

Sivil Amaçlı Patlayıcı Maddelerin Performanslarını Etkileyen Özellikler

The Characteristics of Explosive Materials Effecting Their Performances

M.O. Özkazanç

Nitromak A.Ş. Pazarlama-Satış Müdürü, Ankara

ÖZET: Ülkemiz patlayıcı madde sektörü 1988 yılına kadar Makine ve Kimya Endüstrisi Kurumunun ürettiği patlayıcı maddeleri kullanmıştır. 1988 yılından başlayarak özel firmaların da devreye girmesi ve yeni tip patlayıcı maddelerin üretilmeye başlanması, yıllarca klasik anlamda dinamit, adı kapsül ve emniyetli fitilli kullanmaya alışmış olan sektörü değişik patlayıcı maddeler ve ateşleme sistemleri iic karşı karşıya bırakmıştır. Kullanıcılar karşılarında değişik tip ve çeşitlerde patlayıcı maddeleri görünce seçim için karar vermede zorlanmaya başlamışlardır. 1988 yılından günümüze kadar geçen 16-17 yıllık sürede, halen patlayıcı madde seçiminde tamamen bilinçli davranıldığını söylemek mümkün değildir. Bu çalışmada patlayıcı madde seçiminde göz önünde bulundurulması gereken özellikler anlatılmış ve kullanıcıların patlayıcı madde seçiminde bilinçlendirilmesi amaçlanmıştır. Patlayıcı madde özelliklerinin farklı patlayıcı maddelerin patlatma performanslarına yaptığı etkiler anlatılmıştır. Patlayıcı madde seçiminin patlatmanın performansı yanında emniyeti ve patlatma maliyetlerini de ne derecede etkileyebileceği örneklerle açıklanmıştır. Sonuç olarak, ülkemizde farklı tiplerde ve çeşitlerde bulunabilen patlayıcı madde seçiminde göz önünde bulundurulması gereken özellikler ve bu özelliklerin patlatma performansına etkisinin değerlendirilmesi kullanıcıların bilinçlendirilerek, öncelikle güvenli ve ekonomik patlatmalar yapmasına yardımcı olacaktır.

ABSTRACT: Until 1988, the explosive sector of our country had used explosive materials produced by Makina ve Kimya Endüstrisi Kurumu. Starting from 1988, by entering private companies that are producing new type explosive materials into the sector, the explosives sector which is used to utilize classical type dynamite, plain detonator and safety fuse, had started to face new types of explosive materials and initiation systems. Consequently, it became difficult for the users to select the kind of explosive materials and initiation systems among these very different types of selections. After 1988, along with the 16-17 years, it is not possible to say that the selections were made in a conscious way. In this study, the characteristics of explosive materials that should be taken into account when selecting type of them are mentioned and it is aimed to make users more conscious when selecting them. It is explained by giving some examples that in which degree the selection of the explosive materials is effecting blasting performance as well as safety and blasting costs. As a result, the evaluation of the characteristics of explosive materials that should be taken into consideration when selecting them, will make the users more conscious about them and will enable them to make safer and economical blastings.

1. ÜLKEMİZ PATLAYICI SEKTÖRÜNÜN ÜRÜN BAZINDA DEĞERLENDİRİLMESİ:

Türkiye Cumhuriyetinin kurulmasıyla beraber kültürel ve ekonomik alanda gelişmeler ardı sıra ve büyük bir hızla gerçekleştirilmeye başlanmıştır. Ekonomik gelişmeye yardımcı olacak alt yapı faaliyetlerinin yerine getirilmesi için de dağların delinmesi, kayaların patlatılmasına gerek vardı. Bu

şartlarda önceleri farklı isim ve görevlerle, daha sonra da Makine ve Kimya Endüstrisi Kurumu'nun (MKEK) bünyesinde alt yapı faaliyetleri için ihtiyaç duyulan patlayıcı maddeler üretilmeye ve ülkemiz sahinde kullanılmaya başlandı. 1988 yılına kadar ülkemizde MKEK'nun ürettiği nitrogliserin bazlı dinamitlerden Jelatinit dinamit, Grizutm dinamit, Gom 2 Al dinamit vs. gibi patlayıcı maddeler ile adi

kapsül, emniyetli fitil ve elektrikli kapsül gibi ateşleme sistemleri kullanıldı.

