

# KÖMÜR TOZU PATLAMALARINDA TAŞ TOZU BARAJLARI

Tevfik GÜYAGÜLER(\*)

## ÖZET

*Dünya kömür madenciliğinde, kömür tozu patlamalarının oluşmasını önleme yönünde tüm olanaklar kullanılmaktadır. Bununla birlikte patlamanın her an olabileceği varsayılarak, patlamanın etki alanını izole etmek ya da patlama sonucu zararı en azda tutabilmek için büyük uğraşlar verilmektedir. Konuya ilişkin araştırmalar, halen kömür ocaklarında uygulanmakta olan taş tozu serpmesi ve taş tozu bariyerleri konusunda yoğunlaşmaktadır. Modern deney galerilerinde yapılan deneyler hem daha güvenilir sonuçlar vermekte, hem de konuya bilimsel yaklaşma olasıdır.*

*Bu bildiri, taş tozu serpmesi ve taş tozu bariyerlerinin önemi anlatılmakta, uygulamadan örnekler verilerek ve nizamnamelere bağlı olarak gerekliliği üzerinde durulmaktadır.*

## ABSTRACT

*In coal mines, all types of precautions are being taken to prevent the occurrence of explosions. In spite of this, precautions are also taken to isolate the explosion area if explosion would take place. In the last years, investigations are focused on rock dusting and rock dust barriers which have been applied in coal mines. Experiments made in model galleries gave more reliable results and made it possible to approach the problems more scientifically.*

*In this paper the importance of rock dusting and dust barriers are given, and their necessities are discussed together with the coal mine safety Acts.*

(\*) Dr., Maden Y. Müh., öğretim Görevlisi, ODTÜ, Maden Muh. Bl., ANKARA.

## 1. GİRİŞ

Yeraltı kömür madenciliğinde gaz ve kömür tozu patlamaları günümüz madenciliğinde bile tam olarak önlenememektedir. Bu nedenle, patlama sonrası zararı en az düzeyde tutabilmek için konuya ilişkin araştırmalar devam etmektedir.

Taş tozu serpmeye, toz ve su bariyerleri konularında modern deney galerilerinde yapılan deneyler olumlu sonuçlar vermektedir.

Bilindiği gibi patlamalara karşı alınacak önlemler; patlama ortamının oluşmasını engellemek ve patlamanın etki alanını en azda tutabilmek üzere iki yönlüdür. O halde, öncelikle patlama ortamının oluşmaması için tüm çabalar harcanmalı, ancak her an patlama olacağı gibi hazırlıklı bulunulmalıdır. Zira, patlama sonrası az zarar görmek, konuya ilişkin korunma yöntemlerinin uygulanması ile mümkün olabilmektedir.

## 2. KÖMÜR TOZUNUN PATLAYABİLME ÖZELLİĞİ

Patlayabilirlik özelliği göz önüne alındığında kömür tozları tehlikeli (patlayabilir) ve tehlikesiz olmak üzere iki sınıfa ayrılabilir. Kömür tozu patlamaları ile mücadele için öncelikle kömür tozlarının patlayabilirlik özelliklerinin belirlenerek patlamaya uygun olup olmadıkları araştırılmalı ve önlemler patlamaya uygun kömür tozu içeren ocaklar için alınmalıdır.

Kömür tozunun patlayabilirliği, tozun kimyasal içeriğine bağlıdır, önceleri, kül içeriği fazla olan kömür tozlarının daha az patlayabilirlik özelliğine sahip olabileceği düşünülmüş, ancak bu konuda yapılan araştırmalar, uçucu maddenin patlamada en fazla etkili olduğunu belirlemiştir.

Bazı ülkelerde (A.B.D. gibi) kömür tozlarının patlayabilirlikleri "uçucu madde oranı" olarak adlandırılan bir indeks ile belirlenmiştir. Bu indeks, uçucu madde miktarının uçucu madde ile sabit karbonun toplamına bölünmesiyle elde edilmektedir. Bu indeks, belirli bir değerden fazla olduğunda kömür tozları patlayabilir olarak tanımlanmaktadır (4).

