

**BAŞTAŞ TAŞ OCAĞINDA BAZI TİCARİ
PATLAYICILARIN DELİK İÇERİSİNDEKİ
PERFORMANSLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

**ASSESSMENT OF THE PERFORMANCES OF SOME
COMMERCIAL EXPLOSIVES IN BLASTHOLE AT
BAŞTAŞ QUARRY**

H.Aydın Bilgin* & Sedat Esen*

ÖZET:

Bu tebliğde, BARUTSAN A.Ş.'nin ürettiği üç değişik tür patlayıcı maddenin (ELBAR-5 Dinamit, ELBAR-5C ve ELBAR-100 Dinamit) BAŞTAŞ Taş Ocağı'nda iki değişik delik çapında ve ocağın farklı yerlerinde (farklı kaya özelliklerinde) infilak hızları ölçülerek performansları değerlendirilmiştir. Hız ölçüm sonuçları kullanılarak mevcut koşullar altında bu patlayıcıların ideallikleri saptanmıştır. Dünyada üretilen tüm ticari patlayıcıların ideal olmayan infilak davranışı gösterdiği belirtilerek her ocakta kullanılacak patlayıcının saptanmasında söz konusu ocaktaki kaya özelliklerinin göz önüne alınması gereği vurgulanmıştır. Bu çalışmada, patlayıcı madde seçimi patlayıcıların pat I atıldığı koşullardaki ideallik dereceleri değerlendirilerek yapılmıştır. Son olarak test edilen patlayıcı maddelerin yerinde infilak hızlarının delik dibinden itibaren patlayıcı madde kolonu boyunca ölçülmesinin yaran, yemlemenin önemi ve infilak hızının giderek düştüğünün saptanması halinde kolonun en uygun yerine bir booster konulmasının gereği gösterilmiştir.

ABSTRACT:

In this paper, the performance of three different explosives (namely ELBAR-5, ELBAR-5C and ELBAR-100 Dynamite) produced by BARUTSAN A.Ş. are evaluated by means of insitu measured velocity of detonation(VOD) at two different diameters and at different parts of BAŞTAŞ limestone quarry. Using the results of VOD measurements, the idealities of these explosives are determined under the existing conditions. Non-ideal detonation behavior of all types of commercial explosives produced all over the world has been pointed out and the necessity in selecting the best explosive by taking rock properties into account under the existing conditions in each quarry are emphasized. In this study, the explosive selection and recommendation are made by determining the ideality of explosives under the prevailing conditions. Finally, the use of continuous velocity of detonation measurements, the importance of priming and the necessity of placement of a booster into the explosive column where there is an observed decrease (fall) in VOD is shown.

* ODTÜ, Maden Mühendisliği Bölümü, BARUTSAN A Ş PATARGE Projesi Danışmanları, Ankara

1. GİRİŞ

Kayaların başarıyla patlatılmasını etkileyen en önemli unsurlar kaya özellikleri, patlayıcı madde özellikleri ve patlatma - delik düzenidir. Patlayıcı madde - kaya etkileşiminin iyi bilinmesi ve kullanılacak patlayıcının kaya özelliklerine uygun seçilmesi, patlatma işleminin başarısı ve verimliliğini büyük ölçekte etkiler.

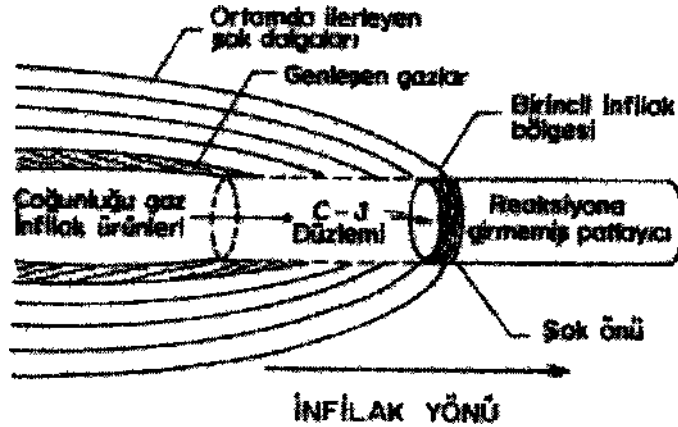
Bu çalışma, ticari patlayıcıların ideal ve ideal olmayan infilak davranışlarını değerlendirerek gerçek davranışının modellenmesi konusunda bir fikir vermektedir. Ayrıca, BARUTSAN A.Ş'nin ürettiği fiziksel özellikleri ve formülasyonu birbirinden farklı üç değişik tip patlayıcının (ELBAR-5 Dinamit, ELBAR-5C ve ELBAR-100 Dinamit) BAŞTAŞ Taş Ocağı'nın değişik yerlerinde infilak hızları ölçülmüş ve bu patlayıcıların performansları değerlendirilmiştir.