1988 yılına kadar ülkemiz dünyada sivil patlayıcı madde sektöründe meydana gelen gelişmelere maalesef seyirci kaldı. Yeni ve daha güvenli ürünler üretebilecek üretim teknolojilerine ekonomide yaşanan sıkıntılar nedeni ile devlet tarafından yatırım yapılamadı. 1988 yılından itibaren yabancı yatırımcılara verilen önem ile ülkemizde sivil patlayıcı madde sektöründe çok hızlı değişimler yaşanmaya başladı. Emülsiyon tip patlayıcı üretimi yapan firmaların devreye girmesi, piyasaya farklı ürünler sürmesi ile dinamit, emniyetli fitil ve adi kapsül kullanımı gün geçtikçe azalmaya başladı.

Piyasada şu anda nitrogliserin bazlı dinamitlerin yanı sıra emülsiyon tip patlayıcı maddeler ve emülsiyon tip patlayıcıların kapsüle duyarlı ve yemlemeye duyarlı tipleri ile kaliteli ANFO'lar ve değişik kalitelerde üretilen gübre karıştırılmış ANFO'lar bulunmaktadır. Ayrıca ateşleme sistemi olarak, halen adi kapsül ve kara fitil (katranlı fitil-emniyetli fitil) dışında elektrikli kapsüller, değişik PRTN gramajlı infilaklı fitiller, ve patlayıcı sektörünün en önemli ürünlerinden olan NON EL (non electric) elektriksiz kapsüller de bulunabilmektedir.

87 12028 sayılı Patlayıcı Maddeler Tüzüğü gereği yasak olmasına rağmen halen gübre amaçlı amonyum nitratlardan şantiyelerde üretilen ANFO'lar kullanılmaktadır. Sektörde faaliyet gösteren büyük firmaların yanında küçük üreticiler ve ithalatçılar da piyasada kendi ürünlerini pazarlamaya çalışmaktadır. Özellikle bazı doğu ülkelerinden getirilen kalitesiz emülsiyonlar, elektrikli kapsüller ve balkan ülkelerinden ithal edilerek piyasaya sürülen nitrogliserin bazlı dinamitler de kullanıma sunulmaktadır. Doğal olarak patlayıcı madde tüketicisinin seçebileceği çok farklı kalite ve fiyatta ürünler mevcuttur. Her firma ve ithalatçı kendi ürününün en iyi olduğunu iddia etmekte, ürün katalogları ve broşürler kafaları karıştırmaktadır.

Bu çalışmada özellikle kullanıcıların karar vermelerini kolaylaştıracak bazı patlayıcı madde özellikleri, ülkemiz piyasasında bulunan patlayıcı maddelerle karşılaştırılmalı olarak anlatılacaktır.

2. PATLAYICI MADDE ÖZELLİKLERİ

2.1. Detonasyon Hızı :

Patlama sonucunda oluşan detonasyon dalgalarının birim zamanda aldığı yol detonasyon hızı olarak

tanımlanır. Birimi m/sn veya cm/sn'dir. Sivil amaçlı patlayıcı maddelerin ideal detonasyon hızları 2438 - 7925 m/sn değerleri arasında değişmektedir. Patlayıcı maddenin patladığı koşullardaki infilak hızı, patlayıcının performansının ve ideallik derecesinin belirlenmesinde en önemli parametrelerden birisidir. Gerek ülkemizde gerekse dünyada üretilen emülsiyon tip, slurry tip ve nitrogliserin bazlı patlayıcı maddeler ile ANFO gibi ticari patlayıcı maddeler ideallikten uzak bir davranış gösterirler. Bu nedenle, ticari patlayıcı maddeler hiçbir zaman arazideki olağan patlatma koşullarında ideal detonasyon hızında patlamazlar. Uygulamalarda bir çok ticari patlayıcının detonasyon hızı 3000-5500 m/sn arasında değişmektedir. (Hopler,1998)

Patlatmalarda patlayıcının performansı her zaman detonasyon hızıyla artmaz. Bazı kaya yapılarında düşük detonasyon hızına sahip patlayıcı maddeler daha iyi performans gösterirler.