Bazı Avrupa ülkelerinde (Polonya gibi) ise, patlayabilirlik sadece uçucu madde içeriklerine göre belirlenmektedir, örneğin, uçucu madde oranı % 12'den az ise, tozlar tehlikesiz olarak kabul edilmektedir (7).

Kömür tozlarının patlayabilirliğinin yanı sıra, patlamanın şiddetini; tozun kimyasal içeriğiyle beraber; tozun tane büyüklüğü dağılımı, konsantrasyonu, patlayıcı bir gazın varlığı, kömür tozunun çevredeki dağılımı, tutuşturma kaynağı ve çevre koşulları

lan gibi bazı etkenler belirlemektedir (6). Bu nedenle, patlamalara karşı etkili önlemlerin alınabilmesi için yukarıda belirtilen etkenlerin çok iyi bilinmesi gerekmektedir.

### 3. TOZUN TOPLANMASININ VE ATEŞLENMESİNİN ÖNLENMESİ

Kömür tozunun yeraltında toplanmasını önlemek; tozun oluşumunu engellemek ve oluşan tozu ortamdan uzaklaştırmak şeklinde düşünülebilir. Burada amaç, gerek ocak havası içinde var olan aslı tozları gerekse çökelmiş toz miktarını izin verilebilir düzeyde tutabilmektir. Bu ise, ocakta tozluluğun azaltılması konusunda bilinen yöntemlerin uygulanmasıyla sağlanabilir.

Biriken kömür tozunun patlamasını engellemek için, tozun dağılılırılığı azaltılmalı, metan gazının ocak havasına sızması kontrol altına alınmalı, emniyetli ateşleme ve patlatma yapılmalı ve ayrıca patlamaya neden olacak tüm kaynakların (kıvılcım ya da sıcak bir yüzey) oluşması önlenmelidir. Başka bir deyişle, ocak içinde patlamaya uygun bir ortamın oluşmasına engel olunmalıdır.

### 4. ÇÖKELMİŞ TOZU GÜVENİLİR HALE DÖNÜŞTÜRME

Çökelmiş tozun güvenilir hale getirilmesi, hem patlamanın oluşmasını, hem de yayılmasını engellemesi açısından önemlidir. Bunu sağlamak için, taş tozu serpm ve püskürtücülerle tozu iyice ıslatma işlemi olmak üzere iki ayrı yöntem uygulanabilmektedir.

Kömür tozuna taş tozu karıştırmak, kömür tozunun kül yüzdesini yapay olarak artıracığından karışımın yanma özelliğini azaltacaktır. Taş tozu serpm işleminde kullanılan taş tozu; "pulverize edilmiş, kireç taşı, dolomit, anhidrit, alçı taşı, kil taşı ve diğer nötr maddelerden oluşan, tamamı - 20 meş ya da en az % 70'i - 200 meş olan, % 5'den fazla yanıcı madde, % 4'den fazla serbest ya da birleşik silika içermeyen, ıslanıp kuruduktan sonra topaklaşmayan toz karışımı" olarak tanımlanmıştır(1). Ancak, bazı durumlarda silis içermemesi nedeniyle, kalker tozu,taş tozu olarak kullanılmaktadır.

Konuya ilişkin yapılan bir araştırmada, % 40 taş tozu ilâvesinin, patlama sonrası oluşan alev hızının % 50-90 oranında azalmasına neden olduğu görülmüştür (11).

Taş tozu serpm işleminin yapılmasının gerekli olduğu yerlerde taş tozu tavan, taban ve yan yüzeylere dağıtılmalıdır.