BARUTSAN A.Ş'nin ürettiği tüm patlayıcı maddelerin PATARGE Projesi kapsamında performansları hem teorik modeller hem de yerinde yapılan deneylerle ortaya konulmaktadır. Bu çalışmalar halen devam etmekte olup bu çalışmalar üretilen mevcut patlayıcıların en uygun kullanım alanlarını belirlemek ve buna bağlı olarak kullanıcının ihtiyacına yönelik patlayıcı madde önermek ve kullanıcıların her türlü ihtiyaçlarına çözüm önerisi getirmek amacıyla gütmemektedir.

2. İNFILAK SÜRECİ

İnfilak, patlayıcı maddelerin kimyasal reaksiyona girerek şok dalgasını oluşturmasıdır. Şok dalgası akış özelliklerindeki (sıcaklık, basınç* yoğunluk, vb.) ani değişiklikleri gösterir. Bu nedenle şok dalgası süreksizlik olarak görülebilir (Fickett ve Davis, 1979).

İnfilak sırasında, kimyasal reaksiyon patlayıcı madde içerisinde sesüstü hızda ilerler. Şekil I'de tipik bir infilak işlemi görülmektedir. Birincil reaksiyon bölgesinin bir tarafı şok önüyle sınırlıdır ve reaksiyon bu bölgede başlar. Bu bölgenin arkasında Chapman-Jouguet (C-J) düzlemi vardır. Tek boyutlu infilak modelinde bu düzlemde kimyasal reaksiyon tamamlanır (Du Pont, 1977; Fickett ve Davis, 1979; Fickett, 1985).



Şekil I. Patlayıcı maddelerin infilak işlemi (Du Pont, 1977).

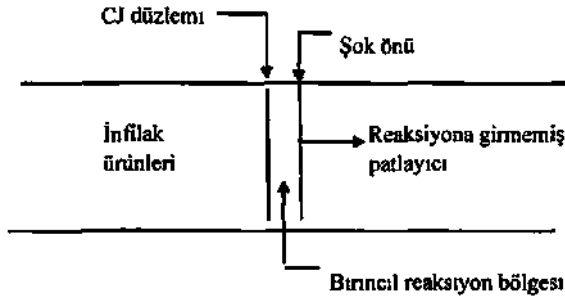
İdeal patlayıcılarda birinci] reaksiyon bölgesi çok incedir. Diğer tarafta, ideal olmayan patlayıcılarda ise bu bölge daha kalındır. İdeal patlayıcıların basınç değerleri ideal olmayan patlayıcılara göre çok yüksek olup basınç daha kısa sürede sonlanır. İdeal olmayan patlayıcılar daha düşük basınç değerleri oluştururlar, ancak basınç uzun sürede sonlanır. Dolayısıyla, ideal olmayan patlayıcılarda reaksiyon yavaş ve gaz hacmi daha yüksek olur (Du Pont, 1977; Dowding vd., 1992).

2.1. İdeal İnfilak

İdeal infilakın önemli özellikleri Şekil 2'de gösterilmiştir. Şok dalgası patlayıcı maddeyi ısıtır ve şok dalgasını destekleyen kimyasal reaksiyonun oluşmasını sağlar. Reaksiyon bölgesi birkaç milimetre kalınlığındadır. Patlayıcının tüm enerjisi tamamen bu bölgede aniden açığa çıkar (Brinkmann, 1990).

İdeal infilak teorisinin kabulleri şunlardır (Fickett ve Davis, 1979):

1. Akış tek boyutludur.
2. Detonasyon dalgası, bir süreksizliktir, ve çok ani bir reaksiyondur. Dolayısıyla reaksiyon bölgesi kalınlığı sıfıra yakındır. Şok dalgasının ardında kalan gazlar termodinamik dengededir ve bundan dolayı, termodinamik bir gaz denklemi ile ifade edilebilirler.
3. Akış zamandan bağımsızdır.



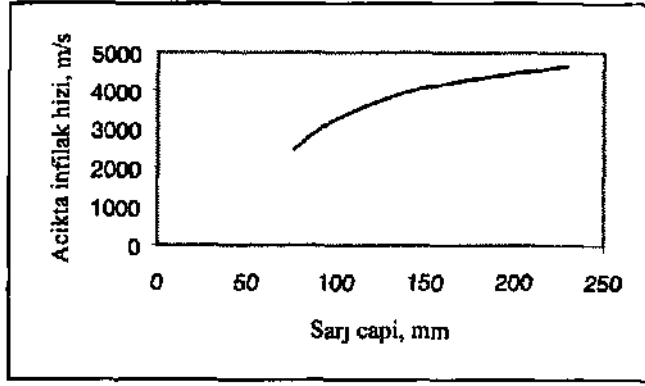
Şekil 2. İdeal infilak işlemi (Brinkmann, 1990).

İdeal İnfilak teorisini esas alan yazılımlar, patlayıcının maksimum İnfilak hızını ve enerjisinin kaya içerisindeki bölüşümünü belirlemede ilk kestirim olanağı vermesine rağmen ticari patlayıcıların infilak özelliklerini gerçekçi olarak saptayamazlar. Çünkü ticari patlayıcıların reaksiyonu büyük oranda ikincil reaksiyon bölgesinde tamamlanır (Esen ve Bilgin, 1998).