Yüksek detonasyon hızına sahip patlayıcı maddeler genellikle yüksek dayanıma sahip masif kayalarda daha iyi patlatma performansı verir. Düşük detonasyon hızına sahip patlayıcı maddeler düşük dayanıma sahip kayalarda daha iyi performans vermektedir.

Patlayıcı Maddelerin detonasyon hızlarını etkileyen faktörler bulunmaktadır. Bunlar arasında ;

- Kartuş çapı,
- Patlayıcı Madde Yoğunluğu
- Ortam katılığı (confinement)
- Parçacık boyutu

bulunmaktadır.

Nitrogliserin bazlı patlayıcı maddeler, adından da anlaşılabileceği üzere nitrogliserin gibi yüksek detonasyon hızına sahip bir patlayıcı madde içermektedir. Dolayısı ile bu tip patlayıcıların detonasyon hızları diğer patlayıcı tiplerine göre daha yüksektir. Dinamitin içerisindeki nitrogliserin miktarı direkt olarak detonasyon hızını etkilemektedir. Nitrogliserin miktarının artması detonasyon hızını arttırmaya rağmen dinamitin hassaslığının da artmasına sebep vereceğinden üretim, depolama, taşıma ve kullanım sırasında büyük bir tehlike yaratmaktadır.

Eski yıllarda üretilen G om I, Gom II gibi dinamitler artık üretilmemektedir. Gom 2 Al dinamiti bile içeriğinde fazla nitrogliserin bulunması sebebi ile neredeyse üretimden kalkmıştır. Jelatinliit dinamit ülkemizde ve dünyada nitrogliserin bazlı dinamitler içerisinde en fazla tüketilenidir.

Emülsiyon tip patlayıcılar, nitrogliserin bazlı dinamitlerin üretimi ve kullanımı sırasında yaşanan kazalar sonunda daha güvenli üretim ve kullanım sağlamak için sürekli yapılan araştırmalar sonucunda bulunmuş ve ülkemiz ve dünyada en çok kullanılan patlayıcı madde olmuştur. Amonyum nitrat bazlı bir patlayıcı olup sıvı ortamda çeşitli yağ ve hassaslaştırıcı maddelerin ilave edilmesiyle üretilen emülsiyon tip patlayıcı maddelerin detonasyon hızlarını nitrogliserin bazlı dinamitlere göre biraz daha düşüktür. Ancak uygulamalarda çok sert kayalar dışında nitrogliserin bazlı dinamitlerle eşdeğer performans sağlamaktadır. Dünyada Nitrogliserin bazlı dinamit tüketimi sürekli olarak azalmaktadır.

Patlayıcı maddenin çapı arttıkça detonasyon hızı da artmaktadır. Kaliteli ANFO'yu ele aldığımızda 89 mm.lik bir delik çapında 76 mm'lik bir delik çapına göre ANFO daha yüksek bir detonasyon hızında patlamaktadır.

Değişik tipte patlayıcı maddelerin detonasyon hızları farklı çaplarda ve değişik ortamlarda (açıkta veya delik içerisinde) farklı sonuçlar vermektedir. Firma kataloglarında verilen hızların çoğunun hangi ortamlar içerisinde yapıldığı belirtilmemektedir. Tüketiciler de teknik olarak yeterli bilgiye sahip olmadığı için de gereken ilgiyi gösterememektedir. Nitromak A.Ş. tarafından üretilen Emülsiyon TG ticari isimli kapsüle duyarlı emülsiyon patlayıcısının detonasyon hızı katalogta minimum 4500 m/sn olarak verilmiş ancak altında verilen detonasyon hızının 40 mm. çaptaki plastik kartuş içerisinde ve açıkta ölçüldüğü belirtilmiştir. Eğer aynı patlayıcı maddenin aynı çapta çelik bir boru içerisinde detonasyon hızı ölçülseydi açıktaki detonasyon hızından çok daha fazla bir detonasyon hızı elde edilecekti. Ayrıca 40 mm.den daha büyük çaplarda açıkta hız ölçülseydi çok daha yüksek detonasyon hızlarına ulaşılacaktır.