A.B.D.'de halen yürürlükte olan nizamnameye göre, taş tozu serpm işlemi sonunda, karışımın yanıcı olmayan madde içeriği % 65'den az olmamalıdır. Bu oran, hava dönüş yollarında % 80 olarak belirlenmiştir. Eğer, ortamda metan gazı var ise, ga-

zin her % 0.1 için yanıcı olmayan madde içeriği % 65 olarak kabul edilmiş yerlerde % 1, hava dönüş yollarında ise, % 0.4 artırılmalıdır (1, 5). Polonya'daki gazlı ocaklar için bu değer, % 80 olarak belirlenmiştir. Bu konuda Zonguldak kömürleri için yapılan bir araştırmada, önlem için karışımdaki yanıcı olmayan madde içeriğinin % 75 olması gerektiğini ortaya çıkarmıştır (10).

Yöntemin başarılı olması için, serpme işlemi sonrasında, yakın kontrol gerekmektedir. Zira, sonradan çökecek olan ince kömür tozları, taş tozunun dolayısıyla yöntemin işlevini yitirmesine neden olacaktır.

Konuya ilişkin diğer bir yöntem ise, tozu su ile ıslatmaktır. Ancak, sulamanın devamlı yapılması, çok fazla suya gerek duyulması, sulama ocak havasının nemini artıracığından taş tabakalarda kavlakların oluşması ve fazla hastalıklara neden olabilmesi, yöntemin başlıca dezavantajlarıdır. Ayrıca, sulama tesisleri pahalıya mal olacağından yöntem fazla verimli olamamaktadır.

Fransa'da komur tozu, bazan taş tozu, bazanda su ile nötrölize edilmektedir. Taş tozu serpme işleminde kireç veya kireçtaşı kullanılmaktadır. Taş tozunun bileşik siliği içeriği % 2-7 olabilmekte, ancak serbest siliğe izin verilmemektedir (9).

Belçika'da uçucu yanıcı oranı % 18-20'den fazla olan kömür tozlarının toplandığı yerlere sistematik olarak taş tozu serpilmektedir. Bu işlemler Avusturalya ve Kanada'da sadece kireçtaşı kullanılarak yapılmaktadır. Hollanda'da ise kireçtaşı ve kireçli topraktan (marn) oluşan taş tozu karışımının kuvars içeriğinin % 2.15'den fazla olmaması gerekmektedir (9).

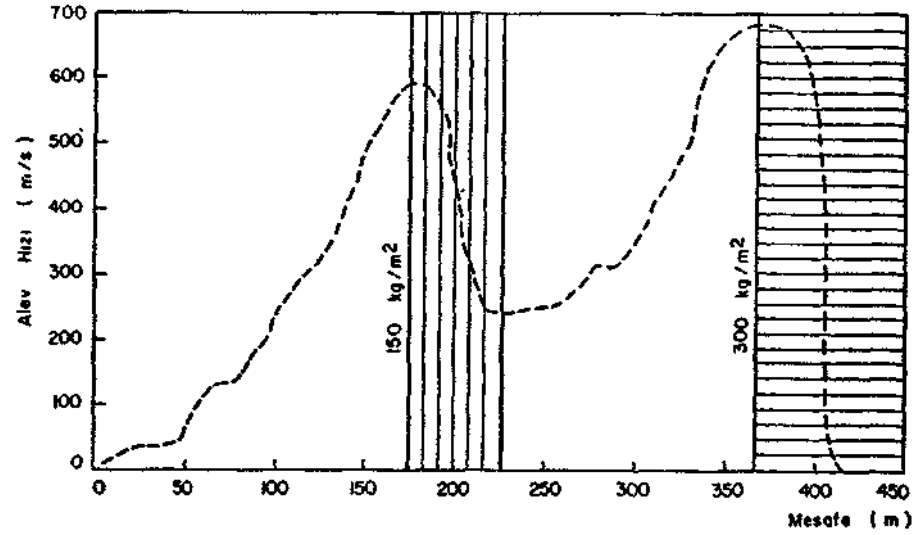
## 5. PATLAMANNIN ETKİ ALANINI AZALTMA

Yer altı kömür ocaklarında patlamanın etki alanını sınırlamak için taş tozu bariyerleri kullanılmaktadır. Bu bariyerler özellikle kömür tozu patlamalarında alevi durdurmak için geliştirilmiş olup uygun ve doğru olarak kullanıldığında grizu patlamalarında da etkili olabilmektedir.

