

Mehanize Kazıda Grizu Patlamaları

(The Methane Explosions in Mechanized Excavations)

Gündüz ÖKTEN*
Sina YAZICI**

ÖZET

Madencilikte son yıllarda mekanize kazı çalışmalarının artması ile birlikte, metalin kayaca sürtünmesi sonucu oluşan grizu patlamaları önem kazanmıştır. Bu tür patlamaları etkileyen parametreleri üç grupta toplamak mümkündür.

Bunlar:

- Patlayıcı gaz karışımı ve ateşleyici yüzeyin özellikleri,
- Kayaç cinsi,
- Kesici uçlar ve kazı işleminin uygulanışı ile ilgili özelliklerdir.

Patlamanın meydana gelmesi için ilk koşul, ocak havasına yeterli oranda patlayıcı gazın karışmasıdır. Madencilik çalışmaları sırasında tehlike yaratan, genellikle metan gazı olup; hidrojen, etan, propan gazlarının varlığı, karışımın alt patlaması sınırını düşürmektedir.

Kayaç cinsi çok önemli bir faktördür. Kayacın içerdiği kuvars miktarı ve tane boyutu arttıkça, patlama olasılığı fazlaşmaktadır.

Kesici uçların aşınması ve kesme hızının yükseltilmesi de patlama tehlikesini yükseltici rol oynamaktadır.

Yapılan araştırmalar, kesici uçların ve kesilen kayacın su püskürtülerek soğutulması yoluyla, patlama olasılığının büyük ölçüde azaltılabileceğini ortaya koymuştur.

* Dr, Maden Y. Müh., İTÜ Maden Fakültesi, Teşvikiye/İSTANBUL

** Maden Y. Müh., University Missouri of Rolla, A.B.D.

ABSTRACT

During the last few years, parallel to the development of mechanized excavation workings, the methane explosions resulting from the friction between rock and metal surfaces has gained importance. Parameters effecting these type of explosions can be classified in three following groups.

- The properties of explosive gas mixture and ignition surfaces,
- Rock type,
- The properties related with the application of excavation process and cutter bits.

The first condition for the explosion to occur is the mixing of explosive gas to the mine air in certain proportions. Generally the methane is the cause of danger during the mine workings. The existance of hydrogen, ethane and prophane gases; however, decreases the lower explosion limit of the mixture.

Rock type is also an important factor. As the quartz content and the particle size of rock gets higher, the possibility of explosion increases.

Wearing of bits and the increment of cutting speed plays an important role in increasing the danger.

It is determined that cooling of bits and rock excavated using water sprays decreases the possibil ity of explosions.

1. GİRİŞ

Ocak gazlarının en tehlikelisi olarak bilinen metan gazı, bitkisel artıkların kömürleşmesi sürecinde oluşur. Daha sonra, gazın bir kısmı örtü tabakalarındaki kırık ve çatlaklara göç eder, geriye kalan bölümü de kömür içinde bulunan değişik boyutlardaki gözeneklerde ve çatlaklarda depolanır. Üretim çalışmaları sonucu doğal (birincil) gerilme durumu bozulacağından, damardaki gazın büyük bir bölümü, basıncın daha düşük olduğu arına yakın zonlara doğru hareket ederek ocak havasına karışır. Metan gazının ocak havasına karışması üç şekilde olmaktadır:

- Normal, sızarak karışma,
- Üflenerek karışma,
- Ani gaz ve kömür püskürmesi.

Metan gazı- hava karışımının yanıcı, patlayıcı, boğucu özellikler taşıdığı bilinmektedir. Fakat, metanın esas tehlikesi patlayıcı gaz olmasındandır. En şiddetli patlamayı meydana getiren karışım oranı % 9,5 metan ile % 90,5 havadır. Ancak, patlamayı doğuran kaynağın şiddeti ve süresi; karbon dioksit, su buharı ve diğer gazların (etan, propan, hidrojen, karbonmonoksit) varlığı, hava basıncı ve kazı boşluğunun şekli de etkili olduğundan, metanın % 5-% 14 değerleri arasında tehlikeli olduğu kabul edilir ve bu oranda metan içeren havaya grizu adı verilir (1).