MKEK tarafından üretilen Baranfo 100 adlı ticari isimli ANFO'nun katalog değerlerinde detonasyon hızları PVC boru içerisinde, açıkta ve farklı delik çaplarında ölçülmüş ve aşağıdaki değerler verilmiştir;

76 mm	1846 m/sn
89 mm	2483 m/sn
102 mm	2957 m/sn
127 mm	3597 m/sn
152 mm	4026 m/sn
229 mm	4758 m/sn

görülebileceği üzere delik çapı arttıkça açıktaki detonasyon hızları da artmaktadır. Tüketicinin bu

değerlere bakarak kendi patlatma koşulları hakkında bilgi sahibi olabilmesi mümkündür.

Ülkemize uzak doğu ve balkan ülkelerinden getirilen patlayıcı maddeler de bulunmakta olup bu tür patlayıcı maddelere ait kataloglar dahi bulunmamakta veya detonasyon hızları sorulduğunda satıcılar tarafından rastgele bir detonasyon hızı söylenmektedir. Detonasyon hızlarının açıkta, PVC boru içerisinde veya çelik boru içerisinde ölçülmesi ve ölçümün yapıldığı delik çapı çok önemlidir. Her durumda farklı detonasyon hızları ortaya çıkacaktır. İdeal detonasyon hızları verilmiş ise bunun hiçbir önemi yoktur.

Patlayıcının detonasyon hızlarının yanında kullanılan kaya yapısının dayanımı ve durumu da çok önemlidir. Eğer düşük dayanımlı bir kaya yapısı var ise ve yüksek detonasyon hızına sahip bir patlayıcı kullanıyorsak, o kaya yapısında o patlayıcı maddenin performansı kesinlikle düşük olacaktır. (Olofsson,1990)

Delik içerisinde su var ise, ve biz halen ANFO kullanıyorsak, bu durumda da o patlatmadan alınacak performansın çok düşük olması gibi bir sonuç ortaya çıkaracaktır.

Patlayıcı maddenin yoğunluğunun artması detonasyon hızını da arttırmaktadır. Ancak ANFO gibi toz patlayıcılarda yoğunluğun artması detonasyonu sağlayan ve hot spot adı verilen boşlukların yok olmasına neden olacağından negatif etki yaratarak, detonasyon hızının düşmesine yol açmaktadır.

Patlayıcı maddeler, kayalara delinen delikler içerisinde yine delik çapına bağlı olarak açıktaki detonasyon hızlarından çok daha fazla bir hızla patlarlar.

Partikül boyutunun detonasyon hızına etkisi özellikle halen şantiyelerde yasa dışı olarak gübre üretilen ANFO'lar için geçerlidir. Amonyum nitrat partikül boyutunun artması patlayıcı maddenin yoğunluğunu azaltacağından detonasyon hızı azalacaktır. Partikül boyutunun azalması, patlayıcı maddenin yoğunluğunu arttıracak, ancak yukarıda açıklanan nedenden dolayı detonasyon hızı yine azalacaktır.

2.2. Patlayıcı Madde Yoğunluğu

Patlayıcı maddenin yoğunluğu fiziksel olarak birim hacminin ağırlığı ile ifade edilir. Birimi kg/m³ veya gr/cm³ olarak verilebilir. Ticari patlayıcı maddelerin yoğunluğu 0,5 - 1,7 gr/cm³ arasında değişmektedir.

Patlayıcı maddenin yoğunluğunun artması detonasyon hızını artırır. Nitrogliserin bazlı dinamitlerin yoğunluğu emülsiyon tip patlayıcılardan

daha yüksek olduğundan detonasyon hızında yüksektir. Ancak ANFO'larda yoğunluğun artması, yukarıda açıklanan sebeplerden dolayı detonasyon hızını arttırmamaktadır.

Patlayıcı maddenin yoğunluğunun fazla olması delik içerisinde daha fazla sıvı fiyatım gerektirmektedir. Özellikle şantiyelerde yasa dışı olarak gübre amaçlı amonyum nitratlardan hazırlanan ANFO'ları yoğunluklarının 1 gr/cm^3 civarında olması sebebi ile hazırlanan ANFO'lara %20 civarında daha fazla kullanılmaktadır (Ozkazanç,2004).