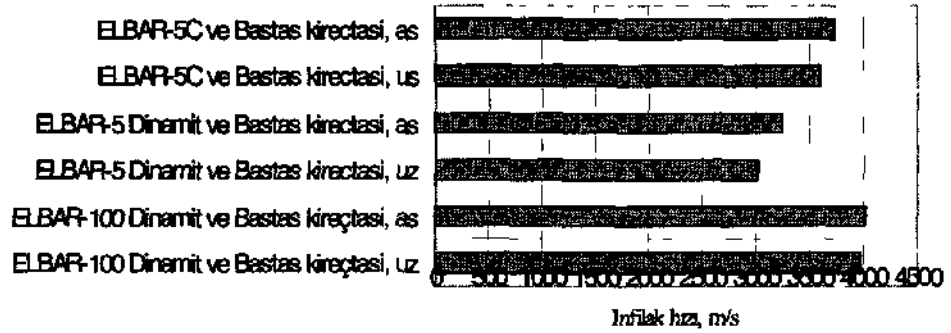
2.2. İdeal Olmayan İnfilak

Gerek Türkiye'de, gerekse yurtdışında üretilen emülsiyon tipi, slurry tipi ve nitrogliserin esaslı patlayıcılar ile ANFO vb. tüm ticari patlayıcılar ideallikten uzak bir davranış gösterirler. Tüm ticari patlayıcılarda patlayıcı madde çapı ve ortam katılığı arttıkça infilak hızının da arttığı anlaşıldığından bu patlayıcıların ideal olmadığı anlaşılmıştır (Esen, 1996; Esen ve Bilgin 1998; PATARGE Projesi, 1998). Bu nedenle, ticari patlayıcılar hiçbir zaman arazideki olağan patlatma koşullarında ideal infilak hızında patlamazlar. Arazi koşullarında ideal patlayıcılar (ör: askeri patlayıcılar) ise kullanılmazlar. Bu nedenle ancak ticari patlayıcılar madencilik ve inşaat sektöründe kullanılmaktadır.

Ticari patlayıcı maddelerin infilak hızının çap ve ortam katılığıyla değiştiği ve ideal olmayan performansları aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3-4).



Şekil 3. ELBAR-5C'nin açıkta infilak hızının sarj çapı ile değişimi (PATARGE Projesi, 1998).



Şekil 4. ELBAR-5 Dinamit, ELBAR-5C ve ELBAR-100 Dinamit'in 89 mm delik çapında BAŞTAŞ kireçtaşında infilak hızının kaya özelliklerine bağlı olarak değişimi (us, uz ve as BAŞTAŞ Taş Ocağında patlatma yapılan yerlerin adlarıdır.).

Patlayıcıların infilak hızının çap ile artması patlayıcının idealden uzak bir davranış gösterdiğini belirtir (Brinkmann, 1990). Tek boyutlu infilak modelinden elde edilen ideal infilak hızı ile deneysel olarak belli bir çapta ve ortam katılığında ölçülen infilak hızı ölçümleri karşılaştırıldığında patlayıcıların ideallik derecesini görebiliriz. Tablo 1'de BARUTSAN A.Ş.'nin ürettiği bazı ticari patlayıcıların BAŞTAŞ Taş Ocağında yapılan patlatmalardaki ideallik derecesi gösterilmektedir.

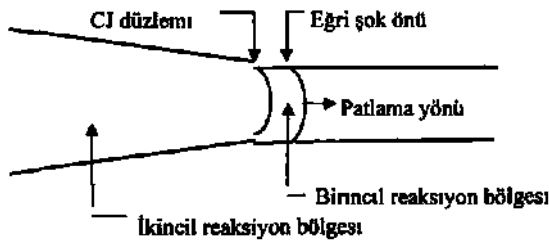
Tablo 1. BARUTSAN A.Ş.'nin ürettiği bazı ticari patlayıcıların BAŞTAŞ Taş Ocağında yapılan patlatmalardaki ideallik derecesinin belirlenmesi.

Patlayıcı Madde	Ölçülen ** infilak hızı, m/s	ideal infilak hızı, m/s	ideal lik derecesi
ELBAR-5 Dinamit	3240	5798	0.31
ELBAR-5C	3735	5726	0.43
ELBAR-100 Dinamit	4017	5693	0.50

**89 mm delik çapında ve BAŞTAŞ kireçtaşında (formasyon tanımı: as) ölçülen infilak hızı değeri.

İdeallik derecesi ne kadar 1.00'e yaklaşırsa patlayıcı o kadar ideal olur. Tablo 1'den görüldüğü gibi yukandaki ticari patlayıcı 1 ann hepsi taş ocağında ideallikten uzak bir davranış göstermektedir. ELBAR-5 Dinamit yukandaki koşullar altında ideallikten en uzak patlayıcı iken ELBAR-100 Dinamit bu üç patlayıcı madde arasında en çok ideale yaklaşan patlayıcı maddedir. Burada unutulmaması gereken nokta; her kaya ortamında her zaman ideale yaklaşan patlayıcı madde kullanmak gerekmez. Bazı durumlarda (örneğin çatlaklı ve düşük dayanıma sahip kayaların patlatılmasında) ideallikten uzak olan patlayıcıların kullanılması en iyi performansı sağlar. BAŞTAŞ kireçtaşı ocağın bazı bölümlerinde yüksek dayanıma sahip olduğundan bu bölgelerde bu üç patlayıcı madde arasında ideal iğe en yakın olan ELBAR-100 Dinamit veya ELBAR-5C seçilebilir.

