada kuru sahalar bırakmaksızın ve tozun kuruyarak daha da incelmesine olanak vermeksizin yapılmasının önemi büyüktür.

Pek pratik olarak gözükmesi de tozu ocaktan uzaklaştırmak için süpürge, faraş, kürek vb. ilkel araçlarla da olsa, elden gelen yapılmalıdır. Ocakta toz, ne kadar az olursa önlemlerin uygulanması o denli rahat olacaktır. Ayrıca, az da olsa bir ekonomik katkı sağlanacağı da göz önünde bulundurulmalıdır.

5.2. Tozun Ateşlenmesini önlemek

Grizulu ocaklarda grizunun birikmesini ve ateşlenmesini önlemek üzere yapılacak tüm çalışmaların toz patlamalarının önlenmesinde de yararı olacağı açıktır. Ayrıca tozun alevlenebilme özelliğini azaltmak üzere, ıslatmak ya da koruyucu taş tozu katmak da düşünülebilir, özellikle ateşlemelerin yapıldığı arınlara yakın uzaklıklarda bu işlemlerin yapılmasında yarar vardır. Ancak, en güvenilir yolun tüzüklere uygun patlayıcı madde kullanmak, olduğu hatırdan çıkarılmamalıdır.

5.3. Toz Patlamasının Gelişmesini Önlemek

Yukarıda sözü edilen iki aşamadaki önlemlerin uygulanmasına karşın toz patlamaları oluşabilmektedir. Patlamaların gelişimini önlemek amacıyla su kullanımının, uygun bir teknoloji seçilmiş olması koşuluyla, başarılı olabileceği görülmekle (3) birlikte bugünkü madencilik pratiğinde koruyucu taş tozu uygulamaları daha yaygındır.

Bu uygulamanın temeli, ocaklarda biriken tozun yanmaz malzeme içeriğini artırarak tozun patlamaz duruma getirilmesidir.

5.4. Gelişen Toz Patlamalarını Durdurmak

Alınan tüm önlemlere karşın başlamış ve gelişen bir toz patlamasını, olayın boyutları büyümeden ve diğer ocak kesimlerine sıçramadan durdurmak amacıyla taş tozu barajları ve su barajları (alev barajları) uygulanmaktadır.

Son iki aşamada sözü edilen yöntemlerle ilgili ayrıntılı bilgi yazarın diğer bir çalışmasında yer alacaktır.

6. SONUÇ

Gerek dünyada gerekse ülkemizde kömür ocaklarında oluşan patlamalar, yapılan bütün çalışmalara karşın günümüzde de giderilmesi olanaksız kayıplara yol açabilmektedir. Kömür tozunun patlaması, özellikle büyük boyutlu kazaların başta gelen nedenleri arasında yer almaktadır.

Bugünkü bilgi birikimi, havasında % 1-2 oranında metan içeren bütün taşkömür ocaklarında, tozluluk, nemlilik vb. koşullar ne denli olumlu olursa olsun, toz patlaması tehlikesinin tartışılmayacak bir olgu olduğunu göstermektedir.

Maden mühendisi, İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğündeki ilgili hükümlerin yetersizliğini bilgi ve becerisiyle aşmak ve patlayıcı tozla savaşımı ivedilikle gündemine almak durumundadır.

KAYNAKLAR

1. Maden ve Taş Ocakları İşletmelerinde ve Tünel Yapımında Alınacak İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği önlemlerine İlişkin Tüzük, Ekim, 1984.
2. SALTOĞLU, S., Zonguldak Havzası Kömür Tozlarının Patlama Karakteristiklerinin Tesbiti. TTK İnsangücü Eğt. Yay., 1971.
3. Polonya Araştırmaları, Coal Dust Explosions, TTK Etüd - Tesis Kütüphanesi.
4. SKOCHINSKY, A., KOMAROV, V., Mine Ventilation, Moskova 1969.
5. DİDARİ, V., "Ocak Yangınları ve Patlamalar". Taşkömür, S. 4, Mayıs 1984.
6. . . . NCB Raporu, Çev. HOŞGİT., E., TTK Etüd-Tesis Kütüphanesi.
7. SALTOĞLU, S., Madenlerde Havalandırma ve Sağlık Emniyet İşleri, İ.T.Ü. Yay. 1019, 1975.
8. ERGİN, Z., Maden Kömürü Ocaklarında Patlamalar ve önlemler, TTK İnsangücü Eğt. Yay. 45, Zonguldak 1984.
9. GÜYAGÜLER, T., Kömür Madenciliğinde Çevre Sorunları, Seminer Notları, Zonguldak 1984.
10. VUKANOVIC, B., "Influence of Methane on Brown Coal Dust Explosiveness", Rud. Glas., 1983 (Coal Abstract).