Önceki bölümde anlatılan taş tozu serpme yöntemi daha ziyade kömür tozu patlamalarını önlemede etkili olup, başlamış bir patlamanın yayılmasını önlemede fazla etkili olamamaktadır. Bu nedenle patlamanın yayılmasını önlemede günümüz kömür madenciliğinde bariyer kullanımı yaygınlaşmıştır.

Taş tozu bariyerleri, patlama sonrası oluşan ve alev dalgasının önünde giden basınçlı hava dalgasının rafları devirerek üzerindeki taş tozlarının galeri içerisine yayılması esasına göre düzenlenmiştir. Saçılan tozlar galeri içinde bir toz perdesi oluşturmakta ve bu perde de alevin ilerlemesine engel olmaktadır.

Kömür tozu patlamalarında alev hızı, patlamanın şiddetine göre değişmektedir. Deneysel galerilerinde oluşturulan kömür tozu patlamalarında alev hızının 1500 m/s.\* ye kadar çıktığı görülmüştür (7). Gerekli taş tozu miktarı ise, patlama sonrası oluşan alev hızına bağlı olmaktadır. Bu nedenle, kurulacak taş tozu bariyerinin yeri ve şekli alev hızını sıfıra indirebilen, başka bir deyişle, durdurabilen nitelikte olmalıdır. Şekil 1'de bu durum örneklenmiştir.



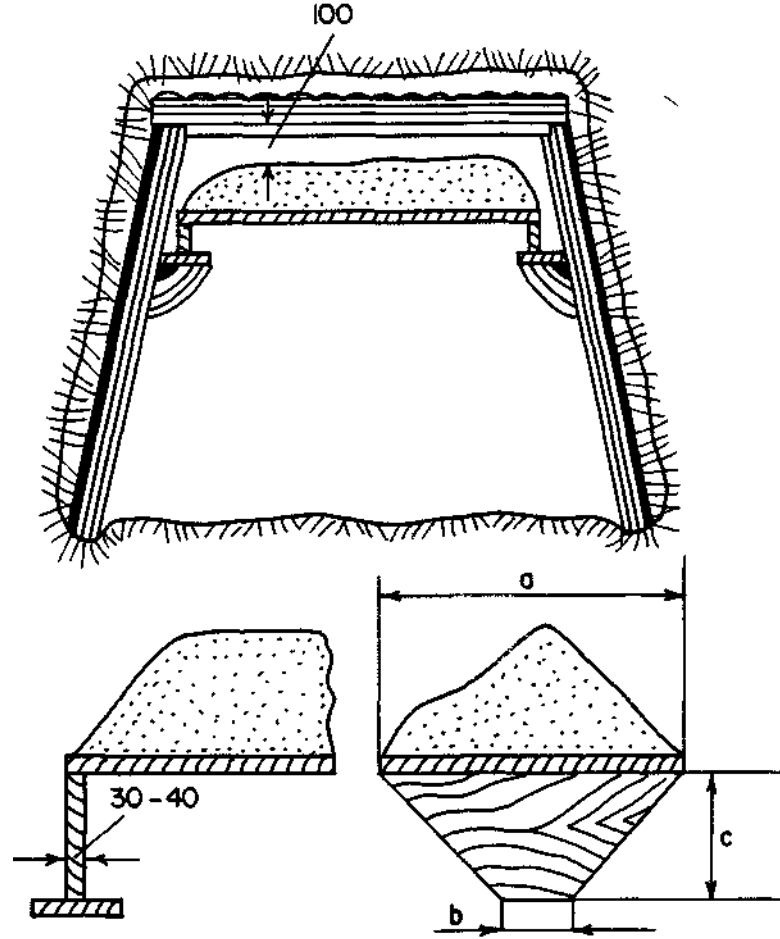
Şekil 1. Taş tozu miktarının alev hızına etkisi.