Ticari patlayıcıların ideal olmayan infilak davranışı göstermesi infilakın iki boyutlu olarak incelenmesini gerekli kılmaktadır (Esen ve Bilgin 1999; PATARGE Projesi, 1998). Şekil 5'de ideal olmayan (iki boyutlu) infilak işleminin özellikleri gösterilmektedir (Brinkmann, 1990).



Şekil 5. İdeal olmayan infilak (Brinkmann, 1990).

İdeallik derecesi birincil bölgede reaksiyonun ne kadannın gerçekleştiğini gösterir. Bu bölgede ne kadar çok enerji açığa çıkarsa patlayıcı o kadar ideale yaklaşır. İkincil bölgedeki reaksiyon şok önünü desteklemez ama kayanın ötelenmesinde önemli rol oynar (Brinkmann, 1990).

Tek boyutlu infilak teorisinde şokun tek boyutlu olduğu kabul edilmiş olup infilak özellikleri patlayıcının reaksiyon öncesi yoğunluğuna ve reaksiyon toplam entalpisine bağlıdır. Gerçekte, şok tek boyutlu ve şok önü düz değildir. Patlayıcının çapma ve patlatıldığı ortam katılığına göre şok cephesi eğridir. İnilak özellikleri bu parametrelere, bazı akış özelliklerine ve reaksiyon yanma yasasına bağlıdır (Brinkmann, 1990).

3. DENEYSEL YÖNTEM

3.1. İnfalak Hızı Ölçüm Yöntemleri

Patlayıcıların infalak hızlarını ölçmek için Sürekli sonda metodu, SLIFER sistemi, CORRTEX yöntemi, başlat-durdur metodu, iyonlaştırma yöntemi, fiber-optik sistem, streak kamera yöntemi ve D'autriche metodu gibi pek çok yöntem vardır (Katsabanis, 1996).

Bu çalışmada infalak hızının ocakta yerinde ölçümünde EG&G ve BAI firmalarınca geliştirilmiş olan ve BARUTSAN A.Ş tarafından PATARGE Projesinde kullanılmak üzere satın alınmış bulunan Sürekli infalak hız ölçer (VODR-1) cihazı kullanılmıştır. VODR-1 cihazı, ABD Los Alamos Ulusal Laboratuvarında, nükleer denemelerde şok dalgası yayılımını İzleyip ölçmek amacıyla geliştirilmiş olan CORRTEX yönteminin ticari bir türüdür. Patlayıcı madde performansının (hızının) ölçümü için bir koaksiyal kablunun ucu delik dibine yerleştirilecek yeme bantlanıp, yeme birlikte deliğe indirilir, delik patlayıcı madde ile doldurulup sıkılır. Cihazın çalışma prensibi, havaya radyo dalgaları yayıp, bunun uçak vb. herhangi bir cisme çarpıp yankılanması (sinyalin geri dönmesi) ile çalışan Radar sistemi ile aynıdır. VODR-1 cihazı standart koaksiyal kabloya her 5-200 mikrosaniye aralıklarla elektrik sinyalleri gönderir ve dönen sinyalleri kaydeder. Delik içindeki patlayıcı madde kolon uzunluğu boyunca yerdeğişim-zaman grafiği çizilir ve buradan patlayıcının infalak hızı, kapsülün patlatma zamanı, şok dalgası ilitimi gibi hususlar tayin edilir (Chiappetta, 1993).

3.2. Sürekli İnfalak Hız Ölçer Cihazın Başlıca Kullanım Alanları

Sürekli infalak hız ölçer cihazın başlıca kullanım alanları şunlardır (Chiappetta, 1993):

- Patlayıcı maddelerin performansını değerlendirmek (aynı patlayıcının değişik kaya türlerindeki verimi, aynı cins kayada aynı koşullar altında aynı patlayıcının değişik zamanlarda üretilmiş partilerini denetlemek),
- Yemleyicinin performansını değerlendirmek,
- Daha etkin ve verimli patlatma tasarımları yapmak,
- En uygun sıkılama malzemesi cinsini ve miktarını saptamak,
- Patlayıcının duyarsızlaşmasını ve/veya sempatik ateşleme oluşumunu gidermek,
- Parçalanmayı ve çatlak oluşumunu arttıran, Öteleme ve gevşetmeyi fazlaştıran, yer sarsıntılarının büyüklük ve frekansını kontrol edebilmeyi sağlayan en uygun patlayıcıyı seçmek,
- Ateşleme sistemlerini ve kapsül hassasiyetini (gecikme zamanlarındaki sapmaları) değerlendirmek,
- Suyun patlayıcıların infalakını ne derecede etkilediğini ortaya koymak,
- Patlayıcı miktarını (%10-50 oranlarında) kısıtlamak ve yer sarsıntılarını %75'e varan oranlarda "azaltmak için patlayıcı kademeleri arasında kullanılan hava yastıklarının yararlılığını ortaya koymak,
- Azot oksit gazları oluşumuna yol açan kısmi İnfalak veya düşük hızlı infalakı saptamak ve nedenlerini (su, uygun olmayan kanşım veya formülasyon, yetersiz yemleme, vb.) tespit etmek.