Grizu patlamalarının başlıca nedenleri:

- Patlayıcı madde ateşlemeleri,
- Yangınlar ve açık alev,
- Elektrik arkları,
- Elektrostatik boşalım,
- Egzoz gazları,
- Metalin metale sürtünmesi,
- Kayaçların birbirine sürtünmesi,
- Metalin kayaca sürtünmesidir (2).

Ancak, son yıllarda hazırlık ve üretim çalışmalarını sırasında mekanizasyona ağırlık verilmesiyle birlikte, metalin kayaca sürtünmesi sonucu oluşan grizu patlamaları önem kazanmıştır.

Bu tür patlamaların nedenleri arasında;

— Kömür kazıcı makinelerin kesici uçlarının damar içindeki sertliği yüksek kaynak taşlarını, arakesmeleri, tavan ve taban taşlarını kesmesi,

— Galeri açma makinelerinin kesici uçlarının aynaya sürtünmesi sayılabilir.

İngiltere'de 1958-1980 yılları arasında ortaya çıkan grizu patlaması olaylarının yarıdan fazlası bu nedenle meydana gelmiş olup, Federal Almanya'da da bu tür olaylar son yıllarda sayıca artmıştır (3,4).

Mekanize kazı çalışmaları sırasında (kesici uçların kayaca sürtünmesi) ortaya çıkan grizu patlamalarını etkileyen parametreleri üç grupta toplamak mümkündür.

Bunlar:

- Patlayıcı gaz karışımı ve ateşleyici yüzeyin özellikleri,
- Kayaç cinsi,
- Kesici uçlar ve kazı işleminin uygulanışı ile ilgili özelliklerdir.

Bu yazıda, mekanize kazı çalışmaları sırasında ısınan yüzeylerin grizuyu patlatma olayı ve buna etki eden parametreler açıklanacaktır.

2. MEKANİZE KAZIDA OLUŞAN GRİZU PATLAMASI OLAYININ AÇIKLANMASI

önceleri, kesici uçların kayaca sürtünmesi ve çarpması sonucu oluşan kıvılcımların grizu patlamasına neden olduğu kabul edilmekteydi. Daha sonra SMRE'de (Safety in Mines Research Establishment) yapılan çalışmalar, çıkan kıvılcımların metan-hava karışımını ateşleyebilecek sıcaklık, yüzey alanı ve ömüre sahip olmadıklarını göstermiştir. Ancak, NAGY ve KAWENSKI büyük boyutlu ve yüksek sıcaklıklı kıvılcımların bazen patlama oluşturabileceğini saptamışlardır. Bureau of Mines laboratuvarlarında yapılan araştırmalar da bu bulguyu doğrulamıştır (5).

Patlamanın esas nedeni, kesici uçların kayaç içine daldırıldıktan sonra sürtünme sonucu aşırı ısınması ve arkasında sıcak bir malzeme bırakmasıdır. Teorik çalışmalar, ısınmış malzemenin sıcaklığının 1400°C'ye kadar yükseldiğini göstermiştir. Bu sıcaklığın artmasını engelleyen başlıca etken, kesici uç malzemesinin ergime noktasıdır. Kesici uçların ardında bıraktığı sıcak malzeme "hotspot" olarak adlandırılmakta ve gaz karışımını ateşleyen başlıca ısı kaynağı olarak gözönüne alınmaktadır (5).