Şekil 1'den de görüldüğü gibi, 150 kg/m<sup>2</sup> taş tozu içeren bariyer, alevi durduramamış, ancak, 300 kg/m<sup>2</sup> taş tozu içeren diğer bir bariyer alevi durdurabilmiştir. Oluşan alev hızının taş tozu bariyerlerinin devrilmesi ile oluşan toz bulutu sınırları içinde yavaşlamasının ve durmasının sağlanması, bariyer düzenlenmesinde dikkat edilecek önemli bir konudur.

Ayrıca taş tozu bariyerleri, patlama olasılığı var olan noktalardan 50 - 75 m mesafede kurulmalıdır (3). Zira, patlama sonrası oluşan dalgalar, ancak bu mesafede güçlenebilmekte ve rafları kolaylıkla devirebilmektedir.

Bazı durumlarda, patlama yerine 15-30 m mesafelere konan bariyerlerde, patlama sonrası oluşan dalgaların rafları devrememe olasılığı göz önüne alınmalıdır. Bu durumlarda, alevin yaydığı kızıl ışığı etkilenerek rafın devrilmesini sağlayan cihazlar kullanılmaktadır (11).

Tipik bir taş tozu bariyeri Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Taş tozu bariyeri.

Bu tip bariyerlerde, boyutlar şöyle olmaktadır (11).

Rafın eni, a (mm)	Desteğin eni, b (mm)	Desteğin Yüksekliği, c
500	100	200
400	80	160
300	60	120

Bariyerlerin verimliliği konusunda, özellikle Polonya'da geniş çapta araştırmalar yapılagelmiştir. Kil taşı ve kireç taşı kullanılarak 2 m. çapında, 100 m. uzunluğunda çelikten yapılmış deney galerisi içinde % 85'i 75 mikron civarında olan ve % 41.5 uçucu-yanıcı madde içeren kömür tozu ile yapılan deneylerde tek ve çift katlı raflar

denenmiştir. Bu deneyler sonucu iki katlı rafların daha verimli olduğu saptanmıştır. Ancak, raflar iki kat olduğunda, galerinin başka amaçlar için kullanılma olasılığı kalmayacağı nedeniyle bu tür bir uygulamaya geçilememiştir. Yapılan araştırmalar bariyer üzerindeki toz veya su miktarının galeri kesit alanının her metre karesi için gazlı ocaklarda 400 kg., gazsız ocaklarda ise, 200 kg. olması gerektiğini belirlemiştir (11).

Gazsız veya az gazlı ocaklarda taş tozu yerine bazan su bariyerleri kullanılabilir. Ancak, bu konuda yapılan araştırmalar bazı değişik uygulamalarla su bariyerlerinin taş tozu bariyerleri kadar etkili olabileceğini göstermiştir. Yaklaşık 65-70 yıl öncesi bilinen su bariyerleri, son yıllarda tekrar önem kazanmıştır. Almanya'da deney için hazırlanmış ocaklarda, yapılan araştırmalarda su bariyerlerinin, zayıf veya şiddetli kömür tozu patlamaları için taş tozu bariyerleri kadar etkili oldukları görülmüştür. Su kabı olarak, yarı geçirgen olan polivinil kloritten Sapılmış kaplar, içindeki su seviyesi görüldüğü için tercih edilmektedir. Kapasitesi 50-80 litre olan bu kaplar, ayrıca yanmaya karşı da çok dayanıklıdır (11).

Almanya'da su bariyerleri, taş tozu bariyerlerinin yerine kullanılabilir. Japonya'da meydana gelen bir patlamada su bariyerlerinin yayılmayı önlemesi bunların güvenilirliğinin artmasına neden olmuştur (2).

Ancak bilindiği gibi su bariyerlerinde patlama sonucu, su döküldükten sonra bariyer işlevini yitirmektedir. Taş tozu bariyerlerinde ise, dökülen tozlar, ikinci bir patlama olduğunda tekrar havaya kalkmakta ve tekrar bariyer görevini yapabilmektedir.

## 5. GÜNÜMÜZDE KULLANILAN BARIYER ÇEŞİTLERİ

Günümüz kömür madenciliğinde kullanılan bariyer çeşitleri aşağıda verilmiştir.