33 BAŞTAŞ Taş Ocağı'nda Yapılan Sürekli İnfilak Hız Ölçüm Deneyleri

BAŞTAŞ Taş Ocağı'nda ELBAR-5 Dinamit, ELBAR-5C ve ELBAR-100 Dinamitin sürekli infilak hızı ölçümleri yapılmıştır. Kireçtaşının fiziksel ve mekanik özellikleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. BAŞTAŞ kireçtaşının (formasyon tanımı:as) fiziksel ve mekanik özellikleri.

Tek Eksenli Basınç Dayanımı, MPa	108.8
Dolaylı Çekme Dayanımı, Mpa	8.8
Yoğunluk, g/cm ³	2.679
Laboratuvar p-dalga hızı, m/s	6435
Laboratuvar s-dalga hızı, m/s	3419
Laboratuvar dinamik Elastisite Modülü, GPa	81.601
Laboratuvar dinamik Poisson oranı	0.303

Tablo 2'de ocağın "as" olarak tanımlanmış kısmının özellikleri verilmiş olup diğer kısımların (us, uy, uz) da deneyleri yapılmıştır. Ocağın dört değişik bölümünde ELBAR-5 Dinamit, ELBAR-5C ve ELBAR-100 Dinamitin sürekli infilak hızı ölçümleri 89 ve 165 mm delik çaplarında yapılmıştır (Tablo 3).

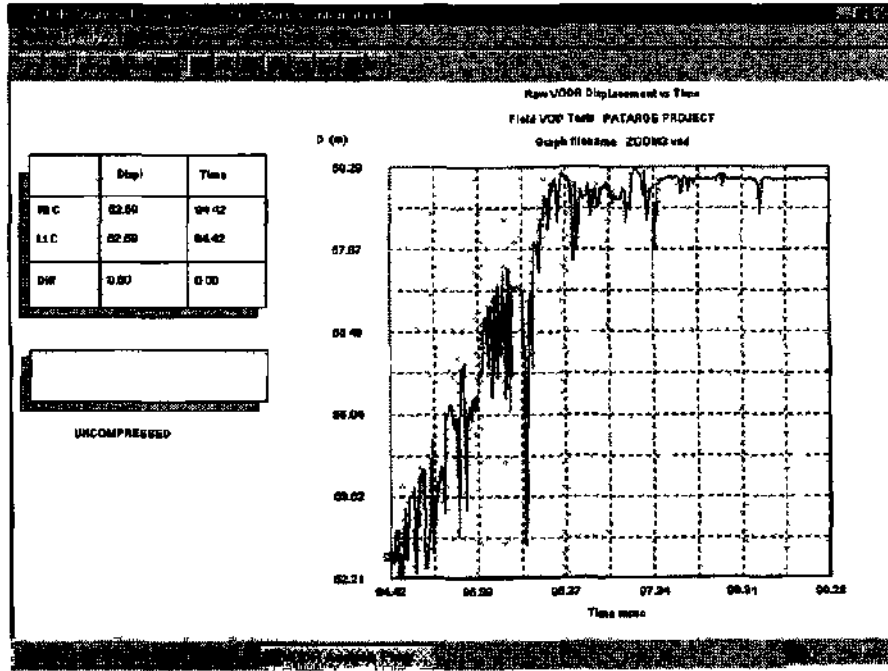
Tablo 3. ELBAR-5 Dinamit, ELBAR-5C ve ELBAR-100 Dinamitin hesaplanan ve ölçülen infilak özelliklerinin karşılaştırılması.

Patlayıcı Madde	Patlayıcı maddenin yoğunluğu, g/cm ³	Patlama reaksiyon enerjisi, MJ/kg	İdeal infilak hızı, m/s	İdeal İnfilak basıncı, GPa	Delik çapı, mm	Formasyon Tanımı	Ölçülen (açıkta) VOD, m/s	Ölçülen (kayada) VOD, m/s	İdealite derecesi
ELBAR-5 Dinamit	0.803	3.976	5798	8.214	89	UZ	2606	3018	0.27
					89	as	2606	3240	0.31
					165	as	4077	4268	0.54
ELBAR-5C	0.928	4.109	5726	9.409	165	uy	4077	4171	0.52
					89	us	2947	3600	0.40
					89	as	2947	3735	0.43
ELBAR-100 Dinamit	0.994	4.443	5693	10.209	165	as	4227	4588	0.64
					165	uy	4227	4229	0.55
					89	uz	3867	3970	0.49
					89	as	3867	4017	0.50
					165	as	4708	4900	0.74
					165	uy	4708	4749	0.70