3. MEKANİZE KAZIDA GRİZU PATLAMALARINI ETKİLEYEN PARAMETRELER

3.1. Patlayıcı Gaz Kaşımı ve Ateşleyici Yüzeyin Özellikleri

3.1.1. Havaya Kansen Gazın Cinsi

Hidrokarbon gazlarının hava ile karışımının patlayabilmesi, gazın hava içindeki konsantrasyonu ve ısı kaynağının sıcaklığına bağlı olarak değişir. Etan ve propan gazlarının hava ile karışımları metaninkinden çok daha düşük sıcaklıklarda ateş alır (6).

Ayrıca, ocak havasında metan gazının yanı sıra hidrojen, etan, propan gazlarının bulunması, karışımın alt patlama sınırını düşürür. Daha önce de belirtildiği gibi, metan gazının alt ve üst patlama sınırları % 5 - % 14 arasında değiştiği halde; bu değerler hidrojen için % 4 - % 74,2, etan için % 3 - % 12,5, propan için % 2,1 - % 9,35'tir (7).

Ancak, kömür ocaklarında tehlike yaratan, çoğunlukla metan gazı olduğundan, laboratuvar çalışmalarında daha çok bu gazın patlatılabilme koşulları araştırılmıştır.

3.1.2. Ateşleyici Yüzeyin Sıcaklığı ve Soğuma Hızı

Metan gazının en önemli özelliklerinden bir tanesi de, sıcak yüzey ile karşılaştırıldığında hemen patlamamasıdır. Gecikmenin nedeni, metan gazının ateş alabilmesi için öncelikle belli bir ısıyı (22,1 kcal/mol) toplamasının gerekli olmasıdır. Patlamadaki gecikme süresi ateşleyici yüzeyin sıcaklığı ile orantılıdır. 650°C'de gecikme süresi 10 sn olmasına karşın, 1000°C de 1 sn kadardır. Son araştırmalara göre, % 6,5 oranında metan içeren havanın 700°C'de patlamadaki gecikme süresi 11 sn olduğu halde, 1200°C'de bu gecikme sadece 0,02 sn'dir (8).

Anlaşıldığı üzere, grizunun patlayabilmesi için, ateşleyici yüzeyin sıcaklığını bir süre koruması da gereklidir. Bu da, ısı iletim katsayısı düşük kayaların ve kesici uç metallere patlama olasılığını arttıracaklarını gösterir.

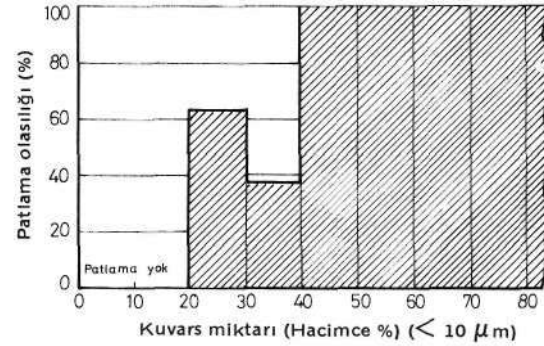
3.2. Kayaç Cinsi

Mekanize kazı çalışmaları sırasında ortaya çıkan grizu patlamalarında kesilen kayacın cinsi çok

önemli rol oynamaktadır (4,5,9). Batı Almanya'da yapılan araştırmalara göre kayaçlar, grizuyu ateşleme potansiyelleri açısından üç ana grupta toplanmıştır (4).

- Orta ateşleme potansiyeli:
% 20 - % 50 kuvars içeren kumtaşları,
% 30 - % 50 kuvars içeren silttaşları,
pirit, demirtaş.
- Yüksek ateşleme potansiyeli:
% 50 - % 70 kuvars içeren kumtaşları,
pirit-kumtaşı, pirit-silttaşı,
pirit-refrakter kil.
- Çok yüksek ateşleme potansiyeli:
pirit-kuvars.

Aynı konuda İngiltere'de SMRE'de de araştırmalar sürdürülmüştür. % 7 oranında metan içeren hava içinde çok sayıda kayaç üzerinde yapılan ölçmeler, kayacın içerdiği kuvars miktarı hacimce % 30'u aşınca, patlama olasılığının aniden yükseldiğini göstermiştir. Bu ilişki Şekil 1'de verilmiştir (9).