### i) Tavana Yakın Bariyerler

Bu bariyerler tavana yakın bir destek (raf) ile, üzerindeki taş tozundan oluşmaktadır (Şekil 3). Burada desteğin boyu, galeri eninin % 65'inden küçük olmamalıdır. Desteğin tavana olan uzaklığı ise, en fazla galeri yüksekliğinin üçte biri kadardır.

Bazı hallerde, taş tozu yerine su kullanılmaktadır. Şekil 4'te görüldüğü gibi, yaklaşık 80-100 dm<sup>3</sup> kapasiteli üç-beş adet su kabı bariyerleri oluşturmaktadır (7).

### ii) Kenar Bariyerleri

Bu tür bariyerler, galerinin bir yanına galeri boyunca dağıtılmıştır. Böylece, işçilerin, arabaların ya da bantın rahatça hareket etmeleri sağlanmıştır. Ancak, Şekil 5'

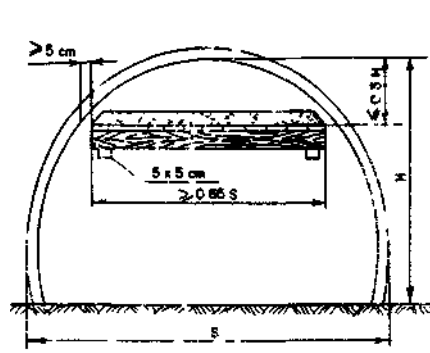
te de görüldüğü gibi, destek boyu kısa olduğundan bu yöntem uygulandığında, yeterli taş tozunu sağlamak amacıyla galeri cidarlarına ve tahkimat üzerine ilâve taş tozu konmalıdır.

### iii) Sinüs Eğrisi Bariyerleri

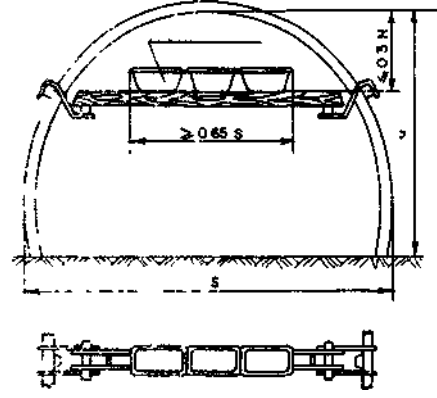
Galeri içinde, bariyer birimlerinin dağılımı sinüs eğrisine benzediği için böyle adlandırılmışlardır. Şekil 6'da görüldüğü gibi, bu tür uygulamada da galeri ortasında her türlü kujlamm için yeterli bir saha açık tutulmaktadır.

### iv) Galerî Boyunca Dağıtılmış Bariyerler

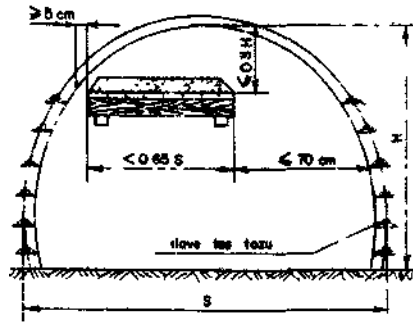
Prensip olarak tavana yakın bariyerlere benzerler. Ancak, bariyer birimleri daha büyük bir alana dağılmış durumdadır. Bu yöntemde kullanılan taş tozu miktarı, galeri hacminin her bir metrekübü için 1 kg.'dan az olmamalıdır (7).



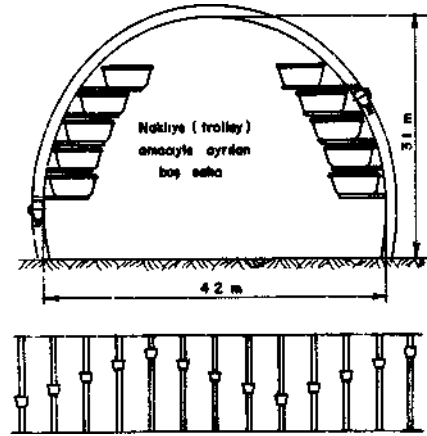
Şekil 3. Tavana yakın taş tozu bariyeri.