Delik içerisinde su bulunduğu durumlarda deliğe sarj edilecek patlayıcı madde yoğunluğunun 1 gr/cm^3 'den büyük olması gerekir.

2.3. Detonasyon Stabilitesi (duraylılığı);

Detonasyon duyarlılığı bu patlatma deliği içerisinde patlayıcı maddenin detonasyon hızının delik boyunca karışıklık olarak ilerleme hızıdır. Detonasyon duyarlılığı son derece önemli olup tamamen patlatma performansını etkilemektedir. Delik içerisinde gübreden hazırlanmış ANFO'larm kullanımı söz konusu olduğunda, delikte primer patlayıcının (dinamit veya kapsüle duyarlı emülsiyon) patlamasıyla ANFO da detonasyona uğramaktadır. Ancak gübreden üretilmiş ANFO'lar da detonasyon hızı bir artış göstermekte somasında kesikliğe uğramakta hatta sonuymlenmcktedn (Ozkazanç,2004). Bunun sonucunda delik içerisinde yanmamış amonyum nitrat kristallerini görmek mümkündür. Tamamen detonasyon stabilitesinin olmamasından kaynaklanan bu durum, patlatma performansının çok kötü olmasına da neden olmaktadır.

2.4.Suya Direnç:

Patlayıcıların özelliklerini değiştirmeden su içimde kalabilme özelliği suya direnç olarak adlandırılır. Bir patlayıcı özelliğini yitirmeden su altında 24 saat kalabiliyorsa, bu patlayıcı "suya dirençlidir" denir. Patlayıcı maddeler sudan iki şekilde etkilenirler. Bunlar,

- * Patlayıcıların bünyesinde bulunan organik tuz suda çözünüp ayrılabilir.
- » Su basıncı nedeni ile hava kabarcıklarının miktarı ve boyları azalır. Böylece duyarlılığı temin eden "hot spot"lar ortadan kalkar. Buda patlayıcıların sağırlaşmasına yol açar.

Emülsiyon tıpi patlayıcıları suya karşı daha duyarlıdır. Bu tıpi patlayıcılara tuz, yağ, wax gibi maddeler ilave edilmiş olduğundan ve bu maddeler de su ile karışmayıp, bir film tabakası meydana getirdikleri için, patlayıcı içme duyarlılığı amacı ile konan mikro karboncukların oluşturdukları "hot spot" lar ortadan kalkmaz.

Suya karşı dayanıklı olmayan patlayıcılar, plastik gibi uygun kaplama maddeleri ile kaplanarak, ıslak deliklerde kullanılabilir. Ancak bu da kesin çözüm değildir. Sulu deliklerde suya karşı kesin çözüm yemleme>e duyarlı emülsiyon patlayıcıların ANFO yerme kullanılmasıdır.

2.5. Patlayıcıların Depolama Omru:

Patlayıcı maddeler genellikle uzun süreler depolarda bekletildikleri için, patlayıcı maddelerin depolama omru bu önem taşımaktadır. Nitrogliserin esaslı patlayıcılar, özellikle uzun süre depolarda bekletildiklerinde bünyelerinde bulunan hava kabarcıkları kısmen veya tamamen ayrılarak patlayıcının ateş alma hassasiyetim ve patlama özelliğini bozar. Ancak bu olay toplam enerjiyi etkilemez. Bu nedenle bu tür patlayıcılar yüksek sıcaklıklarda depolanmamalıdır. Yüksek sıcaklıklarda depolama yapılsa, patlayıcı yumuşar ve bünyesindeki tuz kartuş kağıdın içerisine nüfuz ederek bozulma meydana gelir. Bu nedenle depolama sıcaklığı 32°C geçmemelidir. Ayrıca 32°C amonyum nitrat içimde kritik bir sıcaklıktır. "Bu sıcaklığın üzerinde patlayıcı içerisinde bulunan amonyum nitrat bozunarak patlayıcının şişmesine, bu da kartuşun bozulmasına neden olur. Ancak bu husus patlama özelliğini etkilemez. Ayrıca depolama sırasında ortamı nemli de önemlidir. Özellikle kartuşlanmış toz tıpi dinamitler neme karşı hassastır. Nemli ortamda bırakılan bu tıpi patlayıcıların bünyesinde bulunan tuz tortulararak sertleşmeye neden olur. ANFO'da neme karşı son derece hassas olup, nemli ortamlarda depolanması durumunda kekleşme meydana gelir. Kullanıcının stok seviyesim düzenlemesi için, üretici ürettiği patlayıcı maddelerin güvenli raf ömrü ve depolama koşullarını belirtmelidir.