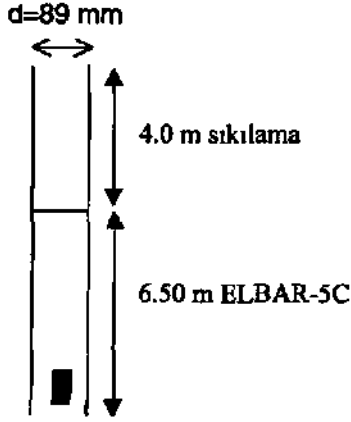
Tablo 3 ELBAR-5 Dinamit, ELBAR-5C ve ELBAR-100 Dinamitin infilak hızının delik çapı ve ortam katılığıyla değiştiğini açıkça göstermektedir. Bu ocakta "as" olarak tanımlanan yüksek dayanımlı bölümde 89 mm ve 165 mm delik çaplarında

ELBAR-5C ve ELBAR-100 Dinamitin ideallik derecesi ELBAR-5 Dinamitten daha yüksek bulunduğundan bu bölgenin patlatılmasında tercih edilebilir. Ocağın "uy ve uz" olarak tanımlanan yerlerinde (orta dayanıma sahip kaya) 89 mm ve 165 mm delik çaplarında ELBAR-5C'nin kullanımı daha uygun olabilir.

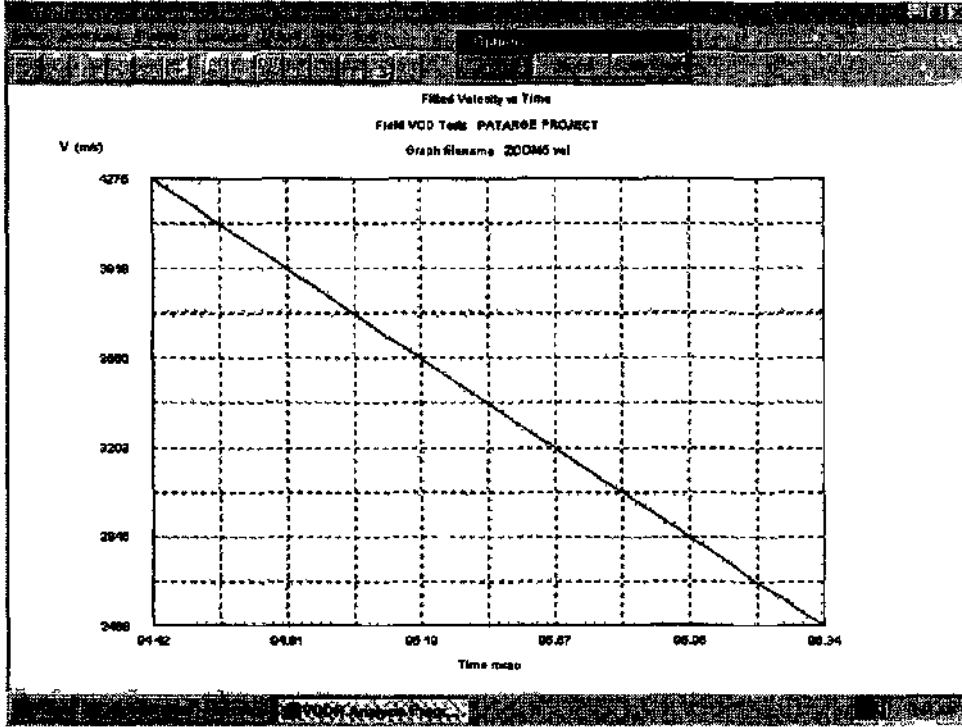
İnfilak hızı ölçüm deneylerinde yeteri kadar yemleme yaparak infilak hızı (VOD) kayıtları alınmıştır. Sürekli infilak hız ölçer cihazının ELBAR-5C'nin patlatıldığı delikten aldığı kayıt Şekil 6'da verilmiştir. Şekil 7'de ise kayıt alınan deliğin kesiti görülmektedir. Bu delik 3 numaralı kapsül ile ateşlenmiş ve 4 adet 25x200 Jelatin it Dinamit ile yenilenmiştir. Patlatmanın yapıldığı yer ocağın "as" olarak tanımlı kısmıdır. Yapılan analizlerin sonucunda ham veriler 1. dereceden ilişkilendirilerek ELBAR-5C'nin deliğin dibinden sonuna kadar ortalama infilak hızı 3735 m/s olarak bulunmuştur. Ancak aynı veriler daha yukarı dereceden ilişkilendirildiğinde bu patlayıcının infilak hızının sabit olmadığı infilakın deliğin sıkılamaya yakın olan kısmına doğru iyice sönümlendiğini görebiliriz (Şekil 8).



Şekil 6. ELBAR-5C'nin patlatıldığı 89 mm delikten alınan VOD kaydı.



Şekil 7. Örnek VOD kaydının alındığı deliğin kesiti.