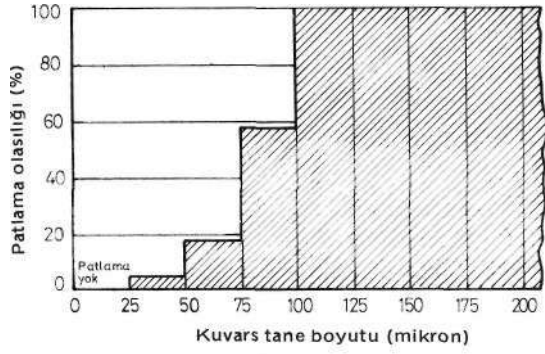
Şekil 1. Kayacın içerdiği kuvars miktarı ile grizunun patlama olasılığı arasındaki ilişki (9).

Kayaçtaki kuvars miktarının yanı sıra, kuvars tane boyutu da patlama olasılığına etki eden önemli bir faktördür. Şekil 2'de görüldüğü gibi, kuvars tane boyutu 75 mikronu aştığında patlama olasılığı büyük ölçüde artmaktadır (9).

3.3. Kesici Uçlar ve Kazı İşleminin Uygulanması ile İlgili Özellikler

3.3.1. Kesici Uc Türü ve Kesici Uç Aşınması

Daha önce de belirtildiği gibi, kayaca sürtünen kesici uçların grizu patlamasına elverişli bir ortam



Şekil 2. Kayaçtaki kuvars tane boyutu ile grizunun patlama olasılığı arasındaki ilişki (9).

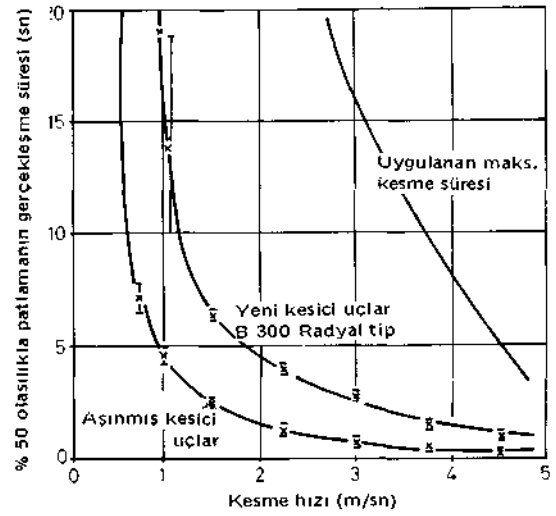
yaratabilmeleri için, kayaç üzerinde sıcak noktalar oluşturmaları ve bunların sıcaklığını belli bir süre korumaları gerekir. Disk, kabaralı ve kalem uçlu kesici uçlar kesme sırasında eksenleri etrafında döndüklerinden, kayaca sürtünen yüzey devamlı değişir. Zaten bu tür kesicilerin kullanıldığı galeri açma makinelerinde, kesme kafasının dönme hızı da çok düşüktür. Belirtilen nedenlerle, bu gruba giren makinelerin grizulu ocaklarda tehlike yaratma olasılığı azdır. Halbuki kama tipi kesici uçlar devamlı olarak kayaca sürtündüğünden çok daha fazla ısınmaktadır.

Kesici uçların aşınması da grizunun patlama olasılığını artırır. Aşınma sonucu kesicinin ucu yayvanlaşır ve kayaca temas eden yüzey büyür. Böylece hem kesici ucun kayaç üzerinde oluşturduğu alan genişler, hem de kesme enerjisinin daha büyük bir bölümü ısıya dönüşür (3,10).