Şekil 4. Tavana yakın su bariyeri.



Şekil 5. Yana konulan taş tozu bariyeri.



Şekil 6. "Sinüs dalgası" tipi bariyeri.



#### v) Ani Hareketli Bariyerler

Taş tozu ve su bariyerleri yerine otomatik ani hareketli bariyerler geliştirilmiştir. Bu sistemin çalışma prensibi, patlama sırasında alevden yayılan radyasyonu n.bariyerle birleşik bir dedektör tarafından saptanması ve söndürücü birimin harekete geçirilmesi esasına dayanmaktadır. Bunlar, "söndürücü madde taşıyan, kab tipi ani boşaltmalı bariyerler" olarak da tanımlanabilir. Geliştirme çalışmaları devam eden bu tip bariyerlerde, sıkıştırılmış nitrojen ile toz halinde kuru söndürücülerin püskürtülmesi oldukça başarılı sonuçlar vermiştir. Yakın gelecekte bu tür bariyerlerin özellikle patlama tehlikesi olan yerlerde uygulanması beklenmektedir (2).

Sistemin avantajı, bariyerin harekete geçmesi için, taş tozu ve su bariyerlerinde olduğu gibi, patlama sonucu oluşan basınçlı hava dalgasına gereksinim göstermemesidir. Bu avantajı nedeniyle, patlama olasılığı var olan yerlerin çok yakınlarına bu tür bariyerleri koyarak patlamayı daha başlangıçta, yayılma olasılığı bulunmadan bastırma mümkün olabilmektedir.

## 6. SONUÇ

Modern kömür madenciliğinde kömür tozu ya/ya da grizu patlamalarını önlemek için konuya ilişkin araştırmalar devam etmektedir. Bunun yanı sıra patlama sonrası en az zarar görmek için bilinen korunma yöntemlerinin uygulanmasıyla birlikte yeni ve modern teknikleride geliştirme çalışmaları sürdürülmektedir.

Bu konudaki korunma yöntemleri (taş tozu serpmeye, bariyerler gibi) kömür madenciliği ile uğraşan tüm ülkelerin emniyet nizamnamelerinde detaylı olarak yer almakta ve uygulanmaktadır.

"Maden İşletmelerinde Alınacak Emniyet Tedbirleri Hakkında NİZAMNAME" de konuya ilişkin maddeler verilmiştir (8). Bu maddeler aşağıda verilmiştir.

- Bir ocağın infilâka müsait kömür tozu olup olmadığı belirlenin, gereken önlemler alınır (M. 248).
- Tozlu kömür ocaklarında işyerlerinin tavan, taban ve cidarlarındaki toz ihtiva ettiği yanıcı maddeler bakımından en az ayda bir defa muayene edilerek gerekli tedbirler alınır (M. 254)
- Gerekirse taş tozu serpilir (M. 255).
- Kömür ocaklarında infilâkları tecrit ve başka kartiyelere yayılmalarını önlemek maksadıyla iki veya daha fazla kartiyeyi birbirine bağlayan ana hava giriş ve dönüş

(nefeslik) yollarının uygun yerlerini işletme usullerinde kabul edilmiş olan taş tozu ile durdurucu barajlar yapıl\* (M. 261 ).

- Durdurucu barajın yerleri havalandırma planında gösterilir. Durdurma barajların tesis tarihleri ile baraj üzerindeki tozların değiştirildikleri tarihler bir deftere\*kaydedilir (M. 262)
- Durdurucu barajlar tamamen serbest ve maniadan azade bir kısmında tavana yakın fakat toz yığınının zirvesi ile tavan arasında kafi bir aralık bırakacak şekilde tesis edilir.
- İyi şekilde yapılacak olan bu barajlar, her zaman kafi miktarda münasip toz içerecek şekilde korunur.
- Barajlar üzerindeki tozlar dağılma kabiliyetleri bakımından lüzum görüldüğü kadar sık aralıklarla kontrol edilir (M. 263).