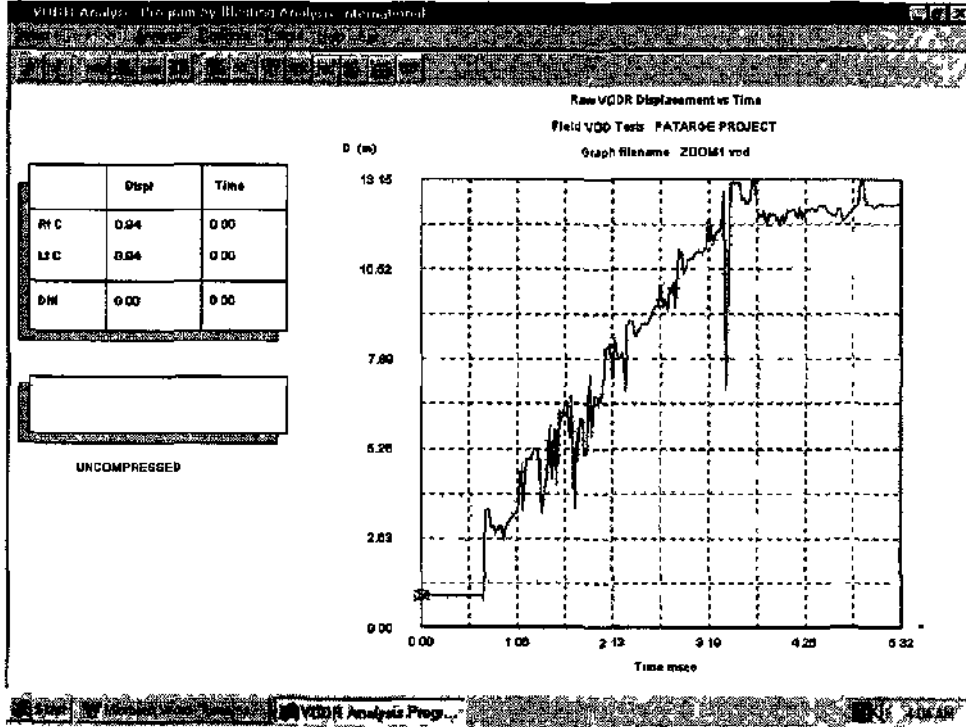


Şekil 8. ELBAR-5C'nin delik içerisinde infilak hızının zamanla değişimi.

Delik ilk 2 metresinde VOD 4275-3828 m/s ve son 1 metresinde ise VOD 2851 - 2516 m/s'ye düşmektedir. Şekil 6 ve 8'den görüldüğü üzere ELBAR-SC'nin yemlenmesinde bir problem yoktur. 89 mm çapta olağan infilak hızı 3000-3150 m/s dolayında olması gerekirken, ilk aşamalarda infilak hızının 4275 m/s olarak ölçülmüş

bulunması yemin yeterliliğini kanıtlamaktadır. Öte yandan VOD'nin delik içerisinde ciddi şekilde düşmesi patlatmanın verimini etkiler. Özellikle orta ve sert dayanıma sahip taş ocaklarında yüksek infilak hızına sahip ticari patlayıcıların kullanılması gereği düşünülürse Şekil 8'deki durumun önemi anlaşılmış olur. Bu sorunun giderilmesi ve tüketicinin aydınlatılabilmesi için ayrıntılı araştırmalar yapılacaktır. Ancak ilk inceleme sonucunda ulaşılan kanaat bu patlayıcının infilakının bu delik çapında ve bu sağlamlıktaki bir kaya ortamında şok önünü yeterince desteklemediğidir. Bunun çözümü ya patlayıcı kolonunun 4. metresine bir booster (kapsülsüz dinamit) koyarak infilakı şiddetlendirmek veya başka bir patlayıcı madde kullanmaktır.

Şekil 9'da ise TAMTAŞ kireçtaşı ocağında ELBAR-5C'nin bir başka patlatmada aynı kaya cinsinde ve aynı çapta alınan kayıdı gözükmektedir. 89 mm çapındaki patlatma deliğinin 8.8 metresi ELBAR-5C ile şarj edilmiş ve geri kalan 3 metresi ise sıkılama malzemesiyle doldurulmuştur. Bu kayıta deneme amacıyla miktar ve boyut olarak küçük seçilen yemleme nedeniyle ELBAR-5C'nin delik dibinden itibaren ilk 1.37 metresi düşük hızda verimsiz şekilde yanmış gözükmektedir. Ayrıca ham veriler analiz edildiğinde ELBAR-5C'nin bu delikteki VOD'si 3267 m/s olarak belirlenmiştir. Uygun yemlemenin yapıldığı diğer patlatmalarda ELBAR-5C'nin infilak hızı aynı çap ve ortam katılığında 3735 m/s'dir. Bu durum yemleyici tipinin, çap ve miktarının doğru seçilmesinin patlayıcı maddelerin İnfilakı açısından çok kritik öneme sahip olduğunu kanıtlamaktadır.