3.3.2. Kesme Hızı

Kesme hızının artması ile grizunun patlama olasılığının fazlaştığı bütün araştırmacılar tarafından kabul edilmektedir. POWELL ve BILLINGE bu varsayımı belirginleştirmek amacıyla; % 7 oranında metan içeren hava içinde, kömür ocaklarından alınan çok sayıda kayacı, aşınmış ve yeni kesici uçlar kullanarak kesme deneyine tabi tutmuşlardır. Araştırmaları sonucunda elde ettikleri verilere göre (Şekil 3) kesme hızı arttıkça, metan-hava karışımının % 50 olasılıkla patlama süresi önemli ölçüde kısalmaktadır (3,10).

Yüksek hızlarda patlama olasılığının artması, kesici uçların kayaca sürtünmesi sonucu oluşan sıcak noktanın sıcaklığının artmasına bağlanamaz. Zaten bu değer, metalin ergime derecesi ile sınırlı-



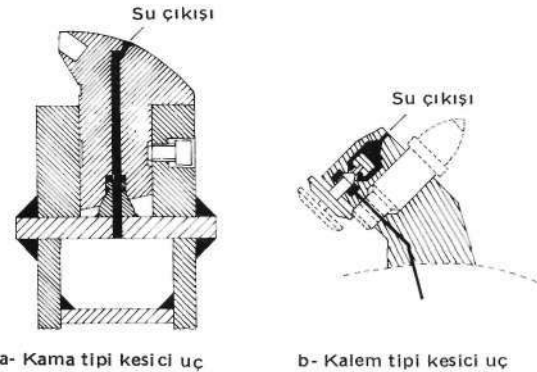
Şekil 3. Kesme hızı ile grizunun % 50 olasılıkla patlama süresi arasındaki ilişki (3).

dır. Ancak, kesme hızının artması sıcak noktanın gaz ile ilişkide bulunan yüzey alanını büyütür. Diğer bir deyimle; sıcak noktanın alanı, kesme hızı ile doğru orantılıdır (5).

3.3.3. Kesici Uçların ve Kesilen Kayacın Su ile Soğutulması

Kayaçın kesilmesi sırasında oluşacak sıcaklık yükselmelerini önlemek amacıyla, kesici uçların ve kesilen kayacın su ile soğutulması düşünülmüştür.

Kama tipi kesici uçlarda, soğutma suyu normal çalışma basıncında (6-8 bar), kesici ucun ortasında açılmış delikten bir meme vasıtasıyla kesici ucun yüzeyine ve kesilen kayaca püskürtülür (Şekil 4a). Federal Almanya'da, RuhrTaşkömür Havzası'ndan alınan % 74 kuvars içerikli kumtaşı bloklarının ke-



Şekil 4. Kama tipi ve kalem tipi kesici uçlarda ısıyan yüzeylere su püskürtülmesi (4).

silmesi sırasında, soğutulan kesici uçlar elle tutulabilecek kadar ısındıkları halde, soğutulmayan kesici uçların birkaç metre uzaktan görülebilecek kadar kızardıkları saptanmıştır. Bunun yanı sıra, su ile soğutma sonucu keski ömrünün yaklaşık 10 kat arttığı belirlenmiştir.

Kesici kafa üzerine yerleştirilen kalem tipi kesici uçlar aynı zamanda kendi etraflarında döndükleri için, suyun kesici uç içinden verilmesi mümkün değildir. Bu nedenle su, kesici uç tutucunun dışındaki bir noktadan gerekli kesime püskürtülmektedir (Şekil 4b). Su akımı memeden yeni kesilen kayaç ve sürtünen kesici uç yüzeyine ulaştıkça kadar belli bir mesafe katedeceğinden, sıcak nokta oluşumunun önlenmesi için, su basıncının 120-150 bar dolayında bulunması gerekir. Bu işlem sırasında açığa çıkan su miktarını en alt düzeye indirmek amacıyla, sadece kesme yapan kesici uçlara su püskürtülmesi planlanmıştır. Böyle bir uygulama Federal Almanya'daki ocaklarda denenmektedir.