Konuya ilişkin bu maddelere bakıldığında bazılarının fazla açık olmadığı görülmektedir, örneğin, "İnfilake müsait kömür tozu" nun veya "gerekirse taş tozu serpilir" deki gereklilik kavramı tanımlanmalıdır.

Sonuç olarak konuya ilişkin öneriler şöyle sıralanabilir.

- öncelikle kömür tozu ya/ya da grizu patlamalarının oluşmasının engellenmesi olmak üzere patlamanın yayılmasını ve patlama sahasının izolasyonunu sağlayabilmek için tüm önlemler alınmalıdır. Yukarıda verilen konuya ilişkin nizamname maddeleri gözden geçirilmeli, günümüz koşullarına göre düzenlenmeli ve nizamname maddelerine titizlikle uyulmalıdır.
- özellikle bariyer uygulamasına bir an önce geçilmelidir.

Kartiyerleri ana yola bağlayan yerlerde ana yol üzerine (ana bariyerler) başyukarı, ayak veya kömür üretim yapılan yerden diğer istikametlere giden galeri içinde, kömür tozu fazla olan galerilerde (band galerisi), % 1 veya daha fazla metan içeren noktadan diğer istikametlere alt ve üst taban yollarına, yangın barajı açılırken baraja bağlantısı olan diğer galeri içine koşullara göre uygun bariyerler konulmalıdır.

Ayrıca tavan ve taban yolları, kömür tozu var olan yerlerde yanıcı olmayan madde miktarı % 75-80 oluncaya kadar, taş tozu serpilmelidir.

- Yeni gelişmekte olan "Ani Hareketli Bariyerler" yakından izlenmeli ve kullanılabilecek olanakları araştırılmalıdır.

## KAYNAKLAR

1. "Codes of Federal Regulations" Published by the Office of the Federal Register, National Archives and Records Service, 1976.
2. "Employment and Training with Reference to Health and Safety at Coal Mines" ILO, Coal Mine Committee, 1<sup>st</sup> Session, Geneva, 1982.
3. ERGİN, Z., "Taşkömür Ocaklarında Metan ve Kömür Tozu İnfilakları ve önleyici Tedbirler" E.K.I. Eğitim Yayınları No: 12, 1960.
4. GÜYAGÜLER, T., ve ÜSTÜNKOL, Ş., "Ocak Havasının Etüdü, Gaz ve Kömür Patlamaları, Ani Metan Püskürmeleri, TMMOB Maden Mühendisleri Odası Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 5. Kongresi, Şubat 1977, Ankara.
5. HARTMAN, H.L., "Mine Ventilation and Air Conditioning", John Wiley and Sons, Newyork 1961.
6. HARTMAN, I., "Studies on the Development and Control of Coal-Dust Explosion in Mines" I.C. 7785, April 1957.
7. JERZY, F.S., and HERBERT, L.M., "Effectiveness of methods and Measures for Control of Development and Propagation of coal Dust Explosion in the Polish Mining Industry" Proc. 2nd International Ventilation Congress, Newyork 1980, p. 326-336
8. "Maden İşletmelerinde Alınacak Emniyet Tedbirleri Hakkında Nizamname" insangücü Eğitim Md. Yayını, 1976.
9. "The Prevention and Suppression of Dust in Mining, Tunneling and Quarries" ILO, 3<sup>rd</sup> Int. Report, Geneva 1966.
10. SALTQGLU, S., "Zonguldak Havzası Kömür Tozlarının Patlama Karakteristiklerinin Tespiti ve Kömür Tozu Patlamalarının Taş Tozu ile önlenmesi Üzerine Yapılan Etüd" EKİ Eğitim Md. Yayını No: 31, 1977.
11. SKOCHINSKY, A., and KAMAROV V., "Mine Ventilation", Mir Publishers, Moscow, 1969.