Şekil 9. ELBAR-5C'nin yetersiz yemlenmesi.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, BARUTSAN A.Ş.'nin ürettiği fiziksel özellikleri ve formülasyonu birbirinden farklı üç değişik tip patlayıcının (ELBAR-5 Dinamit, ELBAR-5C ve ELBAR-100 Dinamit) BAŞTAŞ Taş Ocağı'nda iki değişik delik çapında ve ocağın dört farklı yerinde patlayıcıların performansları ölçülmüş ve değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonuçlarına göre bu ocağın "as" olarak tanımlanan yerinde (yüksek dayanıma sahip kaya) 89 mm ve 165 mm delik çapında ELBAR-5C veya ELBAR-100 Dinamitin kullanılması düşünülebilir. ELBAR-100 Dinamitin daha yüksek infilak basıncına sahip olduğu gözönü alınır ise bu patlayıcının dip şarj olarak ve ELBAR-5C'nin ise kolon şarjı olarak seçilmesi uygun bir seçim olabilir. BAŞTAŞ Taş Ocağı'nda yapılan uygulamalar bu seçimi doğrulamaktadır.

Ocağın "uy ve uz" olarak tanımlanan yerinde (orta dayanıma sahip kaya) 89 mm ve 165 mm delik çapında ELBAR-5C'nin iyi performans gösterdiğini söyleyebiliriz.

PATARGE Projesi kapsamında yapılan çalışmalar ticari patlayıcı maddelerin (emülsiyon, slurry ve nitrogliserin bazlı patlayıcılar ile ANFO vb. tüm ticari patlayıcılar) ideallikten uzak bir davranış gösterdiğini deneysel olarak kanıtlamaktadır. Bunun nedeni ticari patlayıcıların değişik delik çapı ve kaya türlerinde farklı şekilde infilak etmesidir.

Ticari patlayıcıların ideallik derecesinin belirlenmesi, patlayıcı madde seçiminde ilk yol göstericidir. Ancak en gerçekçi yol bu yaklaşımın patlayıcı maddenin ocak koşullarında enerjisinin bölünümünü göz önüne alan patlayıcı - kaya etkileşim modeliyle birleştirilmesidir. BARUTSAN A.Ş. bu yaklaşımı PATARGE Projesi kapsamında geliştirilen EXRINT yazılımıyla yapabilmektedir. Kullanıcı kaya özelliklerini ve ocakta uygulanan delik çapını veri olarak verdiği zaman kullanıcıya en uygun patlayıcı madde önerilebilmektedir.

5. TEŞEKKÜR

Bu çalışma PATARGE (Patlatma Ürün ve Teknolojileri Araştırma Geliştirme) projesi kapsamında yürütülmüştür. Projeyi yöneten, masraflarını karşılayan ve her türlü katkıyı sağlayan BARUTSAN A.Ş.'ye şükranlarımızı sunarız. Ayrıca projeyi destekleyerek ülkemizde yüksek teknolojinin gelişimine olanak sağlayan TÜBİTAK'a teşekkürü bir borç biliriz.

KAYNAKLAR

- Bilgin H.A. ve Esen S., *Assessment of Ideality of Some Commercial Explosives*, 25 Conference on Explosives & Blasting Technique, February 7-10, 1999, Nashville, Tennessee, USA, Vol. 1, pp. 35-44.
- Brinkmann J.R., *The Behaviour of Diffèrent Explosive Types and the Effects on Blast Results*, Static and Dynamic Considerations in Rock Engineering, Balkema, Rotterdam, pp. 49-62,1990.
- Chiappetta, R.F., *Continuous Velocity of Detonation Measurements in Full Scale Blast Environments*, Proceedings of the International Congress on Mine Design, Kingston, Ontario, Canada, A.A.Balkema, Rotterdam, Brookfield, pp. 759-785, 1993.
- Dowding, C.H. and Aimone C.T., *Rock breakage: Explosives*, Mining Engineering Handbook, Chapter 9.2, pp. 722-737,1992.
- Du Pont, *Blasters' Handbook*, Wilmington, Delaware, 1977.
- Fickett, W. and Davis, W.C., *Detonation*, University of California Press, Berkeley, 1979.
- Fickett, W., *Introduction to Detonation Theory*, University of California Press, Berkeley, 1985.
- Esen, S., *Ideal Detonation Behavior of Commercial Explosives and Development of an Explosive/Rock Interaction Model*, M.Sc, Tezi, 110 sayfa, Eylül 1996.
- Esen, S. ve Bilgin H.A., *Ticari Patlayıcıların İdeal İnfilak Davranışları ve Patlayıcı/ Kaya Etkileşim Modelinin Geliştirilmesi*, 3. Delme ve Patlatma Sempozyumu, Ankara, s. 44-57. 1998.
- Katsabanis P.D., *Part A: Explosives Technology*, Queen's University, Canada, pp. 16-20,1996.
- PATARGE Projesi, 4. Ara Rapor, Ankara, Ocak 1998.
- PAT ARGE Projesi, İç Rapor, Ankara, Eylül 1998.