Ayrıca, kesme deney istasyonunda yapılan toz ölçmeleri, su ile soğutulan kesici uçlarda ince toz konsantrasyonunun % 84 oranında azaldığını, bu oranın iri tozlarda % 92'ye ulaştığını göstermiştir (4).

4. SONUÇ

Son yıllarda hazırlık ve üretim çalışmaları sırasında mekanizasyona ağırlık verilmesiyle birlikte, metalin kayaca sürtünmesi sonucu oluşan grizu patlamaları önem kazanmıştır. Mekanize kazı çalışmaları sırasında ortaya çıkan grizu patlamalarını etkileyen parametreleri üç ana grupta toplamak mümkündür:

- Patlayıcı gaz karışımı ve ateşleyici yüzeyin özellikleri,
- Kayaç cinsi,
- Kesici uçlar ve kazı işleminin uygulanması ile ilgili özellikler.

Patlamanın olabilmesi için ilk koşul, ocak havası içine yeterli oranda patlayıcı gazın karışmasıdır.

Madencilik çalışmaları sırasında tehlike yaratan, çoğunlukla metan gazı olduğundan, laboratuvar çalışmalarında daha çok bu gazın patlatılabilme koşulları araştırılmıştır. Ancak, ocak havasında hidrojen, etan, propan gazlarının bulunması, karışımın alt patlama sınırını düşürmektedir.

Kayaç cinsi çok önemli bir faktördür. Kayacın içerdiği kuvars miktarı ve kuvars tane boyutu arttıkça, grizu patlaması olasılığı büyük ölçüde yükselmektedir.

Kesici uçların aşınması ve kesme hızının artırılması da patlama olasılığını artırıcı yönde rol oynamaktadır.

Kama tipi ve kalem uçlu kesici uçların kullanıldığı kazı makinelerinde, kesici uçların ve kesilen kayacın su ile soğutulması, patlama tehlikesini büyük miktarda düşürmektedir. Ayrıca, su püskürtülmesi yoluyla kesici uç aşınmasının enaza indiği, toz konsantrasyonunun çok azaldığı belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

1. SALTOĞLU, S., "Madenlerde Havalandırma ve Emniyet İşleri", İTO Maden Fak. Yayını, 1975
2. AYVAZOĞLU, E., "Maden Havalandırma ve Emniyet", İTÜ Maden Fak. Yayın No. 13, 1984.
3. POWELL, F., BILLINGE, K., "The Use of Water in the Prevention of Ignitions Caused by Machine Picks", Mining Engineer, Aug. 1981, pp. 81-85.
4. SCHRIEVER, K., MARX, W.E., "Werminderung der Zündgefahr von Grubengas beim Arbeiten mit Teilschnitt-Vortriebsmaschinen", Glückauf-Forschungshefte 41, H.1, 1980, s. 17-21.
5. BLICKENSERFER, R., DEARDORFF, D.K., KELLEY, J.E. "Incendivity of Some Coal-Cutter Materials by Impact-Abrasion in Air-Methane" USBM, RI 7930, 1974, pp. 20.
6. CUTLER, D.P., "The Ignition of Gases by Rapidly Heated Surfaces", Combustion and Flame 22, 1974, pp. 105-109.
7. BOXHO, J., STASSEN, P., MÜCKE, G., NOACK, K., u.a., "Grubengasabsaugung", Verlag Glückauf GmbH, Essen 1980.
8. GÜYAGÜLER, T., "Metan", Madencilik, Cilt 17, Sayı 5, 1978, s. 31-41.
9. POWELL, F., BILLINGE, K., "The Frictional Ignition Hazard Associated with Colliery Rocks", The Mining Engineer, 1975, pp. 527-531.
10. POWELL, F., BILLINGE, K., "Ignition of Firedamp by Friction During Rock Cutting", The Mining Engineer, May 1975, pp. 419-426.