2.6. Gaz Karakteri:

Patlayıcıların detonasyonu sırasında oluşan gazları ayırmak mümkündür. Bunlar,

- Toksik Gazlar CO , NO , NO_2 , N_2 buharları
- » Toksik olmayan gazlar CO_2 , N_2 , H_2O

Detcmasyon sonucu oluşan bu gazlar genellikle açık işletmelerde herhangi bir problem yaratmamakla birlikte, yeraltındaki patlatma operasyonlarında belli sınırların üzerinde, çalışan kişiler için tehlike meydana getirmektedir. Ticari patlayıcılar patlama sonucu ortaya çıkan enerjinin optimize edilmesi ve zehirli gaz çıkışının minimize edilmesi için oksijen dengesinde üretilirler.

Yapılan alışmalar göstermiştir ki:0, dengesinin (-) olduğu patlayıcıların patlaması sonucu ortaya çıkan NO₂ gazı, (X dengesinin (+) olduğu patlayıcıların patlaması sonucu açığa çıkan CO gazına göre 6.5 kat daha zehirlidir CO için atmosferde izin verilen sınır 40-50 ppm, NO için 5ppm'dir.

Patlayıcı maddeler ne kadar oksijen dengesinde üretilirse üretilsin patlatma koşulları zehirli gaz üretimine yol açabilir. Bu koşullar arasında ;

- » Gereğinden kk delik apı,
- ® Yetersiz yemleme veya ateşleme,
- « Su

Bulunmaktadır. Bu durumda patlatma anında toksik gaz oluşumu kaçınılmazdır.

Patlayıcıları duman karakterine göre üç sınıfa ayırmak mümkündür. (Erkoç,1990)

- » Duman sınıfı 1:25lt/kg'dan az zehirli gaz,
- » Duman sınıfı 2: 25-50 lt/kg'arası zehirli gaz,
- «Duman sınıfı 3: 50-100 lt/kg'arası zehirli gaz»

Özellikle son zamanlarda yurt dışından ithal edilen patlayıcı maddeler ki nitrogliserin bazlı ve kapsüle duyarlı emülsiyon patlayıcı maddeler de bunların arasında bulunmaktadır, yer altı patlatma alanında kullanıldığı zaman özellikle kötü koku ve yoğun gaza neden olarak sorunlar yaratmaktadır. Bu durum insan sağlığı ve iř emniyetini de kötü olarak etkilemektedir.

3.SONUÇLAR

Patlatma performanslarının iyileştirilmesi için gerekli durumlardan biri patlayıcı maddelerin patlatma alanının özelliklerine uygun olarak seçilmesidir. Bunun için de patlayıcı madde özelliklerinin ve bu özelliklerin patlatma performanslarına etkisinin iyi bilinmesi gerekmektedir. Bu alışma tüketicileri yukarıda açıklanan konularda bir nebze olsun aydınlatmayı amaçlamıştır.

KAYNAKLAR

- 1.Hopler, R. B. (ed), *Blasters' Handbook*, 17th edition, The Int. Society of Explosives Engineers, Cleveland, Ohio, USA, 1998
- 2.Olofsson, S.O , *Applied Explosives Technology for Construction and Mining*, 2nd edition, Applex, Aria, Sweden, 304 pages, 1990.
- 3.Erkoç, . Y., *Kaya Patlatma Tekniği*, elikler Matbaacılık, İstanbul, 164 sayfa, 1990.
- 4.Özkazanç, M O "*Neden Kaliteli ANFO ?*", Nitromak Dergisi, Sayı 3, 2004.
- 5.Özkazanç, M.O."*ANFO'mızda Gübre Var mı?*",Nitromak Dergisi, Sayı 4,2004

